

COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DO FITOPLÂNCTON EM ÁREAS COSTEIRAS E OCEÂNICAS DA REGIÃO SUESTE DO BRASIL

Frederico Pereira Brandini *
Cristine Louise Braum Moraes

ABSTRACT

Total phytoplankton samples and hydrographical parameters were collected from the surface of 16 stations located in the southeastern sector of the Brazilian coast during the autumn cruise of the R/V "Almirante Saldanha". The limits of temperature (22 — 25°C) and salinity (35,0 — 37,1 x 10⁻³) observed indicated the great influence of the Tropical Water over the sampling area where the oligotrophic condition is certainly due to the low nutrient concentrations of this watermass. Phosphate, nitrate and silicate ranged from 0.0 to 0.63, 1.41 to 5.69 and from 4.10 to 25,25 $\mu\text{g-at.l}^{-1}$, respectively.

The most frequent diatoms were **Coscinodiscus** spp, **Coscinosira** sp, **Pleurosigma** sp, **Pseudoeunotia doliolus**, **Thalassionema nitzschioides**, **Thalassiothrix frauenfeldii** and **T. mediterranea**, among 49 species observed. **Prorocentrum** and **Protoperidinium** spp dominated the dinoflagellate population although the genus **Ceratium** was represented by a greater number of species. Cyanophycean cells were abundant in coastal (**Anabaena** sp) and oceanic (**Trichodesmium erythraeum**) samples.

The phytoplankton community was numerically dominated by nanoplanktonic organisms like phytoflagellates (including monads) and the coccolithophorid **Coccolithus huxleyi**. The phytoplankton association observed in the present study is typical of oligotrophic warm waters of the Brazil Current.

KEY WORDS: Phytoplankton, Composition, Distribution, Southeastern Coast (Brazil).

* Centro de Biologia Marinha — UFPR
Av. Beira Mar s/n — Pontal do Sul
Paranaguá — Paraná — 83.200

RESUMO

Amostras de fitoplâncton total e parâmetros hidrográficos foram obtidos na superfície de 16 estações localizadas no setor sudeste da costa brasileira durante o outono de 1983. Os limites de temperatura (22 — 25°C) e salinidade (35,0 — 37,1 x 10⁻³) observados indicaram a influência da Água Tropical na área estudada onde as condições oligotróficas são devidas à baixa concentração de nutrientes nessa massa d'água. Fosfato, nitrato e silicato variaram entre 0,0 e 0,63, 1,41 e 5,69, e 4,10 e 25,25 µg-at.l⁻¹, respectivamente.

As diatomáceas mais freqüentes foram **Coscinodiscus** spp, **Coscinosira** sp, **Pleurosigma** sp, **Pseudoeunotia doliolus**, **Thalassionema nitzschioides**, **Thalassiothrix frauenfeldii** e **T. mediterranea**, dentre as 49 espécies observadas. **Prorocentrum** e **Protoperidinium** spp dominaram a população de dinoflagelados apesar do gênero **Ceratium** ter apresentado o maior número de espécies. As cianofíceas **Anabaena** sp e **Oscillatoria** (= **Trichodesmium**) **erythraeum** foram abundantes nas amostras costeiras e oceânicas.

A comunidade fitoplanctônica foi numericamente dominada por organismos do nanoplâncton, tais como fitoflagelados (incluindo-se mônadas) e o cocolitoforídeo **Coccolithus huxleyi**. A associação fitoplanctônica observada no presente trabalho é típica das águas quentes e oligotróficas da Corrente do Brasil.

PALAVRAS CHAVE: Fitoplâncton, composição, distribuição
Região Sueste (Brasil)

INTRODUÇÃO

A maioria dos trabalhos recentes sobre a composição e a biomassa do fitoplâncton da região sueste do Brasil concentram-se nas áreas costeiras (BRANDINI, 1982, 1985; KUTNER, 1974; MOREIRA et al., 1975; MOREIRA & MOREIRA, 1978; etc.) Em regiões de plataforma afastadas da costa e em áreas oceânicas, são poucos os estudos realizados até o presente (SOARES, 1983; BRANDINI, 1986). Recentemente, BRANDINI (1986) observou a distribuição geográfica dos principais grupos fitoplanctônicos em relação ao padrão de distribuição de massas d'água durante o inverno. O presente trabalho tem por obje-

tivo descrever a composição e a distribuição do fitoplâncton de águas costeiras e oceânicas da região sueste brasileira durante o outono de 1982 e suas relações com as condições hidrográficas. Os períodos de verão e primavera serão objeto de futuros estudos.

MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado foi obtido no decorrer da OPERAÇÃO SUESTE II (DHN, 1983), à bordo do N/Oc. Almirante Saldanha, em 16 estações oceanográficas distribuídas ao longo da região costeira e oceânica entre São Paulo e Santa Catarina (Fig. 1). Por problemas logísticos não foi possível a coleta em um número maior de estações.

Os dados físico-químicos foram fornecidos pelo Banco Nacional de Dados Oceanográficos (DHN — 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 (mod. 623ON). As concentrações de nitrato, fosfato e silicato foram medidas a bordo utilizando-se as técnicas descritas por STRICKLAND & PARSONS (1972).

As amostras de água para o estudo do fitoplâncton total foram coletadas com balde plástico e fixadas com formol neutralizado até a concentração final de 0,4%.

Posteriormente, 1000ml foram sedimentados durante uma semana e concentrados para 100ml no laboratório do Centro de Biologia Marinha da Universidade Federal do Paraná. As amostras concentradas foram coradas com Rosa de Bengala e analisadas pela técnica de UTERMÖHL (1958), utilizando-se cubas de sedimentação de 25ml.

As células maiores do que 20 μm foram contadas com aumento de 160X e os grupos nanoplanctônicos (<20 μm) foram contados com aumento de 400X em um número suficiente de transectos até que a quantidade de organismos dominantes fosse superior a 100. De acordo com esse procedimento o erro de contagem é da ordem de 24% (VENRICK, 1978; EDLER, 1979).

A análise da clorofila a foi feita pelo método tricromático após a extração dos pigmentos com acetona 90% de acordo com as recomendações e as equações do SCOR-UNESCO (1963).

RESULTADOS

A Tabela I apresenta os resultados físico-químicos e de clorofila a obtidos na camada superficial das estações amostradas. A temperatura e a salinidade a 10 metros variaram respectivamente de 22,0 a 24,7°C e de 35,0 a 37,1 x 10⁻³ e, de um modo geral, os máximos foram observados nas áreas oceânicas. Valores mínimos de temperatura entre 22 e 23°C e salinidades entre 35,0 e 35,5 x 10⁻³ foram registrados nas estações costeiras 6213, 6214 e 6240, e na estação 6271 localizada sobre a plataforma mais extensa do Estado de São Paulo. A salinidade mínima de 33,05 x 10⁻³ foi obtida em frente a Santos. Na radial da Ilha de Santa Catarina (est. 6213 — 6218), a temperatura e a salinidade aumentaram gradativamente em direção à região oceânica.

As concentrações de nitrato, fosfato e silicato na superfície variaram respectivamente de 1,41 a 5,69, 0,0 a 0,63 e de 4,10 a 25,25 µg-at.l⁻¹. As concentrações de fosfato e silicato foram bastante elevadas ao longo da radial da Ilha de Santa Catarina. Nas demais estações localizadas sobre a plataforma ao norte da área estudada, as concentrações de fosfato e silicato foram mais baixas com valores inferiores a 0,2 µg-at.l⁻¹ e entre 5 e 8 µg-at.l⁻¹, respectivamente. As concentrações de nitrato foram em geral baixas e em torno de 2 µg-at.l⁻¹, com exceção da estação 6240 onde foi medida a concentração máxima de 5,7 µg-at.l⁻¹.

A concentração de clorofila a variou de 0,16 a 1,10 µg.l⁻¹ sendo que os máximos foram observados nas estações costeiras 6213, próximo à Ilha de Santa Catarina, e 6290 localizadas em frente a Baía de Santos. Valores mínimos em torno de 0,2 µg.l⁻¹ foram registrados nas áreas oceânicas.

