

## Distribuição do plâncton na região costeira de São Sebastião

Sônia Maria Flores Giancesella-Galvão; Elizabeth Aidar; Luz Amelia Vega-Pérez & Flavia Marisa Prado Saldanha-Corrêa

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo  
(Caixa Postal 66149, 05315-970, São Paulo, SP, Brasil)

### Introdução

A região costeira do Estado de São Paulo se encontra sob o domínio de três massas de água: a Água Costeira (AC), a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e a Água Tropical (AT). A AC e a AT são superficiais e apresentam características oligotróficas. Ambas são enriquecidas sazonalmente pela advecção da ACAS a partir do fundo, o que resulta em um incremento de biomassa fitoplanctônica e das taxas de produção primária através de dois processos distintos: a entrada de nutrientes novos para a camada de mistura (Aidar *et al.*, 1993) e o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica autóctone da ACAS, quando esta atinge a zona eufótica (Saldanha, 1993).

Com o objetivo de conhecer a distribuição da biomassa planctônica na região costeira de São Sebastião em função da estrutura hidrográfica e disponibilidade de nutrientes, foi realizado um cruzeiro oceanográfico durante o verão de 1994. Este estudo deteve-se sobre a área da plataforma interna, a qual de acordo com o observado em trabalhos anteriores em Ubatuba (Aidar *et al.*, *op. cit.*), é a região biologicamente mais rica e suscetível às interferências antropogênicas.

### Material e métodos

As amostragens foram realizadas a bordo do N/Oc. "Prof. W. Besnard" em fevereiro de 1994, cobrindo uma rede de 47 estações oceanográficas, distribuídas ao longo de 7 transectos de 30 milhas de extensão cada um, até a isóbata de 50 m no litoral de São Sebastião, São Paulo (Tabela 1.1 e Fig. 1.1).

Medições de temperatura (termômetros de reversão) e coleta de amostras para determinação de salinidade (salinômetro indutivo), oxigênio (método de Winkler),

nutrientes inorgânicos dissolvidos, biomassa fitoplanctônica e material em suspensão foram realizadas nas seguintes profundidades: superfície, 5, 10, 15, 20, 25, 35 m e fundo, de acordo com a profundidade local.

Os nutrientes foram analisados de acordo com métodos espectrofotométricos descritos em Aminot & Chaussepied (1983), para amônia, nitrito e nitrato, e em Grasshoff *et al.* (1983), para fosfato e silicato. As amostras para análise de pigmentos fotossintéticos e material em suspensão foram filtradas através de filtros GF/F Whatman®, que foram mantidos em sílica-gel a -20°C até o momento da análise. A biomassa do fitoplâncton foi estimada através de medidas da concentração de clorofila-*a* em extrato de acetona a 90% (Jeffrey & Humphrey, 1975). O material em suspensão foi analisado pelo método gravimétrico (APHA, 1985).

As amostras de zooplâncton foram coletadas em 43 estações oceanográficas, pois não foram efetuadas amostragens nas 4 estações localizadas no interior do Canal de São Sebastião. Foi utilizada uma rede Bongô dupla, de 60 cm de diâmetro de boca e malhas de 333  $\mu\text{m}$  e 550  $\mu\text{m}$ , nas profundidades mínimas de 9 m e máximas de 70 m. A densidade e composição do zooplâncton foi estudada a partir das amostras provenientes da rede fina (333  $\mu\text{m}$ ).

### Resultados

A coluna de água apresentou uma forte estratificação termohalina, contudo, sem uma picnoclina definida. A AC dominou toda a área costeira, enquanto a ACAS esteve presente apenas nas estações mais externas (área 5, Fig. 1.1) e bem próxima ao fundo, abaixo dos 30 m. A temperatura oscilou de 29,39°C na superfície até 16,37°C junto ao fundo. A salinidade apresentou valores entre 30,84 (junto à costa, na superfície) a 36,14 em alguns pontos nas estações mais ao largo, sugerindo alguma influência da AT, mais salina.

As concentrações de oxigênio dissolvido variaram de 2,47 a 5,72 ml l<sup>-1</sup>. Em termos de saturação, a variação foi de 61,30 a 124,80%, com águas subsaturadas sempre junto ao fundo, associadas à ACAS (Figs 1.2 e 1.3).

A amônia apresentou padrões de distribuição horizontal bastante similares nas diferentes profundidades, com a ocorrência de valores altos na radial ao norte, especialmente junto à costa (máximo de 2,7 μM), e baixas concentrações na radial ao sul (< 0,5 μM). Ao sul da Ilha de São Sebastião encontrou-se um núcleo de concentração pouco mais elevada à meia água (> 1,5 μM). Este padrão de distribuição é bem evidente aos 10m de profundidade, por exemplo (Fig. 1.4).

O nitrato (0,0 a 8,1 μM) e o nitrito (0,0 a 0,9 μM) apresentaram padrões de distribuição semelhantes, estando os mais altos valores relacionados à ACAS, portanto junto ao fundo (Fig. 1.5). Contudo, núcleos de altas concentrações de nitrato também foram detectados à meia água, especialmente entre os 10 e 15m (Fig. 1.6).

