

**BIOMASSA PLANCTÔNICA E HIDROGRAFIA NA ZONA
ECONÔMICA EXCLUSIVA DO NORDESTE DO BRASIL**

Téa Bandeira Carvalho **CHAVES**¹
Paulo **MAFALDA JR**¹
César **SANTOS**¹
Christiane Sampaio de **SOUZA**¹
Gilson **MOURA**²
Jeandeline **SAMPAIO**²
Gilson **MELO**²
José Zanon de Oliveira **PASSAVANTE**³
Fernando Antônio do Nascimento **FEITOSA**³

¹Laboratório de Plâncton, Instituto de Biologia -
Universidade Federal da Bahia Salvador, Brasil
40.210-020

pomafa@ufba.br

²Núcleo de Estudos e Pesquisas de Recursos do Mar
(NEMPREMAR) - Universidade Federal da Paraíba João
Pessoa, Brasil 58.059-900

³Departamento de Oceanografia - Universidade
Federal do Pernambuco - Recife, Brasil, 50.610-901

Recebido em: 05/12/2006

Aceito em: 11/12/2006

ABSTRACT**Planktonic biomass and hydrography in the Exclusive
Economic Zone of Brazilian Northeast**

The objective of this study was to evaluate the spatial and temporal distribution of the planktonic biomass and to relate with the oceanographic conditions and rainfall at the Exclusive Economic Zone (EEZ) of the Northeastern Brazil. Samples were collected during the dry period (Northeast Expedition, 1997) and rainy period (Northeast Expedition, 1998), in eight areas, during four oceanographic cruises. It was observed that the highest values of primary and

secondary biomass were located at the north sector of EEZ, under the influence of Brazil North Current. The highest values of primary biomass were registered at the north slope and south slope, during the dry and rainy seasons. Highest values of secondary biomass were registered at the Brazilian North Chain and East Oceanic Area, probably due of topographic upwelling offshore.

Key words: Primary biomass, secondary biomass, hidrography, Exclusive Economic Zone.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi realizar uma avaliação da distribuição espacial e temporal da biomassa planctônica, e suas relações com as condições oceanográficas e pluviosidade na Zona Econômica Exclusiva do Nordeste Brasileiro. As amostras foram coletadas em oito áreas, durante um período seco (Expedição Nordeste II, 1997) e outro chuvoso (Expedição Nordeste III, 1998). Os maiores valores de biomassa primária foram encontrados no Talude Norte e no Talude Sul, tanto no período seco como no chuvoso. Nos dois períodos de estudo os maiores valores de biomassa secundária foram encontrados na Cadeia Norte Brasileira e na área Oceânica Leste, provavelmente em função da contribuição de ressurgências topográficas nas áreas oceânicas. A variação espacial e temporal nos valores de biomassa fitoplanctônica e zooplanctônica provavelmente devem ser atribuídos a fenômenos meteorológicos que condicionaram a variabilidade térmica e salina.

Palavras chave: Biomassa primária, biomassa secundária, hidrografia, Zona Econômica Exclusiva.

INTRODUÇÃO

A Zona Econômica Exclusiva (ZEE) cobre 8% da superfície da terra, 25% da produtividade global e 90% das capturas totais de peixes (KULLEMBERG, 1999). A ZEE do Nordeste do Brasil se estende entre a foz do rio Parnaíba, no Piauí, e a Baía de Todos os Santos, na Bahia e se encontra em uma região oceânica tropical, constituída por um sistema oligotrófico, que possui uma teia alimentar complexa, porém com baixa produtividade biológica (EKAU; KNOPPERS, 1999). Apesar dos baixos níveis de nutrientes, biomassa fitoplanctônica e biomassa zooplanctônica (MEDEIROS et al., 1999; NEUMANN-LEITÃO et al., 1999; BECKER, 2001), em áreas sujeitas à influência de ilhas e bancos submarinos oceânicos, geralmente a atividade pesqueira é mais intensa, em função da existência de estoques de várias espécies comercialmente importantes (HAZIN, 1994). Contudo, evidências sobre o aumento de produção primária como recurso alimentar para o zooplâncton e posteriormente para espécies do necton não esta bem documentada nestes bancos oceânicos (BROCKEL; MEYERHOFER, 1999).

Estimativas de biomassa primária e secundária vêm sendo empregadas para avaliar o potencial produtivo dos ecossistemas aquáticos podendo fornecer

indicações sobre a quantidade de matéria orgânica disponível aos demais níveis tróficos (PASSAVANTE; FEITOSA, 1989; CASTRO; HUBER, 2000). Além disto, o impacto das alterações climáticas sobre a dinâmica do zooplâncton pode influenciar o sucesso do recrutamento dos estoques de peixes pelágicos (HARRIS et al., 2000).

No Nordeste do Brasil os estudos sobre a variação espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e zooplanctônica vem sendo realizados tanto em regiões costeiras (PASSAVANTE; FEITOSA, 1989; PASSAVANTE, 1990; PASSAVANTE; FEITOSA, 1995; CAMPELO et al., 1999; FEITOSA; FEITOSA et al., 1999; MAFALDA JR., 2000; MAFALDA JR et al., 2002, 2004) como oceânicas (MACHADO et al., 1980; COSTA, 1991; BROCKEL; MEYERHOFER, 1996; SANTOS et al., 1997; MEDEIROS et al., 1999; NEUMANN-LEITÃO et al., 1999), onde são encontrados os menores valores de produção. Segundo Neumann-Leitão et al. (1999), a baixa densidade de mesozooplâncton correspondeu às águas oligotróficas e diferenças na abundância foram afetadas localmente pelos manguezais nas áreas costeiras ou por ressurgências nas áreas oceânicas.

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a biomassa primária e secundária, buscando estabelecer relações entre os níveis de produção planctônica e hidrografia, em oito áreas da ZEE Nordeste.

MATERIAL E MÉTODOS

O material para o desenvolvimento deste estudo foi obtido a bordo do Navio Oceanográfico ANTARES da Diretoria de Hidrografia e Navegação (Marinha do Brasil), durante as expedições oceanográficas REVIZEE Nordeste II - período seco (21.01.1997 - 13.04.1997) e REVIZEE Nordeste III – período chuvoso (29.04.1998 - 21.07.1998). Na região Nordeste, o período chuvoso geralmente ocorre entre março e agosto, enquanto que, a estação seca ocorre entre setembro e fevereiro (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2002). Desta forma, a expedição Nordeste 2 foi realizada principalmente no período seco, enquanto que a expedição Nordeste 3 foi totalmente realizada durante o período chuvoso. Em cada expedição oceanográfica foram percorridos dois setores, com um total de oito áreas (Fig. 1), da seguinte forma: setor Norte, abrangendo Arquipélago de São Pedro e São Paulo (SP), Cadeia de Fernando de Noronha (FN), Cadeia Norte Brasileira (CN), Oceânica Norte (ON), e Talude Norte (TN) e, setor Sul, envolvendo as áreas Oceânica Leste (OL), Oceânica Sul (OS) e Talude Sul (TS). O critério para separação das áreas esteve relacionado com o padrão fisiográfico predominante em cada uma delas, relacionado com a presença ou ausência, de ilhas, bancos oceânicos e plataforma continental, além do padrão de circulação predominante ser definido pela Corrente Norte do Brasil (áreas do Setor Norte), pela Corrente do Brasil (áreas do Setor Sul).

