

**PATRICIA NASS ANDERLE**

**FITOPLÂNCTON NA BAÍA DE PARANAGUÁ, PARANÁ, BRASIL: VARIAÇÃO ANUAL E RECORRÊNCIA INTERANUAL DE ESPÉCIES ABUNDANTES**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Ciências Biológicas, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Felício Fernandes

**CURITIBA**

**Junho/2004**

**“A mente que se abre a uma nova idéia  
jamais volta ao seu tamanho original”**

(Albert Einstein)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Fundo Nacional do Meio Ambiente pelo financiamento do projeto ALARME, Termo de Convênio CVI 008/2002.

Ao Prof. Luciano Felício Fernandes pela orientação, paciência e ensinamentos sobre ecologia e “gráficos” que levarei para toda vida.

À colega de projeto e amiga Letícia Procopiak pela grande ajuda durante toda a monografia, principalmente durante o período das contagens.

Ao Prof. Rodney R. Cavichioli do Departamento de Zoologia da UFPR, meu primeiro orientador, por me iniciar no extraordinário mundo da pesquisa científica e pela grande amizade.

Aos colegas do Laboratório de Ficologia: Christiano, Fernanda, Ieda, Letícia, Luiz, Priscila, Patricia, Vivien e Vanessa pelo agradável convívio.

Aos colegas de graduação Rodrigo Aluizio, Roxane e Carolina Caron por todo incentivo e amizade.

Às minhas grandes amigas Patricia Lagos, Edinara e Gisele pelo apoio em todas as horas, os almoços agradáveis no “vidro”, palavras de incentivo e por dividirem comigo diversos momentos inesquecíveis.

Às minhas queridas amigas Evelise e Mônica pelo companheirismo durante toda a graduação, formando o “trio” inseparável que esteve junto em muitos seminários, trabalhos e tardes de estudo (e práticas de ensino!), tenho certeza que sem vocês tudo teria sido muito mais difícil.

Aos meus pais Atair e Zuneide e irmãs Elisabeth e Priscila pelo amor, paciência e por apoiarem de forma incondicional todos os meus sonhos.

Ao Emilio grande culpado de tudo isso...Obrigada pelo carinho, incentivo nos momentos difíceis, paciência, companheirismo (mesmo de longe!), apoio em todos os momentos e principalmente obrigada por fazer parte da minha vida!

À Deus, sem ele nada aconteceria...

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE TABELAS .....	v
LISTA DE GRÁFICOS .....	v
RESUMO .....	vii
1 INTRODUÇÃO .....	01
2 OBJETIVOS .....	04
3 MATERIAIS E MÉTODOS .....	05
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	05
3.2 AMOSTRAGENS .....	05
3.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA .....	07
3.4 PARÂMETROS BIOLÓGICOS .....	08
3.4.1 Clorofila- <i>a</i> .....	08
3.4.2 Análise quantitativa do fitoplâncton .....	09
3.5 REVISÃO HISTÓRICA .....	09
4 RESULTADOS .....	10
4.1 DADOS PLUVIOMÉTRICOS .....	10
4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA .....	10
4.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS .....	14
4.3.1 Clorofila- <i>a</i> .....	14
4.3.2 Análise quantitativa do fitoplâncton .....	14
4.4 REVISÃO HISTÓRICA .....	23
4.4.1 Recorrência interanual de espécies abundantes do fitoplâncton .....	25
5 DISCUSSÃO .....	31
5.1 VARIAÇÃO ANUAL DO FITOPLÂNCTON .....	31
5.2 RECORRÊNCIA INTERANUAL DE ESPÉCIES ABUNDANTES DE FITOPLÂNCTON .....	35
6 CONCLUSÃO .....	38
REFERÊNCIAS .....	40
ANEXO .....	43

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DA ÁREA DE ESTUDO INDICANDO A ESTAÇÃO DE COLETA (E3 - PORTO DE PARANAGUÁ) .....	06
FIGURA 2 – VARIAÇÃO ANUAL HISTÓRICA DAS ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON SELECIONADAS E SEUS PERÍODOS DE MAIOR E MENOR ABUNDÂNCIA NA BAÍA DE PARANAGUÁ E ADJACÊNCIAS .....	28

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E DE CLOROFILA- <i>a</i> ENCONTRADOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003 .....	12
TABELA 2 – LISTA DAS ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON OBSERVADAS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003 .....	15
TABELA 3 – DISTRIBUIÇÃO INTERANUAL HISTÓRICA DE ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON ABUNDANTES NA BAÍA DE PARANAGUÁ E ADJACÊNCIAS DE 1982 À 2003 ....	26
TABELA 4 – TRABALHOS REALIZADOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ E REGIÕES ADJACENTES QUE FORAM CITADOS NA FIGURA 2 .....	30

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – REGIME DE CHUVAS NA BAÍA DE PARANAGUÁ DE AGOSTO DE 2002 À SETEMBRO DE 2003 .....	10
GRÁFICOS 2 À 8 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003 .....	13
GRÁFICOS 9 E 10 – CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA- <i>a</i> E FITOPLÂNCTON TOTAL NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003.....	16
GRÁFICOS 11 À 13 – CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DA ABUNDÂNCIA DOS GRUPOS DE FITOPLÂNCTON NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003.....	16
GRÁFICOS 14 E 15 – ABUNDÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DO NANOPLÂNCTON NOS DIFERENTES ESTRATOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003 .....	17
GRÁFICOS 16 E 17 – ABUNDÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DO MICROPLÂNCTON NOS DIFERENTES ESTRATOS, BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003 .....	17
GRÁFICOS 18 E 19 – ABUNDÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DAS DIATOMÁCEAS NOS DIFERENTES ESTRATOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003 .....	20
GRÁFICOS 20 À 23 – ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON ABUNDANTES NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003 .....	20
GRÁFICOS 24 À 29 – ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON ABUNDANTES NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003 .....	21

GRÁFICOS 30 À 32 – ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON ABUNDANTES NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003.....	22
GRÁFICOS 33 E 34 – ABUNDÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DOS DINOFLAGELADOS NOS DIFERENTES ESTRATOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003 .....	22

## RESUMO

Um estudo na baía de Paranaguá, Paraná, Brasil foi realizado com o objetivo de analisar a variação anual das espécies de fitoplâncton abundantes e a existência ou não de espécies recorrentes (previsíveis quanto à ocorrência) na área de estudo. Amostras de fitoplâncton total foram coletadas em intervalos de 02 meses, de agosto de 2002 à setembro de 2003, em uma estação localizada em frente ao porto de Paranaguá, em três diferentes profundidades (superfície, base da zona fótica e fundo) e analisadas quantitativamente. Os parâmetros físico-químicos da água, meteorológicos e de clorofila-a também foram obtidos, para que auxiliassem na interpretação da variação anual do fitoplâncton. O fitoplâncton total foi dominado basicamente por nanoplâncton e diatomáceas, porém, em geral, o nanoplâncton teve a maior contribuição relativa na maioria dos meses e nos três estratos amostrados. As diatomáceas ocorreram em concentrações na ordem de grandeza de  $10^6$  céls/L e as espécies mais abundantes na baía de Paranaguá foram: *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus minimus*, *Cylindrotheca closterium*, *Cyclotella stylonum*, *Pseudo-nitzschia* spp. Também foram abundantes as espécies: *Nitzschia longissima*, *Thalassiosira* spp, *Thalassionema nitzschioides* e *Navicula* sp. Os dinoflagelados foram o segundo grupo mais abundante do micropâncton e ocorreram em concentrações de  $10^4$  céls/L. Os dinoflagelados foram dominados por representantes da família Gymnodineaceae e *Prorocentrum minimum*. Como já descrito em estudos anteriores realizados na baía de Paranaguá, a variação anual das espécies do fitoplâncton foi fortemente associada ao regime de chuvas da região. A revisão histórica dos trabalhos sobre ecologia do fitoplâncton já realizados na baía de Paranaguá permitiu detectar apenas 8 espécies ou gêneros do fitoplâncton como previsíveis quanto à ocorrência e abundância na área. Estas espécies são: *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros* spp, *Coscinodiscus* spp, *Pseudo-nitzschia* spp, *Rhizosolenia* spp, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* spp e *Thalassionema nitzschioides*. A análise sobre a recorrência de espécies mostrou-se difícil principalmente porque muitos trabalhos sobre ecologia do fitoplâncton na região foram desenvolvidos durante um tempo inferior a dois anos e agrupam as espécies em grandes grupos ou gêneros, dificultando os estudos sobre recorrência de espécies.

## 1 INTRODUÇÃO

O fitoplâncton pertence à comunidade planctônica e consiste em um dos grupos de organismos mais importantes nos ambientes aquáticos, devido a sua alta taxa de produtividade e por representarem a base da teia alimentar nestes ambientes (KENNISH, 1990). Este grupo de organismos é composto de células individuais ou organizadas de uma forma relativamente simples, em pequenas colônias, apesar disso os diversos grupos apresentam uma considerável diversidade de formas (RAYMONT, 1980).

O fitoplâncton constitui uma das comunidades marinhas mais diversas e é composto por centenas de gêneros e milhares de espécies de algas unicelulares. As classes marinhas dominantes são: Bacillariophyceae (diatomáceas), Dinophyceae (dinoflagelados), Prymnesiophyceae (cocolitoforídeos), Chrysophyceae (silicoflagelados) e Cyanophyceae (algas azuis-esverdeadas) (KENNISH, 1990).

O plâncton possui uma dinâmica temporal e de biomassa própria que varia em função de diversos fatores biológicos e ambientais. Estes fatores influenciam em intensidades diferentes os diversos organismos planctônicos e, dependendo da área estudada, podem ter maior ou menor importância. Os principais fatores que determinam a variação sazonal e distribuição do plâncton nas diferentes áreas são: luz, temperatura, salinidade, concentração de nutrientes e competição (FERNANDES, 1992). As mudanças qualitativas e quantitativas que ocorrem nas comunidades planctônicas de todas as regiões são o resultado de mudanças sazonais na hidrografia e radiação solar dos ambientes. As mudanças ambientais que envolvem os organismos do plâncton são refletidas em diferentes partes da cadeia alimentar e por isso são tão importantes de serem estudadas (SMAYDA, 1980). A comunidade fitoplanctônica responde às constantes mudanças que ocorrem nos diversos ambientes. As mudanças na composição das espécies de fitoplâncton, em muitas áreas, é acompanhada por oscilações físicas e químicas dos ambientes. Em áreas de clima tropical e subtropical, por exemplo, o fitoplâncton é fortemente influenciado pelas estações seca e chuvosa, muito comuns nestes ambientes (GOLDMAN e HORNE, 1983). A descrição da variação anual do fitoplâncton é o objetivo primário em estudos de ecologia de fitoplâncton. Informações sobre a composição e sucessão das espécies de fitoplâncton em áreas

costeiras são essenciais para a melhor compreensão da produção orgânica destas áreas e desenvolvimento de atividades como maricultura (BRANDINI, 1985a).

As diatomáceas, usualmente, dominam os ambientes com temperaturas baixas e águas ricas em nutrientes (SMAYDA, 1980). Em ambientes estuarinos, as diatomáceas são o grupo dominante, além disso, são responsáveis pela maior parte da produção primária planctônica de ambientes costeiros, como o da baía de Paranaguá (WERNER, 1977; BRANDINI 1985a). Entretanto, algumas diatomáceas são produtoras de toxinas (*Pseudo-nitzschia* spp, por exemplo) ou podem tornar-se nocivas em florações devido à presença de estruturas ou compostos que liberam na água que podem danificar ou até mesmo obstruir as brânquias de peixes e animais filtradores (*Chaetoceros* spp e *Coscinodiscus wailesii*, por exemplo) (REGUERA, 2002). As diatomáceas que dominam as águas costeiras compreendem espécies neríticas eurihalinas como *Skeletonema costatum* e *Chaetoceros* spp, além de espécies bênticas que são ressuspendidas como *Coscinodiscus* spp. Estas diatomáceas apresentam uma variação sazonal relacionada à concentração de nutrientes e salinidade encontradas na água e estes parâmetros são alterados de acordo com a quantidade de precipitação e drenagem continental da região de estudo. Entretanto, a região oceânica também apresenta uma composição fitoplanctônica específica, dominada por espécies flageladas e diatomáceas planctônicas que variam sazonalmente de acordo com o regime hidrográfico da plataforma (BRANDINI e FERNANDES, 1996).

Os dinoflagelados são importantes membros do fitoplâncton e contribuem significativamente como fonte de alimento para animais de ambientes marinhos. Ocasionalmente algumas espécies podem ocorrer em altas concentrações podendo causar florações nocivas, pois muitos dinoflagelados são potencialmente tóxicos. As toxinas produzidas por estes organismos se acumulam na cadeia trófica e podem atingir os animais que vivem nestes ambientes ou se alimentam de mariscos ou peixes, incluindo os humanos (TAYLOR, 1987).

O fitoplâncton pode ser estudado sob o ponto de vista qualitativo e quantitativo. No primeiro caso são abordados os aspectos taxonômicos e da estrutura populacional. No segundo são definidas as diversas escalas temporais e espaciais e os padrões de distribuição sazonal e espacial das espécies fitoplanctônicas em relação aos parâmetros físico-químicos da água, tais como

temperatura, salinidade, concentração de nutrientes, transparência, condições de vento, pluviosidade e marés (INFANTE,1988). O presente estudo aborda análises quantitativas do fitoplâncton.

Diversos trabalhos científicos relacionados aos fatores biológicos e ambientais que influenciam a dinâmica temporal e de biomassa do plâncton e as variações sazonais das comunidades fitoplanctônicas, já foram realizados na costa brasileira, mas faltam trabalhos que enfoquem a recorrência de espécies nas áreas estudadas. VERNICK (1990), examinou durante 12 anos a estrutura e a variabilidade interanual das espécies abundantes do fitoplâncton em uma região oceânica e verificou uma pequena e lenta mudança na estrutura da comunidade fitoplanctônica durante este período, além disso, detectou que a magnitude da abundância das espécies variou pouco. A autora considera que as comunidades fitoplanctônicas de regiões oceânicas oligotróficas são relativamente estáveis quanto à variabilidade interanual e que apresentam ciclos espaciais e temporais bem definidos. HULBURT (1983a, 1983b), analisou o fitoplâncton de uma região costeira em dois instigantes trabalhos sobre a predicabilidade de espécies, defendendo a hipótese de que as comunidades são imprevisíveis quanto a sua biomassa, quando se comparado ano a ano. Para o autor, é muito difícil prever os padrões de sucessão que irão acontecer, pois em regiões costeiras existe uma freqüente alternância das espécies dominantes além de uma contínua interação entre comunidades de diferentes massas de água.

O presente estudo pretende testar a hipótese da existência de espécies recorrentes em uma região costeira (baía de Paranaguá) e com isso verificar a possibilidade de se prever a ocorrência e abundância interanual de espécies nesta área.

## 2 OBJETIVOS

- Descrever a variação sazonal do fitoplâncton na baía de Paranaguá, a partir de amostragens bimestrais, de agosto de 2002 à setembro de 2003, em uma estação de coleta e realizar uma discussão sobre os fatores causais das variações observadas;
- Analisar a hipótese de que há espécies recorrentes ou previsíveis quanto à ocorrência e abundância na baía de Paranaguá, com base nos trabalhos já realizados e nos resultados do presente estudo. Ou seja, pretende-se detectar a ocorrência de regularidade interanual de espécies abundantes do fitoplâncton na baía de Paranaguá.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado na baía de Paranaguá, que pertence ao Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e compreende uma área de 612 km<sup>2</sup>. Esta baía localiza-se no litoral do estado do Paraná, Brasil, a 25°30'S e 48°30'W (FIGURA 1). É a maior baía deste estado e a terceira de maior importância no país, pelo seu estuário lagunar e por abrigar o Porto de Paranaguá, um dos mais importantes do Brasil (ILHAS, 2004).

A baía de Paranaguá é cercada pela Serra do Mar e pela Mata Atlântica e sua superfície líquida compreende uma área de 117 Km<sup>2</sup>. Apresenta profundidade média de 4,3 metros e máxima de 17 metros. A temperatura no verão apresenta-se entre 23 e 30 °C e no inverno entre 18 e 25 °C. No verão a salinidade fica entre 12 e 29 e no inverno entre 20 e 34. O clima na região é do tipo Cfa, ou seja, clima pluvial temperado, sempre úmido, com chuva todos os meses do ano e com temperatura média do mês mais quente acima de 22 °C. O período mais chuvoso acontece nos meses de verão (principalmente fevereiro) e o período mais seco é caracterizado pelos meses de inverno (principalmente julho e agosto). A baía de Paranaguá apresenta uma média anual de chuva de 1988 mm e os ventos predominantes são o leste (E) e sudeste (SW). O CEP apresenta uma descarga média anual de água doce de até 150 m<sup>3</sup>/s e uma intrusão da maré igual a 126.307 km (BAÍA DE PARANAGUÁ, 2004).

