

ESTUDO HIDROGRÁFICO E PLANCTONOLÓGICO DA REGIÃO ENTRE CABO FRIO (RIO DE JANEIRO) E O ARQUIPÉLAGO DE ABROLHOS (BAHIA) - BRASIL

Sérgio Luiz Costa BONECKER*
Catarina Ramis NOGUEIRA**
Ana Cristina Teixeira BONECKER*
Luiz Henrique Stowasser SANTOS**
Márcia Vieira REYNIER*
Denise Rivera TENENBAUM**

INTRODUÇÃO

O litoral brasileiro, entre as latitudes 17 e 25°S, apresenta-se como um ecossistema complexo, com áreas oligotróficas associadas às águas tropicais da Corrente do Brasil, áreas eutróficas em função da ressurgência em Cabo Frio, contribuição de rios como o Paraíba do Sul e o Doce, e também a presença de recifes de corais e bancos oceânicos cobertos de algas calcáreas, que constituem o Arquipélago de Abrolhos e a cadeia de Bancos do Sistema Vitória-Trindade.

Estudos sobre a circulação, comportamento sazonal e transporte da Corrente do Brasil nessa área, realizados por Signorini (1976, 1978), Signorini *et al.* (1989) e Miranda & Castro Filho (1979, 1982), evidenciaram a complexidade da corrente nesse trecho da costa brasileira como a formação de meandros, vórtices e contracorrentes.

Segundo Emilsson (1961), a topografia irregular da área de Abrolhos e dos bancos oceânicos tende a desviar a Corrente do Brasil para leste e alterar a estratificação vertical da coluna d'água trazendo à superfície água profunda rica em nutrientes. Doty & Ogury (1956) observaram uma maior produção orgânica próximo a ilhas e bancos oceânicos do que nas áreas oceânicas adjacentes, e atribuíram esse fato ao "efeito ilha". Águas ricas de profundidade moderada podem atingir a zona eufótica através de

* Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCS, Bloco A, Cidade Universitária, CEP 21941, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

** Departamento de Biologia Marinha, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCS, Bloco A, Cidade Universitária, CEP 21941, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

turbulência ou durante o deslocamento das massas d'água através de bancos submarinos ou quando o fluxo horizontal é interrompido pelo surgimento de ilhas (Ryther, 1963). Essas ressurgências se constituiriam portanto, em uma fonte de eutrofização potencial e, conseqüentemente, possibilitando condições favoráveis ao crescimento dos organismos fitoplantônicos. Entretanto, não são disponíveis na literatura dados sobre o comportamento temporal e a intensidade desse "efeito ilha" sobre a estrutura das populações planctônicas numa área oceânica profunda.

O objetivo da Operação Espírito Santo I, realizada pelo Navio Oceanográfico Almirante Saldanha no período de 26 de julho a 21 de setembro de 1984, foi verificar o comportamento dos fatores físicos, químicos e biológicos nessa área, procurando evidenciar a ocorrência de ressurgência nos bancos oceânicos numa situação de inverno e analisar a influência das condições de eutrofia-oligotrofia sobre as populações planctônicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas 99 estações oceanográficas, distribuídas em 12 perfis perpendiculares à costa e três perfis paralelos sobre os Bancos Davis, Jasseur e Vitória (Fig. 1). Os dados físico-químicos foram fornecidos pelo Banco Nacional de Dados Oceanográficos da Diretoria de Hidrografia e Navegação (BNDO-DHN) do Ministério da Marinha.

As amostras d'água foram coletadas com garrafa de Nansen, sendo medidos os seguintes parâmetros: temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH e nutrientes (fosfato, nitrito, nitrato e silicato). Os métodos utilizados na análise destes parâmetros encontram-se detalhados em DHN (1986).

Amostras de fitoplâncton foram obtidas com garrafa de Van Dorn a 20 m de profundidade, sendo 25% da amostra fixada em formaldeído a 4% para contagem pelo método de Utermöhl (1958) e o restante utilizado para dosagem de clorofila *a*, pelo método de Strickland & Parsons (1972).

Zooplâncton e ictioplâncton foram coletados através de arrastos verticais e oblíquos com redes do tipo cilíndrico-cônica, com 60 e 80 cm de diâmetro, e malha de 250 e 500 μ m, respectivamente. As redes foram equipadas com fluxômetros previamente aferidos para estimar o volume de água filtrada. Os arrastos foram feitos entre a superfície e o fundo nas estações rasas, e acima de 200 metros nas estações profundas.

O material coletado foi fixado em formaldeído a 4%, tamponado com tetraborato de sódio. O volume do zooplâncton foi medido pelo método de deslocamento após retirada dos organismos grandes e gelatinosos como salpas, hidromedusas etc. Nas amostras provenientes dos arrastos verticais, a densidade do zooplâncton foi avaliada através de subamostragens obtidas com o fracionador de Folsom. A densidade das larvas de peixes foi estimada a partir da contagem total das amostras dos arrastos oblíquos.

Para identificação das massas d'água foram seguidos os critérios de Emilsson (1961) e Matsuura (1986), utilizando-se todos os dados de temperatura e salinidade da coluna d'água até 200 metros.

Objetivando-se evidenciar os fatores mais importantes que influenciaram a distribuição espacial do plâncton, os dados foram tratados através da análise de componentes principais aplicada à matriz de correlação de Bravais-Pearson formada pelas 12 variáveis (temperatura, salinidade, nitrato, nitrito, fosfato, silicato, pH, oxigênio dissolvido, volume de plâncton, número de larvas, densidade celular e clorofila *a*) e 85 estações de coleta selecionadas por apresentarem todos os dados medidos. Para normalização dos dados foi aplicada à matriz a transformação $\log(x+1)$. A análise de componentes principais é um instrumento que permite a identificação e a hierarquização dos fatores responsáveis pela estrutura observada nos dados. Esse

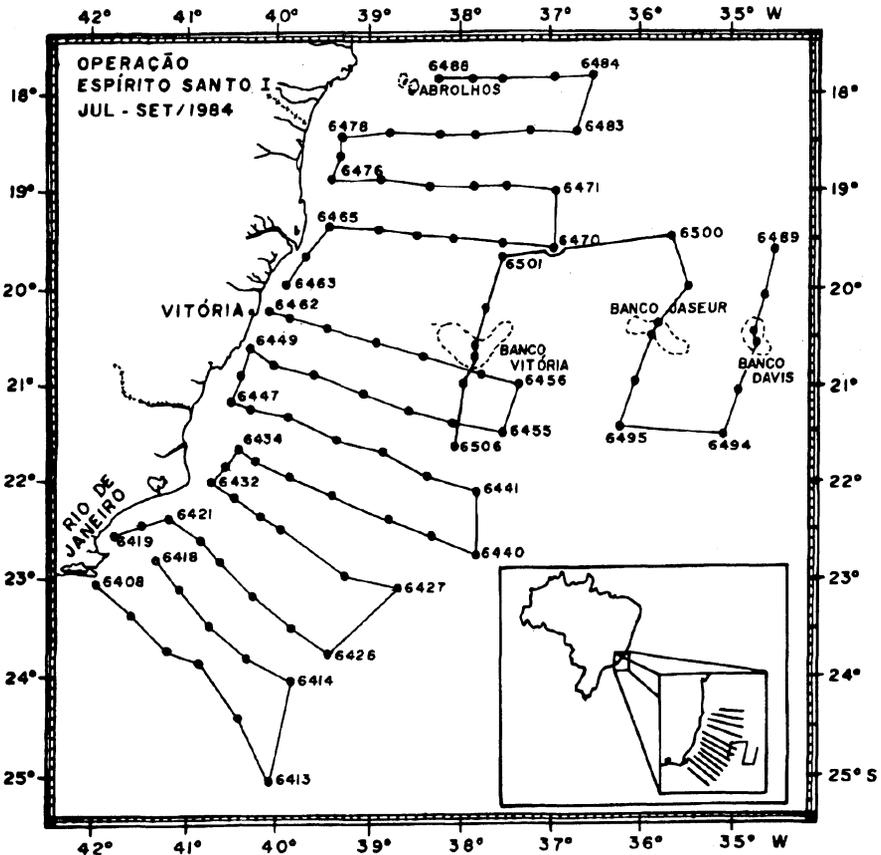


Fig. 1
Localização das estações de coleta - Operação "Espírito Santo I".

método permite a redução de um grande número de variáveis explicativas de um determinado conjunto de dados em um número menor de componentes que expressam a variabilidade máxima do sistema (Legendre & Legendre, 1983).

