

FRANCIANE MARIA PELLIZZARI

HIDROGRAFIA E CARACTERÍSTICAS DO FITOPLÂNCTON EM TRÊS  
TRANSECTOS PERPENDICULARES À LINHA DE COSTA DO ESTADO DO  
RIO DE JANEIRO (REGIÃO SUESTE - ÁREA OCEÂNICA - VERÃO/89)

Monografia apresentada como  
requisito à obtenção do grau de  
Bacharel. Curso de Ciências  
Biológicas, Setor: Centro de  
Estudos do Mar, Universidade  
Federal do Paraná.  
Orientador: Dr. Frederico Brandini.

CURITIBA  
1996

## Dedicatória

Aos meus pais, Amauri e Sonia, pelo amor, apoio e compreensão.

## Agradecimentos

Ao Dr. Frederico Brandini pela orientação cuidadosa, estímulo, amizade e paciência.

Aos colegas do Centro de Estudos do Mar: Luciano, Tarcísio, Rubens, Kátia e Alessandra, pelo incentivo e apoio para a realização deste trabalho.

À Diretoria de Hidrografia e Navegação (MM) e à tripulação do Noc. Almirante Saldanha que realizaram a coleta de amostras utilizadas neste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E TABELAS.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 GRUPOS TAXONÔMICOS DO FITOPLÂNCTON.....	10
2.1 BACILLARIOPHYCEAE (DIATOMÁCEAS).....	10
2.2 PYRROPHICEAE (DINOFLAGELADOS).....	11
2.3 PRYMNESIOPHYCEAE.....	13
3 CLASSES DE TAMANHO.....	13
3.1 NANOPLÂNCTON.....	14
3.2 MICROPLÂNCTON.....	15
4 OBJETIVOS.....	17
5 ÁREA ESTUDADA.....	17
6 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
6.1 TÉCNICA DE SEDIMENTAÇÃO.....	19
6.2 ESTRATÉGIAS DE SEDIMENTAÇÃO.....	20
7 RESULTADOS.....	21
7.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	21
7.2 FITOPLÂNCTON.....	22
8 DISCUSSÃO.....	24
8.1 HIDROGRAFIA.....	24
8.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	25
8.3 FITOPLÂNCTON.....	27
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
ANEXOS.....	47

## LISTA DE FIGURAS

1	Circulação Oceânica do Giro Subtropical do Atlântico Sul.....	36
2	Mapa da posição das estações e trajetória do navio.....	37
3	Cubas de sedimentação (Técnica de UTERMÖHL).....	38
4	Isolinhas de temperatura - março/89.....	39
5	Isolinhas de salinidade - março/89.....	40
6	Gráficos do padrão de distribuição dos fitoflagelados do nanoplâncton à 0, 10 e 100 metros.....	41
7	Gráficos do padrão de distribuição de diatomáceas, coccolitoforídeos e dinoflagelados do nanoplâncton à 0, 10 e 100 metros.....	42
8	Gráficos do padrão de distribuição do microplâncton à 0, 10 e 100 metros.....	43

## LISTA DE TABELAS

I	Dados de temperatura e salinidade à 0, 10 e 100 metros, em áreas oceânicas da Região Sueste do Brasil em março de 1989.....	44
II	Concentração de nutrientes à 0, 10 e 100 metros em áreas oceânicas da Região Sueste do Brasil em março de 1989.....	45
III	Lista de gêneros do fitoplâncton observados em áreas oceânicas da Região Sueste, em março de 1989.....	46

## Resumo

O presente trabalho tem por objetivo o estudo da distribuição do fitoplâncton em áreas oceânicas da Região Sueste do Brasil durante o verão de 1989. Amostras de fitoplâncton total e parâmetros hidrográficos (temperatura, salinidade e nutrientes) foram coletados no decorrer da OPERAÇÃO MONITOR à bordo do NOc. "Almirante Saldanha". As coletas foram realizadas com garrafa de Van Dorn na superfície, 10 e 100 metros, em 27 estações oceanográficas, distribuídas em três transectos perpendiculares ao litoral de Cabo Frio, RJ (22-26° lat.S e 39-42° long.W). Os limites de temperatura (26.17 - 28.19° C) e salinidade (36.4 - 37.46 ppm) observados na superfície, indicaram o domínio da Água Tropical da Corrente do Brasil na área estudada onde as condições oligotróficas são devidas à baixa concentração de nutrientes. Fosfato, nitrato e silicato na superfície variaram entre 0.09 à 0.20; 5.26 à 15.31 e 0.11 à 0.25  $\mu\text{M}$ . Concentrações de nutrientes mais elevadas e temperaturas mais baixas a 100 metros coincidiram com a nutriclina. Foram identificados 9 gêneros de diatomáceas, 10 gêneros de dinoflagelados, 1 espécie de cocolitoforídeo e 2 gêneros de silicoflagelados durante as análises do fitoplâncton total. As diatomáceas mais frequentes foram as dos gêneros *Coscinodiscus*, *Thalassiosira*, *Thalassiothrix* e a espécie *Planctoniella sol*. Os gêneros de dinoflagelados mais abundantes foram *Prorocentrum*, *Protooperidinium*, *Ceratium*, *Dinophysis* e a espécie *Podolampas spinifera*. A comunidade fitoplanctônica foi numericamente dominada por fitoflagelados do nanoplâncton. Dentre os cocolitoforídeos, dominou *Emiliana huxleyi*. A associação fitoplanctônica observada no presente trabalho é típica de águas quentes e oligotróficas da Corrente do Brasil.

## Abstract

Total phytoplankton samples and hydrographical parameters were collected in oceanic areas at surface, 10 and 100 m depth in 27 stations located southeastern in Brazil, during a summer cruise of the R/V "Almirante Saldanha". The limits of temperature (26.17 - 28.19°C) and salinity (36.4 - 37.46) observed in the surface, indicated the dominance of the tropical waters of Brazil Current over the sampling area. Oligotrophic conditions due to low nutrient concentrations prevailed in the pelagic environment of this watermass. Phosphate, nitrate and silicate (surface) ranged from 0.09 to 0.20; 5.26 to 15.31 and from 0.11 to 0.25  $\mu\text{M}$ . The most frequent diatoms among the 9 genus observed, were *Coscinodiscus*, *Thalassiothrix*, *Thalassiosira* and *Planktoniella sol.* *Prorocentrum*, *Protooperidinium*, *Ceratium*, *Dinophysis* and *Podolampa spinifera* dominated the dinoflagellate population among 10 genus observed. The phytoplankton community was numerically dominated by nanoplanktonic organisms like phytoflagellates and the coccolithophorid *Emiliana huxleyi*. The phytoplankton assemblage ~~association~~ observed, is typical of oligotrophic warm waters of the Brazil Current.

## 1. Introdução

### 1.1. Hidrografia e produção primária do fitoplâncton:

O principal autótrofo marinho é o fitoplâncton, principal produtor de matéria orgânica (Boney, 1975), alimento principal dos herbívoros pelágicos os quais alimentam carnívoros de níveis tróficos superiores.

O fitoplâncton constitui uma das comunidades mais diversas, composto por centenas de gêneros e milhares de espécies de algas unicelulares. As classes marinhas dominantes são as Bacillariophyceae (= diatomáceas), Pyrrophyceae, Prymnesiophyceae (=cocolitoforídeos), Cryptophyceae, Chlorophyceae e Euglenophyceae, ocupando principalmente as classes de tamanho do nanoplâncton (2-20  $\mu\text{m}$ ) e microplâncton (20-200  $\mu\text{m}$ ). Multiplica-se por divisão celular e como qualquer organismo autótrofo, depende da luz e nutrientes para a atividade fotossintética e crescimento na zona eufótica, ou seja, a capa superior da coluna de água dos oceanos onde a intensidade de luz decresce exponencialmente até 1% a partir da superfície.

A produção primária no ambiente pelágico é, portanto, a quantidade de matéria orgânica produzida pelo fitoplâncton à partir de substâncias inorgânicas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , N, P), durante um intervalo de tempo e em uma determinada área ou volume. A produção de matéria orgânica é governada em primeiro lugar pela disponibilidade de luz. O segundo fator essencial para a produção fitoplanctônica é a concentração de nutrientes. Por definição, nutriente é o elemento químico que limita o crescimento autótrofo quando está ausente. As águas costeiras são mais produtivas do que as águas oceânicas oligotróficas devido à drenagem continental, que



enriquece a zona eufótica com nutrientes, além da ressuspensão de sedimentos e elementos nutrientes para a zona eufótica devido à turbulência das ondas e das marés sobre o fundo.

O padrão de circulação dominante no Oceano Atlântico Sul está representado por um giro oceânico subtropical formado pela Corrente do Brasil, Deriva do Vento Oeste, Corrente Sul Equatorial e Corrente de Benguela (Fig.1).

A Corrente Sul Equatorial desloca-se abaixo da linha do Equador no sentido leste-oeste; parte de suas águas cruza o Equador, em direção ao Oceano Atlântico Norte, e parte flui para o sul ao largo da Plataforma Continental sul americana com temperatura e salinidade elevadas, formando a Corrente do Brasil. Esta corrente transporta 10 milhões de m<sup>3</sup>/seg de água na direção sul (Sverdrup, *et al.*, 1942).

Os ecossistemas marinhos da região sueste do Brasil são diretamente afetados pela Água Tropical (AT) transportada para o sul pela Corrente do Brasil. Segundo Emilsson (1961), a AT é definida por valores de salinidade maiores que 36.0 e temperaturas maiores que 20°C.

A região sueste apresenta taxas de produtividade primária elevadas (Brandini,1990), quando comparada a outras regiões do Brasil. Com o predomínio de ventos nordeste no verão a Corrente do Brasil tende a se deslocar para a esquerda devido ao transporte de Ekman (Sverdrup *et al.*,1942) afastando-se da costa e causando ressurgências costeiras da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na camada inferior da plataforma. A ACAS é uma massa de água fria e rica em nutrientes que sustenta elevada biomassa de peixes pelágicos e demersais (Matsuura,1986), além de outros organismos de interesse econômico.

Entretanto, a dinâmica dos ecossistemas oceânicos profundos dominado pela água tropical da Corrente do Brasil depende fundamentalmente da produção primária do fitoplâncton controlada pela regeneração de nutrientes na coluna d'água, fixação biológica do nitrogênio atmosférico e difusão molecular de nutrientes a partir de camadas profundas em direção a zona eufótica, através da nutriocline.

O efeito conjunto dos principais fatores físico-químicos do ambiente pelágico tais como intensidade luminosa, concentração de nutrientes, temperatura e salinidade determinam a distribuição geográfica, a composição específica e a variabilidade das taxas de produção do fitoplâncton.

A biomassa e a produção primária do fitoplâncton em águas costeiras e oceânicas de regiões tropicais são relativamente baixas, devido à deficiência de alguns nutrientes, principalmente compostos nitrogenados (Thomas, 1967; Ryther and Dunstan, 1971; Sheldon, 1984; Smith *et al.*, 1984; Kanda *et al.*, 1985). Estudos indicam que estes compostos constituem o fator limitante principal nos oceanos durante todo o ano.

Em áreas oceânicas com profundidades maiores que 200 metros, os estratos superiores da zona eufótica são pobres em nutrientes inorgânicos devido à presença de uma termocline permanente, que dificulta a circulação vertical e o transporte de águas profundas. Estas áreas representam 90% de toda a superfície oceânica e são responsáveis por aproximadamente 80% da produção primária global (Platt *et al.*, 1989).

Até o presente, foram publicados alguns estudos sobre a composição, distribuição e produção fitoplanctônica durante as comissões da OPERAÇÃO SUESTE (Brandini, 1988a; Brandini, 1988b; Brandini, 1990; Brandini *et al.*, 1989). Entretanto, existem poucos estudos em águas oceânicas típicas da Corrente do Brasil.