#### 3.2 AMOSTRAGENS

Foram utilizadas as amostras decorrentes do projeto Água de Lastro: Análise de Risco, Plano de Manejo Ambiental e Monitoramento de Espécies Exóticas no Porto de Paranaguá, Paraná – ALARME, desenvolvido sob a coordenação do Prof. Dr. Luciano Felício Fernandes. As coletas do projeto foram realizadas com barco a motor em intervalos de 02 meses em 06 estações de distintas enseadas ou baías do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) de agosto de 2002 à setembro de 2003 e totalizaram 7 coletas. No presente trabalho foram utilizadas as amostras

provenientes das coletas da estação 03 localizada na baía de Paranaguá, a  $25^{\circ}29,050'S$  e  $48^{\circ}33,038'W$ , em frente ao Porto de Paranaguá. Nesta estação realizaram-se coletas em 3 estratos diferentes (superfície, base da zona fótica e fundo), totalizando 21 amostras analisadas.

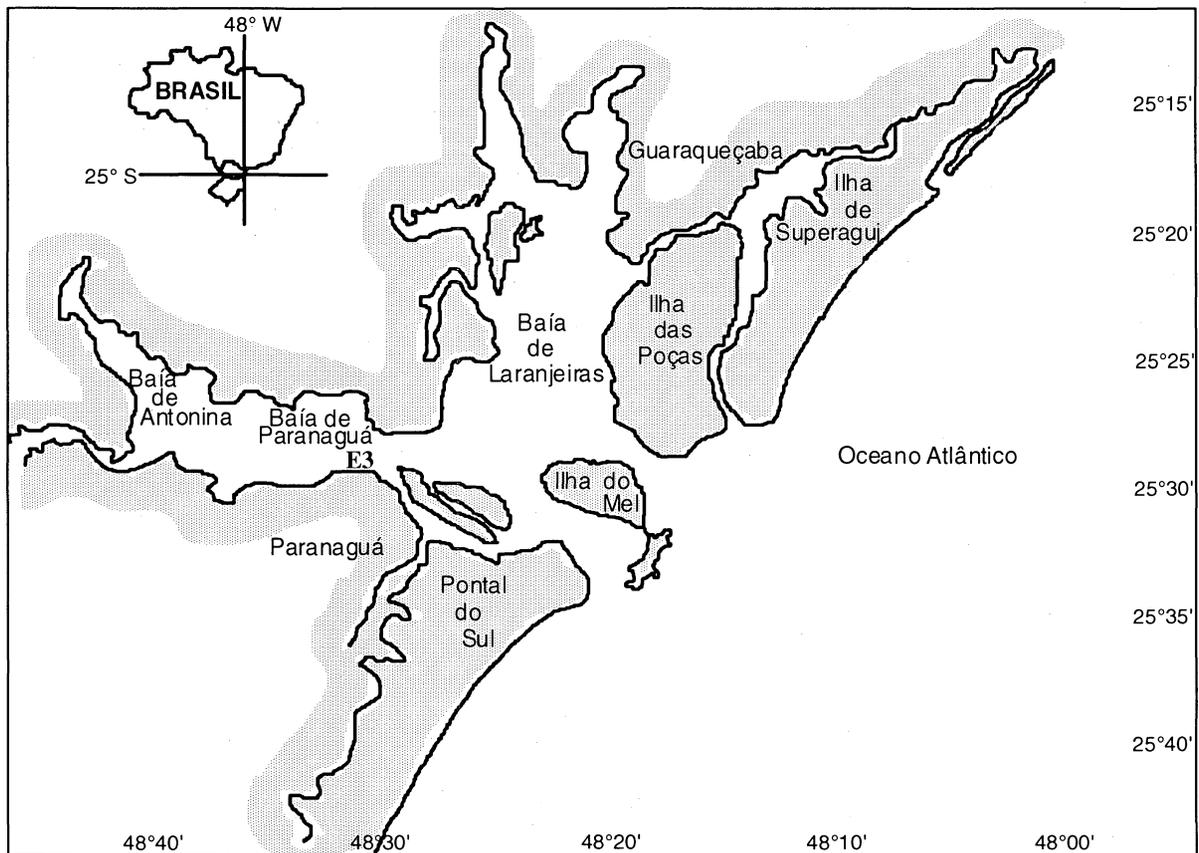


FIGURA 1 – MAPA DA ÁREA DE ESTUDO INDICANDO A ESTAÇÃO DE COLETA (E3 – PORTO DE PARANAGUÁ).

### 3.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

A transparência da água foi medida com a utilização de um disco de Secchi e expressa em metros; assim o estrato correspondente à base da zona fótica da água foi localizado na profundidade referente a três vezes o valor da transparência da água (PARSONS; MAITA; LALLI, 1984).

A temperatura da água foi medida com o uso de um termômetro de mercúrio e a salinidade com o auxílio de um condutivímetro ThermoOrion®, modelo 162A.

A determinação dos parâmetros químicos foi realizada na Universidade do Vale do Itajaí, UNIVALI. Para a determinação da concentração de nutrientes dissolvidos, utilizou-se os 200 mL de água que foram filtrados de cada estrato dos pontos de amostragem. De cada amostra, foram separados 100 mL para análise da concentração de nitrito e nitrato, 50 mL para análise da concentração de silicato e fosfato, e ainda 15 mL para análise da concentração de amônia, sendo este último volume acrescido de 0,5 mL de solução de fenol 10% (em etanol). As alíquotas filtradas foram congeladas para posterior processamento. Os dados de silicato da coleta de 10/09/03 ainda não foram analisados por problemas de reagentes.

A análise de amônio e fosfato dissolvidos foi realizada conforme o método de STRICKLAND e PARSONS (1972) e a de silicato, nitrito e nitrato seguiram as recomendações da APHA (1999). A determinação das concentrações dos nutrientes foi feita por meio de espectrofotometria.

Os dados meteorológicos do período entre agosto de 2002 à setembro de 2003 foram cedidos pelo Centro de Estudos do Mar (CEM).

### 3.4 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

#### 3.4.1 Clorofila-a

Para a determinação da concentração de clorofila-a, a água coletada com auxílio da garrafa de Van Dorn e proveniente de cada estrato (superfície, base da zona fótica e fundo), foi acondicionada em frascos plásticos com capacidade de 250 mL, guardada em caixa térmica e filtrada com filtro de fibra de vidro de 47 mm de diâmetro (tipo Whatman GF/A), em sistema de filtração à vácuo, no momento do desembarque. Foram filtradas 200 mL de cada amostra e os filtros foram congelados em seguida e mantidos no escuro. Posteriormente foi realizada a determinação da concentração de clorofila-a através de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Ao filtro contendo a amostra foram adicionados 3 mL de metanol grau HPLC. O filtro então foi submetido ao contato com uma sonda de ultra-som Sonics® durante 40 segundos. Durante este procedimento, a temperatura foi mantida baixa por imersão do tubo em água gelada. Em seguida o extrato foi clarificado por filtração em filtro de fibra vidro. A cromatografia foi feita em uma coluna cromatográfica Shimadzu® SHIM-PACK (4,6 mm de diâmetro interno e 40 mm de comprimento) empacotada com partículas ODS de 3 µm de diâmetro. A clorofila-a foi detectada por um fluorímetro Shimadzu® modelo RF51, ajustado para 435 nm de excitação e 660 nm de emissão. O registro foi feito em um integrador 6-R6A também da marca Shimadzu®. A fase móvel da cromatografia consistiu em uma solução de metanol e acetona (8:2), sob um fluxo de 0,7 mL.min<sup>-1</sup>. Logo antes da análise, 160 µL de amostra foram adicionados a 40 µL de solução de acetato de amônia 1M. A solução foi misturada e injetada manualmente em um injetor Rheodine®, equipado com um loop de 100µL. A calibração foi feita injetando uma quantidade conhecida de clorofila-a pura (marca Sigma®), padronizada por espectrofotometria, e a concentração final foi conhecida aplicando-se um conjunto de equações descritas em PARSONS; MAITA; LALLI (1984). A determinação da concentração de clorofila-a foi realizada na UNIVALI.

### 3.4.2 Análise quantitativa do fitoplâncton

O fitoplâncton da baía de Paranaguá foi analisado do ponto de vista quantitativo. As coletas para essa análise foram feitas com garrafa de Van Dorn, as amostras foram colocadas em frascos de vidro e fixadas com lugol acético. A determinação de abundância (células por litro = céls/L) dos grupos e espécies do fitoplâncton foi por contagem em microscópio invertido Olympus IX70, sedimentando um volume de 10ml em câmaras de sedimentação de acordo com a técnica de UTERMÖHL (1958). O aumento de 300x foi utilizado para a contagem do microplâncton (células ou cadeias > 10 µm) e o aumento de 600x para a contagem do nanoplâncton (células ou cadeias entre 2 e 10 µm). Um total de 300 células de cada uma das duas espécies mais abundantes na amostra foram contadas, reduzindo o erro de contagem para <10% (VENRICK, 1978). Os dados quantitativos foram plotados em uma planilha única, que corresponde a tabela em anexo.

### 3.5 REVISÃO HISTÓRICA

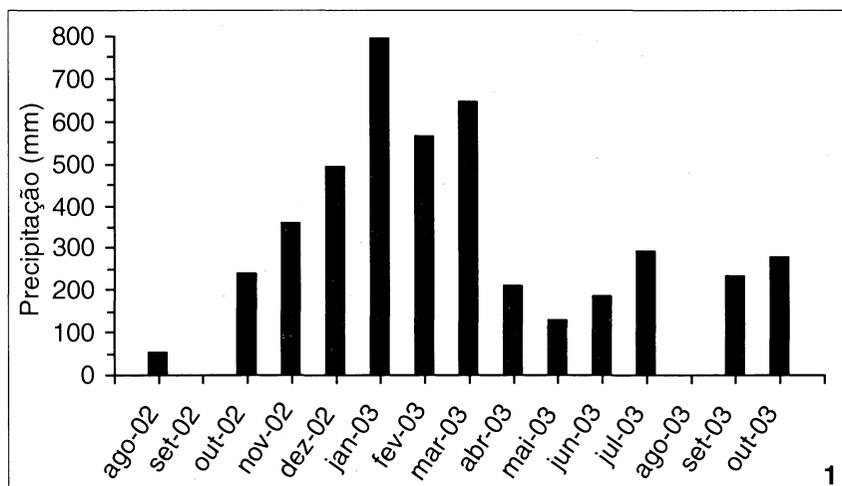
Com o objetivo de detectar a existência de espécies recorrentes ou previsíveis quanto à ocorrência e abundância na área do estudo, foi realizado um levantamento de trabalhos científicos e dissertações relacionados ao estudo de ecologia do fitoplâncton na baía de Paranaguá e áreas adjacentes. A partir dos dados levantados elaborou-se uma tabela com as espécies de fitoplâncton mais abundantes na baía de Paranaguá segundo os autores consultados (TABELA 3). Após esta etapa realizou-se uma análise da TABELA 3 e à partir desta elaborou-se uma figura com os períodos de maior e menor abundância das espécies consideradas recorrentes na baía (FIGURA 2). Utilizou-se como critério para definir as espécies recorrentes aquelas que ocorreram como abundantes na TABELA 3 em pelo menos metade dos anos onde aconteceram estudos na baía de Paranaguá ou áreas adjacentes.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

As maiores concentrações de chuvas ocorreram no verão (dezembro à março) e as menores no inverno (maio à setembro). Janeiro de 2002 foi o mês com a maior média mensal (797,31 mm). No mês de agosto de 2003 não foram observadas chuvas e setembro de 2002 apresentou a menor média mensal (1,52 mm) (GRÁFICO 1).

GRÁFICO 1 – REGIME DE CHUVAS NA BAÍA DE PARANAGUÁ DE AGOSTO DE 2002 À SETEMBRO DE 2003



### 4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

A TABELA 1 apresenta os resultados físico-químicos encontrados na estação analisada, nas três diferentes profundidades em cada data de coleta.

A temperatura na água variou de 20,5°C à 30,1°C. As temperaturas mais baixas ocorreram no período de junho à setembro e as mais altas de outubro à abril. Com relação a este parâmetro não foi detectada uma estratificação vertical relevante (GRÁFICO 2).

Os valores de salinidade oscilaram entre 18,6 e 30,5 (GRÁFICO 3). As salinidades mais baixas ocorreram no período de outubro à fevereiro e as mais altas de abril à setembro. Em fevereiro foram registradas diferenças relevantes entre as

profundidades (18,6 na superfície, 25 na base da zona fótica e 27,2 no fundo). Entretanto, de modo geral, verificou-se pequena diferença de salinidade entre as profundidades.

As concentrações de nitrito variaram de 0,06 à 1,67  $\mu\text{mol/L}$  (GRÁFICO 7). As maiores concentrações ocorreram de junho à setembro e as menores de outubro à abril. As concentrações de nitrato oscilaram de 0,06 à 4,36  $\mu\text{mol/L}$  (GRÁFICO 5). As maiores concentrações ocorreram em fevereiro, junho, agosto e setembro e as menores em outubro, dezembro e abril. Verificou-se uma queda brusca na concentração de nitrato no período correspondente ao mês de outubro, com valores próximos de zero (0,06 e 0,09  $\mu\text{mol/L}$ ). Tanto o nitrito como o nitrato caracterizaram-se por uma tendência à uma distribuição vertical homogênea na coluna de água. A concentração máxima de fosfato registrada foi de 1,06  $\mu\text{mol/L}$  e a mínima de 0,16  $\mu\text{mol/L}$  (GRÁFICO 4). Junho à setembro foram os períodos com maiores concentrações e outubro à abril os períodos onde o fosfato foi encontrado em menor quantidade. O silicato variou de 2,91 à 41,39  $\mu\text{mol/L}$  (GRÁFICO 8). As maiores concentrações ocorreram em abril (24,29  $\mu\text{mol/L}$ ) e junho (41,39  $\mu\text{mol/L}$ ), e as menores entre agosto e fevereiro. De modo geral, o fosfato e o silicato também apresentaram distribuição vertical aproximadamente homogênea na coluna de água. As concentrações máximas de nitrito, nitrato, fosfato e silicato foram detectadas nas amostras de junho.

A concentração de amônio variou de 0,30 à 18,85  $\mu\text{mol/L}$  (GRÁFICO 6). As maiores concentrações ocorreram de junho à setembro e as menores em fevereiro e abril. Em dezembro verificou-se um pico (18,85  $\mu\text{mol/L}$ ) no fundo. Em fevereiro e abril detectou-se uma queda brusca da concentração deste nutriente em relação aos outros meses e isto ocorreu principalmente na superfície e na base da zona fótica. Com relação a concentração de amônio, verificou-se uma estratificação vertical relevante nas amostras analisadas. Os locais onde ocorreram as maiores concentrações de amônio foram a base da zona fótica.