O fosfato apresentou de um modo geral valores abaixo de 0,1 μM nas camadas superficiais (Fig. 1.7). Os maiores valores (entre 0,3 e 0,75 μM) estiveram associados à ACAS (Fig. 1.8).

Entre a superfície e os 25 m de profundidade, o silicato apresentou um gradiente crescente em direção à costa, atingindo o valor máximo de 9,19 μM, com pouca variação vertical (Fig. 1.9). Já aos 50 m, as concentrações observadas estiveram entre 3,0 e 6,0 μM (Fig. 1.10), indicando que a proximidade da costa foi o fator mais importante para a distribuição deste nutriente.

A biomassa fitoplanctônica apresentou valores geralmente abaixo de 1,0 mg m<sup>-3</sup> nas águas superficiais. Observou-se uma tendência ao aumento das concentrações com a proximidade da costa e com o aumento da profundidade (Figs 1.11 e 1.12). Em termos de clorofila-a integrada por unidade de área (mg Cl-a m<sup>-2</sup>), observou-se que a região mais externa foi a que apresentou os maiores valores em decorrência da profundidade e que a área ao norte apresentou biomassa fitoplanctônica menor do que a região sul (Fig. 1.13). Tal fato pode ser decorrente de uma menor disponibilidade de nitratos e fosfatos, conforme foi detectado, ou mesmo como consequência de uma maior atividade de "grazing" tendo em vista os altos valores de amônia observados também na radial norte.

O material em suspensão apresentou valores entre 12,25 e 200,88 mg l<sup>-1</sup>, com um valor médio de 24,30 mg l<sup>-1</sup>. Embora a maior contribuição tenha sido da fração inorgânica, a fração orgânica foi sempre mais expressiva nos pontos onde foram detectados os máximos de seston. Não se observou um padrão de distribuição definido, podendo-se ressaltar apenas a ocorrência de alguns máximos subsuperficiais e junto ao fundo nas estações mais

rasas. A distribuição horizontal indica valores mais altos na porção norte do canal (conhecida área de assoreamento ao sul de Caraguatatuba) e na porção mediana e final da radial ao norte e face oceânica da Ilha de São Sebastião (Fig. 1.14).

O zooplâncton foi representado por 150 taxa. Os Crustacea predominaram em 96% das estações de coleta. Dentre estes, a classe Copepoda foi a mais representativa em 62% das amostras processadas, enquanto que os outros grupos, denominados como Fauna Acompanhante, predominaram nos 38% de amostras restantes.

A Classe Copepoda foi representada por 73 espécies reunidas em 4 subordens: Calanoida (43 espécies), Poecilostomatoida (19 espécies), Cyclopoida (4 espécies) e Harpacticoida (7 espécies).

A Fauna Acompanhante foi constituída por uma ampla variedade de taxa: 77 grupos incluindo famílias, ordens e gêneros.

As espécies de crustáceos dominantes no zooplâncton, foram o Cladocera *Penilia avirostris* em codominância com os copépodos *Temora turbinata*, *T. stylifera*, *Oncaea venusta* e *Clausocalanus furcatus*.

Os valores de densidade (ind m<sup>-2</sup>) foram variáveis (Fig. 1.15a). As estações localizadas entre o litoral e a isóbata de 20 m, áreas 1 e 2 (Fig. 1.1), foram as que apresentaram os menores valores: 3.045 ind m<sup>-2</sup> (estação 6264) e 36.593 ind m<sup>-2</sup> (estação 6277). Os maiores valores foram observados nas áreas 4 e 5, localizadas além da isóbata de 20 m: 694.611 ind m<sup>-2</sup> e 938.625 ind m<sup>-2</sup> (estações 6268 e 6271, respectivamente). A área 5, mais ao largo, esteve sob a influência da ACAS nas camadas mais profundas. Esta massa de água atua como um evento fertilizador, promovendo o desenvolvimento do fitoplâncton (Figs 1.12 e 1.13).

A alta densidade de zooplâncton na área 4 poderia justificar a menor biomassa fitoplanctônica registrada neste local (Fig. 1.13). Uma alta atividade de "grazing" é sugerida pelos altos valores de amônia aí também encontrados.

Em comparação com as águas costeiras da região de Ubatuba (Aidar *et al.*, 1993), a biomassa do fitoplâncton apresentou concentrações mais elevadas. Tal fato teria propiciado o crescimento das espécies *Temora turbinata*, *T. stylifera* e *Clausocalanus furcatus* que são preferencialmente herbívoras, embora muitas vezes se comportem como onívoras. Em contrapartida, a presença de material em suspensão rico em matéria orgânica teria favorecido o desenvolvimento da espécie *Penilia avirostris*, que é basicamente detritívora / onívora.

Tabela 1.1. Posição das estações oceanográficas do cruzeiro de fevereiro de 1994, na plataforma interna interna de São Sebastião: horário de coleta e profundidade local.

