



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA



ESTRUTURA E DINÂMICA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO GOLFÃO MARANHENSE - BRASIL

ANDREA CHRISTINA GOMES DE AZEVEDO CUTRIM

RECIFE
2008

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

**ESTRUTURA E DINÂMICA DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA NO GOLFO
MARANHENSE - BRASIL**

ANDREA CHRISTINA GOMES DE AZEVEDO CUTRIM

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco para obtenção do título de Doutora em Ciências.

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa.

CO-ORIENTADORA:

Profª Drª Maria Luise Koenig.

RECIFE

2008

Christina Gomes de Azevedo-Cutrim, Andrea
Estrutura e dinâmica da comunidade
fitoplanctônica no Golfão Maranhense - Brasil / Andrea
Christina Gomes de Azevedo-Cutrim. – Recife: O
Autor, 2008.

147 folhas : il., fig., tab.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de
Pernambuco. CTG. Oceanografia, 2008.

Inclui bibliografia, apêndices e anexos.

1. Fitoplâncton – Golfão Maranhense - Estuário. 2.
Biomassa – Composição fitoplanctônica - Variáveis
ambientais – Estuário. 3. Ecologia – Fitoplâncton
estuarino. I. Título.

593.14
579.81776

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

UFPE
BC2003-270

ANDREA CHRISTINA GOMES DE AZEVEDO

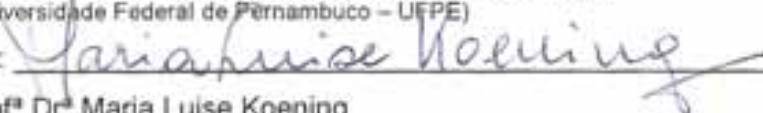
DINÂMICA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO
GOLFÃO MARANHENSE - BRASIL

FOLHA DE APROVAÇÃO

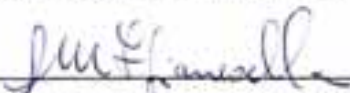
Tese defendida e aprovada pela banca examinadora

ORIENTADOR: 

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

CO-ORIENTADORA: 

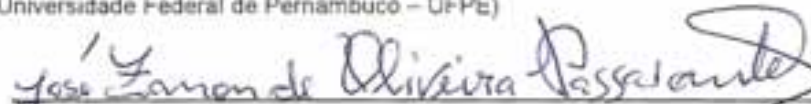
Profª Drª Maria Luise Koenig
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

EXAMINADORES: 

Profª Drª Sônia Maria Flores Giancesella
(Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo – IOUSP)



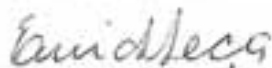
Profª Drª Maria Eduarda Larrazabal da Silva
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)



Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)



Profª Drª Kátia Muniz
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

SUPLENTE: 

Profª Drª Enide Eskinazi Leça
(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE)



Profª Drª Sirleis Rodrigues Lacerda
(Universidade Regional do Cariri – URCA)

Recife

2008

Epígrafe

"Não adianta o vento soprar ao seu favor se você não sabe aonde quer chegar..."

Provérbio chinês

Dedico

Às minhas filhas, Amanda e Beatriz, pelas vezes que fomos juntas em busca das ondas do mar e pelas vezes que não pudemos ir juntas. Meu pensamento estava em vocês.

Ao André, meu anjo-da-guarda.

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, por te sentir ao meu lado em todos os momentos de minha vida.

À *Universidade Estadual do Maranhão*, pela liberação de minhas atividades acadêmicas, concessão da bolsa de estudos e por me fazer sentir acolhida como se estivesse dentro de minha própria casa.

Ao *Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão*, por possibilitar minhas idas ao campo, pela cessão do espaço físico para acondicionamento e análise das amostras e pelo auxílio nas análises químicas.

Ao *Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco*, pela atenção perante seus estudantes e por permitir a realização de um sonho.

Ao *Laboratório de Meteorologia da UEMA (LabMet) e Núcleo de Geoprocessamento da UEMA (NuGeo)*, por estarem sempre a postos em todas as vezes que precisei.

Ao meu orientador *Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa*, pelo amigo que é, pela sutileza com a qual me conduziu diante dos acertos e tropeços travados desde a inscrição do curso à sua defesa. Obrigada por acreditar na viabilidade deste trabalho, por se empolgar com as curiosidades da área de estudo, por valorizar o aprendizado que eu buscava e os referenciais que eu trazia e por degustar dos saberes e sabores do Maranhão.

À minha co-orientadora, *Dr^a Maria Luise Koenig (Mamy)*, minha eterna gratidão pelo incessante incentivo, por sua energia e busca eterna pelo que é correto, ético, agradável e desafiador. Sua presença foi fundamental para mais esta conquista.

À *Dr^a Enide Eskinazi Leça*, por participar de todas as etapas de minha formação profissional, por permitir que eu compartilhasse de seus conhecimentos e por servir de espelho para tantos estudantes.

Ao *Dr. José Zanon de Oliveira Passavante*, pelos ensinamentos desde os tempos do Mestrado em Biologia Vegetal, pela busca do atual, inovador, dinâmico e por compartilhar de um mesmo sonho de fazer extensão universitária.

À *Dr^a Sigrid Neumann Leitão*, pela valorosa ajuda no tratamento numérico, valiosas sugestões, ensinamentos e por sua energia radiante;

Às *Dr^{as} Maria Eduarda Larrazabal da Silva e Katia Muniz*, pelas sugestões de melhoria do trabalho, desde a qualificação.

À *Dr^a Sônia Maria Flores Gianceselle*, pela doce, construtiva e elucidativa aguçação, durante a defesa deste trabalho.

Ao *Dr. Manoel de Jesus Flores Montes*, por me manter informada e por tamanha presteza quando precisei tirar minhas dúvidas, mesmo à distância.

À *Drª Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha*, pelo auxílio na taxonomia.

À Secretária do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, *Myrna Lins Medeiros*, por sua disponibilidade, acessibilidade e carisma.

À *MSc. Evaldeni Guiomar Moreira*, pela ajuda nas coletas, análises químicas, por partilhar incansavelmente os microscópios do laboratório, pelas hospedagens temporárias no Recife e por dividir tantas alegrias comigo.

Ao *MSc. Eliesé Idalino Rodrigues*, pelas divertidas conversas, convívio agradável e tranquilo e pelo auxílio no tratamento estatístico.

À *Ana Karoline*, graduanda em Ciências Biológicas da UEMA pelo auxílio na confecção dos gráficos e às demais estagiárias *Nágela, Francinara, Geylene, Sue Ellen* e às ex-orientandas *Cristiene* e *Marta*, pela atenção.

À doutoranda *Rafaella Brasil Bastos*, pelo carinho, apoio, pela agradável troca de informações e por ser meu contato entre São Luís e o Recife.

À doutoranda *Soraya El-deir*, por termos compartilhado da agonia de uma disciplina confusa e acharmos tudo isso muito interessante, por dividirmos com carinho nossos sonhos e vivermos intensamente nossas realidades.

Aos colegas fitoplanctólogos que encontrei durante minha passagem pelo PPGO: *Elizângela, Sírleis, Chistiana, Marcos, Felipe, Byanca*, pelas conversas descontraídas e pelo tira-dúvidas nos corredores da Seção de Plâncton.

Às minhas amigas do coração *Lígia Almeida, Zafira Almeida, Francisca Muniz* e *Andréa de Araújo*, que se preocuparam comigo, dividiram angústias e vitórias e me confortaram nos momentos mais difíceis desta jornada.

Aos novos colegas da Família Darcy Ribeiro: *José Domingues, Fátima Rios, Mamede Chaves, Antônio Pereira, Cristiane Miranda, Porfirio Guerra, Raimundo Rocha, Paulinho, Eustáquio* e em especial ao professor *José Augusto*, nosso Reitor, por tornar mais emocionante a reta final desta Tese.

Às minhas queridas secretárias da UEMA, *Laurinete, Juju* e *Shyrlene*, meu auxiliar administrativo *Jorge* e às assistentes do Lar, *Nilma* e *Patrícia*, por me ajudarem quando solicitei e me resguardarem quando precisei de reclusão.

Às minhas amigas de sempre, *Daniela Borges* e *Alexandra Nícolas*, pela preocupação dispensada e por torcerem pelo Doutorado mais que eu mesma.

Aos meus irmãos *Ígor* e *Ítalo* e aos meus cunhados e co-cunhados, pelo apoio.

Aos meus pais *Ítalo* e *Adeilce Gomes de Azevedo*, por serem responsáveis pelas qualidades que tenho, por me fazerem crescer confiante, determinada... e por terem sido os primeiros a acreditar que eu era capaz de realizar os meus sonhos.

À minha irmã, *Aline Azevedo Fonseca*, por ser tão bela em tudo o que faz, com tamanha presteza. Muito grata por se preocupar comigo, por todos os dias que me amparou e por cobrir meus inúmeros vãos quando não pude estar presente. Sem você nada seria possível... eu não teria conseguido...

Ao meu marido, *Marco Cutrim*. Inicialmente meu professor, depois orientador, colega de profissão... hoje divide e soma sua vida na minha. Companheiro, amigo, parceiro, pai e mãe, presente. Obrigada pelo teu acolhimento e ajuda, tuas injeções de ânimo, palavras de conforto, pelo teu amor.

E finalmente agradeço às minhas filhas, *Amanda* e *Beatriz*, pelo sorriso de cada uma, a cada dia, a cada noite, por não reclamarem pela minha ausência, por entenderem, mesmo pequeninas, que quantidade não é qualidade. Prometo que vai melhorar!

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	15
LISTA DE APÊNDICES	16
LISTA DE QUADROS	17
LISTA DE ANEXOS	17
RESUMO	18
ABSTRACT	19
1. INTRODUÇÃO	20
2. OBJETIVOS	23
2.1 Geral	23
2.2 Específico	23
3. HIPÓTESE	23
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
5. DESCRIÇÃO DA ÁREA	29
6. MATERIAL E MÉTODOS	41
6.1 Local de coleta	41
6.2 Dados climatológicos	42
6.3 Marés	43
6.4 Parâmetros Hidrológicos	43
6.5 Parâmetros Bióticos	44
6.5.1 Análise qualitativa do fitoplâncton	44
6.5.2 Densidade do fitoplâncton	46
6.5.3 Biomassa fitoplanctônica	47
6.6 Tratamento numérico dos dados	48
6.6.1 Abundância relativa	48
6.6.2 Frequência de ocorrência	49
6.6.3 Índices de diversidade, equitabilidade e riqueza	49
6.7 Tratamento estatístico dos dados	51
6.7.1 Análise de Agrupamento	51
6.7.2 Análise dos Componentes Principais (ACP)	51
6.7.3 Análise de Variância (ANOVA)	51
6.8 Normalização do texto	52

7. RESULTADOS	53
7.1 Dados climatológicos	53
7.1.1 Precipitação pluviométrica	53
7.1.2 Radiação solar diária	54
7.1.3 Velocidade dos ventos	54
7.1.4 Umidade relativa do ar	55
7.1.5 Temperatura do ar	55
7.2 Marés	55
7.3 Parâmetros Hidrológicos	57
7.3.1 Salinidade da água	57
7.3.2 Temperatura da água	58
7.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)	58
7.3.4 Transparência da água (cm) e coeficiente de extinção da luz (K).....	59
7.3.5 Densidade da água	60
7.3.6 Oxigênio dissolvido e taxa de saturação do oxigênio	60
7.3.7 Sais nutrientes	61
7.3.7.1 Nitrito	61
7.3.7.2 Nitrato	62
7.3.7.3 Amônia	63
7.3.7.4 Fosfato	63
7.4 Parâmetros Bióticos	64
7.4.1 Composição florística	64
7.4.2 Estrutura e variação da flora	70
7.4.3 Abundância relativa dos táxons	74
7.4.4 Frequência de ocorrência dos táxons	75
7.4.5 Considerações ecológicas da ficoflórula	78
7.4.6 Biomassa fitoplanctônica (clorofila a)	80
7.4.7 Densidade fitoplanctônica	81
7.4.8 Índices Específicos	82
7.4.8.1 Diversidade	82
7.4.8.2 Equitabilidade	83
7.4.8.3 Riqueza	83

7.5 Análise estatística	84
7.5.1 Análise de Agrupamento	84
7.5.2 Análise dos Componentes Principais (ACP)	86
7.5.3 Análise de Variância Bifatorial (ANOVA)	88
8. DISCUSSÃO	90
9. CONCLUSÕES	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localização do estado do Maranhão – Brasil	29
Figura 2. Divisões do litoral do estado do Maranhão – Brasil	31
Figura 3. Litoral Ocidental, evidenciando as reentrâncias maranhenses.	31
Figura 4. Litoral Oriental, evidenciando os Lençóis Maranhenses e o Delta do Parnaíba	32
Figura 5. Região central do litoral do Maranhão, correspondendo ao Golfão Maranhense.....	33
Figura 6. Bacias hidrográficas que chegam ao Golfão Maranhense	34
Figura 7. Distribuição dos manguezais na ilha de São Luís – MA	37
Figura 8. Embarque de carga no porto da ALUMAR, baía de São Marcos, São Luís – MA.....	38
Figura 9. Vista geral do porto do Itaqui, baía de São Marcos, São Luís – MA.....	20
Figura 10. Localização dos pontos de coleta nas baías de São Marcos e São José, Golfão Maranhense - Brasil.....	39
Figura 11. Total de chuvas (abr./02 a mar./03) e média histórica mensal de chuvas (1970-2000)	53
Figura 12. Média histórica de dez anos (1992 a 2001) e total de chuvas (abr./02 a mar./03).....	54
Figura 13. Variação da temperatura do ar durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.....	55
Figura 14. Variação da altura das marés (m), no porto do Itaqui durante o período de coleta, com altura máxima e mínima atingida a cada mês de coleta.....	57
Figura 15. Variação da salinidade, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.....	57
Figura 16. Variação da temperatura da água, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.....	58
Figura 17. Variação do pH, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense	59
Figura 18. Variação da transparência da água (em barras) e coeficiente de extinção da luz (em linhas), durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.....	59

	Página
Figura 19. Variação da densidade da água, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.....	60
Figura 20. Variação dos valores de oxigênio dissolvido (em barras) e taxa de saturação do oxigênio (em linhas), durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.....	61
Figura 21. Variação dos teores de nitrito, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.....	62
Figura 22. Variação dos teores de nitrato, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense	62
Figura 23. Variação dos teores de amônia, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.....	63
Figura 24. Variação dos teores de fosfato, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.....	63
Figura 25. Distribuição percentual do número de táxons identificados no Golfão Maranhense.....	64
Figura 26. Distribuição percentual das famílias mais representativas de diatomáceas identificadas no Golfão Maranhense.....	65
Figura 27. Distribuição percentual das famílias de dinoflagelados identificados no Golfão Maranhense	66
Figura 28. Distribuição percentual geral do número de táxons do fitoplâncton, no Golfão Maranhense, correspondente ao período chuvoso e de estiagem.....	71
Figura 29. Contribuição percentual, por grupo, dos principais representantes do fitoplâncton no Golfão Maranhense, em relação ao período chuvoso e de estiagem.....	72
Figura 30. Distribuição percentual dos grupos de fitoplâncton, nos diferentes pontos de coleta, no Golfão Maranhense.....	72
Figura 31. Distribuição percentual das categorias de frequência de ocorrência dos táxons identificados no Golfão Maranhense.....	75
Figura 32. Frequência de ocorrência dos táxons do microfitoplâncton enquadrados na categoria de muito frequente no Golfão Maranhense.....	76
Figura 33. Frequência de ocorrência dos táxons do microfitoplâncton enquadrados na categoria de frequente no Golfão Maranhense.....	76
Figura 34. Frequência de ocorrência dos táxons do microfitoplâncton enquadrados na categoria de pouco frequente no Golfão Maranhense.....	77

	Página
Figura 35. Frequência de ocorrência dos táxons do microfitoplâncton enquadrados na categoria de esporádica no Golfão Maranhense.....	78
Figura 36. Distribuição percentual quanto aos dados ecológicos dos táxons infragenéricos, identificados no Golfão Maranhense.....	78
Figura 37. Variação espacial e temporal do microfitoplâncton, nano e picofitoplâncton (mg.m^{-3}), em barras e biomassa total (mg.m^{-3}) em linha no Golfão Maranhense.....	80
Figura 38. Contribuição do microfitoplâncton, nano e picofitoplâncton (%) no Golfão Maranhense.....	81
Figura 39. Variação espacial e temporal da densidade fitoplanctônica (cels.L^{-1}) no Golfão Maranhense	81
Figura 40. Índices de medida da diversidade específica (bits.cel^{-1}), equitabilidade e riqueza do microfitoplâncton, no Golfão Maranhense.....	84
Figura 41. Análise R de agrupamento das espécies identificadas no Golfão Maranhense	85
Figura 42. Análise Q de agrupamento dos pontos de coleta amostrados no Golfão Maranhense.....	86
Figura 43. Contribuição da densidade, biomassa, parâmetros ambientais e espécies mais representativas em termos de densidade fitoplanctônica, referente aos dois primeiros componentes principais, nos estuários do Golfão Maranhense	88

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Principais bacias hidrográficas do Golfão Maranhense, Brasil.....	34
Tabela 2. Dados climatológicos registrados no dia da coleta, para o Golfão Maranhense, procedentes da estação meteorológica de São Luís do Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão	56
Tabela 3. Distribuição dos táxons identificados nos diferentes períodos estacionais, pontos amostrados e distintas baías	74
Tabela 4. Valores totais e médias de densidade fitoplanctônica (cels.L ⁻¹), por ponto e mês de coleta, no Golfão Maranhense	82
Tabela 5. Análise dos componentes principais (ACP) da densidade, biomassa fitoplanctônica, espécies mais representativas em termos de densidade e variáveis ambientais no Golfão Maranhense.....	87
Tabela 6. Valores significativos testados na ANOVA com relação à variação espacial-temporal das amostras coletadas no Golfão Maranhense.....	89

LISTA DE APÊNDICES

	Página
Apêndice A. Parâmetros ambientais mensurados no Golfão Maranhense, durante o período de coleta	128
Apêndice B. Distribuição da comunidade fitoplanctônica no Golfão Maranhense.....	129
Apêndice C. Abundância relativa (%) das espécies contabilizadas, a partir das amostras de rede, no Golfão Maranhense	136
Apêndice D. Prancha 1 Figura A. <i>Actinoptychus senarius</i> Figura B. <i>Bellerochea malleus</i> Figura C. <i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Figura D. <i>Cyclotella stlorum</i> Figura E. <i>Ditylum brightwelli</i> Figura F. <i>Melosira nummuloides</i> (F ₁ - aspecto geral; F ₂ – detalhe de uma valva).....	141
Prancha 2 Figura G. <i>Nitzschia fasciculata</i> Figura H. <i>Odontella mobiliensis</i> Figura I. <i>Paralia sulcata</i> (I ₁ – aspecto geral da colônia; I ₂ – encontro entre duas valvas) Figura J. <i>Skeletonema tropicum</i> Figura K. <i>Synedra tabulata</i> Figura L. <i>Thalassionema frauenfeldii</i> (L ₁ – aspecto geral da colônia).....	142
Prancha 3 Figura L. <i>Thalassionema frauenfeldii</i> (L ₂ – encontro entre as valvas; L ₃ – detalhe da extremidade valvar) Figura M. <i>Thalassiosira subtilis</i> Figura N. <i>Tryblioptychus cocconeiformis</i>	143
Apêndice E. Valores do número total de espécies, indivíduos, densidade (cels.L ⁻¹), índices de diversidade, equitabilidade e riqueza, biomassa total (BT), microfitoplâncton (MICRO), nano e picofitoplâncton (N/P) e suas respectivas contribuições em termos percentuais da comunidade fitoplanctônica no Golfão Maranhense	144
Apêndice F. Espécies identificadas na densidade fitoplanctônica com percentual superior ou igual a 10%, no Golfão Maranhense	145

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1. Sinopse dos táxons identificados no Golfão Maranhense	67
Quadro 2. Classificação ecológica dos táxons encontrados no Golfão Maranhense	79

LISTA DE ANEXO

	Página
Anexo A. Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) registrada na estação meteorológica de São Luís pelo Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão (LabMet/UEMA) durante os anos de 1992 a 2003.....	147

RESUMO

O Golfão Maranhense (02°08'54" a 03°18'35" S e 44°51'30" a 43°42'25" W), localizado ao norte do Maranhão, é caracterizado pela forte influência de hipermarés que chegam a 7 metros e que são típicas da costa norte. Sua localização geográfica, integrando a Amazônia e o contato direto com o oceano Atlântico favorecem ao Maranhão condições hidrológicas diferentes daquelas dos demais estados nordestinos, por apresentarem diversos rios perenes e caudalosos que contribuem com a entrada de nutrientes enriquecendo a área e, conseqüentemente, a pesca local. No entorno de quase toda a ilha de São Luís há o florescimento de manguezais que tem sofrido desmatamento, como consequência do crescimento demográfico. A análise da estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais é relevante para se conhecer melhor a ecologia e a dinâmica deste importante ecossistema costeiro. As coletas dos parâmetros hidrológicos e biológicos foram realizadas bimestralmente, no período de maio/02 a mar./03, na superfície, em marés de sizígia durante a vazante, em quatro pontos fixos. Para o fitoplâncton foi feito arrasto horizontal de cinco minutos com rede de 20µm. Estatisticamente constatou-se correlação direta entre a biomassa, a salinidade, transparência da água, fosfato, velocidade dos ventos e nitrato e inversa da pluviometria, taxa de saturação do oxigênio, amônia, temperatura e oxigênio dissolvido. Sazonalmente, o oxigênio dissolvido foi significativo no período chuvoso e amplitude de marés e salinidade no período de estiagem. A salinidade variou de 6 a 35, ou seja, de mesoalino a eualino sendo maior no período de estiagem. Quanto à taxa de saturação do oxigênio, o sistema estuarino variou de zona semipoluída a saturada, entretanto, prevalecendo a última. Levando-se em conta o fracionamento da biomassa fitoplanctônica, verificou-se que a fração do nano/picofitoplâncton (<20µm) foi a que mais contribuiu no ambiente. Foram identificados 219 táxons distribuídos em seis grupos, porém o dominante foi o da Bacillariophyta, destacando-se as espécies *Thalassiosira subtilis* (Ostenfeld) Gran, *Skeletonema tropicum* Cleve e *Cyclotella stlorum* Brightwell como as mais representativas, tanto em termos de frequência de ocorrência quanto em densidade. A diversidade, equitabilidade, biomassa e densidade das algas foram indicativos de uma região estuarina produtiva e com elevada capacidade de renovação.

Palavras chave: fitoplâncton, biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos.

ABSTRACT

The Maranhense Gulf (02°08'54" a 03°18'35" S e 44°51'30" a 43°42'25" W), located in the Maranhão North, is characterized by the strong influence of great tides that the 7 meters arrive and that they are typical of the coast North. Its geographic localization, integrating the Amazônia and the direct contact with the Atlantic Ocean favors to the Maranhão different hydrologic conditions of those of the too much states northeasterns, for presenting diverse perennial Rivers, all possessing reasonable volume during the year, which contributes the input of nutrients, thus enriching the area, and consequently increased fishery resources. In around of almost all the São Luís Island has the forest of mangroves that has intense deforestation, as consequence of the demographic growth. This main objective has objective main to describe the structure and the dynamics of the phytoplanktonic community in the Maranhense Gulf in spatial-temporal scale and to correlate with the environmental parameters. Sample were collected in the period of May/02 to March/03, totalizing six bimonthly samples, in the surface of the water, spring tides during the ebb tide, in four fixed points. Microphytoplankton samples were made 20 µm mesh plankton net. The principal component analysis (PCA) demonstrated that the chlorophyll a had a direct relationship with the salinity, transparency of the water, speed of the winds, phosphate and nitrate and inverse correlation with the precipitation of rain, saturation rate of the oxygen, ammonia, temperature and dissolved oxygen. In the seasonal distribution the dissolved oxygen was significant in the rainy period and tides and salinity varied in the seasonal form, being bigger in the dry period and verifying mesohaline variation to the euhaline. The saturation rate of the oxygen the estuarine system varied from semi polluted to saturated nature. Fractional analyses of the algal biomass was done and verified that the fraction of nano/picophytoplankton contributed for total biomass. The study registered as much as 219 taxa, distributed in six groups, however the dominant one was Bacillariophyta, being distinguished *Thalassiosira subtilis* (Ostenfeld) Gran, *Skeletonema tropicum* Cleve and *Cyclotella stilorum* Brightwell as much in frequency of occurrence how much in density. The algae diversity, evenness, biomass index and relative density demonstrated that ecosystem is a productive estuarine area and not degraded.

Key words: phytoplankton, phytoplanktonic biomass and hydrological parameters.

1. INTRODUÇÃO

As zonas costeiras, desde o encontro da água com o continente até o limite da plataforma, formam um ambiente densamente povoado, muito dinâmico e de grande complexidade. Tal ambiente é afetado quer pelos processos naturais, quer pelas transformações causadas pela intervenção humana. A gestão dessas zonas exige uma profunda compreensão dos fenômenos físicos, químicos e biológicos. Devem ser criados e testados modelos para explicar e prever fenômenos, como, por exemplo, a proliferação de algas ou a dispersão de agentes poluidores (SOARES, 1999).

Por sua vez, os estuários, que estão inseridos nas regiões costeiras, são áreas semifechadas sujeitas tanto à água doce dos rios quanto à água salgada proveniente dos mares, estão entre os ecossistemas mais produtivos da Terra. Os alagados salgados, os quais são áreas médio-litorâneas, como os manguezais, com vegetação emergente, combinam os mais favoráveis atributos dos sistemas aquáticos e terrestres, resultando em correspondente alta produção. Além desses atributos locais dos estuários e manguezais, sua significância para os sistemas vizinhos estende-se mar afora através da exportação líquida da produção (RICKLEFS, 2003).

São considerados ecossistemas extremamente importantes do ponto de vista econômico, uma vez que a utilização destas áreas para benefício do homem é bastante diversificada. É nestes ambientes que parte da população retira seu alimento de forma racional, em atividades de aquicultura ou explorando diretamente de forma indiscriminada (SANTOS-FERNANDES et al., 1998).

Os sistemas estuarinos são os principais fornecedores de nutrientes para a região costeira, pois recebem e concentram o material originado de sua bacia de drenagem e podem vir a receber aportes significativos por ação antrópica. Todo esse aporte de nutrientes coloca os estuários entre os sistemas mais produtivos do mundo, com altas taxas de produtividade primária e teores de biomassa (BRAGA et al., 2000; PEREIRA FILHO et al., 2001).

A riqueza biológica do ecossistema costeiro faz com que essas áreas funcionem como 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 a ictiofauna juvenil; o tempo de resiliência 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 (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2002).

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 (SCHMIEGELOW, 2004).

Regiões estuarino-marinhas são ameaçadas por diversos tipos de poluição, cujos efeitos combinam-se, levando a uma lenta e irreversível degradação da vida marinha. A fertilização excessiva das águas por sais nutrientes, matéria orgânica de origem urbana, industrial ou agrícola funciona como forma de poluição, que leva, a médio prazo, à proliferação de florações de algas, as quais são responsáveis por fenômenos indesejáveis e até catastróficos para os oceanos, tais como desoxigenação, produção de toxinas e mortandade de seres marinhos. As microalgas apresentam, portanto, grande importância ecológica, não só pelo fato de serem a base da teia trófica, mas também por serem excelentes indicadores de poluição das águas (AZEVEDO; CUTRIM, 2007).

A maioria dos trabalhos sobre fitoplâncton para a costa do Maranhão se encontra sob a forma de relatórios, tais como: SUDENE GEOTÉCNICA AQUA-PLAN (1977) e LABOHIDRO/UFMA (1983a, 1985a, 1986a, 1987, 1993, 1998, 1999a, 1999b, 2000a, 2000b, 2001a, 2001b, 2003a, 2003b).

Os primeiros trabalhos sobre o levantamento da ficoflórula marinha devem-se a Eskinazi-Leça et al. (1985) ao realizar estudo do fitoplâncton na baía do Capim, Oliveira et al. (1986) ao verificar a composição e distribuição do microfitoplâncton na baía de Mangunça e Lavôr-Fernandes (1987, 1988a, 1988b, 1990) que realizou estudos na lagoa da Jansen, baía de São Marcos, estuário do rio Paciência e estuário do rio Tibiri, respectivamente.

Apesar da complexidade de ecossistemas existente no Maranhão e da importância ecológica destes, os estudos envolvendo o fitoplâncton marinho e estuarino são escassos, destacando-se o de Teixeira et al. (1988), que analisaram a produtividade, biomassa e parâmetros hidrológicos no estreito dos Coqueiros.

Ao realizar estudo em ambientes estuarinos da Fazenda Camaroneira de Perizes, Pessoa et al. (1997) identificaram novas ocorrências de diatomáceas Pennales para o Maranhão e Nogueira e Ferreira-Correia (2001) realizaram estudo qualitativo sobre as cianobactérias no ecossistema manguezal, Martins et al. (2001) na praia de Panaquatira e Moreira et al. (2001) identificaram algas potencialmente tóxicas no estuário do rio Anil.

Algumas publicações enfocam o estudo das microalgas crescendo de forma perifítica em manguezais, como as de Azevedo (1999), Azevedo e Cutrim (1999, 2000) que estudaram as microalgas epífitas em macroalgas do gênero *Bostrychia*, registros quanto ao estudo das diatomáceas do trato digestivo de *Curimata* sp., realizado por Chaves e Azevedo (2002), além do trabalho de Alcântara et al. (2004) que realizaram estudo de modelagem e concentração de clorofila *a*, no estuário do rio Anil.

Mais recentemente, Rodrigues (2006) realizou estudo da comunidade fitoplanctônica nas baías de São José, Cumã e São Marcos; Azevedo e Cutrim (2007) pesquisaram sobre o fitoplâncton costeiro das porções norte-nordeste da ilha de São Luís e Azevedo et al. (2008) estudaram a dinâmica da comunidade fitoplanctônica na região portuária da ilha de São Luís, levando em consideração aspectos quantitativos de biomassa e densidade.

A carência de estudos referentes à quantificação do fitoplâncton estuarino no estado do Maranhão, somada a necessidade de avaliar possíveis alterações ambientais numa área que apresenta grande quantidade de tensores antrópicos, é que justificam a realização deste trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar a estrutura e a dinâmica da comunidade fitoplanctônica no Golfão Maranhense.

2.2 Específicos

- Identificar a comunidade fitoplanctônica em níveis específicos e infra-específicos;
- avaliar a comunidade fitoplanctônica em função da abundância relativa, frequência de ocorrência, diversidade, equitabilidade;
- avaliar o ecossistema em função dos padrões ecológicos das espécies fitoplanctônicas;
- determinar a variação espacial e sazonal da composição, biomassa e densidade fitoplanctônica;
- analisar as possíveis influências dos parâmetros climatológicos (pluviometria, radiação solar, velocidade e direção dos ventos) nos organismos fitoplanctônicos;
- correlacionar os parâmetros biológicos com os abióticos mensurados;
- caracterizar o referido ecossistema quanto ao grau de eutrofização;
- caracterizar a estrutura da comunidade fitoplanctônica através da análise multivariada.

3. HIPÓTESE

A comunidade fitoplanctônica em ambientes estuarinos sofre alterações qualitativas quando submetida a áreas que comportam tensores antrópicos.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A atividade humana é responsável por um grande número de ameaças à diversidade biológica marinha. As causas dos danos aos ambientes marinhos e costeiros são variadas e complexas, no entanto, estão todas relacionadas à alta concentração humana nas regiões litorâneas, sendo responsável por mais da metade dos prejuízos causados aos recursos aquáticos (CORSON, 2002).

Os recursos hídricos são utilizados em todo o mundo com diferentes objetivos, que vão desde abastecimento doméstico, irrigação, geração de energia, navegação, aquicultura, harmonia paisagística, entre outros. Estão sujeitos a alterações na qualidade de suas águas, na proporção em que há incremento populacional e industrial sem medidas de planejamento e controle da sua utilização (BRUSCHI Jr. et al., 1998).

Os ecossistemas aquáticos, incluindo os estuários, vêm sendo gradativamente destruídos pelo constante lançamento nas bacias hidrográficas de diversos tipos de detritos industriais e urbanos, assim como pela expansão imobiliária, em decorrência do desenvolvimento desordenado das grandes cidades. Assim, a introdução direta ou indireta de substâncias e de energia pelo homem pode atingir níveis de elevada concentração, causando a contaminação das águas estuarinas com efeitos nocivos para os recursos vivos, perigo para a saúde humana, obstáculos para as atividades marinhas e de pesca, deterioração da água e redução de seus atrativos naturais (GESAMP, 1995).

Assentamentos urbanos e o desenvolvimento de atividades industriais, portuárias, pesqueiras, de exploração mineral, turísticas, entre outras, sem planejamento adequado, vem colocando em risco os atributos básicos dos estuários brasileiros e ecossistemas associados, resultando na diminuição da qualidade de vida da população local (SCHAEFFER-NOVELLI, 1989).

Os cursos d'água têm sido gravemente afetados e os organismos que vivem no ecossistema marinho, sofrem forte impacto oriundo da grande variedade de substâncias nele introduzidas. Essas substâncias além de exercerem efeito drástico sobre os organismos provocam acentuado desequilíbrio no ecossistema, em virtude das amplas variações físicas e químicas da água (KOENING et al., 1995).

O impacto na qualidade da água pode afetar a comunidade aquática, cuja diversidade decresce com a eutrofização e poluição, enquanto que as alterações físicas do ambiente resultam na destruição dos habitats e modificações hidrológicas, alterando o modelo de circulação estuarina, causando profundas modificações no

hidrodinamismo e geomorfologia da área (MIRANDA et al., 2002). Segundo Elliott e McLusky (2002), o estuário, apesar de ser um habitat em que o homem vem explorando e sempre destruindo, permanece como um dos ambientes mais resilientes sobre a terra, por manter as suas características naturais.

Koenig et al. (2002) comentam que a instalação de complexos industrial-portuários garante condições de infra-estrutura para indústrias que utilizam intensamente tais serviços. Em contrapartida, tal implantação poderá acarretar modificações ambientais, influir no comportamento de organismos aquáticos, podendo causar drásticos prejuízos às populações naturais.

Muitos dos danos aos recursos marinhos resultam do crescimento das comunidades que se localizam em regiões costeiras. O rápido crescimento populacional e as pressões com o desenvolvimento ameaçam vários ecossistemas altamente produtivos nos trópicos. As áreas marinhas ecologicamente mais produtivas são, no geral, encontradas em águas calmas e outros tipos de regiões de costa. Áreas como estas são ricas biologicamente, filtram os sedimentos vindos do continente e provêem habitats para a procriação de muitas espécies, além de estar entre os ecossistemas marinhos mais ameaçados (CORSON, 2002).

Atualmente, cerca de 75% da população mundial vive a menos de 100 km do mar, causando violentas e crescentes pressões de degradação dos ecossistemas costeiros e marinhos, a ponto de mais de 50% da área total destes ambientes, na América do Sul, já se encontrar ameaçada. No Brasil, é fato que a expansão desordenada da urbanização costeira vem gerando uma proporcional falta de infra-estrutura básica em saneamento e disposição de resíduos, agravando ainda mais o quadro de degradação ambiental (COSTA et al., 2004).

Os oceanos e mares são os derradeiros sorvedouros dos subprodutos gerados pelas atividades humanas e acolhem, de forma direta ou indireta, uma grande variedade de poluentes, rejeitos urbanos, agrícolas e industriais. Pelo fato da maioria dos grandes centros urbanos estarem localizadas em regiões costeiras, e geralmente próximas às baías e estuários, estas áreas são, comparativamente aos oceanos, as mais vulneráveis ao impacto da poluição. Desde o aparecimento do homem, os mais variados resíduos têm sido produzidos e lançados nos rios, nos mares e na atmosfera, dentre os quais vários se mostraram tóxicos. Evidentemente, a magnitude destas emissões variou ao longo do tempo de existência da humanidade (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2002).

Os estuários sempre contribuíram para o crescimento de diversas atividades econômicas, pois são locais adequados para a instalação de portos, marinas,

restaurantes e bares; são férteis e podem produzir grandes quantidades de matéria orgânica; constituem uma via de acesso importante para o interior do continente; suas águas são renovadas periodicamente sob a influência da maré (LACERDA, 2004).

Considerados ecossistemas com alta produtividade, os estuários representam uma valiosa fonte de alimento para consumidores de diversos níveis tróficos. Entre os produtores primários desses ecossistemas destaca-se o fitoplâncton, cujos representantes encontram-se largamente distribuídos em todas as zonas que compõem o estuário propriamente dito (ROUND, 1981).

O regime de luz é um importante parâmetro ambiental que afeta o crescimento do fitoplâncton, determinando a magnitude da zona eufótica. O fitoplâncton cresce, absorvendo nutrientes inorgânicos e, pela fotossíntese, converte as substâncias dissolvidas em biomassa. Portanto, a profundidade da zona eufótica é determinada não só pela energia radiante, como também pela quantidade de partículas na coluna d'água. Sendo assim, nas zonas eufóticas, a eficiência na utilização da luz é maior, podendo se desenvolver uma grande biomassa fitoplanctônica (KEITH et al. 2002).

Desta maneira, é fundamental a disponibilidade da luz como fonte de energia radiante para realização da fotossíntese, que varia em proporção à sua intensidade e vai diminuindo exponencialmente de acordo com a profundidade. Em áreas costeiras suficientemente transparentes durante todo ano é possível que ocorra fotossíntese em toda coluna d'água. Entretanto, em áreas costeiras tropicais a luz pode ser fator limitante, principalmente quando essas áreas são impactadas por agentes alóctones, como a poluição orgânica ou quando há excesso de material em suspensão (TUNDISI, 1970; VALENTIN et al., 1991, ESKINAZI-LEÇA et al., 1997).

De acordo com Feitosa et al. (1999a) apesar da importância que os estuários desempenham para as várias populações de seres marinhos e limnéticos, eles correspondem apenas a uma pequena parcela da hidrosfera global, sendo as áreas mais impactadas pelo homem através do desenvolvimento tecnológico, funcionando como receptor de efluentes domésticos e industriais, os quais vêm alterando suas condições de ambiente naturalmente eutrofizado. Portanto, essas áreas são merecedoras de destaque, que por se encontrarem na região costeira apresentam um forte hidrodinamismo provocado pelo fluxo e refluxo das marés, produzindo variações tanto nos parâmetros hidrológicos como na comunidade planctônica local.

O estudo ecológico dos ambientes aquáticos passa necessariamente por uma análise florística e faunística. Nos ambientes aquáticos, um dos grupos de organismos mais importantes, é o fitoplâncton, devido à sua alta taxa de produtividade (FELÍCIO-FERNANDES et al., 1994). Estas microalgas estão colocadas em igualdade com os

grupos mais produtivos do planeta, tais como as culturas terrestres, contribuindo com 20-25% da produção primária total do planeta (WERNER, 1977).

Nas últimas décadas, impactos ambientais decorrentes de vazamentos de petróleo têm ocorrido em todo o mundo e as regiões costeiras têm sido palco frequente de impactos ambientais causados por tais episódios, tendo em vista que muitas áreas portuárias localizam-se dentro de áreas estuarinas. Fatos como a crescente demanda de petróleo pelos países industrializados tem aumentado o tráfego de petroleiros, após 1970, dando início aos derramamentos de petróleo nas regiões costeiras tropicais. Estes episódios tiveram consequências que variam de desfolhamento de árvores à morte de árvores adultas, destruição de habitats, morte de animais e perda de comunidades de algas (ALCÂNTARA; SANTOS, 2005).

O fitoplâncton está constituído por organismos microscópicos, fotossintetizantes que flutuam na coluna d'água, preferencialmente, de forma passiva e são responsáveis por grande parte da produtividade primária dos ecossistemas costeiros e estuarinos. As microalgas planctônicas têm grande significado ecológico e sua importância reside em constituir a base da teia trófica aquática, assim como responder rapidamente aos impactos ambientais, funcionando como excelentes indicadores de massa d'água (LALLI; PARSONS, 1993; LACASE, 1996).

As comunidades de organismos dos estuários são tipicamente constituídas por um conjunto de espécies endêmicas e seres que neles penetram vindas do mar e um pequeno número de espécies com capacidade osmorreguladora que lhes permite entrar ou sair do meio de água doce (ODUM, 2001). Dentre os fotossintetizantes que constituem a base da teia trófica desses ecossistemas destacam-se diatomáceas, dinoflagelados, cianobactérias e euglenofíceas, caracterizando o fitoplâncton estuarino.

Conforme Domingues et. al (2005) a competição entre as espécies fitoplanctônicas sob condições variáveis de nutrientes pode influenciar o desenvolvimento de florações de algas, independentemente da eutrofização. Esta situação pode ser natural – no caso de um florescimento intenso – mas pode também ser devido a uma situação de poluição causada pela descarga em excesso de nutrientes na água.

A densidade, biomassa e produtividade primária do fitoplâncton são parâmetros biológicos extremamente importantes ao estudo de avaliação ambiental, por permitir visualização imediata do grau de comprometimento que os sensores ambientais, os quais podem alterar diretamente a comunidade fitoplanctônica.

De acordo com Passavante e Feitosa (1989) os estudos sobre variação espaço-temporal da clorofila *a* são de grande importância ecológica, pois permitem

avaliar o potencial de produção orgânica disponível aos demais níveis tróficos da teia marinha.

5. DESCRIÇÃO DA ÁREA

• Estado do Maranhão

O estado do Maranhão, situado na porção norte brasileira (Fig. 1) contém área de 333.365,6 km², limitando-se ao norte com o Oceano Atlântico, numa extensão litorânea de 640 km (MARANHÃO, 2002), estendendo-se no sentido oeste-leste da foz do rio Gurupi, na divisa com o estado do Pará, até o delta do rio Parnaíba, no limite com o estado do Piauí, sendo o segundo litoral mais extenso do Brasil. A proximidade do equador e a configuração do relevo favorecem a amplitude das marés, alcançando 7,2 m (FEITOSA; TROVÃO, 2006).