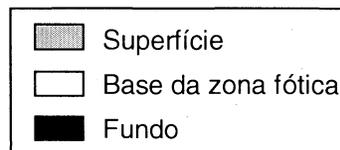
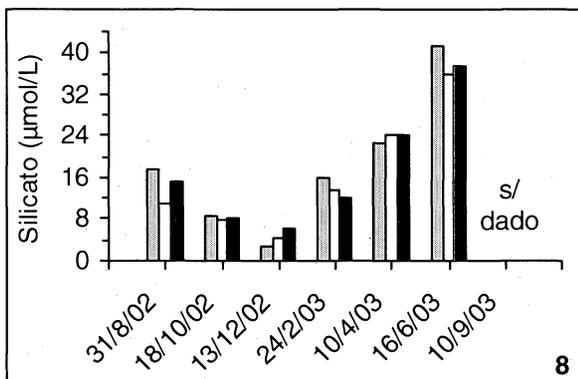
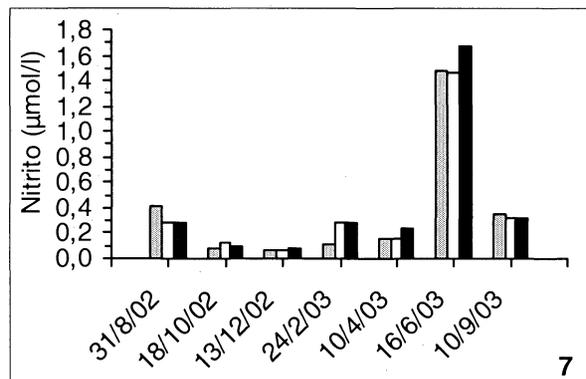
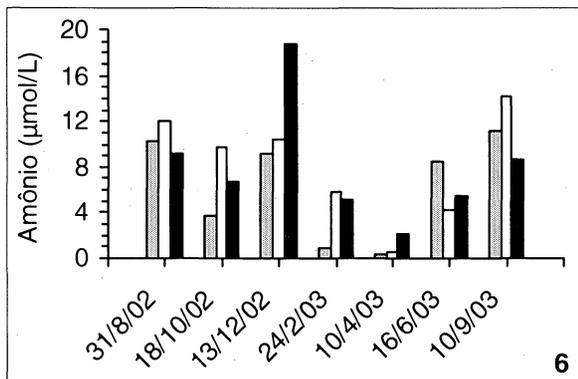
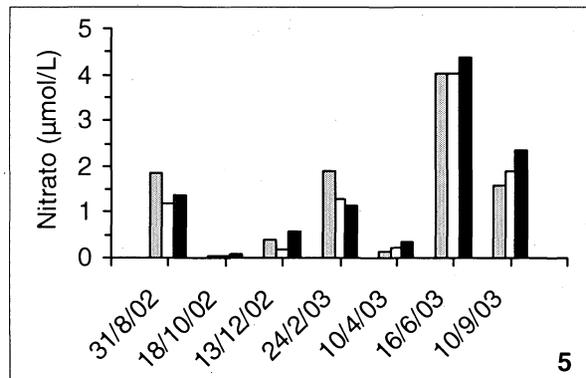
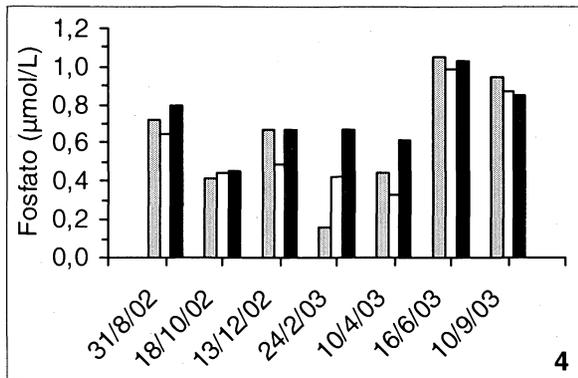
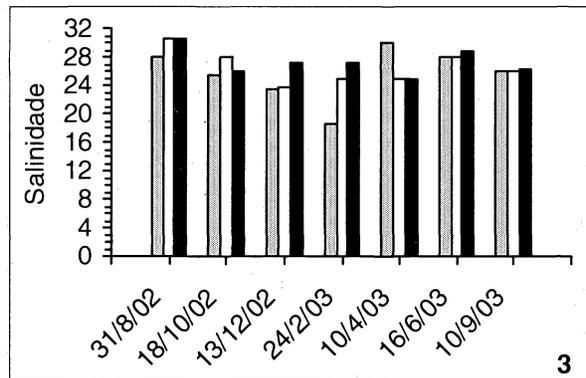
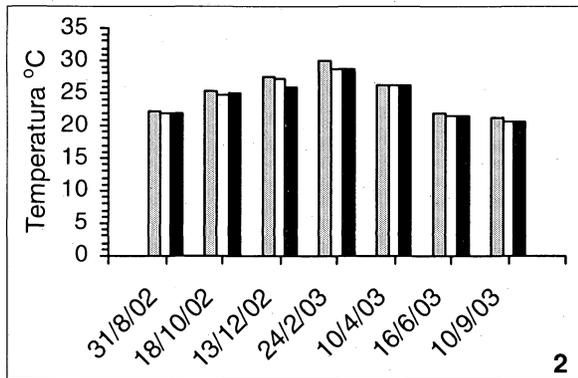
TABELA 1 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E DE CLOROFILA-a ENCONTRADOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ,  
 ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003

PARÂMETROS	31/08/02	18/10/02	13/12/02	24/02/03	10/04/03	16/06/03	10/09/03
Temperatura °C	21,9 – 22,2	24,8 - 25,2	26,0 - 27,4	28,6 – 30,1	26,2 - 26,4	21,7 – 22,0	20,5 - 21,1
Salinidade	28,0 – 30,5	25,5 - 27,9	23,4 - 27,2	18,6 – 27,2	25,0 – 30,0	28,0 – 29,0	25,9 - 26,4
Nitrito (µmol/L)	0,28 - 0,42	0,07 - 0,13	0,06 - 0,09	0,11 – 0,28	0,15 - 0,24	1,46 – 1,67	0,32 - 0,34
Nitrato (µmol/L)	1,19 - 1,88	0,06 - 0,09	0,18 - 0,58	1,17 – 1,90	0,15 - 0,35	4,01 – 4,36	1,61 - 2,35
Silicato (µmol/L)	10,78 - 17,70	7,86 - 8,69	2,91 - 6,14	12,10 - 15,93	22,48 - 24,29	36,00 – 41,39	...
Fosfato (µmol/L)	0,65 - 0,79	0,41 - 0,45	0,49 - 0,67	0,16 – 0,67	0,33 - 0,62	0,98 – 1,06	0,85 - 0,94
Amônio (µmol/L)	9,12 – 12,00	3,64 - 9,81	9,12 - 18,85	0,86 – 5,86	0,30 - 2,14	4,33 - 8,44	8,66 - 14,16
Clorofila-a (µg/L)	1,50 - 1,85	2,74 - 4,62	1,92 - 4,84	4,17 – 18,03	0,96 - 1,76	2,95 - 3,74	6,40 - 10,58

NOTAS... Dado não disponível.

Os dados correspondem aos valores mínimo e máximo encontrados nas 3 profundidades.

GRÁFICOS 2 À 8 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003



## 4.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

### 4.3.1 Clorofila-a

Os valores de clorofila-a encontrados na estação 03 estão listados na TABELA 1. As concentrações de clorofila-a variaram de 0,96 à 18,04  $\mu\text{g/L}$  no período estudado (GRÁFICO 9). Os meses de fevereiro e setembro foram os períodos com maiores concentrações (18,04 e 10,58  $\mu\text{g/L}$ , respectivamente), e os mínimos foram registrados em abril e agosto (0,96 e 1,50  $\mu\text{g/L}$ , respectivamente). Detectou-se um pico de clorofila-a em fevereiro na superfície (18,04  $\mu\text{g/L}$ ); entretanto, de modo geral, as concentrações mais elevadas ocorreram no fundo.

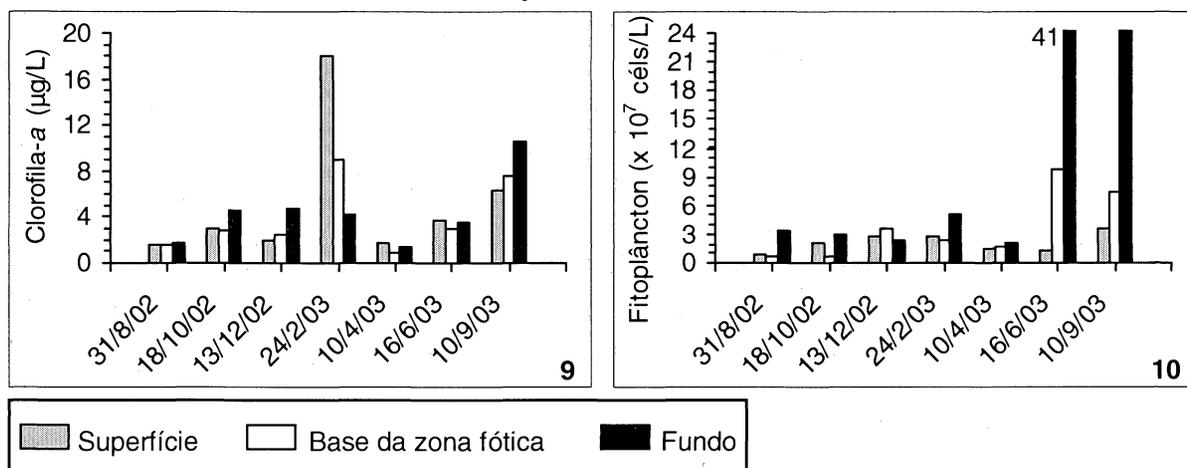
### 4.3.2 Análise quantitativa do fitoplâncton

As espécies observadas nas contagens do fitoplâncton total estão listadas na TABELA 2. As densidades do fitoplâncton total variaram de  $0,56 \times 10^7$  à  $41 \times 10^7$  céls/L (GRÁFICO 10). Os períodos de maior abundância ocorreram nos meses de junho e setembro e os de menor abundância de agosto à abril. Os meses de junho e setembro caracterizaram-se por um pico de abundância no fundo ( $41 \times 10^7$  e  $24,7 \times 10^7$  céls/L, respectivamente) e por apresentarem uma estratificação relevante. Agosto, outubro, dezembro, fevereiro e abril caracterizaram-se por uma distribuição vertical homogênea do fitoplâncton total. Na superfície, a maior densidade do fitoplâncton total ocorreu em setembro ( $36 \times 10^6$  céls/L) e a menor em agosto ( $9,1 \times 10^6$  céls/L). Na base da zona fótica encontrou-se a maior densidade em junho ( $98 \times 10^6$  céls/L) e a menor em agosto ( $5,6 \times 10^6$  céls/L). A maior densidade do fitoplâncton total no fundo ocorreu novamente em junho ( $40 \times 10^7$  céls/L) e a menor em abril ( $2,0 \times 10^7$  céls/L). O fitoplâncton total foi dominado basicamente por nanoplâncton e diatomáceas, sendo que em geral, o nanoplâncton teve a maior contribuição relativa na maioria das coletas e nos três estratos amostrados (GRÁFICOS 11, 12 E 13). A maior contribuição relativa do nanoplâncton ocorreu em junho e setembro (próximo de 100%). Detectou-se que as diatomáceas tiveram maior contribuição relativa nas amostras de superfície e da base da zona fótica e o período com maior contribuição foi o mês de abril (próximo de 60%).

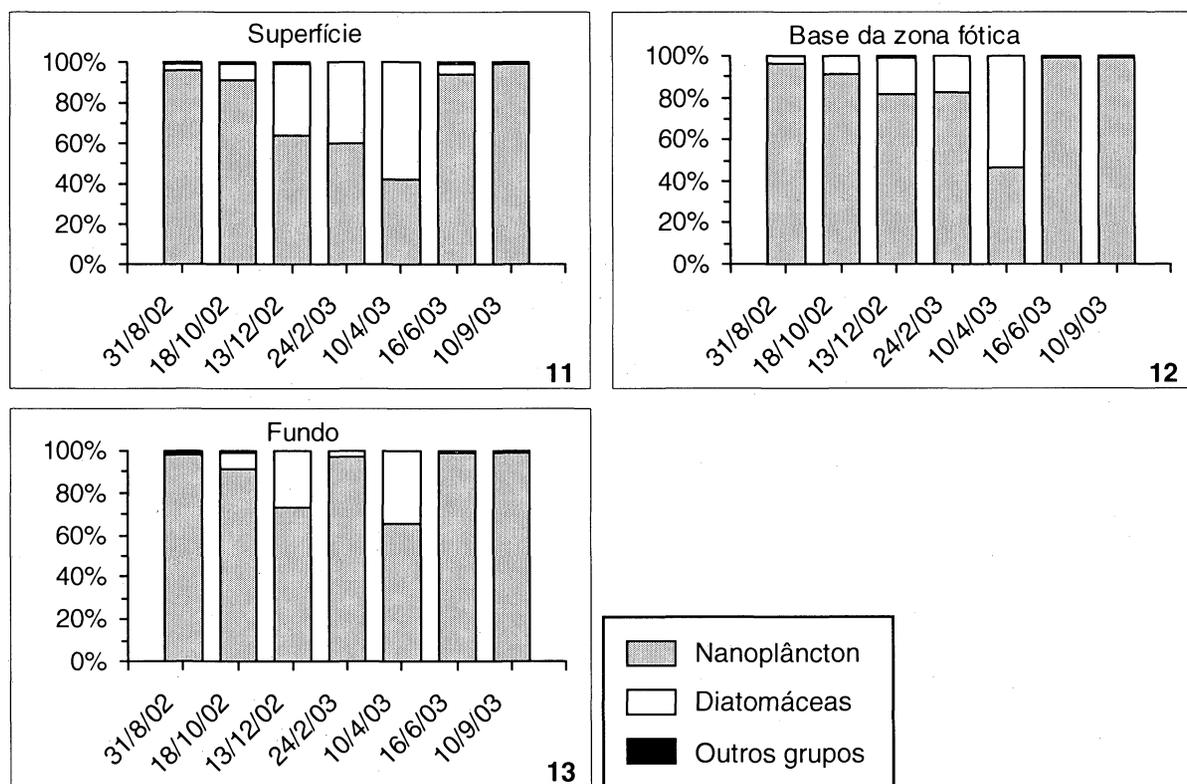
TABELA 2 – LISTA DAS ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON OBSERVADAS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003

<b>DIATOMÁCEAS</b>	<b>DINOFLAGELADOS</b>
<i>Actinocyclus octonarius</i> Ehrenberg	<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin
<i>Actinoptychus</i> sp Ehrenberg	<i>Ceratium lineatum</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) F. E. Round	<i>Dinophysis acuminata</i> Claparede & Lachmann
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O. F. Müller) Hendey	Gymnodiniaceae
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder	<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) Schiller
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	<i>Protoperidinium</i> sp Bergh
<i>Cerataulus smithii</i> Ralfs	<i>Scrippsiella</i> sp Balech ex Loeblich
<i>Chaetoceros brevis</i> Schütt	Cryptophyceae
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder	
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg	
<i>Chaetoceros pendulus</i> Karsten	
<i>Chaetoceros</i> sp C. G. Ehrenberg	<b>CIANOFÍCEAS</b>
<i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>abnormis</i> Proschkina-Lavrenko	<i>Anabaena</i> sp Bory de St. Vincent
<i>Coscinodiscus jonesianus</i> (Greville) Ostefeld	
<i>Coscinodiscus oculusiridis</i> Ehrenberg	
<i>Coscinodiscus wailesii</i> Gran & Angst	
<i>Cyclotella stylorum</i> Brightwell	
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Lewin & Reimann	<b>EUGLENÓFITAS</b>
<i>Cymatodiscus planetophorus</i> (Meister) Hendey	<i>Euglena</i> sp Ehrenberg
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle	
<i>Dactyliosolen</i> sp F. Castracane	
<i>Diploneis gruendleri</i> A. Schmaidt	
<i>Ditylum brightwelli</i> (West) Grunow	
<i>Entomoneis alata</i> Ehrenberg	<b>OUTROS GRUPOS</b>
<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow in Van Heurck	Silicoflagelado
<i>Guinardia delicatula</i> (Cleve) Hasle	Ciliado
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) Peragallo	
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	
<i>Helicotheca tamesis</i> (Shrubsole) Ricard	
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve	
<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	
<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp) Hasle	
<i>Meuniera membranaceae</i> (Cleve) P. C. Silva	
<i>Navicula</i> spp J. B. M. Bory de St. – Vincent	
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson in Kützing) Grunow	
<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow in Cleve & Moller	
<i>Odontella sinensis</i> (Greville) Grunow	
<i>Odontella</i> sp C. A. Agardh	
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	
<i>Pleurosigma</i> sp William Smith	
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp H. Peragallo in H. & M. Peragallo	
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	
<i>Rhizosolenia</i> sp T. Brightwell	
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) ex Hustedt	
<i>Thalassiosira</i> spp P. T. Cleve	
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg	

GRÁFICOS 9 E 10 – CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA-*a* E FITOPLÂNTON TOTAL NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003



GRÁFICOS 11, 12 E 13 – CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DA ABUNDÂNCIA DOS GRUPOS DE FITOPLÂNTON NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003

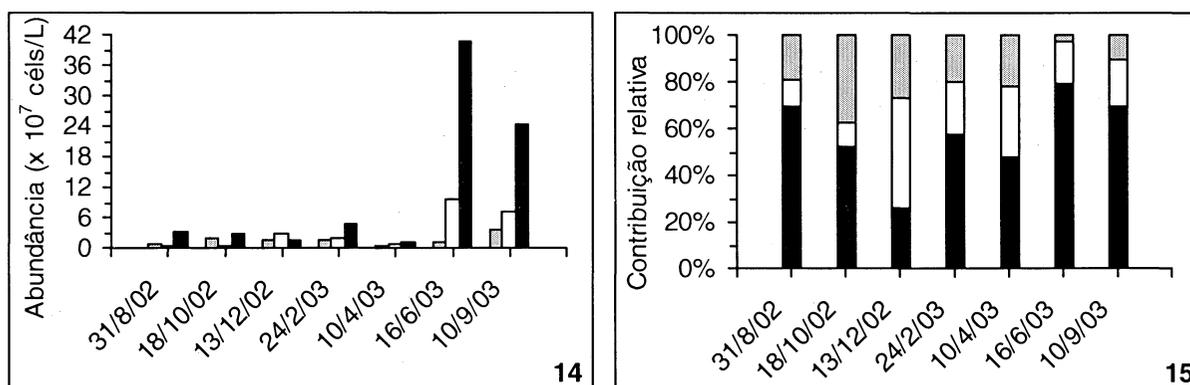


O nanoplâncton oscilou de  $0,54 \times 10^7$  à  $40 \times 10^7$  céls/L (GRÁFICO 14). As maiores abundâncias ocorreram em junho e setembro e as menores ocorreram de agosto à abril. Nos meses de junho e setembro ocorreram picos de densidades localizados no fundo ( $40,7 \times 10^7$  e  $24,5 \times 10^7$  céls/L, respectivamente). O mês de junho

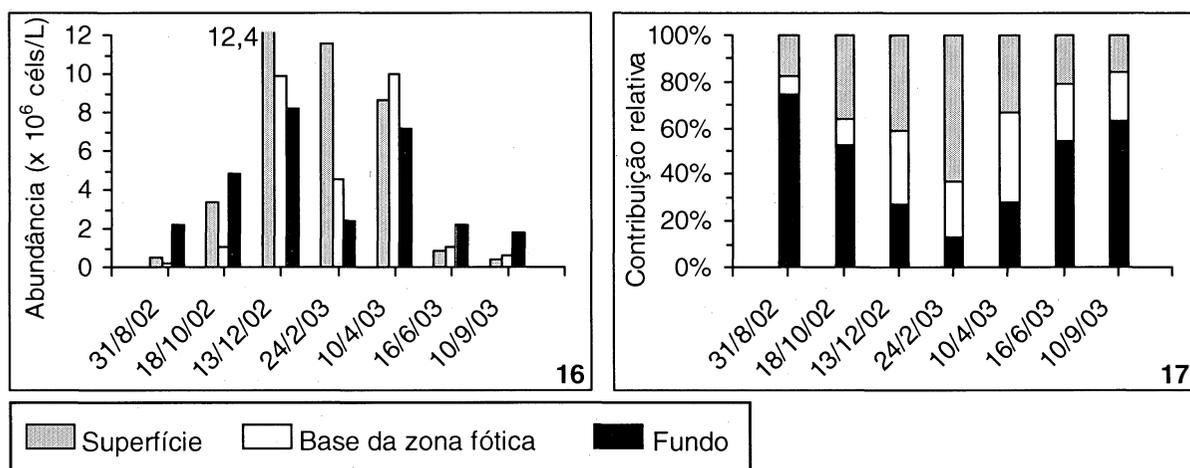
apresentou estratificação vertical relevante. Nos outros meses, entretanto, a coluna de água manteve-se homogênea. Contudo, detectou-se uma maior contribuição relativa nas amostras de fundo, exceto no período de dezembro onde estes organismos foram mais numerosos na base da zona fótica (GRÁFICO 15).

