

BIOMASSA PLANCTÔNICA, HIDROGRAFIA E PLUVIOSIDADE NA COSTA NORTE DA BAHIA, BRASIL.

Paulo de Oliveira MAFALDA Jr.^{1,2}
Chossi SINQUE²
Ronan Rebouças Caires de BRITO¹
Juarez Jorge SANTOS¹

¹Laboratório de Plâncton, Instituto de Biologia
Universidade Federal da Bahia
Salvador, Brazil 40.210-020
pomafa@ufba.br

Recebido em 01/2004 Aceito em: 10/2004

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar o padrão de distribuição espacial e temporal da biomassa planctônica, descrever a estrutura hidrográfica da massa d'água e analisar a relação entre os níveis de biomassa planctônica e a pluviosidade na costa norte da Bahia, Brasil. As amostras foram coletadas entre maio/1993 e março/1994, em 12 estações de amostragem, durante 4 meses. O fitoplâncton (clorofila a) e o zooplâncton (biovolume do micropoplâncton) foram coletados através de garrafa de van Dorn e de rede cônica, com malhas de 120µm de abertura, respectivamente. No estudo hidrográfico as seguintes variáveis foram avaliadas: temperatura, salinidade, pH, saturação de oxigênio, turbidez e amônia. As massas de água presentes no norte da Bahia foram caracterizadas como Água Costeira e Água Oceânica. Os resultados demonstraram que existem diferenças significativas, sazonais e espaciais, principalmente nas variáveis hidroquímicas e secundariamente nos níveis de biomassa planctônica. A análise multivariada revelou dois agrupamentos entre as estações de amostragem; o grupo 1, formado pelas estações sob influência do período seco (setembro e dezembro de 1993) e o grupo 2, formado pelas estações sob influência do período chuvoso (maio/1993 e março/1994).

Palavras Chaves: biomassa fitoplanctônica, clorofila; zooplâncton; biovolume; massa d'água.

ABSTRACT

Planktonic Biomass, Hydrography and Rainfall at Bahia north shore, Brazil

The objective of this study was to study the spatial and temporal pattern distribution of the planktonic biomass, the hydrographical structure of the water and to relate the levels of plankton biomass to the rainfall at Bahia north shore, Brazil. Samples were collected between May 1993 and March 1994, in twelve stations, during four oceanographic cruises. The phytoplankton (chlorophyll a) and the zooplankton (microplankton biomass) were collected with a van Dorn bottle and with a conical net 120µm mesh size, respectively. Temperature, salinity, pH, saturation of oxygen, transparency, ammonium data were obtained simultaneously for comparison with the plankton biomass. The northern region of the Bahia could be characterized by the Coastal and Oceanic water masses. There were significant differences between stations and seasons ($p < 0,05$), as far as

hydrochemical variables are concerned, as well as for planktonic biomass. A multivariate statistics analysis revealed two groups of sampling stations, with the first group being formed by stations influenced mainly by the dry period (September and December 1993) and a second group composed of stations related to the rainy period (May 1993 and March 1994).

Keywords: planktonic biomass; hydrographical structure; chlorophyll; zooplankton.

INTRODUÇÃO

Situada entre Açú da Torre e Itapuã, na costa norte da Bahia, a área de estudo possui em torno de 580 Km², possuindo clima quente e úmido (VIANA, 1963). O padrão de precipitação pluviométrica apresenta um período seco, entre setembro e fevereiro e, um período chuvoso, entre março e agosto (SEI, 1999; MAFALDA Jr., 2000). Esta região apresenta plataforma continental estreita caracterizada por uma sedimentação carbonática biogênica de águas pouco profundas (SUMMERHAYES *et al.*, 1975). De acordo com a carta náutica DHN B1100, esta área pode ser dividida em dois setores: o norte, localizado entre Açú da Torre e Arembepe, e o sul, entre Arembepe e Itapuã. No setor norte, o fundo oceânico cresce gradativamente constituindo um banco raso onde encontram-se os estuários dos rios Pojuca e Jacuípe. Se for considerado que a primeira quebra da borda da plataforma continental está na isóbata de 50m, no setor norte ela dista cerca de 15 km da costa. No setor sul, em frente ao estuário do rio Joannes, esta isóbata está a 5 km da costa (Fig. 1).

Na zona costeira do Nordeste Brasileiro a exportação do material de manguezais, via descarga fluvial, e a ressurgência de borda de plataforma são mecanismos que contribuem para a produtividade das suas águas (MEDEIROS *et al.*, 1999). Não obstante, no norte da Bahia, a limitada vazão dos estuários (PAREDES; FREITAS, 1980; PAREDES *et al.*, 1993) e a estreita plataforma continental (SUMMERHAYES *et al.*, *op cite*), contribuem para que o padrão oceanográfico seja determinado pela água Tropical (GARFIELD, 1990), que possui características oligotróficas devido ao escasso teor em nutrientes inorgânicos (PAREDES, 1991).

Diversos estudos relacionando a hidrografia e a biomassa planctônica foram realizados em zonas temperadas e tropicais do Ocano Atlântico (BRAUN, 1980; Hernández-Leon, 1988; MENZEL; RHYTHER, 1966; RODRIGUEZ *et al.*, 2001). No Brasil estes estudos vêm sendo desenvolvidos em zonas costeiras e ocênicas por diversos autores (BROCKEL; MEYERHOFER, 1996; FERNANDES; BRANDINI, 1999; GAETA *et al.*, 1999; HUBOLD, 1980; MAFALDA Jr. *et al.*, 2002a,b; MEDEIROS *et al.*, 1999, NEUMANN-LEITÃO *et al.*, 1999; PINTO *et al.*, 2002; SANTOS *et al.*, 1997; TUNDISI *et al.*, 1978), porém, no norte da Bahia destacamos apenas os trabalhos de Mafalda Jr. (2000) e Mafalda Jr. *et al.* (2002a).

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar as massas de água, além de avaliar a biomassa fitoplanctônica e zooplanctônica, buscando relações entre os níveis de produção planctônica e a pluviosidade na costa norte da Bahia.

METODOLOGIA

As coletas foram realizadas com lanchas do tipo "Mares", em 12 estações de amostragem, em 4 meses, durante o período chuvoso (maio/1993 e março/1994) e o período seco (setembro/1993 e dezembro/1993). As estações de amostragem (Fig. 1), foram localizadas através de um navegador por satélite modelo "Garmin GPS 50" e situaram-se nas isóbatas de 20m (2, 3, 4, 8 e 11), 30m (1, 5, 6, 7 e 12) e 60m (9 e 10), entre Açú da Torre (12° 32' S e 37° 57' W) e Itapuã (12° 58' S e 38° 21' W).