A numeração das estações na análise de componentes principais foi feita usando-se os dois dígitos finais das estações de coleta vistas na figura 1. Para interpretação dos fatores ecológicos associados à distribuição dos dados, foram utilizados apenas os dois primeiros eixos fatoriais, uma vez que os autovalores dos demais eixos foram inferiores aos correspondentes na tabela baseada no modelo "Bâton brisé" (Frontier, 1976).

RESULTADOS

Hidrografia

A análise da distribuição horizontal dos parâmetros físicos e químicos foi feita com base nas observações realizadas a 20 m de profundidade (Tabela I).

A temperatura, no período estudado, variou entre 22-24°C. Próximo à costa foi observada uma faixa homogênea de temperatura entre 22-22,5°C. Ao norte da área estes valores foram sempre superiores a 24°C. A salinidade, com tendência a valores crescentes em direção à região oceânica, variou de 36,0 a 37,2 e diminuiu em direção às estações costeiras, atingindo 35,0 principalmente ao longo do Rio de Janeiro.

O diagrama T/S (Fig. 2) permitiu identificar três massas d'água: Água Tropical com salinidades acima de 36,0 e temperaturas acima de 18°C, Água de Plataforma, caracterizada por salinidades inferiores a 35,5 e a Água Central do Atlântico Sul, com temperaturas inferiores a 18°C e salinidades entre 34,5 - 36,0.

A distribuição vertical das massas d'água (Fig. 3) mostrou a Água de Plataforma presente principalmente nos perfis em frente ao Rio de Janeiro. A Água Tropical esteve presente em toda a área e desde a superfície até a profundidade de 200 m nos perfis a partir do Espírito Santo. A Água Central do Atlântico Sul esteve em ascensão sobre o talude ao sul da área estudada, sendo observada a 100 m entre Cabo Frio e Cabo São Tomé e acima de 100 m nos perfis entre Itapemirim e Guarapari no litoral do Espírito Santo.

A distribuição do oxigênio dissolvido foi bastante homogênea, com valores inferiores a 5mg.l⁻¹ em toda área. Valores de nitrato da ordem de 3-4 µM foram observados nos perfis em frente ao Rio de Janeiro e em estações na costa do Espírito Santo, próximo à desembocadura do Rio Doce. A distribuição do nitrito mostrou valores acima de 0,1 µM nas águas costeiras, principalmente próximo às desembocaduras dos rios e na área oceânica próximo ao Banco Vitória. Nas demais estações os valores situaram-se entre 0,01-0,07 µM.

Ao longo do litoral, a concentração de fosfato foi da ordem de 0,2 µM, com mínimos (< 2 µM) especialmente no litoral do Rio de Janeiro. Foram observados aumentos discretos (> 0,2 µM) nas proximidades dos bancos Jasseur e Davis. Os silicatos mostraram uma distribuição bastante regular, com valores entre 5 e 6 µM ao

longo da costa. No litoral do Rio de Janeiro, próximo à desembocadura do Rio Paraíba do Sul e também nas estações próximas aos bancos oceânicos, foram observados valores acima de $6 \mu\text{M}$.

Plâncton

A densidade fitoplanctônica total, avaliada pela contagem celular, variou de 10^2 a $45 \cdot 10^4 \text{ cel.l}^{-1}$, apresentando os valores mais altos nas estações mais próximas à costa

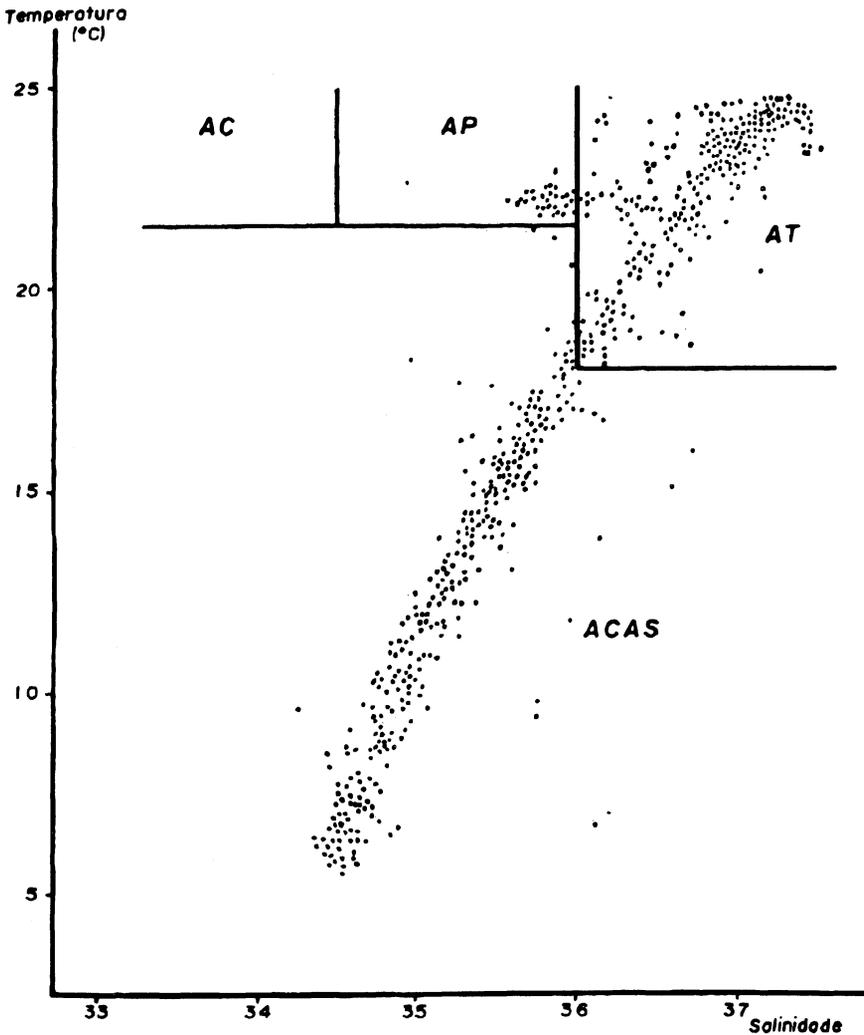


Fig. 2

Diagrama T/S espalhado do conjunto de estações realizadas durante toda Operação (AC - Água Costeira, AP - Água de Plataforma, AT - Água Tropical, ACAS - Água Central do Atlântico Sul).