O microplâncton oscilou de  $0,26 \times 10^6$  à  $12,4 \times 10^6$  céls/L (GRÁFICO 16). Verificou-se que o grupo foi mais abundante de dezembro à abril e ocorreu em menor número de junho à setembro. Detectou-se uma estratificação relevante e a maior contribuição relativa ocorreu no fundo, exceto nos meses de dezembro, fevereiro e abril onde os maiores valores foram na superfície e na base da zona fótica (GRÁFICO 17).

GRÁFICOS 14 E 15 – ABUNDÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DO NANOPLÂNCTON NOS DIFERENTES ESTRATOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003



GRÁFICOS 16 E 17 – ABUNDÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DO MICROPLÂNCTON NOS DIFERENTES ESTRATOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003



As diatomáceas dominaram entre o grupo do microplâncton e oscilaram de  $0,21 \times 10^6$  à  $11,22 \times 10^6$  céls/L (GRÁFICO 18). Os períodos de maior abundância ocorreram de dezembro à abril e os de menor abundância entre junho e outubro. Observou-se estratificação e maior contribuição relativa do grupo na superfície e no fundo (GRÁFICO 19). Foram identificadas 49 espécies de diatomáceas e as mais abundantes foram: *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus minimus*, *Cylindrotheca closterium*, *Cyclotella stylorum* e *Pseudo-nitzschia* spp. Também foram abundantes as espécies: *Nitzschia longissima*, *Thalassiosira* spp, *Thalassionema nitzschioides* e *Navicula* sp.

A espécie *Skeletonema costatum* oscilou de  $0,01 \times 10^6$  à  $10 \times 10^6$  céls/L (GRÁFICO 20). Esta espécie foi abundante nos períodos de dezembro à abril. Sua distribuição na coluna de água ocorreu de forma não homogênea e detectou-se maior abundância na base da zona fótica e na superfície. *Leptocylindrus minimus* variou de  $0,1 \times 10^5$  à  $13 \times 10^5$  céls/L (GRÁFICO 21). Esta espécie foi mais abundante nos períodos de outubro e dezembro. Em dezembro ocorreu um pico de densidade na amostra de fundo ( $13 \times 10^5$  céls/L). As concentrações de *Cylindrotheca closterium* oscilaram de  $0,5 \times 10^4$  à  $46 \times 10^4$  céls/L (GRÁFICO 22). O período de maior abundância ocorreu em outubro. Detectou-se as maiores densidades nas amostras de superfície, exceto no mês de dezembro, onde a maior densidade ocorreu no fundo. *Cyclotella stylorum* oscilou de  $0,2 \times 10^4$  à  $31 \times 10^4$  céls/L (GRÁFICO 23) e ocorreu em maior abundância em setembro, com um pico no fundo ( $31 \times 10^4$  céls/L). Esta espécie ocorreu em maior quantidade no fundo durante todo o período analisado e mostrou-se distribuída de forma não homogênea na coluna de água. As espécies de *Pseudo-nitzschia* foram abundantes em fevereiro e abril e oscilaram de  $0,3 \times 10^4$  à  $25,88 \times 10^4$  céls/L (GRÁFICO 24). Detectou-se maiores concentrações nas amostras de superfície e, portanto uma distribuição vertical irregular em relação a estes organismos. *Nitzschia longissima* ocorreu em concentrações que variaram de  $0,30 \times 10^4$  à  $7,0 \times 10^4$  céls/L (GRÁFICO 25). As maiores densidades ocorreram em dezembro e junho e detectou-se um pico relevante ( $7,0 \times 10^4$  céls/L) em dezembro. Ocorreu uma estratificação em todo período estudado e detectou-se que *Nitzschia longissima* foi mais abundante no fundo. *Thalassiosira* spp ocorreram em densidades entre  $0,15 \times 10^4$  e  $38 \times 10^4$  céls/L e foram abundantes em junho (GRÁFICO 27). Verificou-se que não ocorreram de forma homogênea na coluna de água,

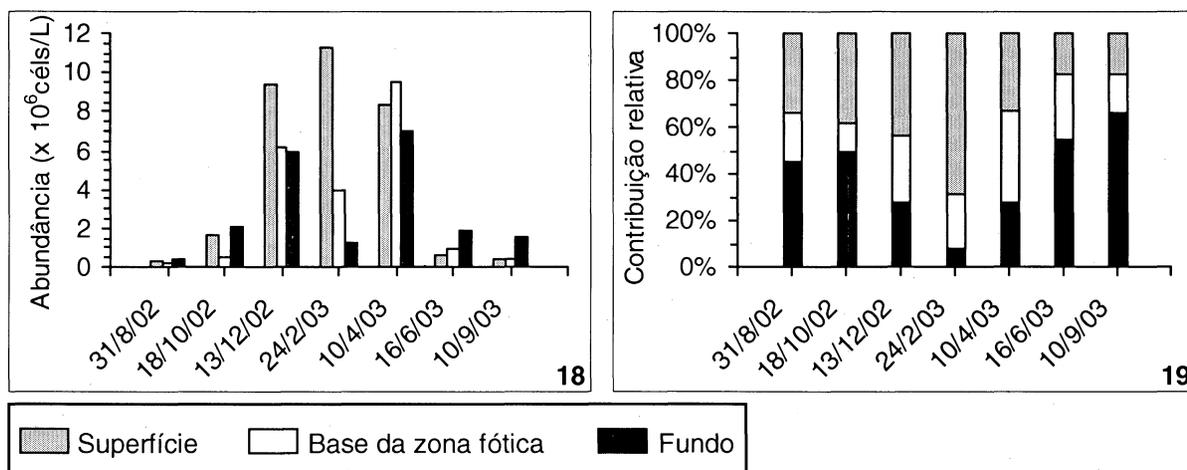
embora não tenha sido possível detectar a profundidade onde foram mais representativas. As concentrações de *Thalassionema nitzschioides* oscilaram de  $0,15 \times 10^4$  à  $9,10 \times 10^4$  céls/L (GRÁFICO 26). Ocorreram em maior número nos meses de abril à setembro e em densidades baixas de outubro à fevereiro. Detectou-se maior abundância de *Thalassionema nitzschioides* no fundo. As densidades de *Navicula* spp variaram de  $0,15 \times 10^4$  à  $9,89 \times 10^4$  céls/L (GRÁFICO 28). Estas espécies foram mais abundantes em fevereiro e junho e menos abundantes em dezembro e outubro. *Navicula* spp ocorreram de forma não homogênea na coluna de água e em maior densidade nas amostras do fundo.

Os dinoflagelados formaram o segundo grupo mais abundante do microplâncton e ocorreram em concentrações que oscilaram de  $0,51 \times 10^4$  à  $20,55 \times 10^4$  céls/L (GRÁFICO 33). Os períodos de maior abundância foram os meses de junho e setembro, quando detectou-se picos de densidade nas amostras do fundo e uma distribuição não homogênea dos dinoflagelados na coluna de água. Detectou-se maior contribuição relativa nas amostras de superfície e fundo (GRÁFICO 34). A espécie mais abundante foi *Prorocentrum minimum* que oscilou de  $0,15 \times 10^4$  à  $12,8 \times 10^4$  céls/L (GRÁFICO 29). A família Gymnodiniaceae também foi representativa e oscilou de  $0,3 \times 10^4$  à  $8,37 \times 10^4$  céls/L (GRÁFICO 30). As outras espécies de dinoflagelados ocorreram em densidades inexpressivas.

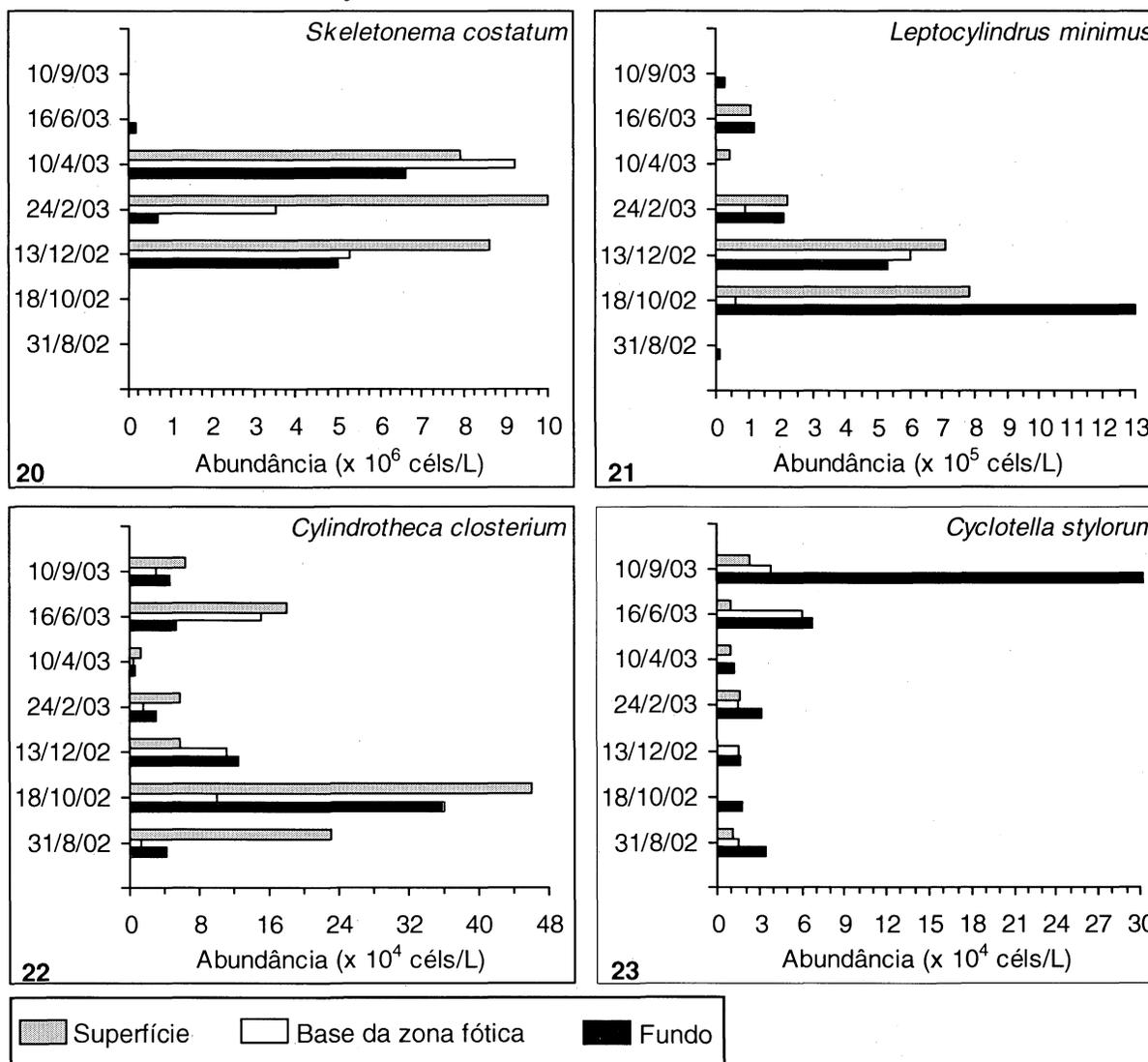
Entre as cianofíceas a espécie *Anabaena* sp foi a mais representativa e oscilou de  $2,1 \times 10^4$  à  $31,1 \times 10^4$  céls/L (GRÁFICO 31). Suas máximas densidades ocorreram de outubro à dezembro. Para as outras cianobactérias filamentosas a máxima concentração encontrada foi de  $4,1 \times 10^4$  céls/L e a mínima de  $0,15 \times 10^4$  céls/L (GRÁFICO 32). As cianofíceas ocorreram de forma não homogênea na coluna de água e mostraram uma distribuição vertical bastante irregular.

Os silicoflagelados foram pouco representativos e suas densidades variaram de  $0,15 \times 10^4$  à  $1,8 \times 10^4$  céls/L. As Euglenófitas ocorreram em densidades que variaram de  $1,5 \times 10^3$  à  $7,6 \times 10^3$  céls/L. As espécies de ciliados ocorreram em quantidades inexpressivas.

