



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

ELTON CARLOS FURTADO DE SOUZA

**O FITOPLÂNCTON COMO FERRAMENTA ECOLÓGICA NO
ESTUÁRIO GUAJARINO, BELÉM (PA).**

**BELÉM - PARÁ
AGOSTO - 2010**

ELTON CARLOS FURTADO DE SOUZA

**O FITOPLÂNCTON COMO FERRAMENTA ECOLÓGICA NO
ESTUÁRIO GUAJARINO, BELÉM (PA).**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Oceanografia
da Universidade Federal do Pará – UFPA,
em cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Bacharel em
Oceanografia.

Orientadora: Prof^a M.Sc. Lucinice F. Belúcio

Belém
2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

A729f Souza, Elton Carlos Furtado de

O Fitoplâncton como ferramenta ecológica no estuário Guajarino, Belém (PA) / Elton Carlos Furtado de Souza; Orientador: Lucinice Ferreira Belúcio – 2010

53 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Segundo Período de 2010.

1. Fitoplâncton - Amazônia. 2. Salinidade. 3. Bioindicador. 4. Baía do Guajará. I. Universidade Federal do Pará. II. Belúcio, Lucinice Ferreira, *orient.* III. Título.

CDD 20^º ed.: 589.3098115

ELTON CARLOS FURTADO DE SOUZA

**O FITOPLÂNCTON COMO FERRAMENTA ECOLÓGICA NO
ESTUÁRIO GUAJARINO, BELÉM**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Oceanografia da Universidade
Federal do Pará – UFPA, em
cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Bacharel em
Oceanografia.

Data de aprovação:

____/____/____

Conceito: _____

Banca examinadora:

Profa. Lucinice Ferreira Belúcio Orientadora:
Mestre em Ecologia
Universidade Federal do Pará

Profa. Clara Ferreira de Mello - Membro
Doutora em Ecologia
Universidade Federal Rural da Amazônia

Alberto Martins Farias - Membro
Bacharel em Ciências Biológicas
Universidade Federal do Pará

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao meu pai Raimundo Pantoja, pessoa de fundamental importância em minha formação.

As minhas mães Nair Guimarães Pantoja; Cláudia Maria Guimarães Pantoja e Benedita Furtado de Sousa pelo apoio, dedicação e amor.

À minha eterna namorada, Patrícia Kely pelo incentivo pelos momentos de alegria e descontração na realização deste trabalho.

Aos irmãos e sobrinhos da família Pantoja pelo voto de confiança.

A amiga e orientadora Lucinice F. Belúcio pelo aprendizado, paciência e auxílio nos momentos difíceis, bem como a todos os amigos do Laboratório de Biologia Aquática.

Aos meus professores e amigos.

E em especial, a minha amada filha SOFIA.

RESUMO

A Baía do Guajará, constituinte do golfo Marajoara, na foz do Rio Amazonas, é formada pela confluência dos rios Pará, Acará e Guamá, sendo um importante ecossistema do litoral paraense, que vem sofrendo lenta ação antrópica através de efluentes domésticos, industriais e agro-industriais. Esse sistema, dominado por mesomárés, é um ambiente dinâmico e peculiar, em virtude do grande volume de água doce aportada pelo rio. As microalgas compreendem organismos aquáticos unicelulares, autotróficos, que ocorrem no plâncton ou aderidos a diversos tipos de substratos, podendo ser indicadores de condições hidrológicas e de possíveis modificações ambientais. Este trabalho apresenta uma caracterização da Baía do Guajará, com base em sua composição fitoplanctônica, correspondente a um ciclo anual de amostragem. Para tal, foram levantadas a composição, distribuição sazonal e espacial, bem como, suas tolerâncias ecológicas à salinidade. Foram realizadas amostragens em seis estações fixas ao longo do estuário, de março a dezembro de 2005 (Projeto “Diagnóstico da qualidade ambiental na Baía do Guajará, Belém-PA /CT-HIDRO/CNPq”). O material biológico coletado com garrafa da van Dorn, fixado em formol e analisado através da técnica de Utermöhl, para composição florística, riqueza e densidade. Também foram analisados parâmetros climatológicos (precipitação pluviométrica) e hidrológicos (turbidez, temperatura, condutividade e pH). Observou-se que a temperatura não se constitui em fator limitante para o fitoplâncton devido à nítida estabilidade térmica regional. A baixa turbidez da água pode ser citada como uma das causas da baixa densidade dos dinoflagelados. O pH mostrou-se ácido a ligeiramente ácido, apresentando valores mais baixos nas estações mais internas e nos meses de maior pluviosidade, assim como a condutividade. Ambos atuaram como condicionantes das espécies fitoplanctônicas. Foram identificados 83 táxons, nas divisões Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta e Dinophyta. Diatomáceas foi o grupo dominante, sendo as espécies *Aulacoseira granulata*, *Rhizosolenia setigera*, *Achtnoptychus splendens*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Polymyxus coronalis* e *Triceratium favus* as mais abundantes e constantes. Os grupos e as espécies se constituíram em bons indicadores das condições ambientais e das modificações atualmente vigentes no local. Notadamente, destaca-se a ocorrência de clorófitas junto aos fluxos de água doce; como o furo do Maguari e a associação de cianófitas com as estações

enriquecidas por nutrientes ou matéria orgânica. A densidade foi mais elevada no período de menor precipitação (setembro e junho). O número de espécies variou em função da densidade. As espécies planctônicas apresentaram dominância sutil em relação às bentônicas, que são favorecidas pelos períodos de fluxo turbulento da baía. Houve ausência de um gradiente espacial claro na distribuição das espécies quanto à salinidade. Foram identificadas espécies Oligo-Mesohalóbias; Mesohalóbias; Meso-Euhalóbias e Eurihalinas. Desse modo, do ponto de vista ficológico, este ambiente apresenta características estuarinas, podendo ser classificado como mesohalóbio. O regime de pluviosidade, padrão de circulação e, sobretudo a entrada da maré salina, que provoca alterações nas propriedades físico-químicas dessas águas e na concentração das partículas em suspensão, confere características peculiares ao sistema. O fitoplâncton da Baía do Guajará comprovadamente funciona como bioindicador da qualidade da água e de seu estado trófico, bem como do sistema estuarino.

Palavras chave: Fitoplâncton - Amazônia. Salinidade. Bioindicador. Baía do Guajará.

ABSTRACT

The Guajará Bay, a component of the Marajó Bay (located at the Amazon River mouth), is an important coastal ecosystem of Pará State (Brazil). It is formed by the confluence of Pará, Guamá and Acará rivers, and has slowly received human domestic, industrial and agro-industry effluents. That system, dominated by mesotides is dynamic and unique, due to the large volume of freshwater brought by the river. Microalgae include aquatic unicellular organisms, autotrophs that occur in the plankton or adhered to various substrates, which may be indicators of hydrological conditions and possible environmental modifications. This paper presents a characterization Guajará Bay, based on phytoplankton composition, corresponding to an annual cycle of sampling. To achieve this, we made a reasearch on composition, seasonal and spatial distribution, as well as their ecological tolerances to salinity. Samplings were taken at six fixed stations along the estuary from March to December 2005 (Project "Diagnosis of environmental quality in Guajará Bay, Belém-PA /CT-HIDRO/CNPq). The biological material collected with van Dorn bottle, was fixed with formaldehyde and analyzed by the Uthermöhl technique to determine floristic composition, richness and density. Climatic parameters (rainfall) and hydrological (turbidity, temperature, conductivity and pH) were also analyzed. It was observed that the temperature does not constitute a limiting factor for phytoplankton due to evident regional thermal stability. The low turbidity of the water may be cited as a reason for the low density of dinoflagellates. The pH proved to be acid to slightly acid, the lower values occurred in the innermost stations and in months of highest rainfall. The conductivity had a similar behavior. Both were determinants of phytoplankton species. 83 *taxa* were identified under Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta and Dinophyta divisions. Diatoms were the dominant group. *Aulacoseira granulata*, *Rhizosolenia setigera*, *Achtnoptychus splendens*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Polymyxus coronalis* e *Triceratium favus* were the most abundant and constant species. Both groups and species were good indicators of environmental conditions and changes occurring on the site. The occurrences of algae along the flows of fresh water as Maguari River and the association of cyanobacteria with the seasons enriched by nutrients or organic matter can be highlighted. The density was highest in periods of low rainfall (September to

June). The number of species varied with the density. The planktonic species showed subtle dominance in relation to benthic, the last are favored by periods of turbulent flow of the bay. There was no clear spatial gradient in the species distribution in relation to salinity. We identified oligo-mesohalobian; mesohalobian; meso-euhalobians and euryhaline individuals. Thus, from the standpoint of phycology, this environment has estuarine characteristics and can be classified as mesohalobian. The precipitation and circulation patterns, and especially the entrance of the saline tide, which causes changes in physical and chemical properties of these waters and in the concentration of suspended particles, conferring specific characteristics to the system. The phytoplankton of Guajará Bay proved to be a good bioindicator of water quality and its trophic state, and the estuarine system.

Key-words: Amazon Phytoplankton. Salinity. Bioindicator. Guajará Bay.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Localização da área de estudo e dos pontos de amostragem.....	20
Figura 02 - Garrafa de Van Dorn.....	21
Figura 03 - Leituras de temperatura, condutividade, e pH da água.....	21
Figura 04 - Cubetas de Utermöhl.....	22
Figura 05 - Microscópio invertido Olympus IX70.....	22
Figura 06 - Índice pluviométrico, em mm, para o ano de 2005.....	24
Figura 07 - Temperatura da água superficial (°C) por estação e ocasião de coleta.....	24
Figura 08 - Variação do pH da água por estação e ocasião de coleta.....	26
Figura 09 - Variação da condutividade, em $\mu\text{S}/\text{cm}$, das estações de coleta para cada mês.....	27
Figura 10 - Variação da turbidez (NTU) da água superficial nos os locais de coleta.....	28
Figura 11 - Composição florística do fitoplâncton.....	35
Figura 12 - Densidade e N ^o de espécies fitoplanctônicas por ocasião de coleta, no estuário guajarinó	39
Figura 13 - Densidade e número de spp. nas estações de coleta em março ..	40
Figura 14 - Número de spp. por grupo nas estações de coleta em março	40
Figura 15 - . Densidade e número de spp. nas estações de coleta em junho ..	41
Figura 16 - Número de spp. por grupo nas estações de coleta em junho	41
Figura17 - Densidade e número de spp. nas estações de coleta em setembro	41
Figura 18 - Número de spp. por grupo nas estações de coleta em setembro .	41
Figura 19 - Densidade e número de spp. nas estações de coleta em dezembro	41
Figura 20 - Número de spp. por grupo nas estações de coleta em dezembro.	41

Figura 21 - Classificação dos organismos quanto à salinidade.....	42
Figura 22 -. Figura 22 – Ocorrência das categorias (de tolerância à salinidade) do fitoplâncton por ocasião de coleta.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Lista de espécies de Bacillariophyta encontradas no fitoplâncton da Baía do Guajará, março de 2005 a dezembro de 2005.....	29
Tabela 02 - Lista de espécies de Chlorophyta encontradas no fitoplâncton da Baía do Guajará, março de 2005 a dezembro de 2005.....	34
Tabela 03 - Lista de espécies de Cyanophyta encontradas no fitoplâncton da Baía do Guajará, março de 2005 a dezembro de 2005.....	34
Tabela 04 - Lista de espécies de Bacillariophyta encontradas no fitoplâncton da Baía do Guajará, março de 2005 a dezembro de 2005.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	ESTUÁRIOS E SEUS ATRIBUTOS	13
1.2	O ESTUÁRIO GUAJARINO E SUA FLORA PLANCTÔNICA	15
2	OBJETIVOS	18
2.1	GERAL	18
2.2	ESPECIFICOS	18
3	MATERIAL E METODOS	19
3.1	ÁREA DE ESTUDO	19
3.2	MÉTODOS	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1	PARÂMETROS ABIÓTICOS	24
4.2	PARÂMETROS BIÓTICOS	29
4.2.1	COMPOSIÇÃO FITOPLANCTÔNICA	29
4.2.2	PADRÕES DE RIQUEZA E DENSIDADE	39
4.2.3	FITOPLÂNCTON E TOLERÂNCIA A SALINIDADE	42
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

1.1 ESTUÁRIOS E SEUS ATRIBUTOS

O termo *estuário* é usado genericamente para indicar o encontro do rio com o mar, caracterizando uma foz litorânea (MIRANDA et al., 2002). Muitos autores buscaram definir “estuário”, de várias maneiras e de acordo com determinado ponto de vista.