A caracterização da massa de água foi realizada através de registros de salinidade em UPS e de temperatura em graus Celsius (°C), obtidos aos 5 m de profundidade, através de CTD, a partir dos quais foram elaborados Diagramas

T/S. As amostras de água destinadas às análises de biomassa primária fitoplanctônica (clorofila *a*) foram obtidas através de garrafas de Niskin, em sistema de Roseta. Após a filtração das amostras a bordo, os filtros foram congelados para posterior análise de clorofila *a*, através do método espectrofotométrico de acordo com Strickland; Parsons (1972).



Figura 1 – Áreas de amostragem na ZEE do Nordeste do Brasil, durante as expedições oceanográficas do Programa REVIZEE .

A biomassa fitoplanctônica, expressa em $\mu\text{g.l}^{-1}$, foi obtida aos 5 m de profundidade. O macrozooplâncton foi coletado através de rede do tipo Bongo, com diâmetro de 50 cm e malha de 300 micrômetros (μm), dotada de fluxômetro, para o cálculo do volume de água filtrada. Arrastos oblíquos, com duração média de 10 minutos, da área mais profunda à superfície foram realizados a partir dos 5 metros de profundidade em estações rasas, ou 200 metros de profundidade, nas demais estações. As amostras foram acondicionadas em frascos plásticos de 1000 ml, em solução de formol a 4 %, neutralizado com tetraborato de sódio. No laboratório, foram submetidas a estimativas de peso úmido, seco e orgânico segundo metodologia de Omori; Ikeda (1984). Os resultados de biomassa secundária foram expressos em g.100 m^{-3} .

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do teste de comparações múltiplas de Dunn, foram empregados visando verificar a existência de diferença significativa entre as áreas investigadas. O teste não paramétrico de Mann-Whitney, foi empregado com o objetivo de verificar possíveis diferenças entre os períodos seco e chuvoso (CALLEGARI-JACQUES, 2003). O nível de significância adotado foi o de 5%, e a partir deste referencial, os resultados foram considerados não significativos ($p > 0,05$) ou significativos ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Temperatura

No período seco, a temperatura máxima ($28,65^{\circ}\text{C}$) foi registrada na área Oceânica Sul, enquanto que no período chuvoso, a máxima ($29,48^{\circ}\text{C}$) foi na área Talude Norte (Fig. 2). As temperaturas médias foram significativamente diferentes entre as áreas estudadas, tanto no período seco, como no período chuvoso. No período seco, as áreas Oceânica Leste ($27,68^{\circ}\text{C}$) - Oceânica Sul ($28,21^{\circ}\text{C}$); Oceânica Sul ($28,21^{\circ}\text{C}$) - Cadeia Norte Brasileira ($27,63^{\circ}\text{C}$); Oceânica Sul ($28,21^{\circ}\text{C}$) - Cadeia de Fernando de Noronha ($27,53^{\circ}\text{C}$) e Oceânica Sul ($28,21^{\circ}\text{C}$) - Oceânica Norte ($27,59^{\circ}\text{C}$) apresentaram temperaturas significativamente diferentes entre si.

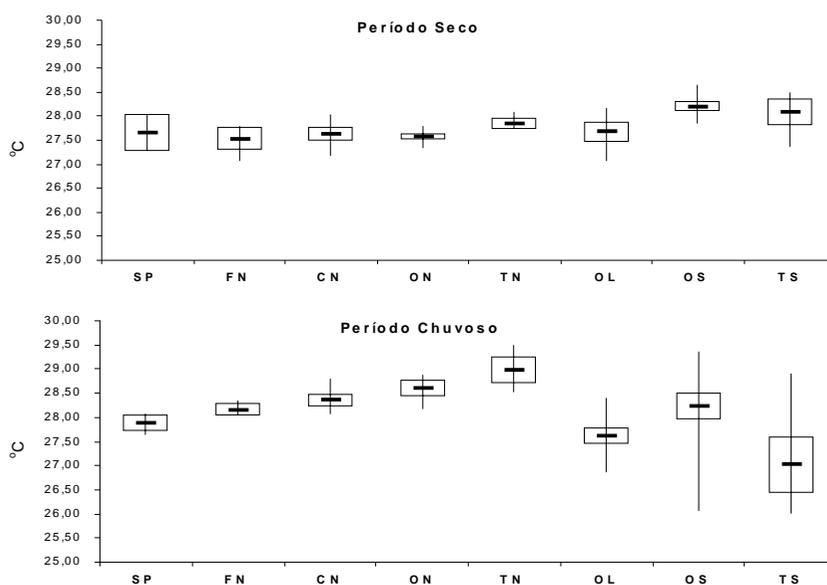


Figura 2 – Variabilidade espacial dos valores de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), durante o período seco (janeiro – abril/ 1997) e o período chuvoso (abril – julho/1998), na ZEE Nordeste (valores máximo e mínimo: linha vertical; média: barra horizontal; intervalo de confiança: retângulo); SP (Arquipélago São Pedro e São Paulo), FN (Cadeia de Fernando de Noronha), CN (Cadeia Norte Brasileira), ON (Oceânica Norte), TN (Talude Norte), OL (Oceânica Leste), OS (Oceânica Sul), TS (Talude Sul).

Já no período chuvoso, as diferenças em temperatura foram entre as áreas Talude Norte ($28,98^{\circ}\text{C}$) - Talude Sul ($27,03^{\circ}\text{C}$), Talude Norte ($28,98^{\circ}\text{C}$) -

Oceânica Leste (27,62°C) e Talude Sul (27,03°C) - Oceânica Sul (28,24°C). A área Cadeia de Fernando de Noronha foi significativamente mais fria no período seco (27,53°C) do que no período chuvoso (28,17°C), o mesmo ocorrendo nas áreas Cadeia Norte Brasileira (27,63°C x 28,17°C), Oceânica Norte (27,59°C x 28,61°C) e no Talude Norte (27,85°C x 28,98°C).

Salinidade

A salinidade máxima foi registrada na área Oceânica Sul (Fig. 3), tanto no período seco (36,82), como no período chuvoso (37,38). As salinidades médias foram significativamente diferentes entre as áreas estudadas, tanto no período seco, como no chuvoso. No período seco, as áreas Talude Norte (36,30) - Arquipélago São Pedro e São Paulo (35,53) e Oceânica Leste (35,91) - Oceânica Sul (36,24) apresentaram salinidades significativamente diferentes entre si. Já no período chuvoso, as diferenças em temperatura foram entre as áreas Talude Sul (36,76) - Cadeia Norte Brasileira (36,09); Talude Sul (36,76) - Arquipélago São Pedro e São Paulo (35,59); Talude Sul (36,76) - Oceânica Norte (35,86) e Oceânica Sul (36,51) - Arquipélago São Pedro e São Paulo (35,59). A área Cadeia de Fernando de Noronha foi significativamente menos salina no período seco (35,73) do que no período chuvoso (36,21), o mesmo ocorrendo nas áreas Cadeia Norte Brasileira (35,82 x 36,09), Oceânica Leste (35,91 x 36,18) e no Talude Sul (36,03 x 36,76).

