

**DISTRIBUIÇÃO SAZONAL E ESPACIAL DA CLOROFILA A E VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE PERNAMBUCO (PORTO DO RECIFE), BRASIL.**Isis Amália CORDEIRO<sup>1, 2</sup>Fernando Antônio do Nascimento FEITOSA<sup>1</sup>Manuel de Jesus FLORES MONTES<sup>1</sup>Marcos HONORATO DA SILVA<sup>1</sup>

Recebido em: 22/04/2013

Aceito em: 11/07/2014

**ABSTRACT**

The study was conducted on the Continental Shelf of Pernambuco (Recife Port) to evaluate the influence of the river plume Capibaribe seasonal and spatial distribution of chlorophyll a and environmental variables. The water sampling were performed on the surface, at low tide, with a Niskin bottle 4 fixed points during the dry period (Nov/10, Feb and Sep/11) and rainy (Mar, May and Jul/11). The environmental variables were analyzed rainfall, depth, transparency, temperature, salinity, dissolved oxygen and saturation rate, BOD, suspended particulate material, pH, ammonia, nitrite, nitrate, phosphate, silicate and chlorophyll a. The rainfall ranged from 23.5 to 755.7 mm, the transparency 0.6 to 6 m; temperature 26-30 °C; salinity

12.65 to 36.36; OD of 2.99 at ml.L<sup>-1</sup> 5.02; SPM, 4 mg.L<sup>-1</sup> to 55.6 mg.L<sup>-1</sup>, pH 7.31 to 8.45; ammonia 0,00 to 8.97- $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>; nitrite 0 to 4.47  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>; nitrate 0 to 15.82  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>; phosphate 0.1 to 6.36  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>; silicate 1 to 113.6  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>, and chlorophyll a from 0.24 to 19.29 mg.m<sup>-3</sup>. According to PCA pluviometry was more than the physical forcing intervened in the system showing high direct correlation with nitrite, nitrate and silicate and inversely with transparency, temperature, salinity, OD, BOD, SPM and pH. The chlorophyll a showed a direct correlation with ammonia, phosphate and depth. The plume of the river Capibaribe had capacity to influence the whole study area during the months of higher rainfall.

**Key words:** Phytoplankton; Biomass; Coastal zone; Hydrology.**RESUMO**

O estudo foi desenvolvido na Plataforma Continental de Pernambuco (Porto do Recife) objetivando avaliar a influência da pluma do rio Capibaribe na distribuição sazonal e espacial da clorofila a e variáveis ambientais. As coletas de água foram realizadas na superfície em baixa-mar, com garrafa de Niskin, em 4 pontos fixos, no período de estiagem (nov/10, fev e set/11) e chuvoso (mar, mai e jul/11). As variáveis ambientais analisadas foram pluviosidade, profundidade, transparência, temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e taxa de saturação, DBO, MPS, pH, amônia, nitrito, nitrato, fosfato, silicato e clorofila a. A pluviosidade variou de 23,5 a 755,7 mm, a transparência de 0,6 a 6 m; a temperatura de 26 a 30 °C; a salinidade 12,65 a 36,36;

DO de 2,99 a 5,02 ml/L<sup>-1</sup>; MPS de ,4 mg.L<sup>-1</sup> a 55,6 mg.L<sup>-1</sup>; pH de 7,31 a 8,45; a amônia de 0 a 8,97  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>; o nitrito de 0 a 4,47  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>; o nitrato de 0 a 15,82  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>; o fosfato 0,1 a 6,36  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>; o silicato de 1 a 113,6  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>; e a clorofila a de 0,24 a 19,29 mg.m<sup>-3</sup>. De acordo com a ACP a pluviosidade foi a forçante física que mais interferiu no sistema mostrando alta correlação direta com nitrito, nitrato e silicato e inversa com a transparência, temperatura, salinidade, OD, DBO, MPS e pH. A clorofila a esteve diretamente correlacionada com a amônia, o fosfato e a profundidade. A pluma do rio Capibaribe teve capacidade de influenciar toda área estudada nos meses de maior pluviosidade.

**Palavras chave:** Fitoplâncton; Biomassa; Zona costeira; Hidrologia.

1 – Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia, Laboratório de Fitoplâncton. Avenida Arquitetura, s/n CEP: 50610-901 Recife – PE. Brasil.

2 – Graduada em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais - UFPE.

Contatos: [isis.amalia@gmail.com](mailto:isis.amalia@gmail.com); [feitoc@bol.com.br](mailto:feitoc@bol.com.br); [marcoshonorato2003@yahoo.com.br](mailto:marcoshonorato2003@yahoo.com.br); [manuel@ufpe.br](mailto:manuel@ufpe.br)

## INTRODUÇÃO

As áreas portuárias são ameaçadas pelo uso indiscriminado do ecossistema aquático e das áreas terrestres adjacentes, conseqüentemente apresentam uma série de problemas ambientais desde a degradação de habitats naturais, redução da vegetação e populações de animais, diminuição da pesca e comprometimento da qualidade da água (SANTIAGO et al., 2010).