Uma definição clássica deste ambiente foi proposta por Pritchard (1955) e Cameron e Pritchard (1963): “*estuário é um corpo de água costeiro semi-fechado o qual tem uma conexão livre com o oceano aberto e neste a água do mar é diluída pela água doce proveniente da drenagem continental*”. Esta definição deixa implícita a influência das marés, não mencionando áreas de água doce influenciadas pelas mesmas.

Fairbridge (1980) supera esse problema, definindo estuário como: “*uma entrada do mar alcançando dentro de um vale de rio o limite superior da elevação da maré*”. Para este autor o limite superior do estuário é o ponto mais alto alcançado pela maré, e não mais aquele onde é possível detectar água salgada, como propõe Pritchard (1967). Ainda assim, sua definição exclui alguns sistemas costeiros como lagunas, deltas e canais e estuários não sujeitos à maré.

As definições acima refletem principalmente características físicas e geológicas, tais como as marés, o hidrodinamismo, a alta turbidez e concentração diferencial de sais. Em parte pelo fato de, sob muitos aspectos, estas características serem as mais evidentes nos estuários, como também por questões históricas.

No entanto, características bióticas notáveis também estão presentes em um estuário e têm sido incorporadas em definições como a de Perillo (1995), que enfatiza a natureza ecológica desses ambientes: “*Estuário é um corpo de água semi-fechado, estendendo-se até o limite efetivo da influência da maré. Dentro dele a água do mar, ou de qualquer outro corpo costeiro salino de água entrando por uma ou mais conexões com o oceano aberto, é diluída significativamente com a água fluvial proveniente da drenagem continental, podendo sustentar espécies ecológicas eurihalinas durante uma parte ou todo o seu ciclo de vida.*”

Entretanto, segundo Dyer (1997), a definição de estuário deve abranger as características e processos essenciais, bem como o contexto no qual o estuário está

inserido, permitindo a aplicação de critérios adequados de classificação. Entre estas podemos destacar o regime de maré, que propicia uma extraordinária variação da salinidade e que, por sua vez, determina a distribuição espacial dos organismos.

Desse modo, Day et al. (1989): subdividiu o ecossistema estuarino em três regiões: a) *zona de maré fluvial*, caracterizada pela ausência de salinidade mas sujeita ao efeito das marés; b) *zona de mistura*, o estuário propriamente dito, caracterizado pela mistura de massas de água e pela existência de fortes gradientes, físicos, químicos e biológicos entre a zona de maré fluvial e a embocadura de um rio ou de um delta na baixa-mar; c) *zona de turbidez no mar aberto*, junto da costa, entre a zona de mistura e a extremidade da pluma de maré no pico da baixa-mar.

Considerando os padrões de circulação e a estratificação vertical de salinidade (PRITCHARD, 1955), existem estuários denominados de *Cunha salina* (Tipo A), típicos de regiões de micromarés, com predominância de descarga fluvial; os *Moderadamente ou Parcialmente Misturados* (Tipo B) e os *Verticalmente Bem Misturados* (Tipos C e D).

Os processos físicos comuns aos estuários são seus movimentos e a mistura entre as massas de água de origens contrastantes: a água doce de origem fluvial e a água do mar do oceano adjacente. Como resultado desses processos, os estuários são corpos de água não homogêneos e os fenômenos no seu interior variam em amplos intervalos das escalas espacial e temporal (MIRANDA et al., 2002).

Apesar de ser considerado como um ambiente dominado por forças físicas, o estudo de um estuário requer o conhecimento de atributos geológicos, hidrológicos, químicos, físico, como também, biológicos.

Para compreender o corpo de água estuarino devem-se definir suas características e seus processos essenciais. Muitos dos seus atributos abióticos e bióticos mais importantes, no entanto, não são transitórios, e sim, exclusivos (DAY JR ; YÁÑEZ-ARANCIBIA, 1982; KETCHUM, 1983; ODUM, 1985).

Em ambientes estuarinos um dos parâmetros fundamentais para o desenvolvimento de uma comunidade é a salinidade, tornando-se um fator condicionante para o estabelecimento das espécies, visto que este parâmetro pode oscilar consideravelmente em função da maré, e os organismos que habitam estas áreas precisam estar adaptados às periódicas mudanças salinas. Além de servir tanto para delimitar o início e o término de um estuário, como também, influenciar a

distribuição dos organismos, podendo ser considerada como uma barreira ecológica para as espécies conhecidas como estenohalinas (FEITOSA et al., 1999).

Nas regiões tropicais, as variáveis ambientais que regulam os padrões sazonais do fitoplâncton não são somente luz e temperatura. Uma vez que tais fatores podem ser considerados relativamente mais constantes ao longo do ano, outras variáveis assumem grande relevância, tais como: precipitação, direção e intensidade dos ventos e flutuação dos níveis de água, os quais desenvolvem padrões de variação nas disponibilidades de luz e nutrientes e que são refletidos no ciclo populacional do fitoplâncton (ESPÍNDOLA et al., 1996).

Em um estuário, as microalgas, que compreendem organismos aquáticos unicelulares, predominantemente autotróficos, podem ocorrer no plâncton ou aderidas a diversos tipos de substratos, sejam eles naturais ou artificiais. Esta flora planctônica confere ao estuário um dos seus atributos mais importantes, sua produção primária.

Tundisi (1986) evidencia que o estudo do fitoplâncton, sua composição e distribuição têm fundamental importância para o conhecimento dos principais mecanismos de funcionamento dos ecossistemas aquáticos, e ainda são capazes de indicar a qualidade da vida no mesmo.

Desta forma, estudos sobre o fitoplâncton são de fundamental importância para traçar um perfil das condições e do potencial ecológico do ambiente estuarino, visando não somente a valoração biológica local, mas também para enfatizar a biodiversidade e distribuição espaço-temporal no estuário.

1.2 O ESTUÁRIO GUAJARINO E SUA FLORA PLANCTÔNICA

O estuário do Amazonas apresenta características que lhes são peculiares em virtude do grande volume de água doce aportada pelo rio que alonga a área estuarina vários quilômetros mar à dentro (RYTHER et al., 1967). Esta extensão horizontal definida por Garvine e Monk (1974) de pluma estuarina, com um percentual relativamente alto de água fluvial, estende-se para alto mar e para o noroeste ao longo da costa, sendo considerada a mais extensa pluma estuarina identificável nos oceanos, principalmente durante o período de grande descarga de

água doce, dominando a hidrografia da plataforma continental amazônica (CURTIN, 1986; CURTIN e LEGICKIS, 1986; GEYER et al., 1991 apud MIRANDA et al., 2002).

O estuário guajarino como parte integrante do estuário do Amazonas, está inserido em um domínio transicional, dominado por mesomaré, com alcance médio de 3 m e é caracterizado como um ambiente fluvial com influência marinha, formado na confluência dos Rios Pará, Acará e Guamá. A área é composta de uma parte continental e uma região insular separadas por inúmeros rios, furos, igarapés e canais de maré (GONÇALVES; SOUZA FILHO, 2005).

Segundo Pinheiro (1987), o estuário guajarino, de acordo com seu padrão de circulação, pode ser classificado como parcialmente misturado, ou do tipo B, pois o mesmo apresenta variações laterais decorrentes da morfologia, com canais de enchente e vazante, característicos de estuários parcialmente misturados, tornando-se mais evidentes no início da enchente e da vazante, quando a ação das correntes tornam-se mínimas. No decorrer das enchentes e vazantes o estuário assume características do tipo homogêneo com águas mais diluídas concentradas na superfície. Segundo Silveira (1992), as correntes na Baía do Guajará com maiores velocidades ocorrem durante as enchentes de sizígias, enquanto que as de menores velocidades ocorrem na vazante de quadratura.

Apesar do estado do Pará apresentar uma grande riqueza e diversidade dos ambientes aquáticos, os organismos planctônicos locais não são bem conhecidos. Segundo Silva (1996), no Estado do Pará coletas de algas, principalmente de águas continentais, foram efetuadas durante os séculos XIX e XX, na região, por pesquisadores e viajantes estrangeiros, e enviadas para o exterior. A partir destas foram publicadas, basicamente, listas e algumas descrições sumárias das espécies encontradas. Somente em 1974, encontramos novamente o trabalho de Moreira-Filho et al., que estudou as diatomáceas da foz do Rio Guamá e Baía do Guajará.

Paiva (1991), em sua dissertação de mestrado, fez o levantamento da composição e biomassa do fitoplâncton da Baía do Guajará (Pará - Brasil). Também Gouvêa (2004) e Paiva et al. (2006) tecem algumas considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da Baía do Guajará.

Em 2000, o Laboratório de Biologia Aquática (Instituto de Ciências Biológicas - UFPA) iniciou estudos relacionados ao sistema Guajarino e imediações, p. ex. Belúcio (2001); para o Rio Pará (Município de Barcarena); Yamaguti et al. (2003), para o Rio Guamá; Belúcio (2006), para a Baía do Guajará; Tabaranã et al. (2008),

para o Furo do Combu e Santos et al. (2010), para a Ilha do Mosqueiro, visando o levantamento das comunidades planctônicas e de parâmetros abióticos, que permitissem a compreensão da estrutura e funcionamento deste sistema, bem como das alterações induzidas pelo ciclo de marés

Na Baía de Guajará, concentram-se portos, indústrias e importantes núcleos habitacionais da região metropolitana de Belém. Dentre os portos podemos citar: o cais do porto de Belém, o Terminal Petroquímico de Miramar e diversos portos para embarque e desembarque de madeira, materiais de construção e passageiros. Cervejaria, fábrica de telhas, cimento e moinhos de trigo são atividades importantes localizadas na área.

A baía também recebe os efluentes urbanos da Belém por meio de pequenos rios, igarapés e furos, que anteriormente drenavam toda a área continental da cidade e atualmente foram transformados em canais de esgoto. Dentre estes, os mais importantes são os canais do Una, Tamandaré, Quintino e Doca.

Esta área é constituída por ambientes de elevada sensibilidade ao derramamento de óleo, representados por várzeas e rios, e que são utilizados pela população local como fonte de subsistência alimentar e econômica, destacando-se o aproveitamento dos recursos hídricos pelo sistema de captação de água potável que abastece a cidade de Belém.

Assim, a Baía de Guajará esteve e continua envolta por um processo, talvez lento, mas bastante antigo de degradação ambiental, que nas últimas décadas vem sendo acelerado em função da expansão urbana e das atividades industriais e portuárias (GONÇALVES e SOUZA FILHO, 2005).

Dentro desta perspectiva, foram realizadas amostragens de plâncton na Baía do Guajará pelo projeto “Diagnóstico da qualidade ambiental na Baía do Guajará (Belém-PA) - CT-HIDRO/CNPq (2004-2005)”, visando avaliar o uso de bioindicadores na Baía do Guajará, uma das zonas litorâneas mais urbanizadas da região norte. Este trabalho apresenta alguns dos resultados obtidos para o fitoplâncton.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Caracterizar o estuário Guajarino, usando como ferramenta a composição fitoplanctônica, em períodos de maior e menor precipitação pluviométrica, durante um ciclo anual de amostragem.

2.2 ESPECÍFICOS

- Realizar o levantamento da comunidade fitoplanctônica da Baía do Guajará.
- Estudar a distribuição espacial da comunidade fitoplanctônica encontrados.
- Descrever os padrões e/ou variações sazonais observados.
- Utilizar as informações e categorias de tolerâncias ecológicas à salinidade dos táxons fitoplanctônicos encontrados, para subsidiar a sua utilização como indicadores de condições hidrológicas e de possíveis modificações ambientais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo está situada na Região Amazônica, que constitui a maior e bem preservada região tropical úmida do planeta. Dentro disso, a Baía do Guajará é tipicamente uma região estuarina, parte integrante de um outro estuário maior, o Golfão Marajoara situado na foz do Rio Amazonas (GONÇALVES; SOUZA FILHO, 2005).

O estuário guajarino é formado pela confluência dos rios para Acará e Guamá, sendo dominado por mesomárés com alcance médio de 3 m (DHN, 2005).

A Baía do Guajará é considerada um estuário primário, de domínio fluvial e do tipo “rio com maré” (PERILLO, 1995). Em virtude do volume de carga do sistema fluvial, não se observa a influência da salinidade nas águas da Baía, mas somente os efeitos da maré dinâmica até a foz do rio Capim, a montante do rio Guamá.