## 2. Grupos taxonômicos do fitoplâncton

O fitoplâncton está classificado em diversos grupos sistemáticos de acordo com a variedade na forma, composição pigmentar e hábitos de reprodução e locomoção:

### 2.1. Bacillariophyceae (Diatomáceas)

Algas unicelulares isoladas ou coloniais, subdivididas em duas ordens: **Centrales** com simetria radial em vista valvar, e **Pennales** com simetria bilateral. Possuem carapaça de sílica denominada frústula formadas por duas metades superpostas denominadas **valvas**. A valva maior ou **epiteca** superpõe-se à valva menor, ou **hipoteca**, formando um cinturão denominado **cíngulum**. A epiteca é formada pela epivalva mais o epicingulum, e a hipoteca é formada pela hipovalva mais o hipocingulum.

A frústula envolve material orgânico vivo composto por núcleo, citoplasma, cloroplastos e vacúolos. Há um único núcleo na posição central suspenso por filamentos citoplasmáticos ou rebatido para a região parietal. Os cloroplastos, cuja forma e número variam bastante, são bem visíveis na célula viva. Podem ser estruturas discóides em grande número e distribuídos aleatoriamente no citoplasma (*Coscinodiscus*) ou em forma estrelar (*Striatella*), em forma de pratos alongados e periféricos (*Pinnularia*) ou lobados em forma de "H" (*Cocconeis*, *Nitzschia*). A cor dos cloroplastos pode ser tipicamente marrom-dourado, mas também pode ser verde-amarelado ou marrom-escuro nas formas bentônicas.

Os pigmentos encontrados envolvem clorofilas "a" e "c", beta-caroteno, fucoxantina em grandes quantidades, diaxantinas e outros carotenóides. As reservas compreendem leucosinas e óleos.

A locomoção é pouco frequente, mas existem movimento citoplasmático nas Pennales.

A reprodução é vegetativa, por divisão celular. Em populações naturais há uma grande variedade no tamanho de uma célula da mesma espécie. Durante a reprodução, a diminuição de tamanho após sucessivas divisões é compensada pela **auxosporulação**, ou seja, a formação de um auxósporo, uma célula volumosa que secreta uma frústula maior e reinicia a reprodução vegetativa.

## 2.2.Pyrrophyceae (Dinoflagelados)

Algas unicelulares com dois flagelos dispostos perpendicularmente: O **flagelo transversal** em forma de fita ondulada com uma fileira de pêlos no lado externo denominada **axonema**. A margem interna do flagelo transversal é fixa ao longo do sulco transversal ou **cingulum**, situado na região equatorial da célula. O batimento flagelar faz a célula rotacionar; e o **flagelo longitudinal**, direcionado para a parte posterior da célula dentro de um sulco longitudinal ou **sulcus**. Origina-se na parte ventral da célula e é acronemático (sem axonema). Seus batimentos impulsionam a célula avante. Os dinoflagelados são tradicionalmente divididos em duas classes principais: Desmophyceae e Dinophyceae.

Nas Desmophyceae o gênero *Prorocentrum* é o mais importante. Seus flagelos originam-se na parte anterior da célula a qual pode ser dividida em uma metade esquerda e uma direita, ou seja, o plano de divisão é longitudinal. Os cloroplastos são poucos e em forma de placas. As Dinophyceae incluem a maioria dos dinoflagelados, com dois flagelos perpendiculares entre si originados na parte ventral da célula. O cingulum divide a célula em uma porção anterior (**epicone**) e uma porção

posterior (hipocone), ou seja, o plano de divisão é transversal. Os cloroplastos são numerosos e menores que em Desmophyceae.

A cobertura celular, denominada **anfiesma**, é formada por várias membranas celulósicas. As células podem ser "nuas" ou "tecadas". As formas tecadas ou carapaçadas, com membrana celular espessa, podem ter de duas a cem placas de celulose ordenadas de acordo com a espécie, e que representam um dos principais critérios na classificação taxonômica a nível de espécie. As formas nuas, na verdade, possuem placas pouco espessas e de difícil observação no microscópio óptico padrão.

Muitas espécies autótrofas marinhas são **auxótrofas** em relação à várias vitaminas. Além da fotossíntese, a nutrição heterotrófica é bastante comum neste grupo (parasitas, saprófitas, simbiontes).

Contém apenas um núcleo sempre condensado e, portanto, sempre visível em qualquer fase da divisão celular (mesocariontes).

Os pigmentos envolvem clorofilas "a" e "c", beta-carotenos e xantofilas específicas (peridina, dinixantina). Coloração marrom-dourado. As reservas são de amido e óleos.

Quanto à reprodução, em geral ocorre por divisão celular e em plano longitudinal, transversal ou oblíquo, com o plano de divisão passando pelo ponto de origem do flagelo transversal. Reprodução sexuada foi descrita nos gêneros *Ceratium* e *Protoperidinium* em condições de **isogamia**, quando ocorre a fusão de gametas morfologicamente semelhante e **anisogamia** quando ocorre a produção de gametas morfologicamente diferentes.

### 2.3. Prymnesiophyceae

Algas em geral unicelulares flageladas, recobertas por uma ou várias camadas de escamas não mineralizadas de composição orgânica a base de calcita, aragonita ou vaterita (celulose em alguns casos). Os principais representantes marinhos são os Cocolitophorideos, cujas escamas são recobertas por um depósito de  $\text{CaCO}_3$  cristalizado formando os cocolitos que possuem apenas um núcleo. As escamas e os cocolitos são formados pelo Complexo de Golgi. São em geral células menores que 20 micras e comuns em regiões oceânicas de mares tropicais e subtropicais.

A locomoção é realizada por dois flagelos lisos de tamanhos iguais ou desiguais. Além dos flagelos possuem uma estrutura filiforme denominada **haptonema** com função incerta. Os flagelos são direcionados para trás e a locomoção é rápida. A forma, tamanho e os movimentos do haptonema variam dentro da classe.

Quanto aos pigmentos, uma célula de Prymnesiophyceae típica, tem cor marrom-dourada com um ou, em geral, dois cloroplastos contendo clorofilas **a** e **c**, pouco beta-caroteno, pouca diadinoxantina e muita fucoxantina e neofucoxantina. Os materiais de reservas são óleos e crisolaminarina.

### 3. Classes de tamanho

Os grupos fitoplanctônicos também podem ser classificados por categorias de tamanhos. Originalmente, a divisão dos organismos planctônicos em classes de tamanhos foi discutido por Dussart (1965), que sugeriu os seguintes termos:

ultraplâncton (<2  $\mu\text{m}$ );

nanoplâncton (2-20  $\mu\text{m}$ );

microplâncton (20-200  $\mu\text{m}$ );  
macroplâncton (200-2000  $\mu\text{m}$ ) e  
megaplâncton (>2000  $\mu\text{m}$ ).

O fitoplâncton ocupa normalmente as classes do nano- e do microplâncton.

### 3.1. Nanoplâncton

O nanoplâncton contribui significativamente para o "standing-stock" de águas oligotróficas, podendo ser responsável por 100% da produção primária total do plâncton (Hannah & Boney, 1983). Alguns pesquisadores (Dussart, 1965; Hannah & Boney, 1983; Raymont, 1980; Takahashi & Hori, 1984) sugeriram denominar as células menores que 2  $\mu\text{m}$  como picoplâncton e limitar o nanoplâncton em células menores que 20  $\mu\text{m}$ .

O nanoplâncton inclui algas de muitas classes como Chrysophyceae, Haptophyceae, Chlorophyceae, Prasinophyceae, Chryptophyceae, etc. Assim como numerosas espécies de pequenas diatomáceas e dinoflagelados. Os cocolitoforídeos formam frequentemente uma parte substancial do nanoplâncton. Em alguns casos a célula nanoplanctônica é um estágio de pequenas dimensões do ciclo de vida de uma espécie de tamanhos maiores.

Espécies nanoplanctônicas têm altas taxas de multiplicação, geralmente mais elevadas que as do microplâncton, seguidas de uma alta taxa de absorção de nutrientes. Foi sugerido por Friebele *et al.* (1978) que o nanoplâncton oceânico tem vantagens sobre células maiores do fitoplâncton na competição por nutrientes, dominando portanto em ambientes oligotróficos.

Embora coccolitoforídeos sejam de grande importância no nanoplâncton de alguns mares, diatomáceas e dinoflagelados também podem ser de extraordinária abundância no nanoplâncton.

O nanoplâncton tem significância particular em mares quentes, especialmente em regiões oceânicas oligotróficas.

### 3.2. Microplâncton

Segundo Dussart (1965), microplâncton são células que variam de 20-200  $\mu\text{m}$ . Nesta classe de tamanhos estão incluídas a maioria das espécies fitoplanctônicas. Células do microplâncton dominam a biomassa fitoplanctônica em áreas costeiras estuarinas onde o "input" de nutrientes é constante.

Os "blooms" de primavera, importantes nos ciclos de produção de regiões temperadas, são dominados por diatomáceas do microplâncton. Para entender melhor a dinâmica e a formação dos "blooms" de primavera, é necessário primeiramente definir os conceitos de "ponto crítico" e "zona de mistura".

Ponto crítico é a profundidade onde toda a respiração da coluna de água equivale a toda produção dessa mesma coluna de água durante um determinado período.

Zona de mistura é o estrato superior da coluna de água, onde a densidade é a mesma e portanto sujeita à circulação vertical pela ação dos ventos.

Quando a mistura vertical turbulenta da coluna de água, ou seja, quando a zona de mistura estende-se abaixo do ponto crítico, o consumo de



matéria orgânica pela respiração será maior que a produção de matéria orgânica pela fotossíntese e portanto, o ecossistema pelágico não se desenvolve. Esta é uma situação típica de mares temperados durante o inverno, quando a mistura turbulenta é sempre constante.

Na primavera, com o aumento da radiação solar e a diminuição do regime de ventos, há um aquecimento contínuo da coluna de água formando uma termoclina sazonal. Nesse caso, a zona de mistura está acima da termoclina e normalmente nos limites da zona eufótica e o ponto crítico está muito abaixo. Com isso haverá um balanço positivo na produção e, portanto, um acúmulo maior da biomassa fitoplanctônica, dando origem a "blooms" de primavera dominados por diatomáceas do microplâncton.

No verão, estes "blooms" esgotam a concentração de nutrientes e as células não conseguem mais se manter, havendo um declínio na densidade celular e um acúmulo de células na base da zona eufótica.

No outono, com o aumento da circulação vertical, há um novo enriquecimento da zona eufótica e conseqüentemente um pequeno aumento da produção, o que gera um segundo pico, embora menor, na produção anual (ver Parsons & Takahashi, 1973. Pg.29. Fig.17).

Em oceanos Tropicais, como é o caso do presente trabalho, há uma sucessão de pequenos aumentos e diminuições do "standing stock" do fitoplâncton e do zooplâncton durante o ano e estes podem ser determinados por condições climáticas locais e movimento das massas de água; porém a produção assume valores constantes e baixos devido ao pequeno "input" de nutrientes característico de regiões oceânicas oligotróficas.

#### 4. Objetivos

Em março de 1989, a Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha organizou uma comissão oceanográfica denominada OPERAÇÃO MONITOR IV com o objetivo de estudar as características dinâmicas da Corrente do Brasil entre Cabo de São Tomé (RJ) e Paranaguá (PR). Foram coletadas além de dados físico - químicos, amostras de água para identificação e contagem do fitoplâncton total.

O objetivo do presente trabalho é estudar as associações fitoplanctônicas da superfície e da base da zona eufótica em águas oceânicas da Região Sueste, e suas relações com os parâmetros hidrográficos (temperatura, salinidade e nutrientes).

#### 5. Área estudada

A Região Sueste representa uma porção subtropical significativa do Oceano Atlântico Sul Ocidental, entre Cabo de São Tomé (lat. 22° 00'S; long. 41° 00'W) e Cabo de Santa Marta Grande (lat. 28° 37'S; long. 48° 50'W). A área de coleta do presente trabalho localiza-se no eixo principal da Corrente do Brasil em frente ao Estado do Rio de Janeiro, entre os paralelos de 23 e 27° S (Fig.1).