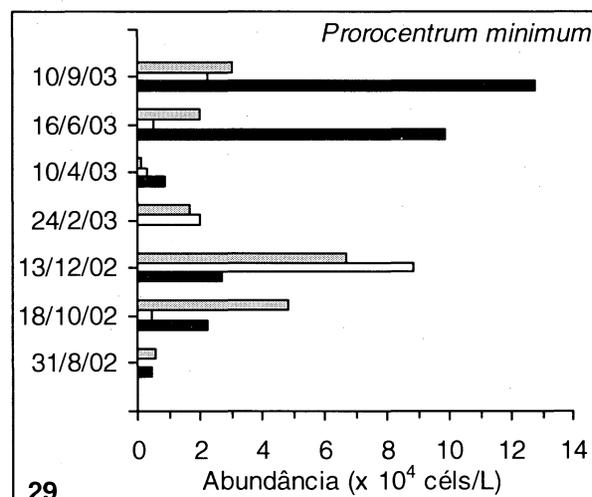
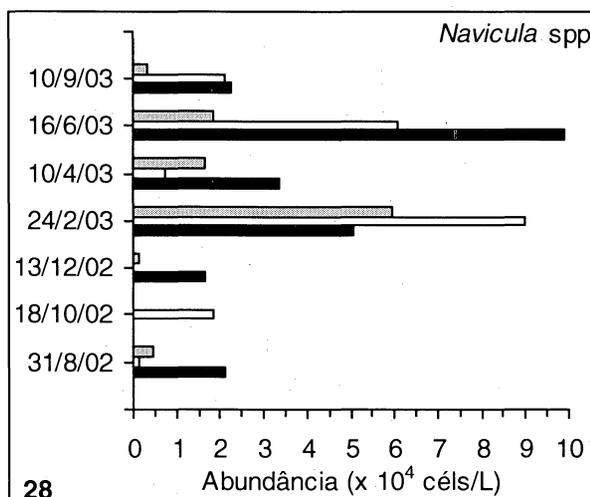
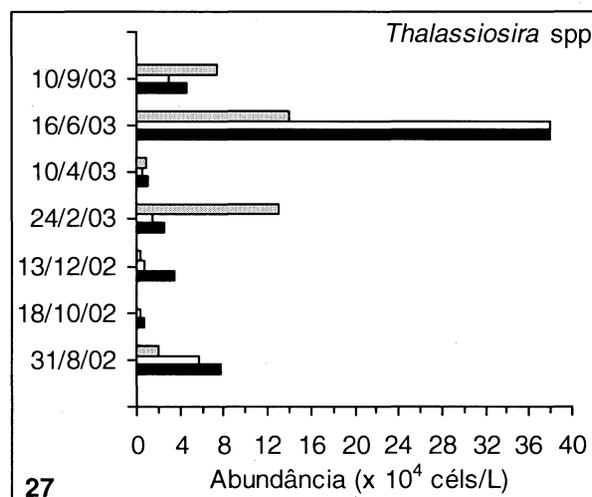
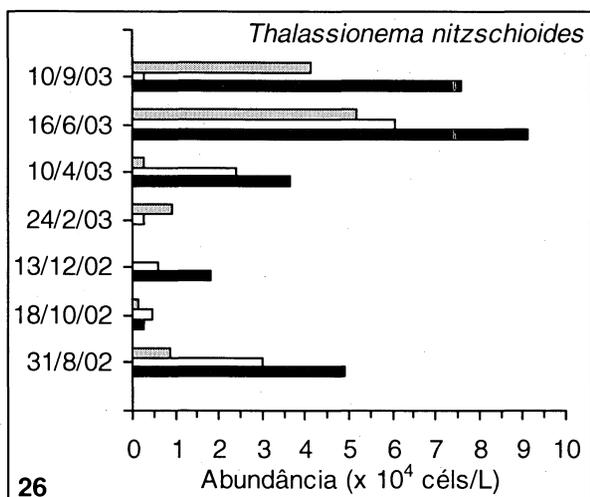
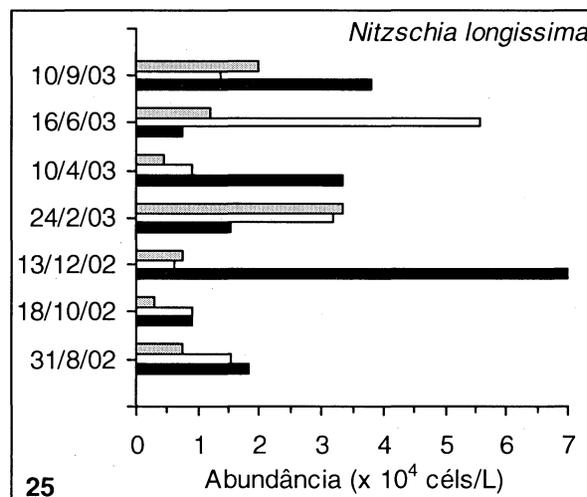
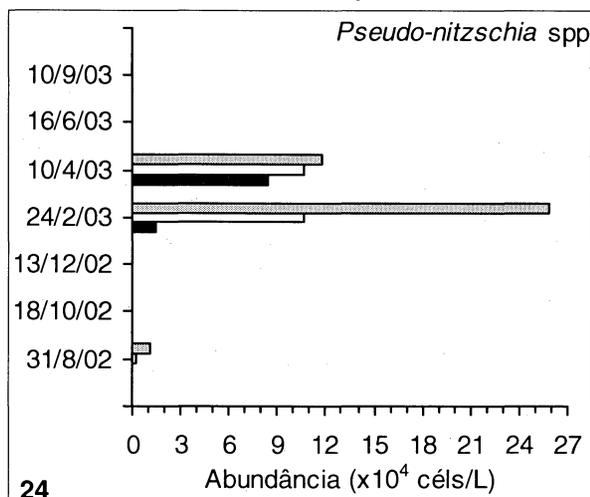
GRÁFICOS 18 E 19 – ABUNDÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DAS DIATOMÁCEAS NOS DIFERENTES ESTRATOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003



GRÁFICOS 20 À 23 – ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON ABUNDANTES NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003

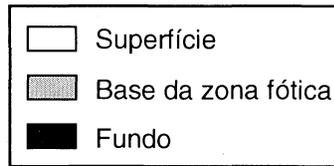
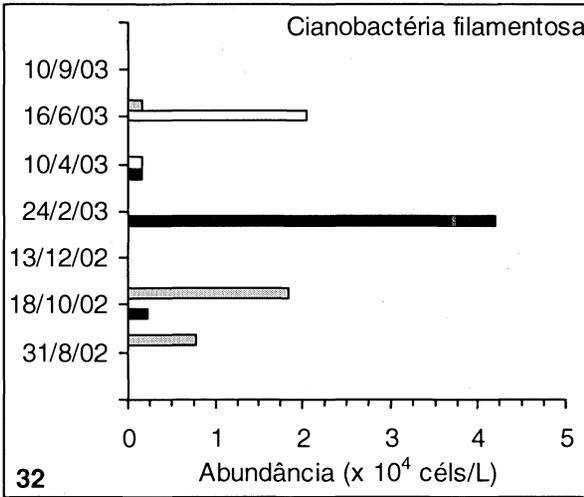
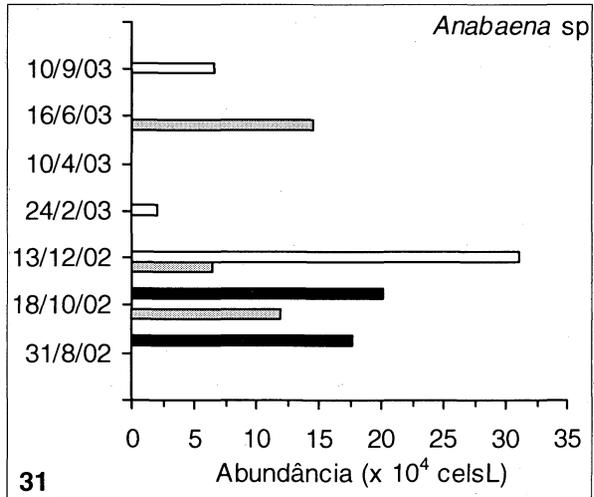
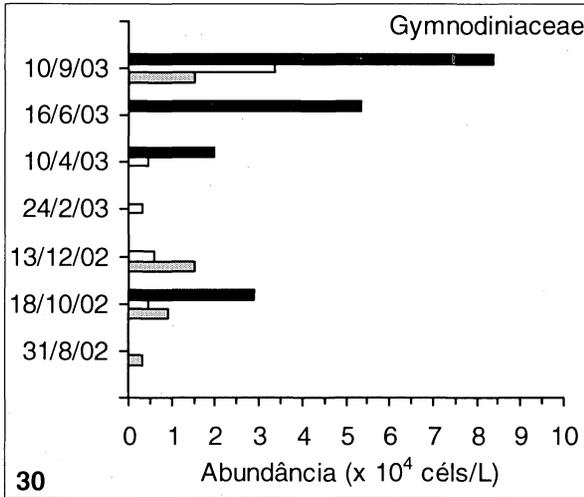


GRÁFICOS 24 À 29 – ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON ABUNDANTES NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003

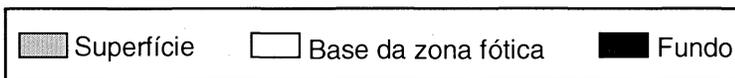
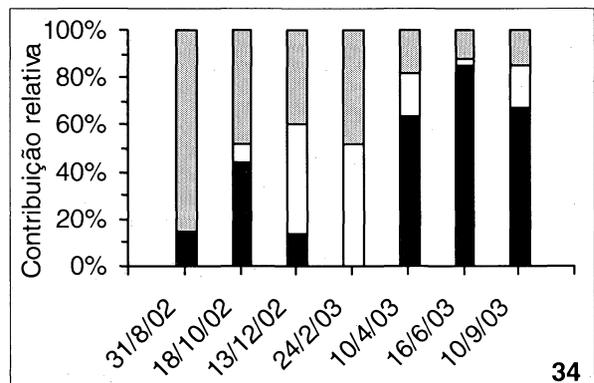
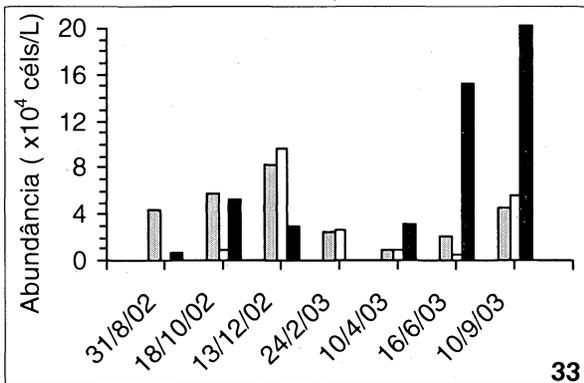


Superfície
  Base da zona fótica
  Fundo

GRÁFICOS 30 À 32 – ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON ABUNDANTES NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003



GRÁFICOS 33 E 34 – ABUNDÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DOS DINOFLAGELADOS NOS DIFERENTES ESTRATOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3, DE 31/08/2002 À 10/09/2003



#### 4.4 REVISÃO HISTÓRICA

Os estudos já desenvolvidos sobre ecologia do fitoplâncton na baía de Paranaguá e adjacências foram revisados com o objetivo de analisar a hipótese da existência de espécies abundantes recorrentes ou previsíveis na área de estudo. BRANDINI (1985a) analisou durante um ano uma estação fixa localizada na baía de Paranaguá, em frente ao porto de Paranaguá, Paraná, e a partir dos dados obtidos estudou as mudanças qualitativas e quantitativas ocorridas no fitoplâncton desta baía. As coletas aconteceram de julho de 1983 à junho de 1984 e o autor detectou que as espécies mais abundantes foram: *Amphidinium* spp, *Asterionella glacialis* (= *Asterionellopsis glacialis*), *Chaetoceros* spp, fitoflagelados, *Gymnodinium* sp, *Leptocylindrus minimus*, *Nitzschia* spp (= *Pseudo-nitzschia* spp), *Prorocentrum* spp, *Protoperidinium* spp, *Rhizosolenia* spp, *Skeletonema costatum* e *Thalassionema nitzschioides*. BRANDINI (1985b) analisou dados obtidos nas coletas realizadas em 5 estações fixas durante um ano (1983 à 1984) no Complexo Estuarino de Paranaguá onde realizou estudos ecológicos, analisando os parâmetros ambientais e a distribuição horizontal e temporal do fitoplâncton. O autor observou que as espécies mais abundantes no CEP foram: *Asterionella glacialis* (= *Asterionellopsis glacialis*), *Ceratium furca*, *Ceratium* spp, *Chaetoceros* spp, fitoflagelados, *Leptocylindrus minimus*, *Nitzschia* spp (= *Pseudo-nitzschia* spp), *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum minimum*, *Protoperidinium* spp, *Rhizosolenia* spp, *Skeletonema costatum* e *Thalassionema nitzschioides*. Tanto no primeiro trabalho, como no segundo, as variações temporais no interior da baía, associadas ao regime de chuvas e a alta pluviosidade que ocasionaram o aumento da concentração de nutrientes, foram os fatores causais da abundância destas espécies. BRANDINI e MORAES (1986) realizaram um estudo sobre a composição e distribuição do fitoplâncton em áreas costeiras e oceânicas da região sueste do Brasil. As amostras foram coletadas no outono de 1983 em 16 estações, uma delas localizada na região costeira entre Paranaguá e Florianópolis. Os autores detectaram que as espécies mais abundantes foram: *Anabaena* sp, *Coscinodiscus* spp, *Coscinosira* sp, fitoflagelados, *Pleurosigma* sp, *Prorocentrum* sp, *Protoperidinium* sp, *Pseudoeunotia doliolus*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiothrix frauenfeldii* e *Thalassiothrix mediterranea* (= *Lioloma pacificum*). Os fatores causais

da dominância nas regiões costeiras estiveram relacionados às altas concentrações de nutrientes encontradas na região. BRANDINI (1988) obteve dados hidrográficos e fitoplanctônicos em 91 estações costeiras e oceânicas entre São Paulo e Santa Catarina. Uma destas estações localizava-se na região costeira, em frente a Paranaguá. As coletas ocorreram no período de julho e agosto de 1982 e o autor detectou que as espécies mais abundantes foram: *Ceratium* spp, *Chaetoceros* spp, *Dictyocha fibula*, *Nitzschia* spp (= *Pseudo-nitzschia* spp), *Rhizosolenia* spp, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* sp e *Trichodesmium* sp. O aporte de nutrientes na região costeira causado pela drenagem continental e a contribuição de correntes costeiras subantárticas foram as causa das abundâncias observadas. BRANDINI, MORAES e THAMM (1988) estudaram como a distribuição de organismos planctônicos na região sueste do Brasil foi afetada pela ressurgência de borda da plataforma. As amostras foram coletadas em novembro de 1987 e ocorreram ao longo de um transecto perpendicular à costa do estado do Paraná. As espécies mais abundantes foram: *Coscinodiscus* sp, *Coscinosira* sp, *Pleurosigma* sp e *Trichodesmium* sp. THAMM (1990), realizou estudos sobre as características ecológicas do fitoplâncton enfocando a dinâmica sazonal destes organismos e os parâmetros físico-químicos da baía de Paranaguá. As coletas para este estudo ocorreram na superfície de duas estações localizadas na baía, uma no setor mais externo e com características ambientais semelhantes às da plataforma adjacente, e a outra no setor mais interno sob influência direta das águas continentais. A autora detectou que as espécies mais abundantes foram: *Asterionella glacialis* (= *Asterionellopsis glacialis*), *Chaetoceros* spp, *Coscinodiscus* spp, *Nitzschia* spp (*Pseudo-nitzschia* spp) e *Skeletonema costatum*. A autora observou que o fator causal da abundância na estação mais externa foi o aumento da zona fótica, causado pela menor turbidez e que o crescimento nesta região foi controlado pelas concentrações mais baixas de nitrogênio inorgânico e salinidade elevada. Entretanto, no setor mais interno as condições adequadas de salinidade, espessura da zona fótica e concentração de nutrientes foram as causas da abundância encontrada na região. FERNANDES e BRANDINI (2004) analisaram a dinâmica temporal de diatomáceas e detectaram os principais fatores ambientais que influenciam a variação sazonal deste grupo em águas neríticas do estado do Paraná. As coletas aconteceram de maio de 1990 à abril de 1991 em uma estação

na região costeira em frente a Paranaguá (sempre na maré baixa, que transporta águas da baía para a região costeira afetando de forma significativa esta região). Os fatores causais para a dominância foram a turbulência gerada por ventos do quadrante sul, a mistura de águas subantárticas enriquecidas em nitrogênio e fosfato e a drenagem continental. As espécies abundantes foram: *Asterionellopsis glacialis*, *Bacteriastrium* spp, *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros* spp, *Coscinodiscus* spp, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Guinardia* spp, *Lauderia annulata*, *Leptocylindrus* spp, *Nitzschia* spp, *Pseudo-nitzschia* spp, *Rhizosolenia* spp, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira* spp, *Thalassiothrix mediterranea* (= *Lioloma pacificum*).

#### 4.4.1 Recorrência interanual de espécies abundantes do fitoplâncton

Na TABELA 3 constam as espécies de fitoplâncton mais abundantes (em ordem alfabética) na baía de Paranaguá e adjacências juntamente com os anos de abundância, segundo os autores citados na revisão histórica. As espécies detectadas como abundantes na baía de Paranaguá ou em áreas adjacentes durante pelo menos metade dos anos onde aconteceram estudos de fitoplâncton na área foram: *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros* spp, *Coscinodiscus* spp, *Pseudo-nitzschia* spp, *Rhizosolenia* spp, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides* e *Thalassiosira* spp. A espécie *Asterionellopsis glacialis* foi abundante de 1983 à 1986 e em 1990 e 1991. Espécies de *Chaetoceros* foram abundantes de 1982 à 1986 e em 1990 e 1991. *Coscinodiscus* spp foram abundantes de 1985 à 1991. As espécies de *Pseudo-nitzschia* e *Skeletonema costatum* somente não foram detectadas como abundantes no período correspondente à 1987. *Rhizosolenia* spp foram abundantes de 1982 à 1984 e em 1990 e 1991. *Thalassionema nitzschioides* foi abundante em 1983 e 1984, 1990 e 1991 além de 2002 e 2003. *Thalassiosira* spp foram abundantes em 1982, 1990, 1991, 2002 e 2003.