Segundo Pinheiro (1987) durante a vazante, as correntes de maré fluem para o norte, com velocidades máximas de aproximadamente 1,74 m/s em marés de sizígia e 0,83 m/s em marés de quadratura. O fluxo se dá em geral para o sul, durante enchente.

O clima da região estuarina do Guajará pode ser classificado como um clima quente úmido, sem inverno, com baixas amplitudes térmicas e sem estação seca muito bem definida, podendo ainda, ser comparado ao tipo Afi de Köppen (PINHEIRO, 1987).

A partir do mês de junho, ocorre uma sensível diminuição mensal da precipitação pluviométrica, geralmente atingindo índices mínimos nos meses de outubro e novembro. Os meses de janeiro, fevereiro e março compõem o período de maior precipitação pluviométrica para a região (PAIVA, 1991).

As estações de coleta foram determinadas entre as estações amostradas no Subprojeto utilizando o plâncton como bioindicador - Projeto CT-HIDRO/CNPq: “Diagnóstico da qualidade ambiental na Baía do Guajará (Belém-PA), utilizando indicadores químicos e biológicos”. Desse modo, foram amostradas as estações C-05 (S 001°26'06” e W 48°29'12”), C-06 (S 001°25'02” e W 48°29'11”), C-07 (S 001°20'00” e W 48°29'02”), C-08 (S 001°18'02” e W 48°29'07”), C-09 (S 001°17'10” e W 48°29'08”) e R-02 (S 001°16'09” e W 48°30'13”), conforme figura 01.



Figura 01 - Localização da área de estudo e dos pontos de amostragem

3.2 MÉTODOS

Para o presente trabalho foram realizadas coletas trimestrais, a partir do mês de março de 2005, período com maior precipitação, estendendo-se até dezembro do mesmo ano, final do período de menor precipitação. As datas e horários de coletas foram estabelecidos de acordo com as Tábuas das Marés para o Porto de Belém (DHN, 2005), sempre na maré sizígia no período da vazante, como previamente determinado pelo projeto CT-Hidro/ CNPq.

O material biológico foi coletado com garrafa da van Dorn de 2 l (Fig.02) e, em seguida, acondicionado em frascos de polietileno de 250 ml, devidamente identificado. Para fixação dos organismos utilizou-se formol 0,7%.



Figura 02 - Garrafa de van Dorn.

Paralelamente às coletas do material biológico, foram registrados os parâmetros hidrológicos (temperatura, condutividade, pH e turbidez da água).

Os valores de pH e temperatura foram registrados “*in situ*”, na superfície com pHmetro da marca Schott modelo Handylab 1 (Fig.03). A condutividade, assim como temperatura e pH, foi registrada “*in situ*”, na superfície, com condutímetro da marca Schott modelo Handylab LF1 (Fig.03).

Os valores de turbidez (NTU) foram fornecidos pelo Projeto CT-HIDRO/CNPq: “Diagnóstico da qualidade ambiental na Baía do Guajará (Belém-PA)”.

Os valores de precipitação média mensal foram registrados na estação 82191 Belém – PA, pertencente à rede de estações de superfície convencional do INMET.



Figura 03 - Leituras de temperatura, condutividade, e pH da água.

A análise dos organismos foi realizada qualitativamente e quantitativamente de acordo com a técnica de Uthermöhl (1958), utilizando-se câmaras de

sedimentação de 20 ml (Fig.04) e microscópio invertido da marca Olympus modelo IX 70 (Fig.05).

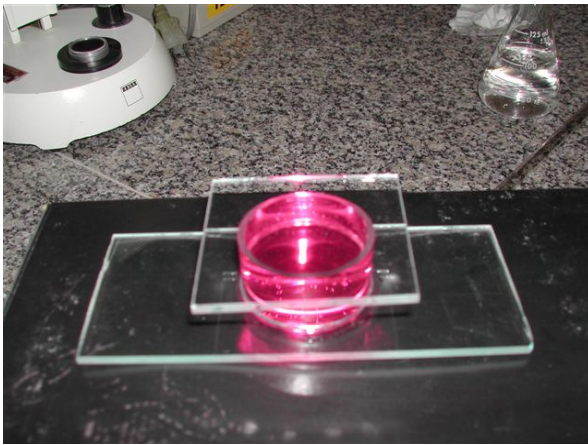


Figura 04 - Cubetas de Utermöhl



Figura 05 - Microscópio invertido Olympus IX70.

Após a identificação dos táxons, foi realizada a contagem das células de cada amostra, calculando-se, ao final, o número de células por unidade de volume.

A identificação dos táxons foi realizada em nível de espécie ou gênero de acordo com literatura especializada (ROUND, 1971; PRESCOTT et al., 1978; BICUDO; MENEZES, 2005; SIMONSEN, 1979; SILVA-CUNHA; ESKINAZI-LEÇA, 1990, ROUND et al., 1990 e TOMAS, 1996). A compilação da lista taxonômica foi feita utilizando o sistema proposto por Round et al. (1990), com algumas modificações. Também algumas bases de dados online foram utilizadas (AlgaeBase, Index Nominum Algarum, MarBEF Data System).

A constância, foi utilizada como indicativo da importância das espécies numa escala espacial e temporal, foi calculada considerando-se o número de amostras em que cada uma ocorreu em relação ao total de amostras em porcentagem, observando-se o critério proposto por Dajoz (1978).

Para a caracterização dos táxons fitoplanctônicos, de acordo com suas tolerâncias ecológicas à salinidade, foram utilizados intervalos de salinidade dentro dos quais uma determinada espécie se desenvolve melhor, ou mais comumente ocorre, baseados em Kolbe (1927) e Round (1981):

- Oligohalóbia: espécie para ambientes com teores de sal muito restritos, inferiores a 5‰.
- Mesohalóbia: espécie citada como ocorrendo em água salobra (5 a 20‰).
- Euhalóbia: espécie citada como ocorrendo em ambiente cuja salinidade é superior a 20‰.

- Eurihalinas: espécies com ampla tolerância a salinidade.

Classificações mais amplas das espécies fitoplanctônicas, em função de suas tolerâncias à salinidade, foram empregadas para padronizar as diferentes classes encontradas na literatura. Assim, determinamos secundariamente as seguintes categorias:

- Oligo-Mesohalóbia (O/M): espécie citada para ambientes Oligo e Mesohalóbios.
- Mesohalóbia (M): espécie citada somente para ambientes Mesohalóbios
- Meso-Euhalóbia (M/E): espécie citada para ambientes Meso e Euhalóbios.
- Eurihalinos (Euri): espécies com ampla tolerância a salinidade.

Para tal foram utilizados dados existentes no Laboratório de Biologia Aquática, suplementados por dados da literatura, especialmente: Moro; Fürstenberger (1997), Moreira-Filho et al. (1974), entre outros.

O material biológico analisado foi incorporado à coleção científica do Laboratório de Biologia Aquática do Instituto de Ciências Biológicas da UFPA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir descrevemos os principais resultados registrados para a área:

4.1 PARÂMETROS ABIÓTICOS

Precipitação pluviométrica (mm) - considerando os meses em que foram realizadas coletas, a menor precipitação média foi registrada em setembro (141,6 mm) e a mais alta para o mês de dezembro (459,5 mm). Março apresentou uma precipitação de 413,7 mm. No mês de junho, o índice pluviométrico foi menor, 257,8 mm (Fig. 06).

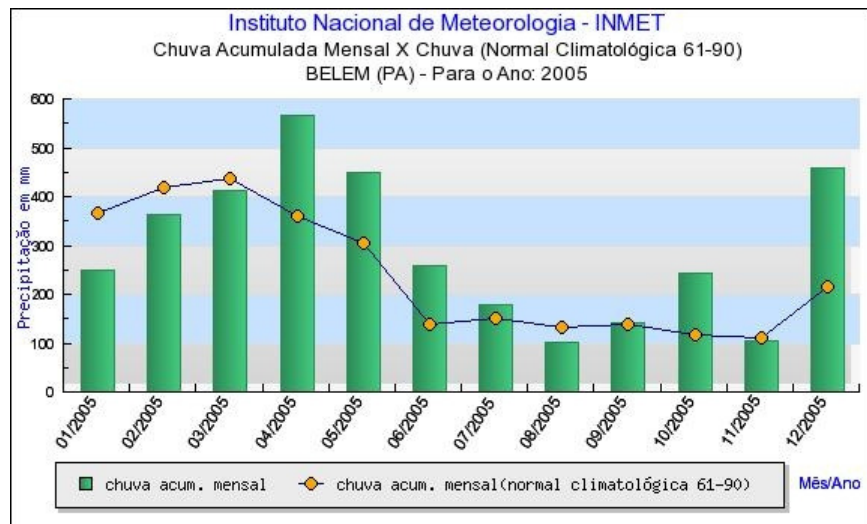


Figura 06 - Índice pluviométrico, em mm, para o ano de 2005.
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Os índices pluviométricos locais mostram dois períodos bem definidos: o primeiro (período chuvoso), que se estende de dezembro a maio, com precipitações em geral acima de 300 mm e o segundo (período de menor pluviosidade), abrangendo os meses de junho a novembro, com precipitações abaixo de 300 mm (Fig. 06).

Para Sassi (1991), o regime pluviométrico parece ser o principal fator que controla a distribuição, abundância e dinâmica sazonal do fitoplâncton em áreas tropicais e subtropicais, podendo afetar de forma positiva ou negativa sua produtividade dependendo das condições fisiográficas e hidrográficas reinantes em cada área.

Segundo Pinheiro (1987) o estuário guajarinense é grandemente influenciado pelos rios da região, os quais por sua vez são influenciados pelo regime de chuvas. Tal fenômeno é um dos principais agentes que determinarão os valores dos principais parâmetros capazes de caracterizar a composição algal da região amazônica, tais como turbidez, pH, condutividade etc.

Temperatura – é o principal fator que controla a distribuição e a atividade de animais e plantas, agindo como um fator limitante à reprodução, ao crescimento e à distribuição dos organismos (SOARES-GOMES; FIGUEIREDO, 2002). No entanto, a temperatura da água não é considerada um fator limitante para o fitoplâncton de regiões tropicais, visto que nestas, ela não sofre variações abruptas, num mesmo local e estação do ano.

A temperatura da água varia nas camadas superficiais em função das correntes, radiação solar, latitude geográfica e estações do ano. E ainda atua diretamente na velocidade da produção algal, sendo considerada como um importante parâmetro, uma vez que, ela interfere na fisiologia dos organismos, desempenhando um papel fundamental na alteração da taxa de fotossíntese e respiração das algas planctônicas (LOSADA, 2000).

A temperatura superficial da água nos locais de coleta (Fig. 07) apresentou uma variação de 7,1 °C, entre as mínima e máxima registradas, sendo a temperatura mínima de 28,9 °C (estação C-06, mês de dezembro). A temperatura máxima foi registrada na estação C-09 no mês de março (36,0 °C). A temperatura média para a água superficial dos locais de coleta ficou em 31,2 °C.

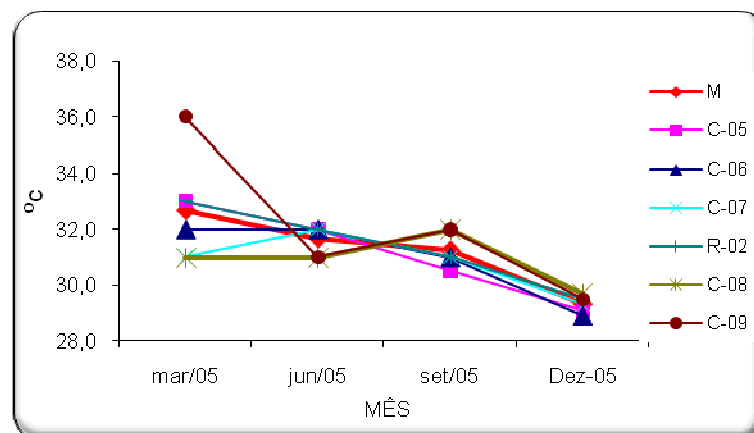


Figura 07 - Temperatura da água superficial (°C) por estação e ocasião de coleta.

Esses valores registrados ficaram próximos aos constatados por outros pesquisadores, como Pinheiro (1987), Pinheiro; Farias (1989) e Gouvêa (2004), que estudaram a região e mostraram-se estáveis durante todo período estudado, revelando pequenas variações em função dos períodos diários de luminosidade, visto que as coletas se prolongavam por grande parte do período de vazante.