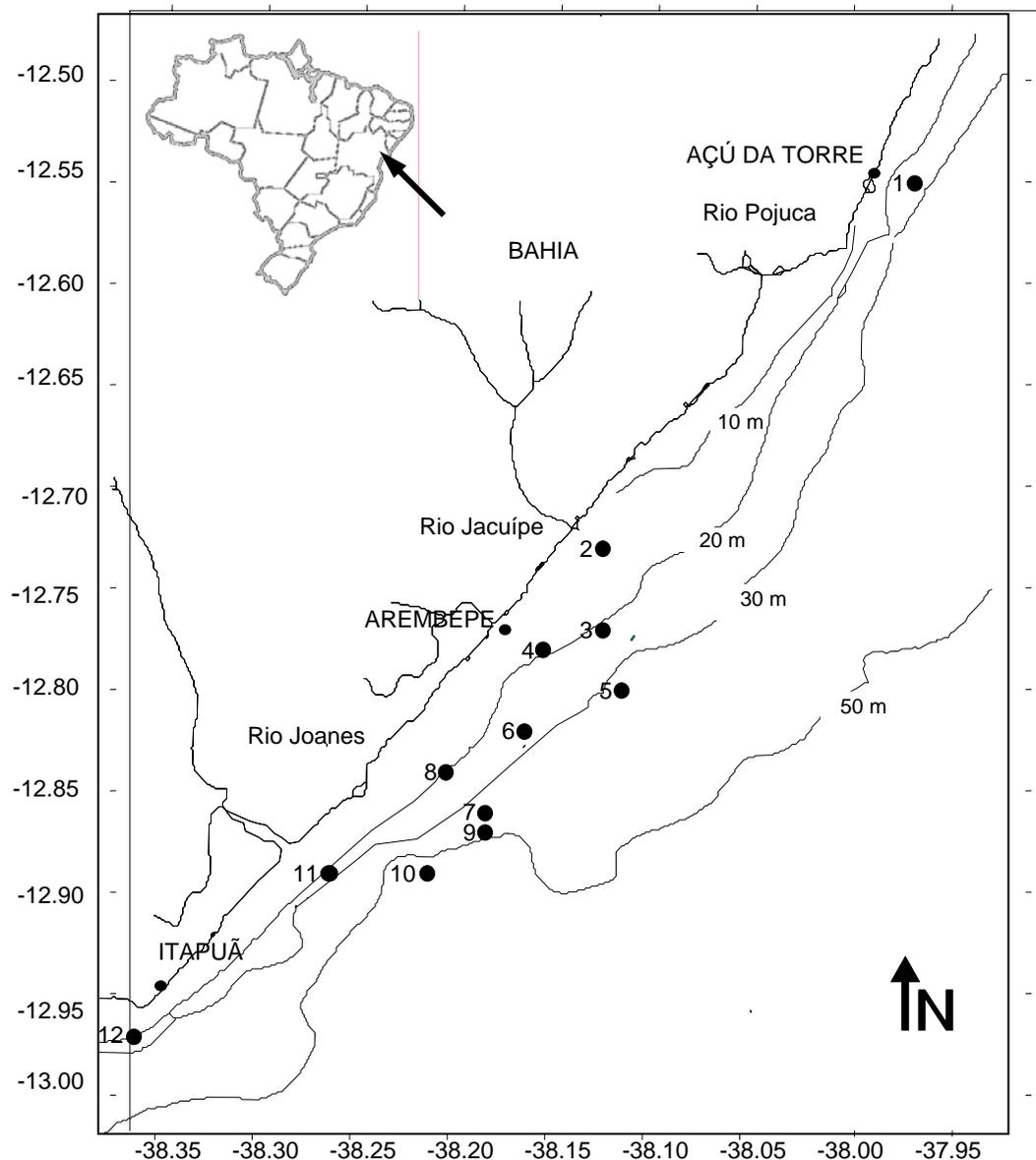


Figura 1 – Mapa de localização das estações de amostragem, no período de maio/1993 a março/1994, entre Açú da Torre e Itapuã, na costa norte da Bahia, Brasil.

Os dados de precipitação pluviométrica (mm), obtidos através de pluviômetro, foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia na Bahia (INMET) e correspondem a valores médios mensais que foram calculados para a estação 83226, situada no município de Camaçari ($12^{\circ} 40' S$ e $38^{\circ} 19' W$).

As variáveis hidrológicas: profundidade (m), temperatura (°C), salinidade (UPS), pH e saturação de oxigênio (%), foram coletados utilizando o multi-amostrador Hydrolab Surveyor II. A turbidez (NTU), foi determinada pelo método nefelométrico e as concentrações de nutrientes: nitrito-N, nitrato-N, e amônia (mg.L^{-1}), foram determinada através das técnicas descritas em Strickland; Parsons (1965). A determinação de nitrito foi realizada com um limite de detecção de $0,008\text{mg.L}^{-1}$ e de nitrato com $0,015\text{mg.L}^{-1}$. Os dados hidrológicos empregados correspondem a média aritmética simples obtida entre a superfície e o fundo.

Para determinação da biomassa fitoplantônica, através da concentração de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$), as coletas de água foram realizadas à superfície e 1m acima do fundo com garrafas tipo Van Dorn. Em laboratório procedeu-se a filtração de 3000mL de água, ficando o material retido em filtro de membrana de fibra de vidro (marca Millipore de 47mm de diâmetro e de $1,0\mu\text{m}$ de porosidade). A extração da clorofila empregou como solvente o etanol 90%. A leitura das densidades óticas dos pigmentos foi realizada através de espectrofotômetro Micronal B 382, com valores de absorvância de 750 e $665\mu\text{m}$. Após a leitura espectrofotométrica o conteúdo de clorofila foi calculado pela fórmula de Strickland; Parsons (1965). A biomassa do microplâncton (biovolume) foi estimada a partir da amostra total através do método de deslocamento, conforme Kramer *et al.* (1972). As amostras de plâncton foram coletadas através de arrastos horizontais de superfície, com rede cônica malha $120\mu\text{m}$ de abertura, dotada de fluxômetro. Os arrastos tiveram a duração de 5 minutos e foram realizados a uma velocidade aproximada de 1,0 kt.

O microzooplâncton obtido foi fixado em formol a 4%, neutralizado e acondicionado em frascos plásticos de 500mL. O cálculo do volume de água filtrada pela rede foi realizado através da seguinte fórmula: $V = a.n.c$; Onde: V = volume de água filtrada (m^3); a = área da boca da rede (m^2); n = número de rotações durante o arrasto (rot); c = fator de aferição do fluxômetro, obtido em laboratório (m/rot).

Visando investigar a ocorrência de sazonalidade nos dados hidrológicos, o tratamento estatístico inferencial envolveu a análise de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis (ANOVA), e o teste de comparações múltiplas de Dunn (ZAR, 1984), uma vez que as variâncias foram heterogêneas. Estas análises foram realizadas através do programa GRAPHPAD SOFTWARE.

A análise multivariada empregou a Análise de Componentes Principais (PCA), que permite hierarquizar os fatores responsáveis pela variância dos dados e sintetizar as principais tendências através da sua representação gráfica em um número reduzido de planos fatoriais (componentes ou eixos). A matriz formada com os dados oceanográficos foi submetida a transformação ($\text{Ln } x+1$), para reduzir o efeito das diferentes escalas. Após o cálculo da similaridade por correlação, computou-se os autovalores da matriz de dispersão, que medem a variância associada a cada componente principal. O primeiro eixo descreve a maior dimensão da elipsóide multidimensional, enquanto que os eixos seguintes passam por dimensões gradativamente menores (LEGENDRE; LEGENDRE, 1984). A análise multivariada foi realizada por intermédio do programa S-PLUS.