TABELA 3 – DISTRIBUIÇÃO INTERANUAL HISTÓRICA DE ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON ABUNDANTES NA BAÍA DE PARANAGUÁ E ADJACÊNCIAS DE 1982 À 2003

ESPÉCIES	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1990	1991	2002	2003
<i>Anabaena</i> spp									X	X
<i>Amphidinium</i> spp		X	X							
<i>Asterionellopsis glacialis</i>		X	X	X	X		X	X		
<i>Bacteriastrum</i> spp							X	X		
<i>Cerataulina pelagica</i>							X	X		
<i>Ceratium furca</i>		X	X							
<i>Ceratium</i> spp	X	X	X							
<i>Chaetoceros</i> spp	X	X	X	X	X		X	X		
<i>Coscinodiscus</i> spp				X	X	X	X	X		
<i>Coscinosira</i> sp						X				
<i>Cyclotella stylorum</i>									X	X
<i>Cylindrotheca closterium</i>									X	X
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>							X	X		
<i>Dictyocha fibula</i>	X									
Fitoflagelados		X	X							
<i>Guinardia</i> spp							X	X		
<i>Gymnodinium</i> sp		X	X							
<i>Lauderia annulata</i>							X	X		
<i>Leptocylindrus minimus</i>		X	X						X	X
<i>Leptocylindrus</i> spp							X	X		
<i>Lioloma pacificum</i>							X	X		
<i>Navicula</i> sp									X	X
<i>Nitzschia</i> spp							X	X	X	X
<i>Prorocentrum micans</i>		X	X							
<i>Prorocentrum minimum</i>		X	X						X	X
<i>Prorocentrum</i> spp		X	X							
<i>Protoperdinium</i> spp		X	X							
<i>Pseudoeunotia doliolus</i>		X								
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp	X	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Rhizosolenia</i> spp	X	X	X				X	X		
<i>Skeletonema costatum</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>T. nitzschoides</i>		X	X				X	X	X	X
<i>Thalassiosira</i> spp	X						X	X	X	X
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>		X								
<i>Trichodesmium</i> sp	X					X				

FONTE: BRANDINI, 1985a; BRANDINI, 1985b; BRANDINI e MORAES, 1986; BRANDINI, 1988; BRANDINI, MORAES e THAMM, 1988; THAMM, 1990; FERNANDES e BRANDINI, 2004; Presente estudo.

A FIGURA 2 mostra a variação anual histórica das espécies de fitoplâncton abundantes durante pelo menos metade dos anos onde ocorreram estudos na baía de Paranaguá ou em áreas adjacentes (vide TABELA 3). *Asterionellopsis glacialis* foi mais abundante em junho (1983 à 1986, 1990 e 1991) e suas concentrações máximas variaram de  $2 \times 10^3$  à  $62 \times 10^3$  céls/L. *Chaetoceros* spp foram mais abundantes em fevereiro (1983 à 1986) e suas concentrações máximas oscilaram de  $2 \times 10^3$  à  $700 \times 10^3$  céls/L. Detectou-se que *Chaetoceros* spp estiveram em menor abundância em abril (1983 à 1985) e em outubro (1985 e 1986, 1990 e 1991). *Coscinodiscus* spp foram mais abundantes em fevereiro (1985 e 1986) e suas concentrações máximas variaram de  $2 \times 10^3$  à  $16 \times 10^3$  céls/L. *Pseudo-nitzschia* spp foram abundantes na baía de Paranaguá ou adjacências em fevereiro (1985 e 1986, 1990 e 1991, 2002 e 2003) e em maio (1985 e 1986, 1990 e 1991). As concentrações máximas oscilaram de  $2 \times 10^3$  à  $150 \times 10^3$  céls/L. Detectou-se que *Pseudo-nitzschia* spp estiveram em menor abundância em junho (1983 à 1986, 1990 e 1991, 2002 e 2003) e em setembro (1985 e 1986, 1990 e 1991, 2002 e 2003). *Rhizosolenia* spp foram abundantes em abril, agosto e novembro (1983 e 1984, 1990 e 1991) e suas concentrações máximas variaram de  $4,8 \times 10^3$  à  $40 \times 10^3$  céls/L. *Rhizosolenia* spp foram menos abundantes em janeiro e dezembro (1983 e 1984, 1990 e 1991). *Skeletonema costatum* foi abundante em fevereiro (1983 à 1986) e em abril (1985 e 1986, 2002 e 2003). Detectou-se que esta espécie foi abundante também em novembro (1985 e 1986, 1990 e 1991) e em dezembro (1985 e 1986, 2002 e 2003). Suas concentrações máximas oscilaram de  $2 \times 10^3$  à  $48000 \times 10^3$  céls/L. *Skeletonema costatum* esteve em menor abundância em setembro (1983 à 1986, 1990 e 1991, 2002 e 2003). *Thalassionema nitzschioides* foi abundante em junho (1990 e 1991, 2002 e 2003) e suas concentrações máximas variaram de  $33 \times 10^3$  à  $110 \times 10^3$  céls/L. *Thalassionema nitzschioides* foi menos abundante em outubro (1990 e 1991, 2002 e 2003). *Thalassiosira* spp foram mais abundantes em junho (1990 e 1991, 2002 e 2003) e suas concentrações máximas variaram de  $20 \times 10^3$  à  $38 \times 10^4$  céls/L. *Thalassiosira* spp foram menos abundantes em abril e dezembro (1990 e 1991, 2002 e 2003).

FIGURA 2 – VARIAÇÃO ANUAL HISTÓRICA DAS ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON SELECIONADAS E SEUS PERÍODOS DE MAIOR E MENOR ABUNDÂNCIA NA BAIÁ DE PARANAGUÁ E ADJACÊNCIAS.

Continua

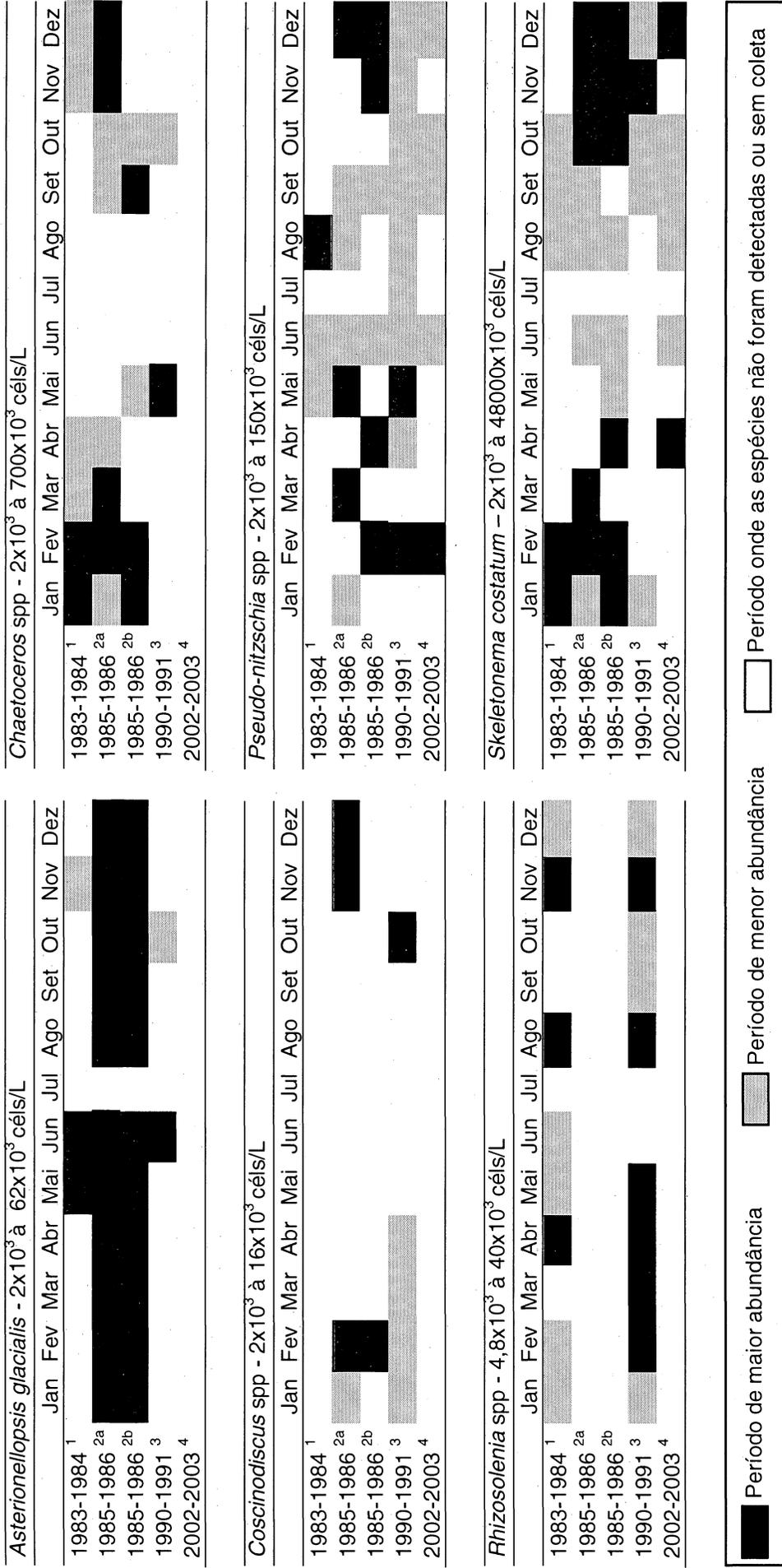
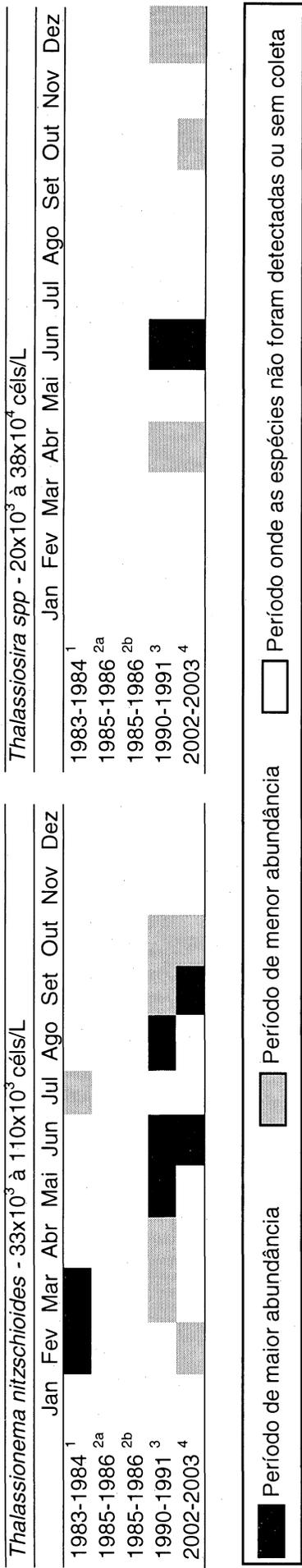


FIGURA 2 – VARIACÃO ANUAL HISTÓRICA DAS ESPÉCIES DE FITOPLÂNCTON SELECIONADAS E SEUS PERÍODOS DE MAIOR E MENOR ABUNDÂNCIA NA BAIÁ DE PARANAGUÁ E ADJACÊNCIAS.

Conclusão



FONTE: (1) BRANDINI, 1985; (2) THAMM, 1990; (3) FERNANDES e BRANDINI, 2004; (4) Presente estudo.  
 NOTA: Ao lado do nome das espécies foram colocadas as variações das concentrações máximas observadas, segundo os autores.

Para mostrar de maneira clara os autores, os locais de coleta e os períodos de amostragem dos trabalhos citados na FIGURA 2, estes dados foram colocados na tabela abaixo (TABELA 4).

TABELA 4 – TRABALHOS REALIZADOS NA BAÍA DE PARANAGUÁ E REGIÕES ADJACENTES QUE FORAM CITADOS NA FIGURA 2

AUTOR	LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
(1) BRANDINI, 1985a	Baía de Paranaguá, em frente ao porto de Paranaguá	jul/83-jun/84
(2a) THAMM, 1990	Baía de Paranaguá, setor mais externo (com características ambientais semelhantes às da plataforma adjacente)	dez/85-dez/86
(2b) THAMM, 1990	Baía de Paranaguá, setor mais interno (sob maior influência das águas continentais)	dez/85-dez/86
(4) FERNANDES e BRANDINI, 2004	Região costeira em frente a Paranaguá (25°37'S e 48°15'W)	maio/90-abr/91
(5) Presente estudo	Baía de Paranaguá (25°30'S e 48°30'W), em frente ao porto de Paranaguá	ago/02-set/03

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 VARIAÇÃO ANUAL DO FITOPLÂNCTON

O microplâncton apresentou variação relevante durante o período estudado. Detectou-se diferenças entre o período com as maiores precipitações (dezembro à março) e os com menores quantidades de chuvas (entre maio e setembro). As maiores densidades de clorofila-*a* e de microplâncton ocorreram no período chuvoso (fevereiro) sendo que as diatomáceas foram dominantes. Este resultado evidenciou a relação direta entre estes parâmetros (chuvas, abundância do microplâncton e concentração de clorofila-*a*). Os estuários, como a baía de Paranaguá, são fortemente influenciados pela drenagem continental que aumenta o aporte de nutrientes devido ao acréscimo de chuvas. Em regiões subtropicais, os períodos de maior crescimento do microplâncton são associados ao enriquecimento de nutrientes causado pela drenagem continental (HALLEGRAEFF, 1981). Estudos anteriores realizados na baía encontraram as diatomáceas dominando durante os períodos chuvosos do verão (BRANDINI, 1985a; FERNANDES e BRANDINI, 2004).

Durante o presente estudo, o regime pluviométrico na baía de Paranaguá caracterizou-se por um período chuvoso entre dezembro e março e um período mais seco entre maio e setembro. Estes dados mostraram-se semelhantes ao descrito na literatura para a área de estudo. Na baía de Paranaguá, as águas da plataforma adjacente se misturam com as da drenagem continental e, portanto, as variações sazonais das características hidrográficas são normalmente afetadas pelo regime pluviométrico (BRANDINI, MORAES e THAMM, 1988; REBELLO e BRANDINI, 1990).

As diatomáceas formam um dos maiores grupos do fitoplâncton marinho, contribuem com a maior parte da biomassa planctônica do oceano mundial e são responsáveis pela maior parte da produção primária em ambientes costeiros, como o da baía de Paranaguá (SMETACEK, 1988; BRANDINI, 1985a).

Neste trabalho, as diatomáceas mais abundantes foram: *Cyclotella stylonum*, *Cylindrotheca closterium*, *Leptocylindrus minimus*, *Navicula* sp, *Nitzschia longissima*, *Pseudo-nitzschia* spp, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides* e *Thalassiosira* spp. Em estudos realizados em outras baías estas mesmas espécies

foram as dominantes. KARENTZ e SMAYDA (1984), encontraram em uma análise da Baía de Narragansett, *Skeletonema costatum* dominando a comunidade fitoplanctônica, seguida de *Leptocylindrus minimus*, como ocorreu no presente estudo.

*Skeletonema costatum* foi a espécie mais abundante do grupo das diatomáceas. Esta espécie foi responsável por picos de abundância nos meses quentes e com elevadas concentrações de chuvas (dezembro, fevereiro). *Skeletonema costatum* ocorreu também em alta concentração no mês de abril ( $23,7 \times 10^6$  céls/L). Neste mês, a média mensal de chuvas foi de 212,6 mm (semelhante à média histórica da região), o silicato ocorreu em concentrações elevadas e as temperaturas foram amenas. Estes parâmetros juntos devem ter influenciado a elevada concentração de *Skeletonema costatum* no período. Esta espécie é a dominante na baía de Paranaguá e sempre esteve relacionada com elevada precipitação e temperaturas altas encontradas no verão (BRANDINI, 1985a). *Skeletonema costatum* possui uma capacidade de reprodução muito rápida e esta característica explica a sua dominância no verão em baías e estuários (MARGALEF, 1978). As espécies de *Pseudo-nitzschia* foram abundantes em fevereiro e abril, situação comum na baía de Paranaguá (FERNANDES e BRANDINI, 2004). Nestes meses ocorreu elevada pluviosidade e em períodos com grande quantidade de chuvas as concentrações de nutrientes normalmente são altas devido à drenagem continental, favorecendo o crescimento das espécies de fitoplâncton.

As maiores densidades de diatomáceas ocorreram nos meses de outubro, dezembro, fevereiro e abril. Nestes meses detectou-se as maiores temperaturas do período estudado e altas densidades de *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus minimus*, *Cylindrotheca closterium* e *Pseudo-nitzschia*. Entretanto, densidades elevadas de algumas espécies de diatomáceas também ocorreram no período correspondente às menores temperaturas (junho, agosto e setembro), como: *Cyclotella stylum*, *Thalassionema nitzschioides* e *Nitzschia longissima*. As espécies *Thalassiosira* spp e *Navicula* spp também ocorreram em densidades elevadas no mês de junho. Muitos trabalhos realizados em regiões temperadas indicam que mudanças na predominância de espécies em determinadas áreas acompanham alterações na temperatura; e em algumas áreas, a máxima abundância do grupo das diatomáceas tende a coincidir com as temperaturas

mínimas da área (SMAYDA,1980). Porém, isto não ocorre em regiões de clima tropical e subtropical, como é o caso da baía de Paranaguá, onde as variações de temperatura ocorridas nos períodos de verão e inverno apresentam menor amplitude térmica. Nestes ambientes, a temperatura não influencia de forma expressiva nas concentrações das espécies de fitoplâncton e as diatomáceas podem ser encontradas durante todo ano.