No estado de Pernambuco, o desordenado crescimento urbano e industrial nos últimos 20 anos, ocasionou mudanças nas condições físicas e químicas da água dos rios, estuários e zonas costeiras o que proporciona um ambiente altamente desfavorável para o crescimento de espécies de animais e vegetais. A composição iônica e a proporção dos diversos solutos apresentam consideráveis modificações, principalmente na concentração de nutrientes inorgânicos e gases dissolvidos na água, que são de extrema importância para a sobrevivência e a dispersão das populações planctônicas (MELLO, 2009). Na medida em que ocorrem mudanças nas condições ecológicas os habitats se alteram, causando perda da biodiversidade. Estas mudanças nos habitats ou nas abundâncias das espécies marinhas estão associadas, geralmente a impactos antropogênicos, principalmente em áreas costeiras sujeitas a múltiplos usos indiscriminados (ESKINAZI-LEÇA et al., 2004).

As alterações ambientais a que estão submetidas estas áreas, afetam também os organismos neles presentes, e dentre estes, encontra-se a comunidade fitoplânctônica. O fitoplâncton apresenta diversas importâncias nos ecossistemas aquáticos, pois por ser um produtor primário torna-se a base da teia alimentar. Além disso, absorve o excesso de CO<sub>2</sub> (bomba biológica), diminuindo a acidificação da água, libera O<sub>2</sub> para toda a comunidade e é um eficaz bioindicador de qualidade de água.

Portanto, a compreensão dos fatores que regulam a biomassa fitoplânctônica e sua produção primária tem sido o centro das atenções de vários estudos em ecossistemas estuarinos (SANTIAGO et al., 2005, AZEVEDO et al., 2008, AQUINO et al. 2012) de forma a colaborar no entendimento das mudanças do ambiente nas suas variações temporais e espaciais, sendo fundamentais estudos que visem minimizar, ou até mesmo impedir problemas de degradação no meio aquático (ANJOS et al., 2012)

Diante do exposto este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da pluma do Rio Capibaribe na distribuição sazonal e espacial da clorofila *a* e algumas variáveis ambientais na plataforma continental de Pernambuco.

## ÁREA DE ESTUDO

O porto do Recife localiza-se na região Nordeste do Brasil (08° 03,4' Lat. S e 34° 52,1' Long. W.) (Figura 1.) e está inserido na plataforma continental de Pernambuco.

A plataforma continental do estado de Pernambuco apresenta, na sua quase totalidade, reduzida largura (média de 35km), pouca profundidade, declive suave, quebra da plataforma entre 50 e 60m, águas relativamente quentes, salinidade elevada e cobertura sedimentar composta por sedimentos terrígenos e carbonáticos biogênicos (MANSO et al. 2003).

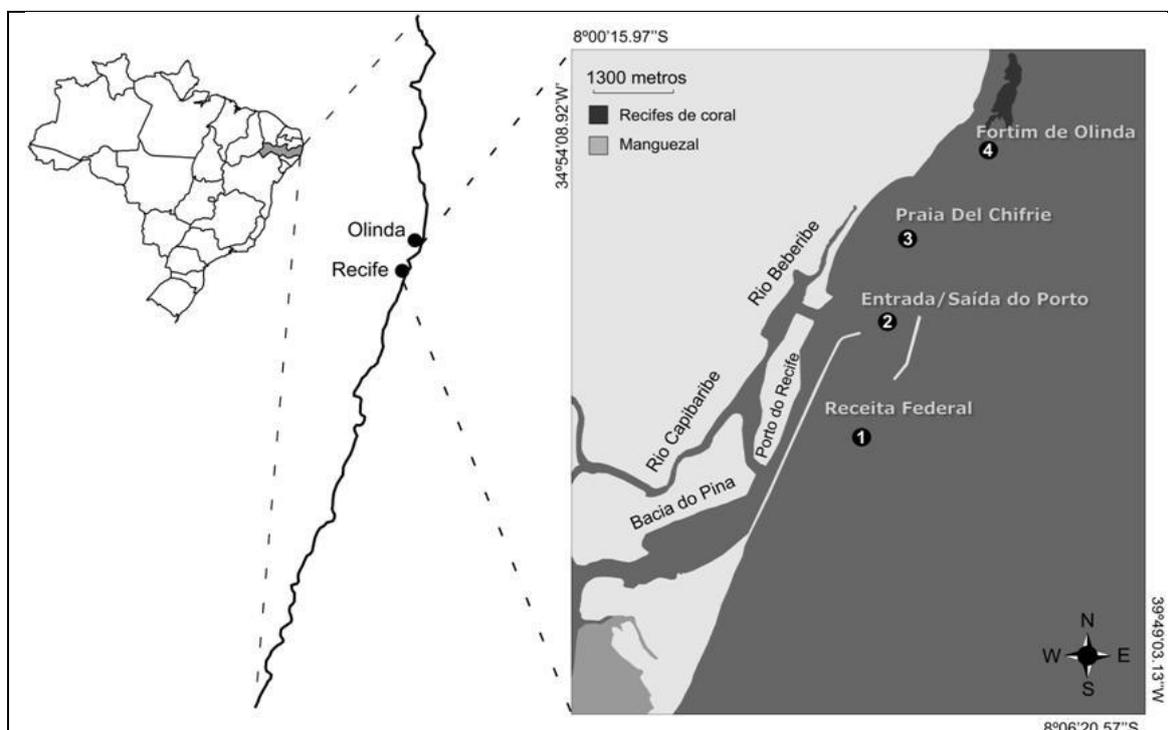
É um ambiente hidrodinâmico, pois possui características estuarinas e costeiras, e, além disso, está sujeita a alterações ambientais devido ao despejo de efluentes domésticos e industriais provenientes principalmente da confluência da Baía do Pina com o Rio Capibaribe e Beberibe (FEITOSA, 1999).