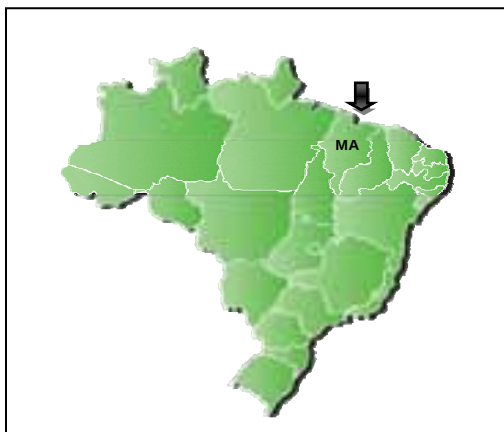


Figura 1. Localização do estado do Maranhão – Brasil.

Na sua grande maioria, as divisas do Maranhão estão determinadas por acidentes geográficos representadas por rios (2.727 km), pelo mar (639,5 km) e por área terrestre (495,5 km).

Apresenta características ambientais físicas de macrorregiões, como se parte das regiões norte, centro-oeste e nordeste se encontrassem no mesmo Estado, observando-se diversos biomas, tipos de relevo e clima, que de acordo com Feitosa e Trovão (2006) estão distribuídos da seguinte forma:

- Floresta Equatorial - a oeste e noroeste, com características amazônicas de elevada umidade relativa do ar, rios perenes e caudalosos que banham uma área de planície, envolvida por clima equatorial e tropical úmido;
- Campos cerrados - na porção centro-sul, com florestas menos densas, topografia variada contendo colinas que se elevam até a formação de chapadas, cujo relevo mais elevado é centro dispersor das principais bacias hidrográficas;

- Carrasco – no sentido centro-leste, considerado vegetação de transição entre o cerrado maranhense e a caatinga piauiense.

- Litoral (orla) – coberta por manguezais, em especial, na porção ocidental, assentada sobre um solo vasoso e características do litoral amazônico, enquanto que a porção oriental é coberta por dunas, assemelhando-se ao litoral nordestino.

O litoral maranhense é relativamente extenso e se destaca pela diversidade de feições geológicas, contendo de oeste para leste as Reentrâncias, o Golfão Maranhense, os Lençóis e o Delta do Parnaíba. Além disso, possui uma ampla área de manguezais que segundo Souza Filho (2005), representa mais de 40% das florestas de mangue do Brasil, o que aumenta consideravelmente a biodiversidade e a produtividade da zona costeira.

Segundo Feitosa (1983) cerca de 60% do território maranhense corresponde às planícies, identificando-se quatro ambientes diferenciados em função dos processos geomorfológicos:

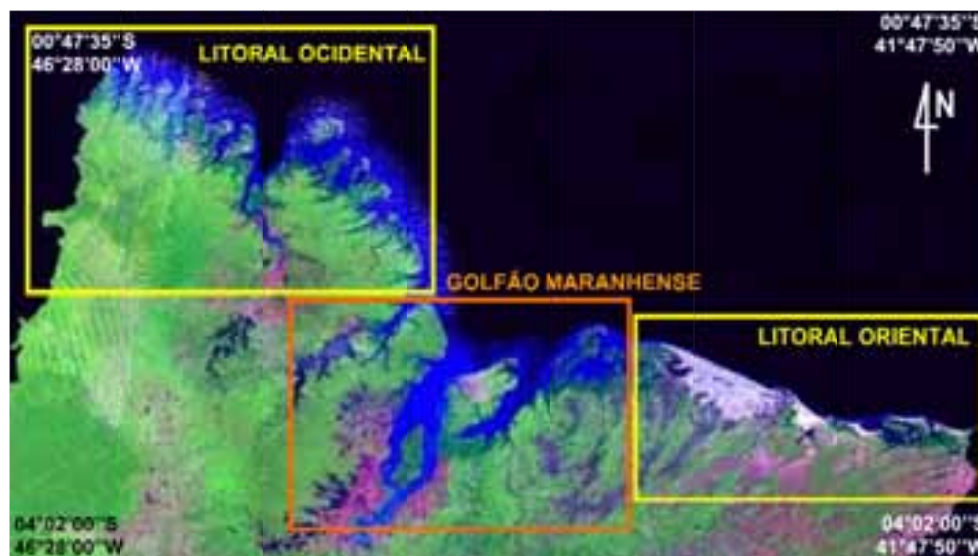
- A planície sublitorânea que corresponde ao prolongamento da faixa costeira em direção ao oceano, abrangendo a plataforma continental mais larga a oeste, onde atinge até 250 km, e mais estreita a leste, com profundidade limite de 200 m.

- Na planície costeira a proximidade do mar influi indiretamente sobre grande parte dos processos de modelagem do ambiente, originando os campos de dunas móveis, dunas fixas, paleodunas, restingas e falésias.

- A planície fluvial corresponde as morfoesculturas modeladas pelos rios, nos seus baixos cursos. Apresenta largura variável de oeste para leste e maior penetração para o interior, acompanhando os vales dos rios, notadamente os que desembocam no Golfão Maranhense.

- A planície litorânea é modelada pelo fluxo das marés. A área de fluxo direto é dominada por processos marinhos e fluviomarinhos que dão origem às praias, manguezais, vasas, pântanos, apicuns, lagunas e falésias, enquanto que na área de fluxo indireto ocorrem pântanos e campos inundáveis. Neste ambiente destacam-se o **Litoral Ocidental**, o **Litoral Oriental** e entre estes, o **Golfão Maranhense** (Fig. 2).

Segundo Palma (1979), as diferenças entre as porções do litoral maranhense devem ser atribuídas a contrastes nas condições climáticas, na drenagem fluvial e na circulação oceânica.



Fonte: Adaptado de MIRANDA e COUTINHO (2004)

Figura 2. Divisões do litoral do estado do Maranhão - Brasil.

O **Litoral Ocidental** corresponde às reentrâncias maranhenses que se estende da foz do rio Gurupi, a oeste, até a margem ocidental da baía de Cumã, a leste, tendo como limite a ponta do Guajaru, no município de Cedral. Segundo Palma (1979) e Stride (1992) a área está caracterizada pela presença de uma ampla faixa de manguezais profundamente recortada, fazendo divisa com o estado do Pará.

De acordo com Andrade (1969), este segmento litorâneo evidencia uma intensa atividade erosiva subatual através do grande conjunto de recortes da antiga linha de costa, marcada por macrofalésias e antigas rias. Encontra-se demarcado por um grande conjunto de baías conectadas por canais divagantes e furos que delimitam exuberantes manguezais intercalados por ilhas, cordões litorâneos, lagoas, vasas e praias, cuja largura, muitas vezes na maré enchente penetra vários quilômetros para o interior.



Fonte: Adaptado de MIRANDA e COUTINHO (2004)

Figura 3. Litoral Ocidental, evidenciando as reentrâncias maranhenses.

Ao largo das reentrâncias, o fundo é ondulado e formado por uma série de bancos de areia alongados, alinhados com a direção das correntes de maré (SUDENE, 1976).

Segundo Feitosa e Trovão (2006) o **Litoral Oriental** é caracterizado pelo predomínio de praias e ausência de reentrâncias significativas e destaca-se pela presença de baías circundadas por ilhas de extensão e forma variadas, resultantes da dinâmica sedimentar. As condições geográficas neste segmento do litoral denunciam alto grau de vulnerabilidade da paisagem, em função da intensa dinâmica sedimentar. De acordo com Palma (1979) e Stride (1992) a área é denominada de lençóis maranhenses, tem sua divisa com o estado do Piauí e possui uma grande quantidade de dunas e lagoas costeiras (Fig. 4).



Fonte: Adaptado de MIRANDA e COUTINHO (2004)

Figura 4. Litoral Oriental, evidenciando os Lençóis Maranhenses e o Delta do Parnaíba.

No limite entre o Maranhão e o Piauí, observa-se a APA do Delta do Parnaíba, que contém aproximadamente 150 km de extensão, incorpora três milhas náuticas do Oceano Atlântico no sentido norte, e adentrando-se no sentido sul em áreas continentais pertencentes aos estados do Ceará, Piauí e do Maranhão (ARARIPE *et al.*, 2006).

O Delta do Parnaíba é o principal recorte do litoral oriental, composto por um conjunto de 70 ilhas, delimitadas por um sistema de canais divagantes formado por rios e igarapés (FEITOSA; TROVÃO, 2006).

Na área litorânea do **Golfão Maranhense** encontram-se características comuns ao Litoral Ocidental, como a formação de apicuns, baías, braços de mar, cordões arenosos, furos, ilhas, manguezais, áreas de vasas, e ao Litoral Oriental como cordões arenosos e praias (Fig. 5).



Fonte: Adaptado de MIRANDA e COUTINHO (2004)

Figura 5. Região central do litoral do Maranhão, correspondendo ao Golfão Maranhense.

A localização geográfica, integrando a Amazônia e seu contato direto com o Oceano Atlântico favorecem ao Maranhão condições hidrológicas diferentes daquelas dos demais estados nordestinos, por apresentarem diversos rios perenes, por possuírem caudal razoável durante todo o ano e sentido geral sul-norte com ligeira inclinação para leste (LOPES, 1970). De acordo com Maranhão (2002), as bacias hidrográficas podem ser discriminadas como **bacias limítrofes** e as **genuinamente maranhenses**, divididas segundo o local onde desembocam seus rios.

A plataforma continental maranhense é apenas ligeiramente inclinada e bastante extensa, com aproximadamente 72 km (40 milhas náuticas) a sudeste, alargando-se em direção a noroeste até atingir 220 km (120 milhas náuticas) ao longo da foz do rio Gurupi. A profundidade média é de 100m; mais de dois terços da área, encontra-se entre a costa e a isóbata de 100 m (STRIDE, 1992).

● O Golfão Maranhense

As bacias hidrográficas que desembocam no Golfão Maranhense são genuinamente maranhenses, representadas pelas bacias dos rios Pericumã, Pindaré, Mearim, Itapecuru, Munim e Peria (Fig. 6).

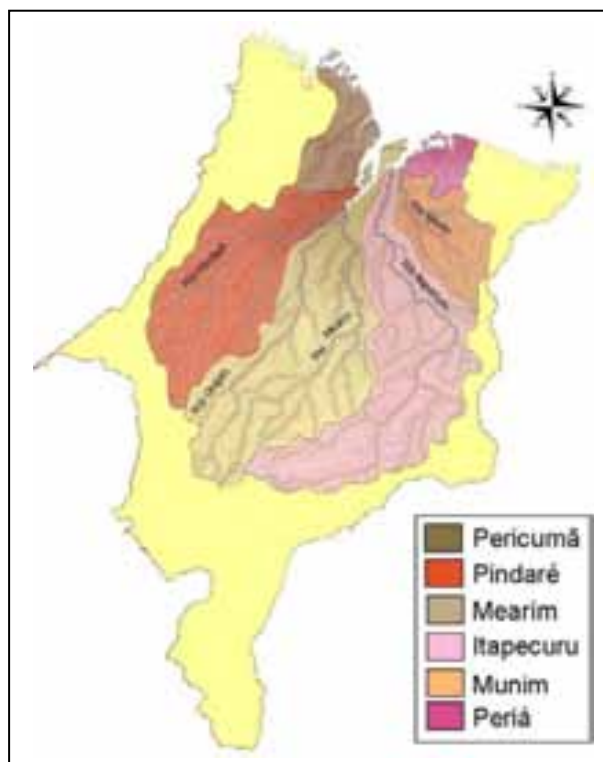


Figura 6. Bacias hidrográficas que chegam ao Golfão Maranhense.

A maior contribuição de águas fluviais nesta área são os rios Itapecuru, Pindaré, Mearim e Munim, totalizando área de 166.700 km² e 2.889 km² de extensão, conforme Maranhão (2002) (Tab. 1).

Tabela 1. Principais bacias hidrográficas do Golfão Maranhense, Brasil.

RIO PRINCIPAL	ÁREA (Km ²)	% SOBRE O TOTAL	EXTENSÃO (Km ²)
Mearim	56.200	17,3	966
Itapecuru	54.300	16,7	1.090
Pindaré	40.400	12,4	558
Munim	15.800	4,8	275
TOTAL	166.700	51,2	2.889

FONTE: NuGeo/LabMet (1999)

A proximidade do Equador e a configuração do relevo favorecem o grande alcance das marés (FEITOSA, 1989), que penetram os leitos dos rios causando influências de até cerca de 150 km do litoral.

A estrutura geológica sedimentar do Meio Norte/MA constituiu vasta bacia cuja gênese está ligada às transgressões e regressões marinhas, combinadas com movimentos subsidentes e arqueamentos ocorridos do início do paleozóico ao final do

mesozóico. As camadas sedimentares, de um modo geral, se apresentam quase horizontais com declives insignificantes para o norte, originando topografia tabular e subtabular.

Para o Golfão Maranhense a classificação geológica é do tipo Aluvião Fluvio-Marinho, onde os depósitos aluvionares recentes são constituídos por cascalho, areia e argilas inconsolidadas, aparecendo ao longo do litoral, como faixas estreitas e descontínuas ao longo de seus mais importantes rios (MARANHÃO, 1991).

No que diz respeito às escalas temporal e espacial das variações do nível do mar observa-se que, conforme Davies (1964) os estuários do Golfão Maranhense são forçados por marés classificadas como hipermarés, com altura máxima superior a 6 metros. Alturas de marés desta magnitude, em sizígia, podem ser suficientemente grandes para produzir o fenômeno da pororoca, como ocorre no rio Mearim, localizado na baía de São Marcos (KJERFVE; FERREIRA, 1993).

Como em grande parte do referido golfo, a região do estreito dos Coqueiros e Mosquitos situado a S/SW da ilha de São Luís, é fortemente influenciada pelas correntes de maré de grande intensidade, com valores extremos entre 3 a 4 m/s (DHN, 1984).

De acordo com Ferreira (1988) a região em questão, destaca-se ainda, por possuir dupla penetração da onda de maré através das baías de São Marcos e São José, conseqüentemente processos hidrodinâmicos e de mistura (advecção e difusão) estão diretamente relacionados com as correntes de maré provenientes dessas baías. As correntes da região imprimem movimentos de intensa turbulência na coluna d' água, ocasionando, em decorrência dos processos de mistura vertical, grandes concentrações de material em suspensão (valores médios de 200 mg/L, conforme LABOHIDRO/UFMA, 1985b) e quase total homogeneidade das estruturas térmica e salina, caracterizadas por pequenos gradientes verticais de salinidade (LABOHIDRO/UFMA, 1983b e LABOHIDRO/UFMA, 1986b).

● A ilha de São Luís

A ilha de São Luís, situada ao centro do Golfão Maranhense, possui área de 1.453 km² e está localizada entre as coordenadas geográficas de 02°23'00" e 02°47'00" de Latitude Sul e 44°00'29" e 44°24'29" de Longitude Oeste e está inserida na plataforma continental brasileira, no centro do Golfão Maranhense e litoral do Estado do Maranhão (RIOS, 2001).

Com população de aproximadamente um milhão de habitantes, São Luís polariza elevado desenvolvimento urbano e regional. Em conseqüência das altas taxas de crescimento populacional e de algumas indústrias instaladas na área do Golfão

Maranhense, a intensidade e magnitude das atividades humanas, notadamente na faixa costeira da ilha de São Luís, impõem grande vulnerabilidade à paisagem (FEITOSA; TROVÃO, 2006).

O clima do município é do tipo quente e úmido, situando-se entre os padrões equatorial e tropical, com dois períodos estacionais bem distintos marcados pelas precipitações pluviométricas: um chuvoso (janeiro a junho) e outro de estiagem (julho a dezembro), com totais anuais superiores a 2.000 mm (AZEVEDO; CUTRIM, 2007).

Analisando os dados meteorológicos de 1970 a 2003, fornecidos pelo Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão (LabMet/UEMA), as precipitações anuais na ilha de São Luís ficam em torno de 2.000 mm chuva/ano, com mínimas de 860 mm e máximas de 3.870 mm. A temperatura média do ar é de 29°C, com variação de 19 a 35°C e as taxas médias de umidade relativa do ar são de 85%, com mínimas de 68 e máximas de 90%.

As baías de São Marcos e de São José são consideradas as mais importantes da zona costeira do Maranhão devido aos aspectos fisiográficos, por serem desaguadouros dos maiores rios do estado, por apresentarem intensa dinâmica da paisagem, além da densidade das atividades humanas e da circulação de produtos variados (FEITOSA; TROVÃO, 2006).

Essas duas baías se comunicam através do Estreito dos Mosquitos, onde foram construídas pontes ferroviárias e férreas que favorecem o acesso à ilha de São Luís.

São Luís separa a baía de São José a leste, com área de 77.500 km² da baía de São Marcos a oeste, com aproximadamente 23.600 km² (UFMA/LABOHIDRO, 1983a) formadas, respectivamente, pelas desembocaduras dos rios Itapecuru/Munim e Mearim/Pindaré, que se comunicam amplamente com águas do Oceano Atlântico Sul (RIOS, 2001).

Desembocam nessas baías numerosos rios que facilitam o encontro de águas salobras. Inúmeras são as famílias que utilizam a pesca como fonte de renda, que se encontra comprometida devido à crescente quantidade de despejos industriais, derramamento de óleo e esgoto "in natura", que chegam às baías.

De acordo com Rebelo-Mochel (1996), na periferia da Ilha há cerca de 16.000 ha de manguezais, distribuídos sobre a costa como franjas, atrás das praias, dos cordões litorâneos, das dunas arenosas ou margeando rios e igarapés (Fig. 7).



Fonte: ESPIG *et al.* (2007)

Figura 7. Distribuição dos manguezais na ilha de São Luís – MA.

Os manguezais de São Luís enquadram-se fisiograficamente segundo Schaeffer-Novelli *et al.* (2001), na parte interna em direção à terra firme, no tipo bacia. Floristicamente compõem-se de árvores de *Avicennia germinans* L., *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechman, *Laguncularia racemosa* L. e *Rhizophora mangle* L. e por vasta fauna, representada principalmente por peixes, camarões, turus, cracas, ostras, caranguejos, siris e guarás.

Tal ecossistema é bastante freqüente na área, devido à grande quantidade de rios que partem do continente e desembocam nas baías de São Marcos e São José, caracterizando abundância de águas salobras, formando os estuários. Sua rede hidrográfica é formada por rios caudalosos, típicos de planície, caracterizados por baixo declive nos trechos médio e baixo, alguns bastante meândricos correndo em direção sul-norte. Os principais rios que partem do interior da ilha indo ao encontro das águas do Golfão são: Anil, Bacanga e rio dos Cachorros na baía de São Marcos e o rio Tibiri na baía de São José.

O processo de urbanização na ilha de São Luís tem provocado diversos impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos. O estuário do rio Anil, localizado no centro-noroeste de São Luís, apresenta grande variedade de tensores antrópicos localizados em suas margens como desmatamento, aterro de córregos, além de deposição de lixo e lançamento de esgoto “in natura” (MOREIRA *et al.*, 2001). Constatou-se que o quadro de degradação da área constitui um dos mecanismos mais marcantes no processo perceptivo da comunidade ribeirinha sobre o meio. Para a maioria dos moradores (73%) a poluição das águas seria o principal fator responsável pela problemática do rio. Cerca de 97% dos pescadores entrevistados afirmaram que a produção atual não é a mesma do passado, assinalando uma drástica diminuição da quantidade de pescado (LABOHIDRO/UFMA, 2001a).

O rio Bacanga, localizado no centro-noroeste da Ilha de São Luís, apresenta seu curso d'água extremamente comprometido. De acordo com LABOHIDRO/UFMA (1999b) há elevados níveis de contaminação do pescado do estuário do rio Bacanga, mostrando-se impróprio para o consumo humano e que se apresenta acima do limite máximo permitido para coliformes fecais. O corte e a queimada das árvores de mangue, urbanização em área de manguezal, o lançamento de esgoto doméstico sem tratamento prévio, deposição de lixo e aterro acumulados no entorno do estuário são alguns dos impactos identificados ao longo do corpo hídrico.

O rio dos Cachorros é o principal contribuinte de água doce do estreito dos Coqueiros, localizado a sudoeste de São Luís, desemboca em frente da Ilha de Tauá Mirim. É nesta área que se encontra o Consórcio de Alumínio do Maranhão (ALUMAR), formado pelas empresas, ALCOA, ALCAN, BHPBILLITON e ABALCO e é um dos maiores complexos de produção de alumínio e alumina do mundo (Fig. 8). Começou a ser implantado em julho de 1980 e, desde então, tem desempenhado papel importante na transformação do perfil industrial do Maranhão (ALUMAR, 2004).



Figura 8. Embarque de carga no porto da ALUMAR, baía de São Marcos, São Luís – MA.

O rio Tibiri está localizado na porção sudeste de São Luís e encontra-se relativamente preservado, sem grandes indústrias ou portos nas suas proximidades, sem grande navegabilidade ou retirada excessiva de mangue de suas margens. A maioria da população dos povoados nos arredores do rio Tibiri vive da pesca artesanal e da retirada de caranguejos para subsistência local.

Estudos indicam que a implantação de portos em regiões estuarinas pode causar alteração da circulação das águas, do sedimento, alteração do equilíbrio natural da descarga dos rios, troca de marés, fornecimento de sedimentos e morfologia de fundo, sem contar com a provável carga de contaminantes aí incorporada junto às atividades industriais (COSTA *et al.*, 2004).

O porto do Itaqui compreende as áreas das instalações de atracação e acostagem, das instalações de armazenagem, as áreas e instalações portuárias diversas com contratos de arrendamento a várias empresas e as de serviços, e encontra-se sob a responsabilidade da Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP). Consta-se a administração do complexo portuário da baía de São Marcos agregando além do porto do Itaqui, o porto da ponta da Madeira, os portos da VALE e do Consórcio de Alumínio do Maranhão (ALUMAR). Na baía de São José há o porto de São José, no município de São José de Ribamar a nordeste da Ilha sob a supervisão da EMAP, no entanto, difere dos demais por haver somente transporte de pequenas cargas, caracterizado por ser um porto de movimentação exclusiva de pescado.

Ao longo da costa maranhense tem-se identificado áreas sensíveis aos impactos ambientais, sendo caracterizadas por apresentar grande atividade biológica ou de especial ocorrência de aves marinhas, praias de lazer, marinas, e às quais se devem dar prioridade na proteção e limpeza, em caso de derrame de hidrocarbonetos e outros produtos perigosos para o meio marinho, na área de influência do porto do Itaqui. Da análise do mapa de sensibilidade da região, consideram-se como áreas sensíveis, no Golfão Maranhense, o manguezal adjacente ao porto do Itaqui, estreito dos Coqueiros e rio dos Cachorros (PORTO DO ITAQUI, 2004).

O complexo portuário na baía de São Marcos movimentou nos anos de 2002 e 2003, 1.946 navios, transportando 133.417.288 toneladas de materiais diversos. O porto do Itaqui costuma transportar derivados de petróleo, alumínio, minério de ferro, minério de manganês, ferro gusa, bentonita, antracita, soda cáustica, calcário, fertilizante, trigo, malte e carga geral (Fig. 9).



Figura 9. Vista geral do porto do Itaqui, baía de São Marcos, São Luís – MA.

O porto da VALE conduziu neste período, minério de ferro, minério de manganês e pelota e o porto da ALUMAR, bauxita, alumina, soda cáustica, carvão e coque. Apesar do porto do Itaqui ter apresentado maior fluxo de navios (981 navios) em comparação

com o porto da VALE (560 navios), este transportou 100.928.739 toneladas de minério de ferro contra 9.803.859 toneladas de derivados de petróleo conduzidas pelo porto do Itaqui (EMAP 2002, 2003).

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Local de coleta

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram realizadas visitas piloto à área com objetivo de viabilizar as atividades de campo e demarcar os pontos de coleta. Foram selecionados os três primeiros pontos de coleta no complexo portuário da baía de São Marcos e um quarto ponto na baía de São José, que serviu de controle para as demais:

- ponto 1 (P1) sob as coordenadas geográficas de 02°40'49"S e 44°21'47"W, nas proximidades do porto da Associação de Alumínio do Maranhão (ALUMAR);
- ponto 2 (P2) sob as coordenadas geográficas de 02°40'41"S e 44°20'20"W na desembocadura do rio dos Cachorros;
- ponto 3 (P3) sob as coordenadas geográficas de 02°45'24"S e 44°21'43"W, no estreito dos Mosquitos, no povoado da Estiva, ao sul da ilha de São Luís;
- ponto 4 (P4) sob as coordenadas geográficas de 02°44'10"S e 44°15'48" nas proximidades da desembocadura do rio Tibiri, no povoado de Quebra Pote, que supostamente tem menores tensores antrópicos (Fig. 10).

Os pontos de coleta foram determinados através do GPS Magellan modelo 315, levando-se em conta a proximidade do despejo e as características hidrológicas da área.

Devido aos pontos de coleta da baía de São Marcos estarem em águas estuarinas localizadas no estreito de Coqueiro e no estreito dos Mosquitos (entre a ilha de São Luís e a ilha de Tauá Mirim), não foi possível realizar coletas comparativas entre maré enchente e vazante, visto que há uma grande quantidade de estuários ao longo do Golfão Maranhense, que em maré baixa, torna-se inviável o arrasto com rede de plâncton ou a filtração de amostras para biomassa, devido à grande quantidade de material particulado em suspensão, impossibilitando as coletas em maré baixa e total exposição do fundo lamoso.

Para as amostragens foi utilizada uma lancha tipo voadeira de 6,0 m de comprimento, equipado com motor de popa de 25 Hp e realizadas seis coletas bimestrais em cada ponto de coleta, ao longo do Golfão Maranhense, na sub-superfície da água, em marés de sizígia durante a vazante, no período de maio/02 a mar./03.



Fonte: Núcleo de Geoprocessamento da Universidade Estadual do Maranhão (NuGeo/UEMA)

Figura 10. Localização dos pontos de coleta nas baías de São Marcos (pontos 1, 2 e 3) e São José (ponto 4), Golfão Maranhense - Brasil.

6.2 Dados climatológicos

Os dados climatológicos referentes à precipitação pluviométrica (mm), radiação solar acumulada ($\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$), temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), velocidade média dos ventos (m.s^{-1}) e umidade relativa do ar (%) foram obtidos no Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão (LabMet/UEMA).

6.3 Marés

Para o cálculo da altura de maré (m) no instante em que cada coleta foi realizada, utilizou-se a Tábua das Marés para a Costa do Brasil e Portos Estrangeiros, publicada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, para o Porto do Itaqui (DHN, 2002; 2003). Foram processadas, então, as correções para a altura da maré conforme MARANHÃO (2003).

6.4 Parâmetros Hidrológicos

As amostras destinadas à medição dos parâmetros hidrológicos foram coletadas na superfície da água com garrafas de Niskin e transferidas para frascos plásticos com capacidade de 500 ml, exceto as amostras para oxigênio dissolvido, que foram acondicionadas em frascos de vidro, com capacidade para 145 ml.

Foi realizada a determinação dos seguintes parâmetros: salinidade da água pelo método de Mohr-Knudsen, descrito por Strickland e Parsons (1972); temperatura da água com termômetro de mercúrio (-10 a 60 °C); potencial Hidrogeniônico (pH) com pH-metro (HANNA); transparência da água (cm) com disco de Secchi e a partir da leitura da transparência da água, calculou-se o coeficiente de extinção de luz (K), em função do desaparecimento do disco de Secchi, 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 (cm).

A densidade da água (ρ_{stp}), na prática, é calculada com medidas de salinidade, temperatura e pressão usando a “Equação de Estado da Água do Mar” expressa por Kg.m^{-3} . Para o caso dos estuários, que em sua maioria são de pequena profundidade, determinou-se, conforme Pickard e Emery (1990), a pressão desprezada e utilização de (σ_{stp}) da seguinte forma:

$$\sigma_{stp} = \rho_{stp} - 1000 (\text{kg.m}^{-3})$$

Para a obtenção dos dados do oxigênio dissolvido (ml.L^{-1}) utilizou-se o método de titulação de Winkler, descrito por Strickland e Parsons (1972) e a taxa de saturação do oxigênio foi calculada correlacionando-se os dados da salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido através da *International Oceanographic Tables* (UNESCO, 1973).

A interpretação dos dados de saturação de oxigênio dissolvido se baseou na classificação de Macêdo e Costa (1978), na qual:

- Saturação $\geq 100\%$ $\Rightarrow$ Zona saturada;
- Saturação ≥ 50 a < 100 $\Rightarrow$ Zona de baixa saturação;
- Saturação ≥ 25 a < 50 $\Rightarrow$ Zona semi-poluída;
- Saturação < 25 $\Rightarrow$ Zona poluída.

Para a determinação dos sais nutrientes em μM (nitrito $\text{NO}_2\text{-N}$, nitrato $\text{NO}_3\text{-N}$, amônia $\text{NH}_3\text{-N}$ e fosfato $\text{PO}_4\text{-P}$) foram empregadas as técnicas descritas por Strickland e Parsons (1972).

As análises hidrológicas foram realizadas pelos pesquisadores do Laboratório de Química, do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão (DEOLI/UFMA).

6.5 Parâmetros Bióticos

6.5.1 Análise qualitativa do fitoplâncton

Foram coletadas amostras do fitoplâncton através de arrastos horizontais na superfície da água, com duração de cinco minutos, utilizando-se uma rede de plâncton cônico-cilíndrica com 30 cm de diâmetro de boca, 1 m de comprimento e abertura de malha de 20 μm . As coletas foram feitas a bordo de uma lancha tipo voadeira em marcha vagarosa realizando movimentos circulares a uma velocidade máxima de 1,5 nós, de modo a capturar um elevado número de organismos e prevenir a colmatação da rede. Tais amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno de boca larga, com capacidade de 300 ml, devidamente etiquetados, as quais foram fixadas com formol a 4%, neutralizado com Tetraborato de Sódio P.A., para o estudo do fitoplâncton.

A preparação do material para confecção de lâminas permanentes e semi-permanentes para a microscopia óptica e preparação dos *stubs* para a microscopia eletrônica seguiu o método proposto Muller-Melchers e Ferrando (1956), utilizando-se amostras de rede. Para a identificação do microfitoplâncton foram confeccionadas dez

lâminas retiradas do material fixado e cinco lâminas permanentes montadas com resina Entellan (MERCK, $n_r = 1,49-1,50$) e analisadas com fotomicroscópio óptico equipado com câmara-clara (ZEISS Axioscop 40) e câmera digital (ZEISS CANON A640).

Para a análise em microscopia eletrônica utilizou-se o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) LEO 1450VP, no Laboratório Institucional de Microscopia Eletrônica (LME), do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Foram utilizados suportes de alumínio (*stubs*), os quais receberam uma fita de carbono dupla face. A amostra oxidada foi depositada sobre a fita que posteriormente foi coberta por uma lamínula. As amostras repousaram por 24 horas sob luz incandescente. Depois de completamente secos os *stubs* foram levados à câmara de amostragem para realização das micrografias.

Os táxons foram determinados seguindo-se a bibliografia especializada. Para diatomáceas: Peragallo e Peragallo (1897-1908), Hustedt (1930, 1959, 1961-1966); Cupp (1943); Cleve Euler (1951; 1952; 1953a, 1953b, 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); Tomas (1997). Para as cianobactérias: Desikachary (1959); Bourrelly (1972); Anagnostidis e Komárek (1988); Anagnostidis e Komárek (1990). Para as euglenofíceas: Conforti (1989, 1994); Menezes (1991); Alves-da-Silva e Bridi (2004a, 2004b) e clorofíceas: Bold e Wynne (1985); Sournia (op cit.); Chrétiennot-Dinet et al. (1990).

O enquadramento taxonômico das Bacillariophyta foi feito através de Round et al. (1992) e Hasle e Syvertsen (1997), Dinophyta por Tomas (1997), Euglenophyta conforme Chrétiennot-Dinet et al. (1990), Chlorophyta segundo Bourrelly (1972) e Cyanophyta através de Anagnostidis e Komárek (1988).

As atualizações das sinonímias foram realizadas com base em trabalhos recentes como: Moreira Filho et al. (1994-95), Hasle e Syvertsen (1996), Round e Bukhtiyarova (1996), Hasle e Syvertsen (1996), Sala et al. (1998), Tavares e Valente-Moreira (2000), Fernandes e Souza-Mosimann (2001), Danielidis e Mann (2002), Håkanson (2002), Lundholm et al. (2003), entre outros, além da discussão com demais especialistas em diatomáceas e, para os dinoflagelados, Steidinger e Tangen (1997).

A classificação ecológica dos táxons infragenéricos das diatomáceas baseou-se em Cupp (1943), Torgan e Biancamano (1991), Moreira Filho et al. (1985, 1990, 1994/1995, 1999) e Moro e Fürstenberger (1997), enquanto para os demais grupos foi utilizada a mesma bibliografia da identificação taxonômica, tendo em vista que estes autores tem reportado dados ecológicos das espécies identificadas em seus trabalhos.

6.5.2 Densidade do fitoplâncton

Foram realizadas coletas de água da superfície com auxílio de garrafas tipo Niskin, com capacidade de 2,5 L, para o estudo do fitoplâncton total (densidade fitoplanctônica), sendo as amostras imediatamente preservadas com solução de lugol, acondicionadas em frascos foscos de polietileno de boca larga, com capacidade de 300 ml, devidamente etiquetados, posteriormente transportadas para o Laboratório de Botânica Aquática da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

Para a determinação da densidade fitoplanctônica (número de células.L⁻¹) as amostras foram homogeneizadas, postas em câmaras de sedimentação de 5 e 10 ml, adicionando-se o corante Rosa de Bengala para distinguir as células vivas dos detritos e partículas do sedimento. Cada amostra foi colocada para sedimentar por um período de 24 h (THRONDSSEN, 1978).

As contagens foram feitas, a partir das amostras de garrafa, em invertoscópio (ZEISS Axiovert 100) no Laboratório de Fitoplâncton da UFMA, segundo o método de Utermöhl (FERRARIO et al., 1995), em aumento de 400X, empregando-se a contagem mínima de 100 campos sistematizados em cruz, referentes a dois transectos, calculando-se ao final o total de células existentes em toda a câmara de sedimentação, utilizando-se a fórmula de Villafañe e Reid (1995):

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

onde:

D = densidade celular (cel.L⁻¹);

N = número de células contadas nos campos (2 transectos);

V = volume contado no transecto.

$$V = \frac{A_t \cdot V_c}{A_c}$$

onde:

A_t = área de transecção da cubeta (mm²);

V_c = volume da câmara (ml);

A_c = área da câmara (mm²).

6.5.3 Biomassa fitoplanctônica

As amostras para análise da biomassa fitoplanctônica foram coletadas na superfície da água com o auxílio de uma garrafa de Niskin, em seguida transferidas para recipientes de plástico com capacidade de 2.000 ml, mantidos em caixas escuras, protegidos da luz e transportados imediatamente para o Laboratório de Botânica Aquática da UFMA.

A filtração foi feita com o laboratório na penumbra, auxiliada por uma bomba de sucção a vácuo. Para tanto, foi utilizado um sistema de filtração da marca Millipore, filtros de fibra de vidro Whatman GF/C (0,48 μm de porosidade e 47 mm de diâmetro). Para cada ponto de coleta foram obtidas trélicas totais e fracionadas utilizando volume de 250ml.

As amostras seguiram dois procedimentos, onde no primeiro houve filtração da clorofila a total e no segundo a amostra foi passada por um copo com tela de 20 μm para separar as diferentes frações da comunidade fitoplanctônica (> 20 μm microfitoplâncton e < 20 μm nano e picofitoplâncton). O valor da clorofila a para a fração do microfitoplâncton foi calculado pela diferença entre a clorofila a total e o conteúdo de clorofila do nano e picofitoplâncton. Após a secagem sobre papel absorvente, os filtros foram envolvidos em papel alumínio, acondicionados em envelopes de papel pardo e mantidos em freezer à temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a sua análise.

Para extração dos pigmentos clorofilianos foram utilizados tubos de ensaio com tampa rosqueada, capacidade de 12 ml, cobertos com papel alumínio, nos quais foram inseridos os filtros de fibra de vidro contendo a amostra filtrada. Adicionou-se 10 ml de acetona a 90%, mantendo os tubos em um freezer, por 24 horas, a fim de que fossem extraídos tais pigmentos.

Após esse período o material retornou à temperatura ambiente, foi centrifugado em centrífuga Excelsa modelo 206 MP (FANEM), durante dez minutos, a 3.000 rpm, e o sobrenadante colocado em cubetas ópticas de 1cm, sendo feitas às respectivas leituras de absorbâncias em um espectrofotômetro (VARIAN - UV 1601) nos comprimentos de ondas 630, 645, 665 e 750nm. A leitura espectrofotométrica foi realizada Laboratório de Oceanografia e Limnologia da UFMA.

Para o cálculo da concentração de biomassa (clorofila a) foi seguida metodologia conforme as recomendações descritas em Parsons e Strickland (1963).

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

onde:

Δ = leitura das absorvâncias nos diferentes comprimentos de onda (630, 645, 665 e 750nm);

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

V_2 = volume da amostra filtrada (L);

L = caminho óptico da cubeta (cm).

6.6 Tratamento numérico dos dados

6.6.1 Abundância relativa

A abundância relativa dos táxons (AR) foi calculada a partir da contagem dos 100 primeiros indivíduos observados nas amostras de rede, expressa em porcentagem, seguindo as recomendações de Lobo e Leighton (1986), empregando-se a fórmula:

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

onde:

AR = abundância relativa;

N = número de indivíduos de cada táxon na amostra;

n = número total de indivíduos na amostra.

Conforme os resultados obtidos, foi adotada a seguinte escala de abundância:

- > 70% → Dominantes
- > 40% ≤ 70 → Abundantes
- > 10% ≤ 40 → Pouco abundantes
- ≤ 10% → Raras

6.6.2 Frequência de ocorrência

A frequência de ocorrência dos táxons (F) foi expressa em porcentagem, utilizando-se amostras de rede, levando-se em consideração o número de amostras nas quais cada táxon ocorreu, e o número total de amostras analisadas, aplicando-se 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 analisadas.

Conforme os resultados obtidos, foi adotada a seguinte escala de frequência de ocorrência:

> 70 % → Muito frequente

> 40% ≤ 70 → Frequente

> 10% ≤ 40 → Pouco frequente

≤ 10 % → Esporádica

6.6.3 Índices de diversidade, equitabilidade e riqueza

Para o cálculo da diversidade específica (H') utilizou-se o índice de Shannon (1948), baseado nas amostras de garrafa.

$$H' = -\sum p_i \times \log_2 p_i \quad \therefore \quad p_i = \frac{N_i}{N}$$

onde:

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

N_i = nº de células de cada espécie;

N = nº total de células, sendo os resultados expressos em bits.cel⁻¹.

Os resultados foram apresentados em bits.cel⁻¹, considerando-se que 1 bit equivale a uma unidade de informação e que a diversidade específica váia de 1,0 a 3,0 bits.cel⁻¹. De acordo com Valentin et al. (2000) esses valores podem ser enquadrados na seguinte classificação:

- $\geq 3,0 \text{ bits.cel}^{-1} \rightarrow$ alta diversidade;
- $< 3,0 \geq 2,0 \text{ bits.cel}^{-1} \rightarrow$ média diversidade;
- $< 2,0 \geq 1,0 \text{ bits.cel}^{-1} \rightarrow$ baixa diversidade;
- $< 1,0 \text{ bits.cel}^{-1} \rightarrow$ diversidade muito baixa.

A equitabilidade (J), também denominada de índice de uniformidade, foi calculada a partir do H' de Shannon, a partir das amostras de garrafa, expressa pela seguinte fórmula:

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

onde:

J = equitabilidade;

H' = índice de Shannon;

S = número total de espécies em cada amostra.

Os resultados da equitabilidade variam de 0 a 1. Quanto mais próximo de 0 (zero), mais baixa será a equitabilidade. Acima de 0,5 é considerada significativa e equitativa, o que representa uma distribuição relativamente uniforme de todas as espécies na amostra e ao se aproximar de 1, mais bem distribuídos estarão seus espécimes dentro das espécies pertencentes à comunidade, indicando elevada equitabilidade.

Para o cálculo da riqueza de espécies utilizou-se o proposto por Margalef (1958), baseado nas amostras de garrafa, expresso por:

$$S = \frac{(s - 1)}{\ln \cdot N}$$

onde:

S = Índice de riqueza;

s = Número total de espécies;

N = Número total de indivíduos.

Valores de riqueza maiores que 5,0 significam grande riqueza de espécies (VALENTIN et al., 1991).

6.7 Tratamento estatístico dos dados

6.7.1 Análise de Agrupamento

Além do cálculo dos índices específicos, procedeu-se a elaboração de dendrogramas, através do método de agrupamento das amostras (Cluster Analysis), onde o coeficiente de correlação momento-produto de Pearson que foi de 0,75 (por espécie) e 0,80 (por ponto), indicando um alto índice de correlação entre os parâmetros analisados, as espécies de maior densidade e os pontos de coleta amostrados. Utilizou-se o programa computacional NTSYS (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*) da Metagraphics Software Corporation, Califórnia – USA.

A análise cofenética para esta associação foi determinada de acordo com a aglomeração hierárquica do “peso proporcional” (*Weighted Pair Group Method-WPGM*), considerando também o coeficiente de correlação resultante e definição de grupos segundo Legendre e Legendre (1984b); Rohlf e Fisher (1968) e Leps et al. (1990).

6.7.2 Análise dos Componentes Principais (ACP)

A análise dos componentes principais que permite evidenciar e hierarquizar os fatores responsáveis pela variância dos dados foi realizada de acordo com Legendre e Legendre (1984), através do programa computacional NTSYS.

Análise dos Componentes Principais (ACP) por meio de Correlação linear momento-produto de Pearson, que permitiu evidenciar e hierarquizar os fatores responsáveis pela variância dos dados, incluindo a biomassa fitoplanctônica e os parâmetros hidrológicos e em seguida foram extraídos o autovetor e o autovalor dos três principais componentes.

6.7.3 Análise de Variância (ANOVA)

Foi utilizada a Análise de Variância Bifatorial (Two-Way ANOVA), para testar se houve variação significativa nos dados de cada parâmetro (abiótico ou biótico) em relação aos fatores a serem testados (chuvoso e estiagem).

Para normalizar os dados foi aplicado o teste de Lilliefors (1967) e para os parâmetros cuja probabilidade (P) foi inferior a 0,05 (menos de 5% de chance de não ser não-normal), foi utilizada a transformação logarítmica.

6.8 Normalização do texto

Para normalização do texto, das citações e referências bibliográficas, foram empregadas as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2002, 2003a, b, c; 2005a, b).