Os dinoflagelados foram o segundo grupo mais abundante do microplâncton, entretanto ocorreram em abundâncias bem inferiores às de diatomáceas, ou seja, na ordem de grandeza de  $10^4$  céls/L. Os dinoflagelados, ao contrário das diatomáceas, que não possuem capacidade significativa de movimento na coluna d' água, apresentam intensa mobilidade vertical, por esse motivo, eles estão geralmente distribuídos de forma não uniforme na coluna d' água. Em ambientes com pouca turbulência e com distanciamento espacial entre a camada rica em nutrientes e a camada com alta incidência de luz, estes organismos são capazes de realizar migrações verticais entre estas duas camadas, aproveitando-se destes dois parâmetros para se desenvolverem (SMETACEK,1988). Esta característica dos dinoflagelados apresenta-se como uma vantagem em relação aos outros organismos do fitoplâncton, pois eles podem nadar em ambientes com baixa turbulência até os nutrientes, quando estes estão em baixa concentração no ambiente (MARGALEF, 1978). A baía de Paranaguá apresenta alta turbulência durante todo o ano, desfavorecendo os dinoflagelados que, por esta razão, não são o grupo dominante em baías e estuários. De acordo com MARGALEF (1978), ao contrário das diatomáceas, que predominam em ambientes com altas concentrações de nutrientes, os dinoflagelados tendem a predominar nos estágios finais de sucessão, quando os nutrientes e a turbulência estão em níveis mais baixos, o que normalmente não acontece na baía de Paranaguá. Por outro lado, a espécie *Prorocentrum minimum* foi detectada como abundante na baía de Paranaguá (máximo de  $12,8 \times 10^4$  céls/L). A abundância de dinoflagelados em ambientes estuarinos pode ser relacionada com as taxas de crescimento mais elevadas e o tamanho reduzido de algumas espécies, conferindo-lhe maior relação superfície/volume e, portanto maior eficiência na obtenção de nutrientes para seu desenvolvimento (SMETACEK,1988).

Os valores mínimos de salinidade ocorreram no verão, período de maior precipitação e os valores máximos ocorreram no inverno, período seco. As diatomáceas dominaram no período com menores salinidades e este resultado confirma estudos anteriores que apontam a salinidade baixa como um dos fatores que favorecem o desenvolvimento de diatomáceas em ambientes estuarinos como o da baía de Paranaguá (BRANDINI, 1985a). Os valores de salinidade apresentaram uma estratificação no mês de fevereiro (período chuvoso na baía de Paranaguá). Durante o inverno na baía de Paranaguá, período geralmente com menor drenagem continental, as concentrações dos nutrientes e a salinidade apresentam o mesmo padrão de variação temporal, com concentrações homogêneas na coluna d' água. Entretanto, durante o verão, período normalmente com maior drenagem continental, as concentrações aumentam na superfície, decrescendo em direção às camadas mais profundas, tornando a coluna d' água estratificada (REBELLO e BRANDINI, 1990).

As concentrações de nutrientes na estação 3 nos meses do verão apresentaram algumas diferenças em relação ao descrito na literatura para a baía de Paranaguá. Os trabalhos anteriores registram o verão como sendo o período com as maiores concentrações de nutrientes na baía de Paranaguá, porém isto não foi observado no presente estudo. Uma hipótese é que as coletas podem ter sido realizadas na fase estacionária de crescimento do fitoplâncton (quando as espécies já atingiram o seu máximo de crescimento) ou na fase de senescência. Nesta situação, os nutrientes já teriam sido consumidos pela comunidade, mas as células continuariam no ambiente. Outra possibilidade, é que nos dias que antecederam as coletas pode ter ocorrido pouca ou nenhuma pluviosidade, fazendo com que as concentrações de nutrientes ficassem baixas nos dias amostrados. Entretanto, os dados diários de pluviosidade não foram analisados até o momento e por este motivo esta hipótese não pode ser sustentada.

O nitrato e a amônia, como descrito na literatura, foram detectados em grandes concentrações na baía de Paranaguá (BRANDINI, 1985a). Estes nutrientes são as mais importantes fontes de nitrogênio para o fitoplâncton, pois são abundantes e preferencialmente absorvidos pelas células, devido à rapidez de reações associadas ao baixo consumo de energia (REYNOLDS, 1997). O silicato ocorreu em abundância durante todo o estudo. No período de maior

desenvolvimento das diatomáceas (dezembro, fevereiro e abril) este nutriente foi encontrado em altas concentrações. O silicato ocorre em concentrações elevadas em ambientes costeiros e especialmente em áreas onde ocorre maior drenagem continental, como na baía de Paranaguá (BRANDINI, MORAES e THAMM, 1988). O silicato é fundamental no ciclo de vida das diatomáceas e, de modo geral, a demanda de sílica para o grupo parece ser pequena em relação ao aporte da baía de Paranaguá, o excedente então comporta-se conservativamente durante os processos de mistura. Áreas com altas concentrações de nutrientes em geral favorecem o crescimento das diatomáceas e o silicato é normalmente encontrado em abundância nestas condições (BRANDINI, MORAES e THAMM, 1988). O fosfato foi abundante em todas as amostras da estação 3, especialmente no período chuvoso. A fonte de fósforo na baía de Paranaguá é o sedimento do fundo e a contribuição urbana, pois a descarga doméstica da cidade de Paranaguá contribui significativamente para o aumento de fósforo na baía. As flutuações temporais do fosfato são causadas pelo consumo do fitoplâncton, pelos processos de circulação e ressuspensão da maré, variação na drenagem continental em função do regime de chuvas e fatores químicos (REBELLO e BRANDINI, 1990).

## 5.2 RECORRÊNCIA INTERANUAL DE ESPÉCIES ABUNDANTES DE FITOPLÂNCTON

De acordo com a revisão histórica e o critério utilizado para se determinar as espécies recorrentes na baía de Paranaguá, detectou-se regularidade na ocorrência das espécies de diatomáceas: *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros* spp, *Coscinodiscus* spp, *Pseudo-nitzschia* spp, *Rhizosolenia* spp, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* spp e *Thalassionema nitzschioides*. Estas espécies ocorreram de forma abundante em pelo menos metade dos trabalhos realizados na baía de Paranaguá e adjacências. Foi possível detectar também os períodos em que elas têm maior probabilidade de serem abundantes. *Asterionellopsis glacialis*, *Thalassionema nitzschioides* e *Thalassiosira* spp possuem maior probabilidade de ocorrerem em abundância no mês de junho, *Chaetoceros* spp e *Coscinodiscus* spp em fevereiro, *Pseudo-nitzschia* spp em fevereiro e maio, *Rhizosolenia* spp em abril, agosto e novembro e *Skeletonema costatum* em fevereiro e abril. Para algumas espécies foi possível detectar também os períodos em que elas têm maior

possibilidade de aparecerem em pequenas concentrações. É o caso de *Chaetoceros* spp que podem apresentar-se em pequenas concentrações em abril e outubro, *Pseudo-nitzschia* spp em junho e setembro, *Rhizosolenia* spp em janeiro e dezembro, *Skeletonema costatum* em setembro, *Thalassionema nitzschioides* em outubro e *Thalassiosira* spp em abril e dezembro.

Portanto, as 8 espécies citadas acima podem ser consideradas como previsíveis quanto à ocorrência e abundância na baía de Paranaguá. PROCOPIAK (2004), relatou que 582 espécies de diatomáceas já foram detectadas na baía de Paranaguá, ou seja, o grupo apresenta elevado índice de diversidade específica na área de estudo e, somente na estação 3, 49 espécies foram encontradas. Apesar disso, um grupo muito pequeno de diatomáceas pôde ser considerado como recorrente na área de estudo. Este resultado sugere que a variação interanual de espécies de fitoplâncton em regiões costeiras é difícil de ser prevista. De acordo com HULBURT (1983a, 1983b), seria impossível definir a biomassa de espécies de fitoplâncton em um ambiente costeiro, porque nestas regiões ocorrem processos físicos de curta duração causados pelas massas d' água, regime de chuvas e drenagem continental. Estes parâmetros influenciam a deposição de materiais orgânicos e inorgânicos, na turbidez da água e principalmente na disponibilidade de nutrientes tornando estes ambientes muito complexos. Para o autor, nas regiões costeiras ocorreria uma freqüente alternância de espécies dominantes e uma contínua interação entre comunidades de diferentes massas de água e por esse motivo, as comunidades fitoplanctônicas de regiões costeiras seriam imprevisíveis quanto à abundância.

Por outro lado, em áreas oceânicas, a variabilidade interanual das comunidades fitoplanctônicas é relativamente mais previsível que nos ambientes costeiros. Isto acontece porque estas áreas são mais estáveis ambientalmente do que as áreas costeiras e, por esta razão, seria mais fácil prever as concentrações de espécies de fitoplâncton em ambientes oceânicos (VENRICK, 1990). As regiões oceânicas freqüentemente são pobres em nutrientes (exceto as áreas onde ocorrem ressurgências), com baixa produção e biomassa fitoplanctônica e demonstram pequenas mudanças sazonais (BRANDINI, 1990).

Foi possível detectar somente poucas espécies do grupo das diatomáceas como recorrentes e, deste grupo de espécies, algumas só puderam ser

consideradas recorrentes em nível de gênero. Provavelmente isto ocorreu porque algumas espécies de diatomáceas são difíceis de serem identificadas nas análises quantitativas em microscópio invertido, e muitos trabalhos de ecologia reúnem as diatomáceas em grandes grupos taxonômicos, dificultando o estudo de recorrência de espécies. Além disso, muitos grupos importantes no ambiente marinho, como dinoflagelados, muitas vezes são ignorados nas análises. Na maioria dos casos isto acontece porque estes grupos são difíceis de serem detectados e identificados devido, principalmente, ao pequeno tamanho que apresentam (2 à 20  $\mu\text{m}$ ).

## 6 CONCLUSÃO

As espécies de fitoplâncton mais abundantes na estação 3 foram: *Cyclotella stylum*, *Cylindrotheca closterium*, *Leptocylindrus minimus*, *Navicula* sp, *Nitzschia longissima*, *Prorocentrum minimum*, *Pseudo-nitzschia* spp, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides* e *Thalassiosira* spp. Como já descrito em estudos anteriores realizados na baía, a variação anual das espécies de fitoplâncton foi fortemente associada ao regime de chuvas da região.

As espécies que podem ser consideradas recorrentes na baía de Paranaguá de acordo com o critério adotado no presente estudo são: *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros* spp, *Coscinodiscus* spp, *Pseudo-nitzschia* spp, *Rhizosolenia* spp, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* spp e *Thalassionema nitzschioides*.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a existência de espécies de fitoplâncton recorrentes na baía de Paranaguá. Porém, após a análise, somente 8 espécies puderam ser consideradas recorrentes, sendo que todas pertencem ao grupo das diatomáceas. Alguns fatores influenciaram este resultado:

- A revisão dos trabalhos já desenvolvidos sobre ecologia do fitoplâncton na baía de Paranaguá e adjacências mostrou a existência de poucos estudos com amostragens maiores à dois anos;
- Poucos trabalhos mencionam explicitamente os meses de maior e menor abundância das espécies, juntamente com os valores destas abundâncias;
- Muitos estudos agrupam as espécies de fitoplâncton em grandes grupos ou gêneros, dificultando estudos sobre recorrência das espécies;
- Por serem as diatomáceas o grupo dominante em ambientes costeiros e serem bastante conspícuas sob microscopia óptica, muitos estudos foram realizados com enfoque nas diatomáceas da baía, não mencionando os outros grupos.

Contudo, é possível afirmar que estes problemas poderiam ser amenizados se estudos ecológicos detalhados (englobando todos os grupos do fitoplâncton)

fossem realizados periodicamente na baía de Paranaguá, concomitantemente com estudos taxonômicos, evitando assim a citação de grandes grupos ou gêneros por falta de identificação mais apurada.

## REFERÊNCIAS

- American Public Health Association (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**, APHA, Washington, DC, 1999.
- BAÍA DE PARANAGUÁ. Disponível em: <<http://www.cem.ufpr.br/física/Bpgua.htm>> Acesso em 18 abr. 2004.
- BRANDINI, F. P. Seasonal succession of the phytoplankton in the Bay of Paranaguá (Paraná State – Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 45, n. 4, p. 687-694, 1985a.
- BRANDINI, F. P. Ecological studies in the bay of Paranaguá. I. Horizontal distribution and seasonal dynamics of the phytoplankton. **Bolm. Institute. Oceanography**, v.33, n.2, p.139-147, 1985b.
- BRANDINI, F. P.; MORAES, C. L. B. Composição e distribuição do fitoplâncton em áreas costeiras e oceânicas da região Sueste do Brasil. **Nerítica**, Pontal do Sul, v. 1, n.3, p. 9-19, 1986.
- BRANDINI, F. P.; MORAES, C. L. B.; THAMM, C. A. C. Shelf break upwelling, subsurface maxima of chlorophyll and nitrite, and vertical distribution of a subtropical nano – and microplankton community off southeastern Brazil (November 1985). **Memórias do III Encontro brasileiro de Plâncton**, Caiobá (PR), p. 47-55, 1988.
- BRANDINI, F. P. Hydrography, Phytoplankton Biomass and Photosynthesis in Shelf and Oceanic Waters off Southeastern Brazil during Autumn (May/June, 1983). **Bolm. Institute. Oceanography**, São Paulo, v. 36, n. 1/2, p. 63-72, 1988.
- BRANDINI, F. P. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off Southeastern Brazil during Winter. (July/August 1982) and Summer (February/March 1984). **Hydrobiologia**, v. 196, p. 111-148, 1990.
- BRANDINI F.P.; FERNANDES L.F. Microalgae of the continental shelf off Paraná state, southeastern Brazil: a review of studies. **Revista brasileira de Oceanografia**, v. 44, n.1, p. 69-80, 1996.
- FERNANDES, L. F. **Variação Sazonal do Fitoplâncton e Parâmetros Hidrográficos em uma Estação Costeira de Paranaguá – Paraná**. Curitiba, 1992. 96p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.
- FERNANDES, L. F.; BRANDINI, F. P. Diatom associations in shelf waters off Paraná state, Southern Brazil: Annual variation in relation to environmental factors. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 52, n.1, p. 19-34, 2004.
- GOLDMAN, C. R; HORNE, A. J. **Limnology**. 1.ed. Japan: McGraw-Hill, 1983. 462p.

HALLEGRAEFF, G. M. Seasonal Study of Phytoplankton Pigments and Species at a Coastal Station off Sydney: Importance of Diatoms and the Nanoplankton. *Marine Biology*, v. 61, p. 107-118, 1981.

HULBURT, E. M. The capacity for change and the unpredictability of the phytoplankton of the east coast of the United States. *Journal of Plankton Research*, v. 5, n.1, p. 35-42, 1983a.

HULBURT, E. M. The unpredictability of the marine Phytoplankton. *Ecology*, v. 64, n. 5, p.1157-1170, 1983b.

ILHAS. Disponível em: <<http://www.paranagua.pr.gov.br/Ilhas.html>> Acesso em 18 abr. 2004.

INFANTE, A. G. **El plancton de las aguas continentales**. Washington, D. C., 1988. 129 p.

KARENTZ, D.; SMAYDA, T. J. Temperature and seasonal occurrence patterns of 30 dominant phytoplankton species in Narragansett Bay over a 22-year period (1959-1980). *Marine Ecology-Progress Series*, v. 18, p. 277-293, 1984.

KENNISH, M. J. **Ecology of Estuaries**. V. II. Biological aspects. United States: CRC press, 1990. 391 p.

MARGALEF, R. Phytoplankton communities in upwelling areas. The example of NW Africa. *Oecologia aquatica*, v. 3, p. 97-132, 1978.

PARSONS, T. R.; MAITA, Y.; LALLI, E. C. **A manual of chemical and biological methods for seawater analysis**. Oxford: Pergamon Press, 1984. 173 p.

PROCOPIAK, L. K. **Diatomáceas (Bacillariophyta) em águas de lastro de navios do Porto de Paranaguá, e na Baía de Paranaguá, PR, com ênfase em espécies exóticas e nocivas**. Curitiba, 2004. 143 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

RAYMONT, J. E. **Plankton and productivity in the oceans**. Volume I – Phytoplankton. 2 ed. Pergamon Press, 1980. 489 p.

REBELLO, J.; BRANDINI, F. P. Variação temporal de parâmetros hidrográficos e material particulado em suspensão em dois pontos fixos da Baía de Paranaguá, Paraná (junho/87 – fevereiro/88). *Nerítica*, Pontal do Sul, v. 5, n.1, p. 95-111, 1990.

REGUERA, B. Establecimiento de un programa de seguimiento de microalgas tóxicas. In: SAR, E.; FERRARIO, M. E.; REGUERA, B. **Floraciones algales nocivas em el cono Sur Americano**. Instituto Español de Oceanografía, 2002.

REYNOLDS, C. S. Vegetation process in the pelagic: a model for ecosystem theory. In: KINNE, O. (ed.), **Excellence in Ecology**. Germany: Ecology Institute, 1997, 371p.

SMAYDA, T. J. Phytoplankton species succession. In: MORRIS, J., **The Physiological Ecology of Phytoplankton**. California: University of California Press, 1980. 625 p.