RESULTADOS

Precipitação pluviométrica

A precipitação pluviométrica média, entre abril/1993 e março/1994, foi de 92,3mm. O padrão de precipitação pluviométrica, no litoral norte da Bahia, apresentou um período seco e um período chuvoso. O período seco se estendeu entre setembro/93 e janeiro/94. Nos meses realizados durante este período, os valores médios de pluviosidade foram de 76,7mm, em setembro/93 e 18,5mm, em dezembro/93. Entre maio e agosto/93 e, entre fevereiro e março/94, os índices

pluviométricos foram mais elevados, caracterizando o período chuvoso. Durante os meses deste período os valores de pluviosidade foram de 223,7mm, em maio/93 e 138,5mm, em março/94 (Fig.2).

Profundidade

O intervalo de profundidade das estações de coleta variou entre 21,0m na estação 2 e 58,5m na estação 10. As estações de 1 a 6, localizadas na porção norte da área de estudo, situaram-se entre as isóbatas de 21 e 33 metros, enquanto que, as estações da porção sul (7 a 12), foram mais profundas situando-se entre 25 e 58,5m.

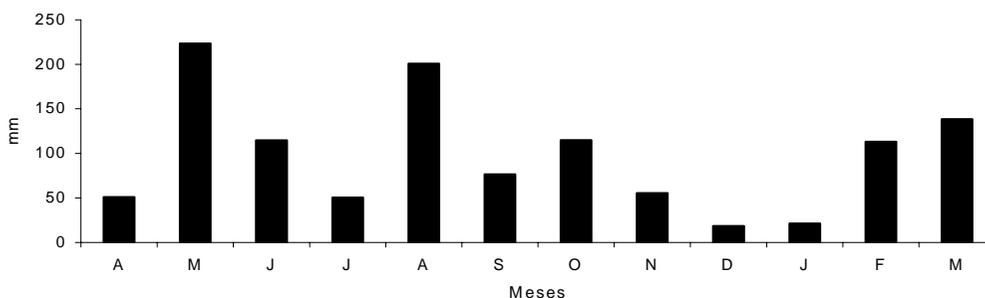


Figura 2 – Variação das médias mensais da precipitação pluviométrica (mm), no período de abril/1993 (A) a março/1994 (M), entre Açú da Torre e Itapuã, Bahia.

Temperatura

A temperatura variou espacial e temporalmente, com média de 26,5°C, entre maio/93 e março/94. O valor máximo foi registrado em março/94 (29,2°C), e o mínimo ocorreu em dezembro/93 (24,4°C). O mês de maio/93, apresentou a maior amplitude na distribuição espacial da temperatura, que oscilou entre 25,7 e 27,6°C (Fig. 3). A análise de variância indicou uma diferença extrema entre os meses estudados (ANOVA, $p < 0,0001$), apontando a ocorrência de variação temporal da temperatura. O teste de comparações múltiplas verificou que esta diferença ocorreu entre os meses de maio/setembro, maio/dezembro, março/setembro e março/dezembro. A diferença entre os valores médios de temperatura não foi significativa entre os meses de maio e março, que apresentaram as temperaturas mais elevadas e entre setembro e dezembro, que apresentaram as temperaturas mais baixas.

Salinidade

A salinidade média da água foi de 36,9 com máximo registrado em setembro (37,8) e mínimo em maio/93 (31,8). Este mês também apresentou a maior amplitude na distribuição espacial da salinidade, que oscilou entre 31,8 e 36,6 (Fig. 3). A variação temporal da salinidade foi constatada através da diferença extremamente significativa (ANOVA, $p < 0,0001$), entre os meses de maio/setembro, maio/dezembro, maio/março e março/setembro. A diferença não foi significativa apenas entre os meses de dezembro e março, que apresentaram salinidades intermediárias em relação ao mês de maio (menor salinidade) e ao mês de setembro (maior salinidade).

Diagrama T-S

As massas de água presentes no norte da Bahia podem ser visualizadas através do diagrama T-S (Fig. 4). A massa de água Costeira, com temperatura entre 25,7 e 27,6°C, e salinidade entre 31,8 e 35,5, foi formada apenas no mês de maio/93, em função da elevada pluviosidade e conseqüente aumento da vazão estuarina. Porém, em todos os meses foi registrada a presença da massa de Água Tropical, que segundo Garfield (1990) é caracterizada pôr temperatura entre 24 e 26°C e salinidade entre 36 e 38.

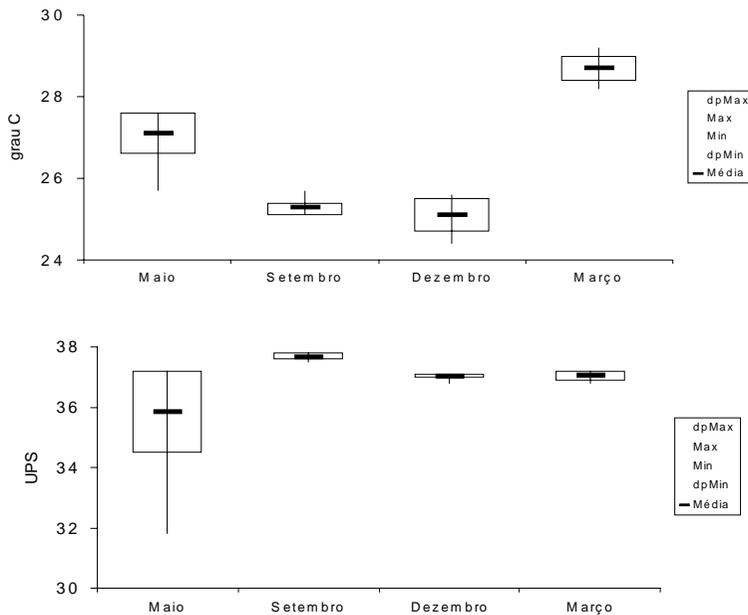


Figura 3 – Variação sazonal dos valores médios da temperatura (°C) e salinidade (UPS), no período de maio/1993 a março/1994, entre Açú da Torre e Itapuã, Bahia.

Saturação de oxigênio

A maior amplitude na distribuição espacial da saturação de oxigênio ocorreu no mês de maio/93, cujos valores oscilaram entre 91,9 e 99,3%, e a menor amplitude em setembro/93, oscilando entre 96,1 e 98,8% (Fig. 5). O nível médio de saturação de oxigênio foi de 96,3%. Apesar da variabilidade entre os meses estudados, os testes estatísticos não apontaram diferença significativa (ANOVA, $p > 0,05$).

pH

O pH da água do mar apresentou-se entre levemente ácido e alcalino, com média de 8,2. O valor máximo (8,5), foi registrado em maio/93, na estação 2 e o mínimo (6,7) ocorreu em setembro/93, na estação 6 (Fig. 5). Os testes estatísticos indicaram diferença significativa (ANOVA, $p < 0,05$), apenas entre os meses de setembro e março que registraram o menor e o maior pH, respectivamente.