Potencial hidrogeniônico (pH) - no presente estudo, o pH mostrou-se ácido a ligeiramente ácido (Fig. 08), variando de 5,03 (estações C-07, dezembro) a 6,70 (estação C-09, setembro). O pH, em geral, apresentou valores mais baixos nas estações mais internas, na porção superior do estuário, em todas as ocasiões de amostragem, salientando a influência do aporte fluvial sobre a este parâmetro. Este padrão de distribuição também foi observado por outros autores tais como Pinheiro (1987) e Gouvêa (2004).

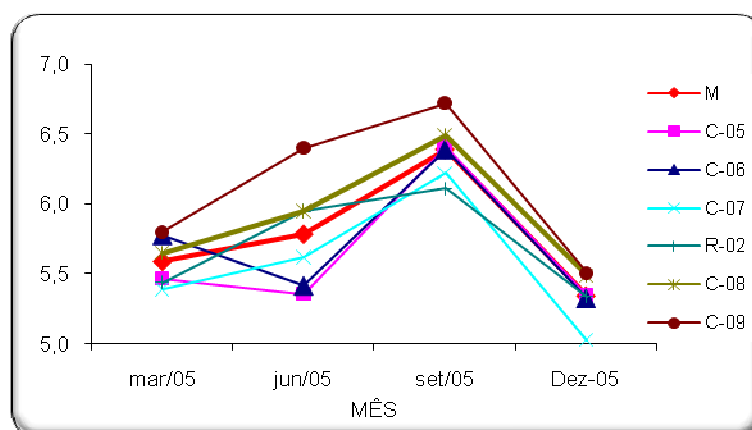


Figura 08 - Variação do pH da água por estação e ocasião de coleta.

Somente no mês de junho, após o período de maior descarga do rio Amazonas, é possível notar o estabelecimento de um gradiente espacial claro, nos valores de pH registrados das estações internas em direção às mais externas (C5 a C9) (Fig. 08).

Quanto a sua variação sazonal, valores de pH mais baixos (média de 5,3, dezembro) também foram observados nos meses de maior pluviosidade. Os mesmos apresentaram um aumento nos seus valores médios na medida em que se aproximava o período seco, fator ocasionado pela maior intrusão de água marinha no estuário. Tão logo se reiniciou o período chuvoso, o mesmo voltou a cair, comportamento relacionado ao aumento da descarga de águas continentais. O mês de setembro apresentou a média mais elevada (6,4) (Fig. 08).

Ricklefs (1996) considera o pH como um dos principais parâmetros dos ambientes aquáticos, podendo ser a causa de muitos fenômenos químicos e biológicos, ou ainda, um fator limitante para os organismos ali presentes.

Verificou-se que a região é fortemente influenciada pelo ambiente limnético, dado aos baixos valores de pH, principalmente no período chuvoso, quando as altas taxas de precipitação acarretam em uma maior influência dos rios sobre o sistema estuarino. No período seco, quando a influência oceânica se torna maior, pode-se verificar o aumento do pH, dinâmica esta já comprovada por Pinheiro (1987) na mesma região em estudo.

Condutividade - como indicador da quantidade de sais na água, variou de 21,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (estação C-05, junho), a 1398 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (estação C-09, setembro) (Fig. 09).

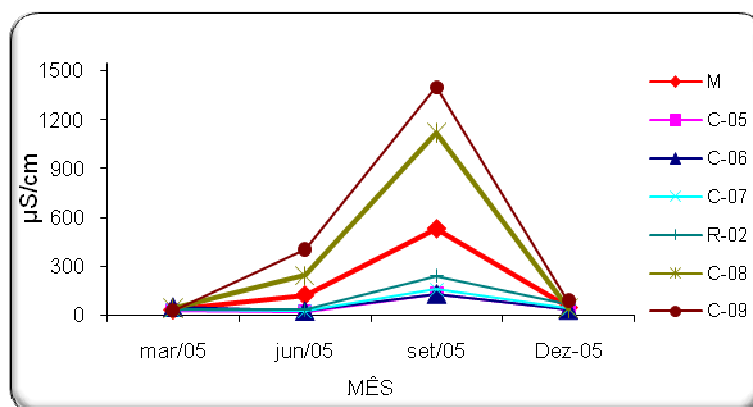


Figura 09 - Variação da condutividade, em $\mu\text{S}/\text{cm}$, das estações de coleta para cada mês.

A condutividade apresentou valores mais baixos nas estações mais internas, na porção superior do estuário, em todas as ocasiões de amostragem, salientando a influência do aporte fluvial sobre a salinidade (condutividade), mesmo no período de menor pluviosidade. Este padrão de distribuição da salinidade também foi observado por Pinheiro (1987).

Valores de condutividade mais baixos (março = 38,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$) também foram observados nos meses de maior pluviosidade. O mês de setembro apresentou a média mais elevada (609,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$), notadamente influenciada pelo baixo índice de precipitação pluviométrico e pela maior influência marinha sobre o estuário (Fig. 09).

Somente nos períodos de baixa pluviosidade é possível notar o estabelecimento de um gradiente espacial crescente nos valores de condutividade

registrados das estações internas em direção às mais externas (C5 a C9), evidenciando a influência das águas marinhas na dinâmica estuarina (Fig. 09).

Assim como o pH, a condutividade também apresentou um aumento na sua média com a aproximação do período de estiagem, havendo um decréscimo no reinício do período chuvoso, desta forma ratificando a grande influência limnética na área. Os maiores valores de condutividade foram observados nas estações mais próximas ao oceano (R-02, C-08, C-09).

Turbidez - Outro fator importante para os estuários tropicais é a turbidez, a qual é provocada pelo fluxo e refluxo das marés e da mistura da coluna d'água, reduzindo a camada fótica, passando a ser um fator limitante para a produção algal (TUNDISI, 1970). Para os estuários amazônicos tal parâmetro é crucial na distribuição e densidade do fitoplâncton.

Os valores de turbidez, registrados para a Baía de Guajará, variaram entre 13,0 NTU (estação C-09, junho/2005) e 88,0 NTU (estação R-02, março/2005) (Fig. 10). Não foi possível observar um gradiente espacial de turbidez no estuário, mas valores eventualmente mais baixos nas estações externas (C-08 E C-09). Padrão mencionado por Ramos (2004) e Gouvêa (2004).

Estudos na região de Icoaraci revelam uma menor turbidez ao redor do distrito devido à influência do furo do Maguari, pois, possui água mais clara e menos turva, fato que não ocorre no Rio Guamá, explicando, desta forma esses baixos valores.

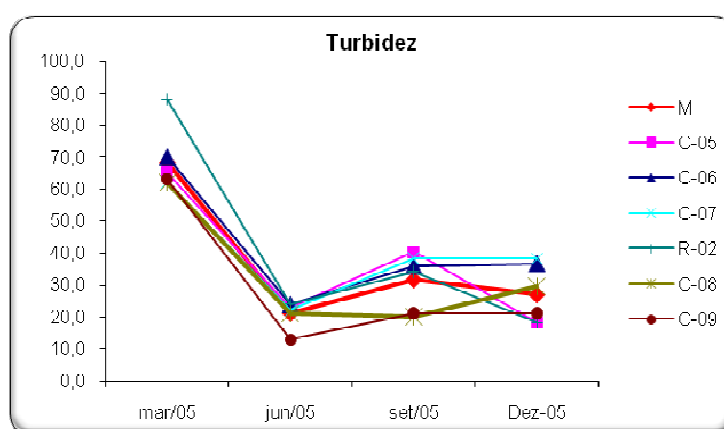


Figura 10 - Variação da turbidez (NTU) da água superficial nos os locais de coleta

Monteiro (2006), ao analisar esses e outros parâmetros abióticos medidos no escopo do projeto “Diagnóstico da qualidade ambiental na Baía do Guajará (Belém-

PA) - CT-HIDRO/CNPq (2004-2005)” concluiu que a qualidade da água da baía é relativamente homogênea para as diversas estações amostrais monitoradas.

Quanto à variação sazonal, os maiores valores ocorreram em março (média de 68,3 NTU) e os menores em junho (média de 21,2 NTU) (Fig. 10). Fator ocasionado pelo aumento da descarga de águas continentais, relacionada ao período chuvoso. A exceção se fez no mês de dezembro de 2005, quando se esperaria valores de turbidez mais elevados, não constatados. As coletas, no entanto, foram realizadas após um período de relativa estiagem em novembro e antes do período mais tipicamente chuvoso.

4.2 PARÂMETROS BIÓTICOS

4.2.1 Composição Fitoplanctônica

O fitoplâncton total da Baía do Guajará foi representado por 83 táxons, distribuídos em 26 ordens, 37 famílias e 43 gêneros pertencentes às divisões: Bacillariophyta, Chlorophyta, Dinophyta e Cyanophyta. Dentre os 83 táxons, foram identificadas 52 espécies, 3 variedades e 28 táxons em nível genérico. O arranjo taxonômico utilizado para as diatomáceas foi o proposto por Round (1990) (Tabelas 01-04).

Tabela 01 - Lista de espécies de Bacillariophyta encontradas no fitoplâncton da Baía do Guajará, março de 2005 a dezembro de 2005.

Tabela 1 – continua

Divisão BACILLARIOPHYTA

Classe COSCINODISCOPHYCEAE

Subclasse THALASSIOSIROPHYCIDAE

Ordem THALASSIOSIRALES

Família STEPHANODISCACEAE

Cyclotella meneghiniana Kutz.

Cyclotella striata (Kutz.) Grun.

Cyclotella stylorum Bright.

Tabela 1 – continuação

Família SKELETONEMATACEAE*Skeletonema costatum* (Grev.) Cl.**Subclasse COSCINODISCOPHYCIDAE****Ordem AULACOSEIRALES****Família AULACOSEIRACEAE***Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen*Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O. Mull.) Simonsen*Aulacoseira italica* (Ehr.) Simonsen**Ordem MELOSIRALES****Família MELOSIRACEAE***Melosira* sp.**Ordem PARALIALES****Família PARALIACEAE***Paralia sulcata* (Ehr.) Cl.**Ordem COSCINODISCALES****Família HEMIDISCACEAE***Actinocyclus roperii* (Bréb.) Grun. in van Heurck*Actinocyclus* sp.**Família COSCINODISCACEAE***Coscinodiscus divisus* Grun. in Schneider*Coscinodiscus marginatus* Ehr.*Coscinodiscus rothii* (Ehr.) Grun.*Coscinodiscus janischii* A. Smith*Coscinodiscus oculus iridis* Ehr.*Coscinodiscus* spp.*Polymyxus coronalis* L. W. Bail.**Família HELIOPELTACEAE***Actinoptychus senarius* (Ehr.) Ehr.*Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs ex Pritchard

Tabela 1 – continuação

Subclasse BIDDULPHIOPHYCIDAE**Ordem BIDDULPHIALES****Família BIDDULPHIACEAE**

Biddulphia reticulum (Ehr.) Boyer

Biddulphia sp.

Ordem LYRELLALES**Família LYRELLACEAE**

Petroneis granulata Bail. D. G. Mann

Ordem TRICERATIALES**Família TRICERATIACEAE**

Triceratium favus (Ehr.) Wallich

Triceratium macroporum Hajós

Subclasse RHIZOSOLENIOPHYCIDAE**Ordem RHIZOSOLENIALES****Família RHIZOSOLENIACEAE**

Rhizosolenia hebetata (Hensen) Grun.

Rhizosolenia spp

Rhizosolenia setigera Bright

Classe BACILLARIOPHYCEAE**Subclasse EUNOTIOPHYCIDAE****Ordem EUNOTIALES****Família EUNOTIACEAE**

Eunotia sp.

SubClasse BACILLARIOPHYCIDAE**Ordem THALASSIOPHYSALES****Família CATELUNACEAE**

Amphora sp.

Ordem CYMBELLALES**Família Cymbellaceae**

Cymbella ventricosa Kutz.

Tabela 1 – continuação

Ordem ACHNANTHALES**Família ACHNANTHACEAE**

Achnantes sp.

Família COCCONEIDACEAE

Cocconeis disculus (Schum) Cl. In Clave & Jentzsch

Cocconeis speciosa Greg.

Cocconeis sp.

Ordem NAVICULALES**Subordem SELLAPHORINEAE****Família PINNULARIACEAE**

Caloneis lineares (Grun.) Boyer

Caloneis westii (W. Smith) Hendey

Caloneis spp.

Pinnularia sp.