As espécies observadas durante a análise do fitoplâncton total estão listadas na Tabela II. Foram identificadas 49 espécies de diatomáceas, 33 espécies de dinoflagelados, 1 espécie de cocolitoforídeo, 2 espécies de silicoflagelados e 2 espécies

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos e concentração de clorofila a na superfície das estações amostradas.

Estação	T.°C (à 10m)	S‰	PO ₄ -P	NO ₃ -N (µg-at.l ⁻¹)	SiO ₂ Si	Clor. a (µg.l ⁻¹)
6213	22,02	35,03	0,63	1,76	12,83	1,10
6214	22,12	35,43	0,63	1,76	14,95	0,48
6215	23,14	35,62	0,39	1,82	24,85	—
6216	24,55	36,81	0,47	2,91	25,25	—
6217	24,18	36,47	0,36	1,42	24,64	0,16
6218	24,35	36,88	0,41	1,56	20,91	0,18
6231	24,45	36,65	0,40	1,49	16,07	0,26
6240	22,45	35,21	0,23	5,69	21,32	0,82
6262	23,01	35,39	0,15	2,32	8,19	0,21
6263	23,41	36,21	0,06	2,42	4,52	0,27
6266	24,74	36,91	0,0	1,97	4,10	0,21
6271	22,20	35,01	0,15	2,77	7,04	0,26
6278	22,32	35,36	0,08	1,71	6,20	0,29
6282	24,55	37,12	0,0	1,48	5,15	0,16
6283	24,44	37,04	0,03	1,73	6,20	0,18
6290	22,26	33,05	0,06	1,49	9,98	0,96

Tabela II. Lista das espécies de fitoplâncton observadas na região Sueste em maio/junho de 1983.

DIATOMÁCEAS

Actinoptychus flabellatus
Anphiprora sp
Asteromphalus flabellatus
Bacteriastrum hyalinum
Bacteriastrum sp
Biddulphia mobilienensis
Biddulphia sinensis
Biddulphia sp
Chaetoceros brevis
Chaetoceros laevis
Chaetoceros sp
Cyclotella sp
Climacodium frauenfeldianum
Corethron hystrix
Coscinodiscus nitidus
Coscinodiscus sp
Coscosira sp
Dactyliosolen cf antarcticus
Dactyliosolen mediterraneus
Diploneis sp
Ditylum brightwellii
Hemiaulus hauckii
Hemiaulus membranaceus
Hemiaulus sinensis
Hemiaulus sp
Leptocylindrus danicus
Melosira sulcata
Navicula sp
Nitzschia cf seriata
Planktoniella sol
Pleurosigma normanii
Pleurosigma sp
Pseudoeunotia doliolus
Rhizosolenia alata
Rhizosolenia robusta
Rhizosolenia setigera
Rhizosolenia styliformis
Rhizosolenia sp
Skeletonema costatum
Stauroneis sp
Stephanopyxis turris
Streptotheca thamensis
Thalassionema nitzschioides
Thalassiosira subtilis
Thalassiosira sp
Thalassiothrix frauenfeldii
Thalassiothrix longissima
Thalassiothrix mediterranea
Thalassiothrix sp

DINOFLAGELADOS

Anphidinium sp
Ceratium furca
Ceratium fusus
Ceratium gibberum
Ceratium hexacanthum
Ceratium lineatum
Ceratium massiliense
Ceratium cf pentagonum
Ceratium setaceum
Ceratium symmetricum
Ceratium trichoceros
Ceratium tripos
Ceratium sp
Cystodinium sp
Dinophysis sp
Gymnodinium sp
Gyrodinium sp
Ornithocercus cf heteropomus
Ornithocercus sp
Oxytoxum longipes
Oxytoxum scolopax
Oxytoxum sp
Protoperidinium pentagonum
Protoperidinium sp
Podolampas palmipes
Podolampas sp
Prorocentrum gracili
Prorocentrum micans
Prorocentrum obtusidens
Prorocentrum sp
Pyrocystis fusiformis
Pyrocystis lunula
Pyrocystis sp

COCOLITOFORÍDEOS

Coccolithus huxleyi

SILICOFLAGELADOS

Dictyocha fibula
Mesocena sp

CIANOFÍCEAS

Anabaena sp
Oscillatoria (Trichodesmium) sp

de cianofíceas. As diatomáceas mais freqüentes foram **Coccolithus** spp, **Coccosira** sp, **Pleurosigma** sp, **Pseudoeunotia doliolus**, **Thalassionema nitzschioides**, **Thalassiothrix frauenfeldii** e **T. mediterranea**. **Skeletonema costatum** foi abundante apenas na estação 6215, próximo ao talude continental.