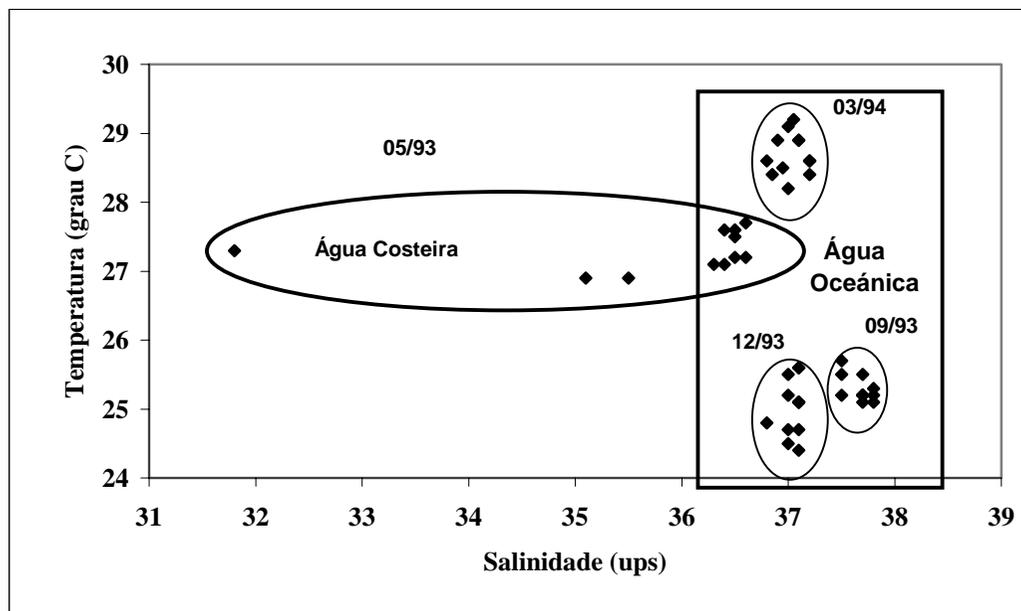


Figura 4 – Caracterização das massas de água, através do Diagrama T/S, no período de maio/1993 a março/1994, entre Açú da Torre e Itapuã, Bahia.

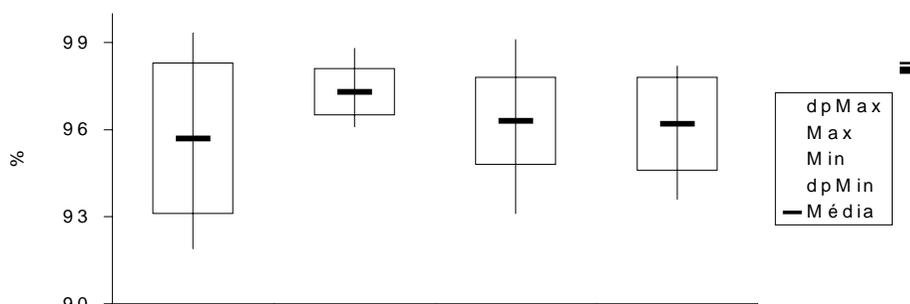
Turbidez

A turbidez média da água durante todo o período estudado foi de 1,56 (NTU). O valor máximo (9,3 NTU) foi registrado em março/94, e o mínimo (0,0 NTU) ocorreu em setembro/93 (Fig. 5). A análise de variância verificou uma diferença extremamente significativa (ANOVA, $p < 0,0001$), entre os meses estudados. O teste estatístico *a posteriori* mostrou que esta diferença ocorreu entre os meses de maio/setembro, maio/dezembro e setembro/março.

Nitrito, Nitrato e Amônia

As concentrações de nitrito ($N-NO_2$), e nitrato ($N-NO_3$), estiveram abaixo do limite de detecção indicando a depleção de nutrientes das águas oceânicas da corrente do Brasil.

A concentração média de amônia, entre maio/93 e março/94, foi de $0,11 \text{ mg.L}^{-1}$, com um máximo de $0,8 \text{ mg.L}^{-1}$, registrado em dezembro/93 (Fig. 6). A análise estatística indicou diferença extremamente significativa (ANOVA, $p < 0,0001$), entre os meses de maio/setembro, maio/dezembro e maio/março, em função das concentrações mais elevadas de amônia no mês de maio/93.



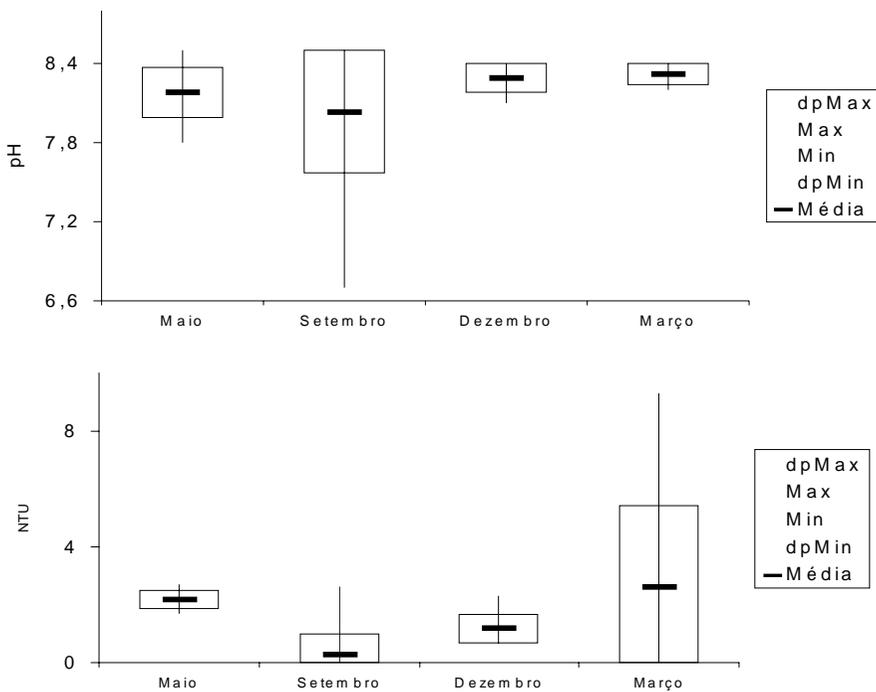


Figura 5 – Variação sazonal dos valores médios de saturação de oxigênio (%), pH e turbidez, no período de maio/1993 a março/1994, entre Açú da Torre e Itapuã, Bahia.

Biomassa Fitoplanctônica

A biomassa fitoplanctônica apresentou pequena variabilidade espacial e sazonal. A biomassa média foi igual a $0,13\mu\text{g.L}^{-1}$, sendo o valor máximo ($0,35\mu\text{g.L}^{-1}$), registrado em março/94 e o mínimo ($0,01\mu\text{g.L}^{-1}$), nos meses de setembro e dezembro (Fig. 6). O mês de março/94 apresentou a maior amplitude na distribuição espacial ($0,09$ a $0,35\mu\text{g.L}^{-1}$), da biomassa de fitoplâncton (Fig. 7). Verificou-se diferença estatística significativa (ANOVA, $p < 0,0005$), entre os meses de maio/setembro e maio/dezembro.