A linha de costa e o conjunto de curvas batimétricas sofre notável inflexão na altura de Cabo Frio, que de norte para o sul modifica a orientação geral de NE - SW par E - W, apresentando variações na composição topográfica e do relevo (Zembruski, 1979).

A Região Sueste brasileira é regida basicamente pelo sistema da Corrente do Brasil que transporta Água Tropical pobre em nutrientes inorgânicos, dando um caráter oligotrófico (i.é., de baixa produtividade) às águas de plataforma. Mesmo assim, a Região Sueste contribui com uma fração significativa da produção pesqueira nacional (Paiva, 1986; Matsuura, 1986) cujas flutuações anuais estão associados aos fenômenos oceanográficos cíclicos (termoclina sazonal) ou menos previsíveis (ressurgências) que alteram a estabilidade da coluna d'água e a estrutura taxonômica do fitoplâncton (Lasker, 1978).

Hidrografia e as propriedades conservativas das massas d'água foram originalmente descritas por Emilsson (1961) para o sudeste do Brasil e Matsuura (1986) contribuiu com informações sobre a estrutura oceanográfica geral desta área baseado na distribuição espacial de temperatura e salinidade obtidos durante um cruzeiro de pesquisa.

## 6. Material e Métodos

O material estudado foi obtido no decorrer da OPERAÇÃO MONITOR IV a bordo do NOc. «Almirante Saldanha». Um total de 27 estações oceanográficas foram realizadas entre 12 e 22 de março de 1989, localizadas em áreas oceânicas com profundidades entre 2304 e 3950 metros (Fig.2). As estações distribuíram-se em três transectos perpendiculares à linha de costa do Estado do Rio de Janeiro, desde áreas próximas ao talude continental até regiões oceânicas, entre 22 - 26° Lat S e 39 - 43° Long W : Transecto I - estações de 1 à 9, Transecto II - estações de 10 à 18 e Transecto III - estações de 19 à 27.

Em cada estação foram coletadas amostras de água com garrafa de Van Dorn na superfície, 10 e 100 metros, completando-se um total de 81 amostras coletadas em toda a área amostral.

Das amostras coletadas foram realizadas análises físico-químicas (salinidade, temperatura e nutrientes) e análises quali-quantitativas do fitoplâncton através de contagem e identificação de células pela técnica de Utermöhl (1958), e observação com microscópio invertido, respectivamente.

Os dados físico-químicos foram fornecidos pelo Banco Nacional de Dados Oceanográficos da Diretoria de Hidrografia e Navegação (MM - Rio de Janeiro). A temperatura e a salinidade foram medidas utilizando-se respectivamente o termômetro de reversão acoplado à garrafa de Nansen e um salinômetro de indução GRUNDY. As concentrações de nitrato, fosfato e silicato foram medidas a bordo utilizando-se as técnicas colorimétricas descritas por Strickland & Parsons (1972).

#### 6.1.A técnica de sedimentação

A técnica de Utermöhl (1931, 1958), também conhecida como técnica do microscópio invertido ou técnica da sedimentação foi introduzida no início dos anos 30. Utermöhl idealizou esta técnica com a combinação do método de cubetas de Kolkwitz (1907) e o método de sedimentação de Volk (1906).

O método de Volk consistia em concentrar pequenos volumes de água e transferir para cubetas cada vez menores. As cubetas de Kolkwitz foram designadas para contagem em microscópio padrão. Utermöhl passou a utilizar o microscópio invertido e cubetas com base de vidro, atingindo

assim uma maior precisão. Utermöhl simplificou o método de sedimentação de Volk combinando o uso das mesmas cubetas, mas contando as células sem nenhuma transferência e conseqüente perda de material. Atualmente o método é também usado para estudos morfológicos, taxonômicos e de distribuição.

As câmaras construídas inicialmente por Utermöhl (1931) eram excessivamente altas para serem usadas com condensador. Mais tarde, ele descreveu uma cubeta com placa de fundo separada do cilindro (Utermöhl, 1958). O princípio de utilização consiste em remover a parte superior da câmara (o cilindro) depois da sedimentação, deixando assim as células concentradas na placa de fundo da cubeta. O modelo utilizado atualmente combina um cilindro de sedimentação, que possui várias capacidades de volume e de uma câmara de fundo da cubeta (ver fig.3) que é retangular com um anel central circular. O prato se ajusta ao estágio mecânico do microscópio invertido de acordo com sua construção. As amostras com populações densas de fitoplâncton ou muito detrito são mais facilmente examinadas com cubetas de áreas de fundo maior em relação ao volume da amostra e as que possuem pouca população ou menos detrito são melhores examinadas com cubetas de áreas de fundo menores em relação ao volume da amostra.

## 6.2. Estratégias de sedimentação

Neste trabalho foram utilizadas duas técnicas de sedimentação:

- 1) 500 ml foram sedimentados em uma proveta graduada de vidro durante uma semana e concentrados para 50 ml. As amostras concentradas foram coradas com Rosa de Bengala e apenas as células maiores que 20  $\mu$ m foram analisadas no microscópio invertido, utilizando-se cubas de sedimentação de 50 ml e aumento de 16x.

2) 50 ml foram sedimentados diretamente em cubas de Utermöhl. O material concentrado foi corado com Rosa de Bengala e analisado de acordo com o seguinte procedimento: As células maiores que 20  $\mu\text{m}$  foram contadas com aumento de 100x, em toda a área da cuba. Os grupos nanoplanctônicos (3-20  $\mu\text{m}$ ) foram contados em quatro classes de tamanho (<3  $\mu\text{m}$ ; 3-6  $\mu\text{m}$ ; 6-12  $\mu\text{m}$  e 12-20  $\mu\text{m}$ ) com aumento de 400x em quatro transectos equivalentes ao diâmetro da cuba, com área definida. As células de 1-3  $\mu\text{m}$  foram contadas com objetiva de imersão com aumento de 1000x.

## 7. RESULTADOS

Considerando-se o caráter regional do presente trabalho e as mudanças sazonais do regime hidrográfico observadas anteriormente (Brandini, 1990; Matsuura, 1986). As seguintes massas de água foram identificadas de acordo com a classificação de Emilsson (1961):

a) Água Tropical (AT):  $>20^{\circ}\text{C}$ ;  $>36\text{ ppm}$

b) Água Central do Atlântico Sul (ACAS):  $10-20^{\circ}\text{C}$ ;  $35-36\text{ ppm}$

### 7.1. Parâmetros físico-químicos

A Tabela I apresenta os resultados dos dados de temperatura e salinidade obtidos à 0, 10 e 100 metros. A temperatura na superfície variou de  $26.17$  à  $28.19^{\circ}\text{C}$ ; à 10 metros de  $26.33$  à  $28.16^{\circ}\text{C}$  e à 100 metros de  $16.39$  à  $27.07^{\circ}\text{C}$ . A distribuição vertical da temperatura nos três transectos amostrados foi semelhante. Temperaturas mais elevadas

dominaram as camadas superiores decrescendo em direção ao fundo, à partir do início da termoclina permanente (80-100 metros) representada pela ACAS. A salinidade variou de 36.40 - 37.46 na superfície; 36.43 - 37.50 à 10 metros e 35.74 - 37.81 à 100 metros. Em geral os máximos de temperatura e salinidade foram registrados nas estações próximas ao talude, decrescendo tanto na direção da plataforma como nas estações oceânicas mais afastadas (Fig.4 e 5).

Por questões logísticas, foram obtidas amostras para análise de nutrientes apenas em 10 estações oceanográficas, onde foram possíveis lançamentos de Garrafa de Nansen.

As concentrações de nitrato, fosfato e silicato na superfície (Tabela II) variaram respectivamente de 2.83 à 16.3, 0.09 à 0.19 e 0.12 à 20.7  $\mu\text{M}$ . As concentrações de fosfato foram máximas à 100 metros nas estações 7, 10 e 13. As mínimas e máximas foram 0.09 e 0.36  $\mu\text{M}$  na superfície da estação 10 e à 100 metros na estação 13 respectivamente. Trabalhos anteriores em áreas oceânicas da Região Sueste, relataram valores de fosfato inferiores à 0.2  $\mu\text{M}$  (Silva,1991). Os valores de nitrato e silicato podem ser considerados duvidosos e serão discutidos posteriormente.

## 7.2. Fitoplâncton

As análises microscópicas do fitoplâncton total (as contagens em número de células por litro, encontram-se nos Anexos de 1 à 6) revelaram a ocorrência de diatomáceas, cocolitoforídeos, dinoflagelados e fitoflagelados. Os gêneros mais frequentes estão listadas na Tabela III. Foram identificados 9 gêneros de diatomáceas, 10 gêneros de dinoflagelados, 1 espécie de cocolitoforídeo e 2 gêneros de

silicoflagelados. As diatomáceas mais frequentes foram *Coscinodiscus sp.*, *Thalassiosira sp.*, *Thalassiothrix sp.* e *Planctoniella sol.*

Os gêneros de dinoflagelados mais abundantes foram *Prorocentrum*, *Protoperidinium*, *Ceratium*, *Dinophysis* e a espécie *Podolampa spinifera*.

O fitoplâncton foi numericamente dominado por organismos menores que 20 µm, sendo que o grupo dos fitoflagelados (Fig.6) foi o que apresentou maior densidade celular com máximos de 1.500.000 cél/l na superfície da estação 1. A classe de tamanho <3 µm, constituído por mônadas e células não identificadas, dominou em todas as estações. A distribuição espacial foi irregular, com densidades semelhantes na superfície de todas as estações.

As células de 3-6, 6-12 e 12-20 µm foram pouco abundantes nos três níveis estudados, e somadas representavam de 10 ~ 20 % dos fitoflagelados nanoplânctônicos em todas as amostras. Na contagem dos outros grupos do nanoplâncton (Fig.7), nota-se claramente a dominância de diatomáceas em grande parte das estações, mas principalmente no Transecto I, nos três níveis de profundidade, com máximo de 740 céls/l na superfície da estação 5. As concentrações máximas de fitoplâncton foram em torno de 800 à 900 céls/l na superfície das estações 5, 6 e 7, decrescendo para valores médios abaixo de 500 céls/l à 100 m. A distribuição espacial apresentou-se em geral homogênea, sem um padrão definido.

A densidade de dinoflagelados do nanoplâncton variou de 20 a 160 céls/l e do microplâncton variou de 2 a 122 céls/l.

Cocolitoforídeos dominaram o microplâncton principalmente do Transecto I, seguido pelos dinoflagelados (Fig.8). Os pequenos cocolitoforídeos (provavelmente *Emiliana huxleyi*) foram frequentes e abundantes com densidades entre 20 e 180 céls/l.



As concentrações do microplâncton (Fig.8) foram em média maiores na superfície, com máximos em torno de 270 céls/l na estação 6 (Transecto I), decrescendo a 10 m, com valores médios abaixo de 100 céls/l em todos os transectos. A distribuição horizontal ao longo dos transectos II e III foi irregular. No entanto, o padrão de distribuição no Transecto I, revelou máximas concentrações nas estações 4, 5 e 6, tanto na superfície quanto a 10 metros.

As máximas densidades de dinoflagelados e cocolitoforídeos do microplâncton foram respectivamente de 122 e 188 céls/l, decrescendo à 100 m para mínimas de 2 à 8 céls/l. Houve um aumento irregular de células na superfície e 10 m das estações 5 e 6.

Ambas categorias de tamanho foram mais abundantes em camadas superficiais. Células menores que 3  $\mu$ m dominaram, com máximos na superfície em torno de 1.400.000 céls/l.

## 8. DISCUSSÃO

### 8.1. Hidrografia

A estrutura oceanográfica da Região Sueste do Brasil, faz parte do Giro Subtropical do Atlântico Sul Ocidental (Sverdrup *et al.*, 1942) onde o encontro de massas de água de origens diferentes torna complexa as características hidrográficas da região.