Os dinoflagelados mais abundantes foram **Prorocentrum** e **Protoperidinium** spp. No entanto, o gênero **Ceratium** apresentou o maior número de espécies considerando-se toda a área amostrada.

Cocolitoforídeos e silicoflagelados foram dominados por **Coccolithus huxleyi** e **Dictyocha fibula**, respectivamente. Dentre as cianofíceas, **Anabaena** sp dominou as associações costeiras e na estação oceânica 6266. **Oscillatoria** (= **Trichodesmium**) **erythraeum** foi mais abundante nas áreas mais afastadas da costa.

A Fig. 2 indica a distribuição e a composição geral do fitoplâncton total na área estudada. Os fitoflagelados (incluindo-se mônadas) e **Coccolithus huxleyi** foram numericamente dominantes na maioria das amostras com máximos de 827×10^3 céls/l (est. 6214) e 584×10^3 (est. 6240), respectivamente. Por problemas técnicos, os fitoflagelados e mônadas só foram enumerados nas estações ao longo da radial de Santa Catarina e nas estações 6240, 6262, 6263 e 6266. Na radial de Santa Catarina, o nanoplâncton foi abundante tanto em áreas costeiras quanto oceânicas sendo que os fitoflagelados e cocolitoforídeos dominaram igualmente nas áreas sobre a plataforma e nas regiões oceânicas; diatomáceas e dinoflagelados decresceram em direção às áreas oceânicas e os máximos de $1,1 \times 10^3$ e $3,7 \times 10^3$ céls/l, respectivamente, foram observados na estação 6213. Ao norte da área estudada a distribuição de diatomáceas e dinoflagelados não apresentou um padrão definido e o mesmo foi observado com relação aos fitoflagelados e cocolitoforídeos. Os silicoflagelados foram pouco abundantes e ocorreram apenas nas estações costeiras do litoral catarinense.

DISCUSSÃO

A região estudada, compreendida entre 23 e 30°S e entre 45 e 49°W, está localizada imediatamente ao norte da Convergência Subtropical onde ocorre o encontro de águas tropicais

oligotróficas com águas frias de origem subantártica mais ricas em nutrientes. Esse encontro de massas d'água afeta intensamente as condições hidrográficas da região sul do Brasil nos meses de inverno (EMILSSON, 1961; MIRANDA *et al.*, 1973) e, conseqüentemente, altera completamente os padrões de distribuição geográfica da população fitoplanctônica (BRANDINI, 1986). No presente trabalho, os pares termohalinos obtidos nas camadas superficiais caracterizam a massa de Água Tropical e a massa de Água de Plataforma de acordo com EMILSSON (1961).

As maiores concentrações de fosfato e silicato observadas nas estações do litoral catarinense são provavelmente devidas à drenagem continental do Rio de La Plata e da Lagoa dos Patos trazida por correntes costeiras em direção ao norte (PALACIO, 1982). É interessante observar que as concentrações de nitrato e silicato na radial da Ilha de Santa Catarina aumentaram da costa em direção às áreas oceânicas até a estação 6216 localizada próximo à linha do talude continental. Isto pode estar associado à ressurgência de borda de plataforma já mencionada por alguns autores como sendo um fenômeno freqüente na região sueste (MESQUITA *et al.*, 1983; BRANDINI, 1986). No entanto, as baixas concentrações de nitrato observadas em todas as amostras caracterizam, de um modo geral, as condições oligotróficas da Água Tropical transportada pela Corrente do Brasil, e que prevaleceu em grande parte da área estudada com exceção das áreas costeiras. Nesses ambientes dominam organismos nanoplanctônicos adaptados à baixas concentrações de nutrientes devido à sua maior relação superfície: volume, o que lhes possibilita uma alta taxa de crescimento às custas de uma baixa taxa de absorção de nutrientes (EPPLEY *et al.*, 1969; FRIEBELE *et al.*, 1978). Situações semelhantes foram observadas não só no presente trabalho como também em estudos anteriores realizados na mesma região (SOARES, 1983; BRANDINI, 1986). BRANDINI (1986) observou a abundância de coccolitoforídeos nas áreas mais afetadas pela Água Tropical durante o inverno de 1982. As características tropicais da região estudada oferecem condições adequadas de luz, temperatura e pH elevado, necessárias para o desenvolvimento de coccolitoforídeos (PAASCHE, 1968a, 1968b) o que naturalmente explica a grande abundância de **Coccolithus huxleyi** em quase todas as amostras.