Estação	LAT. (S)	LONG. (W)	Dia Fev/94	HORA LOCAL	PROF. LOCAL (m)
6264	23° 35.0	45° 12.1	07	02:00	12
6265	23° 36.8	45° 11.0	07	03:30	20
6266	23° 41.1	45° 08.9	07	07:40	30
6267	23° 45.5	45° 06.3	07	08:00	37
6268	23° 50.1	45° 04.0	07	10:00	45
6269	23° 54.4	45° 01.5	07	11:50	64
6270	23° 58.8	44° 58.9	07	15:20	74
6271	24° 01.0	45° 03.8	07	18:20	72
6272	23° 56.5	45° 06.5	07	21:30	48
6273	23° 52.2	45° 08.8	08	23:40	38
6274	23° 47.7	45° 11.3	08	02:00	38
6275	23° 42.9	45° 13.8	08	04:00	20
6276	23° 38.5	45° 16.1	08	05:30	13
6277	23° 36.5	45° 17.0	08	06:55	12
6278	23° 51.5	45° 14.5	08	09:45	23
6279	23° 54.5	45° 13.0	08	11:00	39
6280	23° 58.8	45° 11.1	08	12:30	50
6281	24° 03.2	45° 08.8	08	15:00	72
6282	24° 05.3	45° 13.8	08	17:40	68
6283	24° 00.9	45° 16.0	08	19:15	65
6284	23° 56.8	45° 18.4	08	21:10	33
6285	23° 58.9	45° 23.1	09	23:00	52
6286	24° 03.1	45° 20.9	09	01:15	60
6287	24° 07.6	45° 18.3	09	03:10	66
6288	24° 09.6	45° 23.5	09	04:50	60
6289	24° 05.4	45° 25.4	09	07:00	54
6290	24° 01.0	45° 28.0	09	08:45	51
6291	23° 56.5	45° 30.6	09	11:01	43
6292	23° 41.5	45° 20.0	09	13:54	13
6293	23° 44.4	45° 21.3	09	15:05	28
6294	23° 47.2	45° 22.2	09	16:30	29
6295	23° 49.5	45° 24.1	09	17:40	30
6296	23° 51.1	45° 27.3	09	18:25	15
6297	23° 52.2	45° 33.0	09	19:25	25
6298	23° 49.5	45° 34.4	09	21:20	20
6299	23° 47.6	45° 41.2	10	23:30	12
6300	23° 49.6	45° 40.0	10	00:35	20
6301	23° 54.2	45° 38.0	10	02:23	32
6302	23° 58.7	45° 35.4	10	04:05	36
6303	24° 02.3	45° 32.3	10	05:50	42
6304	24° 07.6	45° 28.4	10	07:30	55
6305	24° 11.8	45° 28.0	10	09:10	63
6306	24° 14.0	45° 33.2	10	11:25	62
6307	23° 58.4	45° 41.8	10	15:30	32
6308	23° 56.0	45° 42.5	10	16:40	30
6309	23° 51.5	45° 45.0	10	18:15	22
6310	23° 47.2	45° 47.4	10	19:30	15