Os pares termohalinos obtidos na superfície caracterizam a Água Tropical, de acordo com Emilsson (1961) e Sverdrup *et al.* (1942). A Corrente do Brasil flui na direção sul levando a AT das regiões equatoriais dominando as áreas oceânicas. Estas águas quentes encontram

águas frias da Corrente das Malvinas que transporta águas subantárticas para o norte formando o lado oeste da Convergência Subtropical do Atlântico Sul (CST) entre Uruguai e Argentina. Nesta zona de mistura as águas subantárticas submergem e deslocam-se abaixo da Água Tropical e alcançam áreas oceânicas das regiões sul e sueste do Brasil como parte da Água Central do Atlântico Sul (Deacon, 1933; Sverdrup *et al.*, 1942; Emilsson, 1961; Matsuura, 1986).

Complementam esta estrutura oceanográfica um regime de ventos bem definidos, a formação de frentes hidrográficas (p.ex. CST), e as ressurgências de bordo de plataforma (Mesquita, 1983; Brandini, 1986; Matsuura, 1986). Tais características favorecem a entrada de nutrientes inorgânicos na zona eufótica e conseqüentemente estimulam o desenvolvimento da biomassa planctônica, colocando a Região Sueste entre uma das mais produtivas do Brasil (Matsuura, 1987).

Segundo Schutt (1893, in Smayda, 1958), cada sistema de corrente possui sua flora característica. Assim, num ambiente de mistura encontram-se organismos característicos das diversas massas de água envolvidas. Dentre as espécies visitantes, algumas são especialmente importantes por indicarem a influência ou presença de determinada massa de água, sendo então chamadas espécies indicadoras.

## 8.2. Parâmetros físico-químicos

A característica mais evidente nos padrões de distribuição horizontal dos parâmetros físico-químicos foi a homogeneidade hidrográfica observada na superfície de quase toda a área de estudo. Entretanto, no plano vertical a temperatura e a salinidade, por apresentarem grandes variações entre superfície e 100 m, indicam uma zona eufótica permanentemente estratificada e, conseqüentemente, pobre em

nutrientes. A partir dos 80-100 metros podemos observar acentuada queda na temperatura, marcando o início da termoclina permanente, onde as concentrações de nutrientes são maiores do que na camada superior da zona eufótica, e a luz torna-se o fator limitante.

As concentrações de nitrato foram excessivamente altas provavelmente devido à erro metodológico. Brandini (1986) publicou resultados de um cruzeiro durante o outono de 1983 na Região Sueste, onde as concentrações na superfície de nitrato, fosfato e silicato variaram respectivamente de 1.41 à 5.69, 0.0 à 0.63 e 4.10 à 25.25  $\mu\text{M}$ . Brandini (1990) comparou dados obtidos no inverno de 1982 e no verão de 1984, encontrando concentrações de fosfato menores que 1  $\mu\text{M}$ , nitrato entre 0.02 à 3.29  $\mu\text{M}$  e silicato maiores que 5  $\mu\text{M}$  na região oceânica. Portanto são concentrações muito abaixo das encontradas no presente trabalho.

Apesar de grande parte das análises de nutrientes apresentarem-se provavelmente com erro metodológico, as concentrações de fosfato e silicato à 100 m foram em geral mais altas do que na superfície, indicando o início da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) onde geralmente são encontradas altas concentrações de nutrientes (Brandini, 1990 e Matsuura, 1986). As concentrações de nitrato aumentaram das estações mais próximas ao talude para as áreas oceânicas nos níveis de 10 e 100 m.

Geralmente, o fósforo é abundante na maioria dos ecossistemas marinhos e não limita a fotossíntese, ao passo que o nitrogênio têm sido apontado como o principal fator limitante do desenvolvimento do fitoplâncton marinho (Teixeira, 1973; Thomas, 1970; Ryther and Dunstan, 1971).

Brandini (1990) observou que, ao contrário do fosfato, tanto a distribuição horizontal do nitrato na superfície quanto a distribuição vertical na zona eufótica da Região Sueste não seguem um padrão de distribuição conservativo<sup>1</sup> devido à maior absorção pelo fitoplâncton em relação aos demais nutrientes.

1

### 8.3. Fitoplâncton

Os organismos nanoplanctônicos dominaram numericamente em todas as estações. Vários autores têm demonstrado que as células nanoplanctônicas representam de 50-80% do "standing-stock" total que compreende o fitoplâncton. De acordo com Munk & Riley (1952), existem diferenças marcantes na taxa de absorção de nutrientes de acordo com o tamanho celular, sendo que as formas menores têm taxas de absorção mais elevadas. Isto é importante em ambientes de condições nutricionais deficientes como é o caso das águas tropicais oligotróficas, favorecendo a dominância numérica dos fitoflagelados do nanoplâncton. A importância ecológica desses organismos em águas oligotróficas vêm sendo reconhecida há muito tempo. Segundo Smetacek & Pollehne (1987), a adaptação destes organismos às condições oligotróficas é fundamental para a reciclagem de nutrientes na coluna de água.

Segundo Margalef (1978), a motilidade das células flageladas torna-se uma vantagem importante para a sobrevivência em condições oligotróficas; o movimento das células em relação à água ao redor aumenta a eficiência na absorção de nutrientes. Isto é particularmente importante no caso de dinoflagelados e cocolitoforídeos do microplâncton

---

<sup>1</sup> O comportamento conservativo de determinados parâmetros químicos é quando a sua concentração na água só se altera devido à mistura física de massas de água com concentrações diferentes (p. ex., a salinidade). O elemento conservativo é aquele que se "conserva" dentro do sistema, sendo apenas diluído durante os processos de mistura.

que apesar da desvantagem de ser maior, e portanto necessitarem de mais nutrientes, tem a vantagem da locomoção.

Nos ambientes oceânicos tropicais dominam organismos nanoplânctônicos adaptados à baixa concentração de nutrientes devido à sua maior relação superfície/volume, o que lhes possibilita uma alta taxa de crescimento às custas de baixa taxa de absorção de nutrientes (Eppley *et al.*, 1969; Friebele *et al.*, 1978). As características tropicais da região estudada oferecem condições adequadas de luz, temperatura e pH necessárias para o desenvolvimento de cocolitoforídeos (Paasche, 1968), o que naturalmente explica a presença e abundância de *Emiliana huxleyi* em todas as amostras. Brandini (1986) observou também a abundância de cocolitoforídeos nas áreas afetadas pela Água Tropical durante o inverno de 1982.

Uma análise sobre a distribuição global dos grupos de fitoplâncton em relação às massas de água foi feito por Smayda (1980), o qual observou que as diatomáceas são mais comuns em regiões de água fria enquanto que cocolitoforídeos predominam em águas mais quentes. Isso talvez possa explicar a baixa densidade de diatomáceas e a abundância de cocolitoforídeos na classe do microplâncton, na região de estudo dominada por água tropical oligotrófica.

As diatomáceas necessitam de maior concentração de nutrientes para atingir a taxa máxima de crescimento. Por isso são abundantes ou restritas apenas às áreas ricas em nutrientes tais como regiões costeiras de baixas latitudes, estuarinas, ressurgências e no verão em oceanos polares. Apesar disso, no presente estudo, a contribuição relativa das diatomáceas no grupo do nanoplâncton foi muito maior do que a dos cocolitoforídeos e dinoflagelados.

Dentre as espécies encontradas a maioria é cosmopolita de regiões temperadas e tropicais conforme Tester e Steindinger (1979).

A composição fitoplanctônica de regiões tropicais profundas nos oceanos do mundo é semelhante. Diatomáceas dos gêneros *Chaetoceros*, *Nitzschia*, *Planktoniella*, *Rhizosolenia*, *Thalassionema*, *Thalassiothrix*, e dinoflagelados dos gêneros *Ceratium* e *Prorocentrum* são comuns em diversos oceanos e também ocorreram nas estações do presente estudo.

O método pelo qual as células fitoplanctônicas alcançam as várias profundidades podem ser conjecturados (Smatacek & Pollehne, 1987). Além das condições físicas do ambiente, como luz, turbulência, diferenças de densidade e temperatura e da presença de flagelos, outra hipótese provável, é que elas sejam transportadas rapidamente dentro de pelotas fecais de herbívoros como o zooplâncton e micronecton. É conhecido que células de fitoplâncton de água doce, depois de passarem pelos intestinos dos herbívoros podem ainda manter sua atividade fotossintética (Porter, 1976).

## 9. Considerações Finais

Do ponto de vista hidrográfico, a área de estudo é um setor oceânico, dominado pela massa de Água Tropical da Corrente do Brasil, com gradientes ambientais pouco acentuados, condições homogêneas na maior parte da zona eufótica, sugerindo a ocorrência preferencial do sistema de produção regenerada, no qual ocorre a remineralização de nutrientes no próprio sistema (Dugdale & Goering, 1967).

A associação fitoplanctônica da Região Sueste durante o verão de 1989 foi tipicamente indicadora de águas oligotróficas quentes. A

predominância de fitoflagelados e coccolitoforídeos nanoplanctônicos. A escassez de diatomáceas e dinoflagelados do microplâncton, são resultados já estudados anteriormente (Soares, 1983; Brandini, 1986 e Brandini, 1988) em áreas dominadas pela Água Tropical da Corrente do Brasil.

Entretanto, a dominância numérica de diatomáceas menores do que 20 µm sobre os dinoflagelados e coccolitoforídeos da mesma classe de tamanho ainda não havia sido documentadas em estudos semelhantes, feitos em regiões tropicais fora da plataforma, e deve ser investigadas em trabalhos futuros.

#### Referências Bibliográficas

- BONEY, A.D. 1975. Phytoplankton. London, Edward Arnold. 116 pg.
- BRANDINI, F.P. 1985. Seasonal succession of the phytoplankton in the Bay of Paranaguá. Rev. Brasil. Biol., 45(4).
- BRANDINI, F.P. 1986. Hidrografia e características do fitoplâncton da Região Sueste do Brasil: Produção primária, biomassa e composição. Dissertação de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 110 p.
- BRANDINI, F.P. 1988. Phytoplankton composition and distribution in the southeastern Brazil in relation to the hydrographic regime. (July/August 1982). Ciência e Cultura, 30(4):334-341.
- BRANDINI, F.P. 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in the shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter

- (July/August 1982) and summer (February/March 1984). *Hydrobiologia* 196:111-148.
- DUGDALE, R.C. & GOERING, J.J. 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary productivity. *Limnol. oceanogr.*, 12: 196-206.
- DHN, 1989. Relatório da Operação Monitor IV. N/Oc. Almirante Saldanha, não publicado.
- DUSSART, B. M., 1965. Les diferentes categories de plancton. *Hydrobiologia* 26: 135-147.
- EMILSSON, I., 1961. The Shelf and Coastal Waters of Southern Brazil. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, S. Paulo, 11:101-112.
- EPPLEY, R. W., 1969. Studies of nitrate reductase in marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 14:194-205.
- \_\_\_\_\_ 1972. Temperature and phytoplankton growth in the sea. *Fish. Bull.*, 70(4):1063-1085.
- FRIEBELE, E.S., D.L., CORRELL and M.A. FAUST, 1978. Relationship between phytoplankton cell size and the rate of orthophosphate uptake: *in situ* observations of an estuarine population. *Mar. Biol.* 45, 39-52.
- GAARDER, K.R., 1971. Comments on the distribution of coccolithophorids in the oceans. *The Micropalaeontology of Oceans* (Ed. B.M. Funnell and W.R. Riedel) University Press, Cambridge.
- GARDINER, W. & DAWES, C., 1987. Seasonal variation of nanoplankton flagellate densities in Tampa Bay, Florida. *Bulletin of Marine Science*, 40(2):231-239.
- GLOSSÁRIO DE ECOLOGIA, 1987. Academia de Ciências do Estado de São Paulo - ACIESP (publicação) - 1º ed. 271 pgs.