Ao contrário do que ocorre com células diminutas, as diatomáceas do microplankton necessitam de maiores concentrações de nutrientes para atingir a taxa máxima de crescimento. Apesar de ocorrerem em concentrações comparativamente elevadas nas áreas oceânicas ao norte, estiveram reitras às áreas costeiras da radial de Santa Catarina. SOARES (1983) verificou que **Climacodium frauenfeldianum** foi a diatomácea dominante na região sueste durante o outono de 1976. Entretanto, no presente trabalho, também realizado no outono, essa espécie foi identificada apenas nas estações 6231 e 6290. De acordo com BRANDINI (1986), os gêneros **Chaetoceros** e **Rhizosolenia** foram os que apresentaram um maior número de espécies durante o inverno de 1982. Estes gêneros estiveram bem representados durante o presente trabalho, porém, outros gêneros foram igualmente importantes, tais como **Thalassiothrix**, **Hemialus** e **Biddulphia**.

De acordo com experimentos feitos com culturas de **Dictyocha fibula**, VAN VALKENBURG & NORRIS (1970) verificaram que os silicoflagelados estão melhor adaptados à águas menos salinas, mais frias e com concentrações adequadas de sílica. Os padrões de distribuição observados vem confirmar estas observações, uma vez que **Dictyocha fibula** esteve praticamente restrita às águas costeiras do litoral catarinense.

A associação fitoplanctônica da região sueste durante o outono de 1983 é tipicamente indicadora de águas oligotróficas quentes. A predominância de fitoflagelados e cocolitoforídeos nanoplanctônicos, a abundância de cianofíceas filamentosas e a escassez de diatomáceas e dinoflagelados do microplankton, são resultados já anteriormente observados (SOARES, 1983; BRANDINI, 1986) em amostras de regiões afetadas pela massa de Água Tropical da Corrente do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Diretoria de Hidrografia e Navegação (MM) pela oportunidade de embarque no N/Oc. Almirante Saldanha, e à tripulação do navio pelo auxílio durante as coletas. Ao Dr. Paulo Lana pela leitura e revisão do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- BRANDINI, F.P. 1982. Variação nictimeral de alguns fatores ecológicos na região de Cananéia (São Paulo). *Arq. Biol. Tecnol.*, **25**(3/4). 313-327.
- 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.
- DHN. 1983. **Relatório da OPERAÇÃO SUESTE II**. N/Oc. Almirante Saldanha, não publicado.
- EDLER, L. 1979. Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and Chlorophyll. *The Baltic Marine Biologists Publ.* N.º 5, 39 p.
- EMILSSON, I. 1961. The shelf and coastal waters of southern Brasil. *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, **11**(2):101-112.
- EPPLEY, R.W.; ROGERS, J.N. & MCCARTHY, J.J. 1969. Half-saturation constants for uptake of nitrate ammonium by marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* **14**:912-920.
- FRIEBELE, E.S.; CORRELL, D.L. & FAUST, M.A. 1978. Relationship between phytoplankton cell size and the rate of orthophosphate uptake: *in situ* observations of an estuarine population. *Mar. Biol.*, **52**:113-122.
- KUTNER, M.B. 1974. **Seasonal variation and phytoplankton distribution in Cananeaia region, Brazil**. Publ. N.º 361 Inst. Oceanogr. Univ. S. Paulo 17 p.
- MESQUITA, A.R.; LEITE, J.B.A. & RIZZO, R. 1983. Note on the shelf break upwelling off the southeast coast of Brazil (Lat. 26°30'S). *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, **32**:193-198.
- MIRANDA, L.B.; LUEDMANN, E.F. & MIYAO, S.Y. 1973. Relatório sobre a segunda pesquisa oceanográfica e pesqueira do Atlântico Sul entre Torres e Maldonado (Lat. 29-35°S). Programa Rio Grande do Sul. II. Distribuição da temperatura, salinidade e circulação geral em superfície. *Publ. Esp. Inst. Oceanogr.*, S. Paulo, **3**(11):1-81.
- MOREIRA, H.; MOREIRA, I.M.V. & CECY, I.I.T. 1975. Diatomáceas da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Bolm Mus. Bot. Munic.* Curitiba N° 20, 20p.
- MOREIRA, I.M.V.; MOREIRA, H. 1978. Diatomáceas litorais e planctônicas de dezessete estações localizadas entre Ubatuba e Florianópolis, Estado de Santa Catarina, Brasil. *Acta Biol. Paranaense*, Curitiba, **7**(1,2,3,4).
- PAASCHE, E. 1968a. Biology and physiology of coccolithophorids. *Ann. Rev. Microbiol.*, **22**:71-86.
- PAASCHE, E. 1968b. The effect of temperature, light intensity and photoperiod on coccolith formation. *Limnol. Oceanogr.*, **13**:178-181.
- PALACIO, F.J. 1982. Revision zoogeografica marina del sur de Brasil. *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, **31**(1):66-92.