A bacia hidrográfica do rio Capibaribe esta localizada na porção norte-oriental do estado de Pernambuco, entre as coordenadas de 07° 41' 20" a 08° 19' 30" Lat. S, e 34° 51' 00" a 36° 41' 58" Long. W. Compreende uma área de 7.454,88km<sup>2</sup>, que corresponde a 7,58% da área total do Estado de Pernambuco (SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS E ENERGETICOS – SRHE, 2012). A descarga do rio é baixa, aproximadamente 20m<sup>3</sup>/s, podendo alcançar 3.600m<sup>3</sup>/s durante enchentes (FERNANDES et al., 1999).

De acordo com a classificação de Köppen o clima é do tipo As', denominado quente úmido, com chuvas de outono-inverno, caracterizado por dois períodos distintos no regime

pluviométrico: uma estação de estiagem, que se prolonga de setembro a fevereiro (primavera-verão) e uma estação chuvosa, de março a agosto (outono-inverno).

A área apresenta uma média anual pluviométrica de 2.272,9 mm, temperatura do ar de 25,6 °C e umidade relativa do ar de 90% (ARAGÃO, 2000; TORRES e MACHADO, 2011). As águas costeiras do Estado de Pernambuco caracterizam-se por pequenas variações em suas condições hidrológicas, apresentando constantemente altas temperaturas (em torno de 28°C) e altas salinidades (em torno de 35‰) (RESUREIÇÃO et al., 1996).



**Figura 1** – Localização da área estudada da Plataforma Continental de Pernambuco, dos rios Capibaribe e Beberibe e a Baía do Pina (Pernambuco, Brasil). Localização dos pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 (Fonte: Google Earth, 2013).

## MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas a bordo de um barco tipo lagosteiro com motor de centro, no período chuvoso (março, maio e julho de 2011) e de estiagem (novembro de 2010) (fevereiro, setembro de 2011) em quatro pontos fixos na camada superficial da água, próximo ao estágio de baixa-mar.

Para realizar a amostragem foram usadas garrafas de Niskin com a capacidade de 5 litros. Com a finalidade de identificar aproximadamente a área de abrangência da influência da pluma do rio Capibaribe, os quatro pontos fixos de amostragem ficaram assim distribuídos: Ponto 1 localizado em frente a Receita Federal (8° 3' 47,09" S Lat. e 34° 51' 37,46" O Long.), Ponto 2 em frente a entrada/saída do Porto de Recife (8° 2' 46,06" S Lat. e 34° 51' 17,73" O Long.), distando 2,0 km do Ponto 1, o Ponto 3 localizado em frente a praia Del Chifre em Olinda (8° 2' 0,95" S Lat. e 34° 50' 57,27" O Long.) distando 1,60 km do Ponto 2 e o Ponto 4 em frente ao Forte de São Francisco - Olinda (8° 1' 9,56" S Lat. e 34° 50' 23,65" O Long.) distando 2 km do ponto 3 (Figura 1), totalizando 5,6 km amostrado da plataforma continental de Pernambuco.

Os dados pluviométricos foram obtidos através da Estação Meteorológica Recife - Curado, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), distando cerca de 15 km da área estudada; a profundidade local foi medida através de uma ecossonda manual digital LCD da Echotest; a transparência através do disco de Secchi; a temperatura com o uso de um termômetro comum com escala entre -10 e 60 °C; a salinidade por intermédio de um refratômetro manual da Atago; o pH GEHAKA; a concentração de oxigênio dissolvido pelo método de Winkler modificado e descrito por Strickland e Parsons (1972).

A taxa de saturação foi calculada correlacionando-se os dados de temperatura e salinidade usando-se a Tabela da UNESCO (1973). As concentrações de a nitrito, nitrato e fosfato através do método de Strickland e Parsons (1972), e para análise da amônia e do silicato o método descrito em Grasshoff et al. (1983). O material em suspensão pelo método de Baumgarten (1996).

A biomassa foi quantificada através do teor de clorofila *a* usando-se o método espectrofotométrico de Parsons e Strickland (1963), descrito também em Teixeira (1973). A filtração das amostras foi feita a vácuo passando por filtro de fibra de vidro da WHATMAN de 47mm de diâmetro e 0,45 $\mu$ m de porosidade. A extração da clorofila foi feita com acetona a 90% durante 24 horas, em baixa temperatura (-18 C) e após a centrifugação a 3000rpm, realizou-se leitura no espectrofotômetro Biochrom Libra S6 nos seguintes comprimentos de onda: 630, 645, 665 e 750 nm sendo expressa em mg.m<sup>-3</sup>. As amostras foram analisadas nos Laboratórios de Fitoplâncton e Oceanografia Química do Departamento de Oceanografia da UFPE.