- HANNAH, F. J. & BONEY, A.D., 1983. Nanophytoplankton in the Firth of Clyde, Scotland: seasonal abundance, carbon fixation and species composition. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 67:135-147.
- KANDA, J.; SAINO, T. & HATTORI, A., 1985. Nitrogen uptake by natural populations of phytoplankton and primary production in the Pacific Ocean: Regional variability of uptake capacity. *Limnol. Oceanogr.* 30(5):987-999.
- LASKER, R. 1978. The relation between oceanographic conditions and larval anchovy food in the California Current: Identification of factors contributing to recruitment failure. *Réun. int. Explor. Mer.* 173:212-230.
- MAGLIOCA, A. 1987. Glossário de Oceanografia. EDUSP. Editora da Universidade de São Paulo. 1º ed. 355 pgs.
- MARGALEF, R. 1978. Life forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanol. Acta.* 1:493-509.
- MARSHALL, H. G., 1976. Phytoplankton distribution along the Eastern coast of the USA. I. Phytoplankton composition. *Mar. Biol.*, 38:81 - 89.
- MATSUURA, Y., 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). *Ciência e Cultura* 38:1439-1450.
- MESQUITA, A. R.; LEITE, J. B. A. & RIZZO, R. 1983. Note on the shelf break upwelling off the southeast coast of Brazil. *Bolm. Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 32 (2):193-198.
- PAASCHE, E. 1968a. Biology and physiology of coccolithophorids. *Ann. Rev. Microbiol.*, 22:71-86.

- PARSONS, T. & TAKAHASHI M., 1973. Biological Oceanographic Processes. Institute of Oceanography - University of British Columbia, Pergamon Press. 186p.
- PLATT, T. 1989. Biological production of the oceans: the case for a consensus. Mar. Ecol. Prog. Ser. 52: 77-88.
- PORTER, K. 1976. Enhancement of algal growth and productivity by grazing zooplankton. Science 192: 1332-1334.
- RAYMONT, J., 1980. Plankton and productivity in the Oceans. Vol.1 - Phytoplankton. Second Edition. Pergamon International Library . Oxford.
- RYTHER, J.H., and DUNSTAN, W.M., 1971. Nitrogen, phosphorus, and eutrophication in the coastal marine environment. Science 171:1008-1013.
- SHELDON, R.W., 1984. Phytoplankton growth rates in the tropical ocean. Limnol. Oceanogr., 29(6):1342-1346.
- SILVA, J.R.B.M., 1991. Características do fitoplâncton e hidrografia na plataforma continental e região oceânica do Estado de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 84 pag.
- SMAYDA, T. J., 1958. Biogeographical studies of marine phytoplankton. Oikos, 9(2):158 - 191.
- SMAYDA, T. J., 1980. Phytoplankton species succession. In: I. Morris (ed). The physiological ecology of phytoplankton. Studies in Ecology. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 493 - 570.
- SMETACEK, V. & POLLEHNE, F., 1987. Nutrient cycling in pelagic systems: a reappraisal of the conceptual framework. Ophelia 26:401-428.

- SMITH, R.E.; GEIDER, R.J. & PLATT, T., 1984. Microplankton productivity in the oligotrophic ocean. *Nature* vol.311.
- SOARES, F.S. 1983. Estudo do fitoplâncton em águas costeiras e oceânicas da região de Cabo Frio - RJ (23° 31'S; 41° 52'W) até o Cabo de Santa Marta - SC (28° 43'S; 47° 57'W). Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, S. Paulo. 118 p.
- STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS T.R., 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fish. Res. Bd. Can. 167, 2<sup>nd</sup>. ed. Ottawa, 310pp.
- SUBBA RAO, D.V. & SAMEOTO, D., 1988. Relationship between phytoplankton and copepods in the tropical Pacific Ocean off Costa Rica. *Bulletin of Marine Science*, 42(1):85-100.
- SVERDRUP, H.U. JOHNSON, M.W., FLEMING, R.H., 1942. *The ocean: their physics, chemistry and general biology*. Englewood Cliffs, Prentice Hall. 1987p.
- TAKAHASHI, M. & HORI, T., 1984. Abundance of picophytoplankton in the subsurface chlorophyll maximum layer in subtropical and tropical waters. *Marine Biology* 79, 177-186.
- TEIXEIRA, C., 1973. Preliminary studies of primary production in the Ubatuba Region (Lat. 23 30'S - Long. 45 06'W), Brazil. *Bolm. Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 22:49-58.
- TESTER, L. S. & STEINDIGER, K. A., 1979. Nearshore marine ecology at Hutchinson Island, Florida: 1971 - 1974. VII. Phytoplankton, 1971 - 1973. *Fla. Mar. Res. Publ.*, 34:16 - 71.
- THOMAS, W.H., 1967. The nitrogen nutrition of phytoplankton in the northeastern tropical Pacific Ocean. *Studies of Tropical Oceanography*, Miami. 5:280-289.

- THOMAS, N.H., 1970. A nitrogen deficiency in Tropical Pacific Ocean phytoplankton: photosynthetic parameters in poor and rich waters. *Limnol. Oceanogr.* 15:380-385.
- UTERMÖHL, H. 1931. Über das ungekehrte mikroskop. *Arch. hydrobiol.* 22:643-645.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton - Methodik. *Mitt. int. Ver. theor. angew. Limnol.*, 9:1-38.
- VALENTIN, J.L., ANDRÉ, D.L. & JACOB, S. A. 1987. Hydrobiology in the Cabo Frio (Brazil) upwelling: two-dimensional structure and variability during a wind cycle. *Continental Shelf Res.*, 7(1):77-88.
- ZEMBRUSCKI, S.G. 1979. Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes. In: Projeto REMAC. Reconhecimento da margem continental brasileira. Rio de Janeiro, PETROBRÁS/CENPES/DINTEP. v.7, p.129-177.

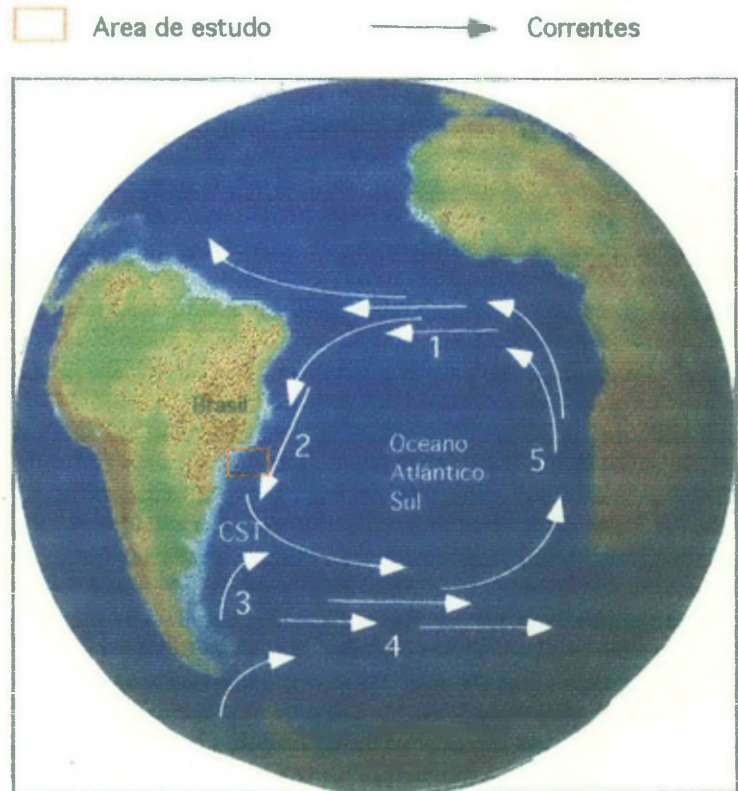


Fig.1. Circulação Oceânica do Giro Subtropical do Atlântico Sul

- 1. Corrente Sul-Equatorial; 2. Corrente do Brasil;
- 3. Corrente das Malvinas; 4. Deriva do Vento Oeste
- 5. Corrente de Benguela
- CST: Convergência Subtropical

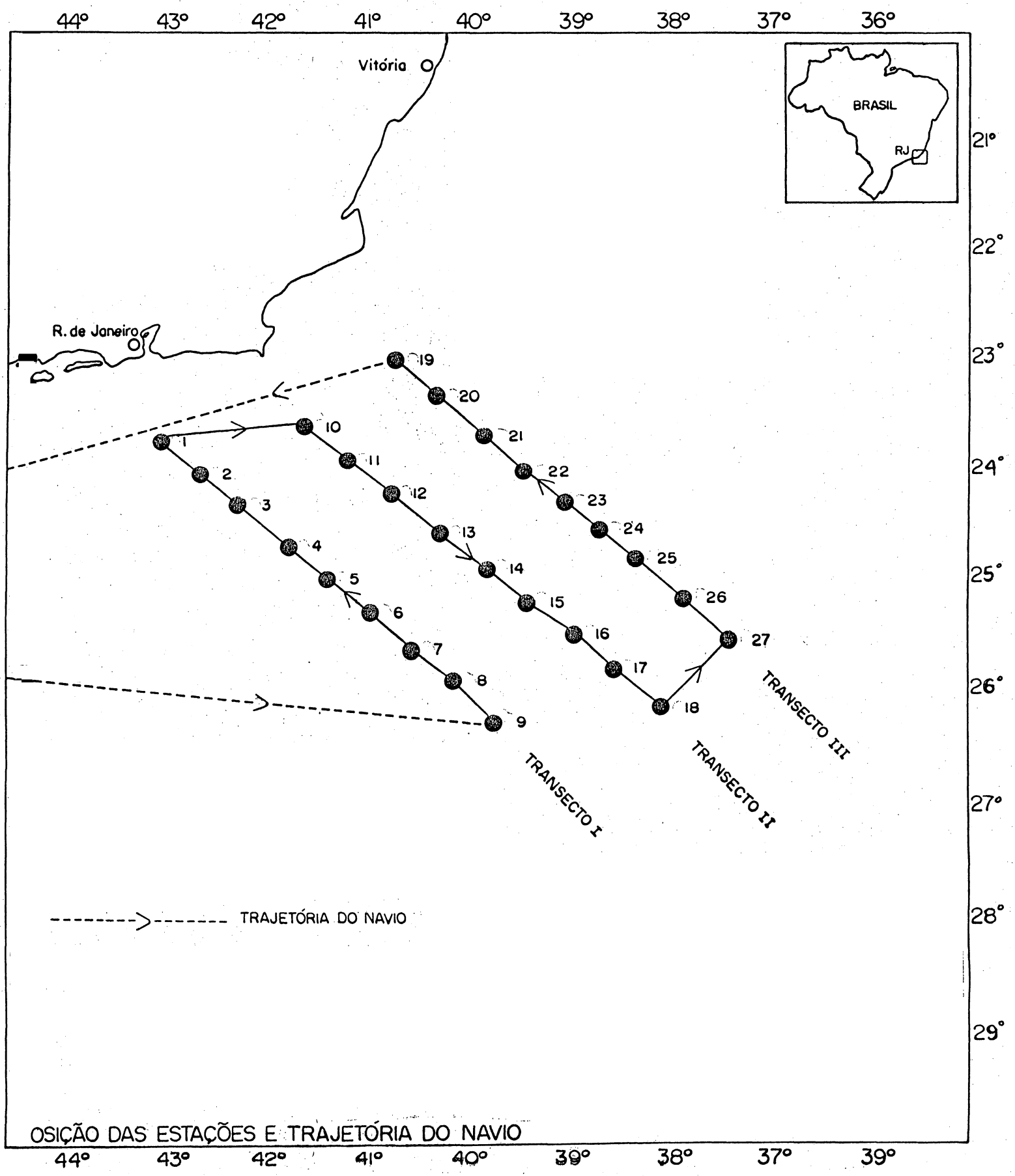


Fig. 2

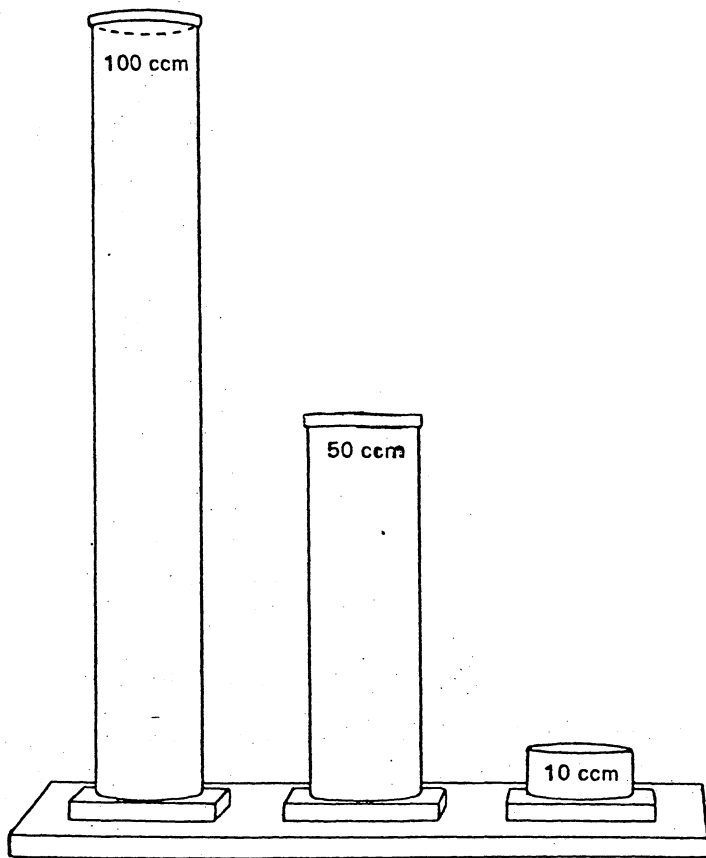


Fig. 3.1 Cilindros e cubas de sedimentação com diferentes volumes.