- SCOR-UNESCO W.G. 17. 1966. Determination of photosynthetic pigments. Unesco Monogr. **Oceanogr. Methodol.**, 1:9-18.
- STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis, 2nd ed., **Bull. Fish. Res. Bd. Canadá** N.º 122, 172 p.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Ver. theor. angew. Limnol.*, 9:1-38.
- VAN VALKENBURG, S.D. & NORRIS, R.E. 1970. The growth and morphology of the silicoflagellate **Dictyocha fibula** Ehrenberg in culture. **J. Phycol.**, 6:48-54.
- VENRICK, E.L. 1978. How many cells to count? In: **Phytoplankton Manual**. A. SOURNIA (ed.), UNESCO, 337 p.

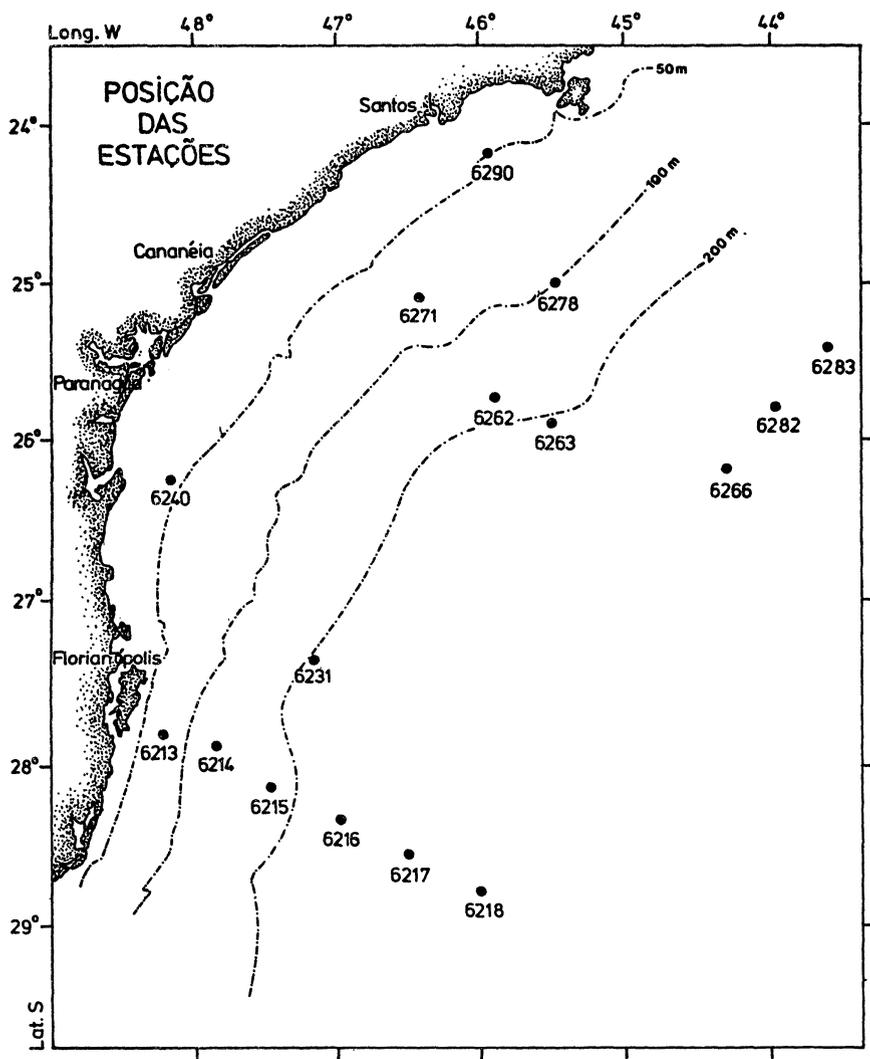


Fig. 1. Mapa da região estudada e posição das estações.

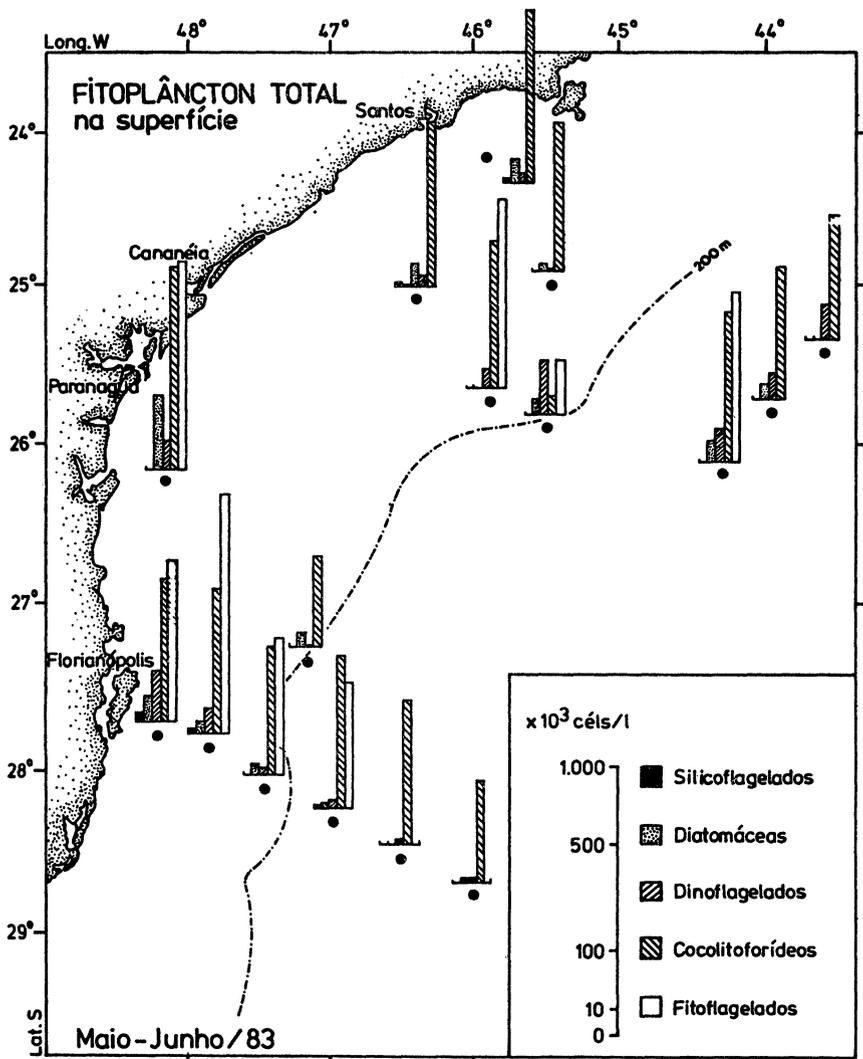


Fig. 2. Concentração e distribuição geográfica dos grupos fitoplancônicos durante o outono de 1983, na superfície da região sueste.