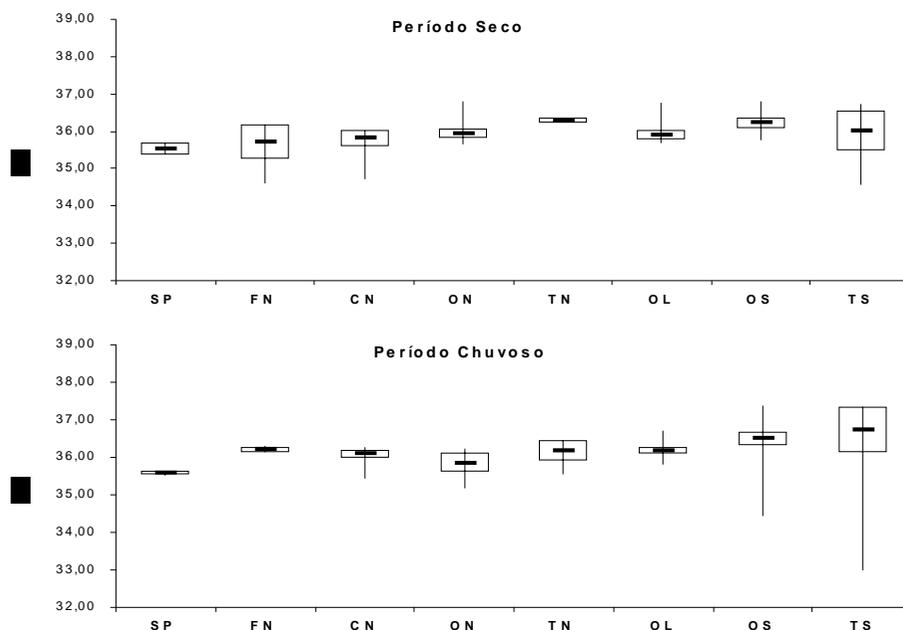


Figura 3 – Variabilidade espacial dos valores de salinidade (°C), durante o período seco (janeiro – abril/ 1997) e o período chuvoso (abril – julho/1998), na ZEE Nordeste (valores máximo e mínimo: linha vertical; média: barra horizontal; intervalo de confiança: retângulo); SP (Arquipélago São Pedro e São

Paulo), FN (Cadeia de Fernando de Noronha), CN (Cadeia Norte Brasileira), ON (Oceânica Norte), TN (Talude Norte), OL (Oceânica Leste), OS (Oceânica Sul), TS (Talude Sul).

Massas de Água

A amplitude térmica registrada no período seco (26,2 - 29,4°C) e no período chuvoso (25,8 - 28,6°C), assim como a amplitude salina verificada no período seco (34,99 - 37,2) e no período chuvoso (35,0 - 37,4), indicaram a presença de Água Equatorial Superficial (Fig. 4), em todas as áreas investigadas na ZEE Nordeste.

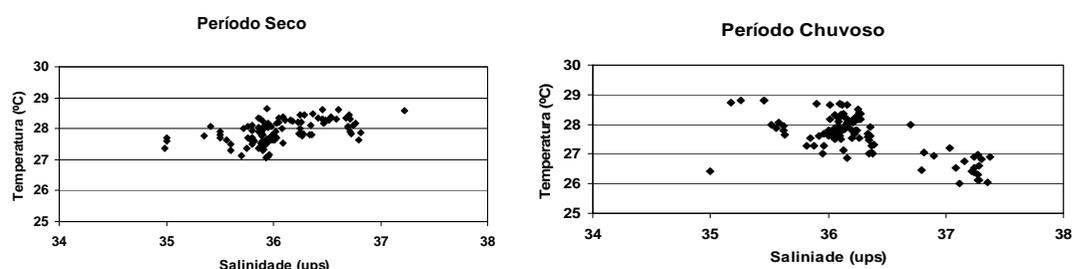


Figura 4 – Diagrama T/S para os dois períodos investigados, na ZEE Nordeste.

Biomassa Primária

No período seco, a biomassa máxima ($2,84\mu\text{g.L}^{-1}$) foi registrado no Talude Sul, enquanto que no período chuvoso, a máxima ($7,61\mu\text{g.L}^{-1}$) foi na área Talude Norte (Fig. 5). As biomassas médias foram significativamente diferentes entre as áreas estudadas, tanto no período seco, como no período chuvoso. No período seco, as áreas Talude Sul ($1,09\mu\text{g.L}^{-1}$) - Oceânica Sul ($0,34\mu\text{g.L}^{-1}$) apresentaram biomassas significativamente diferentes entre si. Já no período chuvoso, as diferenças significativas em biomassa primária foram entre as áreas Talude Norte ($4,06\mu\text{g.L}^{-1}$) - Cadeia Norte Brasileira ($0,62\mu\text{g.L}^{-1}$); Talude Sul ($1,58\mu\text{g.L}^{-1}$) - Cadeia Norte Brasileira ($0,62\mu\text{g.L}^{-1}$), Talude Norte ($4,06\mu\text{g.L}^{-1}$) - Oceânica Leste ($0,65\mu\text{g.L}^{-1}$) e Talude Sul ($1,58\mu\text{g.L}^{-1}$) - Oceânica Leste ($0,65\mu\text{g.L}^{-1}$). A área Oceânica Sul foi significativamente menos produtiva no período seco ($0,34\mu\text{g.L}^{-1}$) do que no período chuvoso ($0,90\mu\text{g.L}^{-1}$), o mesmo ocorrendo nas áreas Cadeia Norte Brasileira ($0,34\mu\text{g.L}^{-1}$ x $0,62\mu\text{g.L}^{-1}$), Oceânica Leste ($0,37\mu\text{g.L}^{-1}$ x $0,65\mu\text{g.L}^{-1}$), Oceânica Norte ($0,43\mu\text{g.L}^{-1}$ x $0,96\mu\text{g.L}^{-1}$) e no Talude Norte ($0,84\mu\text{g.L}^{-1}$ x $4,06\mu\text{g.L}^{-1}$).