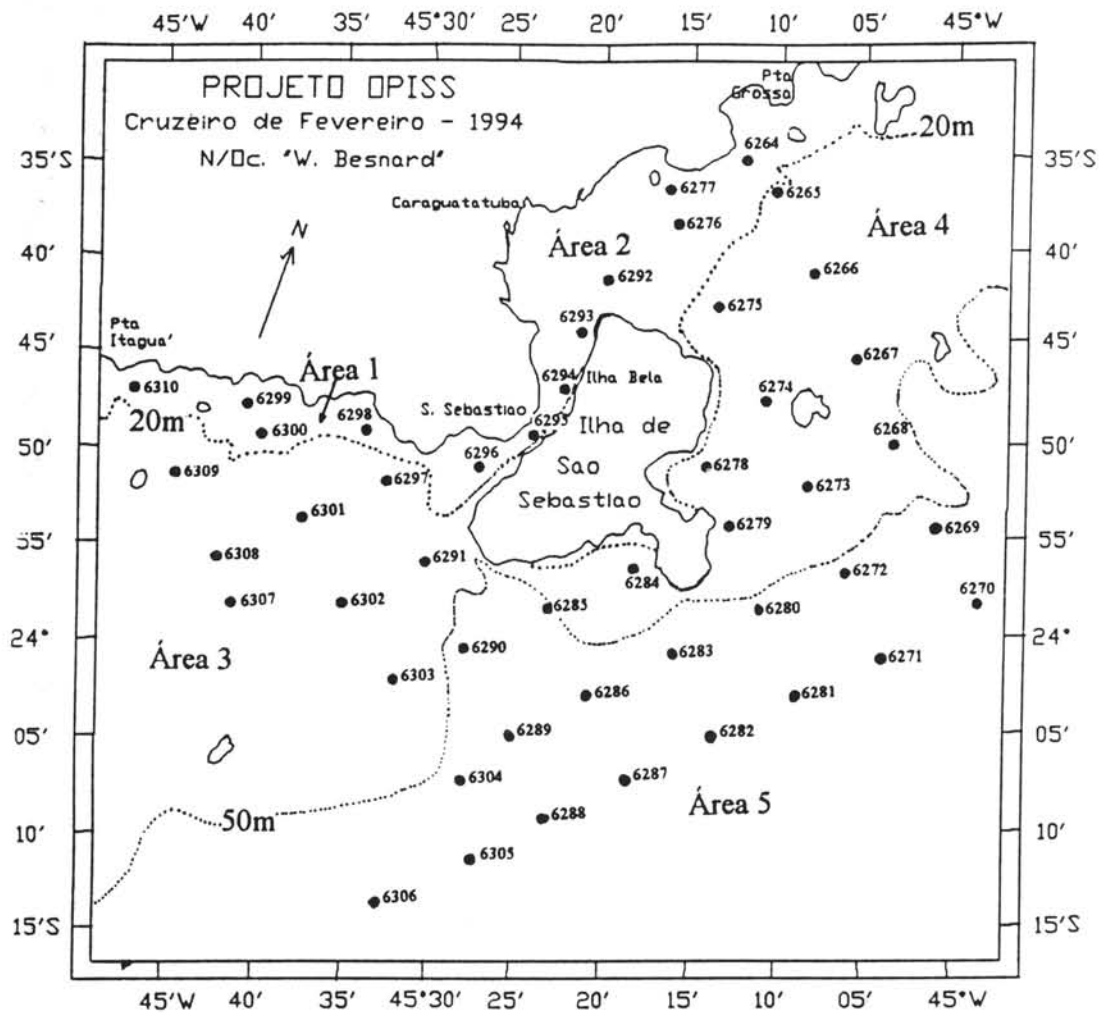


Fig. 1.1. Mapa da área indicando a localização das estações oceanográficas no litoral de São Sebastião (SP) e as áreas definidas para a distribuição do zooplâncton.

Fig. 1.2. Distribuição horizontal das isolinhas de saturação de oxigênio (%) a 5 m de profundidade.

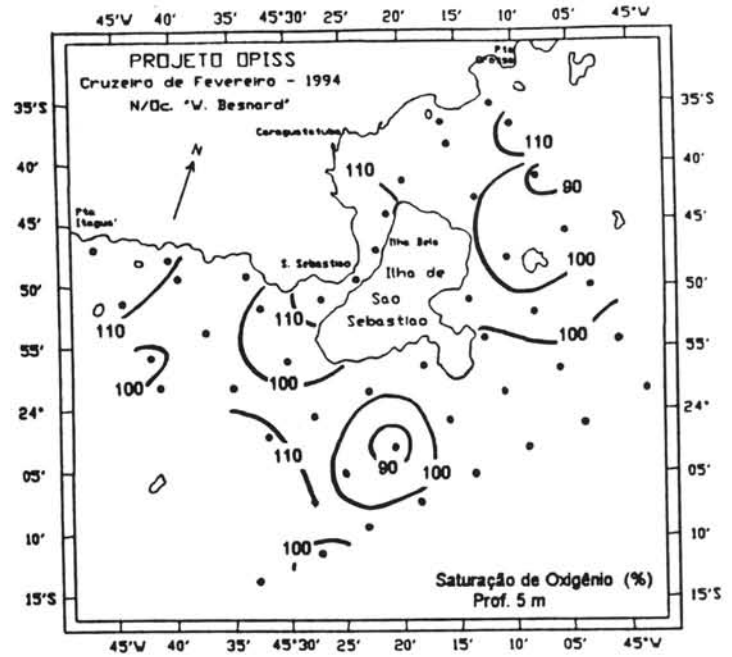


Fig. 1.3. Distribuição horizontal das isolinhas de saturação de oxigênio (%) a 50 m de profundidade.

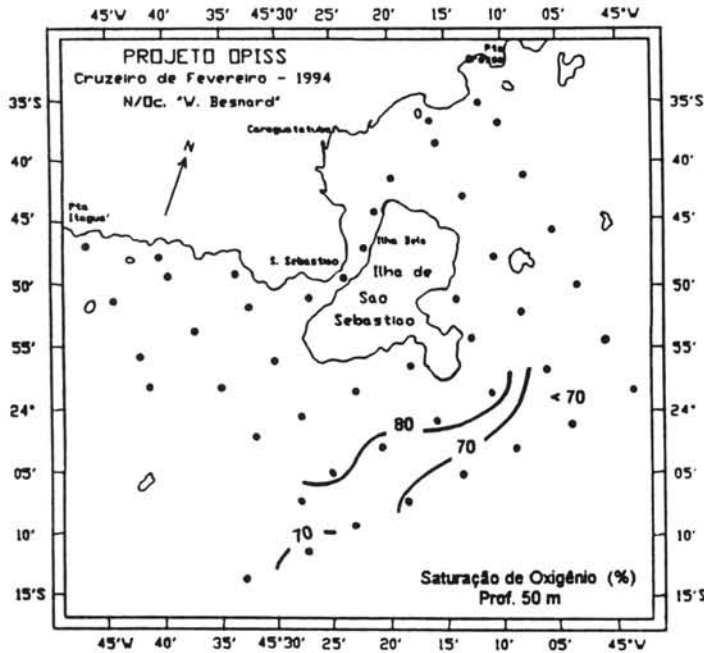


Fig. 1.4. Distribuição horizontal das isolinhas de concentração de amônia ( $\mu\text{M}$ ) a 10 m de profundidade.