Ordem CLIMACOSPHENALES**Família CLIMACOSPHENACEAE**

Climacosphenia moniligera Ehr.

Ordem RHABDONEMATALES**Família RHABDONEMATACEAE**

Rabdonema arcuatum (Ag.-) Kutz

Subordem DIPLONEIDINEAE**Família DIPLONEIDACEAE**

Diploneis bombus (Ehr.) Cl.

Subordem NAVICULINEAE**Família PLEUROSIGMATACEAE**

Gyrosigma spencerii (Quek.) Griff. & Henfr.

Pleurosigma spp.

Família NAVICULACEAE

Haslea spp.

Navicula palpebralis (Bréb.) ex W. Smith

Tabela 1 – continuação

Navicula smithii (Grun.) Hust.

Navicula subinflata Grun.

Navicula transitans Cl.

Navicula spp.

Ordem BACILLARIALES

Família BACILLARIACEAE

Nitzschia longissima (Bréb.) Ralfs

Nitzschia navicularis (Breb. Ex Kutz.) Grun.

Nitzschia sigma (Kutz.) W. Smith

Nitzschia sp.

Ordem SURIRELLALES

Família SURIRELLACEAE

Surirella guatimalensis Ehr.

Surirella linearis W. Smith

Surirella tenera Greg.

Surirella spp

Classe FRAGILARIOPHYCEAE

Subclasse FRAGILARIOPHYCIDAE

Ordem FRAGILARIALES

Família FRAGILARIACEAE

Synedra robusta Ralfs

Synedra longissima W. Smith

Synedra spp.

Synedra ulna var. *danica* (Kütz.) Grun. *in van Heurck*

Synedra ulna var. *ulna* (Nitzsch) Ehr.

Opephora schwartzii Grun.

Tabela 02 - Lista de espécies de Chlorophyta encontradas no fitoplâncton da Baía do Guajará, março de 2005 a dezembro de 2005.

Divisão: CHLOROPHYTA

Classe: CHLOROPHYCEAE

Ordem: CHLOROCOCCALES

Família: COELASTRACEAE

Coelastrum microporum Naeg.

Coelastrum sp.

Família: SCENEDESMACEAE

Scenedesmus arcuatus Lemmermann

Scenedesmus falcatus Chodat

Scenedesmus prodocto-captatus Schm.

Scenedesmus sp.

Ordem: ZIGNEMATALES

Família: CLOSTERIACEAE

Closterium setaceum Ehr.

Closterium spp.

Família: DESMIDIACEAE

Cosmarium leave Rabenhorst

Cosmarium spp.

Ordem: ULOTHRICALES

Família: ULOTHRICEAE

Ulothrix sp.

Tabela 03 - Lista de espécies de Cyanophyta encontradas no fitoplâncton da Baía do Guajará, março de 2005 a dezembro de 2005.

Divisão: CYANOPHYTA

Classe: CYANOPHYCEAE

Ordem: CHROOCOCCALES

Família: CHROOCOCCACEAE

Microcystis sp.

Família: SYNECHOCOCCACEAE

Rhabdogloea smithii (R. Chodat & F. Chodat)

Ordem: NOSTOCALES

Família: NOSTOCACEAE

Anabaena sp.

Família: OSCILLATORIACEAE

Oscillatoria sp.

Tabela 04 - Lista de espécies de Dinophyta encontradas no fitoplâncton da Baía do Guajará, março de 2005 a dezembro de 2005.

Divisão: DINOPHYTA
Classe: DINOPHYCEAE
Ordem: GYMNODINIALES
Família: GYMNODINIACEAE
Gymnodinium sp1

Ordem: PERIDINIALES
Família: PERIDINIACEAE
Peridinium sp1.

A composição florística da Baía de Guajará é apresentada na figura 11.

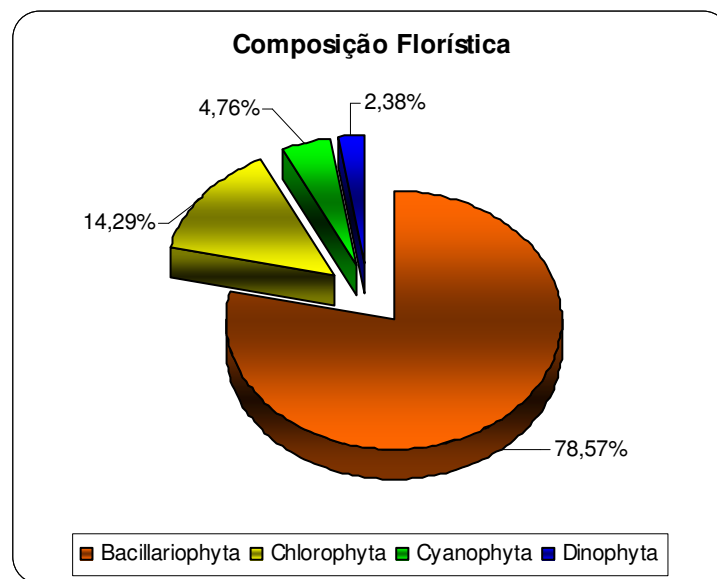


Figura 11 - Composição florística (número de espécies de fitoplâncton por grupo em porcentagem) no estuário guajarino, meses de março, junho, setembro e dezembro de 2005.

Verificou-se que as diatomáceas (Bacillariophyta) foram o grupo dominante na região, representando 78,57% do total de táxons encontrados (Figura 11). Sendo agrupados em 3 classes, 7 subclasses, 19 ordens, 3 subordens, 27 famílias, 31 gêneros e 47 espécies, além de outras 18 identificadas somente a nível de gênero, conforme Tabela 1.

Dentre as diatomáceas (Tabela 1), o gênero que apresentou maior diversidade foi *Coscinodiscus* com um total de 5 espécies, seguido por *Navicula* com 4, *Cyclotella*, *Nitzschia*, *Surirella* e *Synedra* (2 variedades) com 3 espécies.

Aulacoseira granulata foi a espécie do grupo que mais se destacou, apresentando por sua alta densidade e constância. Os padrões de distribuição e abundância desta espécie foram determinantes na variação espacial e sazonal do fitoplâncton local.

Segundo Moreira-Filho et al. (1974), tal organismo é uma espécie de água doce e também de água salobra ocorrendo em varias regiões do globo, sendo característica de lagos e rios eutróficos. Souza (1999), por sua vez, considera que *Aulacoseira granulata* tem o seu desenvolvimento ótimo próximo ao substrato durante períodos calmos e com baixa turbidez, à medida que ocorre o aumento dos ventos esses organismos podem sofrer ressuspensão vindo a ser encontrados em regiões superiores da coluna d'água.

Essa espécie meroplânctônica apresenta, segundo Lund (1965) ciclo de vida estreitamente relacionado com o regime de mistura da coluna de água, e por estar adaptada ao fluxo turbulenta constitui componente comum do plâncton da Baía do Guajará.

Segundo Train et al. (2000), alguns biótopos podem apresentar picos de biomassa, devido ao aumento da turbulência e das concentrações de nutrientes, condições apropriadas ao desenvolvimento de diatomáceas cêntricas de elevada dimensão linear axial (GALD – *greatest axial linear dimension*) e biomassa, como *Aulacoseira granulata*.

Rhizosolenia setigera, espécie marinha, planctônica, nerítica e polihalóbia (Moreira-Filho et al., 1990), se destacou por sua constância nas estações de coleta, mesmo em condições de baixas salinidades, apesar de Burns (1977) afirmar que esta alga é encontrada em diferentes profundidades desde que a salinidade da água seja alta.

Actinoptychus splendens é considerada uma espécie marinha planctônica ocorrendo em águas salobras com variação não determinada de salinidade. A presente espécie já foi descrita por vários outros autores que estudaram a região, tais como Paiva (2006), Gouvêa (2004), o que enseja ser uma espécie bem adaptada ao estuário do Guajará.

Deve-se destacar que os baixos valores batimétricos e a alta dinâmica das marés nos pontos de coleta, favorecem o aparecimento de espécies bentônicas, tais como *Oscillatoria* sp. e *Nitzschia sigma*, bem como, espécies perifíticas (*Cyclotella striata*, *Cyclotella meneghiniana*).

Característica de águas salobras, mesohalóbias, eurihalinas, litoral, *Cyclotella striata* é abundante nos estuários (Moro et al., 1997). Segundo Bradbury (1973), tal espécie prefere águas com elevada condutividade, o que pode explicar sua maior constância, no estuário guajarino, durante o período de menor pluviosidade (setembro).

Cyclotella meneghiniana, por sua vez, foi menos relevante que a anterior. Esta espécie é considerada por Moreira-Filho et al. (1974) como uma espécie cosmopolita que habita águas doces até levemente salobra, litorânea e que também é encontrada no plâncton, sendo que alguns autores a classificam como uma espécie indicadora de águas salobras e bem adaptadas a altos índices de turbidez, fato que explica sua permanência entre as espécies constantes na região.

Destaca-se dentre estes, a espécie *Poymyxus coronalis*, espécie considerada típica da região estuarina do Amazonas, sendo classificada como mesohalóbia e indicadora de águas salobras e restritas a algumas regiões do Brasil, sendo descrita, além de alguns estuários paraenses e de Pernambuco (Feitosa, 1988). Apesar de citada por alguns autores tais como Moreira-Filho et al. (1974) e Paiva (1991) como a espécie característica do estuário guajarino, não esteve presente em todas as estações de todas as ocasiões amostrais, mantendo pouco abundante.

O segundo grupo de maior representatividade foi o das clorofíceas (Chlorophyta) com um total de 14,29% dos táxons encontrados (Figura 11). Esses organismos estiveram distribuídos em 1 classe, 3 ordens, 5 famílias, 5 gêneros e 6 espécies, além de 5 identificadas somente até gênero (Tabela 2). Os gêneros mais representativos foram: *Scenedesmus* com 3 espécies, seguido por *Closterium*, *Coelastrum*, *Cosmarium* e *Staurastrum* com 1 espécie cada.

As cianofíceas (Cyanophyta) constituíram um total de 4,76% dos táxons encontrados e foram distribuídas em 1 classe, 2 ordens, 4 famílias, 4 gêneros e 1 espécie identificada (*Rhabdogloea smithii*), além de outras 3 pertencentes aos gêneros *Anabaena*, *Microcystis* e *Oscillatoria* (Tabela 3).

Dentre estas, *Oscillatoria* sp. foi a mais abundante e constante, sempre associada a estações com teor de amônia mais elevado (1,1 mg/l) Belucio (2006), especialmente no mês de dezembro, quando ocorreu na maioria das estações.

Anabaena sp. e *Microcystis* sp. ocorreram na estação adjacente à indústria de pescados e produção de ração, em que se pode encontrar níveis mais elevados de resíduos orgânicos.

Todas estas espécies pertencem a gêneros constantemente registrados em ambientes de elevado grau de trofia e são considerados potencialmente tóxicos (Küiper-Goodman et al., 1999).

Dinophyta (dinoflagelados) foi o grupo menos abundante, representou 2,38% da flora, distribuídos em 1 classe, 1 ordem, 2 famílias e 2 gêneros, *Gymnodinium* e *Peridinium*, identificados somente até este nível (Tabela 4).

Segundo Day Jr. et al. (1989), o meio estuarino é dominado por diatomáceas (Bacillariophyta) e dinoflagelados (Dinophyta). Esse padrão não foi constatado na Baía do Guajará, a exemplo do encontrado por Paiva (1991), constituindo uma das peculiaridades deste estuário, em vista da grande descarga de águas continentais.

A turbidez, juntamente com a baixa salinidade, pode ser citada como uma das causas da baixa densidade dos dinoflagelados no estuário em estudo, visto que, Balech (1977) propõe que tais organismos preferem ambientes com baixa turbidez, já que os altos valores desse parâmetro somados à baixa salinidade não permitem o desenvolvimento destes organismos.

Considerando a composição de táxons encontrados, houve predominância de formas planctônicas (56,6%) em relação às bentônicas ou epifíticas. A predominância de *Aulacoseira*, espécie meroplanctônica e de táxons ticoplanctônicos, como *Navicula* e *Cymbella*, tipicamente perifíticos foi favorecida pelos períodos de fluxo turbulento da baía.

Silveira (1992) descreveu que as ondas geradas por ventos, tornam a superfície da água na Baía do Guajará, mesmo em condições de ventos fracos, em um sistema relativamente agitado, sobretudo pela ação de correntes de marés, com a presença freqüente de ondulações irregulares, definindo claramente um regime de fluxo turbulento. Tal regime proporciona a mistura das águas e a ressuspensão praticamente constante dos sedimentos de fundo nos bancos e margens da baía.