As tabelas foram elaboradas de acordo com as recomendações da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1993) e para os gráficos, foram seguidas as recomendações do Conselho Nacional de Estatística (BRASIL, 1963).

7. RESULTADOS

7.1 Dados climatológicos

7.1.1 Precipitação pluviométrica

Os dados de precipitação pluviométrica referentes ao período de abr./02 a mar./03 registraram valor mínimo de 1,5 mm em set./02 e máximo de 490 mm de chuva em abr./02, tendendo a acompanhar a curva da média histórica de 31 anos (1970 a 2000). Foi possível constatar um ciclo sazonal definido, onde o período chuvoso abrange de janeiro a junho, com máximas de precipitação em março e abril e o período de estiagem de julho a dezembro.

Verificou-se que durante o período amostrado, cinco dos seis meses enquadrados no período chuvoso (abril, maio, junho, janeiro e fevereiro) superaram a média histórica (Fig. 11).

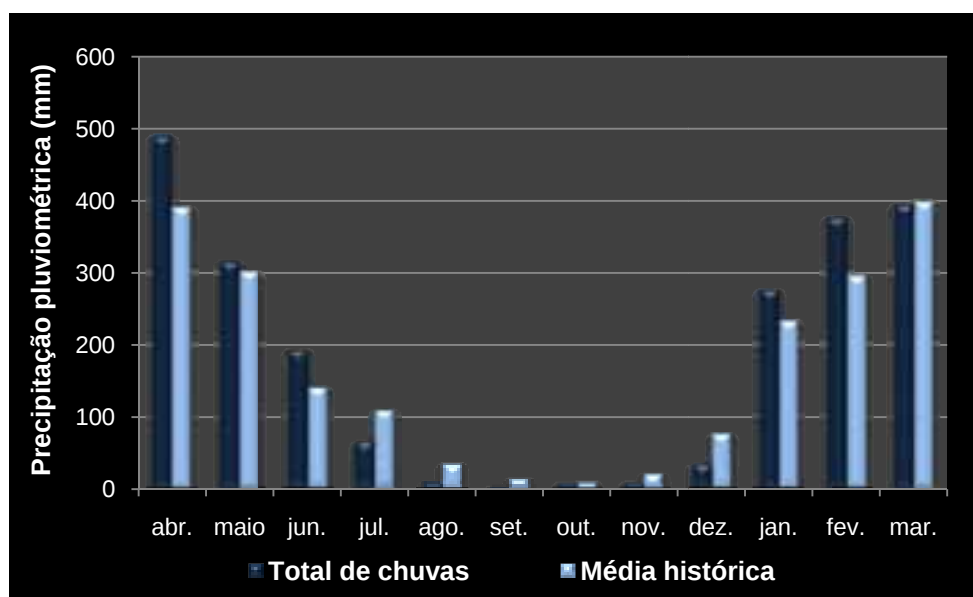


Figura 11. Total de chuvas (abr./02 a mar./03) e média histórica mensal de chuvas (1970-2000).

Em relação ao total anual de chuvas, observou-se que durante o período de coleta a precipitação foi de 2.165,5 mm.a⁻¹ (Fig. 12, Anexo A), superior à média de dez anos (1.762,2 mm.a⁻¹, 1992 a 2001).

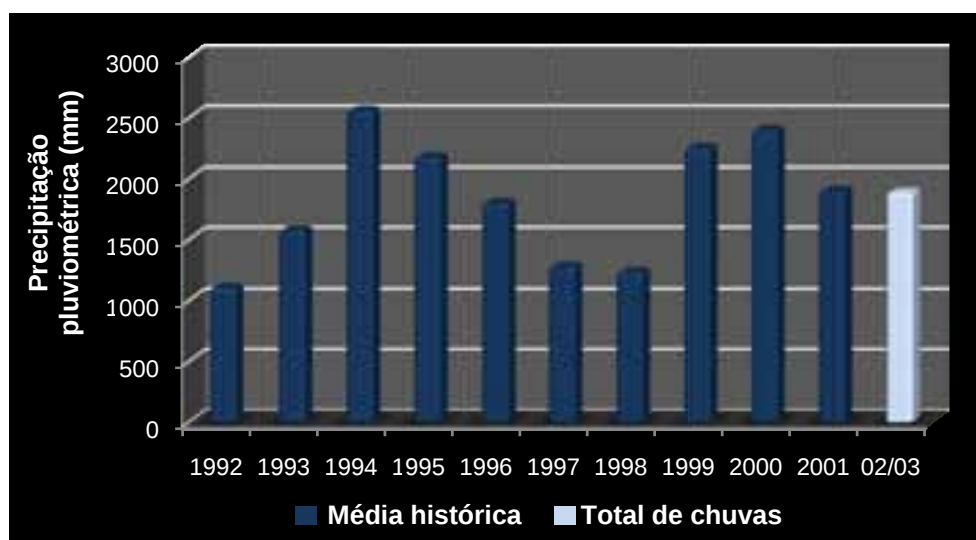


Figura 12. Média histórica de dez anos (1992 a 2001) e total de chuvas (abr./02 a mar./03).

7.1.2 Radiação solar diária

A radiação solar diária variou de $65,0 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ em jan./03, no ponto 4 a $345,0 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ em set./02, registrado nos pontos 1, 2 e 3. A média constatada durante o período de estudo foi de $204,3 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ (Tab. 2).

No período chuvoso, a radiação solar diária foi de $181,2 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ enquanto que na estiagem foi de $227,3 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. A baía de São Marcos recebeu maior quantidade de radiação solar ($227,2 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) quando comparada à baía de São José ($181,3 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) (Tab. 2).

7.1.3 Velocidade dos ventos

A velocidade dos ventos, durante o período estudado, oscilou entre $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ (jan./03) e $11,6 \text{ m.s}^{-1}$ (set./02 e jan./03). A média registrada foi de $8,5 \text{ m.s}^{-1}$, sendo de $7,1 \text{ m.s}^{-1}$ para o período chuvoso e de $9,9 \text{ m.s}^{-1}$ para o de estiagem (Tab. 2).

Com relação aos pontos de coleta os valores de velocidade média dos ventos foram maiores na baía de São Marcos ($9,2 \text{ m.s}^{-1}$) que na baía de São José ($7,8 \text{ m.s}^{-1}$) (Tab. 2).

7.1.4 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar registrou valores entre 71,2 e 88,7%, em set./02 e jan./03, respectivamente e a média obtida foi de 77,6% (Tab. 2).

Com relação aos períodos estacionais não houve grande diferença entre a umidade relativa do ar, sendo levemente maior durante o período chuvoso (77,9%) que no período de estiagem (77,3%). A baía de São Marcos obteve maior média de umidade relativa do ar (77,7%) do que a baía de São José (77,4%) (Tab. 2).

7.1.5 Temperatura do ar

A temperatura do ar apresentou uma média mensal de 26,7 °C, em maio/02 a 28,2°C, em nov./02, com amplitude de 1,5 °C e a média anual foi de 26,7 °C do período estudado (Fig. 13 e Apêndice A). Na ilha de São Luís, a média histórica (1970 a 2000) para temperatura foi de 29 °C.

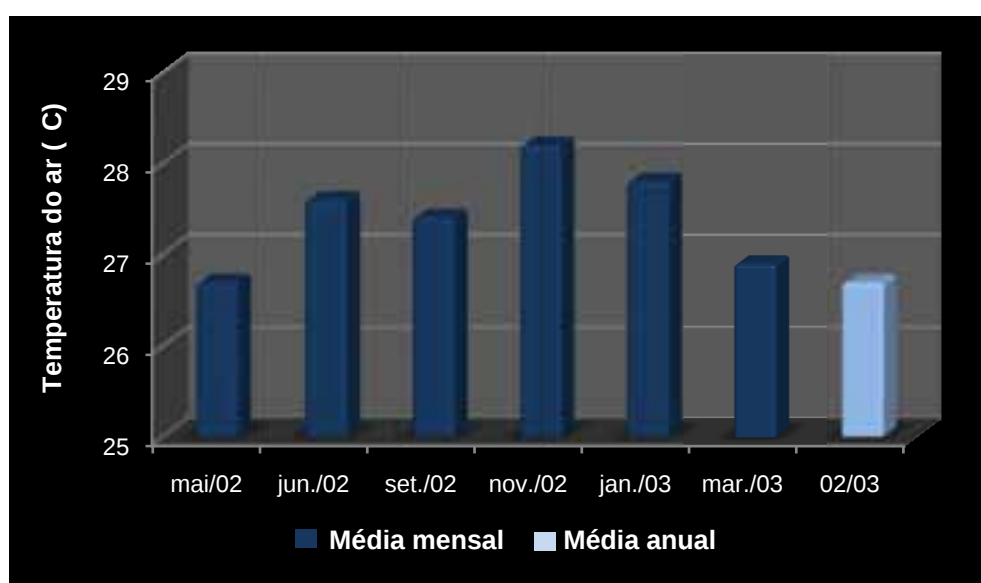


Figura 13. Variação da temperatura do ar durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.

7.2 Marés

A altura da maré variou de -0,3 em nov./02 a 6,7 em set./02 e nov./02. Durante as marés de sizígia, nas quais foram realizadas as coletas, a altura da maré oscilou entre 5,4 e 6,5 na baía de São Marcos e entre 5,1 e 6,2 na baía de São José (Fig. 14 e Apêndice A).

Tabela 2. Dados climatológicos registrados no dia da coleta, para o Golfão Maranhense, procedentes da estação meteorológica do LabMet/UEMA (Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão).

Dados Climatológicos	Pontos de coleta	maio/02	jul/02	set/02	nov/02	jan/03	mar/03	Média/ ponto	Período chuvoso	Média per.chuv.	Período estiagem	Média per.estiag.	Média total
Radiação Solar (cal.cm⁻².dia⁻¹)	P1/P2/P3*	192,8	192,8	345,0	240,4	149,3	243,0	227,2	195,0	181,2	259,4	227,3	204,3
	P4**	253,3	209,7	217,0	159,0	65,0	183,9	181,3	167,4		195,2		
Velocidade dos Ventos (m.s⁻¹)	P1/P2/P3*	7,9	9,1	8,8	11,0	11,6	6,5	9,2	8,7	7,1	9,6	9,9	8,5
	P4**	9,9	8,0	11,6	10,7	2,0	4,6	7,8	5,5		10,1		
Umidade Relativa do Ar (%)	P1/P2/P3*	72,0	84,2	79,9	75,8	75,3	79,1	77,7	75,5	77,9	79,9	77,3	77,6
	P4**	72,4	75,1	71,2	77,4	88,7	79,8	77,4	80,3		74,6		

* P1/P2/P3 = pontos de coleta localizados na baía de São Marcos
** P4 = ponto de coleta localizado na baía de São José

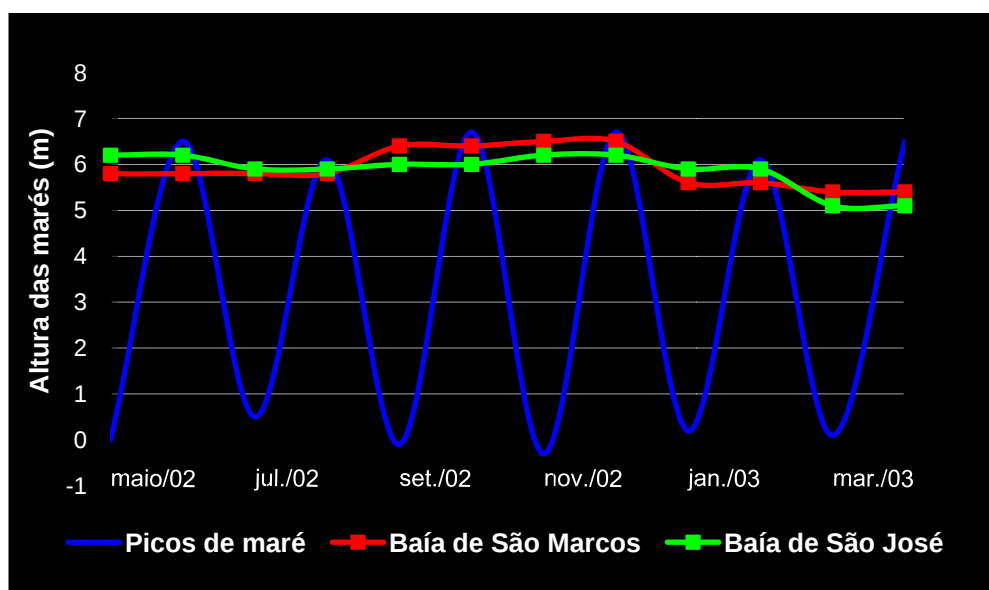


Figura 14. Variação da altura das marés (m), no porto do Itaqui durante o período de coleta, com altura máxima e mínima atingida a cada mês de coleta.

7.3 Parâmetros Hidrológicos

7.3.1 Salinidade da água

A salinidade nos estuários do Golfão Maranhense variou sazonalmente do regime mesoalino a eualino, com amplitude total de 29 e média de 21,3. O valor mínimo foi de 6 (jan./03 e mar./03, no ponto 3 e mar./03, no ponto 4) e máximo de 35 no ponto 1 (jan./03). No ponto 3 foram registrados os menores valores de salinidade (Fig. 15 e Apêndice A).

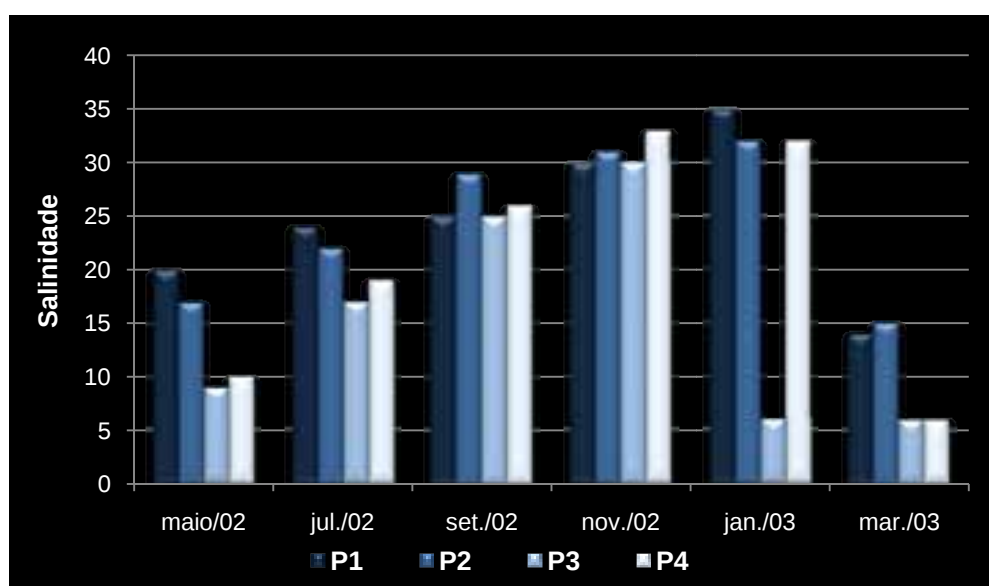


Figura 15. Variação da salinidade, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.

7.3.2 Temperatura da água

Uma discreta variação sazonal foi observada na temperatura da água, com amplitude de apenas 3 °C. Os menores valores (27 °C) ocorreram em jul./02, set./02 e nov./02 e os maiores (30 °C) nos meses de jul./02 e mar./03. Quanto à distribuição espacial verificou-se um gradiente decrescente de temperatura em direção ao ponto 4, nos meses de maio/02 e jul./02, ocorrendo o processo inverso em set./02, jan./03 e mar./03 (Fig. 16 e Apêndice A).

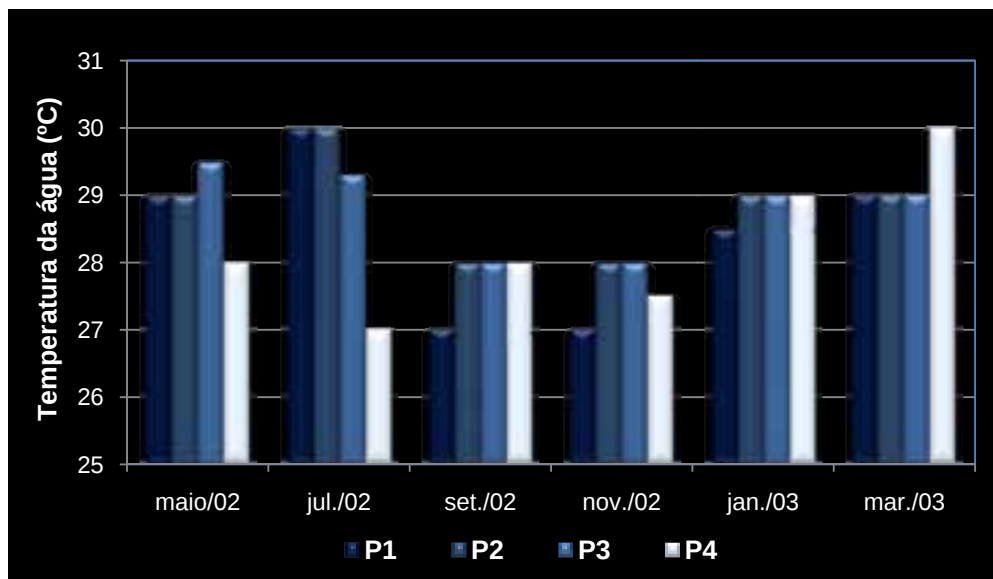


Figura 16. Variação da temperatura da água, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.

7.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

Durante o período de estudo não foi evidenciada variação sazonal de pH, e seus valores oscilaram entre 6,5 (ponto 4, maio/02) e 8,1 (ponto 3, jul./02), mantendo-se alcalino (média 7,5) durante todo o período de estudo. Foi possível constatar um gradiente decrescente de pH (neutro a ácido) do ponto 1 ao ponto 4, ocorrendo o inverso apenas em mar./03 (Fig. 17 e Apêndice A).

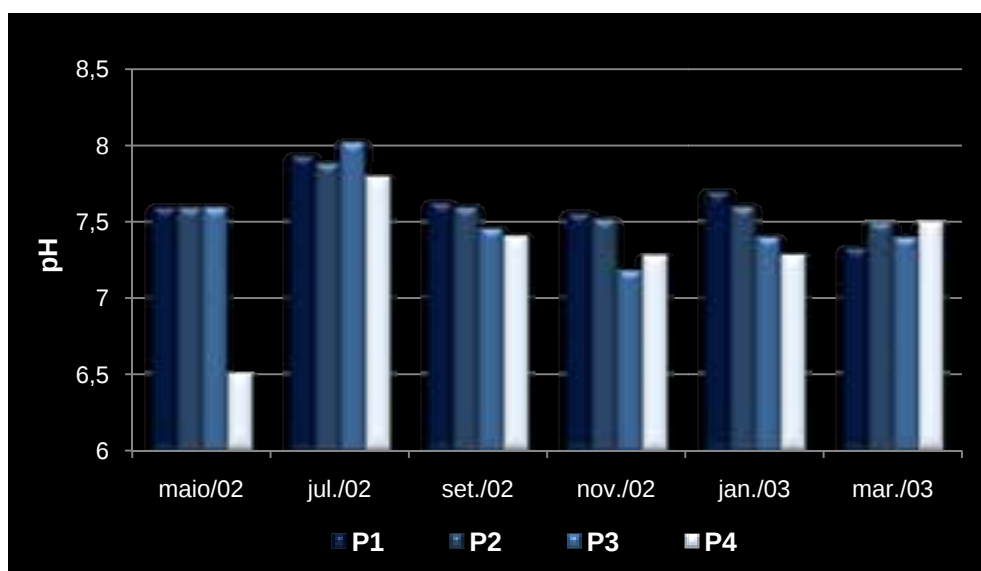


Figura 17. Variação do pH, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.

7.3.4 Transparência da água (cm) e coeficiente de extinção da luz (K)

Os valores de transparência da água estiveram mais baixos durante o período chuvoso (mar./03), variando de 18 cm (mar./03, ponto 4) a 61 cm (jan./03, ponto 4). No geral, os pontos 1 e 4 apresentaram os maiores valores de transparência da água, enquanto que os menores foram registrados no ponto 3, exceto no mês de mar./03 (Fig. 18 e Apêndice A).

O coeficiente de extinção da luz variou de 0,028 (jan./03) a 0,095 (mar./03), ambos no ponto 4. Com exceção do mês de mar./03, o ponto 3 registrou sempre maior valor do coeficiente de extinção da luz (Fig. 18 e Apêndice A).

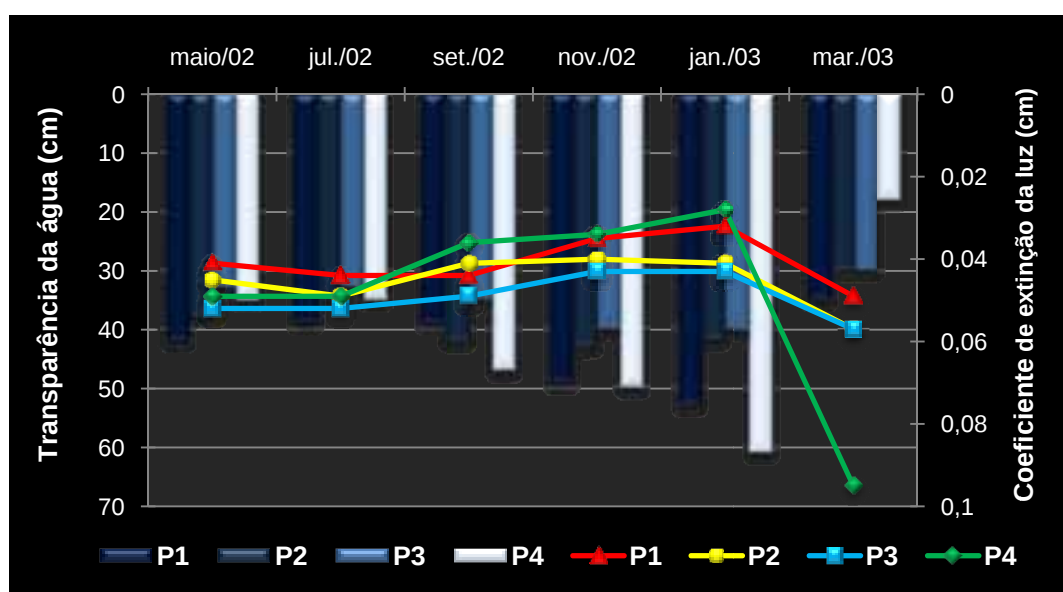


Figura 18. Variação da transparência da água (em barras) e coeficiente de extinção da luz (em linhas), durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.

7.3.5 Densidade da água

A densidade da água variou de -0,96 em jan./03 (ponto 3) e mar./03 (pontos 3 e 4) a 22,28, em jan./03 (ponto 1). No ponto 3 foram registrados sempre os menores valores da densidade da água. Vale ressaltar, que estes acompanharam uma curva ascendente do período chuvoso para o de estiagem e que em jan./03, no ponto 3, a densidade da água não acompanhou a curva dos demais pontos, estando abaixo de seus valores médios (Fig. 19 e Apêndice A).

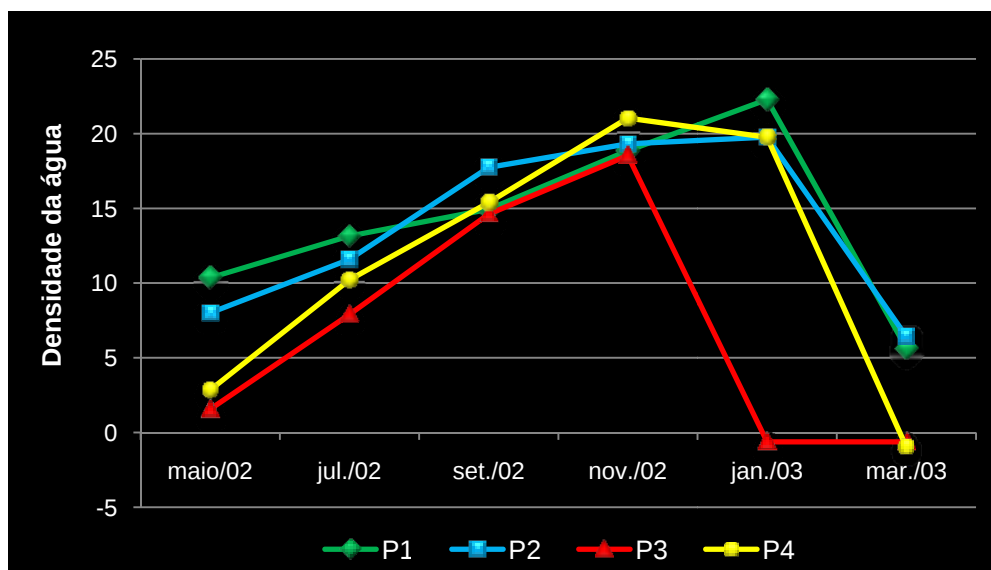


Figura 19. Variação da densidade da água, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.

7.3.6 Oxigênio dissolvido e taxa de saturação do oxigênio

Os teores de oxigênio dissolvido foram maiores no mês de maio/02 com $6,3 \text{ mL.L}^{-1}$ no ponto 3, correspondendo a 126% de saturação do oxigênio e menores em nov./02, com $2,1 \text{ mL.L}^{-1}$, também no ponto 3, equivalendo a 45% de saturação do oxigênio. Quanto à variação espacial, no geral, os menores valores de oxigênio dissolvido e taxa de saturação do oxigênio foram registrados no ponto 3 e os maiores no ponto 4, e sazonalmente foram menores durante o período de estiagem do que no período chuvoso (Fig. 20 e Apêndice A).

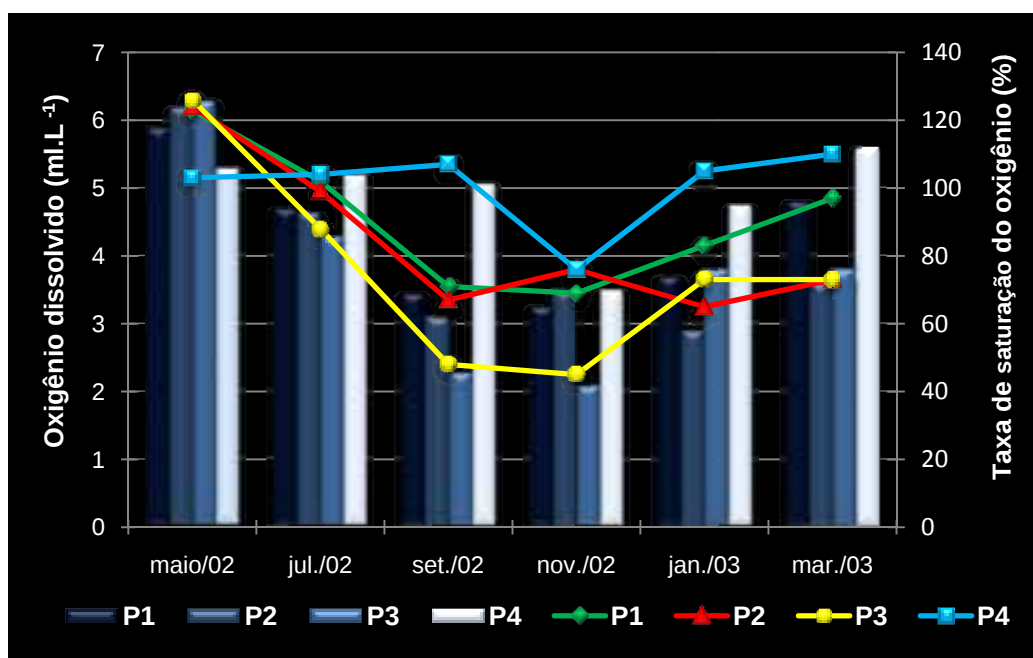


Figura 20. Variação dos valores de oxigênio dissolvido (em barras) e taxa de saturação do oxigênio (em linhas), durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.

A maioria das amostras (62,5%) apresentou valores da taxa de saturação do oxigênio compreendidos entre 50 e 100%, portanto consideradas, segundo Macêdo e Costa (1978) como zonas de baixa saturação do oxigênio. Em 29,2% das amostras foram enquadradas na zona saturada e em 8,3% (set./02 e nov./02, no ponto 3) foram consideradas de zonas semi-poluídas.

7.3.7 Sais Nutrientes

7.3.7.1 Nitrito

A concentração de nitrito variou de 0,01 μM , no ponto 2 em set./02 a 0,25 μM , no ponto 3 em nov./02 e não apresentou padrão de sazonalidade, com exceção do ponto 3 que registrou valores crescentes no período de estiagem e decrescentes no chuvoso (Fig. 21 e Apêndice A).

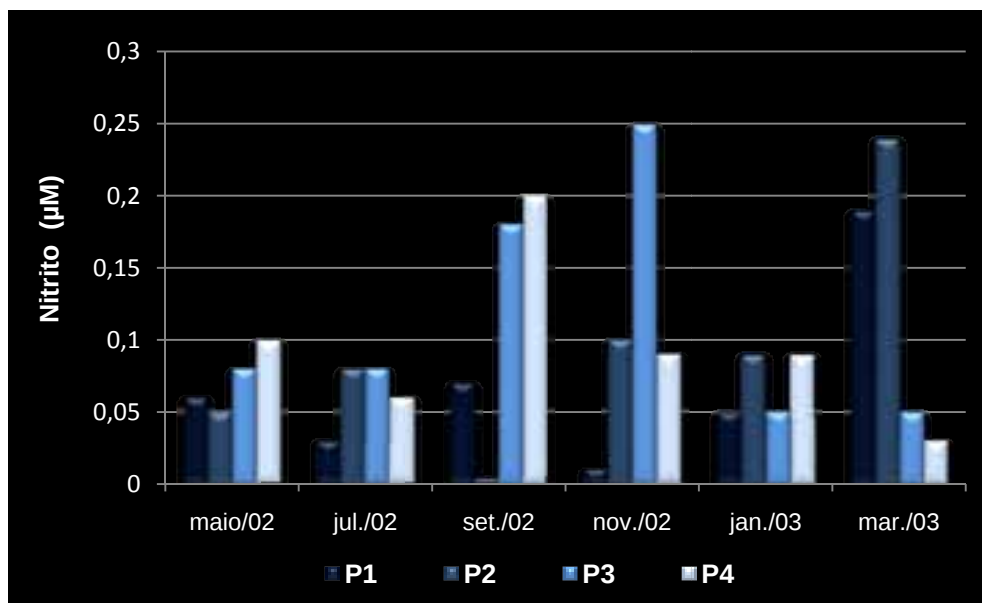


Figura 21. Variação dos teores de nitrito, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.

7.3.7.2 Nitrato

Foi possível constatar uma variação sazonal do nitrato no ponto 1, com valores mais altos no período chuvoso do que na estiagem, o oposto ocorrendo nos pontos 3 e 4, excetuando o mês de jan./03. A variação foi de 0,24 (ponto 1) a 3,53 µM (ponto 3), ambos em nov./02 (Fig. 22 e Apêndice A).

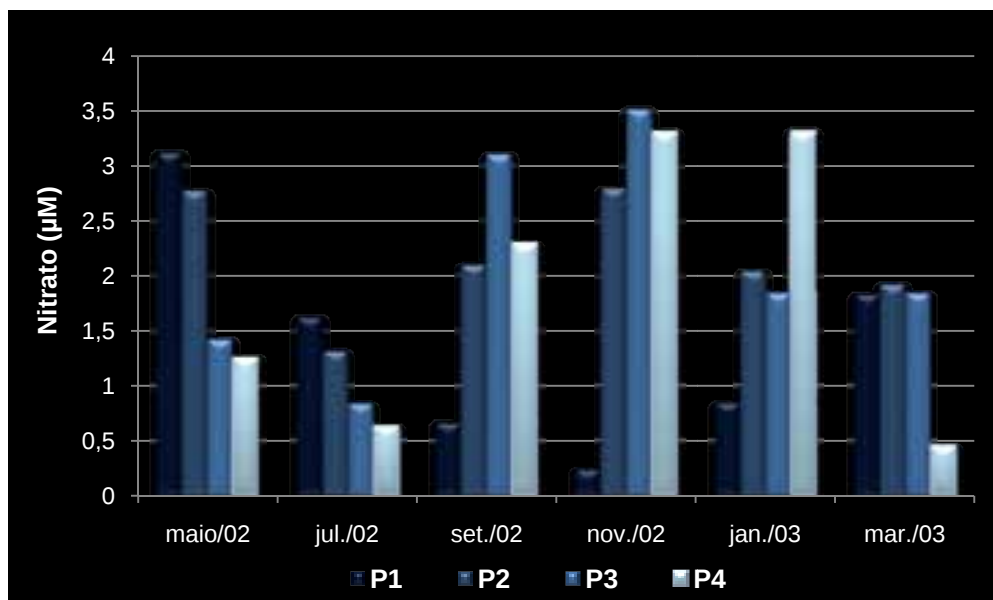


Figura 22. Variação dos teores de nitrato, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.

7.3.7.3 Amônia

Os teores de amônia foram baixos e inferiores a $1,28 \mu\text{M}$, exceto no ponto 2, em jan./03 e em todos os pontos no mês de mar./03. As variações ocorreram de $0,02 \mu\text{M}$, no ponto 1, em jan./03 a $26,45 \mu\text{M}$ no ponto 2, em mar./03 (Fig. 23 e Apêndice A).

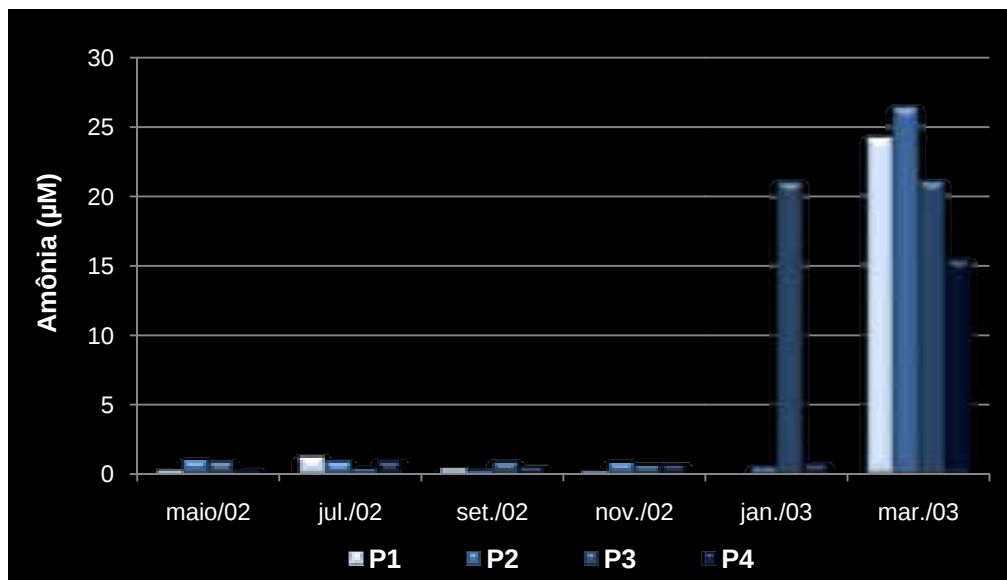


Figura 23. Variação dos teores de amônia, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.

7.3.7.4 Fosfato

O teor de fosfato variou de $0,13 \mu\text{M}$ (mar./03, ponto 4) a $0,58 \mu\text{M}$ (maio/02, ponto 3). No geral, o ponto 4 registrou baixos valores no pico do período chuvoso, em maio/02 e mar./03, não mostrando padrão sazonal para os demais pontos (Fig. 24 e Apêndice A).

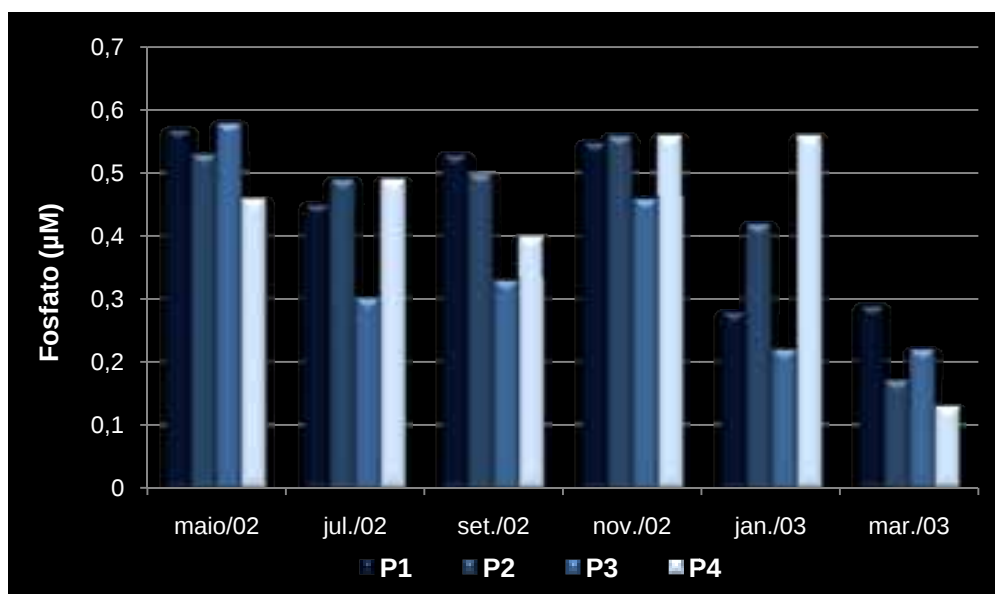


Figura 24. Variação dos teores de fosfato, durante o período de coleta, no Golfão Maranhense.

7.4 Parâmetros Bióticos

7.4.1 Composição florística

A comunidade fitoplanctônica no Golfão Maranhense, a partir das amostras de rede, esteve representada por 219 táxons genéricos e infragenéricos, distribuídos em 196 espécies, 20 variedades e 3 formas (Quadro 1), as quais encontram-se enquadradas em 6 divisões: Cyanophyta (7,8%), Euglenophyta (8,6%), Dinophyta (9,1%), Bacillariophyta (71,7%), Chrysophyta (0,5%) e Chlorophyta (2,3%) (Fig. 25).

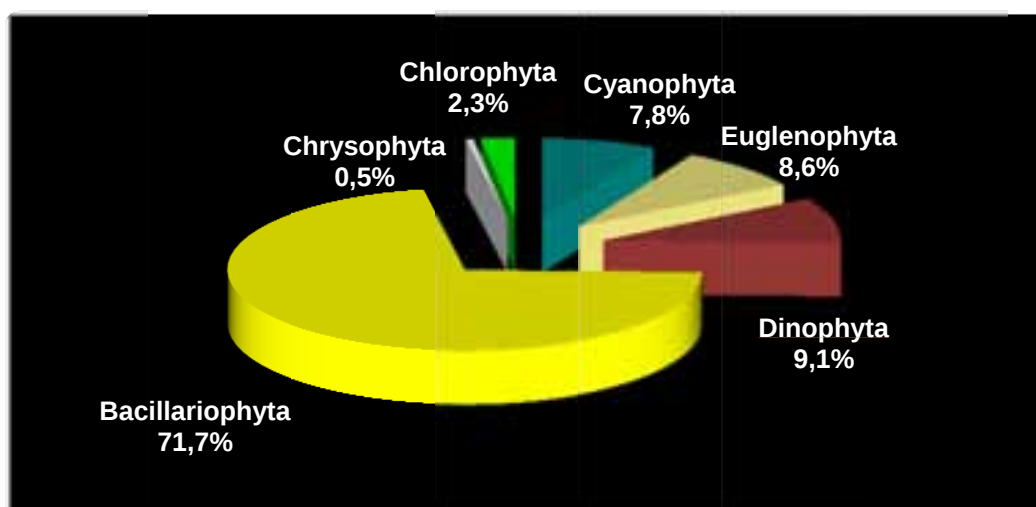


Figura 25. Distribuição percentual do número de táxons identificados no Golfão Maranhense.

Bacillariophyta (diatomáceas) – foi o grupo de maior representatividade do microfitoplâncton, correspondendo a 157 táxons (71,7%) da riqueza florística local (Fig. 25). Esteve representada por 3 classes (Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae). A classe Coscinodiscophyceae apresentou maior número de táxons, totalizando 91 espécies (58%), seguida de Bacillariophyceae, com 55 (35%) e Fragilariophyceae, com 11 táxons (7%) (Quadro 1).

Do total de táxons identificados no grupo das diatomáceas foram contabilizadas 138 espécies, 16 variedades e 3 formas, divididas em 11 sub-classes, 24 ordens, 38 famílias e 64 gêneros. A família Bacillariaceae foi a que obteve maior riqueza, com 18 espécies (11,5%), seguida de Triceratiaceae com 14 (8,9%), Thalassiosiraceae com 12 (7,6%), Chaetocerotaceae com 10 (6,4%), Coscinodiscaceae com 9 (5,7%), Rhizosoleniaceae e Naviculaceae, cada uma com 8 (5,1%) e Fragilariaceae e Surirellaceae, cada uma com 7 táxons (4,5%) e as 29 famílias restantes somaram 126 táxons, equivalendo a 40,7% (Fig. 26 e Quadro 1).

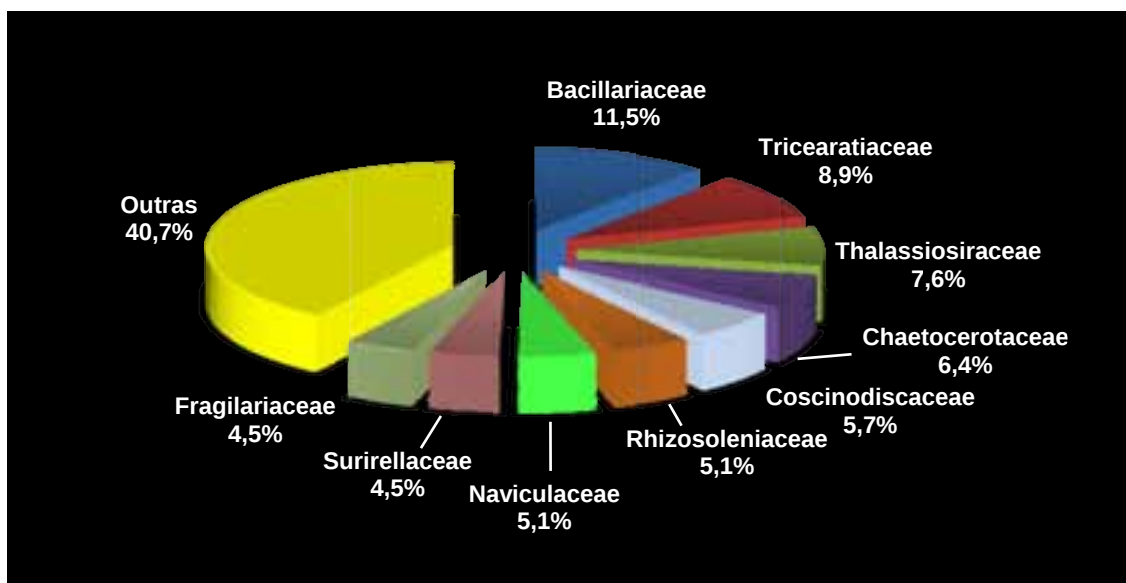


Figura 26. Distribuição percentual das famílias mais representativas de diatomáceas identificadas no Golfão Maranhense.