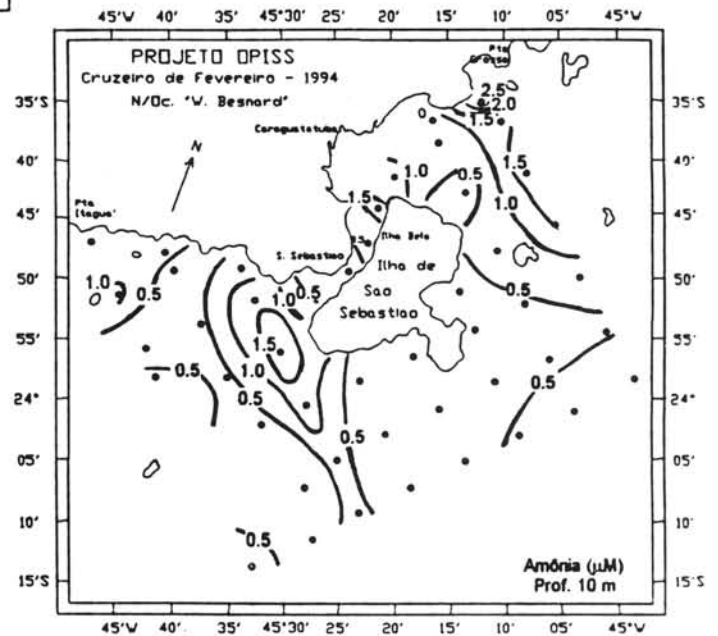


Fig. 1.5. Distribuição horizontal das isolinhas de concentração de nitrato ( $\mu\text{M}$ ) a 50 m de profundidade.

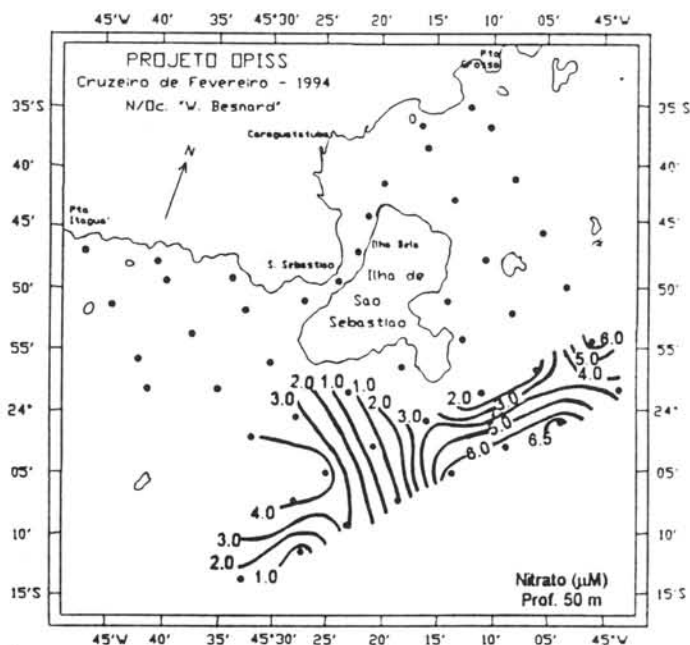


Fig. 1.6. Distribuição horizontal das isolinhas de concentração de nitrato ( $\mu\text{M}$ ) a 10 m de profundidade.

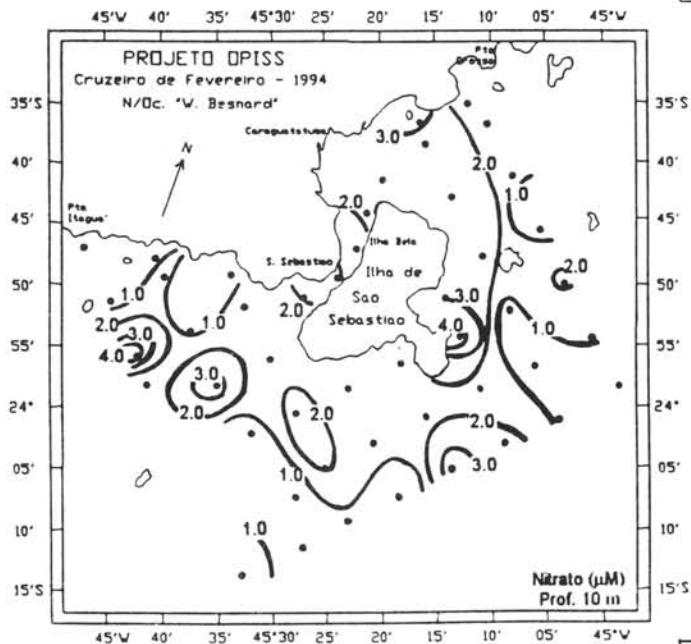


Fig. 1.7. Distribuição horizontal das isolinhas de concentração de fosfato ( $\mu\text{M}$ ) a 5 m de profundidade.