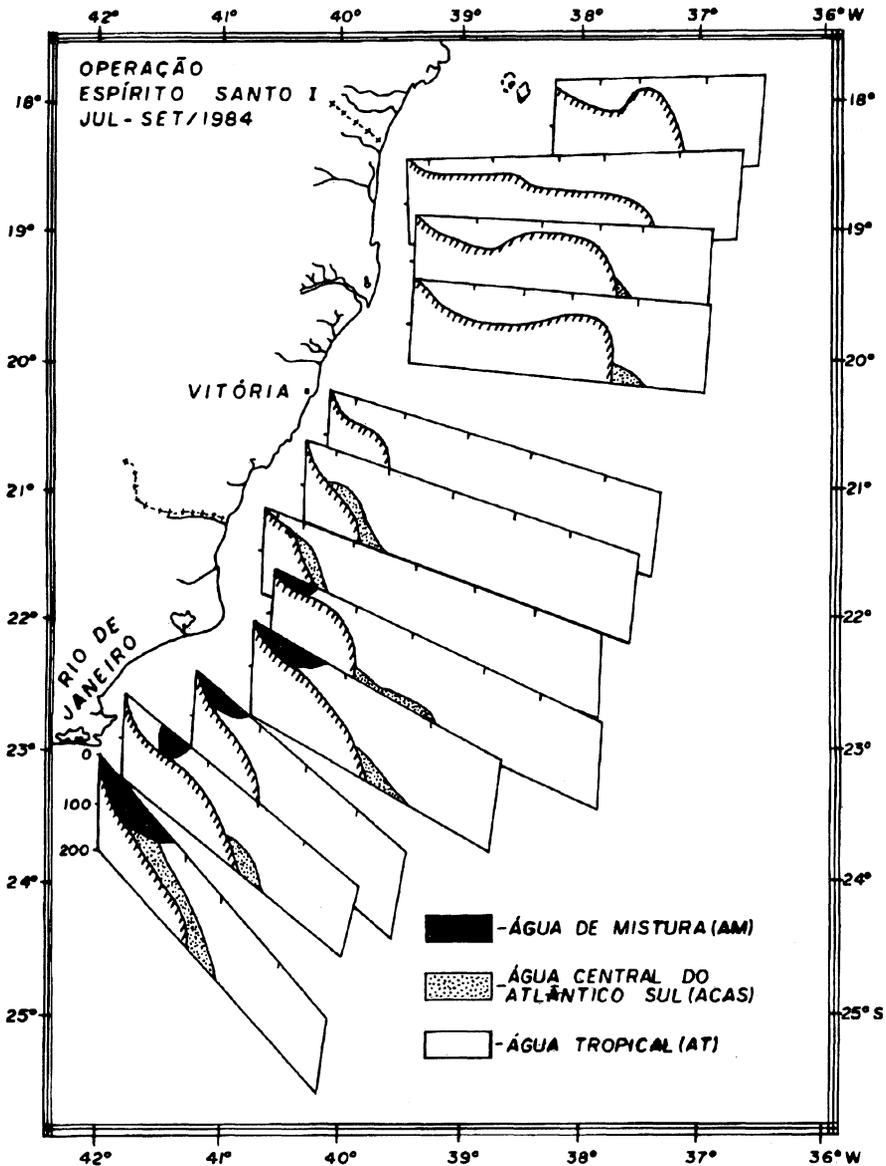


Fig. 3

Distribuição espacial das massas d'água identificadas na área de estudo, até 200 m de profundidade.

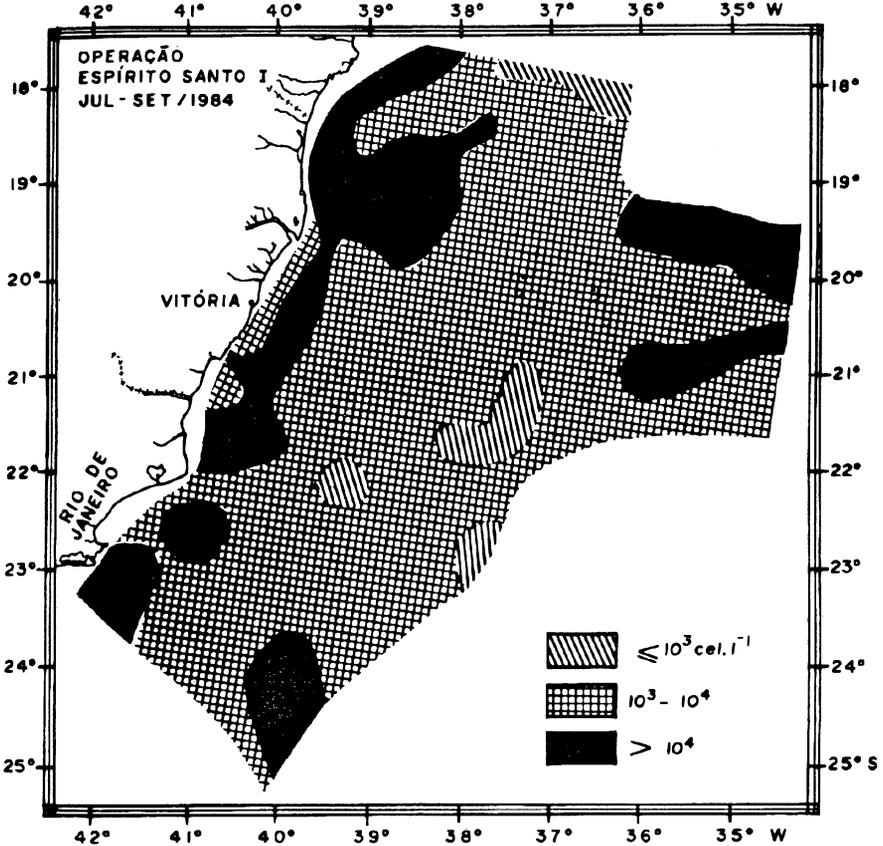


Fig. 4

Distribuição espacial dos valores de densidade do fitoplâncton (cel.l^{-1}).

(Fig. 4). Nas estações além da isóbata de 200 m, foram observados máximos nas estações em frente a Cabo Frio e próximo aos bancos. Nas estações costeiras foi observada uma distribuição relativamente uniforme da clorofila *a*, com valores entre 0,6 e 1,0 $\mu\text{g.l}^{-1}$, enquanto nas oceânicas as concentrações foram sempre inferiores a 0,5 $\mu\text{g.l}^{-1}$.

O volume do plâncton variou de 1 a 174 ml.100m^{-3} sendo que a região oceânica apresentou os valores mais baixos (10 ml.100m^{-3}), tendendo a aumentar na região costeira, principalmente no Rio de Janeiro onde foram encontrados valores superiores a 100 ml.100^{-3} (Fig. 5).