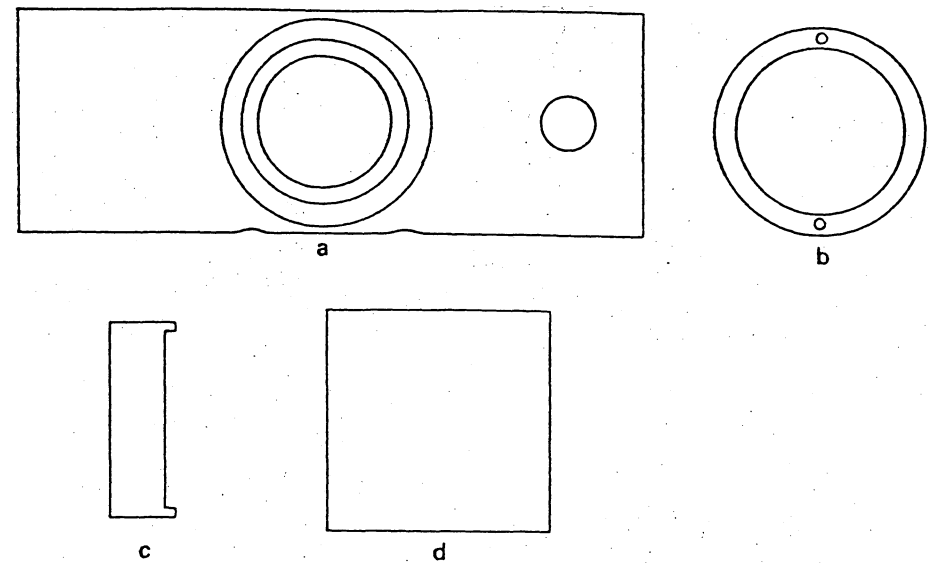


Fig. 3.2 a) cuba de sedimentação; b) anel de suporte de fundo; c) chave de ajuste do anel; d) placa superior (de vidro) da cuba de sedimentação.

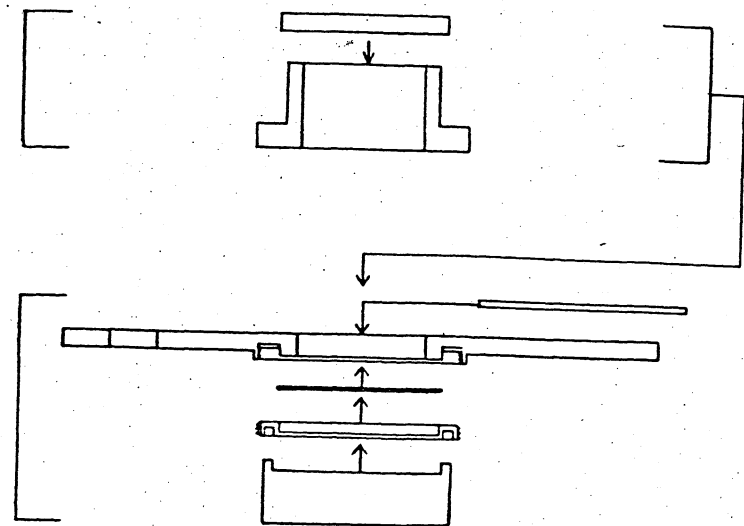


Fig. 3.3 Secção vertical do cilindro e cuba de sedimentação.

Fig. 3 Cubas de sedimentação (Técnica de UTERMÖHL).