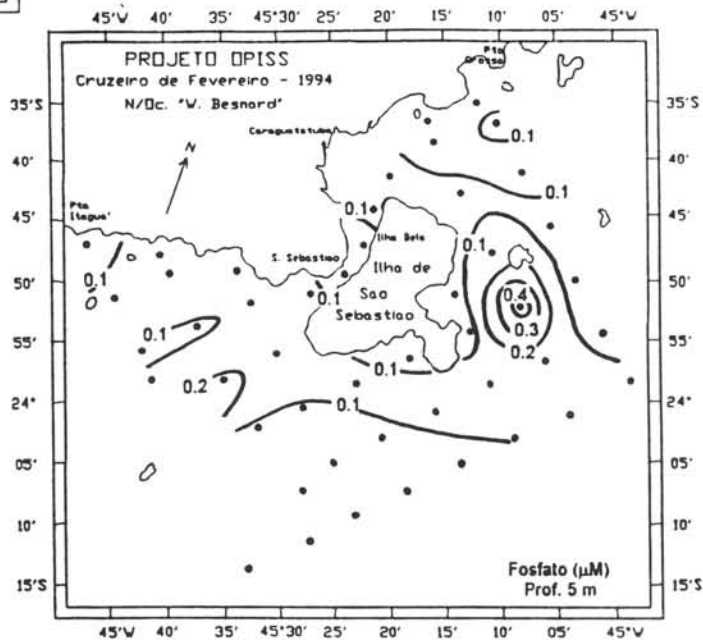


Fig. 1.8. Distribuição horizontal das isolinhas de concentração de fosfato ( $\mu\text{M}$ ) a 50 m de profundidade.

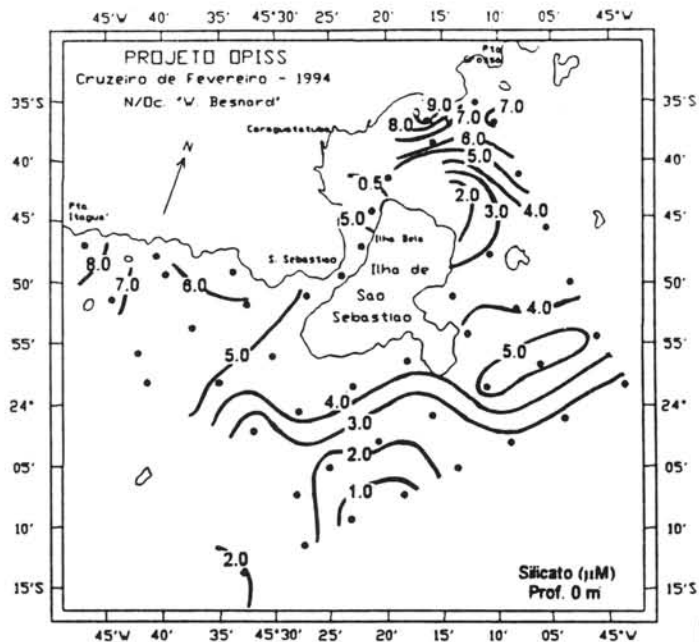
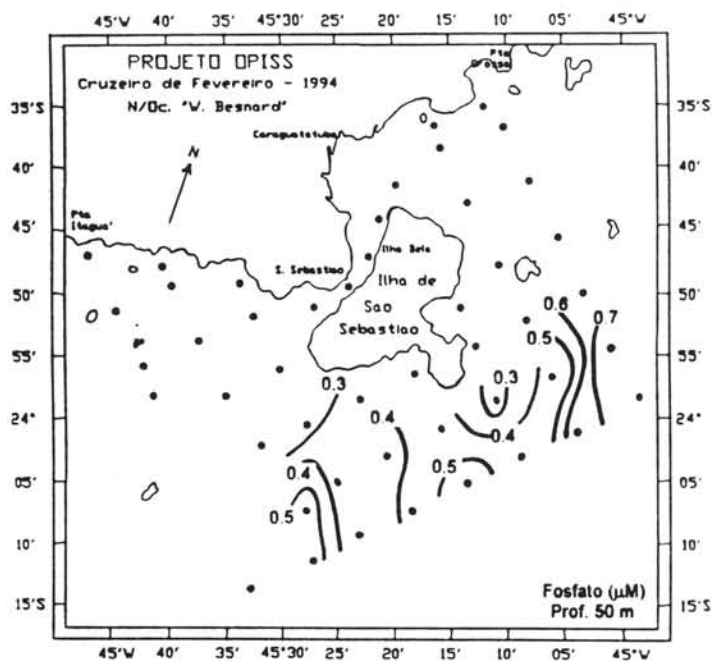


Fig. 1.10. Distribuição horizontal das isolinhas de concentração de silicato ( $\mu\text{M}$ ) a 50 m de profundidade.