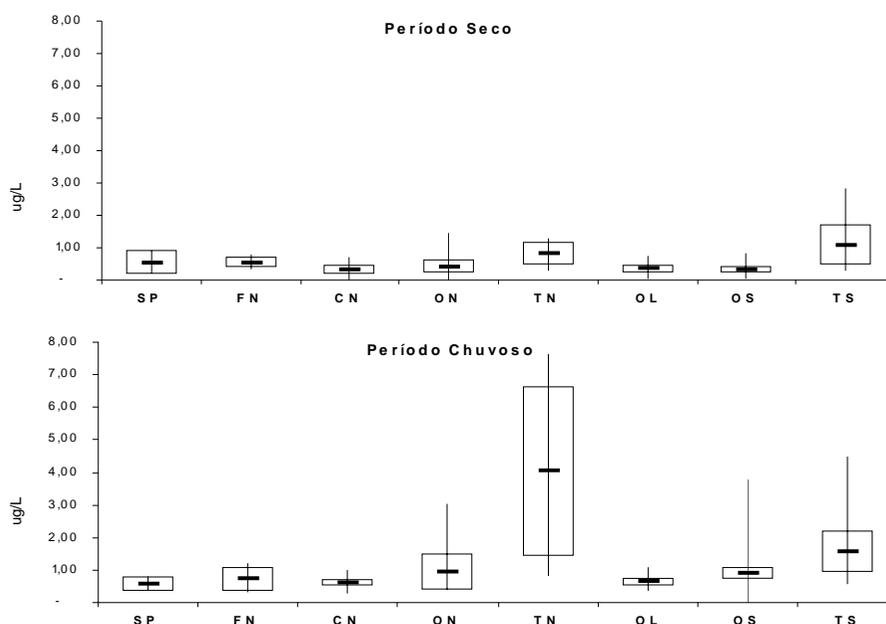


Figura 5 – Variabilidade espacial dos valores de clorofila **a** 100% ($\mu\text{g.L}^{-1}$), durante o período seco (janeiro – abril/ 1997) e o período chuvoso (abril – julho/1998), na ZEE Nordeste (valores máximo e mínimo: linha vertical; média: barra horizontal; intervalo de confiança: retângulo); SP (Arquipélago São Pedro e São Paulo), FN (Cadeia de Fernando de Noronha), CN (Cadeia Norte Brasileira), ON (Oceânica Norte), TN (Talude Norte), OL (Oceânica Leste), OS (Oceânica Sul), TS (Talude Sul).

De uma maneira geral, tanto no setor Sul, como no setor Norte, a biomassa primária aumenta em direção à costa Brasileira, porém diminui do setor Norte em direção ao setor Sul (Fig. 6). Ou seja, as águas mais produtivas se localizam no Talude Norte e no Talude Sul, tanto no período seco como no chuvoso.

Peso Úmido de Macrozooplâncton

No período seco, o peso úmido máximo ($25,73\text{g.}100\text{m}^{-3}$) foi registrado na área Oceânica Norte, enquanto que no período chuvoso, o máximo ($28,89\text{g.}100\text{m}^{-3}$) foi no Arquipélago São Pedro e São Paulo (Fig. 7). Os pesos médios foram significativamente diferentes entre as áreas estudadas, tanto no período seco, como no período chuvoso. No período seco, as áreas Talude Norte ($0,58\text{g.}100\text{m}^{-3}$) - Talude Sul ($6,52\text{g.}100\text{m}^{-3}$); Talude Norte ($0,58\text{g.}100\text{m}^{-3}$) - Oceânica Leste ($5,45\text{g.}100\text{m}^{-3}$); Talude Norte ($0,58\text{g.}100\text{m}^{-3}$) - Cadeia Norte Brasileira ($6,83\text{g.}100\text{m}^{-3}$) e Talude Norte ($0,58\text{g.}100\text{m}^{-3}$) - Oceânica Norte ($6,77\text{g.}100\text{m}^{-3}$), apresentaram pesos médios significativamente diferentes entre si. Já no período chuvoso, as diferenças significativas foram entre as áreas Talude Sul ($4,25\text{g.}100\text{m}^{-3}$) - Oceânica Leste ($9,41\text{g.}100\text{m}^{-3}$) e Oceânica Sul

($3,88\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) - Oceânica Leste ($9,41\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$). A área Oceânica Leste foi significativamente menos produtiva no período seco ($5,45\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) do que no período chuvoso ($9,41\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$), o mesmo ocorrendo no Talúde Norte ($0,58\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$ x $6,76\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$).

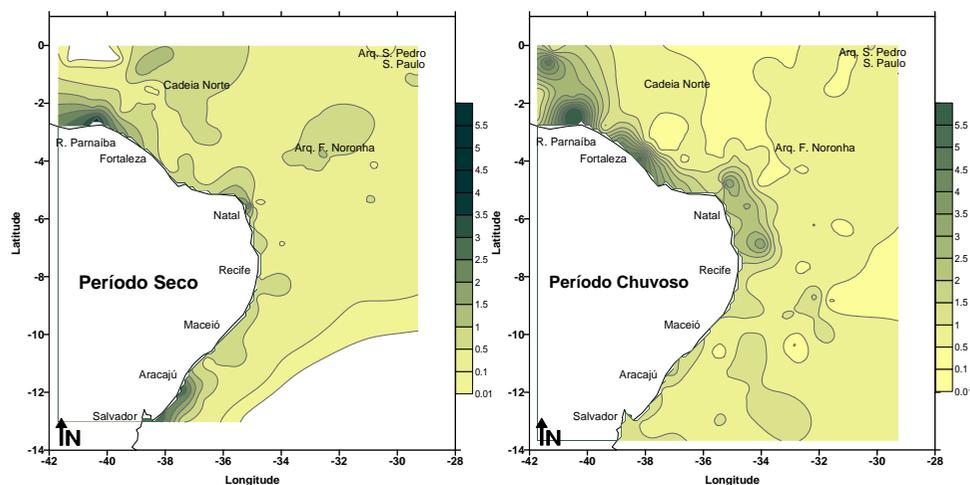


Figura 6 - Distribuição horizontal de clorofila a 100% ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) durante um períodos seco e outro chuvoso, na ZEE Nordeste.

Observou-se no período seco, na área Norte, que os pesos úmidos aumentam da zona de quebra de plataforma em direção a zona oceânica, enquanto que, na área Sul, os pesos úmidos diminuem da zona de quebra de plataforma em direção a zona oceânica. No período chuvoso, na área Norte, os valores permanecem elevados tanto na zona afastada, como na zona próxima da costa. No setor Sul, os valores aumentam um pouco em direção a zona oceânica (Fig. 8).

Peso Seco de Macrozooplâncton

No período seco, o peso seco máximo ($11,28\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) foi registrado na área Oceânica Norte, enquanto que no período chuvoso, o máximo ($4,07\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) foi no Arquipélago São Pedro e São Paulo (Fig. 9). Os pesos médios foram significativamente diferentes entre as áreas estudadas, tanto no período seco, como no período chuvoso. No período seco, as áreas Talúde Norte ($0,20\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) - Talúde Sul ($1,38\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$); Talúde Norte ($0,20\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) - Oceânica Leste ($1,62\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) e Talúde Norte ($0,20\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) - Oceânica Norte ($2,25\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) apresentaram pesos médios significativamente diferentes entre si. Já no período chuvoso, as diferenças significativas foram entre as áreas Oceânica Sul ($0,45\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) - Cadeia Norte Brasileira ($0,83\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$); Talúde Sul ($0,46\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) - Oceânica Leste ($0,99\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) e Oceânica Sul ($0,45\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) -Oceânica Leste ($0,99\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$). A área Talúde Sul foi significativamente mais produtiva no período seco ($1,38\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$) do que no período chuvoso ($0,46\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$), o mesmo ocorrendo na área Oceânica Sul ($0,81\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$ x $0,45\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$). Contudo, o Talúde Norte foi mais produtivo no período chuvoso ($0,90\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$), em relação ao período seco ($0,20\text{g}\cdot 100\text{m}^{-3}$).