4.2.2 Padrões de Riqueza e Densidade

No estuário do Guajará, no ano de 2005, a densidade fitoplanctônica variou de 9.000 cel/litro (estação C-07, dezembro) a 157.750 cel/litro (estação C-09, setembro) (Figuras 12 - 20).

Considerando a variação sazonal da densidade fitoplanctônica, os valores mais altos foram encontrados no período de menor precipitação e os mais baixos, no período de maior índice pluviométrico (Fig. 12 e Fig. 6). O número de espécies, por sua vez, variou em função da densidade.

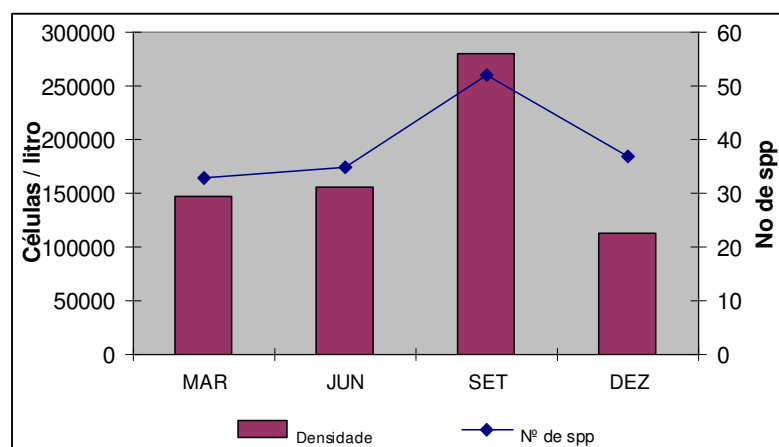


Figura 12 - Densidade e N^o de espécies fitoplanctônicas, por ocasião de coleta, no estuário guajarinó.

No mês de março, foi encontrada uma densidade de 147.625 células/litro, com a formação de um gradiente no sentido Belém-Icoaraci (Fig.13). O número de espécies foi o mais baixo registrado no decorrer do ano (33) e somente dois grupos taxonômicos foram encontrados (diatomáceas e clorofíceas) (Fig. 14).

Smayda (1983) ressalta que em estuários com predomínio de fluxo limnético, as clorofíceas passam a dominar. Nesse período, no entanto, apesar do fluxo limnético considerável, este grupo não foi dominante. As clorofíceas foram observadas somente na estação mais interna (C-05) do estuário e nas duas estações mais externas (C-08 e C-09, ver figura 14), as quais apresentaram turbidez menos elevadas. A turbidez constitui-se, portanto, num forte interferente para o florescimento de organismos deste grupo na Baía do Guajará.

Em junho, a densidade foi de 155.375 cel/l, com um gradiente no sentido inverso ao do mês anterior (Fig. 15), relacionado a um gradiente crescente de pH.

Um número de espécies um pouco mais elevado (35) foi registrado, sendo bastante semelhante nas estações de coleta. Uma maior diversidade taxonômica, em termos de grupos esteve presente (diatomáceas, clorófitas, cianófitas e dinofíceas), incluindo grupos melhor adaptados a águas menos turvas, tais como clorófitas e dinofíceas (Fig. 16).

No mês de setembro, foram registradas os valores mais elevados de densidade e número de espécies, 280.500 cel/l e 52 espécies, respectivamente (Fig. 17 e 18). Pode-se observar que Dinofíceas, grupo exclusivamente marinho, esteve presente em estações mais internas do estuário, resposta clara a maior intrusão de água marinha no estuário e a valores de pH mais elevados.

Em dezembro, as médias de densidade e espécies voltaram a cair para 112.500 cel/l e 37 espécies, respectivamente (Fig. 19 e 20). Verifica-se que, apesar do elevado número de espécies encontrado no período e da diversidade de grupos presentes (diatomáceas, clorófitas, cianófitas e dinofíceas), estas apresentaram a densidade mais baixa de todas as ocasiões de coleta, com um grande decréscimo das diatomáceas.

A análise destes dados indicam que estes padrões resultam principalmente de fatores como pluviosidade, pH e intrusão salina no estuário. A grande quantidade de material em suspensão durante a época chuvosa atua como elemento inibidor do florescimento destas algas, as quais, segundo Joly (1963), são caracterizadas por preferirem água mais limpa.

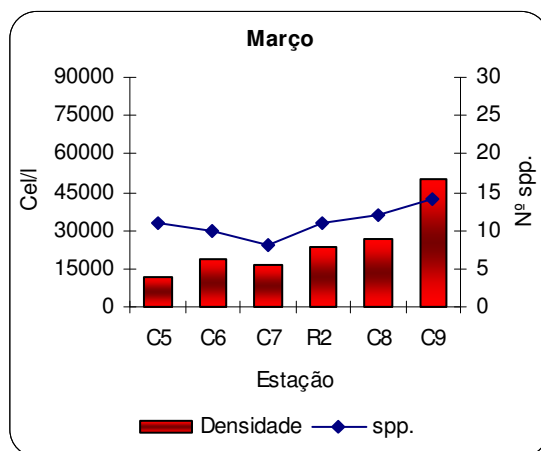


Figura 13 - Densidade e número de spp. nas estações de coleta em março.

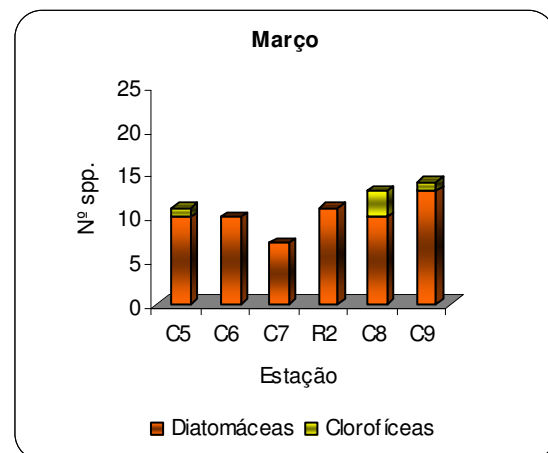


Figura 14 - Número de spp. por grupo nas estações de coleta em março.

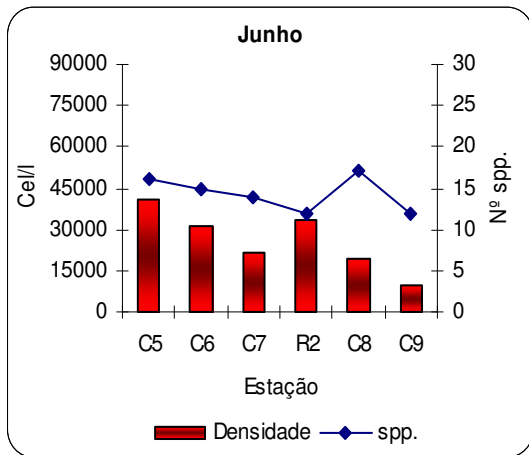


Figura 15 - Densidade e número de spp. nas estações de coleta em março.

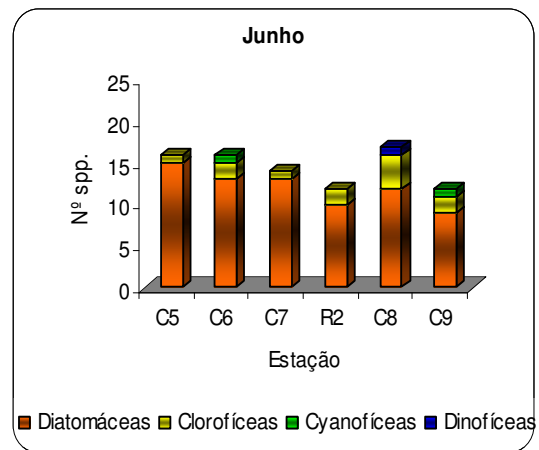


Figura 16 - Número de spp. por grupo nas estações de coleta em março.

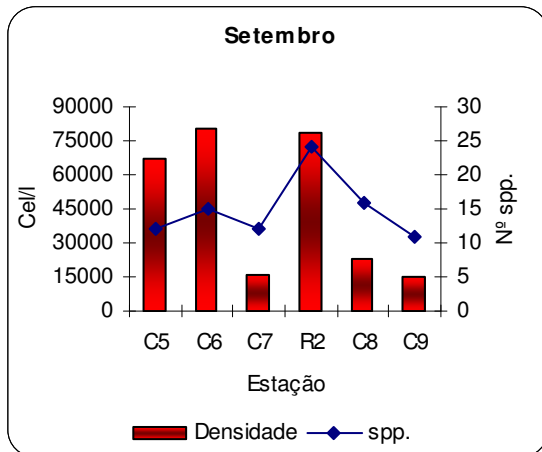


Figura 17 - Densidade e número de spp. nas estações de coleta em março.

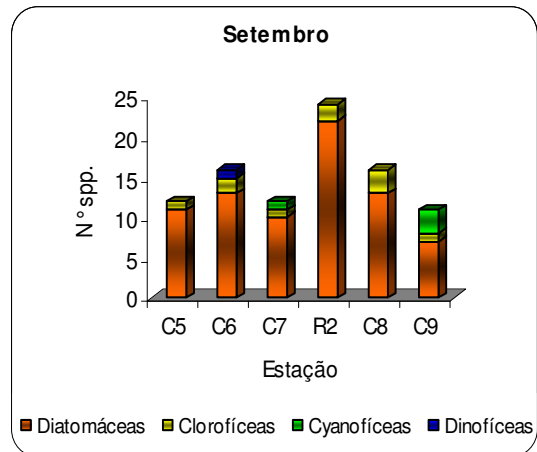


Figura 18 - Número de spp. por grupo nas estações de coleta em março.

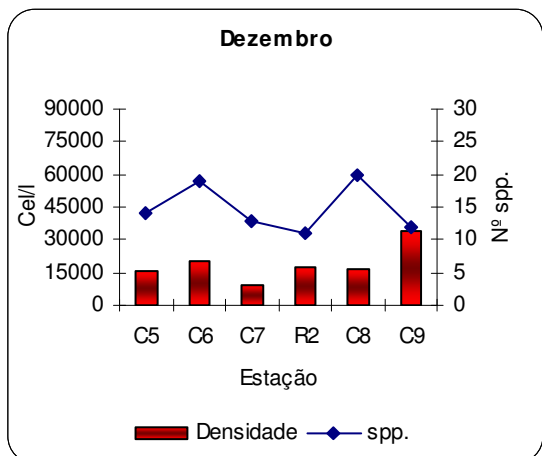


Figura 19 - Densidade e número de spp. nas estações de coleta em dezembro.

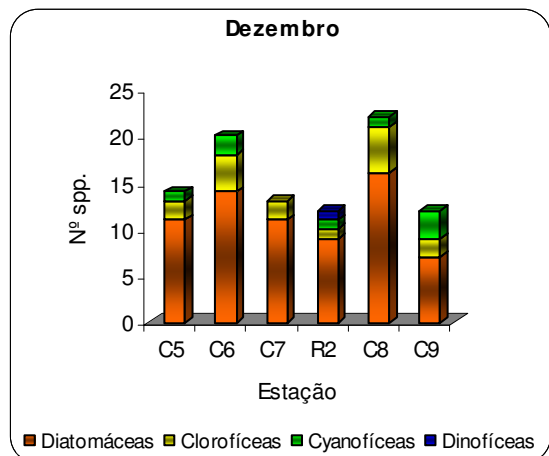


Figura 20 - Número de spp. por grupo nas estações de coleta em dezembro.

A ausência de um gradiente espacial único no parâmetro densidade está relacionada ao fato deste resultar da combinação da densidade de diversas espécies de algas, por sua vez de diversos grupos taxonômicos, cujos ótimos ecológicos se diferenciam. Destacando-se, portanto, o papel da pluviosidade, do pH, condutividade e turbidez.

4.2.3 Fitoplâncton e Tolerância à Salinidade

Dentre os 83 táxons fitoplanctônicos identificados, 38,5% correspondem a espécies Oligo-Mesohalóbias; 8,4% às exclusivamente Mesohalóbias; 36,1% são espécies Meso-Euhalóbias e 14,5% Eurihalinas, com amplos limites de tolerância. 2,4% não foram classificadas devido à ausência de informações ecológicas disponíveis na literatura a respeito dessas algas (Figura 21).