A densidade do zooplâncton variou entre 70 e 2.000 ind.m^{-3} , sendo que 50% dos valores ficaram na faixa de 100 a 250 ind.m^{-3} . Densidades entre 500 e 2.000 ind.m^{-3} foram observadas nas estações costeiras do Rio de Janeiro e nas estações costeiras e

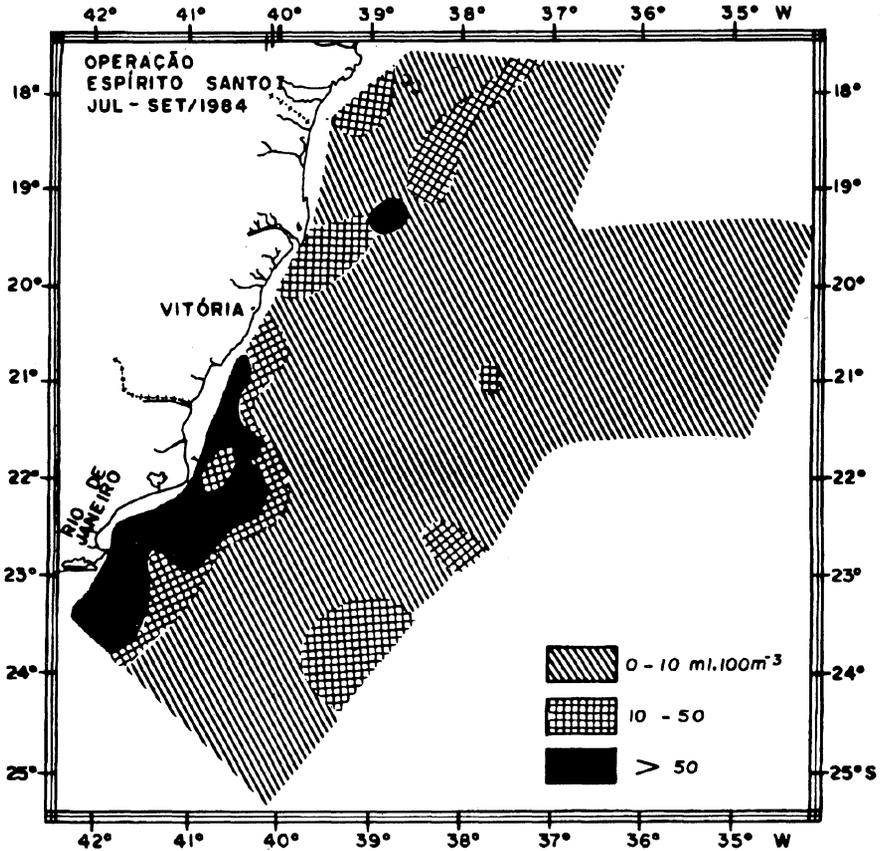


Fig. 5

Distribuição espacial dos valores de volume do zooplâncton (ml.100m⁻³).

oceânicas ao norte do Espírito Santo. Sobre os bancos a tendência observada foi para valores entre 100 e 200 ind.m⁻³ (Tabela I).

Densidades de larvas de peixes superiores a 500 larvas.10m⁻² foram observadas nas estações oceânicas ao norte do Rio de Janeiro, nas estações costeiras do Espírito Santo e nas proximidades do Banco Jasseur (Fig. 6).

Análise Fatorial

Os dois primeiros eixos obtidos na análise de componentes principais foram responsáveis por 49,5% da variância explicada dos dados (Fig. 7). As medidas de correlação entre os componentes principais e as variáveis ecológicas são apresentadas na Tabela II.

EIXO I (37,4%) - Esse eixo marcou a divisão do espaço ecológico, separando as estações segundo um gradiente costa-oceano, situando-se no lado positivo as estações

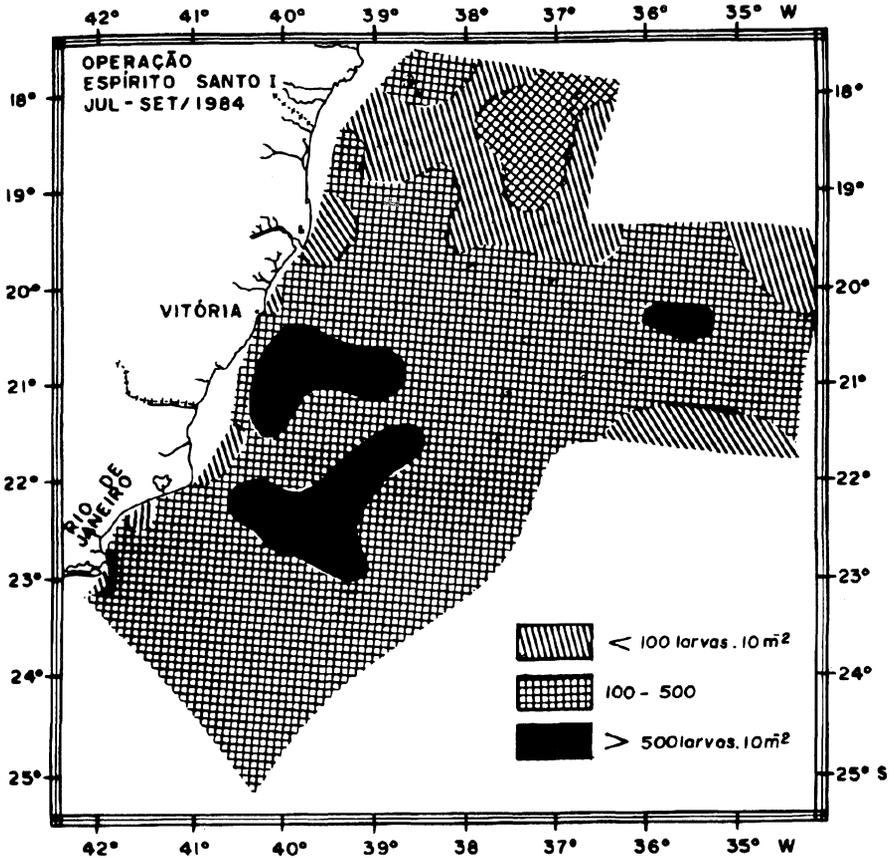


Fig. 6

Distribuição espacial das larvas de peixes (larvas.10m²).

localizadas além da isóbata de 200 m e no negativo aquelas situadas na plataforma interna com profundidades inferiores a 50 m. As coordenadas positivas da temperatura ($r=0,874$) e da salinidade ($r=0,865$) mostraram a predominância da Água Tropical nas estações oceânicas. Associadas às águas costeiras foram observadas as maiores contribuições do volume do plâncton ($r=0,794$) e do fósforo ($r=0,844$).

EIXO II (11,8%) - Associadas positivamente a esse eixo acham-se as estações localizadas ao norte do litoral do Rio de Janeiro e ao sul do Espírito Santo e as saturações positivas do nitrato ($r=0,510$), do silicato ($r=0,510$) e das larvas de peixes ($r=0,648$). Em oposição foram observadas as estações localizadas ao norte e próximo aos bancos oceânicos. Esse eixo pode ser identificado como fator de enriquecimento em nutrientes no meio (água eutrófica em oposição a águas oligotróficas), especialmente naquelas estações onde a Água Central do Atlântico Sul estava presente acima de 100 m de