Os gêneros com maior número de espécies identificadas foram *Thalassiosira* com 12, *Odontella* com 10, além de *Nitzschia*, *Chaetoceros* e *Coscinodiscus* com 9 táxons, cada (Quadro 1).

Dinophyta (dinoflagelados) – segundo grupo em representatividade do microfitoplâncton no Golfão Maranhense, com 20 táxons, correspondendo a 9,1% da comunidade (Fig. 25). Os táxons estiveram distribuídos em 1 classe (Dinophyceae), 3 ordens (Prorocentrales, Dinokontales e Perininales), 8 famílias, 8 gêneros e 20 espécies, sendo que a família *Protoperidiniaceae* esteve representada por 9 táxons (45,0%), seguida de *Glenodiniaceae* e *Ceratiaceae*, cada uma com 3 (15,0%) e demais famílias com 1 táxon, correspondendo a 5,0%, cada. Destaca-se o gênero *Protoperidinium* que apresentou 9 espécies (Fig. 27 e Quadro 1).

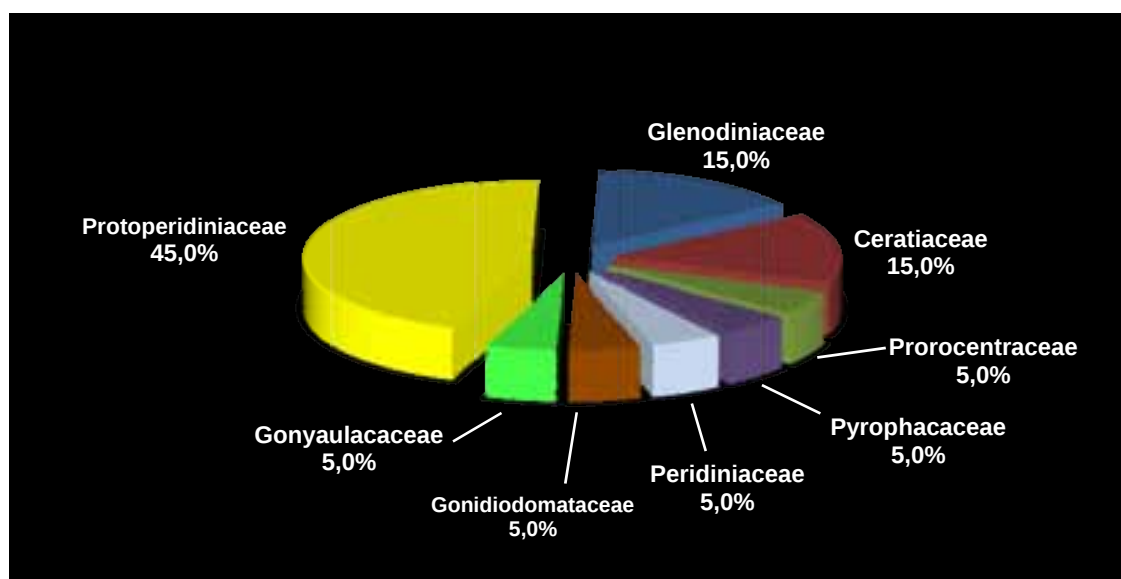


Figura 27. Distribuição percentual das famílias de dinoflagelados identificados no Golfão Maranhense.

Euglenophyta (euglenófitas) – foi o terceiro grupo de algas em contribuição, com 19 táxons, representando 8,6% da comunidade fitoplanctônica (Fig. 25), estando distribuídos em uma única classe (Euglenophyceae), uma ordem (Euglenales) e uma família (Euglenaceae), 5 gêneros e 15 espécies e 4 variedades (Quadro 1).

Cyanophyta (cianobactérias) – quarto grupo em representatividade, com 17 táxons, apresentando 7,8% das microalgas identificadas (Fig. 25), ficando a flora representada por uma só classe (Cyanophyceae), 3 ordens (Chroococcales, Oscillatoriales e Pseudanabaenales), 4 famílias (Merismopediaceae, Oscillatoriaceae, Phormidiaceae e Pseudanabaenaceae) e 6 gêneros. A família Phormidiaceae foi a que obteve maior riqueza (7 táxons), seguida de Oscillatoriaceae (6 táxons). O gênero *Phormidium* foi o mais comum, contabilizando 7 espécies (Quadro 1).

Chlorophyta (clorófitas) – foi o quinto grupo de algas em termos de contribuição, representando 2,4% da comunidade fitoplanctônica no Golfão Maranhense (Fig. 25), com 5 espécies distribuídas em apenas uma classe (Chlorophyceae), 3 ordens (Volvocales, Chlorococcales e Zygnematales) e 5 famílias (Quadro 1).

Chrysophyta (crisófitas) – grupo de menor representatividade da comunidade fitoplanctônica local (0,5%), ocorrendo apenas uma espécie (*Dictyocha fibula*) (Fig. 25 e Quadro 1).

Quadro 1: Sinopse dos táxons identificados no Golfão Maranhense.**CYANOPHYTA****CYANOPHYCEAE****CHROOCOCCALES****Merismopediaceae***Aphanocapsa* sp.*Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Kützing*Merismopedia* sp.**OSCILLATORIALES****Oscillatoriaceae***Lyngbya semiplena* (Agardh) Gomont= *Calothrix semiplena* C. Agardh*Oscillatoria* sp₁*Oscillatoria* sp₂*Oscillatoria* sp₃*Oscillatoria* sp₄*Oscillatoria* sp₅**Phormidiaceae***Phormidium* sp₁*Phormidium* sp₂*Phormidium* sp₃*Phormidium* sp₄*Phormidium* sp₅*Phormidium* sp₆*Phormidium* sp₇**PSEUDANABAENALES****Pseudanabaenaceae***Leptolyngbya fragilis* (Gomont) Anagnostidis & Komárek= *Phormidium fragile* Gomont**EUGLENOPHYTA****EUGLENOPHYCEAE****EUGLENALES****Euglenaceae***Euglena acus* var. *rigida* E. Huebner*Euglena oxyuris* Schmarida var. *oxyuris* Kleine*Euglena tripteris* (Dujardin) Klebs var. *tripteris**Euglena* sp₁*Euglena* sp₂*Euglena* sp₃*Euglena* sp₄*Phacus longicauda* var. *attenuata* (Pochmann)

Huber-Pestalozzi

Phacus orbicularis K. Hübner*Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzov= *Phacus longicauda* var. *tortus* Lemmermann*Phacus* sp₁*Phacus* sp₂*Strombomonas* sp₁*Strombomonas* sp₂*Strombomonas* sp₃*Strombomonas* sp₄*Strombomonas* sp₅*Trachelomonas armata**Trachelomonas* sp.**DINOPHYTA****DINOPHYCEAE****PROROCENTRALES Prorocentraceae***Prorocentrum micans* Ehrenberg**DINOKONTALES****Glenodiniaceae***Glenodinium* sp₁*Glenodinium* sp₂*Glenodinium* sp₃**PERIDINIALES****Ceratiaceae***Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin= *Peridinium fusus* Ehrenberg*Ceratium lineatum* (Ehrenberg) Cleve= *Peridinium lineatum* Ehrenberg*Ceratium macroceros* (Ehrenberg) Vanhöffen= *Peridinium macroceros* Ehrenberg**Goniodomataceae***Goniodoma orientale* (Lindemann) Balech= *Gonyaulax orientalis* Lindemann**Gonyaulacaceae***Gonyaulax* sp.**Protopteridiniaceae***Protopteridinium conicoides* (Paulsen) Balech= *Peridinium conicoides* Paulsen*Protopteridinium conicum* (Gran) Balech= *Peridinium conicum* (Gran) Ostenfeld &

Schmidt

Protopteridinium pyriforme (Paulsen) Balech= *Peridinium pyriforme* Paulsen*Protopteridinium* sp₁*Protopteridinium* sp₂*Protopteridinium* sp₃*Protopteridinium* sp₄*Protopteridinium* sp₅*Protopteridinium* sp₆**Pyrophacaceae***Pyrophacus* sp.**Peridiniaceae***Peridinium lenticulatum* Mangin**BACILLARIOPHYTA****COSCINODISCOPHYCEAE****THALASSIOSIROPHYCIDAE****THALASSIOSIRALES****Thalassiosiraceae***Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve= *Coscinodiscus excentricus* Ehrenberg*Thalassiosira leptopus* (Grunow) Hasle & Fryxell= *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg*Thalassiosira lineata* Jousé*Thalassiosira nanolineata* (Mann.) Fryxell &

Hasle

Continua...

Thalassiosira oestrupii (Ostenfeld) Hasle
Thalassiosira rotula Meunier
Thalassiosira subtilis (Ostenfeld) Gran
 = *Podosira subtilis* Ostenfeld
Thalassiosira sp₁
Thalassiosira sp₂
Thalassiosira sp₃
Thalassiosira sp₄
Thalassiosira sp₅

Skeletonemataceae

Skeletonema costatum (Greville) Cleve
Skeletonema tropicum Cleve

Stephanodiscaceae

Cyclotella meneghiniana Kützing
Cyclotella striata (Kützing) Grunow
Cyclotella stylum Brightwell
Trybliontychus cocconeiformis (Grunow)
 Hendey

COSCINODISCOPHYCIDAE

MELOSIRALES

Melosiraceae

Melosira moniliformis (Muller) Agardh
Melosira nummuloides Agardh

Hyalodiscaceae

Podosira stelliger (Bailey) Mann
 = *Hyalodiscus stelliger* Bailey

PARALIALES

Paraliaceae

Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve
 = *Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kützing
Paralia sp.

COSCINODISCALES

Coscinodiscaceae

Coscinodiscus centralis Ehrenberg
Coscinodiscus oculus-iridis Ehrenberg
Coscinodiscus radiatus Ehrenberg
Coscinodiscus rothii (Ehrenberg) Grunow
Coscinodiscus sp₁
Coscinodiscus sp₂
Coscinodiscus sp₃
Coscinodiscus sp₄
Coscinodiscus sp₅
Coscinodiscus sp₆

Aulacodiscaceae

Aulacodiscus sp₁
Aulacodiscus sp₂

Hemidiscaceae

Actinocyclus curvulatus Janisch
Actinocyclus octonarius Ehrenberg var. *crassus*
 (Smith) Hendey
Actinocyclus octonarius var. *octonarius* Hendey
Actinocyclus sp₁
Actinocyclus sp₂
Hemidiscus ovalis Lohman

Heliopeltaceae

Actinopterychus annulatus (Wallich) Grunow
Actinopterychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg

= *Actinopterychus undulatus* (Bailey) Ralfs
Actinopterychus splendens (Shadbolt) Ralfs in
 Pritchard

= *Actinosphaenia splendens* Shadbolt

BIDDULPHIOPHYCIDAE

BIDDULPHIALES

Biddulphiaceae

Biddulphia alternans (Bailey) Van Heurck
 = *Triceratium alternans* Bailey
Biddulphia tridens Ehrenberg
 = *Biddulphia tuomeyii* (Bailey) Roper
Terpsinoe americana (Bailey) Ralfs
Terpsinoe musica Ehrenberg
Trigonium reticulum (Ehrenberg) Simonsen

TRICERATIALES

Triceratiaceae

Cerataulus turgidus (Ehrenberg) Ehrenberg
Odontella aurita (Lyngbye) Agardh
Odontella dubia (Brightwell) Cleve
Odontella longicruris (Greville) Hoban
 = *Biddulphia longicruris* Greville
Odontella mobiliensis (Bailey) Grunow
 = *Biddulphia mobiliensis* Grunow
Odontella regia (Schultze) Simonsen
 = *Biddulphia regia* (Schultze) Ostenfeld
Odontella rhombus (Ehrenberg) Kützing
Odontella sinensis (Greville) Grunow
Odontella sp₁
Odontella sp₂
Odontella sp₃
Triceratium favus Ehrenberg
Triceratium favus f. *quadrata* (Grunow) Hustedt
Triceratium robertsonianum Greville

Plagiogrammaceae

Plagiogramma pulchellum Greville

HEMIAULALES

Hemiaulaceae

Cerataulina sp.
Hemiaulus indicus Karsten

Belleracheaceae

Bellerachea malleus (Brightwell) Van Heurck

Streptothecaceae

Helicotheca tamesis (Shrubsole) Ricard
 = *Streptotheca tamesis* Shrubsole

LITHODESMIOPHYCIDAE

LITHODESMIALES

Lithodesmiaceae

Ditylum brightwellii (West) Grunow
Lithodesmium undulatum Ehrenberg

CORETHROPHYCIDAE

CORETHRALES

Corethracheae

Corethron criophilum Castracane

CYMATOSIROPHYCIDAE

CYMATOSIRALES

Cymatosiraceae

Continua...

Campylosira cymbelliformis (Schmidt) Grunow
ex Van Heurck

= *Synedra cymbelliformis* A. Schmidt

RHIZOSOLENIOPHYCIDAE

RHIZOSOLENIALES

Rhizosoleniaceae

Guinardia delicatula (Cleve) Hasle

= *Rhizosolenia delicatula* Cleve

Guinardia flaccida (Castracane) Peragallo

= *Rhizosolenia flaccida* Castracane

Guinardia sp.

Proboscia alata var. *alata* (Peragallo) Ostenfeld

Proboscia alata var. *indica* Brightwell

Pseudosolenia calcar-avis (Schultze)

Sundström

= *Rhizosolenia calcar-avis* Schultze

Rhizosolenia imbricata Brightwell

Rhizosolenia setigera Brightwell

CHAETOCEROTOPHYCIDAE

CHAETOCEROTALES

Chaetocerotaceae

Bacteriastrum hyalinum Lauder

Chaetoceros aequatorialis Cleve

Chaetoceros affinis Lauder

Chaetoceros atlanticus f. *audax* (Schütt) Gran

Chaetoceros curvisetus Cleve

Chaetoceros lorenzianus Grunow

Chaetoceros peruvianus Brightwell

Chaetoceros subtilis var. *abnormis* Proschkina-Lavrenko

Chaetoceros teres Cleve

Chaetoceros sp.

FRAGILARIOPHYCEAE

FRAGILARIOPHYCIDAE

FRAGILARIALES

Fragilariaceae

Asterionellopsis glacialis (Castracane) Round

= *Asterionella glacialis* F. Castracane

Fragilaria sp.

Opephora pacifica (Grunow) Petit

Synedra delicatissima W. Smith

Synedra tabulata (Agardh) Kützing

Synedra ulna var. *ulna* (Nitzsch) Ehrenberg

Synedra sp.

RHAPHONEIDALES

Rhaphoneidaceae

Delphineis surirella (Ehrenberg) Andrews

= *Rhaphoneis surirella* (Ehrenberg) Grunow

Rhaphoneis ampiceros Ehrenberg

THALASSIONEMATALES

Thalassionemataceae

Thalassionema frauenfeldii (Grunow) Grunow

= *Thalassiothrix frauenfeldii* Grunow

Thalassionema nitzschioides Grunow

BACILLARIOPHYCEAE

EUNOTIOPHYCIDAE

EUNOTIALES

Eunotiaceae

Eunotia sp₁

Eunotia sp₂

Eunotia sp₃

BACILLARIOPHYCIDAE

LYRELLALES

Lyrellaceae

Lyrella lyra (Ehrenberg) Karayeva var. *lyra*

CYMBELLALES

Gomphonemataceae

Gomphonema sp.

ACHNANTHALES

Achnanthaceae

Achnanthes brevipes Agardh

NAVICULALES

Amphipleuraceae

Frustulia asymmetrica (Cleve) Hustedt

Frustulia interposita (Lewis) De Toni

Diploneidaceae

Diploneis gruendleri (Schmidt) Cleve

Diploneis interrupta (Kützing) Cleve var. *caffra* Giffen

Diploneis smithii (Brébisson) Cleve

Diploneis wessflogii (Schmidt) Cleve

Diploneis sp₁

Diploneis sp₂

Pleurosigmataceae

Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Rabenhorst

Pleurosigma sp₁

Pleurosigma sp₂

Plagiotropidaceae

Plagiotropis sp.

Stauroneidaceae

Stauroneis sp.

Naviculaceae

Caloneis sp.

Navicula humerosa Brebisson

Navicula normalis Hustedt

Navicula pusila Smith

Navicula viridula (Kützing) Kützing

Navicula sp₁

Navicula sp₂

Trachyneis aspera (Ehrenberg) Cleve

THALASSIOPHYSALES

Catenulaceae

Amphora sp.

BACILLARIALES

Bacillariaceae

Bacillaria paradoxa Gmelin

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow

Nitzschia fasciculata (Grunow) Grunow in Van Heurck

Nitzschia lanceolata Smith

Nitzschia longissima var. *closterium* (Smith) Van Heurck

Continua...

<i>Nitzschia longissima</i> f. <i>parva</i> Grunow <i>Nitzschia obtusa</i> Smith var. <i>scalpeliformis</i> <i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) Smith <i>Nitzschia sigma</i> var. <i>sigmatella</i> Grunow <i>Nitzschia tryblionella</i> var. <i>victoriae</i> (Grunow) Grunow <i>Nitzschia</i> sp ₁ <i>Nitzschia</i> sp ₂ <i>Psammodictyon panduriforme</i> (Gregory) Mann = <i>Nitzschia panduriformis</i> Gregory <i>Psammodictyon panduriforme</i> var. <i>minor</i> (Gregory) Haworth & Kelly = <i>Nitzschia panduriformis</i> var. <i>minor</i> Gregory <i>Pseudonitzschia pungens</i> (Grunow) Hasle = <i>Nitzschia pungens</i> (Grunow) Cleve <i>Pseudonitzschia</i> sp. <i>Tryblionella granulata</i> (Grunow) D.G. Mann = <i>Nitzschia granulata</i> Grunow <i>Tryblionella granulata</i> var. <i>granulata</i> (Grunow) Mann <i>Tryblionella granulata</i> var. <i>hyalina</i> (Amosée) Mann RHOPALODIALES Rhopalodiaceae <i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) Muller <i>Rhopalodia musculus</i> (Kützing) Muller SURIPELLALES Surirellaceae <i>Campylodiscus impressus</i> Grunow <i>Entomoneis alata</i> (Ehrenberg) Kützing = <i>Amphiprora alata</i> Kützing	<i>Surirella fastuosa</i> (Ehrenberg) Kützing <i>Surirella fastuosa</i> var. <i>recedens</i> (Schmidt) Cleve <i>Surirella febigerii</i> Lewis <i>Surirella robusta</i> Ehrenberg <i>Surirella</i> sp. CHRYSTOPHYTA DICTYOCOPHYCEAE DICTYOCOALES Dictyochaceae <i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg CHLOROPHYTA CHLOROPHYCEAE VOLVOCALES Volvocaceae <i>Eudorina</i> sp. CHLOROCOCCALES Dictyosphaeriaceae <i>Dimorphococcus</i> sp. Scenedesmaceae <i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brebisson Hydrodictyaceae <i>Pediastrum simplex</i> Meyen ZYGNEATALES Desmidiaceae <i>Staurastrum</i> sp.
---	---

7.4.2 Estrutura e variação da flora

Dos 219 táxons identificados no Golfão Maranhense, 186 (84,9%) foram encontrados durante o período chuvoso, destacando-se o grupo das diatomáceas com 149 dos respectivos táxons, aos quais corresponderam com 80,1% da comunidade no referido período. Com menor representatividade, encontraram-se 16 euglenofíceas (8,6%), 13 dinoflagelados (7,0%), 5 cianobactérias (2,7%), 2 clorofíceas (1,1%) e 1 crisofícea (0,5%) (Apêndice B e Fig. 28).

Durante o período de estiagem observou-se menor contribuição da flora fitoplanctônica que no período chuvoso, sendo identificados 178 táxons (85,4%), os quais estiveram representados por 135 diatomáceas, o equivalente a 75,8% do total das algas, seguidas por 18 dinoflagelados (10,1%), 14 cianobactérias (7,9%), 7 euglenofíceas (3,9%), 3 clorofíceas (1,7%) e 1 crisofícea (0,6%) (Apêndice B e Fig. 28).

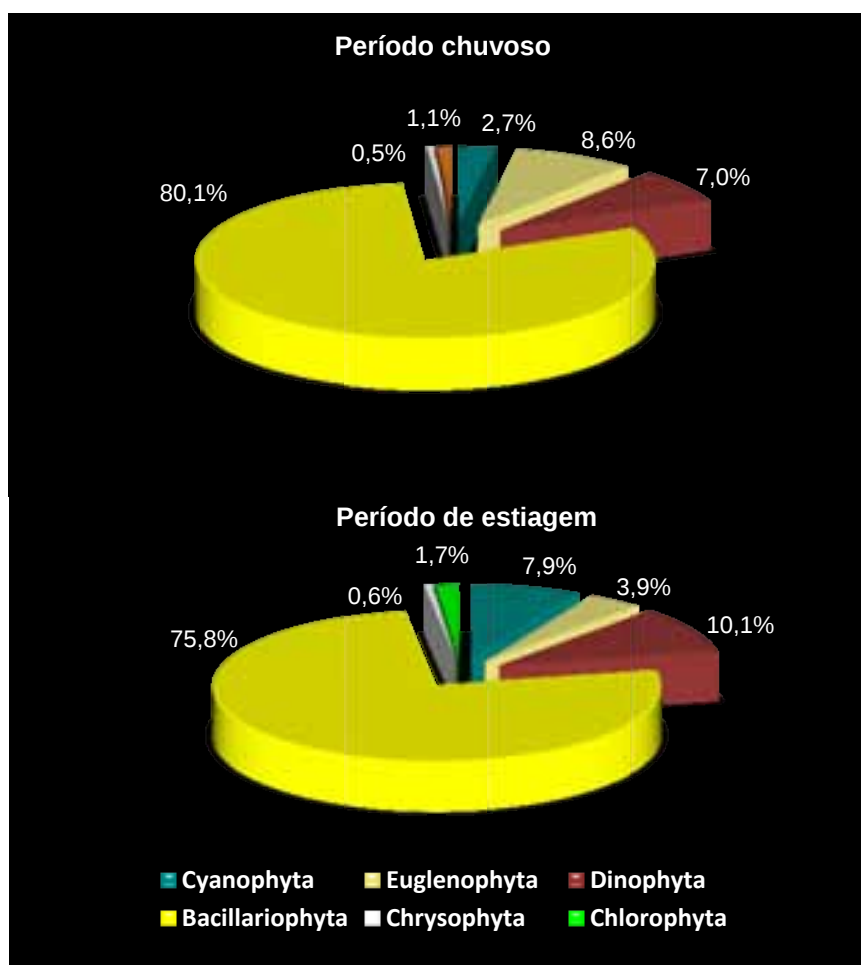


Figura 28. Distribuição percentual geral do número de táxons do fitoplâncton, no Golfão Maranhense, correspondente ao período chuvoso e de estiagem.

Analisando comparativamente a participação dos principais grupos do fitoplâncton entre períodos estacionais, observou-se que as diatomáceas tiveram maior ocorrência no período chuvoso (95%) do que no de estiagem (86%). Diferença marcante verificada entre as euglenófitas, que também estiveram mais bem representadas no período chuvoso (84%) do que no de estiagem (37%). O inverso ocorreu com os grupos dos dinoflagelados, que tiveram maior contribuição do período de estiagem (90%) do que no chuvoso (65%) e das cianobactérias, com 82% de ocorrência na estiagem e 29% no período chuvoso (Fig. 29).

Não foi evidenciada grande variação temporal entre a ocorrência dos grupos de algas, no entanto, vale ressaltar que 95% das diatomáceas (149 táxons) e 84% das euglenófitas (16 espécies) ocorreram no período chuvoso, enquanto que durante a estiagem foram observados 90% dos dinoflagelados (18 táxons), 86% das diatomáceas (135 espécies) e 82% de cianobactérias (14 táxons) (Apêndice B e Fig. 29).

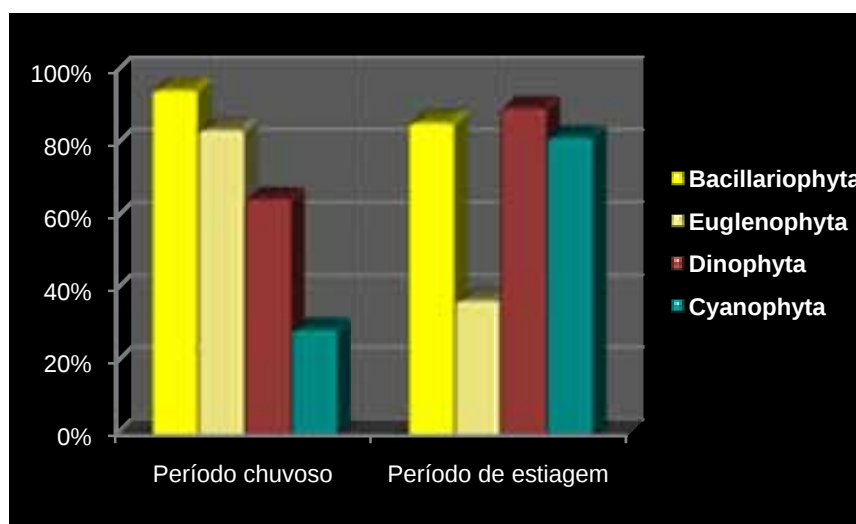


Figura 29. Contribuição percentual, por grupo, dos principais representantes do fitoplâncton no Golfão Maranhense, em relação ao período chuvoso e de estiagem.

No que diz respeito à ocorrência de espécies exclusivas aos períodos estacionais, foi possível observar que 13 euglenófitas (68% dos táxons identificados neste grupo), 3 cianobactérias (18%), 22 diatomáceas (14%) e 2 espécies de clorófitas estiveram restritas ao período chuvoso (Apêndice B).

Quanto ao período de estiagem 12 espécies de cianobactérias (71% dos táxons identificados neste grupo), 7 dinoflagelados (35%), 8 diatomáceas (5%) e 3 clorófitas foram exclusivas a este período estacional (Apêndice B).

A coleta em que foi registrado maior número de táxons foi em maio/02 (ponto 2) com 96 espécies e menor número (42 táxons) em nov./02, no ponto 4 (Apêndice B).

Não foram constatadas grandes diferenças espaciais, mas pôde-se observar um discreto acréscimo de diatomáceas e dinoflagelados do ponto 1 ao ponto 4 e decréscimo das euglenófitas do ponto 1 ao 3, não ocorrendo este grupo no ponto 4 (Fig. 30).

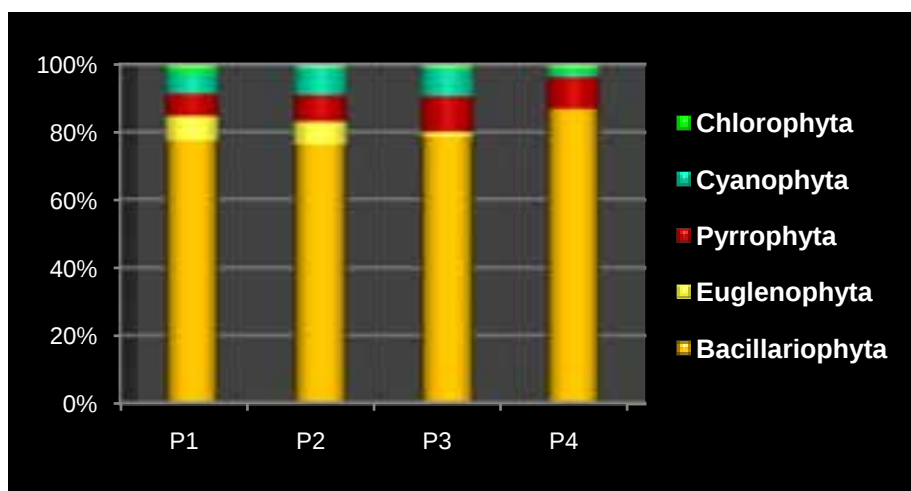


Figura 30. Distribuição percentual dos grupos de fitoplâncton, nos diferentes pontos de coleta, no Golfão Maranhense.

No ponto 1, a riqueza de espécies variou de 56 (jan./03) a 85 espécies (set./02). A flora fitoplanctônica esteve representada por 164 táxons genéricos e infragenéricos, correspondendo a 74,9% do total de táxons identificados no Golfão Maranhense, distribuídos entre 127 diatomáceas (equivalente a 78% do total registrado no ponto 1) com maior representatividade comparativa a todos os pontos, 12 euglenofíceas, 11 dinoflagelados, 10 cianobactérias, 3 clorofíceas e 1 crisofícea (Apêndice B e Tab. 3).

Das 12 euglenofíceas identificadas no ponto 1, 8 ocorreram exclusivamente neste ponto (*Euglena tripteris* var. *tripteris*, *Euglena* sp₁, *Euglena* sp₂, *Phacus longicauda* var. *attenuata*, *Phacus* sp₁, *Strombomonas* sp₁, *Strombomonas* sp₂ e *Strombomonas* sp₅) equivalendo a 66,7% do total de táxons para este grupo (Apêndice B).

Das 5 espécies de clorofíceas identificadas durante todo o período de estudo, 3 ocorreram no ponto 1, sendo que *Scenedesmus quadricauda* foi exclusiva a este ponto (Apêndice B).

Para o ponto 2, o fitoplâncton teve a riqueza de espécies variando de 58 (jan./03) a 96 (maio/02). Esteve composto por 164 táxons, distribuídos em 125 diatomáceas (equivalente a 76,2% do total registrado no ponto 2), 13 cianobactérias, com maior representatividade comparativa a todos os pontos, 13 dinoflagelados, 11 euglenofíceas, 1 crisofícea e 1 clorofícea (Apêndice B e Tab. 3).

Das 11 euglenofíceas ocorrentes no ponto 2, 6 estiveram restritas a este ponto (*Euglena acus* var. *rigida*, *Euglena* sp₃, *Euglena* sp₄, *Phacus orbicularis*, *Phacus* sp₂ e *Strombomonas* sp₄) equivalendo a 54,5% do total de táxons para este grupo (Apêndice B).

No ponto 3 a flora fitoplanctônica variou de 55 (nov./02 e jan./03) a 88 espécies (maio/02). Esteve representada por 136 táxons, os quais estiveram distribuídos em 107 diatomáceas (equivalente a 78,7% do total registrado no ponto 3), 14 dinoflagelados, com maior representatividade comparativa a todos os pontos, 11 cianobactérias, 2 euglenofíceas, 1 crisofícea e 1 clorofícea (Apêndice B e Tab. 3).

No ponto 4, a riqueza de espécies variou de 42 (nov./02) a 78 espécies (set./02). A flora do fitoplâncton esteve representada por 136 táxons genéricos e infragenéricos, correspondendo a 62,1% do total de táxons identificados no Golfão Maranhense, distribuídos entre 118 diatomáceas (equivalente a 86,8% do total registrado no ponto 1), 13 dinoflagelados, 2 cianobactérias, com a menor representatividade comparativa a todos os pontos, 2 clorofíceas, 1 crisofícea e nenhuma euglenofícea (Apêndice B e Tab. 3).

Tabela 3. Distribuição dos táxons identificados nos diferentes períodos estacionais, pontos amostrados e distintas baías.

GRUPOS	Nº spp.	Período chuvoso	Período estiagem	P1	P2	P3	P4	Baía S. Marcos	Baía S. José
Cyanophyta	17	05	14	10	13	11	02	17	02
Euglenophyta	19	16	07	12	11	02	--	19	--
Dinophyta	20	13	18	11	13	14	13	18	14
Bacillariophyta	157	149	135	127	125	107	118	152	118
Chrysophyta	01	01	01	01	01	01	01	01	01
Chlorophyta	05	02	03	03	01	01	02	03	02
TOTAL	219	186 (84,9%)	178 (85,4%)	164 (74,9%)	164 (74,9%)	136 (62,1%)	136 (62,1%)	210 (95,9%)	137 (62,6%)

As duas clorofíceas ocorrentes no ponto 4, *Eudorina* sp. e *Pediastrum simplex* foram exclusivas para este ponto (Apêndice B).

A única crisofícea identificada no Golfão Maranhense foi *Dictyocha fibula*, que ocorreu em todos os meses de coleta, em ambos períodos estacionais e nos 4 pontos amostrados.

7.4.3 Abundância relativa dos táxons

Dos 219 táxons identificados ao longo deste estudo, 136 foram contabilizados durante a contagem dos 100 primeiros indivíduos observados nas amostras de rede, equivalentes ao microfitoplâncton, os quais estiveram distribuídos em 89 diatomáceas, 18 dinoflagelados, 14 cianobactérias, 10 euglenofíceas, 4 clorofíceas e 1 crisofícea.

Dentre os representantes que compõem o fitoplâncton no Golfão Maranhense evidenciou-se o predomínio das diatomáceas, não ocorrendo espécies **dominantes** para as amostras coletadas com rede. Foi enquadrada na categoria de **abundante** apenas a espécie *Thalassiosira subtilis*, atingindo percentual de 42% em nov./02 no ponto 4 (Apêndice C).

Em relação às espécies **pouco abundantes**, ocorreram 8 táxons (Apêndice C), distribuídos da seguinte maneira:

- ponto 1 identificaram-se *Cyclotella stylum* com percentual de 19% em mar./03, *Melosira nummuloides* com 20% de contribuição em jan./03, *Skeletonema tropicum* com 11% em jul./02 e *Synedra tabulata* com 15 e 12% para os meses de maio/02 e nov./02, respectivamente.
- ponto 2 contabilizaram-se *Coscinodiscus oculus-iridis* e *C. stylum*, ambas espécies em jan./03, *M. nummuloides* com 13 e 12% para os meses de set./02 e mar./03, respectivamente e *Odontella mobiliensis* com contribuição de 11% em jan./03.

- ponto 3 destacaram-se *C. stylorum* contribuindo com 12% das espécies em maio/02, *O. mobiliensis* com 17% em jan./03, *S. tropicum* com 14% em set./02 e *Thalassiosira eccentrica* com 12% no mês de nov./02.

- ponto 4 foram identificadas as microalgas *Paralia sulcata* com 11% em jul./02, *T. eccentrica* em mar./03 e *S. tropicum* com 25, 11 e 15% para os meses de set./02, jan./02 e mar./03, respectivamente.

Dos 136 contabilizados da abundância relativa, 127 (o equivalente a 93,4%) foi enquadrada na categoria de espécies **raras** (Apêndice C).

7.4.4 Frequência de ocorrência dos táxons

Quanto à frequência de ocorrência dos representantes do microfitoplâncton identificados nos quatro pontos de amostragem, a partir das amostras quali-quantitativas, observou-se que o maior número de táxons foi enquadrado na categoria de pouco frequente, correspondendo a 38%, seguido de espécies de ocorrência esporádica, equivalente a 33%; as muito frequentes contribuíram com 17% e com menor representatividade a categoria de frequentes, correspondendo a 12% (Fig. 31).

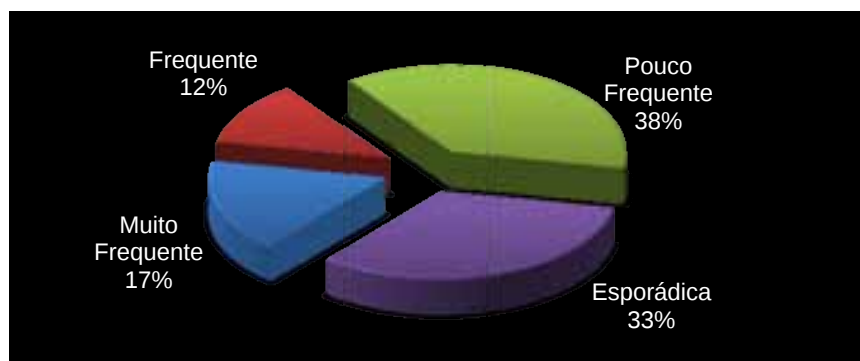


Figura 31. Distribuição percentual das categorias de Frequência de ocorrência dos táxons identificados no Golfão Maranhense.

Foram contabilizados 36 táxons classificados como **muito frequente**, sendo 35 pertencentes à Divisão Bacillariophyta e 1 à Divisão Chrysophyta e destes, 22 apresentaram contribuição entre 98 e 71% (Fig. 32). Destaca-se o enquadramento, nesta categoria, de 14 espécies que ocorreram em 100% das amostras (Fig. 32): *Actinopterychus senarius* (Prancha 1, fig. A), *Bellerochea malleus* (Prancha 1, fig. B), *Coscinodiscus oculus-iridis* (Prancha 1, fig. C), *Cyclotella stylorum* (Prancha 1, fig. D), *Ditylum brightwelli* (Prancha 1, fig. E), *Melosira nummuloides* (Prancha 1, fig. F₁₋₂), *Nitzschia fasciculata* (Prancha 2, fig. G), *Odontella mobiliensis* (Prancha 2, fig. H), *Paralia sulcata* (Prancha 2, fig. I₁₋₂), *Skeletonema tropicum* (Prancha 2, fig. J), *Synedra tabulata* (Prancha 2, fig. K), *Thalassionema frauenfeldii* (Prancha 3, fig. L₁₋₃), *Thalassiosira subtilis* (Prancha 3, fig. M) e *Tryblipterychus cocconeiformis* (Prancha 3, fig. N) (Apêndice D).

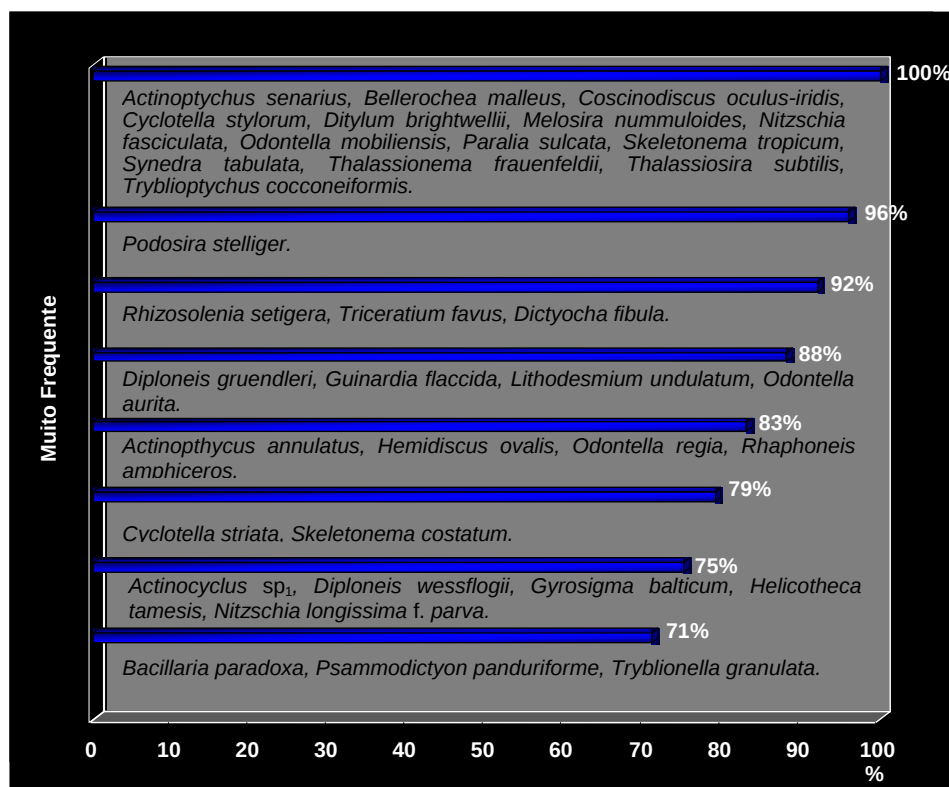


Figura 32. Frequência de ocorrência dos táxons do microfitoplâncton enquadrados na categoria de muito frequente no Golfão Maranhense.

Os táxons considerados **frequente** contribuíram com 27 representantes, sendo 25 referentes à Divisão Bacillariophyta e apenas 2 à Dinophyta. O valor mais representativo para esta categoria foi a Frequência de ocorrência em 50%, com 9 táxons (Fig. 33).

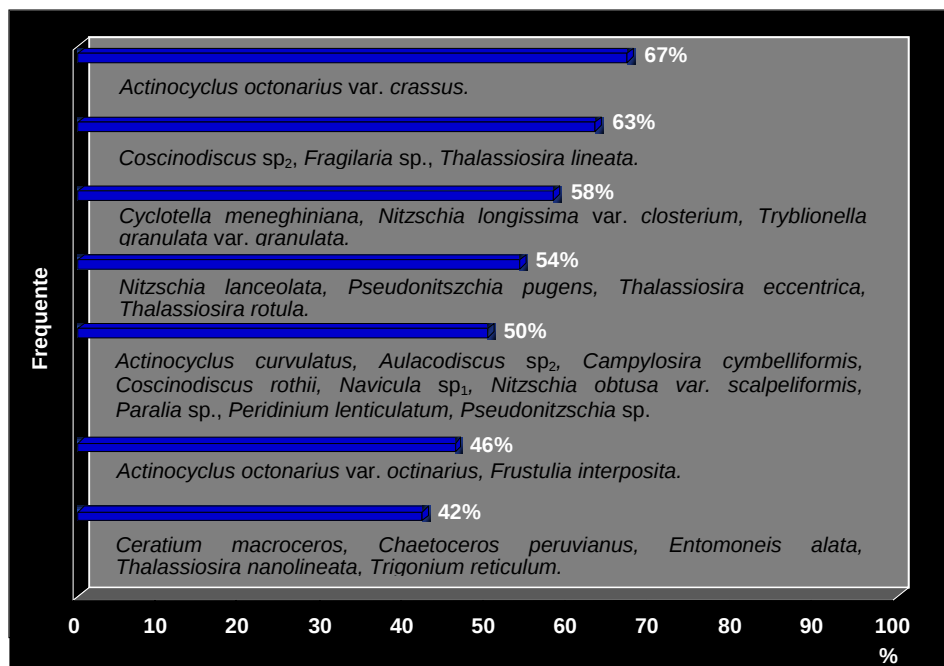


Figura 33. Frequência de ocorrência dos táxons do microfitoplâncton enquadrados na categoria de frequente no Golfão Maranhense.