### Análise estatística

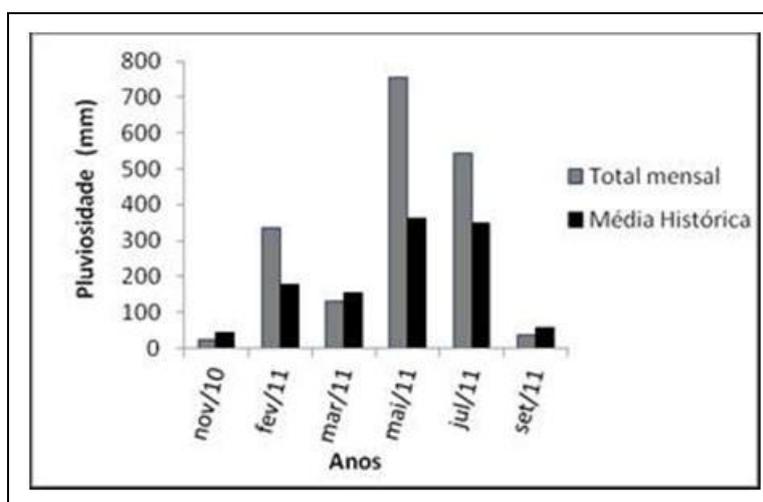
O teste de ANOVA um critério foi utilizado para avaliar cada parâmetro estudado em função da variação sazonal e espacial, sendo considerados significativos os valores  $\leq 0,05$ . Utilizou-se o programa computacional BioEstat 2.0. Para associação das amostras, foi realizada análise de similaridade, utilizando os dados de todo o período coletado, baseada na análise de correlação. Uma análise Cofenética foi realizada para medir o ajuste dos dados, cujo valor  $> 0,8$  é considerado bem ajustado (ROHLF; FISHER, 1968). Os cálculos foram feitos utilizando-se o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System).

Foi realizada a análise dos componentes principais (ACP) baseada em variáveis ambientais e na biomassa fitoplanctônica através da matriz de correlação momento-produto de Pearson, que permitiu evidenciar e hierarquizar os fatores responsáveis pela variância dos dados. Em seguida foram extraídos o autovetor e o autovalor dos dois principais componentes. Os cálculos foram feitos utilizando novamente o programa computacional NTSYS.

## RESULTADOS

### Pluviosidade

A pluviosidade referente ao período estudado registrou valor mínimo de 23,5 em novembro/10 seguindo a tendência da média histórica de 20 anos (1992 a 2012) e máxima de 755,7 em maio/11 (Tab. 1). Destacam-se os meses de maio (755,7 mm) e julho/11 (544,4 mm) com valores bem acima da média e fevereiro/11 que apesar de estar compondo o período de estiagem também esteve bem acima da média (336,6 mm) (Figura 2).



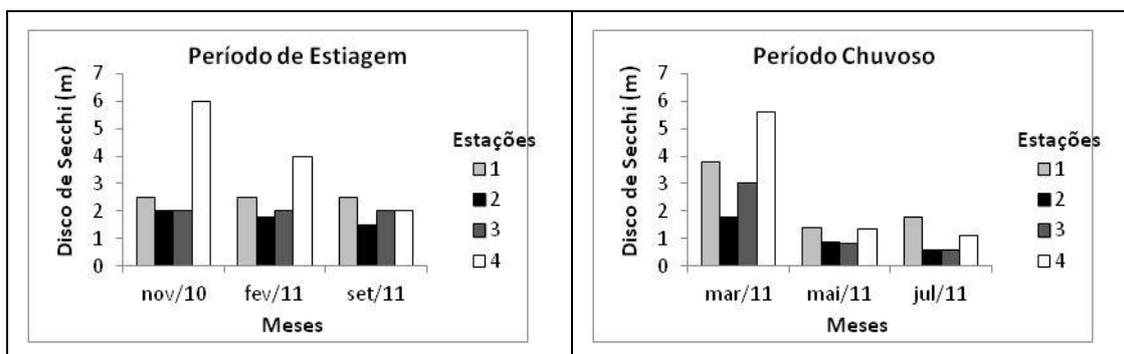
**Figura 2** - Total de chuvas (novembro/2010 a setembro/2011) e média histórica mensal de chuvas (1992-2011)

### Profundidade

A profundidade local variou ao longo dos diferentes pontos amostrados, sendo considerado o mais raso o ponto 4 com 3,5m no mês de jul/11 e o mais profundo o Ponto 2 com 13,5m em nov/10. (Tab. 1). De acordo com a análise estatística houve variação espacial significativa entre Ponto 2 e os Ponto 3 e 4 com  $p= 0,01$  e  $0,00$  respectivamente e entre o Ponto 1 e o Ponto 4 com  $p= 0,04$ . Sazonalmente, não houve variação significativa com  $p = 0,69$ .