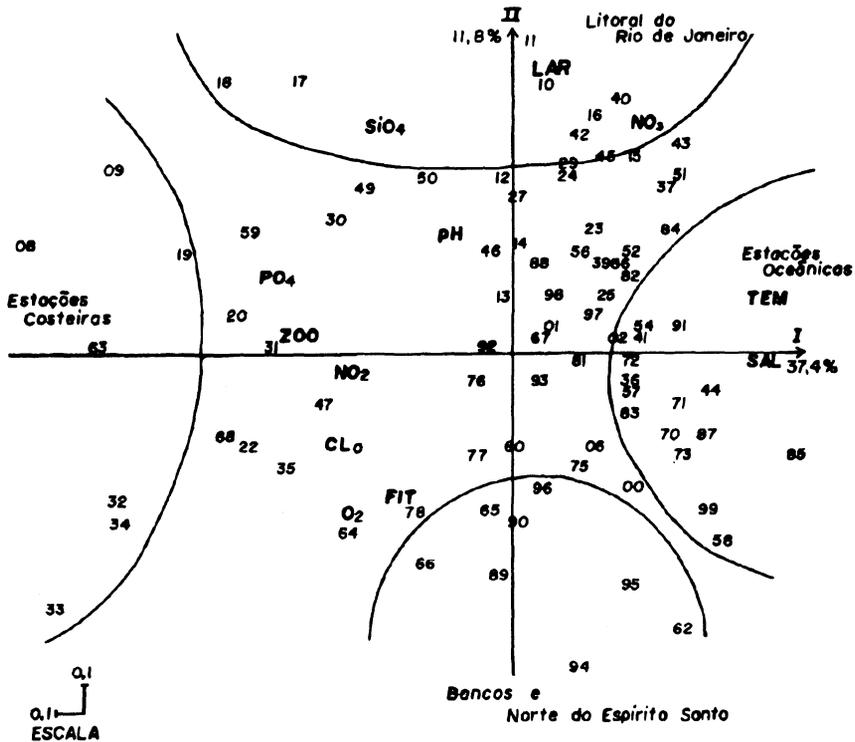


Fig. 7

Análise em Componentes Principais da Operação "Espírito Santo I". Projeção das estações de coleta e variáveis bióticas e abióticas no plano fatorial I-II.

profundidade. Nessas estações, localizadas ao largo de Cabo Frio e do Espírito Santo, foram também registradas as maiores densidades de larvas de peixes.

DISCUSSÃO

Os dados obtidos durante a Operação Espírito Santo I permitiram uma descrição quantitativa da variação espacial da biomassa dos diferentes níveis tróficos do plâncton numa área tropical, caracterizada por condições hidrográficas influenciadas por irregularidades do relevo submarino, variações sazonais no comportamento das correntes predominantes e regime de ventos (Castro Filho, 1990; Emilsson, 1961).

O crescimento da biomassa primária em águas oceânicas tropicais é basicamente limitado pela baixa concentração de nutrientes. A Corrente do Brasil, que predomina no trecho estudado, apresenta uma estabilidade térmica determinada pela intensa radiação e excesso de evaporação, ocasionando uma redução nas taxas de trocas verticais através da termoclina (Emilsson, 1961).

Em conseqüência da ausência de influxo de nutrientes das águas profundas, associado ao consumo dos organismos fitoplanctônicos, são observados teores baixos de nutrientes, em alguns casos, abaixo dos níveis de detecção dos métodos analíticos atualmente empregados na determinação dos nutrientes na água do mar (Emilsson, 1959; Guille & Ramos, 1989).

A estrutura térmica da Corrente do Brasil, principalmente na região dos bancos oceânicos de Abrolhos apresenta um padrão diferente do mencionado, uma vez que o fluxo da corrente por entre os canais dos bancos causam turbulências e ressurgências (Signorini *et al.*, 1989).

A partir do Cabo de São Tomé, o percurso da corrente torna-se mais regular avançando para o sul ao longo da Plataforma Continental. Entretanto, o seu limite ocidental, a velocidade e a direção variam sazonalmente apresentando maior estabilidade e regularidade de percurso durante o verão, enquanto no inverno, apresenta-se fraca e irregular avançando sobre a plataforma formando giros ("eddies") e meandros (Emilsson, 1959).

Os estudos sobre a estrutura hidrográfica no litoral do Rio de Janeiro têm evidenciado a ressurgência de águas frias e ricas em nutrientes da Água Central do Atlântico Sul, associadas ao regime de ventos N-NE, principalmente em Cabo Frio no final da primavera (dezembro) e no verão (janeiro-fevereiro). No inverno a Água Central do Atlântico Sul permanece em profundidade e a Água Tropical ocupa a camada superficial da plataforma continental (Mascarenhas *et al.*, 1971; Valentin, 1984a; Matsuura, 1986). Entretanto a ressurgência não se limita ao período de verão, já que alguns trabalhos têm confirmado sua influência mesmo no inverno (Ikeda, 1976; Mascarenhas *et al.*, 1971).

A distribuição das massas d'água durante a Operação Espírito Santo I, evidenciou condições típicas de inverno, ou seja, uma estrutura vertical relativamente estável com a presença da Água Tropical até 200 m em pelo menos 70% das estações prospectadas, sem ressurgências na altura dos bancos oceânicos.

A distribuição espacial dos valores de nutrientes mostrou o caráter oligotrófico das águas, com relação ao predomínio da Água Tropical, exceto para o nitrato que apresentou valores superiores aos observados em águas tropicais ao longo do litoral brasileiro (Valentin, 1984b; Maglioca *et al.*, 1979; Hubold, 1980). Esses aumentos dos valores de nitrato foram observados nos perfis próximos a Cabo Frio associados à ascensão da Água Central do Atlântico Sul sobre o talude e próximo ao Rio Doce, área sob a influência das águas de drenagem continental.

A principal conclusão derivada da análise de componentes principais evidenciou que 49% da variação observada na distribuição das variáveis bióticas e abióticas pode ser atribuída a diferenças entre os ambientes costeiros e oceânicos e a estrutura hidrográfica com o predomínio da Água Tropical e a presença da Água Central do Atlântico Sul nos perfis ao norte do Rio de Janeiro e sul do Espírito Santo.

O padrão de distribuição da biomassa do fitoplâncton e do zooplâncton esteve associado ao gradiente oligotrofia-eutrofia, sendo as maiores densidades observadas nas águas costeiras. A presença de máximos de fitoplâncton nas proximidades dos

bancos demonstra o "efeito ilha" sobre o crescimento das populações, embora o número de observações não permita nenhuma conclusão sobre a dimensão desse efeito.

O máximo de densidades das larvas de peixes foi observado nas estações sobre a plataforma, principalmente naquelas onde a Água Central do Atlântico Sul esteve em ascensão ou em áreas próximas aos bancos.

Trabalhos sobre a distribuição do ictioplâncton na costa sul e sudeste do Brasil (Matsuura et al., 1980; Matsuura, 1982; Bonecker et al., 1990) mostraram que a maior concentração de ovos e larvas ocorre na área entre as isóbatas de 50 e 100 m. Esta tendência, entretanto, varia em função da época de reprodução das diferentes espécies de peixes. Estudos sobre a sardinha (*Sardinella brasiliensis*) e a cavala (*Scomber*) evidenciaram que a reprodução dessas espécies ocorrem no final da primavera e durante o verão, com os ovos e larvas concentrando-se nas áreas costeiras (Hubold & Gurgel, 1978), enquanto as larvas de peixes mesopelágicos (principalmente Myctophidae) ocorrem durante todo o ano, principalmente nas estações fora da plataforma continental (Matsuura et al., 1980). Estudos realizados por Monteiro-Ribas & Mureb (1986) sobre o ictioplâncton na área de ressurgência de Cabo Frio mostraram que os máximos de densidade também ocorrem nos meses de verão. A ocorrência da reprodução no verão, na época da ressurgência, favorece não só a sobrevivência de larvas, mas também os estoques de peixes planctófagos (Hubold & Gurgel, 1978). Portanto a realização da Operação Espírito Santo I no inverno registrou principalmente larvas de peixes mesopelágicos das famílias Gonostomatidae e Myctopydae. Os valores máximos obtidos nesse estudo coincidem com os observados para a área de Cabo Frio no início da ressurgência (outubro). Esses resultados são importantes, já que na área estudada existe uma atividade pesqueira que necessita de estudos sobre a ecologia do ictioplâncton para direcionar o desenvolvimento e projetos pesqueiros, evitando a sobrepesca (Hubold & Gurgel, 1978; Ferreira & Jankanskis, 1972).