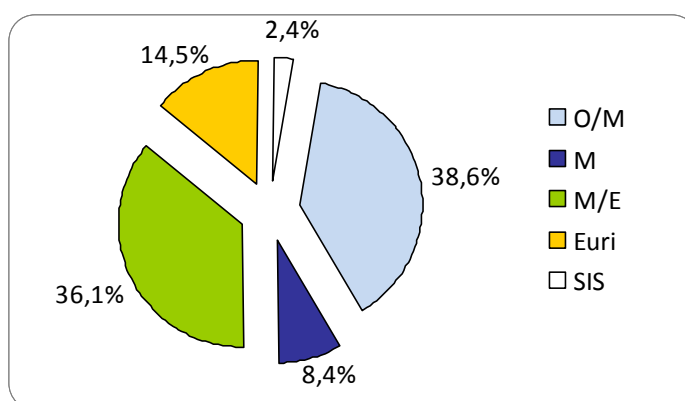


Figura 21 - Classificação dos organismos quanto à salinidade.
 Legenda: S.I.S – Sem informação suficiente; O – Oligohalóbia; M - Mesohalóbia; E – Euhalóbia.

Na primeira categoria, encontramos um maior número de espécies citadas exclusivamente para água doce oligohalóbias (34%), pertencem basicamente aos grupos de diatomáceas e clorofíceas. Dentre estas, pode-se destacar *Cosmarium leave*, a qual apresentou ampla distribuição na área, sendo registrada na maioria das estações de coleta (C-05, C-06, C-07, C-08 e C-09), principalmente no período seco, quando a turbidez esteve mais baixa. Apesar da boa representatividade em termos de número de espécies (24), esta categoria teve baixa representatividade em termos de densidade.

Uma pequena fração destas espécies (6%), no entanto, apresenta tolerâncias mais amplas, sendo mais freqüentemente encontrada em águas salobras. Destaca-

se dentre estes *Aulacoseira granulata*, espécie que apresentou a maior abundância e frequência durante o estudo, independentemente do período (seco ou chuvoso).

Os táxons Mesohalóbios estritos (Fig. 21) correspondem a 8,4% do total encontrado, também em sua maioria representados por diatomáceas. Destaca-se dentre estes, a espécie *Poymyxus coronalis*, que conforme mencionado anteriormente, não esteve entre as espécies dominantes nas ocasiões amostrais.

No grupo dos organismos Meso-Euhalóbios, uma fração considerável das espécies (21,7%) apresenta tolerâncias amplas, sendo frequentemente encontradas em águas salobras, enquanto que, as demais (14,5%) são espécies Euhalóbias estritas.

Na primeira categoria podemos citar *Actinoptychus splendens*, *Navicula transitrans* e *Rhizosolenia setigera*, enquanto na segunda *Coscinodiscus oculi-iridis* e *Triceratium favus*. A presença destas espécies euhalóbias foi bastante significativa, atingindo percentuais muito acima daquelas consideradas mesohalóbias estritas (8,4%), o que indica um transporte significativo de espécies para o estuário.

Autores como Moreira-Filho et al. (1974) já mencionam o maior número de espécies marinhas encontradas no local. Este fato, porém, constitui uma peculiaridade da Baía, diante da enorme vazão de água doce e do fato das coletas terem sido realizadas na vazante.

A ausência de um gradiente espacial claro na distribuição das espécies quanto às suas tolerâncias a salinidade, destacam a complexidade da circulação e dos diversos parâmetros que atuam localmente neste estuário. Além dos parâmetros medidos, a presença de diversos afluentes e de alguns pontos de descarga de efluentes aumenta a complexidade espacial.

Quanto à variação sazonal (Fig. 22), pode-se observar um aumento de espécies Euhalinas e diminuição das Oligohalinas, durante os meses menos pluviosos (junho e setembro), quando a entrada de água do mar é maior.

No entanto, apesar do valor máximo de condutividade obtido ser de 1398 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o qual equivale a uma salinidade de 0,6 ‰, constatou-se uma grande quantidade de espécies marinhas para as estações próximas e mesmo as mais afastadas ao oceano, indicando desta forma que muitas dessas espécies estão adaptadas aos baixos valores de salinidade encontrados no Baía do Guajará, outras, porém, são encontradas de formas acidentais.

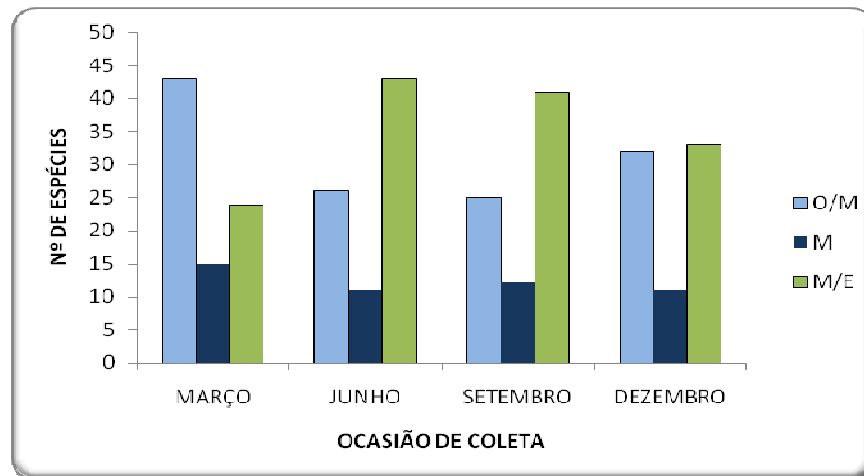


Figura 22 – Ocorrência das categorias (de tolerância à salinidade) do fitoplâncton por ocasião de coleta
 Legenda: O – Oligohalóbios; M - Mesohalóbios; Euh – Euhalóbio.

Na análise foi possível constatar que alguns fatores como precipitação pluviométrica, o ciclo das marés e a salinidade contribuíram para a complexidade ambiental da área em questão, sendo os principais condicionantes tanto dos parâmetros hidrológicos como da distribuição da composição microfitoplanctônica.

Levando-se em consideração as espécies acima descritas, observa-se que o ambiente da Baía do Guajará é característico de águas salobras (mesohalóbio), fato já constatado por Moreira-Filho et al. (1974).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos durante as quatro ocasiões e seis estações de coleta na Baía do Guajará, indicaram que as diatomáceas são o grupo predominante no fitoplâncton local, fato comum em estuários brasileiros. Este grupo esteve representado principalmente por *Aulacoseira granulata* e *Rhizosolenia setigera*, sendo estas duas espécies típicas do estuário do Guajará, freqüentemente citadas por pesquisadores que estudam a microflora da região do estuário.

Quantitativamente, verificou-se que *Aulacoseira granulata* foi a espécie dominante no local, de modo diverso ao registrado em estudos anteriores, que apontavam *Polymyxus coronalis* como dominante.

No estuário do Guajará há predominância de diatomáceas e clorofíceas. Esse padrão não é o mais comum em estuários, que segundo Day Jr. et al. (1989), são dominados por diatomáceas e dinoflagelados. Tampouco se aplica a estuários com predomínio de fluxo limnético, que são dominados por clorofíceas (SMAYDA, 1983), mas sim ao padrão de estuários com predominância de fluxo marinho, dominado por diatomáceas (PATRICK, 1967).

Os grupos taxonômicos encontrados (Diatomáceas, Clorofíceas, Cianofíceas e Dinoflagelados), bem como, as espécies encontradas refletem não só as condições ambientais da baía, como também são boas indicadores das atividades e modificações atualmente vigentes no local.

Notadamente, destaca-se a ocorrência de clorofíceas junto aos canais e fluxos de água doce; desta forma ratificando a grande influência que a água mais clara e doce do furo do Maguari exerce sobre o estuário guajarino. Também, a constância de *Oscillatoria* sp em função da maior concentração de amônia (mês de dezembro); bem como, a associação de *Anabaena* sp. e *Microcystis* sp. com estação adjacente à indústria de pescados e produção de ração.

Considerando a variação sazonal da densidade fitoplanctônica, os valores mais altos foram encontrados no período de menor precipitação (setembro e junho) e os mais baixos, no período de maior índice pluviométrico. O número de espécies, por sua vez, variou em função da densidade.

Para Day Jr. et al. (1989), vários são os fatores que regulam o padrão sazonal, a magnitude e a composição específica fitoplanctônica de um estuário,

destacando-se a luminosidade, temperatura, nutrientes, os processos físicos de transporte e a herbivoria.

A variação de salinidade no estuário conforme estudos prévios realizados por Teixeira (1969), Kutner (1972), Schaeffer-Novelli (1990) recebe influência direta da oscilação da maré.

Na Baía do Guajará, foi observada uma nítida estabilidade térmica, durante todo período estudado, revelando pequenas variações em função dos períodos diários de luminosidade e dos horários de coletas. Não se constituindo, portanto, em um fator limitante para o fitoplâncton.

O pH, por outro lado, mostrou-se ácido a ligeiramente ácido, apresentando valores mais baixos nas estações mais internas e nos meses de maior pluviosidade, assim como a condutividade. Ambos evidenciam a influência das águas marinhas na dinâmica estuarina e atuaram como condicionantes das espécies fitoplanctônicas.

A turbidez, juntamente com a baixa salinidade, pode ser citada como uma das causas da baixa densidade dos dinoflagelados no estuário em estudo, visto que, Balech (1977) propõe que tais organismos preferem ambientes com baixa turbidez, já que os altos valores desse parâmetro somados à baixa salinidade não permitem o desenvolvimento destes organismos.

Desse modo, o regime pluviométrico parece ser o principal fator controlador da dinâmica estuarina. Este controla a vazão dos rios da região e conseqüentemente os valores dos principais parâmetros capazes de influenciar a composição, distribuição, abundância e dinâmica sazonal do fitoplâncton no estuário Guajarino. Sazonalmente é possível diferenciar dois períodos bem definidos: o primeiro (período chuvoso), que se estende de dezembro a maio e o segundo (período de menor pluviosidade), abrangendo os meses de junho a novembro.

Pode-se dizer, então, que as diatomáceas foram o grupo que melhor se adaptou a esse regime e a alta turbidez e hidrodinâmica da região em estudo.

Segundo Newton e Horner (2003), em qualquer estuário, processos físicos e biológicos podem ser regulados por fatores associados tanto com *inputs* oceânicos como de rios. A dominância de forçantes oceânicas ou potâmicas podem variar com a geomorfologia estuarina, força de trocas de marés e fluxo do rio, os dois últimos freqüentemente variam com a sazonalidade.

Considerando a composição de táxons encontrados, houve predominância sutil das espécies planctônicas em relação às bentônicas ou epifíticas. No entanto, a

dominância de *Aulacoseira*, espécie meroplanctônica e de táxons ticoplanctônicos, como *Navicula* e *Cymbella*, tipicamente perifíticos provavelmente foi favorecida pelos períodos de fluxo turbulento da baía. Estes foram descritos por Silveira (1992), como gerados principalmente pela ação dos ventos na superfície da água e pelas correntes de marés.

A ocorrência de um número elevado de espécies planctônicas marinhas/estuarinas indica um grande número de espécies alóctones, transportadas pela maré para a Baía, as quais podem dependendo da maré, da sazonalidade e da geomorfologia local, sofrer sedimentação.

Considerando a distribuição dos táxons por categorias de tolerância à salinidade, encontrou-se um número quase equivalente de espécies Oligo-Mesohalóbias (38,5%) e Meso-Euhalóbias (36,1%). Estas espécies apresentam uma distribuição espacial difusa ao longo do estuário, mas um padrão sazonal claro, de acordo com a pluviosidade.

Além dos parâmetros registrados, a presença de diversos afluentes e de alguns pontos de descarga de efluentes parecem ser responsáveis por esta distribuição.

Quanto à variação sazonal, pode-se observar um aumento de espécies Euhalinas e diminuição das Oligohalinas, durante os meses menos pluviosos (junho e setembro), quando a entrada de água do mar é maior.

Uma das características marcantes da ficoflora do ambiente estuarino são as adaptações às mais variadas condições físico-químicas do meio. Desse modo, o fitoplâncton da Baía do Guajará comprovadamente funciona como bioindicador da qualidade da água e de seu estado trófico, bem como do sistema estuarino.

Diversos autores, tomando como base as definições tradicionais, não consideram a Baía como um estuário verdadeiro ou como uma área estuarina típica. O termo zona de maré fluvial (Day Jr et al., 1989), caracterizada pela ausência de salinidade, mas sujeita ao efeito das marés, é muitas vezes empregado.