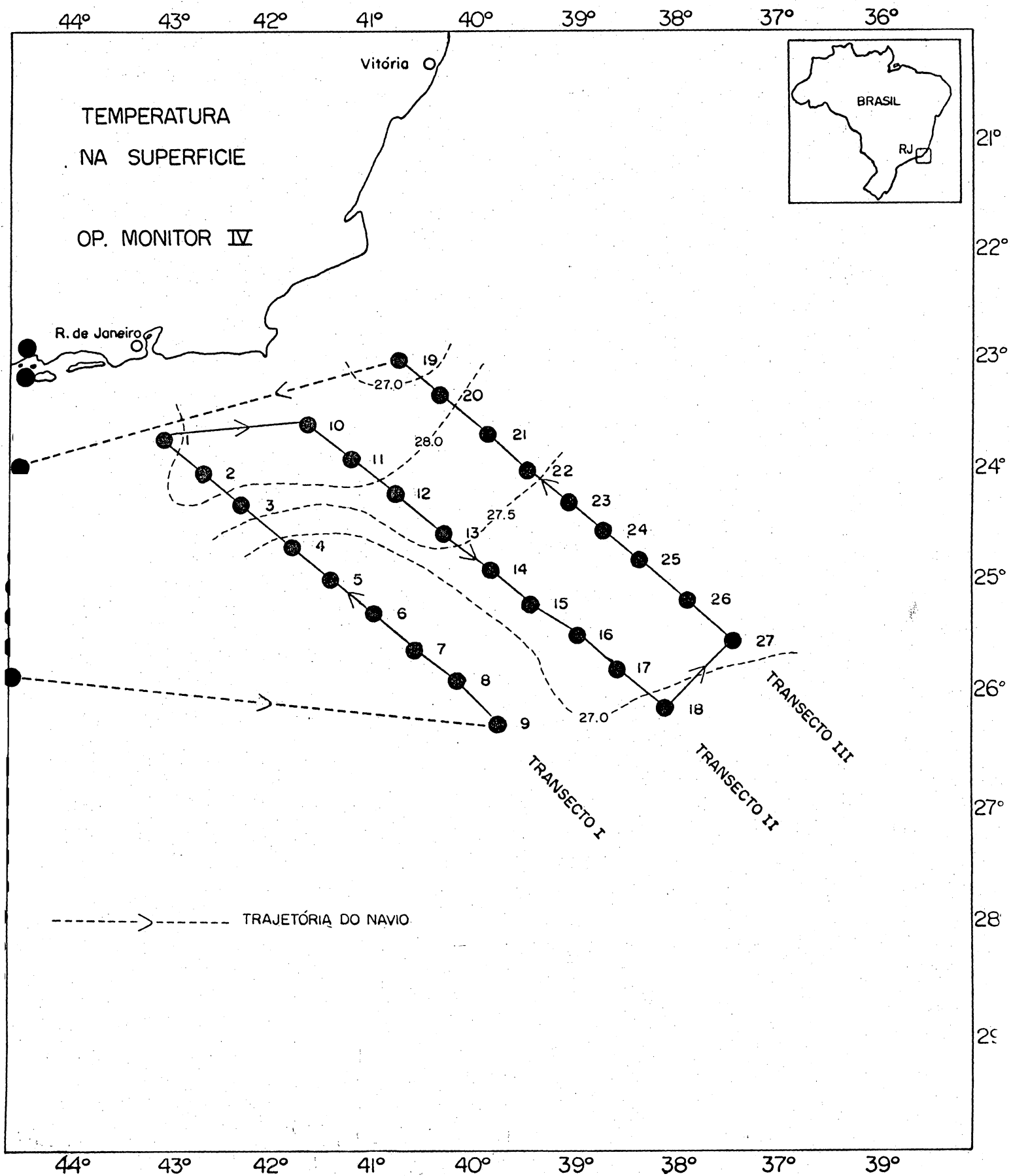


Fig.4. Isolinhas de temperatura - março/89



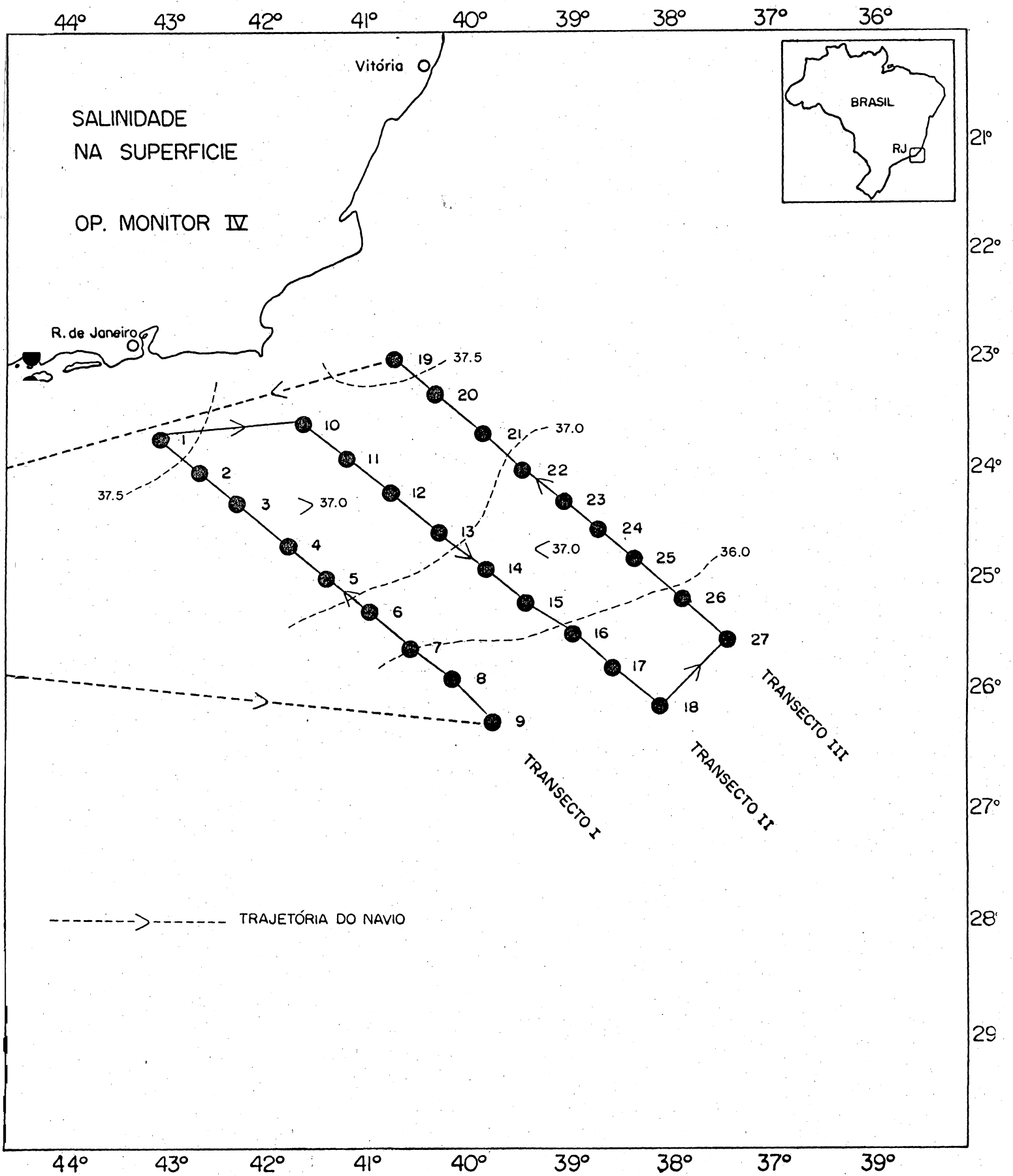


Fig. 5. Isolinhas de salinidade - março/89

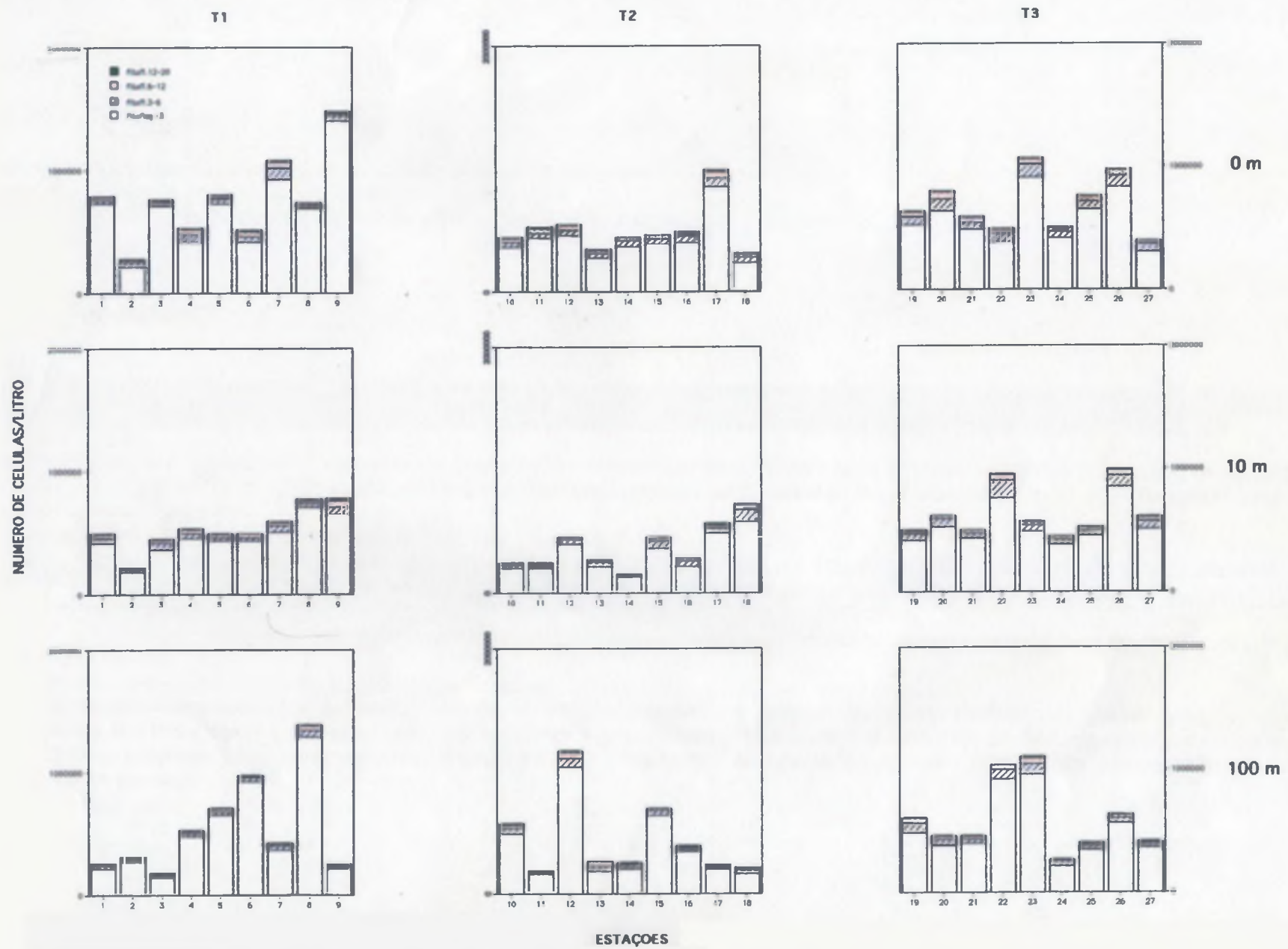


Fig. 6. Gráficos do padrão de distribuição dos fitoflagelados do nanoplâncton à 0, 10 e 100 metros (vol. sedimentado - 50 ml).

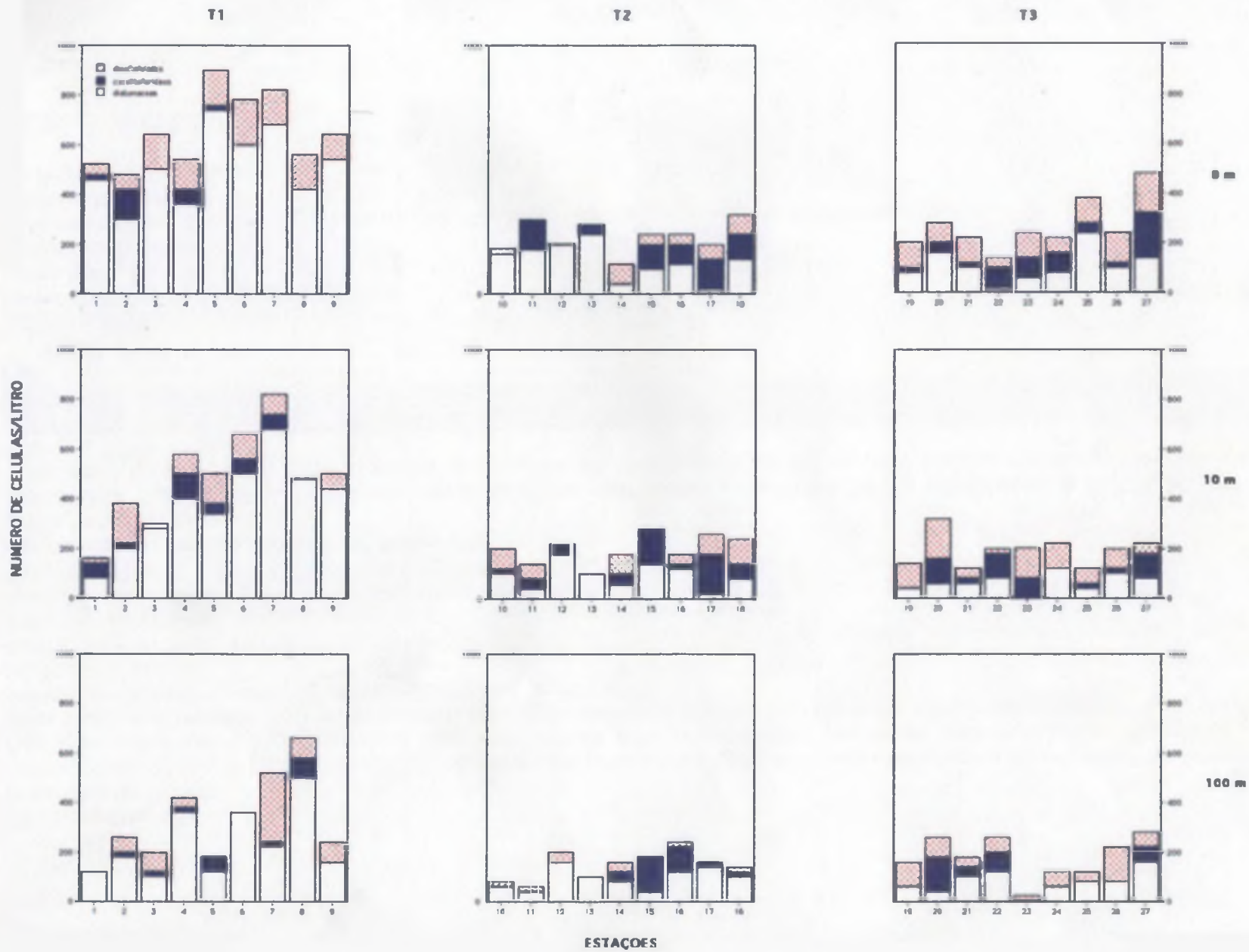


Fig. 7. Gráficos do padrão de distribuição de diatomáceas, coccolitoforídeos e dinoflagelados do nanoplâncton à 0, 10 e 100 metros (vol. sedimentado - 50 ml).

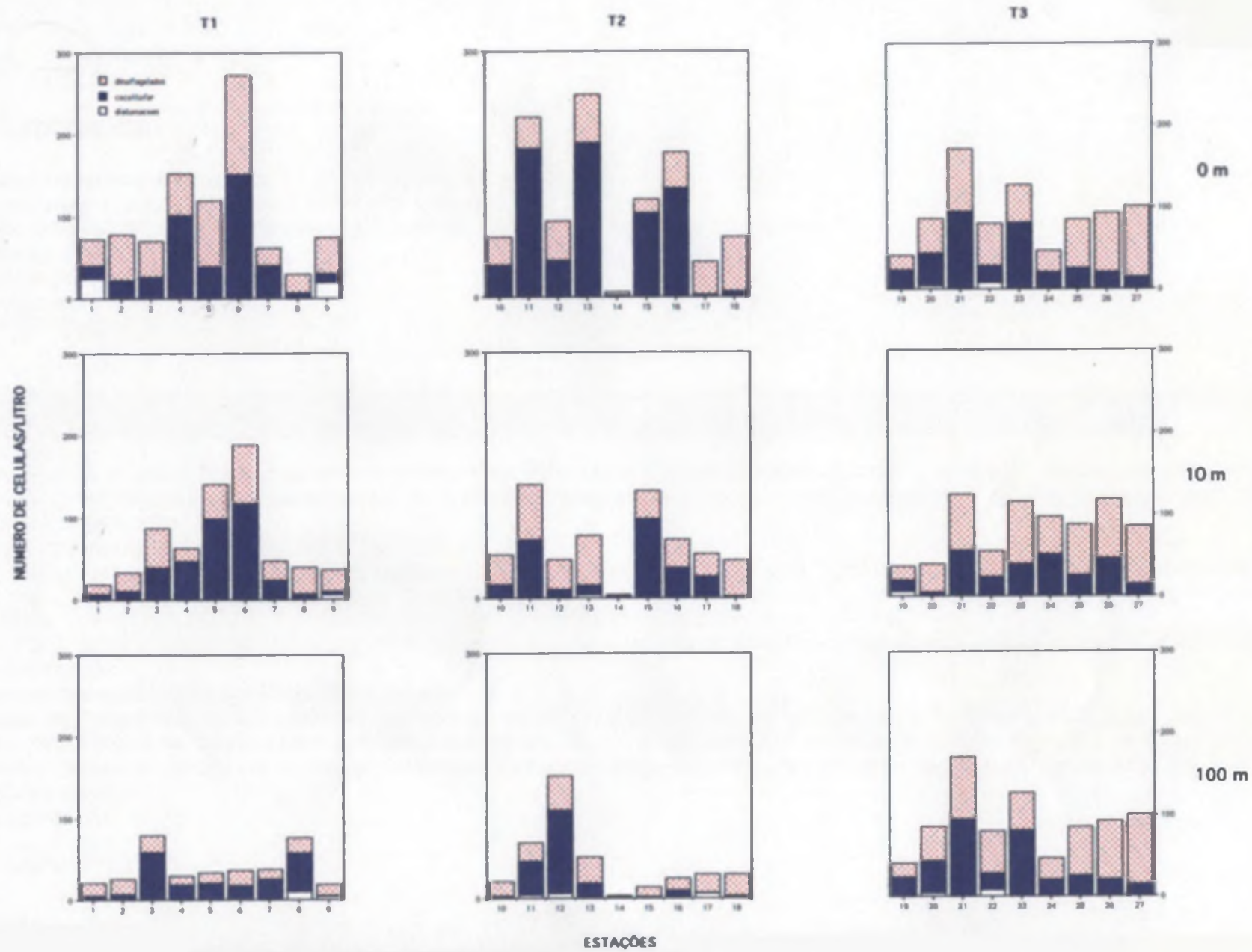


Fig. 8. gráficos do padrão de distribuição do microplâncton à 0, 10 e 100 metros (vol. sedimentado - 500 ml).