Para o grupo classificado como **pouco frequente** constatarem-se 84 táxons divididos em 65 representantes da Divisão Bacillariophyta, 10 Dinophyta, 6 Cyanophyta, 2 Euglenophyta e 1 Chlorophyta. A maior contribuição para esta categoria foi a Frequência de ocorrência em 13%, com 18 táxons (Fig. 34).

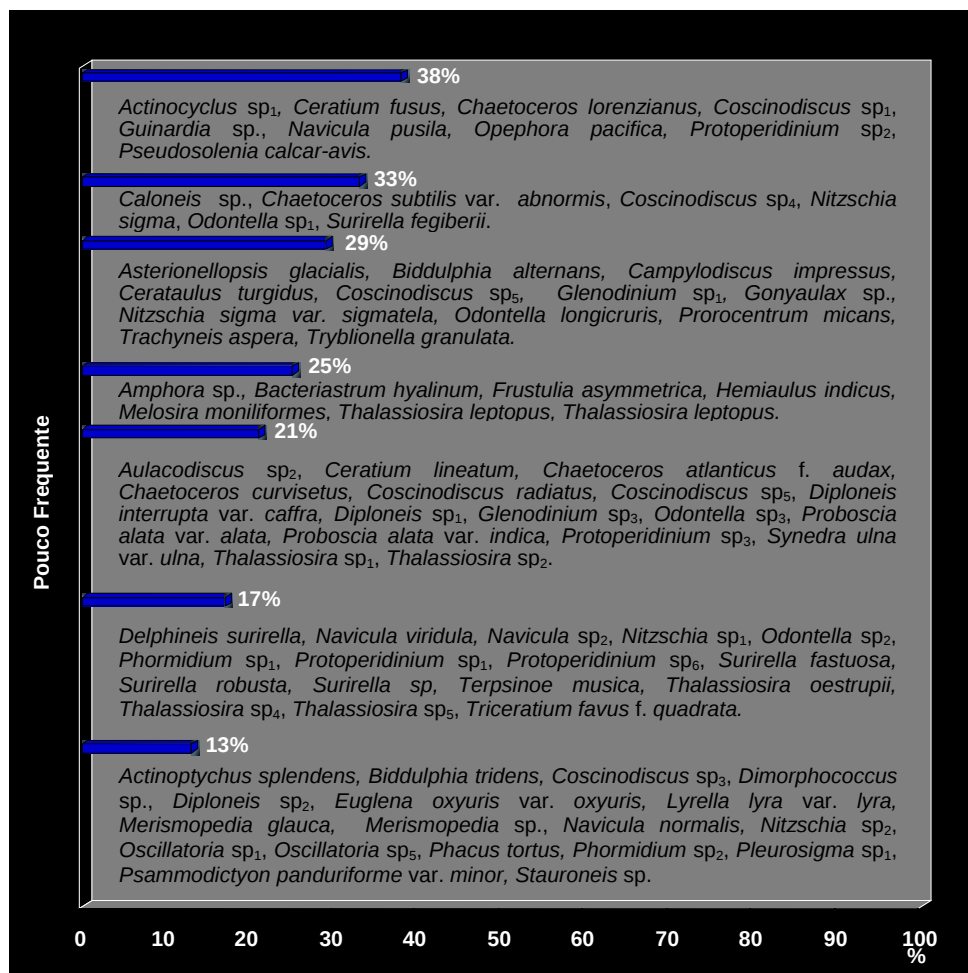


Figura 34. Frequência de ocorrência dos táxons do microfitoplâncton enquadrados na categoria de pouco frequente no Golfão Maranhense.

Com frequência inferior a 10%, encontram-se os táxons classificados na categoria **esporádica**, que contribuiu com 72 representantes. Destes, 36 foram enquadrados no percentual referente a 8%, divididos em 16 táxons pertencentes ao grupo das Bacillariophyta, 10 às Cyanophyta, 6 às Euglenophyta e 4 às Cyanophyta. Os 36 táxons restantes contabilizaram 4% na Frequência de ocorrência e estiveram representados por 32 algas pertencentes à Divisão Bacillariophyta, 16 à Euglenophyta, 12 à Cyanophyta, 9 à Dinophyta e 3 à Divisão Chlorophyta (Fig. 35).

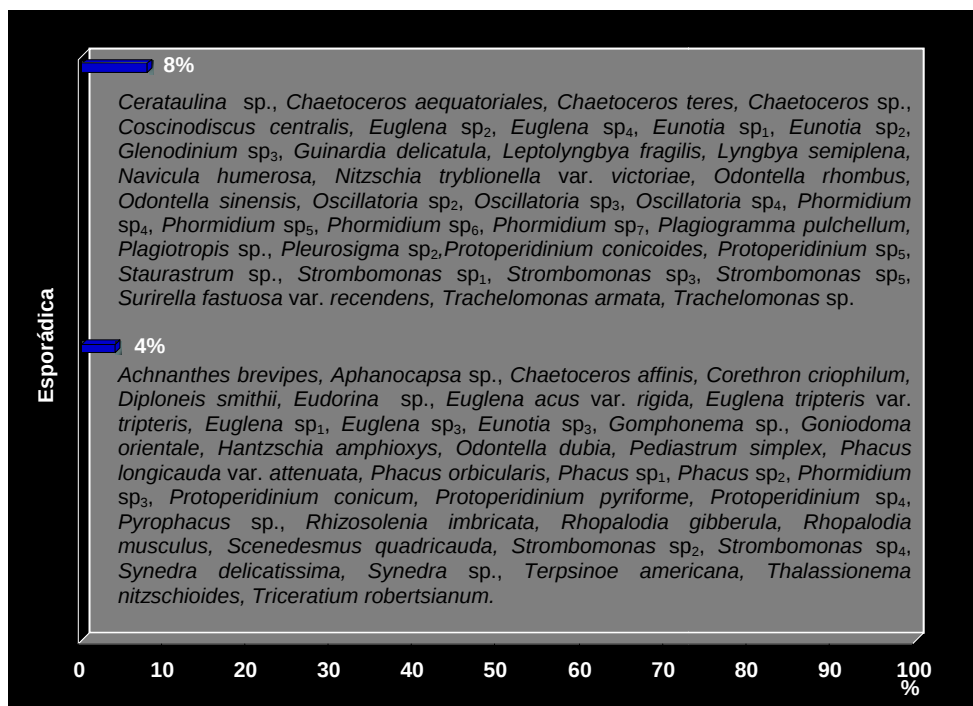


Figura 35. Frequência de ocorrência dos táxons do microfitoplâncton enquadrados na categoria de esporádica no Golfão Maranhense.

7.4.5 Considerações ecológicas da ficoflórula

Os táxons infragenéricos no Golfão Maranhense foram enquadrados, conforme trabalhos pretéritos, nas seguintes categorias de espécies: marinhas planctônicas (subdivididas em neríticas e oceânicas), ticoplanctônicas, estuarinas e de água doce.

Os táxons da categoria de marinha planctônica constituíram a maior parcela do microfitoplâncton, com percentual de 48,5% (Fig. 36), o que corresponde a 67 táxons identificados. Para as marinhas planctônicas neríticas ocorreram 45 representantes, equivalentes a 32,6%; destes, 39 foram do grupo das diatomáceas, 5 dos dinoflagelados e 1 das crisofíceas. Para as marinhas planctônicas oceânicas ocorreram 22 táxons, correspondendo a 15,9% (Fig. 36), sendo 19 diatomáceas e 3 dinoflagelados (Quadro 2).

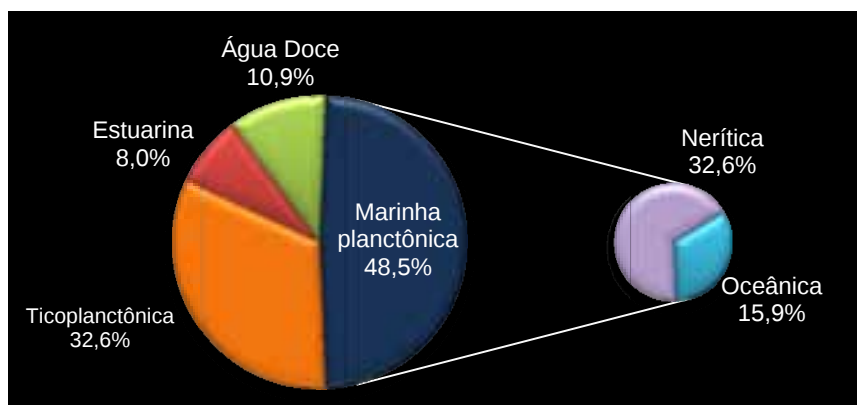


Figura 36. Distribuição percentual quanto aos dados ecológicos dos táxons infragenéricos, identificados no Golfão Maranhense.

As espécies enquadradas como ticoplanctônicas corresponderam a 35,6% representadas por 45 táxons do grupo das diatomáceas. Em relação aos táxons de água doce, esta categoria contabilizou percentual de 10,9%, com 15 táxons identificados (Fig. 36 e Quadro 2). A menor parcela esteve constituída pela categoria de espécies estuarinas, com 8,0% (Fig. 36), o que corresponde a 11 táxons, sendo representada apenas pelo grupo das diatomáceas (Quadro 2).

Quadro 2. Classificação ecológica dos táxons encontrados no Golfão Maranhense.

CATEGORIA	NÚMERO DE TÁXONS	%	TÁXONS
MARINHA PLANCTÔNICA	67 (48,5%)		
	NERÍTICA	45	32,6
	OCEÂNICA	22	15,9
TICOPLANCTÔNICA	45	32,6	<i>Actinocyclus octonarius</i> var. <i>crassus</i> , <i>Actinocyclus octonarius</i> var. <i>octonarius</i> , <i>Asterionellopsis glacialis</i> , <i>Bellerochea malleus</i> , <i>Biddulphia tridens</i> , <i>Campylodiscus impressus</i> , <i>Chaetoceros aequatorialis</i> , <i>Chaetoceros atlanticus</i> f. <i>audax</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>abnormis</i> , <i>Chaetoceros teres</i> , <i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> , <i>Coscinodiscus radiatus</i> , <i>Coscinodiscus rothii</i> , <i>Dictyocha fibula</i> , <i>Diploneis interrupta</i> , <i>Diploneis smithii</i> , <i>Diploneis wessflogii</i> , <i>Ditylum brightwellii</i> , <i>Goniodoma orientale</i> , <i>Guinardia delicatula</i> , <i>Guinardia flaccida</i> , <i>Helicotheca tamesis</i> , <i>Hemiaulus indicus</i> , <i>Hemidiscus ovalis</i> , <i>Lithodesmium undulatum</i> , <i>Nitzschia fasciculata</i> , <i>Odontella dubia</i> , <i>Odontella longicruris</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Odontella regia</i> , <i>Odontella sinensis</i> , <i>Peridinium lenticulatum</i> , <i>Plagiogramma pulchellum</i> , <i>Podosira stelliger</i> , <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Protoperidinium conicoides</i> , <i>Protoperidinium conicum</i> , <i>Protoperidinium pyriforme</i> , <i>Pseudonitzschia pungens</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i> , <i>Synedra delicatissima</i> , <i>Synedra tabulata</i> , <i>Thalassiosira rotula</i> .
ESTUARINA	11	8,0	<i>Achnanthes brevipes</i> , <i>Actinocyclus curvulatus</i> , <i>Actinopterychus annulatus</i> , <i>Actinopterychus senarius</i> , <i>Actinopterychus splendens</i> , <i>Bacillaria paradoxa</i> , <i>Biddulphia alternans</i> , <i>Campylosira cymbelliformis</i> , <i>Cerataulus turgidus</i> , <i>Cyclotella stylorum</i> , <i>Diploneis gruendleri</i> , <i>Entomoneis alata</i> , <i>Lyrella lyra</i> var. <i>lyra</i> , <i>Melosira moniliformis</i> , <i>Melosira nummuloides</i> , <i>Navicula humerosa</i> , <i>Navicula normalis</i> , <i>Navicula pusilla</i> , <i>Navicula viridula</i> , <i>Nitzschia lanceolata</i> , <i>Nitzschia longissima</i> var. <i>closterium</i> , <i>Nitzschia longissima</i> f. <i>parva</i> , <i>Nitzschia sigma</i> , <i>Nitzschia sigma</i> var. <i>sigmatella</i> , <i>Nitzschia tryblionella</i> var. <i>victoriae</i> , <i>Odontella aurita</i> , <i>Odontella rhombus</i> , <i>Opephora pacifica</i> , <i>Paralia sulcata</i> , <i>Psammodictyon panduriforme</i> , <i>Psammodictyon panduriforme</i> var. <i>minor</i> , <i>Surirella fastuosa</i> , <i>Surirella fastuosa</i> var. <i>recedens</i> , <i>Surirella febigerii</i> , <i>Surirella robusta</i> , <i>Terpsinoe americana</i> , <i>Terpsinoe musica</i> , <i>Trachyneis aspera</i> , <i>Triceratium favus</i> , <i>Triceratium favus</i> f. <i>quadrata</i> , <i>Triceratium robertsonianum</i> , <i>Trigonium reticulum</i> , <i>Tryblionella granulata</i> , <i>Tryblionella granulata</i> var. <i>granulata</i> , <i>Tryblionella granulata</i> var. <i>hyalina</i> .
ÁGUA DOCE	15	10,9	<i>Cyclotella striata</i> , <i>Delphineis surirella</i> , <i>Frustulia asymmetrica</i> , <i>Frustulia interposita</i> , <i>Gyrosigma balticum</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Nitzschia obtusa</i> var. <i>scalpeliformis</i> , <i>Rhaphoneis amphiceros</i> , <i>Rhopalodia gibberula</i> , <i>Thalassiosira subtilis</i> , <i>Tryblionella cocconeiformis</i> .

7.4.6 Biomassa fitoplanctônica (clorofila a)

Os valores de clorofila a mostraram relação com os períodos estacionais, com a maior concentração no período de estiagem, especialmente nos meses de set./02 e nov./02. A biomassa total variou de 1,92 (jul./02, ponto 3) a 72,23 mg.m⁻³ (nov./02, ponto 1), típico de ambiente eutrófico. O ponto 3 obteve os maiores valores em 66,7% das amostras analisadas (Apêndice E e Fig. 37).

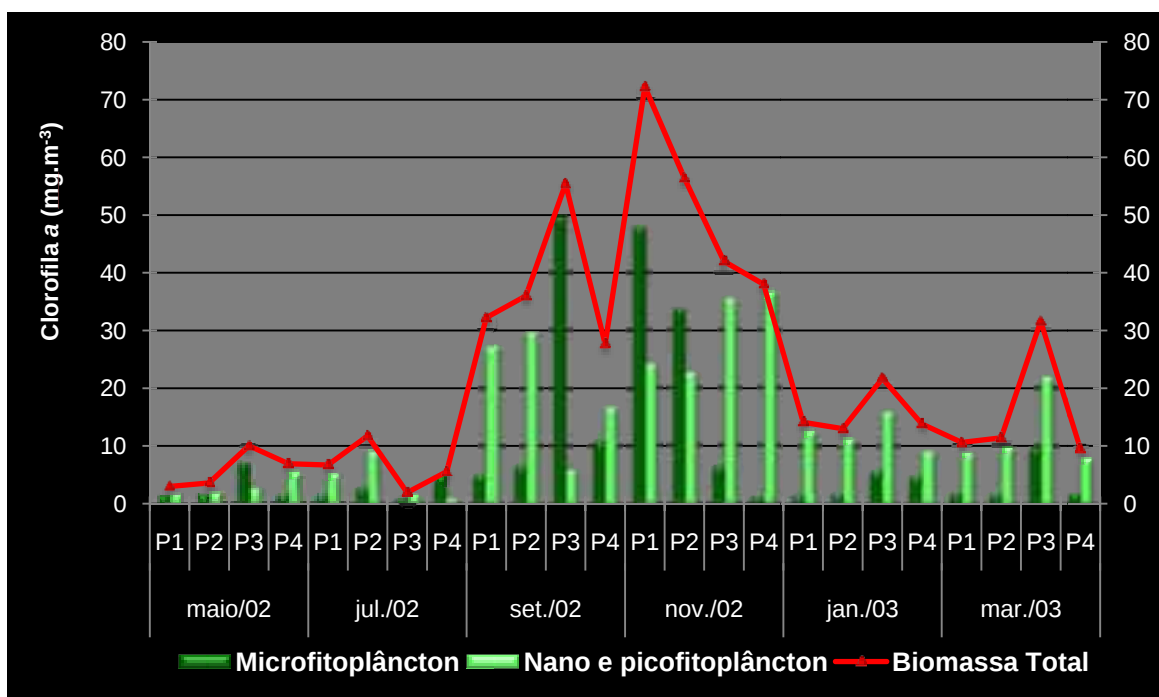


Figura 37. Variação espacial e temporal do microfitoplâncton, nano e picofitoplâncton (mg.m⁻³), em barras e biomassa total (mg.m⁻³) em linha no Golfão Maranhense.

Com relação aos valores de biomassa fracionada, identificou-se uma maior contribuição do nano/picofitoplâncton, com valores superiores a 60% em 83% das amostras. A variação no fracionamento foi de 0,86 (15%), em jul./02 a 36,80 mg.m⁻³ (97%), em nov./02, ambos no ponto 4, enquanto que o microfitoplâncton variou de 0,60 mg.m⁻³ (31%), em jul./02 a 36,80 mg.m⁻³ (90%), em set./02, ambos no ponto 3 (Apêndice E e Fig. 38).

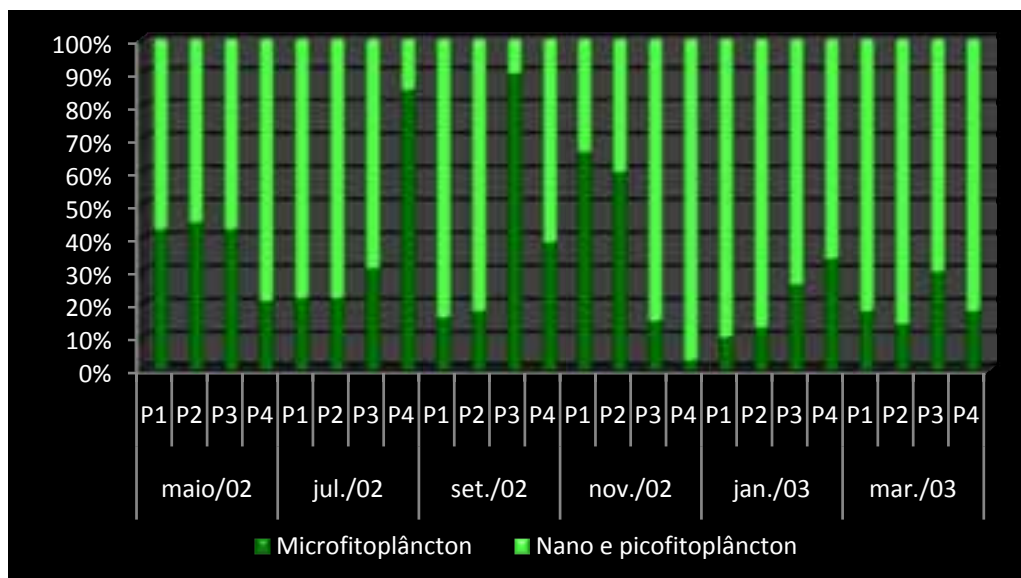


Figura 38. Contribuição do microfitoplâncton, nano e picofitoplâncton (%) no Golfão Maranhense.

7.4.7 Densidade fitoplanctônica

A densidade fitoplanctônica, contabilizada a partir das amostras de garrafa, não apresentou variações temporais, sendo maior no final do período chuvoso e início da estiagem (maio/02 e jul./02), oscilando entre 45.195 cels.L⁻¹ (nov./02, ponto 2) e 1.161.000 cels.L⁻¹ (jul./02, ponto 4) (Fig. 39, Tabela 4 e Apêndice E).

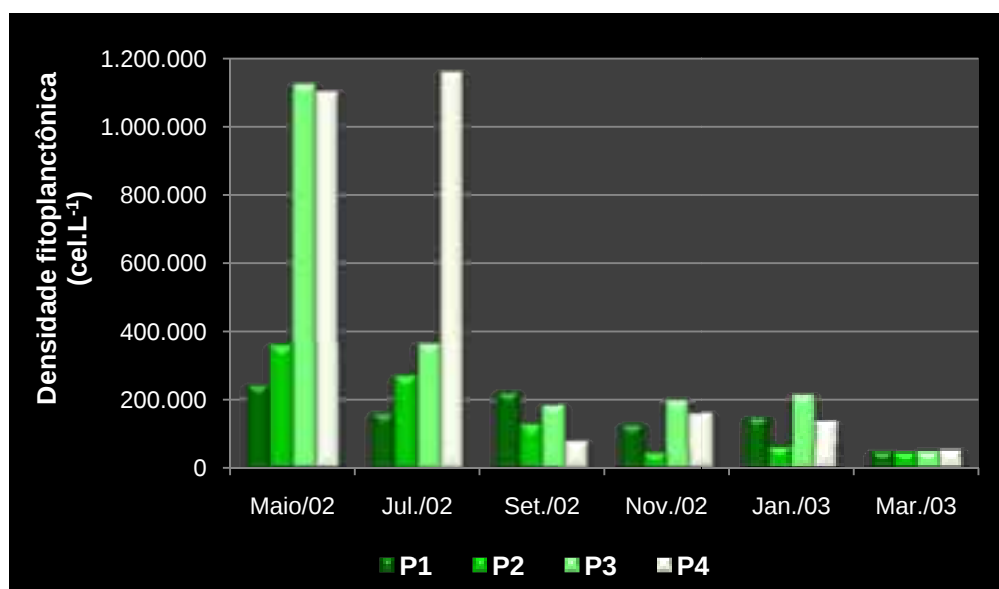


Figura 39. Variação espacial e temporal da densidade fitoplanctônica (cels.L⁻¹) no Golfão Maranhense.

Analisando os valores médios de densidade fitoplanctônica observou-se que o ponto 2 (151.814 cels.L⁻¹) e o mês de mar./03 (49.329 cels.L⁻¹) apresentaram menores valores, já o ponto 4 (448.355 cels.L⁻¹) e o mês de maio/02 (701.177 cels.L⁻¹) registraram maior densidade (Tabela 4).

Tabela 4. Valores totais e médias de densidade fitoplanctônica (cels.L⁻¹), por ponto e mês de coleta, no Golfão Maranhense.

	maio/02	jul./02	set./02	nov./02	jan./03	mar./03	MÉDIA
P1	214.871	161.518	223.773	129.781	146.490	49.621	154.342
P2	360.102	268.584	129.041	45.195	61.755	46.206	151.814
P3	1.126.736	365.142	184.733	203.090	213.921	49.218	357.140
P4	1.103.000	1.161.000	77.929	162.485	133.487	52.229	448.355
MÉDIA	701.177	489.061	153.869	135.138	138.913	49.329	

Nas contagens da densidade fitoplanctônica houve participação expressiva do grupo das Bacillariophyta, seguido de Dinophyta e em menor concentração as Euglenophyta. Não foi registrada a presença dos demais grupos observados nas amostras de garrafa.

Quanto às espécies que ocorreram em percentual superior ou igual a 10% foram identificados 14 táxons, sendo que *Skeletonema tropicum* (Apêndice D, Prancha 2, fig. J) ocorreu em 45,8%, *Cyclotella stlorum* (Apêndice D, Prancha 1, fig. D) em 37,5% e *Thalassiosira subtilis* (Apêndice D, Prancha 3, fig. M) em 33,3% das amostras analisadas (Apêndice F). Dos 11 táxons infraespecíficos identificados na densidade fitoplanctônica, 5 foram enquadrados na classificação ecológica como marinhos planctônicos oceânicos, 3 marinhos planctônicos neríticos e 3 ticoplanctônicos.

7.4.8 Índices Específicos

7.4.8.1 Diversidade

Os índices de diversidade específica, calculados a partir das amostras de garrafa, indicaram que a comunidade microfitoplanctônica esteve caracterizada por uma média diversidade, variando entre 2 e 3 bits.cel⁻¹ (75% das amostras), em todo o período de estiagem e parte do período chuvoso, baixa diversidade em 17% das amostras, durante o mês de maio/02. A diversidade foi considerada elevada em mar/03, no ponto 1 (3,10 bits.cel⁻¹) e muito baixa em jan./03, no ponto 1 (0,64 bits.cel⁻¹) devido ao reduzido número

de espécies contabilizadas (apenas 7) e predomínio das espécies *Skeletonema tropicum*, *Thalassiosira subtilis*, *Synedra tabulata* e *Glenodinium* sp₂ (Apêndices E e Fig. 40).

Na distribuição espacial observou-se um gradiente crescente de diversidade do ponto 1 para o 3 em set./02 e jan./03, do ponto 1 ao 4 em mar./03 e do ponto 2 ao 4 em maio/02, em contrapartida, constatou-se decréscimo da diversidade específica do ponto 2 ao 4 em jul./02 e nov./02 (Fig. 40).

Em 4 das 6 coletas bimestrais feitas ao longo do Golfão Maranhense, o ponto 2 (jul./02 e nov./02) e o ponto 3 (set./02 e jan./03) apresentaram os maiores valores de diversidade e em 3 das 6 coletas, o ponto 1 (set./02, jan./03 e mar./03) registrou os menores valores para o índice de diversidade (Fig. 40).

7.4.8.2 Equitabilidade

Os valores de equitabilidade, nos 4 pontos de coleta, em ambos períodos estacionais, variaram de 0,33 em jan./03 (ponto 1) a 0,91 em mar./03 (ponto 4), portanto, em 21 (equivalendo a 88%) das 24 amostras analisadas, os valores foram superiores a 0,5, evidenciando que a ficoflórula planctônica na área estudada, caracterizou-se por uma distribuição uniforme, não sendo possível observar grandes variações espaciais e temporais (Apêndice E e Fig. 40).

Em 4 das 6 coletas bimestrais feitas ao longo do Golfão Maranhense, o ponto 1 (maio/02 e nov./02) e o ponto 2 (jul./02 e set./02) apresentaram os maiores valores de diversidade e em metade das coletas, o ponto 1 (set./02, jan./03 e mar./03) registrou os menores valores para a equitabilidade (Fig. 40).

7.4.8.3 Riqueza

O microfitoplâncton da área estudada esteve caracterizado por uma alta riqueza de espécies, tendo em vista que foi superior a 5,0 em 16 (67%) das 24 amostras, variando de 1,29 (jan./03) a 6,89 (set./02), ambos no ponto 1 (Apêndice E e Fig. 40).

Com relação à distribuição espacial observou-se um gradiente crescente de riqueza do ponto 1 ao 2 em jan./03 e mar./03 e do ponto 2 ao 4 em maio/02, em contrapartida, constatou-se decréscimo da riqueza do ponto 1 ao 2 e do 3 ao 4 em set./02 e nov./02 e do ponto 1 ao 4 em jul./02 e nov./02 (Fig. 40).

Em 3 das 6 coletas bimestrais feitas ao longo do Golfão Maranhense, o ponto 1 (maio/02, jul./02 e set./02) apresentou os maiores valores de riqueza e o ponto 2 (maio/02, set./02 e nov./02) registrou os menores valores para a riqueza de espécies (Fig. 40).

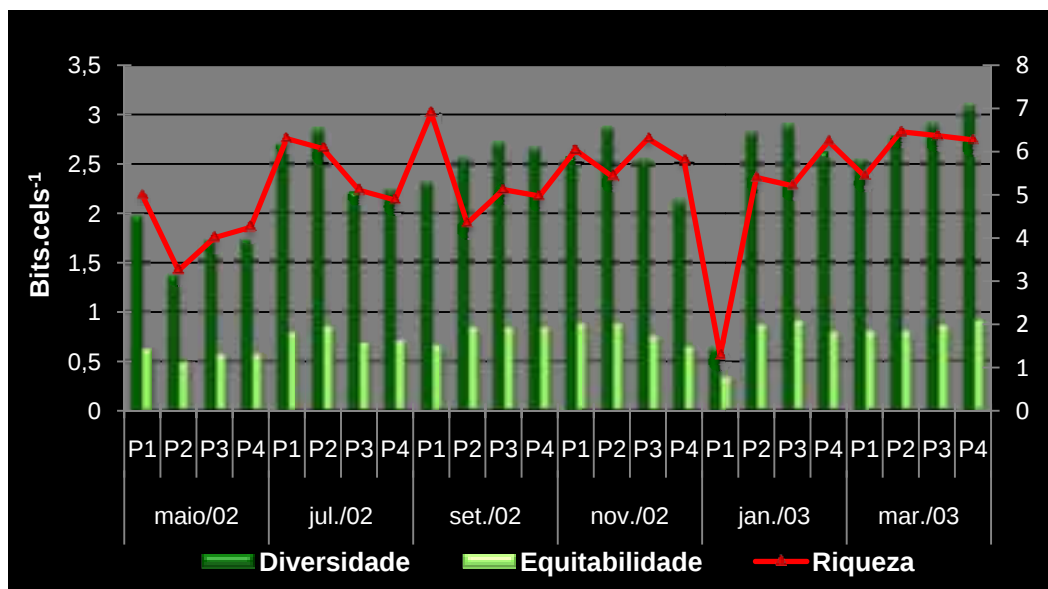


Figura 40. Índices de medida da diversidade específica (bits.cel^{-1}), equitabilidade e riqueza do microfitoplâncton, no Golfão Maranhense.

7.5 Análise Estatística

7.5.1 Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento por espécie teve índice de ajustamento dos dados por análise cofenética de $r = 0,75$, demonstrando, portanto, o ajustamento dos grupos formados.

Através do dendrograma foi possível visualizar quatro grupos distintos, conforme os dados ecológicos das espécies. Grupo 1: reuniu a maioria dos táxons, predominando as espécies neríticas e ticoplanctônicas; grupo 2: segundo menor grupo; agregou grande parte dos representantes de água doce; grupo 3: menor de todos os grupos; associou as espécies oceânicas e grupo 4: segundo maior grupo; reuniu as espécies enquadradas como planctônicas, tanto neríticas quanto oceânicas (Fig. 41).

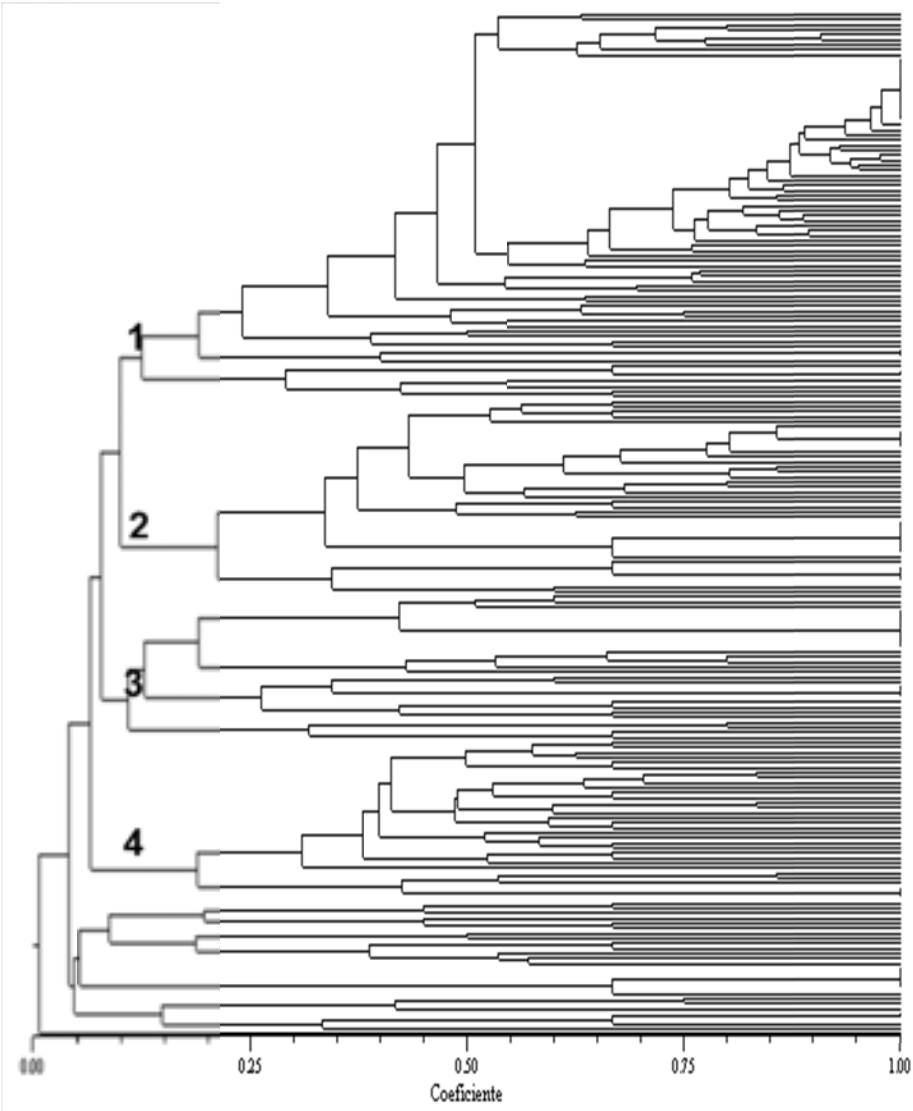


Figura 41. Análise R de agrupamento das espécies identificadas no Golfão Maranhense.

GRUPO	TÁXONS
1	<i>Achnanthes brevipes</i> , <i>Actinocyclus curvulatus</i> , <i>Actinocyclus octonarius</i> var. <i>crassus</i> , <i>Actinocyclus octonarius</i> var. <i>octonarius</i> , <i>Actinopterychus annulatus</i> , <i>Actinopterychus splendens</i> , <i>Bacillaria paradoxa</i> , <i>Belleriochea malleus</i> , <i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Cyclotella stylum</i> , <i>Diploneis wessflogii</i> , <i>Ditylum brightwellii</i> , <i>Diploneis gruendleri</i> , <i>Guinardia flaccida</i> , <i>Helicotheca tamesis</i> , <i>Lithodesmium undulatum</i> , <i>Melosira nummuloides</i> , <i>Nitzschia fasciculata</i> , <i>Nitzschia lanceolata</i> , <i>Nitzschia longissima</i> var. <i>closterium</i> , <i>Nitzschia longissima</i> f. <i>parva</i> , <i>Nitzschia sigma</i> , <i>Nitzschia sigma</i> var. <i>sigmatella</i> , <i>Odontella aurita</i> , <i>Odontella dubia</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Odontella regia</i> , <i>Paralia sulcata</i> , <i>Podosira stelliger</i> , <i>Protoperidinium conicum</i> , <i>Protoperidinium pyriforme</i> , <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Psammodictyon panduriforme</i> , <i>Pseudonitzschia pungens</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i> , <i>Surirella fastuosa</i> , <i>Synedra tabulata</i> , <i>Terpsinoe americana</i> , <i>Terpsinoe musica</i> , <i>Thalassiosira rotula</i> , <i>Tryblionella granulata</i> , <i>Triceratium favus</i> , <i>Triceratium favus</i> f. <i>quadrata</i> .
2	<i>Aphanocapsa</i> sp., <i>Euglena acus</i> var. <i>rigida</i> , <i>Euglena oxyuris</i> var. <i>oxyuris</i> , <i>Euglena tripteris</i> var. <i>tripteris</i> , <i>Euglena</i> sp ₁ , <i>Euglena</i> sp ₂ , <i>Gomphonema</i> sp., <i>Leptolyngbya fragilis</i> , <i>Lyngbya semiplena</i> , <i>Merismopedia glauca</i> , <i>Merismopedia</i> sp., <i>Pediastrum simplex</i> , <i>Phacus longicauda</i> var. <i>attenuata</i> , <i>Phacus orbicularis</i> , <i>Phacus tortus</i> , <i>Rhopalodia musculus</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Strombomonas</i> sp ₁ , <i>Strombomonas</i> sp ₂ , <i>Synedra ulna</i> var. <i>ulna</i> .
3	<i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Proboscia alata</i> var. <i>alata</i> , <i>Proboscia alata</i> var. <i>indica</i> , <i>Rhizosolenia imbricata</i> , <i>Thalassiosira eccentrica</i> , <i>Thalassiosira nanolineata</i> , <i>Thalassiosira oestrupii</i> , <i>Thalassiosira subtilis</i> .
4	<i>Chaetoceros aequatorialis</i> , <i>Chaetoceros atlanticus</i> f. <i>audax</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Chaetoceros peruvianus</i> , <i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>abnormis</i> , <i>Corethron criophilum</i> , <i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> , <i>Coscinodiscus radiatus</i> , <i>Coscinodiscus rothii</i> , <i>Odontella longicruris</i> , <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> ,

A análise cofenética para a associação por ponto de coleta foi de $r = 0,84$, indicando um alto índice de correlação.

Pelo dendrograma houve formação de dois grandes agrupamentos distintos. Grupo 1: observou-se uma associação os pontos do mês de maio/02 para todos os pontos amostrados e grupo 2: demais pontos e meses de coleta (Fig. 42).

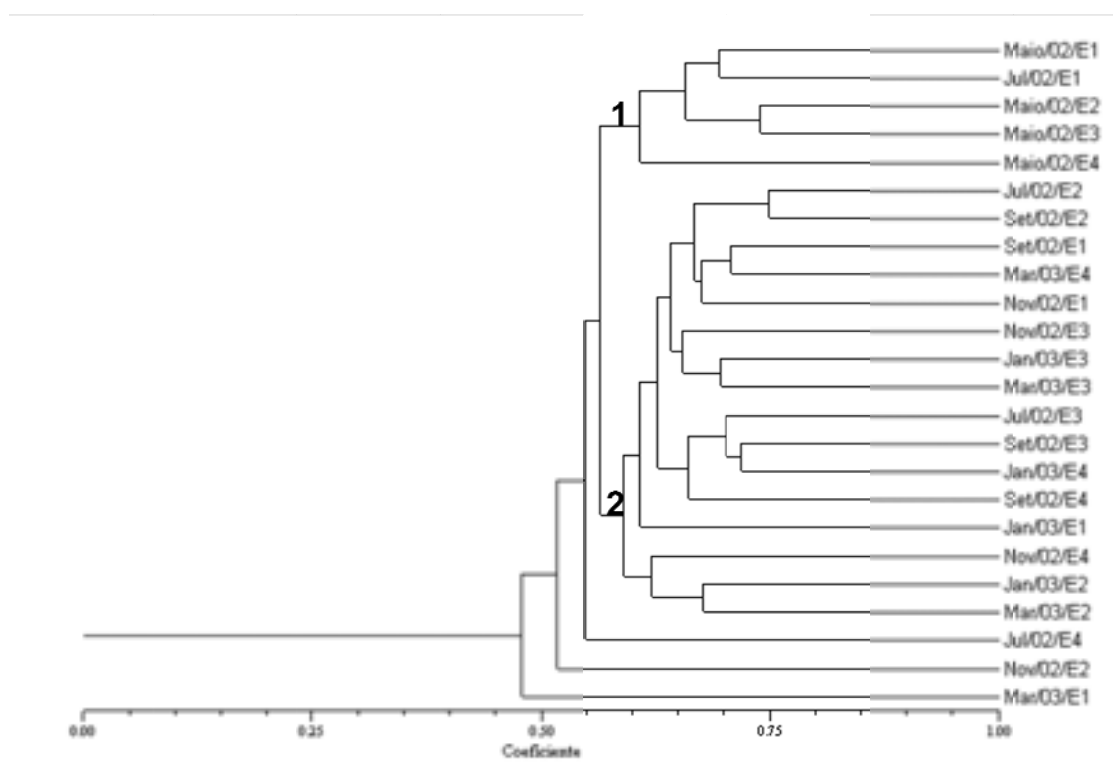


Figura 42. Análise Q de agrupamento dos pontos de coleta amostrados no Golfão Maranhense.

LEGENDA: primeira coluna - mês de coleta; segunda coluna - ano de coleta; terceira coluna – E – estações ou pontos de coleta; quarta coluna - localização da coleta.

7.5.2 Análise dos Componentes Principais (ACP)

De acordo com a ACP os três primeiros fatores explicaram 62,24% da variação dos dados: fator 1 explicou 30,33%, o fator 2 destacou 16,10% e o fator 3 explicou 15,81% da variação dos dados (Tab. 5).

O fator 1 explicou 30,33%, associando de forma direta a diatomácea *Cyclotella stylorum*, a biomassa fitoplanctônica total e fracionada com a salinidade, transparência da água e velocidade dos ventos, os quais tiveram relação inversa com a temperatura da água, pluviometria e com a taxa de saturação do oxigênio.

O fator 2 explicou 16,10% das variações dos dados, associando diretamente a diatomácea *Skeletonema tropicum* e a densidade fitoplanctônica com a altura das marés

e com a concentração de fosfato e relacionaram-se inversamente com concentração de nitrato, umidade relativa do ar e concentração de amônia.

O fator 3, por sua vez, explicou 15,81%, relacionando de maneira direta a diatomácea *Thalassiosira subtilis* ao pH da água, inversamente relacionada à radiação solar acumulada e à concentração de nitrito (Tab. 5).

Tabela 5. Análise dos componentes principais (ACP) da densidade, biomassa fitoplanctônica, espécies mais representativas em termos de densidade e variáveis ambientais no Golfão Maranhense.