Biomassa Microplanctônica

Entre maio/93 e março/94, a biomassa microplânctônica média foi de $0,07\text{mL.m}^{-3}$. O valor máximo ($0,26\text{mL.m}^{-3}$), foi registrado em setembro, e o mínimo ($0,02\text{mL.m}^{-3}$) nos meses de maio/93 e dezembro/93 (Fig. 6). A maior amplitude na distribuição espacial dos valores médios de biomassa ocorreu em setembro/93, oscilando entre $0,02$ e $0,26\text{mL.m}^{-3}$. A análise estatística indicou diferença significativa apenas entre os meses de maio/dezembro ($p < 0,05$).

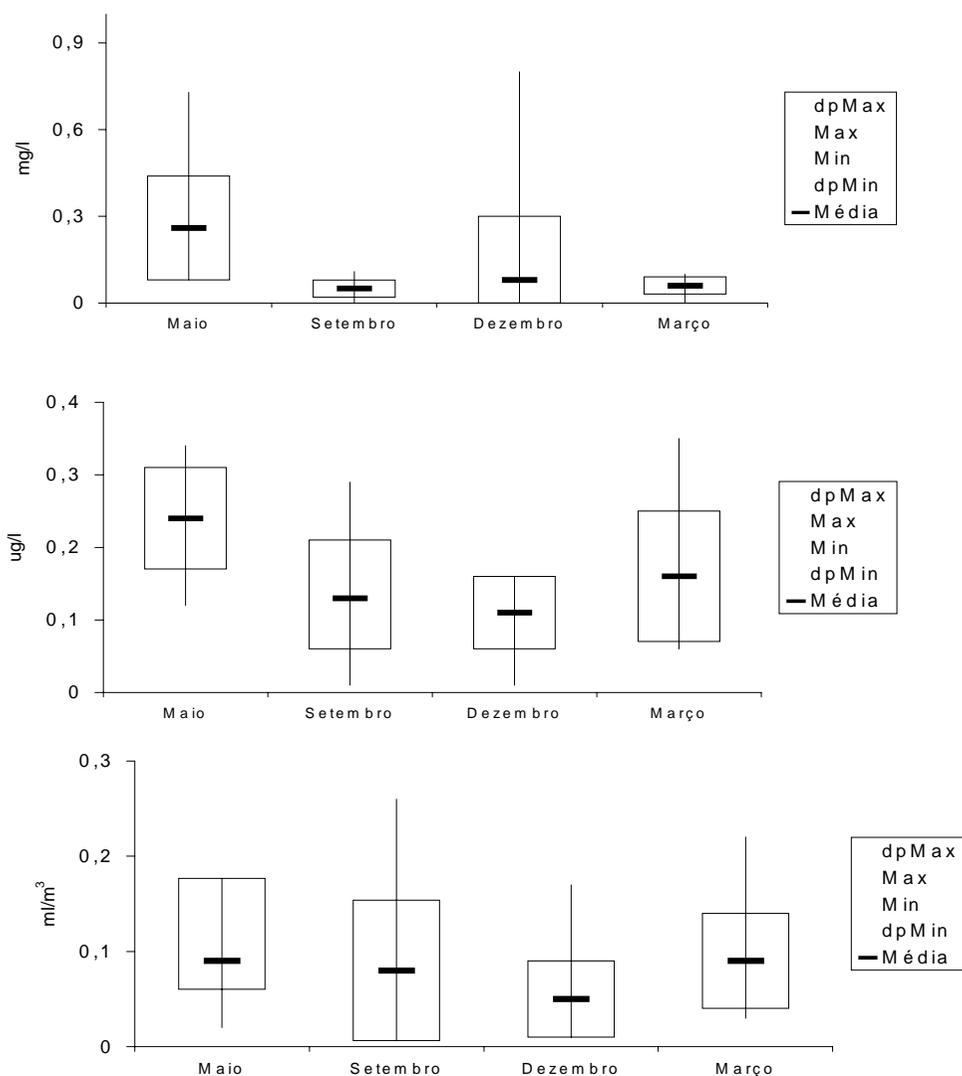


Figura 6 – Variação sazonal dos valores médios de amônia (mg.L^{-1}), biomassa fitoplânctônica ($\mu\text{g.L}^{-1}$), e biomassa microplânctônica (mL.m^{-3}), no período de maio/1993 a março/1994, entre Açú da Torre e Itapuã, Bahia.