SMETACEK, V. Plankton characteristics. In: POSTMA, H.; ZIJLSTRA, J. J. **Ecosystems of the world**. v. 3. Continental Shelves. Elsevier, Amsterdam, 1988. p.93-130.

STRICKLAND, J. L. H.; PARSONS, T. R. **A practical handbook of seawater analysis**. Bull. Fish Res., Board Can., 1972. 167 p.

TAYLOR, F. J. R. General group characteristics; special features of interest; short history of dinoflagellate study. In: TAYLOR, F. J. R. **The biology of dinoflagellates**. London: Osney Mead, 1987. p. 1-23.

THAMM, C. A. C. **Características Ecológicas do Fitoplâncton da Baía de Paranaguá: Fotossíntese e Ciclo Anual da Biomassa na Superfície em Relação aos Parâmetros Ambientais**. Curitiba, 1990. 31p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. **Komitee für Limnologische Methoden**, n.9, 1958.

VENRICK, E. L. How many cells to count? In: **Phytoplankton Manual**. A. SOURNIA (ed.), UNESCO, 1978, 337 p.

VENRICK, E. L. Phytoplankton in an oligotrophic oceans: Species structure and interannual variability. **Ecology**, v.71, n. 4, p. 1547-1563, 1990.

WERNER, D. The biology of diatoms. **Botanical Monographs**. Los Angeles: University of California press, v. 13, 1977. 497p.

TABELA - ABUNDÂNCIA (CÉLS/L) DOS GRUPOS E ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3 - 31/08/2002, 18/10/2002 E 13/12/2002

Espécies	31/8/2002			18/10/2002			13/12/2002		
	SUPERFÍCIE	BASE Z. F.	FUNDO	SUPERFÍCIE	BASE Z. F.	FUNDO	SUPERFÍCIE	BASE Z. F.	FUNDO
<i>Actinocyclus octonarius</i>	0,00	3044,16	6088,31	1522,08	1522,08	3044,16	0,00	1522,08	13698,70
<i>Actinopychus</i> sp	0,00	0,00	1522,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0,00	0,00	6088,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bacillaria paxillifera</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	0,00	0,00	4566,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cêntrica	1522,08	6088,31	30441,55	21309,09	10654,54	10654,54	7610,39	7610,39	7610,39
<i>Cerataulina pelagica</i>	0,00	1522,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cerataulus smithii</i>	0,00	3044,16	6088,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetoceros brevis</i>	0,00	1522,08	0,00	0,00	1522,08	6088,31	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetoceros compressus</i>	0,00	1522,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	24353,24	9132,47	24353,24	6088,31	0,00	4566,23	4566,23	10654,54	6088,31
<i>Chaetoceros didymus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetoceros pendulus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3044,16	7610,39	4566,23	1522,08
<i>Chaetoceros</i> sp	3044,16	6088,31	13698,70	21309,09	13698,70	24353,24	28919,47	25875,32	33485,71
<i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>abnormis</i>	9132,47	0,00	9132,47	19787,01	1522,08	6088,31	12176,62	33485,71	9132,47
<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	0,00	0,00	3044,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coscinodiscus oculastridis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coscinodiscus wailiesii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cyclotella stylonum</i>	10654,54	15220,78	35007,78	0,00	1522,08	18264,93	1522,08	15220,78	16742,85
<i>Cylindrotheca closterium</i>	232877,86	13698,70	42618,17	461189,49	103501,27	363776,53	57838,95	111111,66	124810,36
<i>Cymatodiscus planetophorus</i>	0,00	0,00	15220,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	0,00	0,00	0,00	126332,43	91324,65	155251,91	0,00	6088,31	9132,47
<i>Dactyliosolen</i> sp	0,00	0,00	0,00	19787,01	0,00	15220,78	7610,39	4566,23	10654,54
<i>Diploneis guendleri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ditylum brightwelli</i>	0,00	0,00	1522,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Entomoneis alata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1522,08
<i>Eucampia cornuta</i>	0,00	0,00	3044,16	6088,31	3044,16	1522,08	0,00	0,00	0,00
<i>Guinardia delicatula</i>	0,00	0,00	0,00	25875,32	48706,48	45662,33	1522,08	0,00	0,00

Continua



TABELA - ABUNDÂNCIA (CÉLS/L) DOS GRUPOS E ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3 - 31/08/2002, 18/10/2002 E 13/12/2002

Espécies	31/8/2002			18/10/2002			13/12/2002			Conclusão
	SUPERFÍCIE	MEIO	FUND	SUPERFÍCIE	MEIO	FUND	SUPERFÍCIE	FUND	BASE Z. F.	
Gymnodiniaceae maior que 20 micr.	3044,16	0,00	0,00	9132,47	4566,23	28919,47	15220,78	6088,31	6088,31	0,00
<i>Prorocentrum minimum</i>	6088,31	0,00	4566,23	48706,48	4566,23	22831,16	66971,41	88280,50	88280,50	27397,40
<i>Protoperdinium</i> sp	3044,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scrippsiella</i> sp	31963,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1522,08	1522,08	0,00
Silicoflagelado	3044,16	3044,16	12176,62	6088,31	1522,08	4566,23	0,00	3044,16	3044,16	1522,08
Strombilidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Euglena</i> sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1522,08	6088,31	3044,16	3044,16	6088,31
Células não identificadas	4566,23	3044,16	0,00	22831,16	13698,70	7610,39	22831,16	22831,16	22831,16	12176,62
Nanoflagelado 2-10 micr.	8188706,91	4931320,74	31804756,68	18413280,18	5413896,47	25606674,65	16332172,35	27325850,69	15879757,60	
Nanoflagelado 11-20 micr.	0,00	27144,88	27144,88	27144,88	9048,29	36193,18	9048,29	18096,59	18096,59	27144,88
Gymnodiniaceae 2-10 micr.	22620,74	54289,77	63338,06	99531,24	12064,39	36193,18	117627,83	416221,57	416221,57	54289,77
Gymnodiniaceae 11-20 micr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cryptophyceae 2-10 micr.	373242,17	416221,57	343835,21	370980,09	117627,83	615284,06	533849,40	1357244,24	479559,63	
Cryptophyceae 11-20 micr.	192276,27	54289,77	81434,65	45241,47	9048,29	63338,06	63338,06	18096,59	18096,59	54289,77
TOTAL CÉLS/L	9185093,75	5683628,03	32901943,11	20826811,15	6170011,35	28755716,27	26661867,17	35734788,87	22527034,87	



TABELA - ABUNDÂNCIA (CÉLS/L) DOS GRUPOS E ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3 - 24/02/2003, 10/04/2003 E 16/06/2003

Espécies	24/02/2003			10/04/2003			16/06/2003		
	SUPERFÍCIE	BASE Z. F.	FUNDO	SUPERFÍCIE	BASE Z. F.	FUNDO	SUPERFÍCIE	BASE Z. F.	FUNDO
<i>Guinardia delicatula</i>	16742,85	3044,16	3044,16	1522,08	1522,08	4566,23	0,00	0,00	0,00
<i>Guinardia flaccida</i>	0,00	0,00	3044,16	0,00	0,00	1522,08	0,00	0,00	0,00
<i>Guinardia striata</i>	7610,39	10654,54	3044,16	18264,93	42618,17	41096,09	0,00	0,00	0,00
<i>Helicotheca tamesis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hemiaulus membranaceus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hemiaulus sinensis</i>	0,00	0,00	0,00	27397,40	27397,40	24353,24	0,00	0,00	0,00
<i>Leptocylindrus minimus</i>	223745,40	89802,57	208017,26	39574,02	6088,31	9132,47	109589,58	0,00	121766,20
<i>Lioloma pacificum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1522,08	4566,23	0,00	0,00	0,00
<i>Meuniera membranacea</i>	1522,08	6088,31	4566,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Navicula</i> spp	59361,02	89802,57	50735,92	16742,85	7610,39	33485,71	18264,93	60883,10	98935,04
<i>Nitzschia longissima</i>	33485,71	31963,63	15220,78	4566,23	9132,47	33485,71	12176,62	55809,51	7610,39
<i>Nitzschia lorenziana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1522,08	0,00	0,00	0,00
<i>Odontella sinensis</i>	1522,08	0,00	0,00	3044,16	0,00	6088,31	0,00	1522,08	0,00
<i>Odontella</i> sp	3044,16	1522,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Paralia sulcata</i>	0,00	22831,16	45662,33	0,00	4566,23	3044,16	9132,47	5073,59	213090,85
Penada	21309,09	13698,70	1522,08	1522,08	4566,23	27397,40	42618,17	101471,83	418571,32
<i>Pleurosigma</i> sp	0,00	1522,08	3044,16	0,00	6088,31	6088,31	0,00	5073,59	0,00
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp	258753,18	106545,43	15220,78	118722,05	106545,43	85236,34	0,00	0,00	0,00
<i>Rhizosolenia setigera</i>	6088,31	1522,08	1522,08	1522,08	0,00	1522,08	0,00	0,00	0,00
<i>Rhizosolenia</i> sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9132,47	0,00	0,00	0,00
<i>Skeletonema costatum</i>	1028011,57	3476425,05	710302,84	7895016,09	9175083,29	6572330,73	6088,31	60883,10	190259,69
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	9132,47	3044,16	0,00	3044,16	24353,24	36529,86	51750,64	60883,10	91324,65
<i>Thalassiosira</i> spp	130898,67	15220,77	25367,96	9132,47	6088,31	10654,54	135464,90	380519,38	380519,38
<i>Triceratium faves</i>	0,00	0,00	1522,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7610,39
<i>Anabaena</i> sp	0,00	21309,09	0,00	0,00	0,00	0,00	144597,36	0,00	0,00
Cianobactéria filamentosa	0,00	0,00	41857,13	0,00	1522,08	1522,08	15220,78	20294,37	0,00
<i>Ceratium fuscus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ceratium lineatum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Continua

TABELA - ABUNDÂNCIA (CÉLS/L) DOS GRUPOS E ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3 - 24/02/2003, 10/04/2003 E 16/06/2003

Espécies	24/02/2003			10/04/2003			16/06/2003			Conclusão
	SUPERFÍCIE	BASE Z. F.	FUNDO	SUPERFÍCIE	BASE Z. F.	FUNDO	SUPERFÍCIE	BASE Z. F.	FUNDO	
<i>Dinophysis acuminata</i>	0,00	0,00	0,00	3044,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gymnodiniaceae maior que 20 micr.	0,00	3044,16	0,00	0,00	4566,23	19787,01	0,00	0,00	53272,71	0,00
<i>Prorocentrum minimum</i>	16742,85	19787,01	0,00	1522,08	3044,16	9132,47	19787,01	5073,59	98935,04	0,00
<i>Protoperdinium</i> sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1522,08	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scrippsiella</i> sp	7610,39	3044,16	0,00	4566,23	1522,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silicoflagelado	18264,93	1522,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45662,33	0,00
Strombilidae	0,00	0,00	0,00	1522,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Euglena</i> sp	3044,16	1522,08	0,00	7610,39	0,00	4566,23	0,00	0,00	0,00	0,00
Células não identificadas	13698,70	21309,09	0,00	16742,85	7610,39	9132,47	4566,23	0,00	144597,36	0,00
Nanoflagelado 2-10 micr.	15789274,65	18865694,93	49464012,29	5745667,28	7962499,54	12893820,28	11853266,36	93046632,87	395862903,23	0,00
Nanoflagelado 11-20 micr.	0,00	9048,29	0,00	18096,59	18096,59	18096,59	0,00	0,00	361931,80	0,00
Gymnodiniaceae 2-10 micr.	162869,31	72386,36	60321,97	0,00	36193,18	126676,13	72386,36	0,00	0,00	0,00
Gymnodiniaceae 11-20 micr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cryptophyceae 2-10 micr.	1167230,05	334786,91	0,00	208110,78	425269,86	226207,37	153821,01	4554308,45	11129402,76	0,00
Cryptophyceae 11-20 micr.	27144,88	0,00	0,00	0,00	9048,29	18096,59	54289,77	0,00	90482,95	0,00
<b>TOTAL CÉLS/L</b>	<b>28294214,65</b>	<b>23315045,98</b>	<b>50825456,86</b>	<b>14318947,77</b>	<b>18013989,58</b>	<b>20336204,18</b>	<b>12943508,74</b>	<b>98653447,67</b>	<b>409705005,85</b>	

TABELA - ABUNDÂNCIA (CÉLS/L) DOS GRUPOS E ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON NA BAIÁ DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3 – 10/09/2003  
 Continua

Espécies	SUPERFÍCIE	BASE	Z. F.	FUNDO
<i>Actinocyclus octonarius</i>	1522,08	0,00	0,00	7610,39
<i>Actinoptychus</i> sp	0,00	0,00	0,00	22831,16
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bacillaria paxillifera</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Cêntrica	3044,16	12176,62		213090,85
<i>Cerataulina pelagica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cerataulus smithii</i>	3044,16	0,00	0,00	7610,39
<i>Chaetoceros brevis</i>	7610,39	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetoceros compressus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	41096,09	15220,78	0,00	0,00
<i>Chaetoceros didymus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetoceros pendulus</i>	0,00	1522,08	0,00	0,00
<i>Chaetoceros</i> sp	0,00	22831,16	22831,16	22831,16
<i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>abnormis</i>	60883,10	71537,64	0,00	0,00
<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coscinodiscus oculsiridis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	0,00	1522,08	0,00	0,00
<i>Cyclotella stylorum</i>	22831,16	38051,94	312025,89	312025,89
<i>Cylindrotheca closterium</i>	65449,33	30441,55	45662,33	45662,33
<i>Cymatodiscus planetophorus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	0,00	3044,16	15220,78	15220,78
<i>Dactyliosolen</i> sp	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Diploneis gruendleri</i>	0,00	0,00	15220,78	15220,78
<i>Ditylum brightwelli</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Entomoneis alata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eucampia cornuta</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Guinardia delicatula</i>	0,00	0,00	0,00	0,00

TABELA - ABUNDÂNCIA (CÉLS/L) DOS GRUPOS E ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3 - 10/09/2003  
 Continua

10/09/2003	10/09/2003		
Espécies	SUPERFÍCIE	BASE Z. F.	FUNDO
<i>Guinardia flaccida</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Guinardia striata</i>	4566,23	0,00	0,00
<i>Helicotheca tamesis</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Hemiaulus membranaceus</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Hemiaulus sinensis</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Leptocylindrus minimus</i>	0,00	9132,47	30441,55
<i>Lioloma pacificum</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Meuniera membranacea</i>	0,00	7610,39	0,00
<i>Navicula spp</i>	3044,16	21309,09	22831,16
<i>Nitzschia longissima</i>	19787,01	13698,70	38051,94
<i>Nitzschia lorenziana</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Odontella sinensis</i>	0,00	1522,08	0,00
<i>Odontella sp</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Paralia sulcata</i>	3044,16	0,00	273973,95
Penada	36529,86	91324,65	342467,44
<i>Pleurosigma sp</i>	4566,23	9132,47	38051,94
<i>Pseudo-nitzschia sp</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Rhizosolenia sp</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Skeletonema costatum</i>	21309,09	31963,63	38051,94
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	41096,09	3044,16	76103,88
<i>Thalassiosira spp</i>	73059,72	28919,48	45662,33
<i>Triceratium favus</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Anabaena sp</i>	0,00	65449,33	0,00
Cianobactéria filamentosa	0,00	0,00	0,00
<i>Ceratium fusus</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Ceratium lineatum</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Dinophysis acuminata</i>	0,00	0,00	0,00
Gymnodiniaceae maior que 20 micr.	15220,78	33485,71	83714,26

TABELA - ABUNDÂNCIA (CÉLS/L) DOS GRUPOS E ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON NA BAÍA DE PARANAGUÁ, ESTAÇÃO 3 – 10/09/2003  
Conclusão

10/09/2003	10/09/2003		
ESPÉCIES	SUPERFÍCIE	BASE Z. F.	FUNDO
<i>Prorocentrum minimum</i>	30441,55	22831,16	121766,20
<i>Protoperdinium</i> sp	0,00	0,00	0,00
<i>Scrippsiella</i> sp	0,00	0,00	0,00
Silicoflagelado	6088,31	4566,23	7610,39
Strombilidae	0,00	0,00	0,00
<i>Euglena</i> sp	0,00	0,00	0,00
Células não identificadas	0,00	13698,70	7610,39
Nanoflagelado 2-10 micr.	27144884,79	70727505,38	241363267,28
Nanoflagelado 11-20 micr.	60321,97	90482,95	0,00
Gymnodiniaceae 2-10 micr.	180965,90	482575,73	226207,37
Gymnodiniaceae 11-20 micr.	0,00	0,00	0,00
Cryptophyceae 2-10 micr.	8203787,40	965151,46	3076420,28
Cryptophyceae 11-20 micr.	241287,86	150804,92	90482,95
<b>TOTAL CÉLS/L</b>	<b>36295481,57</b>	<b>73008430,65</b>	<b>246544818,97</b>