Variáveis Ambientais	Abreviações na ACP	F1 30,33%	F2 16,10%	F3 15,81%
Biomassa total	BT	0,7197	0,0644	0,4845
Biomassa fracionada	BF	0,7219	0,1857	0,4514
Densidade	Dens	-0,3094	-0,6799	-0,0176
<i>Skeletonema tropicum</i>	S.trop	-0,3673	-0,7563	0,0231
<i>Cyclotella stylorum</i>	C.styl	0,7630	-0,0370	0,5022
<i>Thalassiosira subtilis</i>	T.subt	0,2496	0,2195	-0,5538
Altura da maré	Maré	0,2115	-0,7892	-0,0311
Temperatura da água	Temp	-0,6245	0,3114	-0,3941
Salinidade	Sal	0,8913	0,0262	-0,3397
Pluviometria	Pluv	-0,8499	-0,0061	0,1275
Radiação solar acumulada	Rad.Sol.	-0,0437	-0,1995	0,7828
Transparência da água	Secchi	0,6992	-0,0588	-0,4258
Velocidade do vento	Vento	0,5335	-0,2569	0,1730
Umidade relativa do ar	Umid	0,0968	0,5112	-0,4157
Oxigênio dissolvido	OD	-0,7015	-0,4478	-0,3428
Taxa de saturação do oxigênio	Txsat	-0,7793	-0,1331	0,4914
pH da água	pH	0,0117	0,1732	-0,4965
Concentração de amônia	Amônia	-0,5445	0,6172	0,4344
Concentração de nitrito	Nitrito	0,0610	0,1721	0,4151
Concentração de nitrato	Nitrato	0,3201	-0,0136	0,0493
Concentração de fosfato	Fosfato	0,4657	-0,7133	-0,2602

De acordo com a projeção bidimensional do primeiro e segundo fatores, do lado direito do observador, o grupo que rege as variações da biomassa total e fracionada, além de influenciar diretamente no aumento de células de *C. stylorum* são a salinidade, a transparência da água e a velocidade dos ventos, em ordem decrescente de importância no ambiente estuarino do Golfão Maranhense, relacionando-os ao déficit hídrico, com maiores valores de clorofila *a* no período de estiagem. Já do lado esquerdo do observador identificam-se os mais elevados índices pluviométricos correlacionados

diretamente com a taxa de saturação do oxigênio, temperatura, oxigênio dissolvido na água e amônia (Fig. 43).

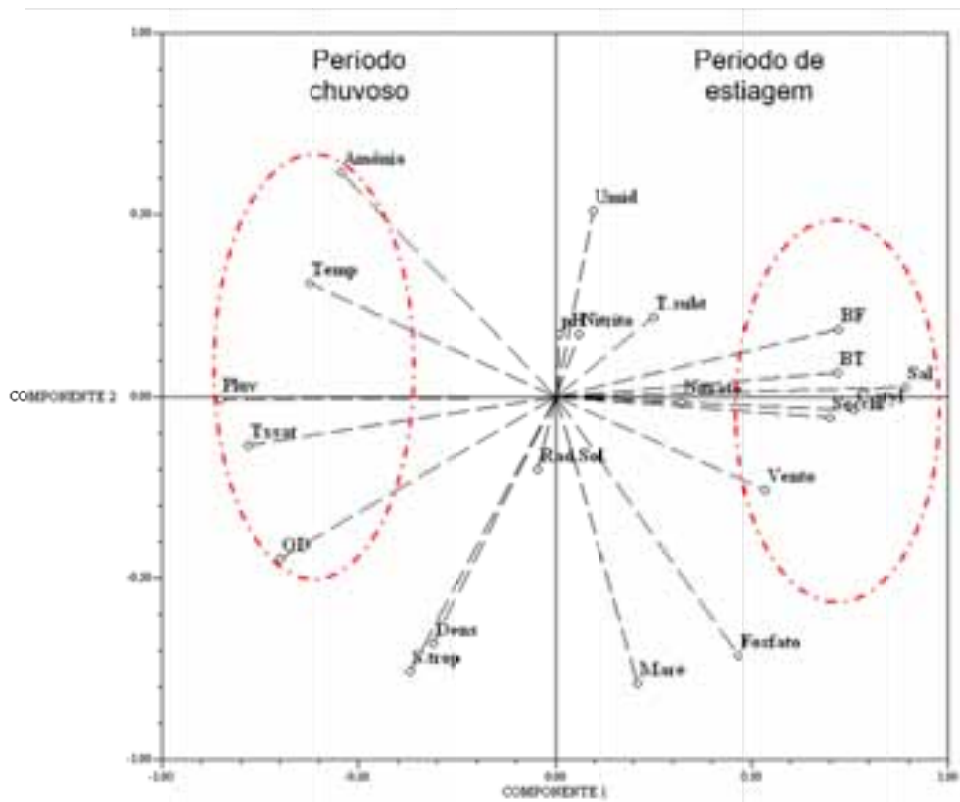


Figura 43. Contribuição da densidade, biomassa, parâmetros ambientais e espécies mais representativas em termos de densidade fitoplancônica, referente aos dois primeiros componentes principais, nos estuários do Golfão Maranhense.

7.5.3 Análise de variância bifatorial (ANOVA)

Foi realizada a análise de variância bifatorial (Two-Way ANOVA) com a finalidade de testar se há variação significativa nos dados de cada variável (biológica, física e química) relacionando-os aos dois fatores a serem testados (4 pontos de coleta e 2 períodos estacionais), ou seja, variação espacial ou temporal das amostras.

Dentre os fatores testados a ANOVA apontou diferenças significativas entre a amplitude de maré e a salinidade, que foram maiores durante o período de estiagem e o oxigênio dissolvido que foi maior no período chuvoso (Tab. 6).

Tabela 6. Valores significativos testados na ANOVA com relação à variação espacial-temporal das amostras coletadas no Golfão Maranhense.

Variáveis	ANOVA (F, P) 16gl			Resultado significativo
	Pontos	Período	Ponto * Período	
Amplitude de maré (m)	0,000	7,200	0,000	Maior na estiagem
	1,000	0,016	1,000	
Salinidade	1,647	7,515	0,805	Maior na estiagem
	0,218	0,014	0,509	
Oxigênio dissolvido (ml.L ⁻¹)	1,158	4,417	0,379	Maior no chuvoso
	0,356	0,052	0,769	

*0,05

8. DISCUSSÃO

Os estuários são ambientes costeiros de transição forçados por agentes locais influenciados pela ação dos eventos climáticos, oceanográficos, geológicos, hidrológicos, biológicos e químicos (MIRANDA *et al.*, 2002). Philips *et al.* (2002) citam, por exemplo, que os efeitos do aporte de nutrientes na abundância fitoplanctônica dependem de outros fatores que conduzem à diminuição ou aumento da biomassa, como disponibilidade de luz, sedimentação, morte e herbivoria.

Em áreas tropicais e sub-tropicais, pode-se inferir, que o regime pluviométrico parece ser o principal fator controlador da distribuição, abundância e dinâmica sazonal do fitoplâncton estuarino, muito embora, as condições sazonais dos ventos, diferenças nos aportes de material em suspensão, disponibilidade de nutrientes dissolvidos e pressão da herbivoria estejam entre os fatores causadores desses efeitos (SMAYDA 1983; SASSI, 1991; ESKINAZI-LEÇA *et al.*, 1997).

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

Na região do Golfão Maranhense constatou-se um padrão sazonal definido quanto à pluviometria, condicionando alterações nos parâmetros oceanográficos e observando-se um período de chuvas (janeiro a junho) aproximadamente dezessete vezes maior que o de estiagem (julho a dezembro), estando dentro dos padrões da normalidade para a região. Elevado volume de chuva nos meses de março e abril havia sido reportado por Rodrigues (2006) ao realizar estudo nas baías de São José, Cumã e São Marcos – MA. De acordo com a ACP, a precipitação pluviométrica correlacionou-se positivamente com o oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio, temperatura da água e amônia e inversamente com a transparência da água, salinidade, biomassa total e fracionada, velocidade dos ventos e com a espécie *Cyclotella stylonum*.

Os efeitos ecológicos da luz são consequência da forte absorção da radiação de determinados comprimentos de onda, especialmente da clorofila e carotenóides. Tais pigmentos absorvem radiação luminosa e as converte em energia química que quando absorvida pelas moléculas da clorofila, se utiliza na redução dos compostos de

carbono e sendo pelos carotenóides, se utiliza diretamente no processo de fotossíntese (MACÊDO *et al.*, 2004).

No Golfão Maranhense a radiação solar foi sempre bastante elevada durante todo o período de estudo, como era de se esperar, em se tratando de área tropical localizada em baixas latitudes. No entanto, a média constatada por Rodrigues (2006) ao estudar as baías de São José, Cumã e São Marcos – MA foi 2,5 vezes maior ($517,6 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) do que a constatada neste estudo ($204,3 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$).

O vento é uma força física que promove a aeração e a mistura das massas de água estuarina e costeira, podendo provocar a erosão dos gradientes verticais de salinidade, principalmente na entrada dos sistemas abrigados da influência local. Essa força também gera ondas e correntes de estuários com grande área superficial, intensificando a mistura vertical (MIRANDA *et al.*, 2002).

De acordo com Santos-Fernandes *et al.* (1998), a força dos ventos pode provocar ressurgências e que em locais com pequena profundidade, podem causar ressuspensão do sedimento alterando a produtividade fitoplanctônica. No Maranhão, os meses com maior registro de ventos são agosto, setembro e outubro. Os valores obtidos indicaram maior ação (velocidade média mais elevada) desse parâmetro no segundo semestre. A ação dos ventos na costa maranhense é bastante intensa atingindo valores de $51,1 \text{ m.s}^{-1}$ (RODRIGUES, 2006).

Segundo Pedersen *et al.* (1995), a velocidade mínima necessária para criar o envolvimento do fundo é estimada em 3 m.s^{-1} . No estuário do rio Sem, na Alemanha, a velocidade média de 6 m.s^{-1} foi considerada importante fator nos processos de ressuspensão (JONGE; BEUSEKOM, 1995). Neste trabalho a velocidade do vento atingiu $11,6 \text{ m.s}^{-1}$, com média de $8,5 \text{ m.s}^{-1}$, levando-se a crer que este parâmetro físico interferiu na baixa transparência da água observada durante todo o período de estudo.

A baixa amplitude térmica registrada neste estudo é compatível com outros trabalhos em áreas estuarinas, como o de Honorato-da-Silva *et al.* (2004) no estuário do rio Formoso – PE, Bastos *et al.* (2005) no estuário do rio Una – PE e Paiva *et al.* (2006) na baía do Guajará e foz do rio Guamá – PA, se devendo ao fato de que em estuários tropicais a temperatura é elevada, ocorrendo pequenas variações.

Em estudo realizado no estuário do rio Tibiri por Lavôr-Fernandes (1990) a média anual da temperatura do ar foi de $29,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e a amplitude térmica de $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, valores comparativamente superiores àqueles registrados neste trabalho, onde a média anual de $26,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e amplitude térmica de $1,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Em contrapartida Rodrigues (2006) constatou amplas variações de temperatura do ar em, com variações de $16,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ na baía de São José a $29,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ na baía de São Marcos.

De acordo com Kjerfve e Ferreira (1993) para a porção norte do Brasil, nas marés de sizígia da transição outono-inverno, a altura pode ser suficientemente grande para produzir o fenômeno da “pororoca”, como ocorre no rio Mearim, localizado na baía de São Marcos – MA. Nessa região, com maré semi-diurna, os intervalos de tempo entre a enchente e a vazante têm comportamento assimétrico, como se observa nos registros simultâneos de maré nas proximidades da boca do estuário em Itaqui.

O ciclo de marés exerce fundamental influência aos ambientes estuarinos em função da renovação da água, de sua composição química e das comunidades biológicas, como a entrada de espécies eurialinas promovida pelo aumento da salinidade (ODEBRECHT, 1988; FLORES-MONTES *et al.*, 2002). Acredita-se que com as hiper marés ocorrentes no Maranhão e amplitudes de 7 m, a entrada das algas do plâncton seja facilitada, assim como as espécies ticoplanctônicas, devido à ressuspensão do sedimento quando comparada com outras regiões do litoral brasileiro.

A variação nos valores de amplitude de marés entre os períodos estacionais foi confirmada através do teste ANOVA, com $p = 0,016$, apontando diferença significativa entre os valores obtidos, sendo, as amplitudes de marés, maiores durante o período de estiagem. De acordo com a ACP a maré correlacionou-se positivamente com a salinidade, velocidade dos ventos, transparência da água, e o nitrato e inversamente com a pluviometria, temperatura da água, oxigênio dissolvido e taxa e densidade fitoplanctônica.

Leão *et al.* (2008) ao realizar pesquisa no estuário do rio Igarassu - PE constatou que o ciclo de marés teve notável importância na renovação da água através do fluxo e refluxo marinho e observou correlação direta entre a maré, a salinidade e a transparência da água, corroborando com os dados obtidos no presente trabalho, fato que propiciou a introdução de espécies neríticas e oceânicas no ambiente.

Outro parâmetro importante afetado pelos fatores anteriores é a salinidade (SMAYDA, 1980; ODEBRECHT; ABREU, 1998; PHILIPS *et al.*, 2002). Além de ser um parâmetro conservativo, Kinne (1964) e Fraga (1972), salientam que é um dos fatores físico-químicos que influencia as respostas funcionais dos organismos aquáticos, tais como crescimento, sobrevivência, reprodução e metabolismo.

É bem estabelecido que as variações de salinidade nos ambientes estuarinos afetam o crescimento e a fisiologia das algas (SMAYDA, 1980). A mistura de diferentes volumes de água doce e salgada, gerando variações de salinidade, está dentre os principais fatores que governam o crescimento do fitoplâncton. Estes

influenciam diretamente a composição das espécies e afeta outras condições ambientais importantes, como turbidez e a disponibilidade de substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas (SMAYDA, 1983).

Neste trabalho a salinidade mostrou-se bastante variável, regulada por um balanço de diluição (fluvial e pluvial) indicando aporte limnético advindo do rio Mearim, no ponto 3, onde o valor mínimo de salinidade foi de 6 e forte influência marinha nos pontos 1, 2 e 4, alcançando valor de 35. A salinidade média registrada durante o período de estudo foi de 21,3 e amplitude de 29, correlacionando-se diretamente com a biomassa, transparência da água, ventos e com a espécie *Cyclotella stylorum* e inversamente com a pluviometria.

Em outras áreas da zona costeira estuarina maranhense tem-se observado elevadas variações de salinidade, como Lavôr-Fernandes (1987; 1990) que observou na Lagoa da Jansen salinidade variando de 4 a 25 e no estuário do rio Tibiri variações entre 2 e 28, respectivamente, Martins *et al.* (2001) na praia de Panaquatira com salinidade de 19 a 36, e Rodrigues (2006) com variações de 11 a 33 que também constatou nas baías de São José, Cumã e São Marcos, relação direta entre a salinidade e a biomassa.

A salinidade apresentou maior variação durante todo o período de estiagem, visto que houve redução das chuvas, fato este confirmado através da diferença significativa entre os períodos estacionais, destacada pela ANOVA ($p = 0,014$).

Branco (1986) relatou que a temperatura da água é considerada um importante parâmetro ecológico, tanto pela influência direta que pode exercer sobre os diversos tipos de organismos, como pela relação existente entre a referida temperatura e o teor de gases dissolvidos na água.

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

O aquecimento da água diminui a capacidade de retenção de oxigênio do qual podem resultar várias consequências, como: substituição dos processos aeróbios de decomposição da matéria orgânica por processos anaeróbios, asfixia de organismos aquáticos, que passarão a morrer em grande quantidade e a redução da água para uso humano. Além disso, a elevação da temperatura da água, dentro de certos limites,

aumenta a atividade metabólica de organismos estimulando maior consumo de oxigênio (BRANCO, 1986).

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

As águas do Golfão Maranhense mostraram homogeneidade térmica, variando de 27 a 30 °C, portanto, amplitude de 3 °C e discreta variação sazonal. Dados similares de amplitude térmica tem sido identificados nas demais áreas marinho-estuarinas na costa norte brasileira, como Lavôr-Fernandes (1990) de 3 °C no estuário do rio Tibiri - MA, Martins *et al.* (2001) de 5 °C na praia de Panaquatira - MA, Santana (2004) de 3,4 °C no estuário do rio Marapanim – PA e Paiva *et al.* (2006) de 3,6 °C na baía do Guajará – PA.

De acordo com Macêdo *et al.* (2004), o pH está diretamente ligado a quantidade de dióxido de carbono dissolvido que, por sua vez, decresce pela atividade fotossintética e aumento da respiração, existindo desta maneira uma estreita relação entre as concentrações do oxigênio dissolvido no meio e o pH.

Os estuários do Golfão Maranhense apresentaram-se ligeiramente alcalinos não demonstrando padrão sazonal. Os valores de pH observados (6,5 a 8,1) indicaram a grande influência marinha na área de estudo, estando dentro do limite estabelecido por Perkins (1977), de 6,5 a 9,0 como compatível com a vida marinha. Padrão semelhante foi registrado Feitosa *et al.* (1999b) em estudo no estuário do rio Goiana – PE, Santos e Brito (2003) na baía de Guarapuá - BA, Grego *et al.* (2004) no estuário do rio Timbó – PE, Melo-Magalhães (2004), no sistema estuarino lagunar Mundaú/Manguaba – AL, Bastos *et al.* (2005), no estuário do rio Una – PE e por Rodrigues (2006), nas baías de São José, Cumã e São Marcos – MA, os quais obtiveram valores de pH entre 6,8 e 9,0.

Em outros estuários da costa norte brasileira foi constatado potencial hidrogeniônico com tendência a acidez, como no estudo desenvolvido por Santana (2004) onde o pH mínimo foi de 4,4 para o estuário de Marapanim – PA justificado pelo aumento de descarga fluvial e pluvial, além de Paiva *et al.* (2006) na baía do Guajará e foz do rio Guamá – PA, com mínimo de 5,5, discordando dos resultados obtidos neste trabalho.

Quanto ao material em suspensão, Pinheiro e Farias Jr. (1987), ao realizarem estudo hidrodinâmico e sedimentológico no estuário Guajará – PA constataram que a precipitação pluviométrica provoca elevação considerável na concentração do material

em suspensão, diminuindo consideravelmente a zona fótica. Paiva *et al.* (2006) na mesma área e na foz do rio Guamá observaram transparência da água variando de 0,2 a 1 m e diminuição da clorofila *a* durante o período chuvoso, justificando assim, que o binômio chuva-material em suspensão é extremamente importante para o litoral norte do Brasil, estando a biomassa fitoplanctônica condicionada a esta junção de parâmetros.

A reduzida penetração da luz solar no ambiente pode inibir o desenvolvimento do fitoplâncton, constituindo-se em fator limitante (BRANCO *et al.*, 2006). Este tipo de relação também foi detectada em águas costeiras de Pernambuco, fortemente impactadas por despejos fluviais por Feitosa *et al.* (1999a). Em contrapartida, Teixeira *et al.* (1988) comenta que no estreito dos Coqueiros - MA a camada eufótica foi bastante estreita, limitando a produção primária às camadas superficiais da água, no entanto a biomassa foi relativamente alta, sugerindo que o material particulado deva ter papel importante na teia trófica, embora seja o principal causador da turbidez da água.

Na região costeira maranhense tem sido reportada reduzida transparência da água, a exemplo dos valores mínimos de 8 cm (Secchi) registrado por Teixeira *et al.* (1988), no estreito dos Coqueiros – MA, 15 cm no estuário do rio Tibiri por Lavôr-Fernandes (1990) e 16 cm no estuário do rio Anil por Alcântara *et al.* (2004). De qualquer maneira, Kennish (2001), justifica que a complexa malha de causa-efeito observada nas regiões estuarinas proporciona um ambiente mais propício ao desenvolvimento do fitoplâncton do que em áreas mais afastadas da costa.

Rodrigues (2006), ao desenvolver trabalho nas baías de São José, Cumã e São Marcos – MA, constatou que a transparência da água variou de 12 a 130 cm e ainda relata que os dados de pluviosidade e os de qualidade óptica da água nem sempre se correlacionam, uma vez que os estuários maranhenses formam-se em grandes bacias hidrográficas e que recebem chuvas em vários de seus pontos e em condições diferentes.

Em áreas estuarinas a transparência da água costuma ser reduzida, por serem ambientes pouco profundos e de intenso dinamismo, controlados pela descarga fluvial e pelas marés (BASTOS *et al.*, 2005). Na costa maranhense, por efeito da relevante quantidade de rios e extensão que apresentam, ocorre grande aporte de sedimentos, tornando a zona eufótica limitada a uma pequena lâmina da superfície (TEIXEIRA *et al.*, 1988).

Como era de se esperar, na área estudada, o coeficiente de extinção da luz apresentou um padrão sazonal inverso ao da transparência da água, sendo mais facilmente evidenciado durante o período chuvoso, fato este observado também na

pesquisa realizada por Branco *et al.* (2002). O mesmo padrão foi registrado no estuário do rio Botafogo – PE por Eskinazi-Leça *et al.* (1984), no estuário do rio Cocó – CE por Moreira (1994), no Canal de Santa Cruz – PE por Flores-Montes *et al.* (1998), no estuário do rio Ipojuca – PE por Koenig *et al.* (2002), na bacia do Pina – PE por Feitosa *et al.* (1999a) e no estuário do rio Marapanim – PA por Santana (2006).

Dentre os parâmetros físicos analisados na oceanografia, a densidade da água contém uma das propriedades mais importantes no estudo da dinâmica dos oceanos. Pequenas mudanças de densidade na horizontal, causadas por diferenças de aquecimento da superfície, podem produzir fortes correntes. Normalmente a densidade aumenta com um aumento da salinidade e decréscimo em temperatura (PICKARD; EMERY, 1990).

Neste trabalho identificou-se que tal parâmetro apresentou ampla variação, devido aos elevados valores de temperatura e baixos de salinidade. Tais dados corroboram com Rodrigues (2006), que registrou menor densidade da água ($\sigma_t = 4,6$) nos pontos de coleta com mais baixa salinidade e elevados valores ($\sigma_t = 20,8$) nos pontos de elevada salinidade.

A densidade superficial da água acompanhou as variações da temperatura e, principalmente, da salinidade da água. Nota-se que as densidades registradas estiveram abaixo da densidade citoplasmática do fitoplâncton, estimado por Pereira e Soares-Gomes (2002) como sendo de $\sigma_t = 30$ a 100. Como o período com menor salinidade foi o chuvoso, este também demonstra os menores valores para densidade da água, causando diferenças na fisiologia do fitoplâncton, que deve estar adaptada às pressões de densidade na coluna d'água.

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

De acordo com Sen-Gupta; Machaincastillo (1993), em águas marinhas a taxa de oxigênio dissolvido pode variar entre 0 e 8 mL.L⁻¹, sendo mais comum a variação entre 1 e 6 mL.L⁻¹. Segundo Bastos *et al.* (2005), as concentrações de oxigênio dissolvido são maiores em ambientes lacustres e, nos estuários, variam muito em função do fluxo e refluxo das marés. Em seu estudo realizado no rio Una – PE encontrou relação direta entre a concentração de oxigênio e a salinidade, o oposto do

que foi observado neste trabalho, onde tais parâmetros correlacionaram-se inversamente.

Na presente pesquisa os teores de oxigênio dissolvido foram maiores no período chuvoso e menores na estiagem e suas diferenças foram significativas, confirmada através da ANOVA ($p = 0,052$), variando de $2,1 \text{ mL.L}^{-1}$ (45% de saturação do oxigênio) a $6,3 \text{ mL.L}^{-1}$ (124% de saturação do oxigênio), caracterizando um ambiente isento de poluição orgânica, com exceção do ponto 3 (set./02 e nov./02), que apresentou taxas de saturação de 45 e 48%, respectivamente.

Nas demais regiões estuarinas do Maranhão tem-se observado taxas de oxigênio dissolvido dentro dos padrões normais, destacando Lavôr-Fernandes (1990) que registrou valores de $2,9$ a $5,4 \text{ mL.L}^{-1}$ no estuário do rio Tibiri, Martins *et al.* (2001) na praia de Panaquatira variando de $4,5$ a $8,0 \text{ mL.L}^{-1}$ e Rodrigues (2006) que verificou variações de $3,1$ a $7,3 \text{ mL.L}^{-1}$.

De acordo com a classificação de Macêdo e Costa (1978) os estuários do Golfão Maranhense enquadraram-se como zonas saturadas a zonas semi-poluídas, prevalecendo, portanto, as de baixa saturação. O fato de ter sido registrada zona semi-poluída na porção mais interna do estuário, está diretamente associado à distância do aporte marinho tendo em vista que as marés comandam a renovação de águas contínua.

Autores como Feitosa *et al.* (1999a), na bacia do Pina – PE, Moreira (1994) no estuário do rio Cocó – CE e Grego *et al.* (2004) no estuário do rio Timbó - PE, registraram em seus trabalhos zonas variando de saturadas a semi-poluídas e poluídas, e associaram a despejos domésticos e industriais. Já no sistema estuarino do rio São Francisco – SE, Souza *et al.* (1999), reportam que apesar da grande carga de dejetos que o rio recebe, o oxigênio dissolvido apresentou altos teores, uma vez que o rio drena um volume de água muito grande e a correnteza permite uma rápida circulação, classificando-o como zona sem poluição.

Em áreas costeiras como estuários, lagoas e fiordes, onde ocorrem misturas sazonais entre água do mar e águas continentais, podem existir variações temporais e estacionais quanto à limitação do crescimento do fitoplâncton por diferentes nutrientes (JESUS; ODEBRECHT, 1999).

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

Na teia trófica marinha, o ciclo da vida se inicia com os produtores primários, os autótrofos, e finaliza com a decomposição da matéria orgânica através das bactérias, dando como um dos produtos finais os sais nutrientes. O nitrogênio apresenta-se na forma de amônia, nitrito e nitrato, e o fósforo, na forma de fosfato. As principais fontes de nutrientes naturais em ambientes marinhos costeiros são: trocas fluviais-estuarinas-costeiras, ressurgências, precipitação, fixação de nitrogênio, e regeneração de nutrientes (FLINT, 1985).

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

Nos estuários do Golfão Maranhense os sais nutrientes apresentaram-se de forma variada, com a amônia mais concentrada durante o período chuvoso, enquanto que o nitrito, o nitrato e o fosfato não foi evidenciada variação sazonal. A amônia foi o nutriente que esteve mais concentrado, seguido pelo nitrato, fosfato e nitrito.

O nitrogênio orgânico e inorgânico em corpos d' água se encontra sob as formas de nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e gás de nitrogênio. Para Braga (1989), é importante a determinação e o tratamento de cada uma das fases nitrogenadas dissolvidas no meio marinho, para melhor compreensão do ciclo do nitrogênio e de sua atuação como elemento limitante.

O nitrito é um nutriente intermediário no processo de nitrificação da matéria orgânica, portanto um composto iônico instável na coluna d'água. Suas concentrações, em ambientes não poluídos são baixas e, segundo Baumgarten e Pozza (2001), valores elevados significam intensa atividade bacteriana e déficit de oxigênio.

Não foi evidenciada sazonalidade para os valores de nitrito, os quais estiveram compreendidos entre 0,01 e 0,25 μM . Baixos índices de nitrito também foram constatados em outras áreas estuarinas não impactadas, como Lavôr-Fernandes (1990) no estuário do rio Tibiri - MA, que registrou de 0,1 a 0,7 μM , Grego *et al.* (2004) no estuário do rio Timbó - PE, com valores de indetectáveis a 1,9 μM e Bastos *et al.* (2005) no estuário do rio Una - PE que observaram teores de indetectáveis a 0,4 μM .

No geral os valores de nitrato no Golfão Maranhense foram decrescentes da porção mais externa para a mais interna da baía de São Marcos, no período chuvoso, ocorrendo o oposto na estiagem, mantendo-se relativamente baixos (0,24 a 3,53 μM)

durante todo o período de estudo, quando comparados aos máximos em outras áreas estuarinas, como Teixeira *et al.* (1988) no estreito dos Coqueiros – MA (8,49 μM), Grego *et al.* (2004) no estuário do rio Timbó – PE (6,62 μM), Bastos *et al.* (2005) no estuário do rio Una – PE (14,70 μM) e Rodrigues (2006) nas baías de São José, Cumã e São Marcos – MA (24,43 μM).

O padrão da amônia com a clorofila *a* mostra uma relação inversamente proporcional, o que pode indicar uma preferência dos organismos autótrofos por esse nutriente. Segundo Wheeler e Kokkinakis (*apud* Flores-Montes, *et al.* 1998), o fitoplâncton utiliza amônia-N e nitrato-N nesta ordem de preferência, podendo ser uma vantagem energética, uma vez que a redução de nitrato para o nível de oxidação de nitrogênio orgânico requer o equivalente a 8 elétrons/mol de NO_3^- . Por outro lado a amônia-N já é reduzida. Esses autores relatam também que a taxa de assimilação do nitrato-N esteve negativamente relacionada com concentrações ambientais de amônia-N, observando uma completa inibição na absorção de nitrato-N, quando as concentrações de amônia-N ficam entre 0,1 e 0,3 μM .

Comportamento semelhante foi constatado no presente trabalho, sendo que a amônia mostrou-se baixa por todo o período de estudo (inferior a 0,02 μM), exceto no início do período chuvoso, alcançando 26,45 μM . Cabeçadas (1999) comenta que concentrações de NH_4^+ superiores a 30 μM devem ser consideradas indicadoras de poluição orgânica, mas não inferiores a este valor.

O fitoplâncton absorve fósforo sob a forma orgânica e a inorgânica, no entanto, segundo Karl e Tien (1992), este constitui um nutriente limitante em ecossistemas aquáticos devido à sua baixa concentração, especialmente em locais menos profundos e com abundância de carbonatos, porém com a crescente industrialização este nutriente encontra-se com elevada disponibilidade, sendo o fósforo, mais recentemente, considerado fator limitante (SNOW *et al.*, 2000).

No Golfão Maranhense as concentrações de fosfato apresentaram-se baixas (0,13 a 0,58 μM) evidenciando relação inversa com a amônia, a temperatura e o oxigênio dissolvido, conforme constatado na ACP. Nos trabalhos desenvolvidos na costa do Maranhão, a exemplo de Teixeira *et al.* (1988) que constatou valores de 1,60 a 2,60 μM , Lavôr-Fernandes (1990) registrou maiores amplitudes (0,74 a 5,74 μM) e Rodrigues (2006) verificou valores entre 0,53 e 0,95 μM .

De acordo com Liss (1976, *apud* BAUMGARTEN *et al.*, 1996), nos estuários não poluídos, as concentrações de fosfato geralmente variam em torno de 1,2 μM , devido a um sistema tamponante entre a coluna d'água e a coluna sedimentar.

Em se tratando da composição florística do plâncton, a limitação física para a manutenção desta população em estuários deve-se à descarga de água doce que

chega a ser um fator regulador (FERREIRA *et al.*, 2005). Porém as atividades humanas estão mudando a distribuição dos elementos nutrientes e conseqüentemente provocando alteração na estrutura e no tamanho da comunidade fitoplanctônica (MURRELL; LORES, 2004).

Nos estuários do Golfão Maranhense verificou-se que o grupo dominante foi o das Bacillariophyta, correspondendo com 71,7% e que tem se tornado padrão para os ecossistemas estuarinos tanto tropicais como temperados. De acordo com Silva-Cunha (2001) as diatomáceas são as algas mais importantes do fitoplâncton estuarino, chegando, na maioria das vezes, a constituírem mais de 80% dos táxons identificados.

A dominância das diatomáceas, sobre os demais grupos, tem sido constatada em várias regiões do mundo, destacando-se os trabalhos de Smayda (1957), na baía de Narragansett (USA) com 94% e Tester *et al.* (1995), no estuário do rio Newport, Carolina do Norte (USA) com 82% de dominância das diatomáceas.

No Maranhão o grupo das diatomáceas também têm sido reportado como o mais expressivo e a sua predominância nas áreas estuarinas da baía de Mangunça já foi citada por Oliveira *et al.* (1986); Lavôr-Fernandes (1990) no rio Tibiri; Martins *et al.* (2001) na praia de Panaquatira; Ferreira-Correia *et al.* (2004) na baía de Turiaçu, Rodrigues (2006) nas baías de São José, Cumã e São Marcos e Azevedo *et al.* (2008) na região portuária da ilha de São Luís.

As famílias das diatomáceas mais representativas, neste trabalho, foram Bacillariaceae e Triceratiaceae, coincidindo com aquelas reportadas na baía de Turiaçu por Ferreira-Correia *et al.* (2004), em contrapartida, Rodrigues (2006) nas baías de São José, Cumã e São Marcos, registrou Triceratiaceae e Chaetocerotaceae como as famílias com maior número de espécies indentificadas.

Secundariamente observou-se a ocorrência de dinoflagelados, sugerindo penetração do fluxo marinho até a porção mais interna do referido Golfão, especialmente, durante o período de estiagem. As euglenófitas e cianobactérias também foram constantes e em menor escala ocorreram clorófitas e cromófitas, indicando a forte influência dos rios dos Cachorros, Mearim e Tibiri.

Nos estuários maranhenses Oliveira *et al.* (1986) registraram secundariamente dinoflagelados e cianobactérias; Lavôr-Fernandes (1990) cianobactérias e clorófitas; Azevedo e Cutrim (2006) clorófitas e dinoflagelados; Rodrigues (2006) dinoflagelados e clorófitas e Azevedo *et al.* (2008) identificaram cianobactérias e dinoflagelados como os grupos mais representativos após o das diatomáceas.

Os dinoflagelados são organismos caracteristicamente marinhos oceânicos que têm sido evidenciados em várias regiões estuarinas do Brasil (SASSI; WATANABE, 1980; FEITOSA, 1988; SANTANA, 2004), os quais são transportados pelas correntes

de marés. Divergindo de parte das pesquisas realizadas em áreas estuarinas da costa norte brasileira, tais microalgas não foram identificadas por Paiva *et al.* (2006) na baía do Guajará, devido à baixa salinidade local, visto que não atinge valores superiores a 5.

Giani *et al.* (1999), em estudo sobre o fitoplâncton no reservatório da Pampulha – MG e Alves-da-Silva e Bridi (2004a e b), em pesquisas realizadas sobre as Euglenophyta do Parque Estadual Delta do Jacuí - RS, associaram a presença de euglenófitas a ambientes com altos teores de matéria orgânica, fósforo e nitrogênio, citando espécies com *Euglena acus*, *Euglena oxyuris*, *Phacus longicauda* e *Trachelomonas armata*. Tais espécies também foram identificadas no Golfão Maranhense, evidenciando a elevada presença de matéria orgânica no ambiente.

A dominância de determinadas espécies no fitoplâncton estuarino já havia sido evidenciado por Riley (1967), o qual considerou o microfitoplâncton estuarino rico, porém, com pequeno número de espécies dominantes. Segundo este autor, *Skeletonema costatum* pode ser considerada como uma das espécies mais comuns em ambientes estuarinos, sendo característica de diversos estuários brasileiros (KUTNER, 1972; SASSI; WATANABE, 1980; CARVALHO; DE LUCA, 1990).

Esta mesma espécie apresentou picos máximos de abundância durante o período chuvoso no estuário do rio Tibiri – MA, levando a crer que sua ocorrência esteja relacionada não apenas às variações de salinidade, mas também da concentração de nutrientes na água (LAVÔR-FERNANDES, 1990).

Diversos autores salientam que as diatomáceas referentes ao gênero *Coscinodiscus*, especialmente *Coscinodiscus radiatus* e *Coscinodiscus centralis* dominam o fitoplâncton marinho, sendo consideradas típicas dos estuários brasileiros (BARROS-FRANCA, 1981; ESKINAZI-LEÇA *et al.*, 2000; LACERDA *et al.*, 2004).

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

De acordo com Procopiak *et al.* (2006) o levantamento da biota aquática de regiões portuárias é valioso para informar quais as espécies de alto risco estão presentes nestas águas, ou seja, as espécies exóticas e/ou potencialmente nocivas que podem ser captadas durante a tomada de lastro de navios atracados nos portos e

que posteriormente podem ser transferidas para o próximo porto, no qual será realizado o deslastro, iniciando-se o processo de invasão biológica.

Espécies de *Pseudo-nitzschia* são produtoras de ácido domóico causando o Envenenamento Amnésico por Moluscos (ASP) que é acumulado na teia trófica e contamina os organismos aquáticos e os animais que se alimentam delas (RINES *et al.*, 2002). Os efeitos comuns são distúrbios gastrointestinais, vertigens e nos casos graves, morte (FEHLING *et al.*, 2004). A espécie *Pseudo-nitzschia pungens*, identificada no Golfão Maranhense, é considerada potencialmente tóxica por diversos autores, dentre os quais Fernandes e Brandini (2004) e Proença e Fernandes (2004).

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

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

Não foram observadas espécies dominantes, sendo *Thalassiosira subtilis* o táxon enquadrado na categoria de abundante e muito freqüente, no entanto *Skeletonema costatum* foi a responsável pelo notável aumento da densidade fitoplanctônica durante os meses de maio/02 (ponto 3) e jul./02 (pontos 3 e 4), os quais corresponderam ao período de maior disponibilidade de oxigênio, com taxas de saturação superiores a 100% e salinidade tipicamente estuarina, em torno de 20. Durante o período de estudo, esta espécie foi considerada muito freqüente e seu florescimento nos estuários do Golfão Maranhense, provavelmente, foi condicionado ao aporte continental, ainda intenso durante este período, proporcionando condições adequadas ao seu desenvolvimento.

Em outras pesquisas desenvolvidas nos estuários maranhenses, *Skeletonema costatum*, esteve classificada como dominante, no estuário do rio Tibiri (LAVÔR-FERNANDES, 1990) com valores máximos de 90,7%, já *Coscinodiscus oculus-iridis* (44,5%) e *Odontella regia* (43,5%) foram consideradas abundantes por Azevedo *et al.*

(2008) na região portuária da ilha de São Luís, não havendo registro de espécies dominantes.

Nos estuários do estado do Maranhão verificou-se a presença de espécies com ocorrência em 100% de suas amostras, a exemplo de *Bellerochea malleus*, *Odontella (Biddulphia) regia* e *Coscinodiscus jonesianus* var. *jonesianus*, no estuário do rio Tibiri (LAVÔR-FERNANDES, 1990), *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros peruvianus* e *Skeletonema costatum* (MARTINS *et al.*, 2001) na praia de Panaquatira e *Odontella mobiliensis* e *Thalassiosira subtilis* (AZEVEDO *et al.*, 2008) na região portuária da ilha de São Luís, ocorrendo algumas coincidências com as espécies aqui reportadas, tais como: *Bellerochea malleus*, *Odontella mobiliensis* e *Thalassiosira subtilis*.

Levando-se em consideração as características ecológicas da comunidade diatomológica, constatou-se que 48,5% das espécies são marinhas planctônicas, seguidas das ticoplantônicas, dulciaquícolas e das estuarinas, o que demonstra a enorme penetração das espécies marinhas ao longo do trecho estudado. Predominância de espécies marinhas planctônicas também foi reportada por Oliveira *et al.* (1986) na baía de Mangunça, Lavôr-Fernandes (1987) na Lagoa da Jansen e por Rodrigues (2006) nas baías de São José, Cumã e São Marcos.

Neste trabalho as espécies ticoplanctônicas destacaram-se em termos de representatividade, fato este que deve estar relacionado ao forte hidrodinamismo local. Essas espécies, que têm capacidade de viverem aderidas ao substrato, habitam áreas costeiras e rasas, sendo deslocadas em função das correntes, marés e turbulência (SILVA-CUNHA, 2001). Dentro deste contexto, *Cyclotella styllorum*, classificada como ticoplanctônica, se destacou como espécie bem representada em termos de densidade, além de ser muito freqüente, demonstrou direta correlação com o período de estiagem, biomassa total e fracionada, salinidade, transparência da água e velocidade dos ventos, conforme constatado na Análise dos Componentes Principais (ACP).

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

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

Vários estudos têm demonstrado a influência que a precipitação pluviométrica exerce sobre os parâmetros ambientais, tais como, Oliveira; Passavante (1988) no estuário do rio Potengi - RN, Feitosa *et al.* (1999a) na Bacia do Pina - PE e Azevedo *et al.* (2008), na região portuária da ilha de São Luís - MA, relatam ter encontrado as mais altas taxas de clorofila *a* no período de estiagem, corroborando com os resultados observados neste trabalho. Tais autores alegam ainda que os acentuados índices pluviométricos no período chuvoso incidem em maior turbidez da água, inibindo a elevação dos teores de clorofila *a*.

Em contrapartida, Santos-Fernandes *et al.* (1998) no estuário do rio Jaguaribe – PE, Silva e Koenig (1993) no estuário do rio Paripe – PE; Feitosa *et al.* (1999b) no estuário do rio Goiana; Rodrigues (2006) nas baías de São José, Cumã e São Marcos – MA, dentre outros, verificaram aumento da biomassa fitoplanctônica no período chuvoso, divergindo dos resultados obtidos na atual pesquisa.

No ambiente estudado verificou-se que a biomassa fitoplanctônica apresentou uma relação direta com a salinidade, a transparência da água e a velocidade dos ventos, e inversa com a pluviometria, taxa de saturação do oxigênio, temperatura, oxigênio dissolvido e amônia.

De uma forma geral, as concentrações de clorofila *a* aferidas neste trabalho (1,92 a 72,23 mg.m⁻³) são relativamente altas e características de ambiente naturalmente enriquecido, sendo indicativo de região produtiva, quando comparadas àquelas obtidas em outras áreas estuarinas, como Teixeira *et al.* (1988) no estreito dos Coqueiros – MA (3,10 a 20,00 mg.m⁻³), Silva e Koenig (1993) no estuário do rio Paripe - PE (1,02 a 29,32 mg.m⁻³); Andrade e Passavante (2001) no estuário do rio Maracaípe - PE (1,69 a 19,72 mg.m⁻³), Losada *et al.* (2000) nos estuários dos rios Mamucaba e Ilhetas - PE (de indetectáveis a 22,2 mg.m⁻³), Alcântara *et al.* (2004) no estuário do rio Anil - MA (5,48 a 27,25 mg.m⁻³), Bastos *et al.* (2005) no estuário do rio Una - PE (1,68 a 36,30 mg.m⁻³), Rodrigues (2006) nas baías de São José, Cumã e São Marcos – MA (2,40 a 16,56 mg.m⁻³), Azevedo e Cutrim (2007) nas porções noroeste da ilha de São Luís – MA (4,29 a 18,00 mg.m⁻³) e Azevedo *et al.* (2008), na região portuária da ilha de São Luís – MA (1,06 a 18,10 mg.m⁻³).

Silva (2000), estudando a influência dos rios Amazonas e Pará sobre a região costeira observou que os maiores valores de biomassa fitoplanctônica próximo à costa coincidiram com a ocorrência de menores salinidades e grandes aportes fluviais de sais nutrientes, o oposto do que tem sido constatado na presente pesquisa, visto que os maiores valores de clorofila *a* ocorrem no período de estiagem, portanto, com teores de salinidade mais elevados.