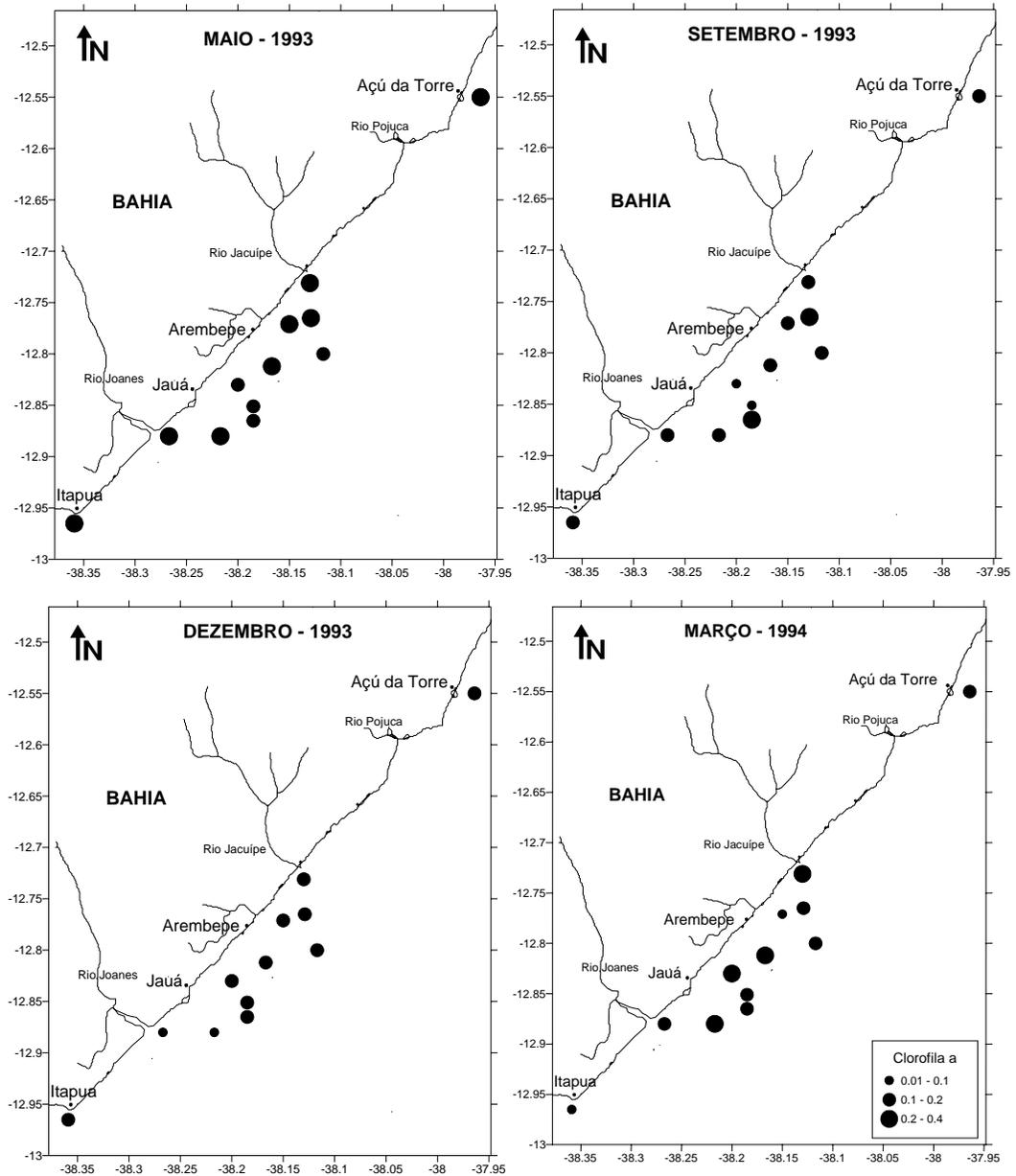


Figura 7 – Distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplânctônica ($\mu\text{g.L}^{-1}$), no período de maio/1993 a março/1994, entre Açú da Torre e Itapua, Bahia.

Análise de Componentes Principais (ACP)

Os quatro primeiros componentes principais explicaram 99% da variância dos dados oceanográficos. O primeiro componente principal explicou 95% da variância total dos dados, enquanto que o segundo componente explicou apenas 3% da variância total dos dados.

A separação espacial das estações de amostragem foi consequência da variação temporal das condições oceanográficas (Fig. 8). As estações de amostragem dos meses de maio/1993 e março/1994 (período chuvoso), estiveram posicionadas no lado direito do diagrama de ordenação, onde foram relacionadas com águas de maior temperatura, turbidez, amônia, fitoplâncton e zooplâncton. As estações de amostragem dos meses de setembro/1993 e de dezembro/1993 (período seco), situaram-se no lado esquerdo do diagrama de ordenação, sob influência de águas de maior salinidade e saturação de oxigênio.

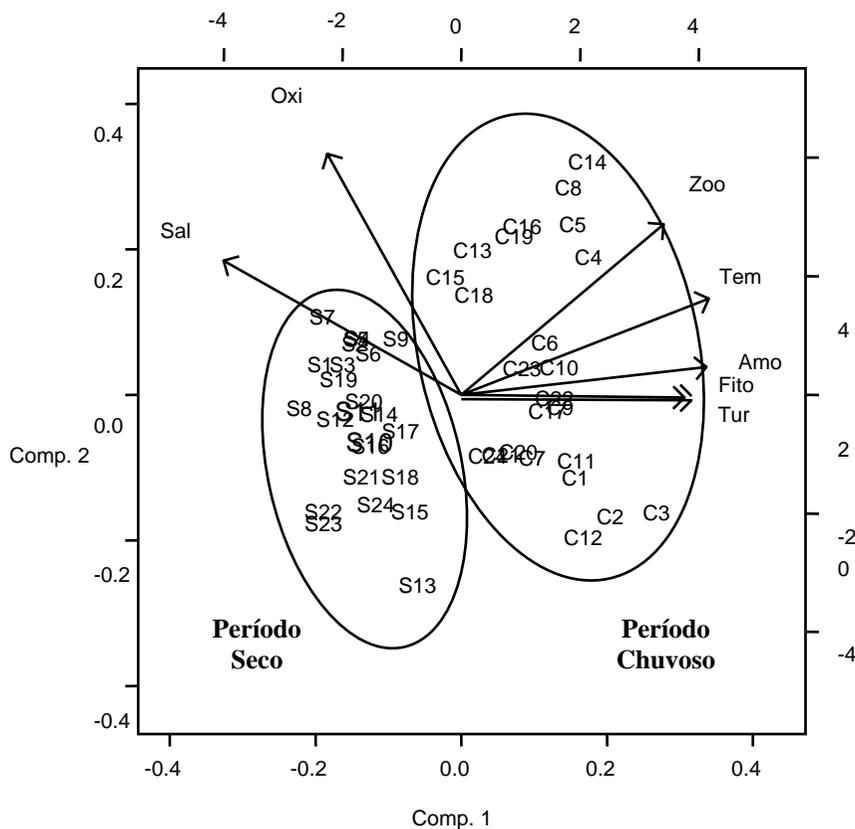


Figura 8 – Projeção dos dois primeiros componentes principais, baseado nas variáveis oceanográficas (Sal, salinidade; Tem, temperatura; Oxi, oxigênio; Tur, turbidez; Amo, amônia; Fito, Clorofila a; Zoo, biovolume de zooplâncton), obtidas durante o período chuvoso (C1 a C12, maio/1993; C13 a C24, março/1994) e o período seco (S1 a S12, setembro/1993; S13 a S24, dezembro/1993), no norte da Bahia.

DISCUSSÃO

O regime pluviométrico do litoral norte da Bahia apresentou dois períodos distintos: um período chuvoso, abrangendo os meses de março a agosto, e um período seco, entre setembro e fevereiro. Este é o comportamento geral das chuvas na região nordeste, onde a época de maior pluviometria situa-se no outono e a época menos chuvosa em torno da primavera e verão (TUBELIS, 1984).

Em todos os meses estudados verificou-se a predominância da massa de Água Tropical, que em função da estreita plataforma continental, com cerca de 10km de extensão (BRANDINI *et al.*, 1997), avança em direção a costa norte da Bahia. Apenas no mês de maio/93, a elevada pluviosidade aumentou a descarga dos rios, levando a formação de uma massa de água Costeira. Segundo Thonsen (1962), a água costeira que cobre a plataforma continental é essencialmente água oceânica com mistura de água dos rios, cuja consequência é o aumento da salinidade da costa em direção ao talude continental. No norte da Baía de Todos os Santos, a massa de água Tropical predominante é Água Costeira, verificando-se uma maior influência de aportes fluviais (MAFALDA Jr. *et al.*, 2002a). Contudo, em áreas da plataforma, distantes dos efeitos da drenagem continental, a temperatura flutua entre 25 e 28°C e a salinidade entre 35 e 37, mantendo condições hidrográficas homogêneas ao longo do ano (CASTRO FILHO; MIRANDA, 1998).

A sazonalidade térmica foi evidente no período estudado, que se caracterizou por temperaturas mais elevadas durante o período chuvoso (março e maio) e mais baixas no período seco (setembro e dezembro). No norte da Baía de Todos os Santos foi verificada o mesmo padrão de sazonalidade térmica na massa de Água Tropical Costeira (MAFALDA Jr. *et al.*, op cite).

No norte da Bahia, assim como no norte da Baía de Todos os Santos (MAFALDA Jr. *et al.*, 2002a), a concentração de oxigênio não foi um fator limitante, apresentando-se sempre próximo de 100% de saturação. O pH médio igual a 8,2 indica a predominância da massa de água oceânica e oligotrófica. Tundisi *et al.*, (1978), na região costeira de Ubatuba e de Cananéia, encontrou um pH entre 7,0 e 8,0. Normalmente o pH da água oceânica situa-se entre limites muito estreitos (8,0 e 8,3), pois encontra-se fortemente tamponado (MARGALEF, 1989).