No entanto, conforme mencionado anteriormente, características bióticas notáveis também estão presentes em um estuário e têm sido incorporadas em definições. Desse modo, do ponto de vista ficológico, este ambiente apresenta características estuarinas, visto que nele se encontram presentes espécies oligohalóbias, mesohalóbias e euhalóbias. Fato que levou autores como Moreira-Filho et al. (1974) a classificá-lo como mesohalóbio.

Estas características estão entre as que tornam os estuários do Amazonas peculiares, sendo condicionadas pela pluviosidade, pelo padrão de circulação, que varia de parcialmente misturado a homogêneo (Pinheiro, 1987) e, sobretudo a entrada da maré salina, que provoca alterações nas propriedades físico-químicas dessas águas e na concentração das partículas em suspensão (SILVEIRA, 1992).

REFERÊNCIAS.

- ALGAEBASE. **Listing the world's algae**- Disponível em: <http://www.algaebase.org/>. Acesso em 12 março de 2010.
- BALECH, E. **Introduccion al fitoplancton marino**. Buenos Aires: EUDEBA. 1977. 211 p.
- BELÚCIO, L. F. **Relatório do projeto “Monitoramento dos possíveis efluentes líquidos da ALBRAS sobre as comunidades aquáticas do Rio Pará”**. FADESP/ALBRAS/UFPA. 2001
- _____, L. F. **Relatório do projeto “Usando o plâncton para diagnosticar a qualidade da água na Baía do Guajará (2005)”**. **Diagnóstico da qualidade ambiental da Baía do Guajará (BELÉM – PA) utilizando indicadores químicos e biológicos – CT-HIDRO – CNPq**. 2006
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. (org.). **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**. São Carlos: Editora Rima. 2005. 508p.
- BRADBURY, J. P.; WADDINGTON, J. C. B. The impact of European settlement on Shagawa Lake, northeastern Minnesota, U.S.A. In: Birks, H. J. B.; West, R G. (eds.). **Quaternary Plant Ecology**, Oxford: Blackwell. 1973. p. 289-307.
- BURNS, D. A.. Distribution of planktonic diatoms in Pelorus sound, South Island, New Zealand. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**. v 11,n 2, p. 275-295. 1977.
- CAMERON, W. M.; PRITCHARD, D. W. Estuaries. In: HILL, M.N. (ed.) **The Sea. Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas**. New York: Intersci, 1963. p. 306-324.
- DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 1978. 472p.
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN) **Tábuas de Marés para o porto de Belém, no ano de 2005**. Disponível em: www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm. Acesso em 15 dezembro 2004.
- DAY JR, J. W.; YÁÑEZ ARANCIBIA, A. Coastal lagoons and estuaries: Ecosystems approach. **Cienc. Interam**, n. 22, p. 11-26. 1982.
- DAY JR, J. W. et al. **Estuarine Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1989. 558p.
- DYER, K. R. **Estuaries: A physical introduction**. 2nd. ed. Chichester Wiley. 1997 195p.
- ESPÍNDOLA, E. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; MORENO, I. D. Estrutura da Comunidade Fitoplanctônica da Lagoa Albuquerque (Pantanal Matogrossense), Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Limnol. Brasil.**, v. 8, p.13-27. 1996.

FAIRBRIDGE, R. W. The estuary; its definition and geochemical role. In: OLAUSSON, E.; CATO, I. (Eds.), **Chemistry and biogeochemistry of estuaries**. New York: Wiley, 1980. p. 1- 35.

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). **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE**, Recife, v. 27, n. 2, p. 1 – 13. 1999.

GARVINE, R. W.; MONK, J. D. River plumes end estuary fronts. **Estuaries, geophysics e environment**. Washington, D. C., National Academy of Sciences, p 1-10. 1977.

GONÇALVES, F. D.; SOUZA FILHO, P. W. M. Integração digital de imagens Radarsat-1 e Landsat-7 para o mapeamento dos índices de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo na Baía de Guajará (Belém-PA). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 1789-1796.

GOUVÊA, P. G. M. **Composição e distribuição do microfitoplâncton na Baía do Guajará e foz do Rio Guamá**. 2004. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso, (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

INDEX NOMINUM ALGARUM. **Bibliographia Phycologica Universalis**. Disponível em: <http://ucjeps.berkeley.edu/INA.html>. Acesso em 12 março de 2010.

JOLY, A. B., 1963, Gêneros de algas de água doce da cidade de São Paulo e arredores. **Rickia** (supplement). n.1, p. 1-188.

KETCHUM, B. H. Estuarine characteristics. In: Ketchum, B. H (ed). **Estuaries and enclosed seas**. New York, Elsevier Sci. Publ. Comp., 1983. p. 1-14.

KOLBE, R.W. Zur Ökologie, morphologie und systematik der brackwasser-Diatomeen – Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebiets. **Pflanzenforschung**. v.7, p. 1–146. 1927.

KÜIPER-GOODMAN, et al. Human health aspects. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. [Org.]. **Toxic Cyanobacteria in Water: a guide to their public health consequences, monitoring, and management**. London: E & FN Spon. p. 114-153, 1999.

KUTNER, M. B. **Variação estacional e distribuição do fitoplâncton na região de Cananéia**. 1972. 104f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto Oceanográfico da USP, São Paulo, 1972.

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

LUND, J. W. G. The Ecology of the Freshwater Phytoplankton. **Biological Review of the Cambridge Philosophical Society**. n. (40). p. 231-293. 1965.

MARBEF DATA SYSTEM. **European register of marine species**. Disponível em: www.marbef.org/data/erms.php. Acesso em: 19 de maio de 2010.

MIRANDA, L.B., CASTRO, B.M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo. Ed. USP. 2002. 411p.

MONTEIRO, S. M. **Avaliação da água superficial da Baía do Guajará (Belém-PA) utilizando indicadores abióticos**. 2006. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, 2006.

MOREIRA-FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M.; CECY, I. I. T. Diatomáceas do Rio Guamá (Foz do Rio-Belém-Pará). **Leandra**, v. 3/4, n. (4-5), p. 123-135. 1974.

MORO, R.S.; FÜRSTENBERGER, C.B. **Catálogo dos Principais Parâmetros Ecológicos de Diatomáceas não marinhas**. Ponta Grossa: Ed. UEPG Paraná. 1997. 282 p.

NEWTON J.A.; HORNER R. A. Use of phytoplankton species indicators to track the origin of phytoplankton blooms in Willapa Bay, Washington. **Estuaries**. n. 26, p.1071-1078. 2003.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1985. 434p.

PAIVA, R. S. **Composição e Biomassa do Fitoplâncton da Baía de Guajará (Pará - Brasil)**. 1991. 155 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1991.

PAIVA, R. S., LEÇA, E. E.; PASSAVANTE, M. G. G. SILVACUNHA; N. F. A. C. MELO. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da Baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará-Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**. v. 1, n.2, p.133-146. 2006.

PATRICK, R. Diatoms communities in estuaries. In: LAUFF, G. H. (ed.). **Estuaries. Washigton**, Am. Ass. Adv. Scip. p. 311–315, 1967.

PERILLO, G. M. E. Definition and geomorfologic classification of estuaries. In: PERILLO, G. M. E; PICOLLO, M. C.; PINO-QUIVIRA (eds.) **Geomorfology and Sedimentology of Estuaries**. Berlin: Springer-Verlag. p. 17-49. 1995.

PINHEIRO, R. V. L. **Estudo Hidrodinâmico e Sedimentológico do Estuário do Guajará (PA)**. 1987. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade federal do Pará. Belém, 1987.

PINHEIRO, R. V. L.; FARIA JR. Comportamento dos parâmetros físicos e químicos das águas do estuário do Guajará, Belém (PA). In: CONGRESSO ABEQUA,11, 1989. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1989. p.119-132

PRESCOTT, G. W. **How to know the freshwater algae**. 3° Ed. University of Montana. 1978. 293 p.

PRITCHARD, D. Estuarine Circulation Patterns. **Proc. Am. Soc. Civil Eng.** v. 81. n. 17, p. 1-11. 1955.

PRITCHARD, D. Observations of circulation in coastal plains estuaries. **Estuaries, American association for the Advancement of Science, Washington, D.C.** n. 83. p. 37-44. 1967.

RAMOS, J. Poluição e contaminação da orla de Belém-PA. In: UHLY, S.; SOUZA, E. L. (eds.) **A questão da água na grande Belém**. Casa de Estudos Germânicos, 2004. p. 121-148.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3ed. Guanabara, Rio de Janeiro; [s.n.] 1996. 463 p.

ROUND, F. E. The Taxonomy of the Chlorophyta II. **Br. Phycolog J.** v. 24, p. 67-86. 1971.

ROUND, F. E.; Crawford, R. M.; Mann, D. G. **The Diatoms: biology and morphology of the Genera**. Cambridge University Press, Cambridge, 1990. 747p.

RYTHER, J. H.; MENZEL, D. W.; CORWIN, N. Influence of the Amazon River outflow on the ecology of the Western Tropical Atlantic. I. Hydrography and nutrient chemistry. **J. Mar. Res.**, London. v. 25, n.1, p. 68-83. 1967.

SANTOS, C. C. et al. Microfitoplâncton na praia do Chapéu Virado, Ilha do Mosqueiro (BELÉM, PA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 4., 2010. **Anais...** Rio Grande, Rio Grande do Sul. AOCEANO. 2010. 1 CD – ROM.

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.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MESQUITA, H. S. The Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brazil. **Estuaries** v. 13 n.2, p. 193-203. 1990.

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

SILVA, R. C. V. M. **Chlorophyceae (Algae, Chlorophyta) do lago Água Preta, município de Belém, Estado do Pará**. 1994. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém. 1994. 145 p.

_____, R. C. V. M. Novas Ocorrências de Chlorophyceae (Algae, Chlorophyta) para o Estado do Pará. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, ser. Bot.** Belém-PA. v. 12, n.1, p. 21-57. 1996.

SILVEIRA, O. F. M. **Estudo batimétrico/sonográfico do estuário Guajara, Belém/PA.** 1992. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1992.

SIMONSEN, R. The Diatom System: Ideas on Phylogeny. **Bacillaria.** n. 2, p 9-71. 1979.

SMAYDA, T. J. The phystoplankton of estuaries. In: KETCHUM, B. H., (ed.). **Estuaries and enclosed seas.** Amsterdam: Elsevier Scientific Publ., 1983. p 65-101.

SOARES-GOMES, A.; FIGUEIREDO, A. G. O ambiente marino. In: SOARES-GOMES, A; PEREIRA, R. C. **Biologia marinha.** Rio de Janeiro: Interciencia. 2002. p. 1-34.

SOUZA, M. R. M. et al. Hidrologia e fitoplâncton do sistema estuarino do Rio São Francisco, Nordeste do Brasil. **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE,** Recife, v. 27, n.1, p. 15-32, 1999.

TABARAÑA et al. Estudo da comunidade fitoplânctonica do Furo do Combú (Pará, Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3.; CONGRESSO IBERO – AMERICANO DE OCEANOGRAFIA, 2008. **Anais...** Fortaleza, CE. Fortaleza, CE: AOCEANO, 2008. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, C. **Estudo sobre algumas características do fitoplâncton da região de Cananéia e o seu potencial fotossintético.** 1969. 89f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP. São Paulo, 1969

TOMAS, C. R. **Identifying marine diatoms and dinoflagellates.** San Diego. California: Academic Press. 1996. 598p.

TRAIN, S; et al. **A planície alagável do Alto Rio Paraná: estrutura e processos ambiental -fitoplâncton.** 2000. (Relatório Técnico do Programa PELD/CNPq.) Disponível em: <http://www.peld.uem.br/Relat2000/peld-reltec-compBiotico.htm#FITOPLÂNTON>.

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

TUNDISI, J. G. Estudos Ecológicos do Fitoplâncton Marinho e Lacustre no Brasil: situação atual e perspectivas In: BICUDO, C. E.; TUNDISI, J.G. (Ed.). **Algas a Energia do Amanhã.** São Paulo. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1986. p. 27-48.

YAMAGUTI, M. M. S.; et al. Estudos Preliminares de Diatomáceas do Rio Guamá (Foz do Igarapé do Combu), Belém-PA. Resumo Expandido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 9., 2003, Juiz de Fora, MG. 2003. Juiz de Fora, MG: [s.n.]. 1 CD-ROM de resumos.