### Transparência da água

A transparência da água variou entre 0,6m no Ponto 2, no mês de julho/11 e 6m no Ponto 4 no mês de novembro/10 (Tab. 1). Houve diferença significativa entre o P1 e P2 com  $p = 0,01$ , entre P1 e P4 com  $p= 0,02$ , entre P2 e P4 com  $p= 0,00$  e entre P 3 e P4 com  $p= 0,00$ . Os pontos 2 e 3 foram os que tiveram menor transparência e o 1 e 4 as maiores. Sazonalmente, houve diferença significativa ( $p= 0,03$ ) com maiores transparências no período de estiagem. (Fig. 3).



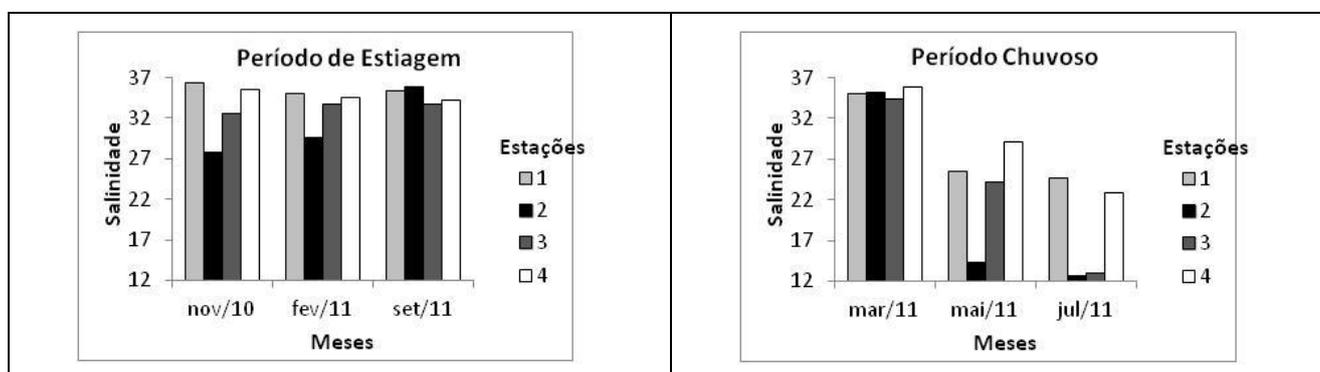
**Figura 3** - Variação espacial e temporal da transparência da água da plataforma continental de Pernambuco.

### Temperatura

A temperatura da água não apresentou nenhuma diferença significativa entre os pontos amostrados, sendo o  $p= 0,99$ , no entanto, sazonalmente, houve diferença significativa com  $p = 0,00$  apresentando valores mais baixos no período chuvoso. A menor temperatura registrada foi de 26°C obtida no ponto 1, no mês de setembro/11 e a máxima de 30°C em todas as estações, do mês de fevereiro/11 (Tab. 1).

### Salinidade

Quanto à salinidade, sazonalmente, percebeu-se variação significativa com  $p=0,00$ , onde o menor teor salino foi de 12,65 no ponto 2 em julho/11 no período chuvoso, enquanto o máximo foi de 36,36 em novembro/10 no ponto 1 no período de estiagem (Tab. 1). Observou-se uma variação significativa entre o Ponto 2 e o Ponto 1 com  $p= 0,00$  e entre Ponto 2 e o Ponto 4 com  $p= 0,00$  (Fig.4).