Os efeitos da pluviosidade, com o conseqüente aumento das concentrações de sólidos em suspensão, verificados durante o período chuvoso, foram evidentes sobre o aumento da turbidez em toda a área estudada. Em águas costeiras, devido a turbulência e a erosão, há sempre uma maior concentração de material em suspensão do que nas águas oceânicas (FRIEDRICH, 1969).

A predominância do padrão oceanográfico oligotrófico é assegurado em função da pequena extensão da plataforma continental, onde cerca de 6 milhas da costa as cotas batimétricas atingem os 1000 m (REMAC, 1975). Na maior parte do tempo, os aliseos predominantes tendem a acumular a Água Tropical na direção do litoral norte (BRANDINI *et al.*, 1997). Desta forma, a elevada temperatura das águas superficiais tropicais oceânicas formam uma termoclina permanente (PICKARD; EMERY, 1982), e limitam grandes movimentos ascendentes de ressurgência, impedindo o aumento da produção primária. Tendo em vista as condições oligotróficas da Corrente Sul Equatorial, do ponto de vista biológico, este é o setor da plataforma Brasileira mais pobre em plâncton (BRANDINI *et al.*, 1997), pois as concentrações limitantes dos nutrientes essenciais influenciam os produtores primários que tem a sua produtividade reduzida.

A concentração total de compostos inorgânicos de nitrogênio, em águas marinhas oligotróficas, varia entre 0,01 e 0,15mg.L⁻¹ (MARGALEF, op cite). Nos meses de setembro/93, dezembro/93 e março/94, as concentrações de compostos nitrogenados estiveram dentro do esperado para águas marinhas oligotróficas. Porém, no mês de maio/93, a concentração máxima de amônia foi bastante superior ao máximo esperado, em função do aumento da pluviosidade e conseqüentemente do aporte fluvial. Segundo Tundisi *et al.*, (1978), a drenagem terrestre e a

remoção de nutrientes à partir dos sedimentos, podem provocar a eutrofização de regiões costeiras, modificando o padrão esperado para águas tropicais. Contudo, o pequeno aporte continental no litoral norte da Bahia, limitado aos pequenos estuários dos rios Pojuca, Jacuípe e Joannes, não costumam modificar a predominância do carácter oligotrófico da costa norte da Bahia, onde o azul transparente das águas refletem a sua pobreza energética (PAREDES, 1991). Apenas no norte da Baía de Todos os Santos foram encontrados valores mais elevados de compostos nitrogenados, em função da forte influência terrígena, além da contribuição oriunda dos efluentes da Refinaria Landulfo Alves (MAFALDA Jr. *et al.*, 2002a).

A biomassa primária fitoplanctônica, estimada através de clorofila *a*, oscilou entre 0,01 e 0,35 $\mu\text{g.L}^{-1}$ acompanhando as concentrações de nutrientes inorgânicos e apresentando-se mais elevada no período chuvoso, em relação ao período seco. O aumento sazonal da biomassa fitoplanctônica, pelo efeito do enriquecimento dos nutrientes, em águas oligotróficas tropicais, também foi registrado no Mar de Sargassos (MENZEL; RYTHER, 1961) e no Mar Arábico (RHYTER; MENZEL, 1965). Na Zona Econômica Exclusiva do nordeste Brasileiro a concentração pode ser mais elevada variando entre 0,1 e 4 $\mu\text{g.L}^{-1}$, como na desembocadura do rio Parnaíba, Cadeia Norte Brasileira e Arquipélago de Fernando de Noronha (PINTO *et al.*, 2002).

A biomassa do microplâncton variou entre 0,02 e 0,26 mL.m^{-3} contudo, as biomassas médias mais elevadas foram registradas no período chuvoso, em relação ao período seco. A maior parte desta biomassa de zooplâncton foi constituída por Copepoda, Ostracoda e Chaetognata (MAFALDA Jr., 2000). No norte da baía de Todos os Santos os valores de biomassa de microplâncton apresentaram-se bem mais elevados, com valores que oscilaram entre 0,4 e 11,7 mL.m^{-3} (MAFALDA Jr. *et al.*, 2002a). Os valores registrados na Zona Econômica Exclusiva Nordeste (NEUMANN-LEITÃO *et al.*, 1999; SANTOS *et al.*, 1997), também foram mais elevados que os verificados no norte da Bahia, indicando a influência dos processos de ressurgência sobre a produtividade da massa de Água Tropical.

CONCLUSÕES

O regime pluviométrico do norte da Bahia apresentou dois períodos distintos: um período chuvoso (maio/1993 e março/1994) e um período seco (setembro/1993 e dezembro/1993). O período seco foi caracterizado pelo predomínio da massa de Água Tropical (AT), com elevada salinidade e saturação de oxigênio, além de baixa turbidez, baixa concentração de amônia, biomassa fitoplanctônica e biomassa zooplanctônica. O período chuvoso foi caracterizada por menores salinidades e saturação de oxigênio, altas temperaturas e valores elevados de turbidez, concentração de amônia, biomassa de fitoplâncton e de zooplâncton, onde além da presença de massa de Água Tropical (AT), também foi verificada a ocorrência de massa de Água Costeira (AC).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao PICD-CAPES, pela bolsa de estudos que viabilizou a realização deste trabalho, como parte consitutinte da Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica, desenvolvida no Departamento de Oceanografia da FURG. A CETREL (Empresa de Proteção Ambiental) pelo apoio financeiro, ao CEPEMAR (Centro de Pesquisas do Mar) pelo apoio logísitico e ao Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, pelo afastamento concedido para realização do Doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. **Planctonologia na Plataforma Continental do Brasil. Diagnose e Revisão Bibliográfica**. Rio de Janeiro: REVIZEE. MMA, CIRM, FEMAR, 1997. 196 p.

BRAUN, J. G. Estudios de producción en aguas de las islas Canarias. I. Hidrografía, nutrientes y producción primaria. **Boletín del Instituto Español de Oceanografía** v. 5, p. 149-154, 1980.

BRÖCKEL, K. VON; MEYERHÖFER, M. Physical and biological features close to the Rocks of São Pedro and São Paulo: preliminary results. In: EKAU, W.; KNOPPERS, B. (Ed.). **Sedimentation Processes and Productivity in the Continental Shelf Waters off East and Northeast Brazil. Joint Oceanographic Projects (JOPS-II). Cruise Report and First Results**. Bremen: Center for Tropical Marine Ecology, 1996. p. 70-76.

CASTRO FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B. Physical Oceanography of the Western Atlantic Continental Shelf located between 4° N and 34° S. In: ROBINSON, R.; BRINK, K.H. (Ed.). **The Sea**. New York: John Wiley & Sons, 1998. p. 209 - 251.

FERNANDES, L. F.; BRANDINI, F. P. Comunidades microplancônicas no Oceano Atlântico Sul Ocidental: biomassa e distribuição em novembro de 1992. **Revista Brasileira de Biologia** v. 47, n. 2, p. 189-205, 1999.