AGRADECIMENTOS

À Diretoria de Hidrografia e Navegação (MM), pela participação dos autores na Operação Espírito Santo I; aos oficiais embarcados no Navio Oceanográfico Almirante Saldanha, pelo auxílio nas coletas; ao Dr. Jean Louis Valentin, pela cessão dos programas de análise multivariada; e à Bióloga Luciana Andrade, pelos dados de fitoplâncton.

ABSTRACT

Hydrography and plankton of the area between Cabo Frio (Rio de Janeiro) and Abrolhos Archipelago (Bahia) - Brazil. Plankton and hydrographic data were made on 99 samples collected from July 26th to September 20th 1984 off the Brazilian coast between Cabo Frio (RJ) and Abrolhos Archipelago (BA), during "Espírito Santo I" Oceanographic Expedition, with the objective of obtaining informations on winter

hydrographic features and upwelling studies on the bank system Vitória - Trindade. The Tropical Water was dominant in the upper 200 m, and the South Atlantic Central Water was present above 100 m between Cabo Frio and Guarapari. The nutrient values (nitrate < 3 μM , phosphate < 0,2 μM and silicate < 6 μM) were characteristic of oligotrophic waters. The greatest number of phytoplankton (104 cel.l⁻¹) and zooplankton (2.000 ind.m⁻³) occurred in coastal stations but phytoplankton was also abundant in offshore banks. Principal component analysis was used to describe the changes in the abundance of plankton related to hydrographical conditions. The first two principal axes interpreted as the gradient inshore-offshore and the opposition between oligotrophic and eutrophic waters accounted for 49,5% of the observed variability of data.

RESUMO

Estudos sobre hidrografia e plâncton foram realizados em 99 amostras coletadas no período de 26 de julho a 22 de setembro de 1984, no trecho do litoral brasileiro entre Cabo Frio (Rio de Janeiro) e o Arquipélago de Abrolhos (Bahia), durante a Operação "Espírito Santo I", com o objetivo de obter informações sobre as características hidrográficas da região em situação de inverno e a ocorrência de ressurgência no sistema de bancos Vitória - Trindade. A Água Tropical dominou acima de 200 m, e a Água Central do Atlântico do Sul esteve presente entre Cabo Frio e Guarapari, em profundidades acima de 100 m. Os valores de nutrientes (nitrito < 3 μM , fosfato < 0,2 μM e silicato < 6 μM) foram característicos de águas oligotróficas. Os maiores valores de fitoplâncton (> 10⁴ cel.l⁻¹) e zooplâncton (2.000 ind.m⁻³) ocorreram nas estações próximas a costa. Entretanto, o fitoplâncton apresentou também altas densidades nas estações próximas aos bancos oceânicos. A análise de componentes principais foi usada para descrever variações na abundância do plâncton relacionada com as condições hidrográficas. Dois fatores foram interpretados, explicando 49,5% da variância, como sendo a influência do gradiente nerítico-oceânico e a oposição entre água oligotrófica e eutrófica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONECKER, A.C.T.; NOGUEIRA, C.R.; BONECKER, S.L.C.; SANTOS, L.H.S.; DIAS, C. de O.; REIS, J.M.L. dos & DIAS, A. de S. 1990. Distribution and diversity of zooplankton off Rio de Janeiro (RJ - Brasil). *II Simp. de Ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira*, v. 1: 171-185.
- CASTRO FILHO, B.M. 1990. Estado atual do conhecimento dos processos físicos das águas da Plataforma Continental sudeste do Brasil. *II Simp. de Ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira*, v. 1: 1-19.
- DHN. 1986. "Operação Espírito Santo I". Diretoria de Hidrografia e Navegação. *DG 31-110*: 19 p.
- DOTY, M.S. & OGURY, M. 1956. The island mass effect. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 22: 33-37.
- EMILSSON, I. 1959. Alguns aspectos físicos e químicos das águas marinhas brasileiras. *Ciê. Cult.*, 11 (2): 44-54.
- _____. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 11(2): 101-112.
- FERREIRA, N. & JANKANSKIS, V. 1972. Pesca no Estado do Espírito Santo - Situação atual e suas perspectivas. *SUDEPE-COPESA*, Doc. nº 7032: 10 p.
- FRONTIER, S. 1976. Etude de la décroissance des valeurs propres dans une analyse en composante principale: comparaison avec le modèle du bâton brisé. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 25(1): 67-75.
- GUILLE, A. & RAMOS, J.M. 1989. *Campagne MD/55 Brésil a bord du "Marion Dufrene" 6 mai - 2 June 1987*. Universidade Santa Úrsula/Museu National Histoire Naturelle/ Université Pierre Marie Curie. Paris. Relatório nº 87/03-USU, Rio de Janeiro.
- HUBOLD, G. 1980. Hydrography and plankton off southern Brazil and Rio de la Plata, August - November 1977. *Atlântica*, Rio Grande, 4: 1-22.
- _____. & GURGEL, I.M. 1978. Plankton volumes, temperature and salinity distribution off Rio de Janeiro. Preliminary results of the cruise "Operação Rio de Janeiro I". 06/06-17/06/1977. *Inst. Pesq. Mar.*, Rio de Janeiro, 131: 1-9.

- IKEDA, Y. 1976. Variações em escala média da temperatura e da salinidade do mar na região entre a Baía de Guanabara e Cabo Frio (17/08 a 26/08/71). *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 25: 221-280.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1983. *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam: 419 p.
- MAGLIOCA, A.; MIRANDA, L.B. de; SIGNORINI, S.R. 1979. Physical and chemical aspects of transient stages of the upwelling at southwest of Cabo Frio Lat. 23°S, Long. 42°W. *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 28(2): 37-46.
- MASCARENHAS, Jr. A.; MIRANDA, L.B. de & ROCK, N.J. 1971. A study of the oceanographic conditions in the region of Cabo Frio. In: Costlow Jr., J.D., ed., *Fertility of the sea*. N.Y., Gordon; Breach, v.1: 285-308.
- MATSUURA, Y. 1982. Distribution and abundance of skipjack (*Katsuwonus pelamis*) larvae in eastern Brazilian waters. *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 31(2): 5-7.
- _____. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). *Ciê. Cult.*, 38(8): 1439-1450.
- _____. NAKATANI, K. & TAMASSIA, S.T.J. 1980. Distribuição sazonal de zooplâncton, ovos e larvas de peixes na região centro-sul do Brasil (1975-77). *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 29(2): 231-235.
- MIRANDA, L.B. de & CASTRO FILHO, B.M. de. 1979. Condições do movimento geostrófico das águas adjacentes à Cabo Frio (RJ). *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 28(2): 79-93.
- _____. & CASTRO FILHO, B.M. de. 1982. Geostrophic flow conditions of the Brazil Current at 19°S. *Ciencia Interamer.*, 22(1/2): 44-48.
- MONTEIRO-RIBAS, W.M. & MUREB, M.A. 1986. Ictioplâncton da zona de influência da ressurgência de Cabo Frio (RJ) Brasil. *Acta Biol. Leopoldinensia*, Ano VIII, n.2: 231-244.
- RYTHER J.H. 1966. Geographic variations in productivity. In: Hill, M.N. (ed.) *The Sea. Ideas and observations on progress in the study of the seas*. Intercience, New York, v. 2: 347-380.
- SIGNORINI, S.R. 1976. Contribuição ao estudo da circulação e do transporte de volume da Corrente do Brasil entre o Cabo de São Tomé e a Baía de Guanabara. *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 25: 157-220.
- _____. 1978. On the circulation and the volume transport of the Brazil Current between the Cape of São Tomé and Guanabara Bay. *Deep Sea Res.*, 25(5): 481-490.
- _____. MIRANDA, L.B. de; EVANS, D.L.; STEVENSON, M.R. & INOSTROZA, H.M. 1989. Corrente do Brasil: estrutura térmica entre 19° e 25°S e circulação geostrófica. *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 37(1): 33-49.
- STRICKLAND, J.D. & PARSONS, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *J. Fish. Res. Bd. Can. Bull.* (167): 310 p.
- VALENTIN, J.L. 1984a. Analyse des paramètres hydrobiologiques dans la remontée de Cabo Frio (Brésil). *Mar. biol.*, 82: 259-276.
- _____. 1984b. Spatial structure of the zooplankton community in the Cabo Frio region (Brazil) influenced by coastal upwelling. *Hydrobiologia*, 113: 183-199.
- UTERMÖHL, H. 1958. Perfeccionamento del metodo cuantitativo del fitoplancton. Ass. Int. Limnol. Teórica y Aplicada, *Com. Mét. Limnol.* 9: 1-39.