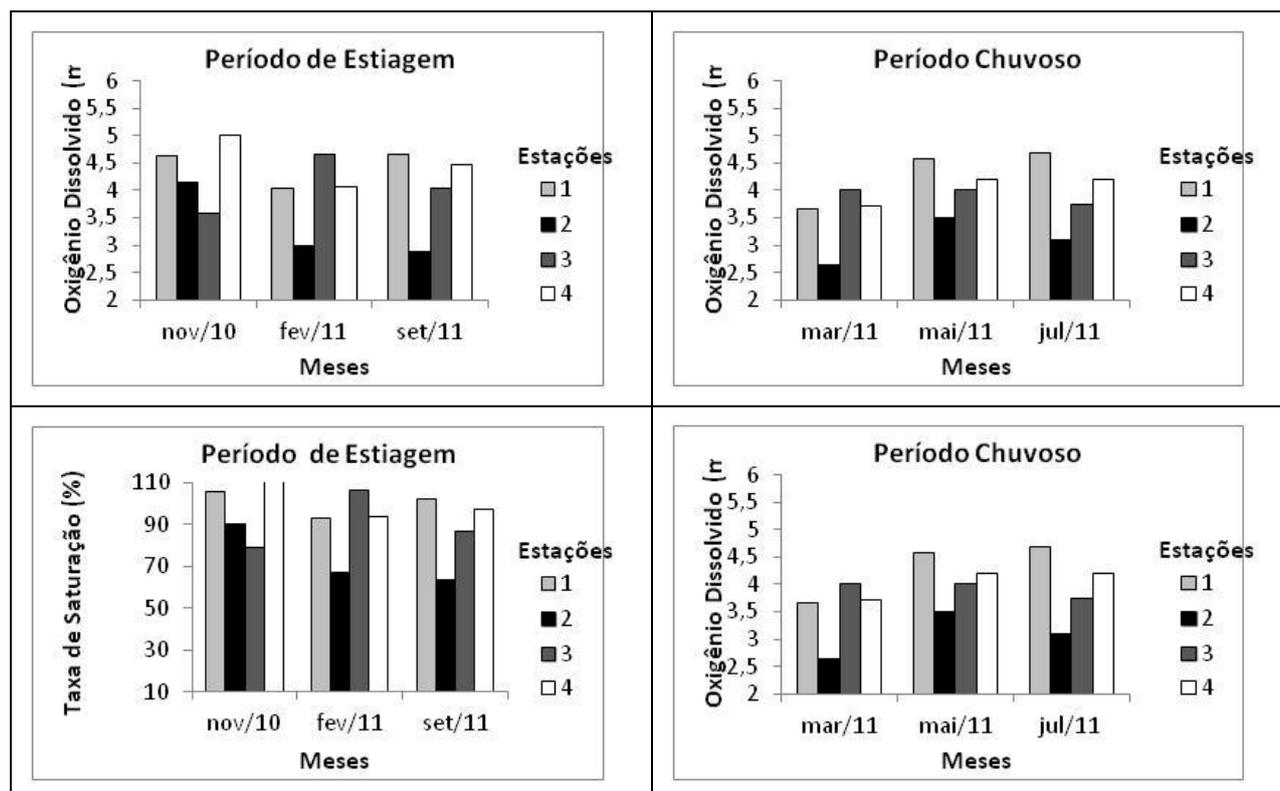


**Figura 4** - Variação espacial e temporal da Salinidade da plataforma continental de Pernambuco.

### Oxigênio dissolvido (OD) e Taxa de Saturação

A concentração de oxigênio dissolvido na água, apresentou diferença significativa entre o Ponto 2 e o Ponto 1  $p= 0,00$ , entre o Ponto 2 e o Ponto 3 com  $p= 0,00$  e entre o Ponto 2 e o Ponto 4 com  $p=0,00$ . Sazonalmente, não houve diferença significativa com  $p=0,31$ . A menor concentração obtida foi de  $2,99 \text{ ml/L}^{-1}$  no Ponto 2 em fevereiro/11 e a maior de  $5,02 \text{ ml/L}^{-1}$  no Ponto 4 em novembro/10 (Tab. 1).

A taxa de saturação do oxigênio dissolvido na água apresentou diferença espacial significativa entre o Ponto 2 e o Ponto 1 com  $p=0,00$ ; entre o Ponto 2 e o Ponto 3 com  $p=0,01$ ; e entre o Ponto 2 e o Ponto 4 com  $p= 0,00$ . Obteve mínima de  $56,7(\%)$  em jul/11 no ponto 2 e máxima de  $112,05(\%)$  no ponto 4 em nov/10 (Tab. 1). Sazonalmente, ocorreu diferença significativa com  $p=0,02$  havendo maiores valores no período de estiagem. (Fig.5).



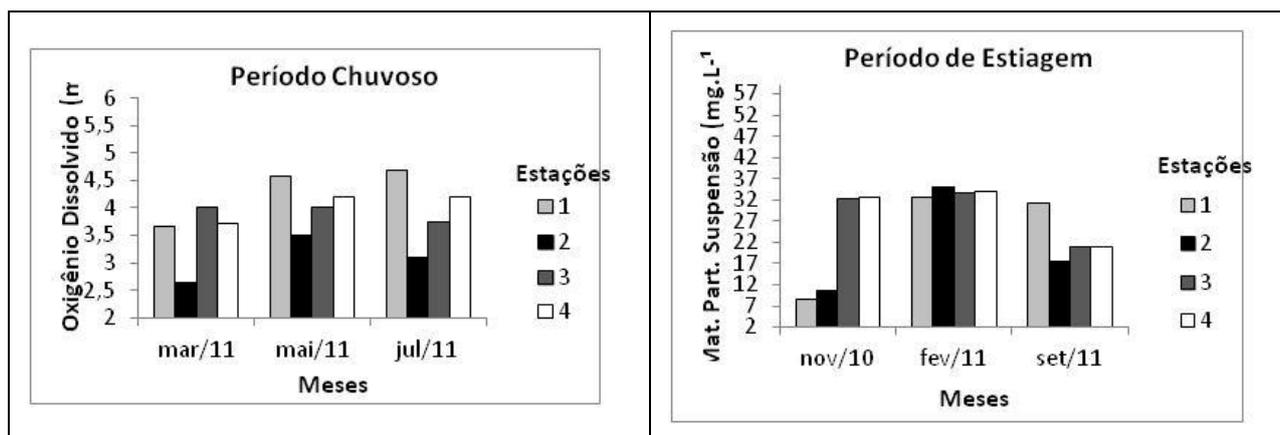
**Figura 5** - Variação espacial e temporal do Oxigênio Dissolvido ( $\text{ml/L}^{-1}$ ) e Taxa de saturação do oxigênio (%) da plataforma continental de Pernambuco.

### Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

Referente a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), observou-se em sua maioria que a estação 2 foi a que apresentou maiores valores, por ser aquela mais próxima da influência do fluxo estuarino. Apresentou uma variação de  $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$  no ponto 4 em setembro/11 a  $6,67 \text{ mg.L}^{-1}$  na estação 3 em fevereiro/11 (Tab. 1). A DBO não apresentou variação espacial e nem sazonal significativa.

### Material particulado em suspensão (MPS)

O material particulado em suspensão variou sua concentração de  $4,4 \text{ mg.L}^{-1}$  no ponto 4 em maio/11 a  $55,6 \text{ mg.L}^{-1}$  no ponto 3 em julho/11 (Tab. 1). Espacialmente, observou-se variação significativa entre o Ponto 3 e o Ponto 1 com  $p= 0,00$  e entre o Ponto 3 e o Ponto 4 com  $p= 0,02$ . Sazonalmente, houve diferença significativa com  $p= 0,05$  estando o MPS mais concentrado no período de estiagem.



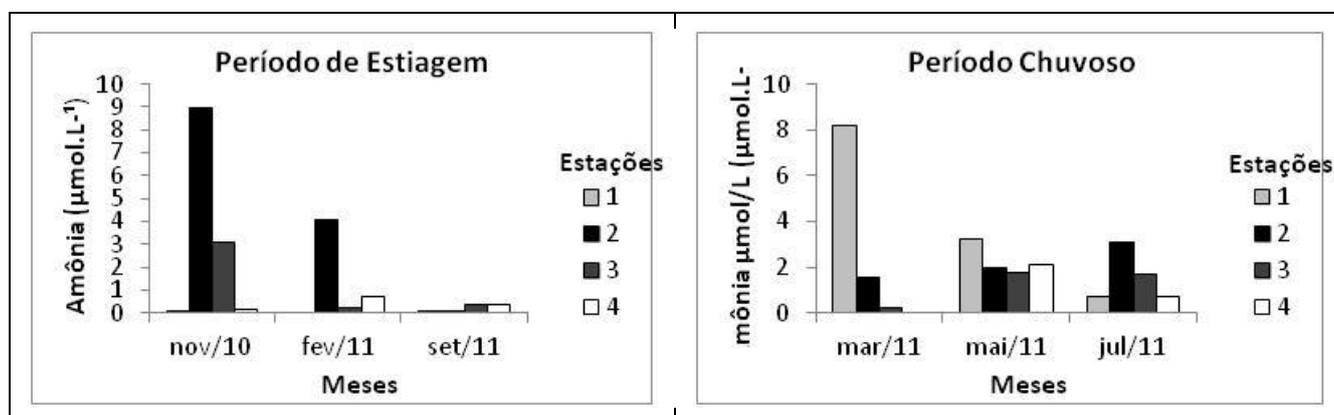
**Figura 6** - Variação espacial e temporal do material particulado em suspensão ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da plataforma continental de Pernambuco.

### Potencial de hidrogênio (pH)

O pH na área estudada esteve sempre alcalino observando valor máximo de 8,45 no ponto 4 no mês de novembro/10 e mínimo de 7,31 no ponto 1 no mês de maio/11 (Tab. 1). Espacialmente, foi observada variação significativa entre o Ponto 1 e o Ponto 4 com  $p=0,00$ ; entre o Ponto 2 e o Ponto 4 com  $p=0,00$ ; e entre o Ponto 3 e o Ponto 4 com  $p=0,00$  evidenciando que o Ponto 4 foi o diferencial dos demais por apresentar um pH sempre mais alcalino que os demais. Sazonalmente, houve diferença significativa com  $p=0,02$ .