Neste trabalho a fração do pico/nanofitoplâncton apresentou padrão sazonal, destacando-se com valores superiores a 60% em 83% das amostras. Enquanto que a fração do microfitoplâncton apresentou picos esporádicos, como no mês de jul./02 e set./03, na porção mais interna. Tem-se observado que tanto em águas temperadas como tropicais a fração do pico/nanofitoplâncton tem sido responsável por 80 a 100% da produtividade e biomassa das algas (SANTOS-FERNANDES *et al.*, 1998).

Nos estuários do Golfão Maranhense *Skeletonema tropicum* (marinha oceânica), *Cyclotella stylum* (ticoplanctônica) e *Thalassiosira subtilis* (estuarina) foram as espécies que estiveram mais bem representadas em termos de densidade. Além disso, tais espécies estiveram presentes da primeira até a última coleta em todos os pontos estudados, sendo classificadas como muito freqüentes, visto que ocorreram em 100% das amostras estudadas e em todos os meses amostrados, demonstrando estar bem adaptadas às condições salobras reinantes nos estuários do referido Golfão. Na região costeira maranhense as mesmas espécies já tinham sido reportadas por Rodrigues (2006) para as baías de São José, Cumã e São Marcos, Azevedo e Cutrim (2007) nas porções norte-nordeste da ilha de São Luís.

A diversidade específica em mares tropicais está diretamente relacionada aos mecanismos que regem a contínua interação entre comunidades de diferentes massas d'água, como também as que são limitadas por nutrientes. Em relação a estuários, a diversidade pode ser baixa, devido ao alto grau de eutrofização. Quando as concentrações dos nutrientes são altas, ocorre uma maior presença de espécies r-estrategistas ou oportunistas de pequena dimensão e com alta taxa de reprodução, aumentando a biomassa algal e diminuindo a diversidade (MARGALEF, 1980).

Eskinazi-Leça *et al.* (1984), em estudo no estuário do rio Botafogo (PE), encontraram valores de densidade fitoplanctônica bem mais elevados, entre 119.800 e 3.690.000 cel.L⁻¹ e ressaltam que tais florações ocorreram em função da forte ação antrópica.

Em estudo com o microfitoplâncton do estuário do rio Caeté (PA), Carmona *et al.* (2003) relacionaram maiores densidades com menores diversidades, causadas por menores salinidades e maior turbidez da água. Para o mesmo estuário, Simith *et al.* (2003) registraram densidades variando de 28.600 a 2.620.000 cel.L⁻¹, devido à grande descarga de nutrientes na região, com menores valores registrados durante o período chuvoso em função da alta turbidez.

A diversidade de espécies no presente trabalho foi considerada alta para ambos períodos estacionais durante a maior parte do estudo e muito baixa em jan./03 no ponto 1, observando-se predomínio de *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira subtilis*, *Synedra tabulata* e *Glenodinium* sp₂. Koenig *et al.* (2003) no estuário do rio

Ipojuca - PE e Grego *et al.* (2004) no estuário do rio Timbó - PE observaram que a comunidade fitoplanctônica apresentou uma diversidade específica variando entre média e alta e que as espécies se encontravam bem distribuídas, ou seja, com uma equitabilidade elevada. Ao contrário do que foi observado por Honorato-da-Silva *et al.* (2004) no estuário do rio Formoso - PE onde a diversidade específica predominante foi de média diversidade e a equitabilidade mostrou uma distribuição desigual dos táxons.

Portanto, os parâmetros hidrológicos que regem a distribuição da comunidade fitoplanctônica, no Golfão Maranhense, limitando o seu desenvolvimento são a pluviosidade, transparência da água, salinidade e a velocidade dos ventos.

9. CONCLUSÕES

- 1- A camada eufótica ficou muito limitada em função das forçantes físicas hipermaré e ventos fortes, o que de certa forma reduziu a produtividade da comunidade fitoplanctônica;
- 2- apesar da presença de certos tensores antrópicos na área, a taxa de saturação do oxigênio e os baixos teores de nitrito, nitrato e fosfato demonstram a elevada capacidade de renovação do ecossistema;
- 3- os teores de clorofila *a* foram indicativos de uma área produtiva sendo a fração <20 µm (pico/nanofitoplâncton) a que mais contribuiu nos dois períodos analisados.
- 4- não foi registrada variação sazonal com relação aos sais nutrientes, exceto a amônia, demonstrando haver disponibilidade destes sais para a comunidade fitoplanctônica durante o período estudado;
- 5- a composição florística apresentou-se complexa com 219 táxons destacando-se a divisão Bacillariophyta como a mais representativa para o ecossistema;
- 6- nenhuma espécie presente no Golfão Maranhense foi considerada dominante, porém houve destaque para *Thalassiosira subtilis* em termos de abundância e mais *Skeletonema tropicum* e *Cyclotella stlorum* em termos de frequência e densidade celular, sendo consideradas espécies chave para a referida área;
- 7- o fato das espécies marinhas planctônicas e as ticoplanctônicas se destacarem como as mais representativas no ambiente, indica que as hipermarés e os fortes ventos atuantes na costa maranhense influenciam bastante na distribuição destes organismos;
- 8- a diatomácea *Cyclotella stlorum* correlacionou-se positivamente com a transparência, salinidade, clorofila *a* e velocidade dos ventos e negativamente com a pluviometria, amônia e oxigênio dissolvido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAWIN, N. S. R.; DUARTE, C. M.; AGUSTÍ, S.; MCMANUS, L. Abundance, biomass and growth rates of *Synechococcus* sp. in a tropical coastal ecosystem (Philippines, South China Sea). **Estuarine Coastal Shelf Science**, v.56, p.493-502, 2003.

AKTAN, Y.; TÜFEKCİ V. I.; TÜFEKCİ, H. I.; AYKULU, G. Distribution patterns, biomass estimates and diversity of phytoplankton in İzmit Bay (Turkey). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 64. p. 372 – 384, 2005.

ALCÂNTARA, E. H.; MOCHÉL, F. R.; AMORIM, A. J. E. Modelagem da Profundidade Secchi e da Concentração de Clorofila *a* no Estuário do Rio Anil, São Luís - MA. **Caminhos da Geografia**. n. 5, São Luís, v. 13, p. 19-40. 2004.

ALCÂNTARA, E. H.; SANTOS, M. C. F. V. Mapeamento de Áreas de Sensibilidade Ambiental ao Derrame de Óleo na Região Portuária do Itaqui, São Luís, MA - Brasil. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia. INPE, p. 3605-3617. 2005

ALUMAR. Empresa. Disponível em: <<http://www.alumar.com.br/empresa.asp>>. Acesso em: 12 nov. 2004.

ALVES-DA-SILVA, S. M.; BRIDI, F. C. Estudo de Euglenophyta no Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. 2. Os gêneros *Phacus* Dujardin e *Hyalophacus* (Pringsheim) Pochmann. **Iheringia**. Série Botânica, Porto Alegre: v. 59, n. 1, p. 75-96, jan.jun. 2004a.

ALVES-DA-SILVA, S. M.; BRIDI, F. C. Euglenophyta no Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. 3. Gênero *Strombomonas* Defl. **Acta Botânica Brasilica**, July/Sept., v.18. n.3. p.555-572. 2004b.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern Approach to the classification system of Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. **Algological Studies**. v. 80, n. 1-4, p. 327-472. 1988.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of cyanophyta, 5: Stigonematales. **Algological Studies**. v. 59, p. 1-73, 1990.

ANDRADE, M. C. **Paisagens e problemas do Brasil**. 2. Ed. São Paulo, Brasiliense, 1969.

ANDRADE, G. T. C.; PASSAVANTE, J. Z. O. Biomassa fitoplanctônica do estuário de Maracáípe (Ipojuca, Pernambuco). **Revista de Biologia Aquática Tropical**, Natal, v. 11, 2001.

ARARIPE, H. G. A.; LOPES, J. B.; BASTOS, M. E. G. Aspectos do licenciamento ambiental da carcinicultura na APA do Delta do Parnaíba. **Ambiente & Sociedade**. <http://www.ambienteesociedade.org.br/home.php>. v. 9, n. 2, jul./dez. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – citações em documentos – apresentação: NBR 10520:2002**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – numeração progressiva das seções de um documento escrito - apresentação: NBR 6024:2003**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – sumário – apresentação: NBR 6027:2003**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – resumo – apresentação: NBR 6028:2003**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – referências - apresentação: NBR 6023:2005**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação: NBR 14724:2005**. 2.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b.

AZEVEDO, A. C. G. Composição florística das diatomáceas (Bacillariophyta) epífitas em duas espécies de *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta). **Insula**. Florianópolis, v. 28. p. 101-148, 1999.

AZEVEDO, A. C. G.; CUTRIM, M. V. J. Diatomáceas epífitas em *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta) do manguezal da Ilha de São Luís, Estado do Maranhão, Brasil: Naviculales e Bacillariales. **Boletim Laboratório de Hidrobiologia**. São Luís, v. 12. p. 13-22, 1999.

AZEVEDO, A. C. G.; CUTRIM, M. V. J. Diatomáceas (Bacillariophyta) epífitas em *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta) do manguezal da Ilha de São Luís, Estado do Maranhão, Brasil: excluindo Naviculales e Bacillariales. **Boletim Laboratório de Hidrobiologia**. São Luís, v. 13. p. 1-17, 2000.

AZEVEDO, A. C. G.; CUTRIM, M. V. J. Biodiversidade de microalgas da ilha de São Luís. In: SILVA, A. C.; BRINGEL, J. M. M. (Org.). **Projeto e Ações em Biologia e Química**. São Luís: UEMA, v. 1, p. 83 – 98. 2006.

AZEVEDO, A. C. G.; CUTRIM, M. V. J. Fitoplâncton costeiro das porções norte-nordeste da ilha de São Luís, MA, Brasil. In: SILVA, A. C.; FORTES, J. L. O. (Org.). **Diversidade biológica, uso e conservação de recursos naturais no Maranhão: Projetos e Ações em Biologia e Química**. São Luís: UEMA, v. 2, p. 67 – 92. 2007.

AZEVEDO, A. C. G. A.; RIBEIRO, G. A.; CUTRIM, M. V. J. C.; DUARTE-DOS-SANTOS, A. K.; COSTA-E-SILVA, S. E. F. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica na região portuária da ilha de São Luís – MA – Brasil. In: I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia e III Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2008. **Anais...** Fortaleza, 2008. p. 50-52.

BALECH, E. **Los Dinoflagelados Del Atlántico Sudoccidental. Publicaciones Especiales Instituto Español de Oceanografía**. Madrid: Ministerio da Agricultura y Alimentación, 1988, 310 p. (Publicaciones Especiales).

BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. **Qualidade de águas**. Editora da FURG, 166 p., Rio Grande, 2001.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROCHA, J. M. B.; NIENCHESKI, L. F. H. **Manual de análises em Oceanografia Química**. Rio Grande: FURG, 1996. 132p.

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

BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N. ; MUNIZ, K. Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrologia no estuário do rio Una (Pernambuco – Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife: v. 33, n. 1, p. 1-18. 2005.

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

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

BRAGA, E. M. **Estudo dos nutrientes dissolvidos nas águas da enseada das Palmas, Ilha Anchieta (Ubatuba, SP), com ênfase às formas nitrogenadas e contribuição por aportes terrestres e atmosféricos**. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 207 f., 1989.

BRAGA, E. S. et al., Eutrophication and bacterial pollution industrial and domestic wastes at the Baixada Santista Estuarine System-Brazil, **Marine Pollution Bulletin**, v.40, n.2, p. 195-173. 2000.

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

BRANCO, E. S.; FEITOSA, F. A. N.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; NEUMANN-LEITÃO, S.; VITORIO, U. S. R. Variação sazonal das algas planctônicas correlacionadas com parâmetros ambientais no estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes – PE – Brasil). **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, Tamandaré, v. 14, n. 2, p. 17-23, 2006.

BRANCO, E. S.; FEITOSA, F. A. N.; MONTES, M. J. F. Variação Sazonal e Espacial da Biomassa Fitoplanctônica Relacionada com Parâmetros Hidrológicos no Estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco – Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife: v. 30, n.2, p. 79-96, 2002.

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

BRUSCHI JR., W.; SALOMONI, S. E.; FERMINO, F. S.; PEDROZO, C. S.; SCHWARZBOLD, A.; PERET, A. C. Aplicação de um índice de qualidade de águas para lagoas costeiras, RS, afetadas por despejos urbanos. **Biociências**, Porto Alegre, v. 6, n.1, p.55-66, jun. 1998.

CABEÇADAS, L. Phytoplankton production in the Tagus estuary (Portugal). **Oceanologica Acta**. v. 22, n. 2. p. 205-214. 1999.

CARMONA, P. A.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. A. N.; PINHEIRO, S. C. C. Estudo do microfitoplâncton do estuário do rio Caeté (Furo da Ostra), Pará – Brasil. **Resumos...** 54º Congresso Nacional de Botânica, Belém – PA. CD-ROM. 2003

CARVALHO, M. C.; DE LUCA, K. Nota preliminar sobre a comunidade fitoplanctônica do rio Ribeira de Iguapé e do Complexo Estuarino Lagunar de Iguapé - Cananéia. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 1990. **Resumos...** Recife: Universidade

Federal de Pernambuco, 1990. p. 50.

CHAVES, M. K. R. A.; AZEVEDO, A. C. G. Diatomáceas no trato digestivo de *Curimata* sp. **Pesquisa em Foco**, São Luís, v.10, n.14, p. 63-80, jan./jul. 2002.

CHRETIÉNNOT-DINNET, M. J.; BILARD, C.; SOURNIA, A. Chlorarachniophycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Cryptophycées, Euglenophycées, 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).

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

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

CONFORTI, V. T. D. Algunas Euglenoides Nuevos o Interessantes de la Argentina, **Cryptogamie Algologie**, Paris, v. 10, n. 1, p. 69-79. 1989.

CONFORTI, V. T. D. Study of the Euglenophyta from Camaleão Lake (Manaus, Brasil). III. *Euglena* Ehr., *Lepocinclis* Perty, *Phacus* Duj., **Revue d'hydrobiologie tropicale**, Paris, n. 27, v. 1, p. 3-21. 1994.

CORSON, W. H. **Manual global de ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente**. São Paulo: Augustus, 2002. 413 p.

COSTA, M. F.; ARAÚJO, M. C. B.; CHAGAS, A. C. O.; SANT'ANNA JR. N.; SOUZA, S. T. Poluição marinha. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (Org.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço, 2004. p. 287-317.

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.

DANIELIDIS, D. B.; MANN, D.G. The systematics of *Seminavis* (Bacillariophyta): the lost identities of *Amphora angusta*, *A. ventricosa* and *A. macilenta*. **European Journal Phycology**, v. 37, p.429-448. 2002.

DAVIES, J. H. A morphologenic approach of world shorelines. **Z. Geomorphology**, v.8, p.127-142. 1964.

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

DHN. Comissão Hidrográfica: Porto de Itaqui/Proximidade da ilha Tauá - Mirim. Cartas Nº 413/414. Rio de Janeiro, Np. (Relatório técnico), 1984.

DHN. Comissão Hidrográfica: Porto de Itaqui/Proximidade da ilha Tauá - Mirim. Cartas Nº 413/414. Rio de Janeiro, Np. (Relatório técnico), 2002.

DHN. Comissão Hidrográfica: Porto de Itaqui/Proximidade da ilha Tauá - Mirim. Cartas Nº 413/414. Rio de Janeiro, Np. (Relatório técnico), 2003.

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

DOMINGUES, R. B.; BARBOSA, A.; GALVÃO, H. Nutrients, light and phytoplankton succession in a temperate estuary (the Guadiana south-western Iberia). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 64, p. 249–260. 2005.

ELLIOTT, M.; McLUSKY, D. S. The need for definitions in understanding estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, p. 815-827, 2002.

EMAP. Empresa Maranhense de Administração Portuária. Demonstrativo de movimentação de cargas – 2002: **Relatório**. São Luís: EMAP, 2002.

EMAP. Empresa Maranhense de Administração Portuária. Demonstrativo de movimentação de cargas – 2003: **Relatório**. São Luís: EMAP, 2003.

ESKINAZI-LEÇA, E.; 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.

ESKINAZI-LEÇA, E.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, M. G. G. Microfitoplâncton da baía do Capim (Estado do Maranhão – Brasil). In: VIII Reunião Nordestina de Botânica, 1985, Recife. **Anais...** Recife, p. 87 – 81, 1985.

OLIVEIRA, D. B. F.; LEÇA, E. E.; KOENING, M. L. Microfitoplâncton da Baía de Mangunça (Estado do Maranhão - Brasil). EMPARNE, Boletim Técnico, Natal, v. 15, p. 1-30, 1986.

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

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L.; SILVA-CUNHA, M. G. G. O fitoplâncton: estrutura e produtividade. In: BARROS, H. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACÊDO, S. J.; LIMA, T. (Org.). **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Recife: Ed. UFRPE, 2000. p. 67-74.

ESPIG, S. A.; REIS, I. A.; ARAÚJO, E. P. Identificação do ecossistema mangue na Ilha do Maranhão através de técnicas de classificação utilizando imagens do sensor CCD-CBERS-2. 2007. **Anais...** XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,

Florianópolis, 2007. p. 5731-5737.

FEITOSA, A. C. **O Maranhão Primitivo: uma tentativa de reconstituição**. Ed. Augusta, São Luís. 1983. 142p.

FEITOSA, A. C.; TROVÃO, J. R. **Atlas escolar do Maranhão: espaço geo-histórico e Cultural**. Ed. Grafset, João Pessoa, 2006. 207p.

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

FEITOSA, F. A. N.; NASCIMENTO, F. C. R.; COSTA, K. M. P. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos na Bacia do Pina (Recife – Pernambuco). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 27, n. 2. p. 1-13, 1999a.

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

FEHLING, J., GREEN, D.H., DAVIDSON, K., BOLCH, C.J.; BATES, S.S. Domoic acid production by *Pseudonitzschia seriata* (Bacillariophyceae) in Scottish waters. **Journal Phycology**. v. 40. n. 4. 2004. 622-630.

FELÍCIO-FERNANDES, G.; SOUZA-MOSIMANN, R. M.; MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas no rio Tavares, manguezal do rio Tavares, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil – I. Ordem Centrales (excluídas as famílias Rhizosoleniaceae e Chaetocerotaceae). **Insula**, Florianópolis, v.13, p. 35-90. 1994.

FERNANDES, L.F.; BRANDINI, F.P. Diatom associations in shelf waters off Parana State, Southern Brazil: annual variation in relation to environmental factors. **Brazilian Journal of Oceanography**. v. 52. n. 1. p. 19-34. 2004.

FERNANDES, L. F.; SOUZA-MOSIMANN, R. M. *Triceratium* sp. nov. and *Triceratium dubium* (Triceratiaceae-Bacillariophyta) from estuarine environments of Southern Brazil, with comments on the genus *Triceratium* C.G. Ehrenberg. **Revista Brasileira de Biologia**, v.61, n.11,p.159-170. 2001.

FERRARIO, M.; SARS, E.; SALA, S. Metodologia básica para el estudio de fitoplancton com especial referencia a las diatomáceas. In: ALVEAR, K.; FERRARIO, M. E.; OLIVEIRA FILHO, E. C.; SARS, E. (Eds.). **Manual de métodos ficológicos**. Chile: Universidad de Concepción, 1995. p. 1-24.

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

FERREIRA, H. O. Contribuição ao estudo das correntes de marés dos estreitos dos Coqueiros e Mosquitos, MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**. São Luís, v. 8, p. 45-52. 1988.

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

FLINT, R.W. Coastal ecosystem dynamics: relevance of benthic processes. **Marine Chemistry**, Amsterdam, v. 16, n. 4, p. 351-367, 1985.

FLORES MONTES, M. J. ; MACÊDO, S.J. ; L, K. M. ; LINS, I. C. Variação nictemeral do fitoplâncton e elementos nutrientes no Canal de Santa Cruz, Itamaracá – PE - Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife - PE, v. 26, n. 1, p. 13-26, 1998.

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

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

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

GESAMP (Joint group of expert on the scientific aspects of marine environmental protection). Biological indicators and their use in the measurement of the condition of the marine environment. **Reports Studies**, n. 55, 56 p. 1995.

GIANI, A.; FIGUEREDO, C. C.; ETEROVICK, P. C. Algas planctônicas do reservatório da Pampulha (MG): Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta, Cyanobacteria. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 22, n. 2, 1999. p. 107-116.

GREGO, C. K. S., FEITOSA, F. A. N., HONORATO-DA-SILVA, M., FLORES-MONTES, M. J. Distribuição espacial e sazonal da clorofila a fitoplanctônica e hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista PE). **Tropical Oceanography**, Recife, v.32, n.2, p.181-199, 2004.

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

HÅKANSON, H. A. A compliation and evaluation of species in the general Stepahnodiscus, Cyclostephanos and Cyclotella with a new genus in the family Stephanodiscaceae. **Diatom Research**, v.17, n.1, p.1-139. 2002

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.

HONORATO-DA-SILVA, M.; PASSAVANTE, J. Z. O. ; SILVA-CUNHA, M. G. G.; NASCIMENTO-VIEIRA D. A.; GREGO, C. K. S. ; MUNIZ, K. Distribuição espacial e

sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos no estuário do rio Formoso (rio Formoso, Pernambuco, Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife: v. 32, n. 1, p. 89-106. 2004.

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 Deutschland, Österreich und der Schweiz, v. 7, pt. 1)

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

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Normas de apresentação tabular**. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993. 62p.

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

JONGE, V. N.; BEUSEKON, J. E. E. Wind and tide induced resuspension of sediment and microphytobenthos from tidal flats in the Ems estuary. **Limnology and Oceanography**. Lawrence, v. 40, n. 4, p. 766-778, 1995.

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

KEITH, D. J.; YODER, J. A.; FREEMAN, S. A. Spatial and temporal distribution of coloured dissolved organic matter (CDOM) in Narragansett Bay, Rhode Island: Implications for phytoplankton in coastal waters. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, p. 705-717, 2002.

KENNISH, M. J. **Practical handbook of Marine Science**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press LLC, 2001. 876p.

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

KJERFVE, B.; FERREIRA, H. O. Tidal bores: first ever measurements. **Ciência Cultura**, São Paulo, v. 45, n. 2, p.125-137. 1993.

KOENING, M. L.; MACEDO, S. J.; TRAVASSOS, P. E. P. F. & PASSAVANTE, J. Z. O. Biomassa fitoplanctônica do estuário do Rio Capibaribe (Recife - Pernambuco - Brasil), **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.38, n.4, p.1071-1083. 1995.

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

KOENING, M. L.; ESKINAZI LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; MACÊDO, S. J. Impacts of the Construction of the Port of Suape on the Phytoplankton Community in the Ipojuca River Estuary (Pernambuco - Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 73-81, 2003.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales**. Alemanha: Gustav Fischer Verlag Jena, 1998. 548 p.

KUTNER, M. B. B. **Variação estacional e distribuição do fitoplâncton na região de Cananéia**. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. 1972.

LABOHIDRO/UFMA. **Levantamento bioecológico na área de influência de alumínio do consórcio ALUMAR, na ilha de São Luís – MA. Subprojeto plâncton**. (Relatório técnico). São Luís, 1983a.

LABOHIDRO/UFMA. **Levantamento bioecológico na área de influência de alumínio do consórcio ALUMAR, na ilha de São Luís – MA. Subprojeto física**. (Relatório técnico). São Luís, 1983b.

LABOHIDRO/UFMA. **Levantamento bioecológico na área de influência de alumínio do consórcio ALUMAR, na ilha de São Luís – MA. Subprojeto plâncton**. (Relatório técnico). São Luís, 1985a.

LABOHIDRO/UFMA. **Levantamento bioecológico na área de influência de alumínio do consórcio ALUMAR, na ilha de São Luís – MA. Subprojeto geologia**. (Relatório técnico). São Luís, 1985b.

LABOHIDRO/UFMA. **Levantamento bioecológico na área de influência de alumínio do consórcio ALUMAR, na ilha de São Luís – MA. Subprojeto plâncton**. (Relatório técnico). São Luís, 1986a.

LABOHIDRO/UFMA. **Levantamento bioecológico na área de influência de alumínio do consórcio ALUMAR, na ilha de São Luís – MA. Subprojeto física**. (Relatório técnico). São Luís, 1986b.

LABOHIDRO/UFMA. **Levantamento bioecológico na área de influência de alumínio do consórcio ALUMAR, na ilha de São Luís – MA. Subprojeto plâncton**. (Relatório técnico). São Luís, 1987.

LABOHIDRO/UFMA. **Aspectos ecológicos dos manguezais do Golfão Maranhense. Subprojeto plâncton**. (Relatório Técnico). São Luís, 1993.

LABOHIDRO/UFMA. **Diagnóstico ambiental do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís - MA: caracterização química e biológica. Subprojeto plâncton**. (Relatório Técnico). São Luís, 1998, 122p.

LABOHIDRO/UFMA. **Diagnóstico ambiental da Ilha do Caju. Relatório síntese das unidades ambientais.** (Relatório Técnico). São Luís, 1999a, 96p.

LABOHIDRO/UFMA. **Diagnóstico ambiental do estuário do rio Baganga, Ilha de São Luís – MA: caracterização química e biológica. Relatório do 1º termo aditivo – outubro/1998 a agosto/1999.** (Relatório Técnico). São Luís, 1999b, 105p.

LABOHIDRO/UFMA. **Lauda técnico sobre a situação ambiental do manguezal das proximidades do Porto do Itaqui, São Luís (MA), Associada ao evento do vazamento de óleo combustível.** Subprojeto fitoplâncton. São Luís. (Relatório técnico), 2000a.

LABOHIDRO/UFMA. **Caracterização Biológica da área de influência do complexo portuário da Ponta da Madeira (fitoplâncton, zooplâncton, bentos e necton).** (Relatório Técnico). São Luís, 2000b, 27p.

LABOHIDRO/UFMA. **Subsídios para o uso econômico-sustentável da Bacia do Rio Anil, Ilha de São Luís - MA.** (Relatório Técnico). São Luís, 2001a. 93p.

LABOHIDRO/UFMA. **Zoneamento ecológico-econômico do pólo ecoturístico floresta dos Guarás.** (Relatório Técnico). São Luís, 2001b. 286p.

LABOHIDRO/UFMA. **Plano de Manejo. Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.** (Relatório Técnico). São Luís, 2003a. 499p.

LABOHIDRO/UFMA. **Zoneamento costeiro do Estado do Maranhão.** (Relatório Técnico). São Luís, 2003b. 286p.

LACASE, J. C. **A poluição dos mares.** Lisboa: Biblioteca básica de ciências e cultura, 1996.

LACERDA, S. R. **Série temporal do fitoplâncton no estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco – Brasil).** Recife, 2004. 244 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

LALLI, C. M.; PARSONS, T. R. **Biological Oceanography.** An Introduction. Pergamon Press, Oxford, 1993. 301 p.

LAVÔR-FERNANDES, G. Contribuição ao estudo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da Lagoa da Jansen (São Luís - MA). **Caderno de Pesquisa**, São Luís, v. 3, n. 2, p. 34-52, jul/dez. 1987.

LAVÔR-FERNANDES, G. Microfitoplâncton da Baía de São Marcos, São Luís, Maranhão, Brasil. **Gayana**, Chile. v. 45. n. 1-4. p. 265-274. 1988 a.

LAVÔR-FERNANDES, G. O microfitoplâncton do Rio Paciência, Paço do Lumiar, Maranhão. **Boletim Laboratório de Hidrobiologia**. São Luís, v. 8, p. 23-45. 1998 b.

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

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

LEGENDRE, L.; LEGENDRE, P. **Ecologie numérique**. 2 ed. Quebec: Masson Presses de L'Université du Quebec,: La structure des données écologiques. (Collection d'écologie, 13). v. 2, 1984b.

LEPS, J.; STRASKRABA, M.; DESORTOVA, B. Annual cycles of plankton species composition and physical chemical conditions in Slapy Reservoir detected by multivariate statistics. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.**, Stuttgart, v. 33, p. 933-945, 1990.

LILLIEFORS, H. W. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance Unknown. **Journal of the American Statistical Association**. v. 62, p. 399-402. 1967.

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

LOPES, R. **Uma região tropical**. Rio de Janeiro: Cia. Editora Fon-Fon e Seleta. 1970

LOSADA, A. P. M.; FEITOSA, F. A. N.; LINS, I. C. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba (Tamandaré – PE), relacionada com parâmetros hidrológicos. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife. v. 28, n. 2, p. 1-18. 2000.

LUNDHOLM, N., MOESTRUP, Ø., HASLE, G.R. & HOEFEMDEN, K. A study of the *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima/cuspidata* complex (Bacillariophyceae): what is *P. pseudodelicatissima*? **Journal Phycology**. v. 39, p. 797-813. 2003.

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

MACÊDO, S. J.; MUNIZ, K.; FLORES-MONTES, M. J. Hidrologia da região costeira e plataforma continental do estado de Pernambuco. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (Org.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço, p. 255-286. 2004.

MACÊDO, S. J.; NEUMANN-LEITÃO, S.; KOENING, M. L.; ARAUJO FILHO, M.; SCHWAMBORN, R.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K.; LACERDA, S. R.; FLORES-MONTES, M. J. Status of the barra das jangadas estuary (north-eastern Brazil): an ecological approach. In: TIEZZI, C. A.; BREBBIA, S. E.; JORGENSEN, S.; ALMORZA GOMAR (Eds). **Ecosystems and sustainable development V**. Witpress, Southampton, Boston. p. 709-722, 2005.

MARANHÃO. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão**. Relatório Técnico. São Luís, 1991. 194p.

MARANHÃO. **Atlas do Maranhão**. LABGEO/UEMA, São Luís: GEPLAN, 2002.

MARANHÃO. **Zoneamento Costeiro do Estado**. SEAGRO/IICA, UFMA, UEMA. São Luís, 2003.

MARGALEF, R. Temporal sucession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In: BUZZATI-TRAVERSO, A. A. (Ed.) **Perspectives in Marine Biology**. Berkeley: Universidade California Press, 1958. p. 323-349.

MARGALEF, R. **La diversidad**. In: Ecologia. Barcelona: Omega, cap. 11, p. 359-382, 1980.

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

MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La Metodología para el Estudio de la Vegetación. **Colección de Monografías Científicas. Série Biología**. [s.l.]. n. 22. 1982. 168 p.

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.

MENEZES, M. O gênero Phacus (Euglenaceae) no município do Rio de Janeiro e arredores, Brasil. **Hoehnea**. São Paulo, v. 18, p. 171-189. 1991.

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

MIRANDA, E. E.; COUTINHO, A. C. (Coord.). Brasil Visto do Espaço. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpem.embrapa.br>> Acesso em: 18 set. 2007.

MOREIRA, E. G.; AZEVEDO, A. C. G.; CUTRIM, M. V. J. Microalgas potencialmente tóxicas do estuário do rio Anil, São Luís – MA. **Pesquisa em Foco**, São Luís, v.9, n. 13, p. 187–195, jan./jun. 2001.

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

MOREIRA FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M; SOUZA-MOSIMANN, R.M. Catálogo das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do estado de Santa Catarina, Brasil. **Insula**. Santa Catarina, v. 15, p. 33-88. 1985.

MOREIRA FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M; SOUZA-MOSIMANN, 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 diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinha e estuarinas nos estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Alagoas, Brasil. **Biológica Brasileira**. Recife: v. 6, n. 1/2, p. 87-110. 1994/1995.

MOREIRA FILHO, H.; 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.

MORO, R. S.; FURSTENBERG, C. B. **Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não-marinhas**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 282p. 1997.

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

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

NOGUEIRA, N. M. C.; FERREIRA-CORREIA, M. M. Cyanophyceae/Cyanobacteria in red mangrove at Mosquitos and Coqueiros estuaries, São Luís, State of Maranhão, Brasil. **Brazilian Journal Biology**. v. 61, n. 3, p. 347-356. 2001.

NORIEGA, C. E. D. **Influência hidrológica e grau de poluição dos rios Pirapama e Jaboatão no estuário a Barra das Jangadas (PE-Brasil): ciclo temporal**. Recife 2004, 162 f. Dissertação. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2004.

NUGEO/LABMET. **Mapa de recursos naturais do Maranhão: bacias hidrográficas**. UEMA: São Luís. 1999.

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

ODEBRECHT, C.; ABREU, P. C. Microalgas. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. **Os ecossistemas costeiros marinhos do extremo sul do Brasil**. Rio Grande: Ecoscientia, p. 36-40. 1998.

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

ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. 6. ed. Lisboa: Gulbenkian, 2001. 927 p.

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

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

OLIVEIRA, D. B. F., ESKINAZI-LEÇA, E., KOENING, M. L. Microfitoplâncton da Baía de Mangunça (Estado do Maranhão - Brasil). **Boletim Técnico EMPARN**, Natal, 20p., 1986.

PAIVA, R. S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; MELO, N. F. A. C. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, v. 2, n. 2, p. 133-146, maio-ago., 2006.

PALMA, J. J. C. **Geomorfologia da plataforma continental norte brasileira**. p. 25-51, In: Projeto REMAC. Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. PETROBRAS/CENPES/DINTEP, Série Projeto REMAC, 7, Rio de Janeiro, 1979.

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

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. 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.

PEDERSEN, O. B.; CHRISTIANSEN, C.; AUREN, M. B. Wind induced long term increase and short term fluctuations of shallow waters suspended mater and nutrient concentrations, Ringjbind Fjord, Denmark. **Ophelia**, Helsingor, v. 41, p. 273-287, 1995.

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

PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

PEREIRA FILHO J.; SCHETTINI, C. A. F.; RORIG, L.; SIEGLE, E. Intratidal variation and net Transport of Dissolved Inorganic Nutrients, POC and Chlorophyll *a* in the Camboriú River Estuary, **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 53: 249-257. 2001.

PERKINS, E. J. Inorganic wastes. In: Lenihan, J.; Fletcher, W. W. (eds.). **The marine environments**. Blackie; Son Ltd, Glasgow, 1977.

PESSOA, C. R. D.; FERREIRA-CORREIA, M. M.; CUNHA, M. G. G. S. Novas ocorrências de diatomáceas pennales para o Estado do Maranhão, Brasil. **Boletim Laboratório de Hidrobiologia**, São Luís, v. 10, p. 65-77. 1997.

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

PICKARD, G.L.; EMERY, W.J. **Descriptive physical oceanography – an introduction**. 5th Edition. Pergamon Press. 320p. 1990.

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

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

PORTO DO ITAQUI. **Meio ambiente e segurança no trabalho: áreas sensíveis**. Disponível em: <http://www.portodoitiqui/meio_ambiente/areassensiveis.htm>. Acesso em: 5 nov. 2004.

PROENÇA, L. A. O.; FERNANDES, L. F. Introdução de microalgas no ambiente marinho: impactos negativos e fatores controladores. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Eds.). **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 1-224.

PROCOPIAK, L. K.; FERNANDES, L. F.; MOREIRA-FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropica**. v. 6, n. 3. 2006.

REBELO-MOCHEL, F. Relatório Técnico. Programa integrado dos manguezais maranhenses. **Sub-projeto mapeamento temático**. São Luís. 1996.

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.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503 p.

RILEY, G. A. The plankton of estuaries. In: LAUFF, G. H. (Ed.). **Estuaries**. Washington: Am. Ass. Adv. Asc. p. 316-326. 1967.

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

RIOS, L. **Estudos de geografia do Maranhão**. 3. ed. São Luís: Graphis, 2001. 223p.

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

ROHLF, F. J.; FISHER, D. L. Teste for hierarchical structure in random data sets. **Systematic Zoology**, v. 17, p. 407-412. 1968.

ROUND, F. E. **The ecology of algae**. Cambridge: Cambridge University Press. Cap. 7, p. 243-356. 1981.

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

SALA, S. E., SAR, E. A. & FERRARIO, M. E. Rewiew of material reported as containing *Amphora coffaeiformis* (Agardh) Kützing in Argentina. **Diatom Research**. v. 3, n. 2, p. 223-336. 1998.

SANTANA, D. S. **Composição florística e variação espaço-temporal dos parâmetros ambientais e da biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Marapanim (Pará - Brasil)**. 2004. 113 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental), Universidade Federal do Pará, Bragança, 2004.

SANTOS, F. P.; BRITO, R. R. C. Caracterização hidrológica e produtividade primária da Baía de Guarapuá - BA: um subsídio à pesquisa sobre a capacidade de recarga do meio ambiente. In: MANGROVE 2003, Salvador. MANGROVE 2003. **Resumos...** 2003.

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

SASSI, R. Phytoplankton and environmental factors in the Paraíba do Norte river estuary, northeastern Brazil: composition, distribution and qualitative remarks. **Boletim do Instituto Oceanográfico de SP**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 93-115. 1991.

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

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezais brasileiros: uma bibliografia (1614-1986)**. São Paulo, Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo/Superintendência de desenvolvimento do litoral paulista. 59p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; COELHO JÚNIOR, C.; TOGNELLA-DE-ROSA, M. **Manguezais**. São Paulo, Ática. 2001, 48 p.

SCHMIEGELOW, J. M. M. **O Planeta Azul**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência. 2004. 202p.

SEN-GUPTA, B. K., MACHAIN-CASTILLO, M. L. Benthic foraminifera in oxigenpoor habitats. **Marine Micropaleontology**, Amsterdam, v. 20, p.183-201, 1993.

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

SILVA, I. G.; KOENING, M. L. Variação sazonal da densidade fitopanctônica no estuário do rio Paripe. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, Universidade Federal do Rio Grande, v. 36, n. 04, p. 645-658, 1993.

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

SILVA-CUNHA, M. G. G. **Estrutura e dinâmica da flora planctônica no Canal de Snata Cruz – Itamaracá – Pernambuco – Nordeste do Brasil**. Recife, 2001. 246 f. Tese (Doutorado em Oceanografia). Universidade Federal de Pernambuco. 2001.

SIMITH, D. J. B.; COSTA, R. M.; PEREIRA, L. C. C.; SCHORIES, D. Composição florística e abundância do fitoplâncton da baía do Caeté (Bragança – PA – Brasil). 4º Workshop ECOLAB – Ecossistemas Costeiros Amazônicos do Conhecimento à Gestão. **Resumo...** CD-ROM. 2002.

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

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

SMAYDA, T. J. The phytoplankton of estuaries. In: KETCHUM, B. H. (Ed.) **Estuaries and enclosed seas – Ecosystems of the world**. Amsterdam: ELSEVIER, 1983. v. 25, p. 65-102, 1983.

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

SOARES, M. **O oceano... nosso futuro: Relatório da Comissão Mundial Independente sobre os Oceanos**. Rio de Janeiro: CNIO, 1999. 250 p.

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.

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

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

SOUZA FILHO, P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**. v. 23, n. 4, p. 427-435. 2005

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.

STEIDINGER, K. A.; TANGEN, K. **Dinoflagellates**. In: TOMAS, C. R. Identifying Marine phytoplankton. San Diego: Academic Press. 1997. 387-589p.

STRICKLAND, J. D.; PARSONS, T. S. A practical handbook of sea water analysis. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, v. 167, 2nd. ed., p. 1-205, 1972.

STRIDE, R. K. **Diagnóstico da pesca artesanal marinha do Estado do Maranhão**. CORSUP/EDUFMA, São Luís, 1992, 205p.

SUDENE/Governo do Estado do Maranhão. Pesquisas dos recursos pesqueiros da plataforma continental maranhense. **Série Estudos de Pesca**, Recife, n. 6, p.1 - 67, 1976.

SUDENE/GEOTÉCNICA S.A. AQUA-PLAN. **Levantamentos básicos integrados de recursos naturais da bacia do rio Itapecuru/MA: subprojeto plâncton - Recursos Pesqueiros**. (Relatório Técnico). Recife, p.78-92, 1977.

TAVARES, B & VALENTE-MOREIRA, I. M. Diatomoflórula do Lago de Cascavel, Município de Cascavel, Estado do Paraná, Brasil. **Hoehnea**. v. 27, n. 1, p. 1-24. 2000.

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

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

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

TOMAS C. R. **Identifying marine phytoplankton**. San Diego: Academic Press, 1997. 858p.

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

THRONDSSEN, J. Preservation and storage: monographs on oceanographic methodology. In: SOURNIA, A. (Ed.). 6. **Phytoplakton manual**. Norwich: UNESCO, 1978. p. 69-74.

TUNDISI, J. G. O plâncton estuarino. **Contribuições avulsas do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, São Paulo, n. 19, p. 1-22, 1970. (Série Oceanografia Biológica).

UNESCO. **International oceanographic tables**. Wormley: v. 2, 1973. 141 p.

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.

VALENTIN, J. L. **Ecologia Numérica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 117 p.

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

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

VILLAFANE, V. E.; REID, F. M. H. Métodos de microscopia para la cuantificación del fitoplancton. In: ALVEAR, K.; FERRARIO, M. E.; OLIVEIRA FILHO, E. C.; SARS, E. (Eds.). **Manual de métodos ficológicos**. Chile: Universidad de Concepción, 1995. p. 169-185.

WERNER, D. (Ed.). **The biology of diatoms**. Botanical Monographs, v. 13, University of California Press, Berkeley and New York, 1977. 497 p.