Tabela I: Dados da Operação Espírito Santo I. Os valores de temperatura, salinidade, densidade fitoplanctônica, clorofila *a*, nitrato, nitrito, fosfato, silicato, oxigênio dissolvido e pH referem-se a 20 m de profundidade.

EST.	POSICÃO lat.S long.W	DATA	HORA	PROF. (m)	TEMP. C	SALIN.	DEN.FITO cell.l ⁻¹	Cl.a µg.l ⁻¹	VOL.PK. ml.100m ³	DEN.ZOO ind.m ⁻³	LARVA 10m ²	NO ₂ µM	NO ₃ µM	PO ₄ µM	SiO ₂ µM	O ₂ mg.l ⁻¹	pH
6408	23°01'-41°58'	27/07/84	08:30	60	22,46	35,82	3.189	0,615	82,71	627	52	0,23	4,35	0,64	17	5,43	8,45
6409	23°23'-41°35'	27/07/84	14:00	122	22,28	35,91	3.650	0,872	84,77	389	211	0,16	4,56	0,55	6	5,21	8,43
6410	23°44'-41°11'	27/07/84	19:15	1278	24,24	36,89	5.025	0,182	1,44	162	371	0,02	3,77	0,23	8	5,20	8,24
6411	24°08'-40°48'	28/07/84	03:00	2709	23,78	37,16	5.583	0,147	5,64	111	467	0,05	5,00	0,18	4	5,12	8,46
6412	24°24'-40°24'	28/07/84	08:20	2994	23,30	36,91	1.276	0,208	9,10	266	316	0,06	4,27	0,20	3	5,25	8,14
6413	24°44'-40°03'	28/07/84	15:00	3105	22,93	36,93	8.735	0,214	5,01	98	128	0,03	4,51	0,18	4	5,18	7,96
6414	24°02'-39°50'	29/07/84	01:00	3109	24,38	37,18	37.466	0,209	5,89	138	127	0,04	4,13	0,25	6	5,17	8,15
6416	23°28'-40°42'	29/07/84	12:50	2409	24,01	36,82	1.316	0,098	4,20	155	152	0,07	3,75	0,16	5	4,95	8,11
6417	23°08'-41°03'	29/07/84	18:00	103	22,49	36,26	1.934	0,571	20,57	368	245	0,06	3,40	0,71	8	4,94	8,06
6418	22°50'-41°18'	30/07/84	01:30	63	22,19	35,64	13.976	0,065	48,03	233	230	0,10	4,28	0,62	7	5,01	8,14
6419	22°33'-41°45'	15/07/84	22:00	39	22,20	36,06	2.054	0,683	74,01	537	276	0,24	3,24	0,49	6	5,30	8,02
6420	22°27'-41°27'	16/08/84	01:34	45	22,28	35,78	2.674	0,240	74,87	1129	86	0,02	3,36	0,50	5	5,41	8,05
6421	22°21'-41°10'	16/08/84	04:40	43	22,33	35,72	13.698	0,646	91,88	627	233	-	4,27	0,45	4	5,43	8,05
6422	22°35'-40°50'	16/08/84	08:29	77	22,38	35,98	17.214	0,331	114,61	550	221	0,02	2,53	0,50	2	5,46	8,07
6423	22°51'-40°36'	16/08/84	12:45	580	24,10	37,20	5.585	0,294	6,60	186	487	0,08	3,29	0,14	3	5,11	7,99
6424	23°10'-40°14'	16/08/84	22:00	2611	23,72	37,02	3.091	0,193	4,04	103	298	0,02	3,63	0,16	5	5,16	8,06
6425	23°30'-39°48'	17/08/84	07:30	2958	23,61	36,96	2.432	0,159	2,05	76	338	0,04	3,72	0,10	3	5,28	7,80
6426	23°47'-39°23'	17/08/84	13:45	3185	23,67	36,85	4.845	*	23,87	75	265	0,11	4,21	0,11	4	5,32	8,06
6427	23°10'-38°38'	17/08/84	22:30	3228	23,36	36,87	3.689	0,114	6,59	147	338	0,02	3,76	0,13	6	5,31	8,02
6428	22°58'-39°24'	18/08/84	05:15	2995	23,46	36,86	*	*	1,21	106	502	0,03	4,58	0,15	7	5,34	8,04
6429	22°36'-39°48'	18/08/84	12:00	2278	23,90	36,97	3.131	0,182	4,88	137	75	0,04	4,57	0,12	3	5,30	8,02
6430	22°20'-40°10'	18/08/84	20:45	105	22,13	36,38	4.607	0,083	24,87	286	692	0,08	3,62	0,34	4	5,44	8,00
6431	22°11'-40°28'	19/08/84	01:20	60	21,96	35,93	7.677	0,263	173,65	857	568	0,04	2,86	0,25	2	5,41	8,04
6432	22°01'-40°43'	19/08/84	05:20	33	22,02	37,77	7.573	0,848	27,40	313	59	0,14	2,76	0,52	8	5,64	7,99
6433	21°51'-40°33'	19/08/84	08:15	23	21,91	35,89	35.963	1,011	38,22	575	48	0,14	4,27	0,48	5	5,85	8,02
6434	21°40'-40°25'	19/08/84	12:35	27	21,95	35,85	15.684	0,966	117,17	759	67	0,08	3,27	0,40	5	5,54	8,00
6435	21°49'-40°11'	19/08/84	15:20	60	21,95	36,30	12.026	0,547	37,33	604	183	0,09	3,84	0,22	2	5,46	7,96
6436	21°58'-39°51'	19/08/84	20:25	1459	24,29	37,14	5.513	0,270	4,49	144	211	0,06	3,08	0,10	1	5,18	8,04
6437	22°09'-39°22'	20/08/84	02:50	2441	23,69	37,06	300	0,189	2,43	116	545	0,04	2,61	0,00	3	5,21	8,07
6438	22°24'-38°45'	20/08/84	10:45	2913	23,88	37,02	*	*	7,40	176	479	0,07	3,97	0,15	5	5,20	8,02
6439	22°35'-38°17'	20/08/84	17:50	3403	23,98	37,06	3.425	0,226	11,59	160	406	0,07	2,19	0,02	4	5,15	8,07
6440	22°48'-37°48'	20/08/84	21:30	3621	24,14	37,13	100	0,258	10,15	116	227	0,05	3,19	0,08	6	5,14	8,02
6441	22°08'-37°48'	21/08/84	08:00	3580	24,26	37,25	1.357	0,250	4,60	154	135	0,13	2,18	0,05	3	5,14	8,05
6442	21°57'-38°20'	21/08/84	13:07	3440	24,32	37,21	1.374	0,195	7,85	148	459	0,02	3,92	0,09	7	5,34	8,02