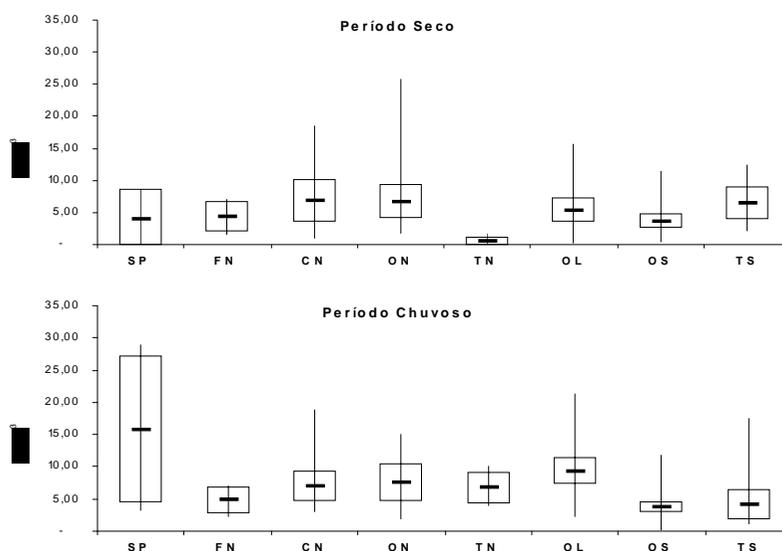


Figura 7 – Variabilidade espacial dos valores de peso úmido ($\text{g} \cdot 100\text{m}^{-3}$), durante o período seco (janeiro – abril/1997) e o período chuvoso (abril – julho/1998), na ZEE Nordeste (valores máximo e mínimo: linha vertical; média: barra horizontal; intervalo de confiança: retângulo).

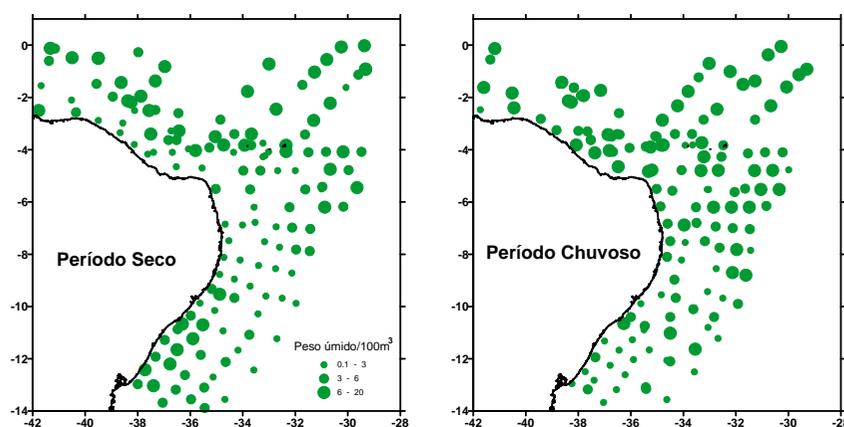


Figura 8 – Distribuição horizontal de peso úmido ($\text{g} \cdot 100\text{m}^{-3}$), durante um período seco e outro Chuvoso, na ZEE Nordeste.

Observou-se no período seco, na área Norte, que os pesos secos aumentam da zona de quebra de plataforma em direção a zona oceânica, enquanto que, na área Sul, os pesos úmidos diminuem da zona de quebra de plataforma em direção a zona oceânica. No período chuvoso, na área Norte, os valores permanecem elevados tanto na zona afastada, como na zona próxima da costa. No setor Sul, os valores aumentam um pouco em direção a zona oceânica (Fig. 10).

Peso Orgânico de Macrozooplâncton

No período seco, o peso orgânico máximo ($11,03 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) foi registrado na área Oceânica Norte, enquanto que no período chuvoso, o máximo ($3,21 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) foi no Arquipélago São Pedro e São Paulo (Fig. 11). Os pesos médios foram significativamente diferentes entre as áreas estudadas, tanto no período seco, como no período chuvoso. No período seco, as áreas Talude Norte ($0,14 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) - Talude Sul ($1,25 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$); Talude Norte ($0,14 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) - Oceânica Leste ($1,54 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) e Talude Norte ($0,14 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) - Oceânica Norte ($2,08 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$), apresentaram pesos médios significativamente diferentes entre si. Já no período chuvoso, as diferenças significativas foram entre as áreas Talude Sul ($0,25 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) - Cadeia Norte Brasileira ($0,53 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$); Talude Sul ($0,25 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) - Oceânica Leste ($0,75 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$); Talude Sul ($0,25 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) - Arquipélago São Pedro e São Paulo ($1,32 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) e Oceânica Sul ($0,35 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) - Oceânica Leste ($0,75 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$). A área Talude Sul foi significativamente mais produtiva no período seco ($1,25 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) do que no período chuvoso ($0,25 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$), o mesmo ocorrendo na área Oceânica Sul ($0,73 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$ x $0,35 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$). Contudo, o Talude Norte foi mais produtivo no período chuvoso ($0,50 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$), em relação ao período seco ($0,14 \text{ g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$).

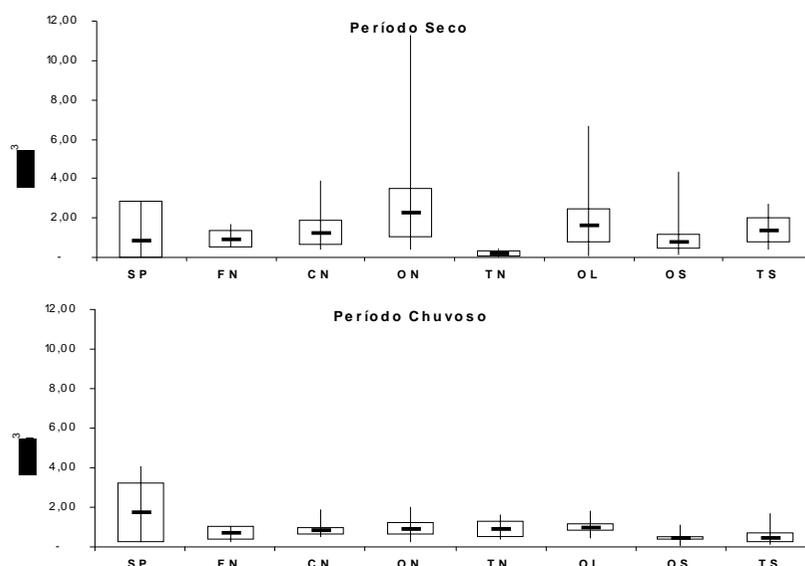


Figura 9 – Variabilidade espacial dos valores de peso seco ($\text{g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$), durante um período seco (janeiro – abril/ 1997) e outro chuvoso (abril – julho/1998), na ZEE Nordeste (valores máximo e mínimo: linha vertical; média: barra horizontal; intervalo de confiança: retângulo); SP (Arquipélago São Pedro e São Paulo), FN (Cadeia de Fernando de Noronha), CN (Cadeia Norte Brasileira), ON (Oceânica Norte), TN (Talude Norte), OL (Oceânica Leste), OS (Oceânica Sul), TS (Talude Sul).