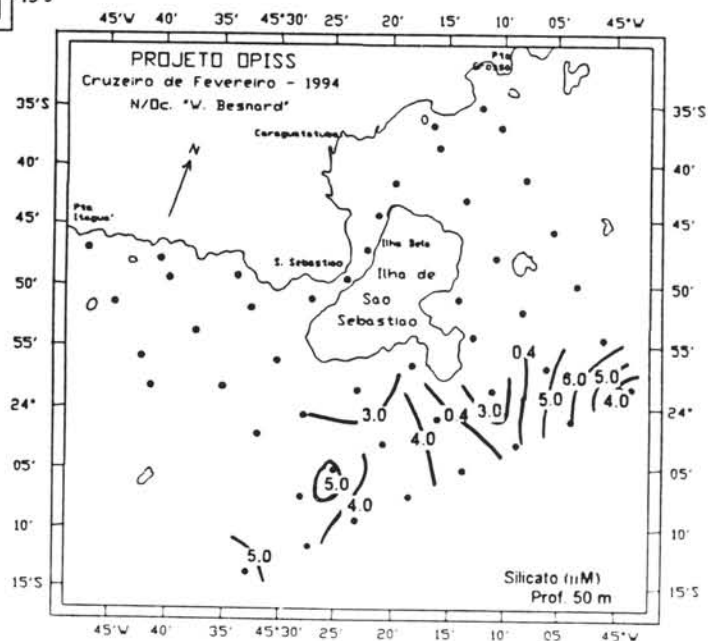


Fig. 1.9. Distribuição horizontal das isolinhas de concentração de silicato ( $\mu\text{M}$ ) na superfície.

Fig. 1.11. Distribuição horizontal da biomassa fitoplanctônica ( $\text{mgCl-a m}^{-3}$ ) a 5 m de profundidade.

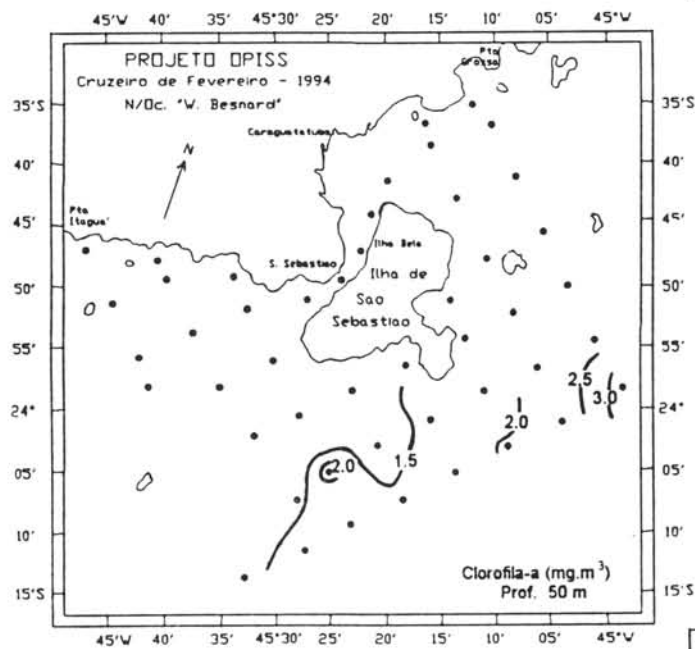
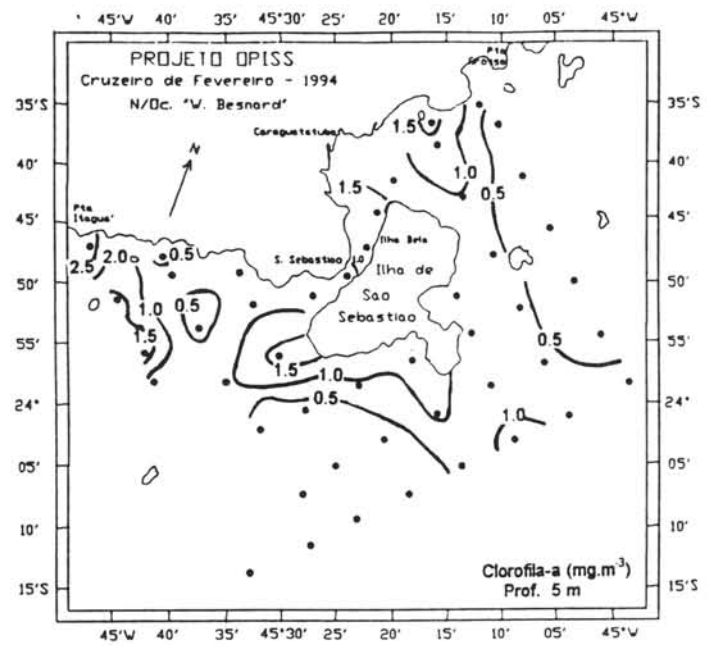


Fig. 1.13. Distribuição horizontal dos valores integrados de biomassa fitoplanctônica na coluna de água ( $\text{mg Cl-a m}^{-2}$ ).

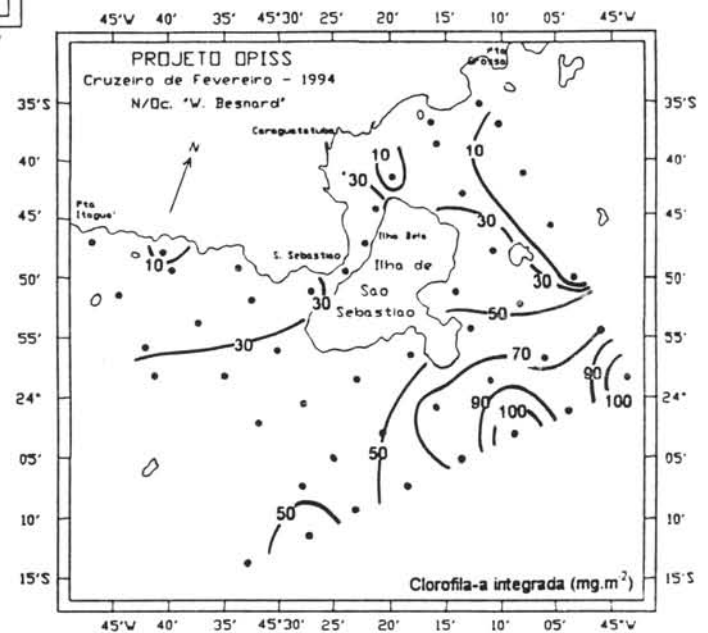


Fig. 1.12. Distribuição horizontal da biomassa fitoplanctônica ( $\text{mgCl-a m}^{-3}$ ) a 50 m de profundidade.