6443	21°44'-38°50'	21/08/84	19:25	2567	24,26	37,43	2.254	0,454	4,84	317	827	0,03	2,77	0,04	4	4,95	7,98
6444	21°36'-39°20'	22/08/84	01:00	2101	24,33	37,26	1.634	0,090	4,24	90	158	0,03	1,15	0,11	3	5,14	7,95
6445	21°22'-39°51'	22/08/84	10:15	1595	24,02	37,12	2.331	0,220	5,53	195	359	0,11	3,24	0,01	7	5,04	7,93
6446	21°17'-40°17'	22/08/84	16:00	96	23,70	36,93	13.962	0,745	8,25	285	1129	0,06	2,28	0,22	5	5,15	7,98
6447	20°56'-40°22'	22/08/84	19:30	24	22,33	36,81	4.685	0,759	151,17	109	117	0,09	2,83	0,15	5	5,24	7,97
6448	20°38'-40°16'	23/08/84	00:15	36	22,90	36,77	14.023	0,676	64,64	986	357	0,06	2,71	-	0	5,33	7,97
6449	20°48'-40°02'	23/08/84	04:35	38	22,52	36,74	2.791	0,608	38,61	382	169	0,02	6,17	0,15	6	5,18	7,97
6450	20°56'-39°35'	23/08/84	07:40	113	23,13	36,89	19.560	0,696	11,44	79	1641	0,05	2,73	0,22	8	5,21	7,99
6451	20°56'-39°35'	23/08/84	15:00	1982	24,23	37,29	1.060	0,358	4,25	152	612	0,02	2,61	0,09	3	5,01	7,99
6452	21°06'-39°02'	23/08/84	21:30	2274	24,21	37,20	3.314	0,300	9,91	236	744	0,03	2,34	0,02	4	5,21	7,97
6453	21°15'-38°32'	24/08/84	05:00	2790	23,69	37,07	1.396	0,201	3,33	157	220	0,06	3,18	-	4	5,28	8,04
6454	21°25'-38°03'	24/08/84	12:00	3534	23,70	36,97	1.991	0,165	3,19	161	282	0,00	1,88	0,01	4	5,25	7,98
6455	21°31'-37°31'	24/08/84	18:50	3885	23,45	36,97	697	0,166	5,49	122	408	0,10	2,91	-	4	5,35	8,03
6456	21°01'-37°20'	25/08/84	01:50	3876	23,50	36,95	280	0,168	6,98	180	493	0,05	2,11	0,02	6	5,48	7,95
6457	20°44'-38°23'	25/08/84	07:00	64	24,39	37,19	3.200	0,290	13,10	292	178	0,01	2,23	0,07	3	5,23	7,88
6458	20°35'-38°55'	25/08/84	12:30	2852	24,19	37,08	1.676	0,203	3,65	140	145	0,04	1,86	0,03	0	5,22	7,98
6459	20°15'-40°05'	25/08/84	19:30	2400	22,07	36,44	2.832	0,348	8,01	409	492	0,41	3,42	0,54	6	5,31	7,92
6460	20°27'-39°25'	26/08/84	00:30	1964	24,22	37,14	1.280	0,133	6,78	164	363	-	2,34	0,09	4	5,44	7,84
6461	20°20'-39°51'	26/08/84	06:00	60	23,86	37,08	33.016	0,940	7,35	555	174	0,07	2,64	0,09	6	5,28	7,9
6462	20°54'-37°45'	26/08/84	10:00	32	24,49	37,31	4.948	0,689	8,44	344	74	0,05	0,03	0,02	4	5,07	8,03
6463	19°42'-39°40'	30/08/84	15:00	51	21,64	36,46	3.988	0,866	25,50	799	367	0,70	3,98	0,58	4	5,38	7,92
6464	19°58'-39°53'	30/08/84	19:30	35	22,76	36,76	3.568	0,914	21,17	433	57	0,26	3,52	0,18	2	5,33	7,98
6465	19°25'-38°53'	31/08/84	00:10	33	23,36	36,96	12.370	0,612	1,61	428	76	0,14	3,34	0,21	2	5,26	7,91
6466	19°28'-38°27'	31/08/84	06:00	64	23,49	37,42	44.116	0,936	51,20	1900	361	0,06	2,60	0,10	2	5,54	7,94
6467	19°29'-38°02'	31/08/84	12:00	73	24,36	37,22	19.028	0,406	8,83	713	222	0,03	2,85	0,303	3	5,18	8,04
6468	19°25'-39°26'	31/08/84	16:30	56	21,02	36,49	3.468	0,248	7,49	164	58	0,45	3,50	0,53	3	5,32	8,01
6469	19°33'-37°32'	31/08/84	22:45	3453	24,05	37,14	*	*	2,31	139	78	0,05	3,47	0,03	2	5,15	8,00
6470	19°35'-36°57'	01/09/84	07:15	3770	24,09	37,21	1.922	0,176	2,79	239	66	0,06	2,82	0,06	2	5,16	7,85
6471	19°01'-36°55'	01/09/84	13:15	3670	24,27	37,34	5.256	0,196	1,28	134	99	0,05	3,23	0,06	2	5,15	7,94
6472	18°59'-37°29'	01/09/84	18:30	3476	23,96	37,15	4.862	0,236	2,39	134	159	0,04	2,58	0,08	4	5,15	7,87
6473	18°59'-37°52'	02/09/84	01:00	59	24,28	37,19	8.050	0,194	3,34	170	53	0,06	2,53	0,03	2	5,02	7,94
6474	18°59'-38°19'	02/09/84	04:30	32	23,57	37,15	*	*	14,34	526	141	0,04	3,15	0,07	3	5,15	7,95
6475	18°55'-38°51'	02/09/84	08:25	61	24,02	37,24	19.092	0,613	8,17	471	55	0,03	2,93	0,09	3	5,02	7,92
6476	18°54'-39°23'	02/09/84	13:00	34	23,71	36,89	22.622	0,463	5,39	584	118	0,02	3,26				

Tabela II: Correlação entre os escores fatoriais e os ecológicos analisados no PCA (número de dados = 85 $r=0$ para 0,95* e para 0,99)**

VARIÁVEIS	EIXO 1	EIXO 2
temperatura	874	108
salinidade	865	-018
nitrito	-579	-066
nitrito	-453	510
fosfato	-844	172
silicato	-474	510
oxigênio dissolvido	-550	-421
pH	-205	261
clorofila a	-597	-233
fitoplâncton	-403	-366
volume de plâncton	-794	020
larvas de peixes	089	648