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

APÊNDICES

APÊNDICE A. Parâmetros ambientais mensurados no Golfo Maranhense, durante o período de coleta.

	maio/02/P1	maio/02/P2	maio/02/P3	maio/02/P4	jun/02/P1	jun/02/P2	jun/02/P3	jun/02/P4	set/02/P1	set/02/E2	set/02/P3	set/02/P4
Temp. do ar (°C)	26,7	26,7	26,7	26,7	27,6	27,6	27,6	27,6	27,4	27,4	27,4	27,4
Marés (m)	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5	5,5	5,5
Salinidade	20	17	9	10	24	22	17	19	25	29	25	26
Temp. da água (°C)	29,0	29,0	29,5	28,0	30,0	30,0	29,3	27,0	27,0	28,0	28,0	28,0
pH	7,6	7,6	7,6	6,5	7,9	7,9	8,1	7,8	7,6	7,6	7,6	7,41
Transp. da água (cm)	42	38	33	35	39	35	33	35	39	42	35	47
Coef. exting. luz (cm)	0,041	0,045	0,052	0,049	0,044	0,049	0,052	0,049	0,044	0,041	0,049	0,036
Densidade da água	10,35	8,0	1,56	2,85	13,15	11,58	7,9	10,22	14,93	17,74	14,61	15,39
OD (mL.L ⁻¹)	5,9	6,2	6,3	5,3	4,7	4,7	4,3	5,2	3,4	3,1	2,3	5,07
Tx. saturação (%)	123	124	126	103	102	99	88	104	71	67	48	107
Nitrato (µM)	0,06	0,05	0,08	0,10	0,03	0,08	0,08	0,06	0,07	0,01	0,18	0,20
Nitrato (µM)	3,13	2,78	1,43	1,26	1,63	1,32	0,84	0,63	0,67	2,10	3,11	2,29
Amônia (µM)	0,21	1,02	0,92	0,30	1,27	0,89	0,40	0,95	0,32	0,22	0,88	0,55
Fosfato (µM)	0,57	0,53	0,58	0,46	0,45	0,49	0,30	0,49	0,53	0,50	0,33	0,40

	nov/02/P1	nov/02/P2	nov/02/P3	nov/02/P4	jan/03/P1	jan/03/P2	jan/03/P3	jan/03/P4	mar/03/P1	mar/03/P2	mar/03/P3	mar/03/P4
Temp. do ar (°C)	28,2	28,2	28,2	28,2	27,8	27,8	27,8	27,8	26,9	26,9	26,9	26,9
Marés (m)	5,6	5,6	5,6	5,6	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Salinidade	30	31	30	33	35	32	6	32	14	15	6	6
Temp. da água (°C)	27,0	28,0	28,0	27,5	28,5	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	30,0
pH	7,6	7,5	7,2	7,3	7,7	7,6	7,4	7,3	7,3	7,5	7,4	7,5
Transp. da água (cm)	49	43	40	50	53	42	40	61	35	30	30	18
Coef. exting. luz (cm)	0,035	0,040	0,043	0,034	0,032	0,041	0,043	0,028	0,049	0,057	0,057	0,095
Densidade da água	18,85	19,31	18,53	21,04	22,28	19,76	-0,62	19,76	5,65	6,43	-0,62	-0,96
OD (mL.L ⁻¹)	3,3	3,5	2,1	3,5	3,7	2,9	3,8	4,8	4,8	3,6	3,8	5,6
Tx. saturação (%)	69	76	45	76	83	65	73	105	97	73	73	110
Nitrato (µM)	0,01	0,10	0,25	0,09	0,05	0,09	0,05	0,09	0,19	0,24	0,05	0,03
Nitrato (µM)	0,24	2,81	3,53	3,32	0,85	2,05	1,85	3,32	1,84	1,93	1,85	0,45
Amônia (µM)	0,12	0,85	0,65	0,72	0,02	0,45	21,07	0,72	24,27	26,45	21,07	15,44
Fosfato (µM)	0,55	0,56	0,46	0,56	0,28	0,42	0,22	0,56	0,29	0,17	0,22	0,13

Apêndice B. Distribuição da comunidade zooplancônica no Golfo Maranhense.

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Divisão Cyanophyta																								
<i>Aphanocapsa</i> sp.									*															*
<i>Leptolyngbya fragilis</i>				*																				
<i>Lyngbya semiplena</i>				*																				
<i>Merismopedtia glauca</i>	*		*																					
<i>Merismopedtia</i> sp.	*		*																					
<i>Oscillatoria</i> sp ₁					*				*															
<i>Oscillatoria</i> sp ₂									*															
<i>Oscillatoria</i> sp ₃									*															
<i>Oscillatoria</i> sp ₄									*															
<i>Oscillatoria</i> sp ₅									*							*								
<i>Phormidium</i> sp ₁									*							*								
<i>Phormidium</i> sp ₂									*							*								
<i>Phormidium</i> sp ₃									*							*								
<i>Phormidium</i> sp ₄									*							*								
<i>Phormidium</i> sp ₅									*							*								
<i>Phormidium</i> sp ₆									*							*								
<i>Phormidium</i> sp ₇																	*							
Divisão Euglenophyta																								
<i>Euglena acus</i> var. <i>rigida</i>									*															
<i>Euglena oxyuris</i> var. <i>oxyuris</i>	*		*						*															
<i>Euglena tripteris</i> var. <i>tripteris</i>	*																							
<i>Euglena</i> sp ₁	*																							
<i>Euglena</i> sp ₂	*															*								
<i>Euglena</i> sp ₃									*															
<i>Euglena</i> sp ₄									*															
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>attenuata</i>	*																							
<i>Phacus orbicularis</i>																								
<i>Phacus tortus</i>	*								*															
<i>Phacus</i> sp ₁	*								*															
<i>Phacus</i> sp ₂									*															
<i>Strombomonas</i> sp ₁	*															*								

Continua...

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Strombomonas</i> sp ₂	*																							
<i>Strombomonas</i> sp ₃													*	*										
<i>Strombomonas</i> sp ₄														*										
<i>Strombomonas</i> sp ₅																					*			
<i>Trachelomonas armata</i>					*												*				*			
<i>Trachelomonas</i> sp					*																*			
Divisão Pyrrophyta																								
<i>Ceratium fuscus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*									*			*			
<i>Ceratium lineatum</i>	*								*							*					*			*
<i>Ceratium macroceros</i>	*				*						*		*				*		*		*		*	
<i>Glenodinium</i> sp ₁	*			*					*		*			*										
<i>Glenodinium</i> sp ₃	*		*		*										*			*		*				
<i>Glenodinium</i> sp ₃			*													*				*				
<i>Goniodoma orientale</i>				*																				
<i>Gonyaulax</i> sp.		*		*	*				*		*		*		*		*		*		*			*
<i>Peridinium lenticulatum</i>	*				*				*		*		*		*		*		*		*			*
<i>Prorocentrum micans</i>									*		*		*		*		*		*		*			*
<i>Protoperidinium conicoides</i>									*		*		*		*		*		*		*			*
<i>Protoperidinium conicum</i>									*		*		*		*		*		*		*			*
<i>Protoperidinium pyriforme</i>													*											
<i>Protoperidinium</i> sp ₁					*						*	*			*	*		*		*				*
<i>Protoperidinium</i> sp ₂					*			*	*		*	*			*	*		*		*				*
<i>Protoperidinium</i> sp ₃					*			*	*		*	*			*	*		*		*				*
<i>Protoperidinium</i> sp ₄												*												
<i>Protoperidinium</i> sp ₅					*						*		*		*		*		*		*			*
<i>Protoperidinium</i> sp ₆															*	*	*	*	*	*	*		*	*
<i>Pyrophacus</i> sp.													*											
Divisão Bacillariophyta																								
<i>Achnanthes brevipes</i>		*																						
<i>Actinocyclus curvulatus</i>		*	*			*			*		*		*		*		*		*		*		*	*
<i>Actinocyclus octonarius</i> var. <i>crassus</i>		*	*	*		*			*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Actinocyclus octonarius</i> var. <i>octinarius</i>	*	*	*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Actinocyclus</i> sp ₁	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Continua...

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Actinocyclus</i> sp ₂	*		*	*			*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Actinophycus annulatus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Actinoptychus senarius</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Actinoptychus splendens</i>					*	*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Aulacodiscus</i> sp ₁		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Aulacodiscus</i> sp ₂		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Amphora</i> sp.		*				*				*				*				*				*		*
<i>Asterionellopsis glacialis</i>						*			*	*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Bacillaria paradoxa</i>		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Bellerochea malleus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Biddulphia alternans</i>		*				*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Biddulphia tridens</i>						*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Caloneis</i> sp.						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Campylodiscus impressus</i>		*				*			*	*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Campylosira cymbelliformis</i>	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cerataulina</i> sp.				*		*		*		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Cerataulus turgidus</i>						*			*	*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Chaetoceros aequatoriales</i>						*			*	*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Chaetoceros affinis</i>					*					*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Chaetoceros atlanticus</i> f. <i>audax</i>	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>abnormis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Chaetoceros teres</i>						*				*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Chaetoceros</i> sp.						*				*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Corethron criophilum</i>						*				*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Coscinodiscus centralis</i>						*				*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Coscinodiscus radiatus</i>						*				*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Coscinodiscus rothii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Coscinodiscus</i> sp ₁	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Coscinodiscus</i> sp ₂	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Coscinodiscus</i> sp ₃	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Coscinodiscus</i> sp ₄	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Continua...

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Coscinodiscus</i> sp ₅		*	*									*					*	*			*	*		
<i>Coscinodiscus</i> sp ₅			*	*									*					*	*			*	*	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	*		*				*		*		*		*					*	*	*	*	*	*	*
<i>Cyclotella striata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cyclotella stlorum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Delphineis surirella</i>		*				*															*	*	*	*
<i>Diploneis gruendleri</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Diploneis interrupta</i> var. <i>cafra</i>		*		*								*						*	*				*	*
<i>Diploneis smithii</i>						*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Diploneis wessflogii</i>	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Diploneis</i> sp ₁	*	*	*		*	*														*				
<i>Diploneis</i> sp ₂			*				*				*		*			*						*		
<i>Ditylum brightwellii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Entomoneis alata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Eunotia</i> sp ₁		*				*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Eunotia</i> sp ₂			*			*																		
<i>Eunotia</i> sp ₃				*				*																
<i>Fragilaria</i> sp.	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Frustulia asymmetrica</i>									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Frustulia interposita</i>			*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Gomphonema</i> sp.		*				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Guinardia delicatula</i>								*				*					*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Guinardia flaccida</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Guinardia</i> sp.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Gyrosigma balticum</i>		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hantzschia amphioxys</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Helicotheca tamesis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hemiaulus indicus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hemidiscus ovalis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Lithodesmium undulatum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Lyrella lyra</i> var. <i>lyra</i>		*		*		*		*		*		*		*		*		*		*		*		
<i>Melosira moniliformes</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Melosira nummuloides</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Navicula humerosa</i>			*	*		*		*		*		*		*		*		*		*		*		
<i>Navicula normalis</i>			*	*		*		*		*		*		*		*		*		*		*		
<i>Navicula pusilla</i>			*	*		*		*		*		*		*		*		*		*		*		

Continua...

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Navicula viridula</i>	*								*												*			
<i>Navicula</i> sp ₁	*	*	*			*	*		*	*		*				*							*	
<i>Navicula</i> sp ₂			*				*										*							*
<i>Nitzschia fasciculata</i>	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nitzschia lanceolata</i>		*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nitzschia longissima</i> var. <i>closterium</i>				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nitzschia longissima</i> f. <i>parva</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nitzschia obtusa</i> var. <i>scalpeliformis</i>				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nitzschia sigma</i>						*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nitzschia sigma</i> var. <i>sigmatela</i>									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nitzschia tryblionella</i> var. <i>victoriae</i>	*							*							*									
<i>Nitzschia</i> sp ₁		*						*				*				*								*
<i>Nitzschia</i> sp ₂			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Odontella aurita</i>	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Odontella dubia</i>						*	*	*				*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Odontella longicruris</i>							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Odontella mobiliensis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Odontella regia</i>	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Odontella rhombus</i>					*			*				*				*								
<i>Odontella sinensis</i>								*			*			*					*					
<i>Odontella</i> sp ₁	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Odontella</i> sp ₂		*	*	*																				*
<i>Odontella</i> sp ₃		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Opephora pacifica</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paralia sulcata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paralia</i> sp.				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Plagiogramma pulchellum</i>			*																					
<i>Plagiotropis</i> sp.		*										*					*							
<i>Pleurosigma</i> sp ₁					*			*				*				*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pleurosigma</i> sp ₂					*			*				*				*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Podosira stelliger</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Proboscia alata</i> var. <i>alata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Proboscia alata</i> var. <i>indica</i>	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Psammodictyon panduriforme</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>P. panduriforme</i> var. <i>minor</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Continua...

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1		P2		P3		P4		P1		P2		P3		P4		P1		P2		P3		P4	
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Pseudonitzschia pugnens</i>	*		*	*	*	*	*	*	*	*			*				*	*			*	*		*
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	*	*		*	*	*	*	*					*			*	*	*			*	*		*
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Rhizosolenia setigera</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Rhizosolenia imbricata</i>																								
<i>Rhopalodia gibberula</i>		*																				*		
<i>Rhopalodia musculus</i>					*																			
<i>Skeletonema costatum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Skeletonema tropicum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Stauroneis</i> sp.		*																				*		
<i>Suriella fastuosa</i>											*						*							
<i>Suriella fastuosa</i> var. <i>recendens</i>					*											*								
<i>Suriella fegiberii</i>		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Suriella robusta</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Suriella</i> sp.	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Synedra delicatissima</i>	*																							
<i>Synedra tabulata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Synedra ulna</i> var. <i>ulna</i>		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Synedra</i> sp.		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Terpsinoe americana</i>																								
<i>Terpsinoe musica</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassionema nitzschioides</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassiosira eccentrica</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassiosira leptopus</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassiosira lineata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassiosira nanolineata</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassiosira oestrupii</i>									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassiosira rotula</i>	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassiosira subtilis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassiosira</i> sp ₁	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassiosira</i> sp ₂	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassiosira</i> sp ₃																								
<i>Thalassiosira</i> sp ₄	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassiosira</i> sp ₅	*								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Trachyneis aspera</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Continua...

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Tryblionella granulata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Tryblionella granulata</i> var. <i>granulata</i>		*	*			*				*	*	*		*	*	*			*	*		*	*	*
<i>Tryblionella granulata</i> var. <i>hyalina</i>		*	*	*			*				*					*	*			*		*		*
<i>Triceratium favus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Triceratium favus</i> f. <i>quadrata</i>						*										*							*	*
<i>Triceratium robertsonianum</i>		*	*		*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Trigonium reticulum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Tryblioptycus cocconeiformis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Divisão Chrysophyta																								
<i>Dictyocha fibula</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Divisão Chlorophyta																								
<i>Dimorphococcus</i> sp.					*					*				*							*			*
<i>Eudorina</i> sp.																								
<i>Pediastrum simplex</i>																					*			
<i>Scenedesmus quadricauda</i>									*															
<i>Staurastrum</i> sp.	*																						*	*

* Espécie presente

Apêndice C. Abundância relativa (%) das espécies contabilizadas, a partir das amostras de rede, no Golfão Maranhense.

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Divisão Cyanophyta																								
<i>Aphanocapsa</i> sp.																								1
<i>Leptolyngbya fragilis</i>			1						2															
<i>Lyngbya semiplena</i>																1								
<i>Merismopedia glauca</i>		1																						
<i>Merismopedia</i> sp		1	1																					
<i>Oscillatoria</i> sp ₁									1															
<i>Oscillatoria</i> sp ₂										1														
<i>Oscillatoria</i> sp ₃										1														
<i>Oscillatoria</i> sp ₄										1														
<i>Oscillatoria</i> sp ₅																1								
<i>Oscillatoria</i> sp ₆																								
<i>Phormidium</i> sp ₁																								
<i>Phormidium</i> sp ₂										1														
<i>Phormidium</i> sp ₅										1														
<i>Phormidium</i> sp ₆																	1							
Divisão Euglenophyta																								
<i>Euglena oxyuris</i> var. <i>oxyuris</i>			1																					
<i>Euglena tripteris</i> var. <i>tripteris</i>		1																						
<i>Euglena</i> sp ₂																	1							
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>attenuata</i>		1																						
<i>Phacus tortus</i>																								
<i>Strombomonas</i> sp ₁																								
<i>Strombomonas</i> sp ₃																	1							
<i>Strombomonas</i> sp ₄																								
<i>Trachelomonas armata</i>																								
<i>Trachelomonas</i> sp																								1
Divisão Pyrrophyta																								
<i>Ceratium fusus</i>			1		1																			1
<i>Ceratium lineatum</i>		1															2				1			2

Continua...

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Ceratium macroceros</i>					1								1				1				1	1		1
<i>Glenodinium</i> sp ₁				2		1																		
<i>Glenodinium</i> sp ₃			2																					
<i>Goniodoma orientale</i>																								
<i>Gonyaulax</i> sp					1																			
<i>Peridinium lenticulatum</i>						2	1		1												1			
<i>Prorocentrum micans</i>										1											1			
<i>Protoperidinium conicoides</i>																								
<i>Protoperidinium conicum</i>																								
<i>Protoperidinium pyriforme</i>																								
<i>Protoperidinium</i> sp ₁					1																			
<i>Protoperidinium</i> sp ₂								1																
<i>Protoperidinium</i> sp ₃					1	1																		
<i>Protoperidinium</i> sp ₄													1											
<i>Protoperidinium</i> sp ₅																								
<i>Protoperidinium</i> sp ₆																	1							2

Divisão Bacillariophyta

Actinocyclus curvulatus			2		3	2			2	1			1					3		2	1		3
Actinocyclus octinarius var. crassus	1	4	3		1	3		3	1										3			3	
Actinocyclus octinarius var. octinarius		1				2		1					1						2				
Actinocyclus sp ₁	2	3	1		1		2			2									1	2		2	
Actinocyclus sp ₂						2		3		2			1								1	3	
Actinophycus annulatus		2	2		5	3		2		3		1							1		2	3	
Actinoptychus senarius	6		1	3			3	8		5		1	3						1		1	6	
Actinoptychus splendens					1								1									2	
Aulacodiscus sp ₁		1	3			1	2															1	
Asterionellopsis glacialis									4				3	2							3	1	
Bacillaria paradoxa	5				1	1		1		1										3		1	
Bellerophoea malleus	5	2	4		2	5		1	8	4			3	5	3					4	7	5	
Biddulphia tridens									1			1									2	10	
Caloneis sp.									1														
Campylosira cymbelliformis	1			1			1															1	
Cerataulus turgidus									1												1	1	
Chaetoceros affinis				2																1			

Continua...

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Chaetoceros atlanticus</i> f. <i>audax</i>	1				1												1							
<i>Chaetoceros curvisetus</i>		3							4									1						
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	5		1	3				3	2											2		3		
<i>Chaetoceros peruvianus</i>				2				4	2														4	
<i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>abnormis</i>	1								1				1	1						5				
<i>Chaetoceros</i> sp.												2									2			
<i>Coscinodiscus centralis</i>																					1			
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>		5	3	1		6	4	4	1			2	8		2	3	6	12	1		1	1	2	
<i>Coscinodiscus radiatus</i>									4				5		8				6					
<i>Coscinodiscus rothii</i>	4							5	4				1					5		4		5		
<i>Coscinodiscus</i> sp ₁			5		2	3	2		5				5					3			4			3
<i>Coscinodiscus</i> sp ₂	8	8			7	3			7	1			2										6	2
<i>Coscinodiscus</i> sp ₃																								
<i>Coscinodiscus</i> sp ₄				2					1			1						4			4		3	5
<i>Coscinodiscus</i> sp ₅	1	3	3																					
<i>Coscinodiscus</i> sp ₆				3																				
<i>Cyclotella meneghiniana</i>							4		3	4									3					
<i>Cyclotella striata</i>	3	7			8	1											3		3					
<i>Cyclotella stylum</i>	7		12			3	8	10	2	1		9	4		9	2	5	11	2		19	3	3	6
<i>Diploneis gruedleri</i>				3		2			1			1	2		5	1						5	2	1
<i>Diploneis interrupta</i> var. <i>caiffra</i>				1								1						1						
<i>Ditylum brightwellii</i>		6		3	1		4	3	3				6	2	3		3	4	7		1	7	2	
<i>Fragilaria</i> sp.											1			4			1					6	2	
<i>Frustulia assimetrica</i>											1						2						1	
<i>Frustulia interposita</i>			1						1			2					2	1	1					
<i>Helicotheca tamesis</i>						1						1	2				2				2		3	1
<i>Hemiaulus indicus</i>							1																	
<i>Hemidiscus ovalis</i>	1		1			3	2																	
<i>Melosira moniliformes</i>																								
<i>Melosira nummuloides</i>	10					2																		
<i>Navicula</i> sp ₁		7	8	2	9			7	1	13	1	10		5	6	3	20	3	7			12	6	1
<i>Nitzschia fasciculata</i>		1	4		1	2			3	5			2			1							1	
<i>Nitzschia sigma</i>	5		8	5	1	6	5			5	9		1	1	10		2	1		6		2	8	3
<i>Nitzschia sigma</i> var. <i>sigmatela</i>									1				3	2									1	
<i>Nitzschia</i> sp ₁			4									1		1					1					2

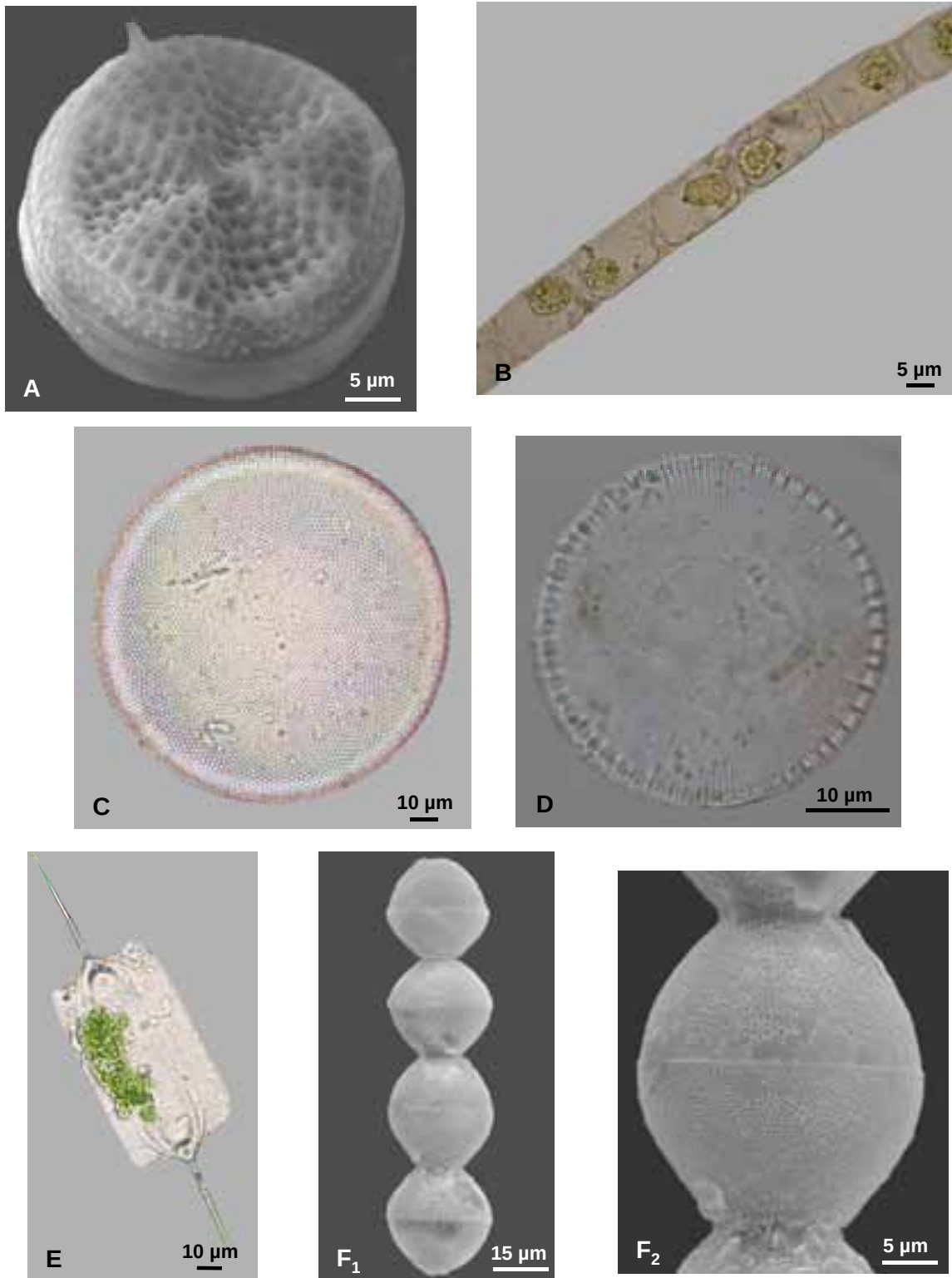
Continua...

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Odontella aurita</i>	2	6		1	3		1	1					1	2	3	2			5	1		1		1
<i>Odontella longicirris</i>									1				2	2	1					2		1		
<i>Odontella mobiliensis</i>			6	4	8	2	5	1		3			2	7	6	1		1	11	17		6	2	1
<i>Odontella regia</i>	7	3			3		2			5	3		1	3		4	2			2			5	1
<i>Odontella rhombus</i>													2											
<i>Paralia sulcata</i>		5	6	3		8	3	11		8	5	1		8	2	1		1			4	3	1	
<i>Pleurosigma</i> sp ₁												7									2			
<i>Pleurosigma</i> sp ₂									1												1			
<i>Podosira stelliger</i>							2		1	2	1			1		1				1		1	2	
<i>Proboscia alata</i> var. <i>alata</i>	1				3	2																		
<i>P. panduriforme</i> var. <i>minor</i>												1									2			
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>		3		2	1			3			2													1
<i>Pseudonitzschia pugens</i>				4	1	1	3	5										3				2		1
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	1			3	2			3			6		4					4	2			6		1
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>		2	4	1	3					1			2			1			2	2		2		1
<i>Skeletonema costatum</i>	8					2	5	3		4	3		3	10			8		6				3	
<i>Skeletonema tropicum</i>	2	4	5	4	11	3	1	5		1	14	25	2	4	7	2		1	3	11	6		5	15
<i>Surirella fastuosa</i>										1			1											
<i>Surirella fegeberii</i>	1							1	1				1	1										
<i>Synedra tabulata</i>	15			6	2	2		4		1	5	2	12		3	2			5		1	2	1	
<i>Terpsinoe americana</i>																								
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>		8	2	5		3	6	5		1	3			1	4		1	6		5	1			
<i>Thalassiosira eccentrica</i>			1		7	2						1			12				8		2			14
<i>Thalassiosira leptopus</i>								7				7						3			7			3
<i>Thalassiosira lineata</i>	2			4	3	2	5		1	2					3	1				1			5	
<i>Thalassiosira nanolineata</i>	4							1		1	2		1									1		
<i>Thalassiosira oestrupii</i>									4								6				2			1
<i>Thalassiosira subtilis</i>	2		1	5		3	8		1		6	2		1	3	42		8	3	9			2	2
<i>Thalassiosira</i> sp ₁		6	3						3															
<i>Thalassiosira</i> sp ₂																					3			1
<i>Trachyneis aspera</i>			1	2	2														1		2			1
<i>Tryblionella granulata</i>			5			2													1	2				
<i>Triceratium favus</i>							1		2	1	1	2		1	1	2	1	1	2		1	1	2	
<i>Triceratium favus</i> f. <i>quadrata</i>	1			2	1				1															1
<i>Triceratium robertsonianum</i>																	1							

Continua...

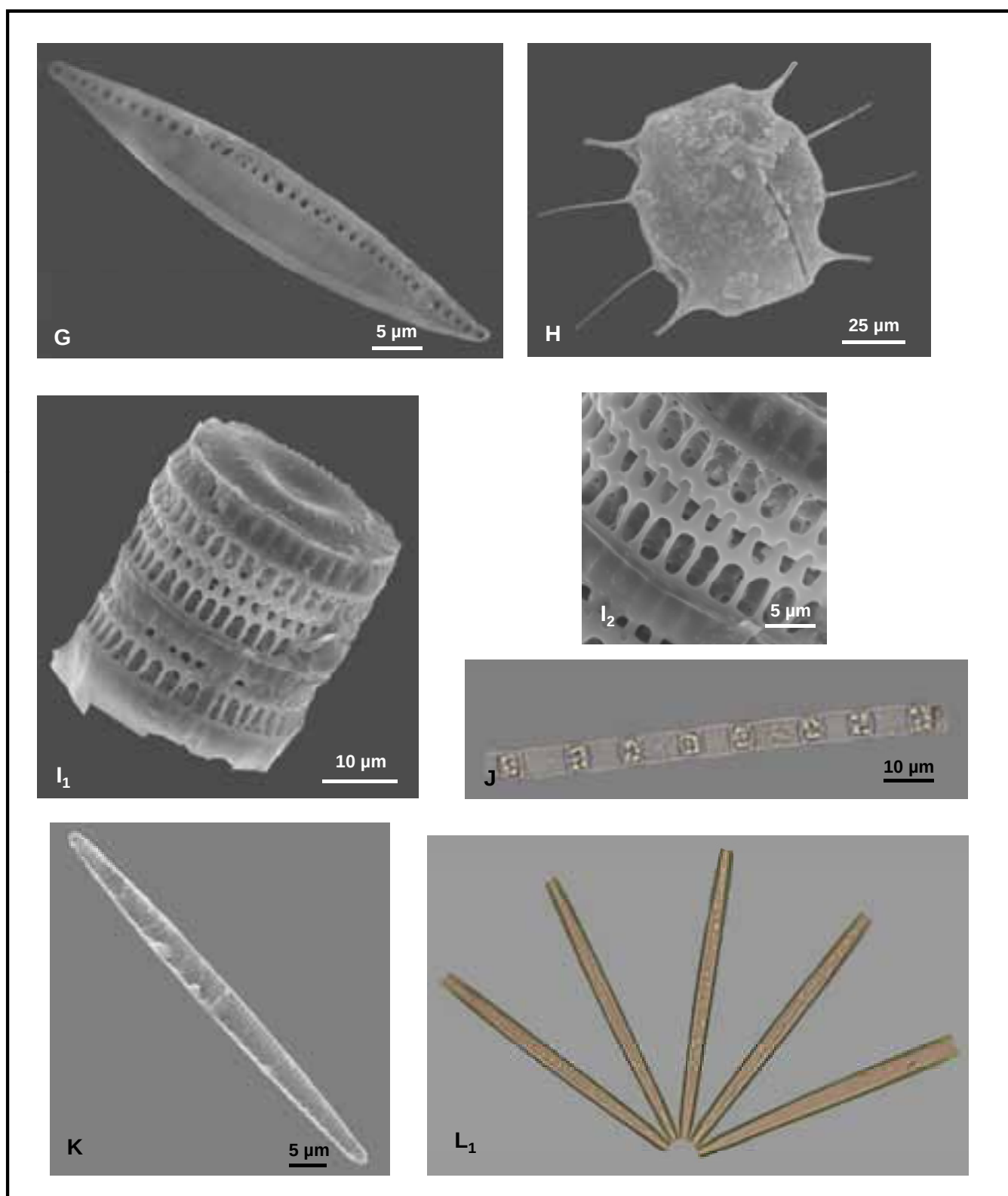
TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02				nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Trigonium reticulum</i>	1					1										1							1	
<i>Trybliptycus cocconeiformis</i>		1		2	3			2			1	1	1	1		2		4				2	2	
Divisão Chrysophyta																								
<i>Dictyocha fibula</i>	1			3	1			1			1		2		1	1		1	2	1			1	
Divisão Chlorophyta																								
<i>Dimorphococcus</i> sp.					2						1				1									
<i>Eudorina</i> sp.																								1
<i>Pediastrum simplex</i>												1												
<i>Scenedesmus quadricauda</i>									1															

Apêndice D



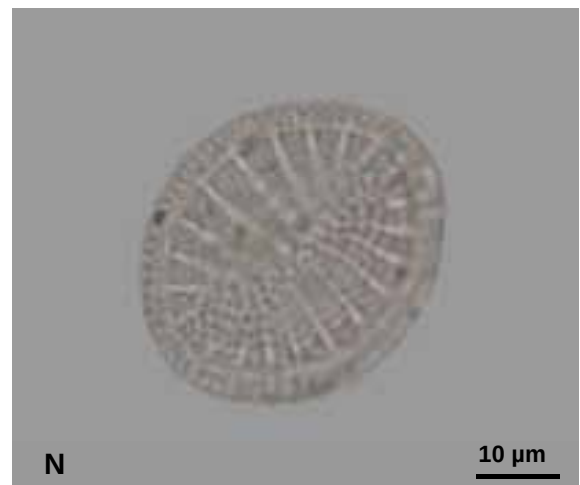
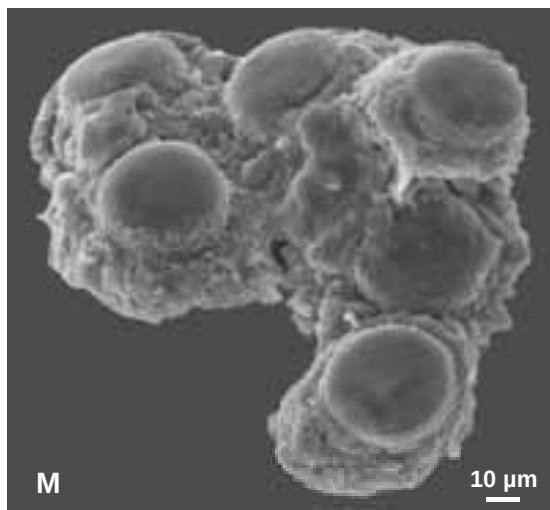
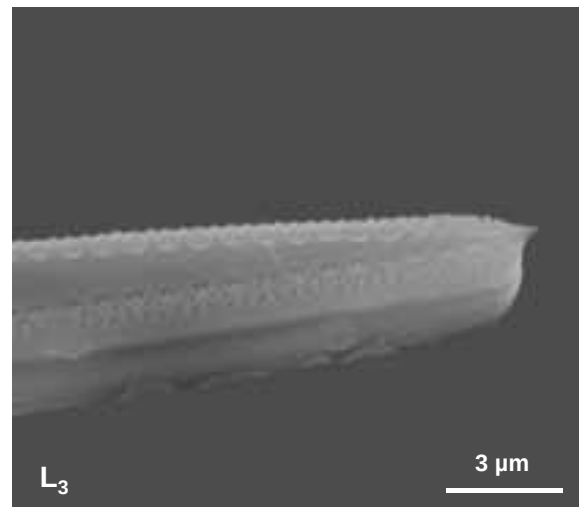
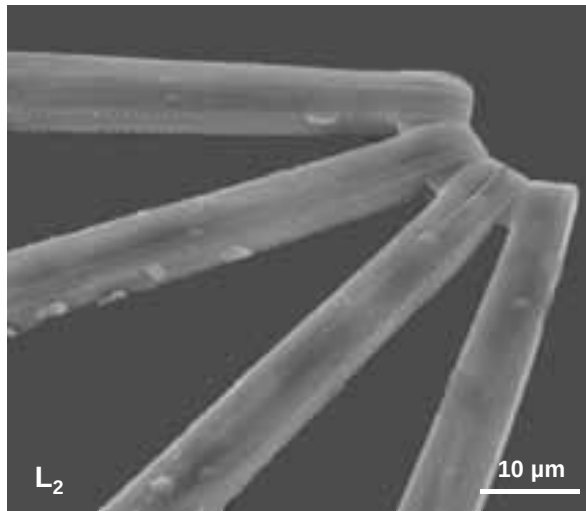
Prancha 1. Figura A. *Actinoptychus senarius*; Figura B. *Bellerochea malleus*; Figura C. *Coscinodiscus oculus-iridis*; Figura D. *Cyclotella stylorum*; Figura E. *Ditylum brightwelli*; Figura F. *Melosira nummuloides* (F₁ - aspecto geral; F₂ – detalhe de uma valva).

Apêndice D



Prancha 2. Figura G. *Nitzschia fasciculata*; Figura H. *Odontella mobiliensis*; Figura I. *Paralia sulcata* (I₁ – aspecto geral da colônia; I₂ – encontro entre duas valvas).; Figura J. *Skeletonema tropicum*; Figura K. *Synedra tabulata*; Figura L. *Thalassionema frauenfeldii* (L₁ – aspecto geral da colônia).

Apêndice D



Prancha 3. Figura L. *Thalassionema frauenfeldii* (L₂ – encontro entre as valvas; L₃ – detalhe da extremidade valvar); Figura M. *Thalassiosira subtilis*; Figura N. *Tryblioptychus cocconeiformis*.

Apêndice E. Valores do número total de espécies, indivíduos, densidade (cels.L⁻¹), índices de diversidade, equitabilidade e riqueza, biomassa total (BT), microfitoplâncton (MICRO), nano e picofitoplâncton (N/P) e suas respectivas contribuições em termos percentuais da comunidade fitoplanctônica no Golfo do Maranhense.

	maio/02				jul./02				set./02			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Total espécies	24	16	20	21	30	29	25	24	33	21	25	24
Total indivíduos	100	101	103	110	100	101	110	111	106	100	109	102
Densid. (cels.L ⁻¹)	241.871	360.102	1.126.736	1.103.000	161.518	268.584	365.142	1.161.000	223.773	129.041	184.733	77.929
Diversidade (H')	1,98	1,37	1,72	1,73	2,69	2,86	2,21	2,24	2,32	2,57	2,72	2,67
Equitabilidade (J)	0,62	0,49	0,57	0,57	0,79	0,85	0,69	0,71	0,66	0,84	0,84	0,84
Riqueza (R)	4,99	3,25	4,01	4,25	6,30	6,07	5,11	4,88	6,89	4,34	5,12	4,97
BT (mg.m ⁻³)	2,98	3,60	10,04	6,91	6,69	11,74	1,92	5,57	32,24	36,00	55,45	27,70
MICRO (mg.m ⁻³)	1,29	1,60	4,27	1,42	1,47	2,60	0,60	4,91	4,98	6,49	49,74	10,88
N/P(mg.m ⁻³)	1,69	2,00	5,77	5,49	5,22	9,14	1,32	0,86	27,26	29,51	5,71	16,82
MICRO (%)	44,79	44,44	42,53	20,55	21,97	22,15	31,25	88,15	15,45	18,03	89,70	39,28
N/P (%)	55,21	55,56	57,47	79,45	78,03	77,85	68,75	11,85	84,55	81,97	10,30	60,72

	nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Total espécies	29	26	30	28	07	26	25	30	24	31	29	30
Total indivíduos	103	100	100	106	105	102	100	104	100	104	103	102
Densid. (cels.L ⁻¹)	129.781	45.195	203.090	162.485	146.490	61.755	213.921	133.487	49.621	46.206	49.218	52.229
Diversidade (H')	2,56	2,87	2,55	2,14	0,64	2,82	2,90	2,61	2,54	2,76	2,92	3,10
Equitabilidade (J)	0,88	0,88	0,75	0,64	0,33	0,86	0,90	0,76	0,80	0,80	0,86	0,91
Riqueza (R)	6,04	5,43	6,30	5,79	1,29	5,40	5,21	6,24	5,43	6,46	6,37	6,27
BT (mg.m ⁻³)	72,23	56,43	42,00	38,00	14,07	13,01	21,68	13,79	10,56	11,36	31,61	9,46
MICRO (mg.m ⁻³)	47,95	33,75	6,39	1,21	1,35	1,71	5,62	4,69	1,85	1,63	9,57	1,69
N/P(mg.m ⁻³)	24,28	22,68	35,61	36,79	12,72	11,30	16,06	9,1	8,71	9,73	22,04	7,77
MICRO (%)	66,39	59,81	15,21	3,18	9,59	13,14	25,92	34,01	17,52	14,35	30,28	17,86
N/P (%)	33,61	40,19	85,79	96,82	90,41	86,86	74,08	65,99	82,48	85,65	69,72	82,14

Apêndice F. Espécies identificadas na densidade fitoplanctônica com percentual superior ou igual a 10%, no Golfo Maranhense.

TÁXONS	maio/02				jul./02				set./02			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Cyclotella stylorum</i>									17	24	11	13
<i>Glenodinium</i> sp ₂												
<i>Gomphonema</i> sp.							12					
<i>Melosira nummuloides</i>												
<i>Navicula</i> sp ₁												
<i>Nitzschia fasciculata</i>												
<i>N. longissima</i> var. <i>parva</i>						17	25					
<i>Skeletonema tropicum</i>	55	69	61	63					13		18	20
<i>Synedra tabulata</i>					13	10		44		15		
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>												
<i>Thalassiosira eccentrica</i>											17	13
<i>Thalassiosira nanolineata</i>												
<i>Thalassiosira rotula</i>						13						
<i>Thalassiosira subtilis</i>					10		11	10				

TÁXONS	nov./02				jan./03				mar./03			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Cyclotella stylorum</i>	18	17	21	23								
<i>Glenodinium</i> sp ₂		10				10					12	
<i>Gomphonema</i> sp.												
<i>Melosira nummuloides</i>	10						15				11	
<i>Navicula</i> sp ₁												
<i>Nitzschia fasciculata</i>												10
<i>N. longissima</i> var. <i>parva</i>												
<i>Skeletonema tropicum</i>		10				15			33	33		
<i>Synedra tabulata</i>						11						
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>									11			
<i>Thalassiosira eccentrica</i>												
<i>Thalassiosira nanolineata</i>			11									
<i>Thalassiosira rotula</i>												
<i>Thalassiosira subtilis</i>		11		12	86	15		18				

A N E X O S

Anexo A. Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) registrada na estação meteorológica de São Luís pelo Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão (LabMet/UEMA) durante os anos de 1992 a 2003.

Ano Mês	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002/2003	MÉDIA
Janeiro	202,1	119,3	366,1	79,1	238,6	96,0	218,6	110,8	223,3	270,0	276,5	206,5
Fevereiro	166,6	265,8	218,3	382,4	218,2	45,3	61,6	356,7	353,7	352,0	377,0	242,7
Março	396,0	340,5	657,1	291,9	341,3	398,6	273,9	584,7	416,4	291,1	123,5	378,8
Abril	69,9	247,7	359,9	510,5	346,0	566,1	193,7	429,5	497,6	596,0	292,0	369,5
Junho	57,5	71,7	201,0	200,7	128,8	0,6	106,2	181,6	151,0	220,7	193,0	137,3
Julho	67,3	113,8	139,1	123,6	142,2	18,0	113,7	106,6	242,8	26,0	64,0	100,1
Agosto	3,1	24,2	68,3	19,5	36,7	0,0	30,7	47,8	58,5	0,0	7,5	24,9
Setembro	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,7	5,0	7,9	1,5	2,1
Outubro	3,5	0,0	1,1	11,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	6,5	2,6
Novembro	12,6	0,4	3,0	95,8	0,2	9,3	1,8	17,6	0,0	0,2	7,0	12,3
Dezembro	25,3	185,6	70,9	36,6	1,2	13,6	79,2	158,7	28,7	43,8	32,0	56,3
TOTAL	1.107,2	1.578,6	2.561,6	2.179,3	1.804,6	1.279,5	1.236,6	1.994,7	1.977,8	1.902,2	1.695,5	
MÉDIA DE 1992 A 2001 = 1.762,2												