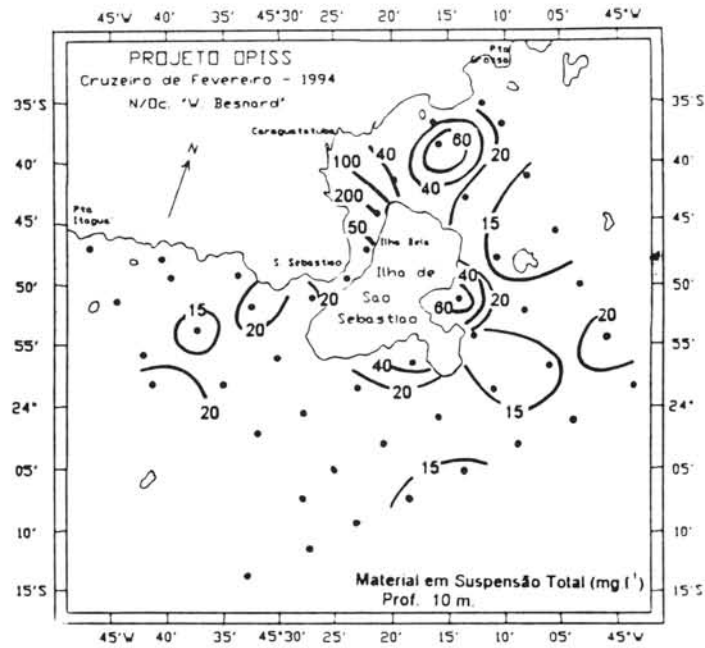


Fig. 1.14. Distribuição horizontal das isolinhas de material em suspensão total ( $\text{mg l}^{-1}$ ) na profundidade de 10 m.

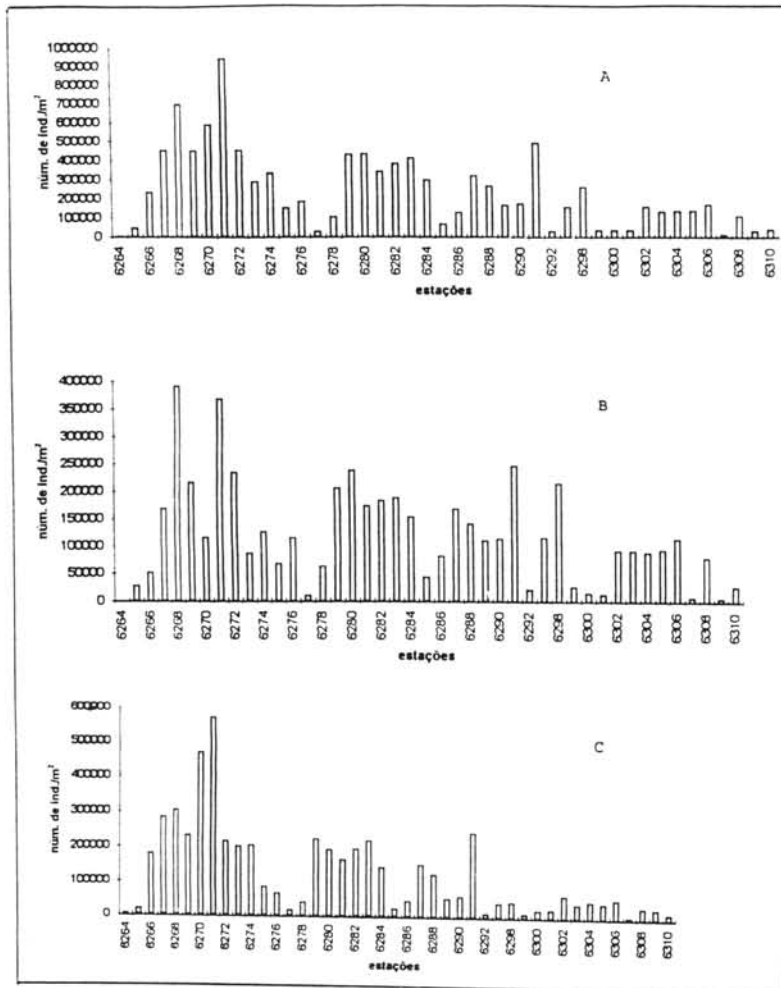


Fig. 1.15. Densidade dos organismos do zooplâncton ( $\text{ind m}^{-2}$ ):  
**A-** Zooplâncton total; **B-** Classe Copepoda; **C-** Fauna Acompanhante.