FRIEDRICH, H. **Marine Biology**. London: Sidgwick & Jackson, 1969. 472 p.

GAETA, S.; LORENZETTI, J.; MIRANDA, L.; SUSINI-RIBEIRO, S. M. M.; POMPEU, M.; ARAÚJO, C. E. The Vitória eddy and its relation to the phytoplankton biomass and primary productivity during the austral fall of 1995. **Archive of Fishery and Marine Research** v. 47, n. 2, p. 253-270, 1999.

GARFIELD III, N. **The Brazil current at subtropical latitudes**. Rhode Island, 1990, 122f. Thesis (Doctor of Philosophy). University of Rhode Island.

HERNÁNDEZ-LEON, S. Gradients of mesozooplankton biomass and ETS activity in the wind-shear area as evidence of an island mass effect in the Canary island waters. **Journal of Plankton Research**, v. 10, n.6, p. 1141-1154, 1988.

HUBOLD, G. Hydrography and plankton off southern Brazil and Rio de la Plata; august - november. **Atlântica**, Rio Grande, v. 4, p. 1-22, 1980.

KRAMER, D.; KALIN, M. J.; STEVENS, E. G.; THAIKILL, J. R.; ZWEIFEEL, J. R. Collecting and processing data on fish eggs and larvae in the California Current region. U.S. Dept. of Commerce, NOAA **Technical Report, NMFS Circ.**, v. 370, p. 1-38, 1972.

LEGENDRE, L.; LEGENDRE, P. **Ecologie Numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques**. Quebec: Smasson Presses de L'Université du Quebec, 1984. 335 p.

- MAFALDA JR., P. **Distribuição e abundância do ictioplâncton da costa norte da Bahia e suas relações com as condições oceanográficas**. Rio Grande, 2000, 135f. Tese (Doutorado) – Departamento de Oceanografia. Fundação Universidade Federal do Rio Grande.
- MAFALDA JR. P.; SOUZA, P. M. M.; SILVA, E M. Estrutura hidroquímica e biomassa planctônica no norte da baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 30, n. 2, p. 117-137, 2002a.
- MAFALDA JR. P.; VELAME, M. P. B.; SOUZA, C. S.; PINTO, N. C. T.; SOUZA, P. M. M. Distribuição em larga escala de ovos e larvas de peixes na Zona Econômica Exclusiva do nordeste do Brasil. **Informativo CIRM**, v. 14, n. 1 p. 8, 2002b.
- MARGALEF, R. **Ecologia**. Barcelona: Ediciones Omega, 1989. 951 p.
- MEDEIROS, C.; MACÊDO, S. J.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of north-east Brazilian waters. **Archive of Fishery and Marine Research**. v. 47, n. 2-3, p. 133-151, 1999.
- MENZEL, D. W.; RHYTHER, J. H.. Nutrients limiting the production of phytoplankton in the Sargasso Sea with special reference to iron. **Deep Sea Research.**, v. 7 p. 276-288, 1961.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M.; SILVA, T.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; SILVA, A. P. Mesozooplankton biomass and diversity in coastal and oceanic waters off North-Eastern Brazil. **Archive of Fishery and Marine Research**. v. 47, n. 2-3, p. 153-165, 1999.
- PAREDES, J. F. Evaluation of the environmental effects of the industrial effluents from Tibrás – Titânio do Brasil in the area under influence of its underwater outfalls. In: INTERNATIONAL SPECIALIZED CONFERENCE ON MARINE DISPOSAL SYSTEM, Lisboa, **Anais...** p.105-125. 1991.
- PAREDES, J. F.; FIGUEIREDO, G.; ROCHA, W. L. C. Hydrobiological studies of the drainage system of the bananeiras reservoir, the Rivers Paraguaçu and Jacuípe. In: TRANSPORT OF CARBON AND NUTRIENTS IN LAKES AND ESTUARIES, Hamburg, **Anais...** p.23-39. 1993.
- PAREDES, J. F.; FREITAS, R. R. Dosagem de ferro nos sedimentos e interpretação da formação de espumas no estuário do Rio Jacuípe quando da ocasião de cheias. **Ciência e Cultura**, v. 32, n. 10, p. 84-87, 1980.
- PICKARD, G. L.; EMERY, W. J. **Descriptive Physical Oceanography**. Oxford: Pergamon Press, 1982. 249 p.
- PINTO, N. C. T.; MAFALDA JR. P.; MEDEIROS, C.; MOURA, G.; SOUZA, C. S. Distribuição de larvas de *Katsuwonus pelamis* (Pisces, Scombridae), em larga escala, na zona econômica exclusiva do nordeste do Brasil **Tropical Oceanography**, Recife, v. 30, n. 2, p. 171-184, 2002.
- REMAC. **Mapas batimétricos da margem continental Brasileira**. Rio de Janeiro: Série Projeto REMAC, 1975. 90 p.

RODRIGUES, J. M.; BARTON, E. D.; EVE, L.; HERNÁNDEZ-LEON, S. Mesozooplankton and ichthyoplankton distribution around Grand Canaria, an oceanic islands in the NE Atlantic. **Deep Sea Research**, v. 48, p. 2161-2183, 2001.

RYTHER, J. H.; MENZEL, D. W. On the production, composition and distribution of organic matter in the western Arabian Sea. **Deep Sea Research**, v. 12, p. 199-209, 1965.

SANTOS, C.; MAFALDA JR., P.; LIRA DE LIMA, D. Biomassa e biovolume de macroplâncton obtidos na área de Fernando de Noronha e Atol das Rocas, durante a campanha 2, Revizee NE-1. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, Itajaí, **Anais...**p.373 - 375. 1997.

SEI, Superintendencia de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Balço Hídrico do Estado da Bahia**. Salvador: SEI, 1999, 249p.

STRICKLAND, J. D.; PARSONS, T. R. A manual of seawater analysis. **Bulletin of Fishery and Research Board of Canada**, v. 125, p. 1-205, 1965.

SUMMERHAYES, C. P.; COUTINHO, P. N.; FRANÇA, A. M. C.; ELLIS, J. P. The influence of upwelling on suspended matter and shelf sediments off Brazil. Part III - Salvador to Fortaleza, northeastern Brazil. **Contributions of Sedimentology**, v. 4, p. 44-78, 1975.

THONSEN, H. Masas de água características del Oceano Atlântico, parte sudoeste. **Serv.Hidr.Nav.**, v. H632, p. 1-22, 1962.

TUBELIS, A. **Meteorologia Descritiva. Fundamentos e Aplicações Brasileiras**. Rio de Janeiro: Nobel, 1984. 374 p.

TUNDISI, J.; TEIXEIRA, C.; MATSUMURA, T.; KUTNER, M. B.; KINOSHITA, L. Plankton studies in a mangrove environment. IX. Comparative investigations with coastal oligotrophic waters. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 38, n. 2, p.301-320. 1978.

VIANNA, R. **Mapa climatológico do estado da Bahia**. Rio de Janeiro, Assembléia de Geógrafos Brasileiros, 1963.

ZAR, J. H. **Bioestatistical Analysis**. New York: Prentice Hall, 1984.