Observou-se no período seco, na área Norte, que os pesos úmidos aumentam da zona de quebra de plataforma em direção a zona oceânica,

enquanto que, na área Sul, os pesos úmidos diminuem da zona de quebra de plataforma em direção a zona oceânica. No período chuvoso, na área Norte, os valores permanecem elevados tanto na zona afastada, como na zona próxima da costa. No setor Sul, os valores aumentam um pouco em direção a zona oceânica (Fig. 12).

DISCUSSÃO

Quando as águas da Corrente Sul Equatorial (CSE) atingem a plataforma continental do Nordeste, entre 11°S e 15°S, elas se bifurcam e um ramo segue para o norte, originando a Corrente Norte do Brasil (CNB), enquanto o outro segue para o sul, formando a Corrente do Brasil (CB) (PETERSON; STRAMMA, 1991). Ou seja, as áreas localizadas no setor Norte estão sob influência da CNB, enquanto que as áreas posicionadas no setor Sul são influenciadas pela CB. A Corrente Norte do Brasil, constituída por Água Equatorial Superficial (AES), se movimenta a uma velocidade de $30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, no sentido sudeste-noroeste (PETERSON; STRAMMA, op cite; TCHERNIA, 1980), com temperatura superficial entre 28 e 30°C e salinidade superficial entre 35,0 e 37,0 (MACEDO et al., 1998). A Corrente do Brasil, que se desloca no sentido nordeste-sul, apresenta temperatura superficial média de 26°C e salinidade acima de 35,0 (THOMSEN, 1962; TCHERNIA, op cite).

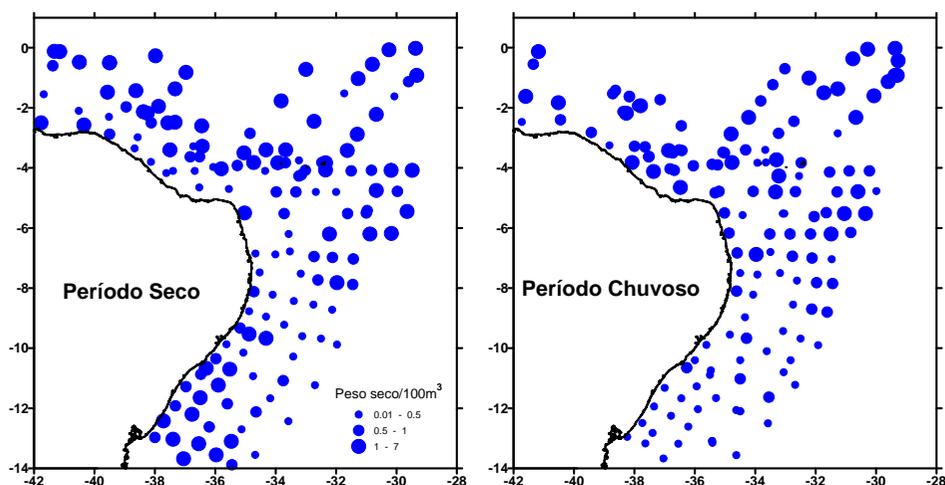


Figura 10 – Distribuição horizontal de peso seco ($\text{g}\cdot 100\text{ m}^{-3}$), durante um período seco e outro chuvoso, na ZEE Nordeste.

A amplitude térmica e salina registrada nos diagramas TS durante os períodos seco e chuvoso, indicaram apenas a presença de AES, em todas as oito áreas investigadas na ZEE Nordeste. Ou seja, como não foram verificadas mudanças na massa de água tipo, nas diferentes áreas pesquisadas, as diferenças temporais e espaciais nos valores de temperatura e salinidade provavelmente se devem a fenômenos locais, de natureza meteorológica. Entre

as diferenças temporais significantes destacam-se valores mais elevados de temperatura e de salinidade obtidos durante o período chuvoso em relação ao período seco.

O sistema pelágico do nordeste do Brasil é controlado pela presença das águas oligotróficas da Corrente Sul Equatorial e por suas correntes derivadas (EKAU; KNOPPERS, 1999). Os fatores responsáveis pelo impacto das águas oceânicas oligotróficas, na plataforma do Nordeste, se devem a elevada velocidade da CNB (TCHERNIA, 1980; PETERSON; STRAMMA, 1991), sobre um talude continental íngreme (SUMMERHAYES et al., 1976; MARTINS; COUTINHO, 1981) e uma plataforma estreita, com largura entre 20 e 90km (EKAU; KNOPPERS, 1999). Devido ao impacto da Corrente Sul Equatorial (EKAU; KNOPPERS, op cite), o Nordeste é considerado uma região de baixa produtividade primária, imprimindo valores em um intervalo de 0,02 – 0,2 de $gC. m^{-2}. d^{-1}$, que segundo Platt et al. (1983), são plausíveis para águas oceânicas tropicais.

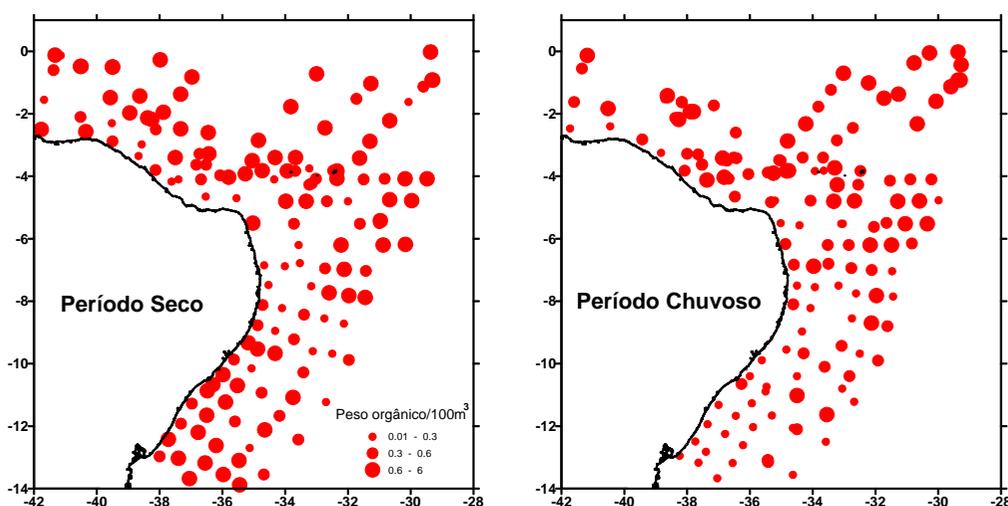


Figura 11 – Distribuição horizontal de peso orgânico ($g.100 m^{-3}$), durante um período seco e outro chuvoso, na ZEE Nordeste.