Tabela I. Dados de temperatura e salinidade à 0, 10 e 100 metros, em áreas oceânicas da Região Sueste do Brasil em março de 1989.

Estação	Temperatura			Salinidade		
	0m	10m	100m	0m	10m	100m
1	27,51	26,6	16,39	36,67	36,96	35,74
2	28,16	27,85	22,02	37,46	37,5	37,22
3	27,94	27,91	22,3	37,44	37,5	37,39
4	26,17	27,19	23,1	36,94	36,94	36,96
5	26,74	26,78	20,67	36,77	36,85	37,36
6	26,55	26,57	20,24	36,79	36,82	36,52
7	26,43	26,42	20,55	36,67	36,67	36,86
8	26,83	26,83	21,34	36,74	36,91	36,83
9	26,86	26,91	22,89	36,78	36,86	37,4
10	27,63	27,62	20,85	37,15	37,08	36,41
11	27,44	27,32	18,78	37,02	37,12	36,86
12	28,19	28,16	24,48	37,3	37,38	37,81
13	27,68	27,68	23,27	37,06	37,16	37,5
14	27,09	27,1	21,25	36,85	36,89	37,13
15	27,01	26,97	21,73	36,8	36,74	37,18
16	27,06	26,81	27,07	36,55	36,64	36,55
17	27,25	26,86	21,6	36,89	36,8	37,24
18	26,79	26,33	18,95	36,4	36,43	36,2
19	26,96	26,95	18,05	36,78	37,08	37,03
20	27,91	27,91	22,83	37,26	37,33	37,53
21	28,13	28,12	22,18	37,4	37,41	37,28
22	27,64	27,52	21,65	36,88	37	37,12
23	26,93	26,92	20,9	36,69	36,69	36,82
24	27,04	27,04	19,49	36,6	36,66	36,62
25	27,19	27,18	18,81	36,6	36,65	36,65
26	27,59	27,4	19,84	36,59	36,79	36,44
27	27,03	26,62	19,02	36,76	36,72	36,77

Tabela II. Concentração de nutrientes à 0, 10 e 100 metros em áreas oceânicas da Região Sueste do Brasil em março de 1989.

Estação	Nitrato			Fosfato			Silicato		
	0m	10m	100m	0m	10m	100m	0m	10m	100m
1	5,26	5,21	8,32	0,15	0,2	0,26	20,7	44,64	29,59
2	9,74	8,98	11,45						
4	8,46	10,25	10,53	0,19	0,19	0,25	0,23	23,33	22,83
7	2,83	11,34	15,09	0,17	0,15	0,31	20,4	33,33	38,78
10	11,79	12,52	12,99	0,09	0,18	0,31	0,17	0,18	0,21
13	13,01	13,01	12,59	0,2	0,2	0,36	0,25	24,85	
16	16,3	36,77	32,62	0,14	0,12	0,13		0,18	0,24
21	10,16	10,16	10,26	0,13	0,13	0,18	0,17	17,57	15,56
24	10,81	15,32	15,6	0,13	0,11	0,17	11,31	11,11	13,23
27	11,84	11,84	11,56	0,09	0,09	0,03	0,12	12,12	38,78

TABELA III. Lista de gêneros do fitoplâncton observados em áreas oceânicas da região sueste, em março de 1989.

DIATOMÁCEAS

*Bipdulphia* sp  
*Coscinodiscus* sp  
*Navicula* sp  
*Nitzchia* sp  
*Planktoniella sol*  
*Rhizosolenia* sp  
*Thalassionema* sp  
*Thalassiosira* sp  
*Thalassiothrix* sp

DINOFLAGELADOS

*Ceratium* sp  
*Dinophysis* sp.  
*Gymnodinium* sp  
*Gyrodinium* sp  
*Ornithocercus* sp  
*Oxytoxum* sp  
*Podolampas spinifera*  
*Prorocentrum* sp  
*Protooperidinium* sp  
*Pyrocystis* sp

COCOLITOFORÍDEO

*Coccolithus huxleyi*

SILICOFLAGELADO

*Dictyocha* sp  
*Dictiocysta* sp

Estações	Diatomáceas	Cocolitoforídeos	Dinoflagelados
1	24	16	32
2	2	20	56
3	2	24	44
4	2	100	50
5	1	38	80
6	1	150	122
7	2	38	22
8	1	6	22
9	20	10	44
10	1	38	34
11	2	180	38
12	1	44	48
13	1	188	58
14	1	1	4
15	1	102	16
16	1	132	44
17	1	2	40
18	1	6	66
19	1	22	18
20	4	40	42
21	1	94	76
22	8	20	52
23	1	80	46
24	1	20	26
25	1	24	60
26	1	20	72
27	1	14	86

ANEXO 1 - MICROPLÂNCTON, SUPERFÍCIE (VOL. SEDIMENTADO: 500 ML)  
N° CÉL/L



Estações	Diatomáceas	Cocolitoforídeos	Dinoflagelados
1	1	6	12
2	1	10	22
3	1	38	48
4	1	46	16
5	1	98	42
6	1	116	72
7	1	22	24
8	1	6	32
9	6	4	26
10	1	16	36
11	1	70	68
12	1	10	36
13	4	12	60
14	1	1	2
15	1	96	34
16	1	36	34
17	2	24	28
18	1	1	44
19	6	14	16
20	1	4	34
21	2	54	68
22	1	22	32
23	1	38	76
24	1	50	46
25	1	24	62
26	2	44	72
27	1	14	70

ANEXO 2 - MICROPLÂNCTON, 10 METROS (VOL. SED.: 500 ML)  
N° CÉL/L

Estações	Diatomáceas	Cocolitoforídeos	Dinoflagelados
1	1	4	16
2	1	6	18
3	1	58	20
4	1	18	10
5	1	20	12
6	2	16	18
7	1	24	12
8	10	48	18
9	4	1	14
10	1	2	18
11	4	42	22
12	6	102	42
13	1	18	32
14	1	1	1
15	1	1	12
16	2	8	14
17	6	1	22
18	2	1	26
19	4	22	14
20	2	2	52
21	1	20	1
22	4	2	8
23	6	12	6
24	1	2	8
25	1	4	6
26	1	1	16
27	2	8	14

ANEXO 3 - MICROPLÂNCTON, 100 METROS (VOL. SED.: 500 ML)  
N° CÉL/L

Estações	Diatomáceas	Cocolitofórideos	Dinoflagelados	Fitoflag. <3 $\mu$ m	Fitoflag. 3-6 $\mu$ m	Fitoflag. 6-12 $\mu$ m	Fitoflag. 12-20 $\mu$ m
1	460	20	40	727280	26743	27359	5792
2	300	120	60	218184	34138	23416	4929
3	500	1	140	709098	28592	19102	2711
4	360	60	120	418186	62653	39680	8005
5	740	20	140	727280	41421	24365	6961
6	600	1	180	418186	46642	38984	9050
7	680	1	140	927282	86323	53255	13226
8	420	1	140	690916	27498	14619	4873
9	540	1	100	1400014	45250	22973	11486
10	160	1	20	363640	39263	30630	9050
11	180	120	1	436368	39680	35782	13226
12	200	1	1	454550	49009	37592	7657
13	240	40	1	272730	38984	28820	5151
14	40	1	80	363640	53882	22555	5151
15	100	100	40	381822	44902	33067	5917
16	120	80	40	400004	57780	24713	5221
17	20	120	60	854554	71007	52211	9398
18	140	100	80	236366	42250	25409	7309
19	80	20	100	527278	63002	39333	6962
20	160	40	80	636370	100594	58129	7310
21	100	20	100	490914	58477	40029	5569
22	20	80	40	381822	71480	32659	9243
23	60	80	100	909100	109992	41421	7310
24	80	80	60	418186	52908	33764	4525
25	240	40	100	654552	65090	37592	5917
26	100	20	120	836372	88411	43162	9398
27	140	180	160	309094	59173	28194	4176

ANEXO 4 - NANOPLÂNCTON, SUPERFÍCIE (VOL. SED.: 50 ML)  
N° CÉL/L

Estações	Diatomáceas	Cocolitofórideos	Dinoflagelados	Fitoflag. <3µm	Fitoflag. 3-6µm	Fitoflag. 6-12µm	Fitoflag. 12-20µm
1	80	60	20	418186	35086	32998	6961
2	200	20	160	181820	17404	19770	3480
3	280	1	20	363640	50123	27846	8354
4	400	100	80	454550	38984	32023	6613
5	340	40	120	436368	28542	24017	4177
6	500	60	100	436368	28890	26802	5221
7	680	60	80	509096	50123	29934	4525
8	480	1	1	709098	38985	22625	4873
9	440	1	60	654552	58477	51167	16707
10	100	20	80	200002	25880	20951	3697
11	40	40	60	200002	23662	16884	5176
12	180	40	1	400004	35370	18486	3944
13	100	1	1	218184	33522	20581	3944
14	60	40	80	127274	19348	6778	1849
15	140	140	1	363640	63716	26497	5238
16	120	20	40	218184	45291	20951	2773
17	20	160	80	490914	38821	26198	12324
18	80	60	100	581824	97053	36973	6162
19	40	1	100	418186	49297	27113	4313
20	60	100	160	527278	66243	24956	3081
21	60	20	40	436368	39129	23416	4622
22	80	100	20	763644	142653	42211	7086
23	1	80	120	490914	51453	23724	5546
24	120	1	100	381822	40362	24340	4313
25	40	20	60	454550	38513	28038	6778
26	100	20	80	854554	93048	40054	8319
27	80	100	40	509096	64394	33275	7703

ANEXO 5 - NANOPLÂNCTON, 10 METROS (VOL. SED.: 50 ML)  
N°CÉL/L

Estações	Diatomáceas	Cocolitofórideos	Dinoflagelados	Fitoflag. <3 $\mu$ m	Fitoflag. 3-6 $\mu$ m	Fitoflag. 6-12 $\mu$ m	Fitoflag. 12-20 $\mu$ m
1	120	1	1	218184	20335	16884	6162
2	180	20	60	272730	19492	18796	4455
3	100	20	80	145456	18378	13923	1671
4	360	20	40	472732	30909	20467	2367
5	120	60	1	654552	22973	27498	2088
6	360	1	1	927282	30630	16011	4177
7	220	20	280	363640	35504	20536	5569
8	500	80	80	1290922	52907	36896	9398
9	160	1	80	218184	18100	13226	5917
10	60	1	20	490914	40300	30440	8627
11	40	1	20	163638	12570	9859	2711
12	160	1	40	1036374	69262	46462	12570
13	100	1	1	181820	40670	41532	5546
14	80	40	40	200002	35987	13557	2095
15	40	140	1	636370	39129	18794	3697
16	120	100	20	345458	26805	14789	3389
17	140	20	1	200000	22183	13556	2465
18	100	20	20	163638	29270	17870	6162
19	60	1	100	490914	76410	40670	6162
20	40	140	80	381822	50529	24956	4005
21	100	40	40	400004	32967	24032	3389
22	120	80	60	927282	78567	33275	5238
23	1	1	20	963646	85961	47140	10476
24	60	1	60	218184	33892	15405	2157
25	80	1	40	345458	33892	20027	3389
26	80	1	140	563642	44675	21259	7395
27	160	60	60	363640	32659	13864	4621

ANEXO 6 - NANOPLÂNCTON, 100 METROS (VOL. SED.: 50 ML)  
N°CÉL/L