Costa (1991), classificou parte da ZEE Nordeste como oligotrófica e mesotrófica, de acordo com resultados de produtividade primária na superfície. Entretanto, cabe ressaltar que, estudos sobre produtividade primária nesta região são escassos e inexistem estimativas integradas na coluna de água (EKAU; KNOPPERS, op cite). Neste estudo, os valores de biomassa fitoplancônica e zooplancônica, apresentaram elevada variabilidade espacial e temporal, provavelmente influenciados pelos mesmos fenômenos meteorológicos que condicionaram a variabilidade térmica e salina. De uma maneira geral, destacam-se os maiores valores de biomassa primária e secundária, no setor norte da ZEE Nordeste, devido à influência da Corrente

Norte do Brasil, em relação ao setor sul, que é influenciado pela Corrente do Brasil, indicando ser esta última corrente menos produtiva que a anterior.

Os resultados de biomassa fitoplanctônica variaram entre 0,01 e 2,84 $\mu\text{g.L}^{-1}$, no período seco e entre 0,02 e 7,61 $\mu\text{g.L}^{-1}$, no período chuvoso. Não obstante, os intervalos de variação registrados por diversos autores para diferentes áreas oceânicas e de plataforma foram de mesma magnitude, porém menores que os registrados neste estudo. Medeiros et al. (1999), durante o período seco, registraram valores de biomassa fitoplanctônica muito baixos (0,03 – 0,39 $\mu\text{g.L}^{-1}$), que decrescem da plataforma, em direção a águas oceânicas, com valores mais elevados na área Oceânica Norte (média = 0,13 $\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à área Oceânica Leste (0,06 $\mu\text{g.L}^{-1}$). No Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brockel; Meyerhofer (1996), encontraram valores de clorofila a, entre 0,07 – 0,79 $\mu\text{g.L}^{-1}$, também durante o período seco. Já no litoral norte da Bahia, Mafalda Jr. (2000) encontrou valores mais elevados de clorofila a, durante o período chuvoso (0,09 – 0,35 $\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação ao período seco (0,01 e 0,29 $\mu\text{g.L}^{-1}$).

Neste estudo verificou-se que nas 2 épocas investigadas, os valores de biomassa secundária tendem a aumentar nas áreas adjacentes a Cadeia Norte Brasileira, Cadeia de Fernando de Noronha e Arquipélago de São Pedro e São Paulo, possivelmente devido a ressurgências topográficas, que normalmente não atingem a superfície (TAKAHASHI; BARTH, 1968; EKAU et al., 1999; NEUMANN-LEITÃO et al., 1999; TRAVASSOS et al., 1999; BECKER, 2001; SOUZA, 2004). Já os valores mais elevados de biomassa secundária, registrados no Talude Sul, durante o período seco e Talude Norte, no período chuvoso, provavelmente são devidos a ressurgências na quebra de plataforma (MEDEIROS et al., 1999). Na plataforma entre Ceará e Pernambuco, a biomassa mesozooplanctônica (12,14 – 117,14g/100 m³) e a biomassa de macrozooplâncton (< 50 g.100m⁻³), foram muito baixas (EKAU et al., 1999, NEUMANN-LEITÃO, 1999). Concentrações mais elevadas, verificadas entre as isóbatas de 200 e 1000m, foram atribuídas a picos de ressurgência causados pela interação entre a ACAS e o talude continental, enquanto que, na zona costeira foram relacionadas à influência estuarina e de manguezais (EKAU et al., op cite; NEUMANN-LEITÃO et al., op cite).

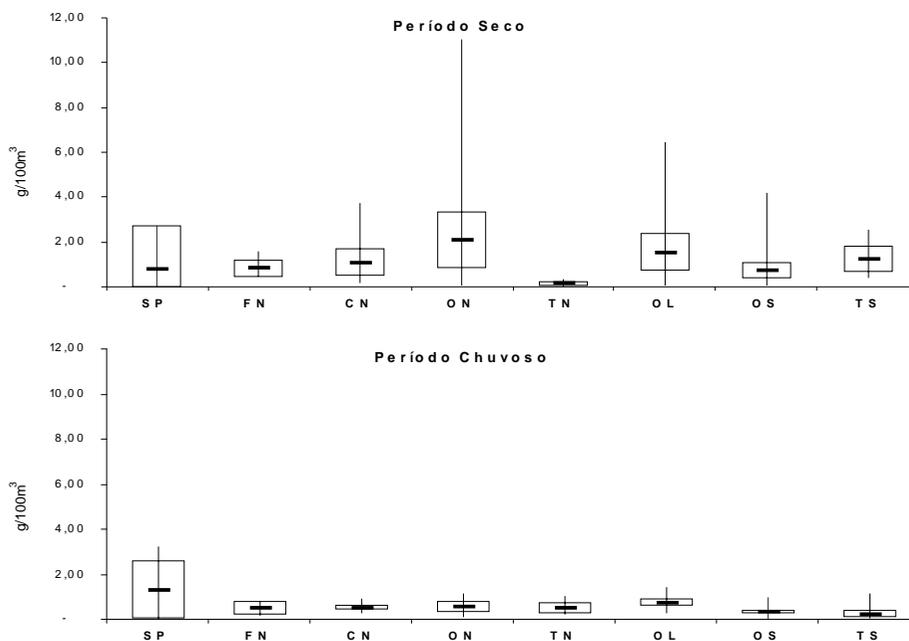


Figura 10 – Variabilidade espacial dos valores de peso orgânico ($\text{g} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$), durante um período seco (janeiro –abril/ 1997) e outro chuvoso (abril – julho/1998), na ZEE Nordeste (valores máximo e mínimo: linha vertical; média: barra horizontal; intervalo de confiança: retângulo); SP (Arquipélago São Pedro e São Paulo), FN (Cadeia de Fernando de Noronha), CN (Cadeia Norte Brasileira), ON (Oceânica Norte), TN (Talude Norte), OL (Oceânica Leste), OS (Oceânica Sul), TS (Talude Sul).

De acordo com Brandini et al. (1997), em função da estratificação térmica acentuada que mantém a Água Tropical (Água Equatorial Superficial) nas camadas superiores da coluna de água e a ACAS (Água Central do Atlântico Sul) permanentemente abaixo, não devem ocorrer eventos de ressurgência no Nordeste do Brasil. Contudo, outros estudos reconhecem que a baixa produtividade da ZEE Nordeste pode ser elevada por ressurgências localizadas, causadas por ilhas ou bancos oceânicos (TAKAHASHI; BARTH, 1968; EKAU et al., 1999; BECKER, 2001; NEUMANN-LEITÃO et al., 1999), ou por ressurgência de borda de plataforma (MEDEIROS et al., 1999). Segundo Becker (2001), foi observada ressurgência nas estações localizadas na região oceânica próximas ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo, baseada nas elevações das isotermas, baixa concentração de oxigênio e elevada concentração superficial de nutrientes, nos períodos chuvoso e seco. Também foram registradas discretas ressurgências da ACAS, próximo a Cadeia de Fernando de Noronha (COSTA, 1991) e Cadeia Norte Brasileira (TRAVASSOS et al., 1999).

AGRADECIMENTOS

À Comissão Interministerial dos Recursos do Mar, Ministério do Meio Ambiente, Sub-Comitê Regional REVIZEE–Nordeste, Diretoria de Hidrografia e Navegação e Navio Oceanográfico ANTARES, pelo apoio incondicional que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECKER, M. **Hidrologia dos Bancos e Ilhas oceânicas do Nordeste Brasileiro, uma Contribuição ao Programa REVIZEE**. São Carlos, 2001, 151f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos.

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.

BRÖCKEL, K. VON; MEYERHÖFER, M. Impact of rocks of Sao Pedro and Sao Paulo upon the quantity and quality of suspended particulate organic matter. **Arch. Fish. Mar. Res.**, v. 47, n. 2/3, p. 223-238, 1999.

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.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2003. 255 p.

CAMPELO, M. J. A.; PASSAVANTE, J. Z. O; KOENING, M. L. Biomassa fitoplanctônica e parâmetros ambientais na praia de Carne de Vaca, Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE, Recife**, v. 27, n. 2, p. 27-41, 1999.

CASTRO, P.; HUBER, M. E. **Marine Biology**. Boston: McGraw Hill, 2000. 444 p.

COSTA, K. M. P. **Hidrologia e biomassa secundária da região nordeste do Brasil, entre as latitudes de 08°00'00" e 02°44'30"S e as longitudes de 35°56'30" e 31°48'00"W**. Recife, 1991, 217f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco.

EKAU, W.; KNOPPERS, B. An introduction to the pelagic system of the north-east and east Brazilian shelf. **Arch. Fish. Mar. Res.**, v. 47, n. 2-3, p. 113-132, 1999.

FEITOSA, F. A. N.; PASSAVANTE, J. Z. O. **Variação sazonal da biomassa primária do fitoplâncton na Baía do Pina (Recife-PE)**. *Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE, Recife*, v. 21, p. 33-46, 1990.

FEITOSA, F. A. N.; NASCIMENTO, F. C. R.; COSTA, K. M. P. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos na baía do Pina (Recife – PE). *Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE, Recife*, v. 27, n. 2, p. 1-13, 1999.

HARRIS, R.; WIEBE, P.; LENZ, J.; SKJODAL, H.R.; HUNTLEY, M. **ICES Zooplankton Methodology Manual**. London: Academic Press, 2000. 684 p.

HAZIN, F. H. V. Fisheries-oceanographical study on tunas, billfishes and sharks in the southwestern equatorial Atlantic Ocean. Tokyo, 1994, 286f. D. Sc. Thesis. Tokyo University of Fisheries.

KULLEMBERG, G. The Exclusive Economic Zone: some perspectives. *Ocean and Coastal Management*, v. 42, p. 849-855, 1999.

MACEDO, S. J.; MONTES, M. J. F.; LINS, I. C. & COSTA, K. M. P.,. **REVIZEE – Programa da Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva**. SCORE/NE. Relatório da Oceanografia Química. UFPE, Recife, 1998. p. 1-37.

MACHADO, W. L.; LITTLEPAGE, J. L.; COSTA, F. P. Biomassa, densidade e distribuição do zooplâncton no nordeste do Brasil. *Arq. Cienc. Mar, Fortaleza*, v. 20, n. 1- 2, p. 43-54, 1980.

MAFALDA JR, P.; SINQUE, C.; BRITO, R., SANTOS, J. J. Biomassa Planctônica, hidrografia e pluviosidade na costa norte da Bahia, Brasil. *Tropical Oceanography*, v. 32, n. 2, p. 145-160, 2004.

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*, v. 31, N. 1, p. 117-137, 2003.

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 em Oceanografia) - Departamento de Oceanografia. Universidade Federal do Rio Grande.

MARTINS, L. R.; COUTINHO, P. N. The Brazilian continental margin. *Earth Sci. Rev.*, p. 87-107, 1981.

MEDEIROS, C.; MACÊDO, S.; FEITOSA, F.; KOENING, M. L. Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of north-east Brazilian waters. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 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 Brasil. **Arch. Fish. Mar. Res.**, v. 47, n. 2/3, p. 153-165, 1999.

OMORI, M.; IKEDA, T. **Methods in Marine Zooplankton Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1984. 331 p.

OWEN, R. W.; ZEITSCHER, B. Phytoplankton production: seasonal changes in the ocean eastern tropical Pacific. **Mar. Biol.**, v. 7, p.32-36, 1970.

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Hidrologia e plâncton da plataforma continental de Pernambuco. 2. Biomassa primária do fitoplâncton. In: Morais, J. O. (ed.): III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro. Univ. Federal do Ceará, Fortaleza, **Anais**...p. 363-371, 1989.

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Produção primária do fitoplâncton da plataforma continental de Pernambuco (Brasil): área de Piedade. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, v. 3, n. 1, p. 7-22, 1995.

PEREIRA R. C.; SOARES – GOMES A. **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2002. 382 p.

PETERSON, R. G.; STRAMMA, L. Upper-level circulation in the south Atlantic ocean. **Progress in Oceanography**, v. 26, p. 1-75, 1991.

PLATT, T.; SUBBA RAO, D. V.; IRWIN, B. Photosynthesis of picoplankton in the oligotrophic ocean. **Nature**, v. 301, p.702-704, 1983.

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, 1

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.

SCHWAMBORN, R.; VOSS, M.; EKAU, W.; SAINT-PAUL, U. Stable isotope composition of particulate organic matter and zooplankton in North-East shelf waters. **Archive of Fishery and Marine Research**, v. 47, n. 2/3, p. 133-146. 1999.

SOUZA, P. M. M. **Distribuição e Abundância do Ictioplâncton associadas às condições oceanográficas na ZEE do Nordeste do Brasil**. Salvador, 2004. 102f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento). Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. **Bull. Fish. Res. Bd. Canada**, v. 167, p. 1-311. 1972.

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.

TAKAHASHI, A.T.; BARTH, R. Estudos sobre produtividade primária em nanoplâncton por ^{14}C na Corrente do Brasil. **Notas Técnicas Inst. Pesq. Mar.** v. 10, p. 1-12, 1968.

TCHERNIA, P. **Descriptive Regional Oceanography**. London: Pergamon Press, 1980. 253 p.

TEIXEIRA, C.; GAETA, S. A. Contribuição de picoplankton primary production in estuarine, coastal and equatorial waters of Brazil. **Hidrobiologia**, v. 209, n. 117-122, 1991.

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

TRAVASSOS, P.; HAZIN, F. H. V.; ZAGAGLIA, J.; ADVÍNCULA, R.; SCHÖBER, J. Thermohaline structure around seamounts and islands off North-Eastern Brazil. **Arch. Fish. Mar. Res.**, v. 47, n. 2/3, p. 211-222, 1999.