### Amônia

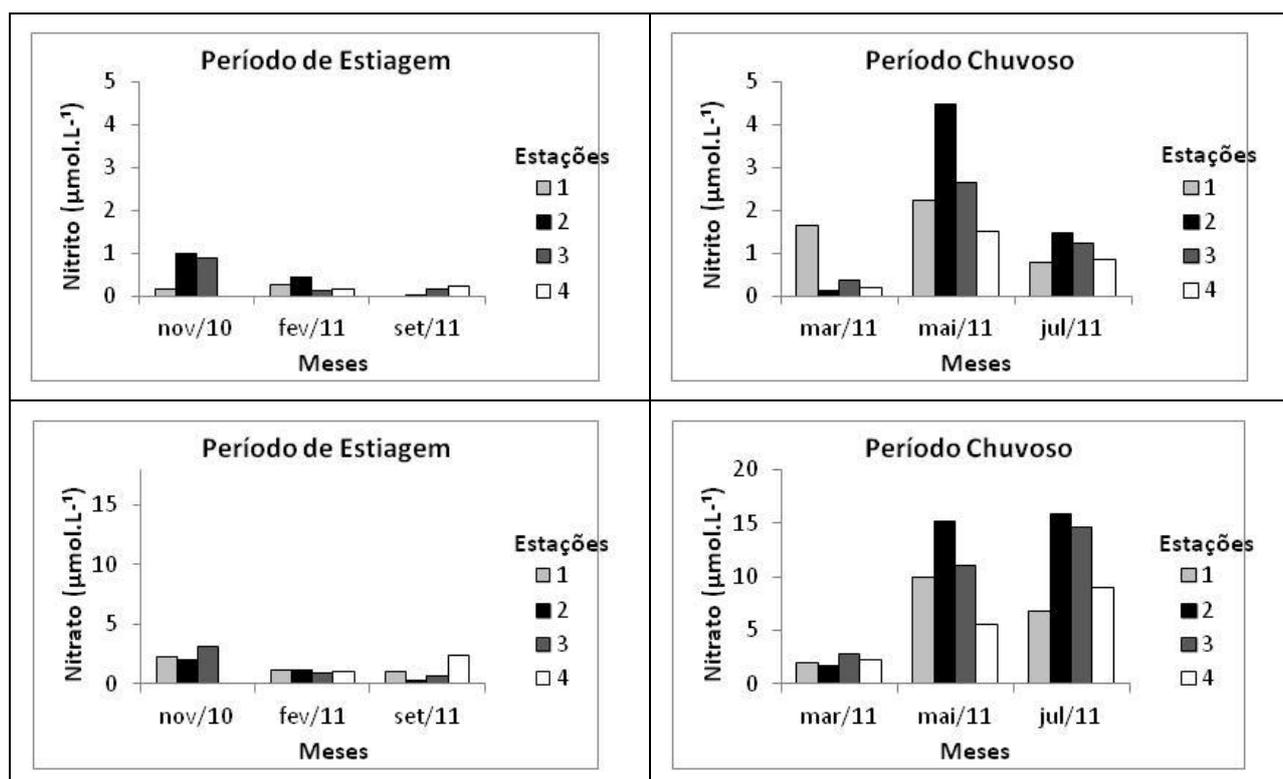
O nutriente amônia mostrou concentração variando entre  $\leq 0,01 \mu\text{mol.L}^{-1}$  (não detectável) nos pontos 1 e 4 em fevereiro/11 e março/11 respectivamente, para  $8,97 \mu\text{mol.L}^{-1}$  no ponto 2 em novembro/10 (Fig. 7) (Tab. 1). Espacialmente, verificou-se diferença significativa entre o Ponto 2 e o Ponto 3 com  $p=0,00$  e entre o Ponto 2 e o Ponto 4 com  $p=0,00$ . Sazonalmente, não foi evidenciada nenhuma diferença ( $p=0,50$ ).



**Figura 7** - Variação espacial e temporal da amônia ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) da plataforma continental de Pernambuco.

### Nitrito e Nitrato

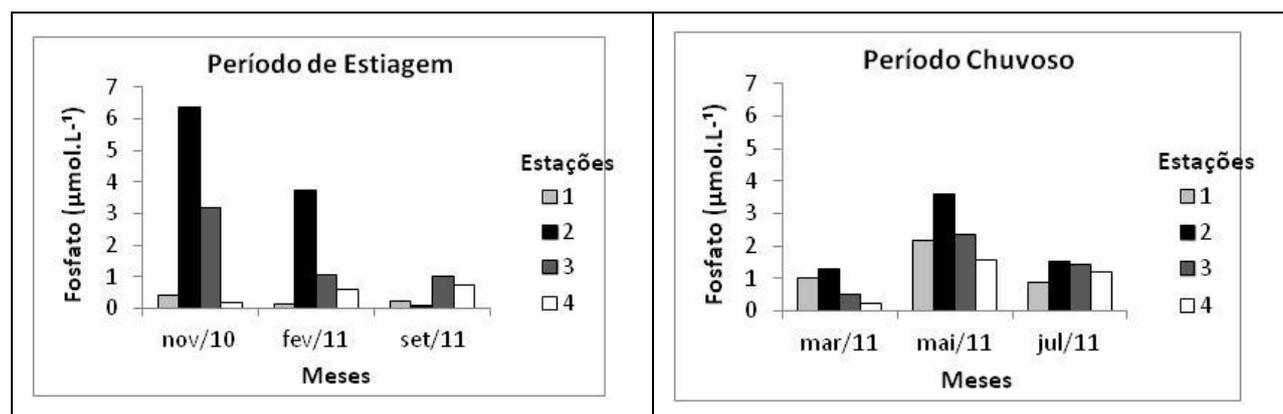
Quanto aos nutrientes nitrito e nitrato foram observadas apenas variações sazonais significativas ( $p=0,00$  e  $p=0,00$  respectivamente), com as concentrações mais elevadas durante o período chuvoso. O nitrito com  $4,47 \mu\text{mol.L}^{-1}$  em maio/11 e o nitrato com  $15,82 \mu\text{mol.L}^{-1}$  em julho/2011 ambos no ponto 2. O nitrito não foi detectado pelo método no ponto 1 em setembro/11 e no ponto 4 em novembro/10 e o nitrato no ponto 4 em novembro/10) (Fig. 8) (Tab. 1).



**Figura 8** - Variação espacial e temporal do nitrito e nitrato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) da plataforma continental de Pernambuco.

### Fosfato

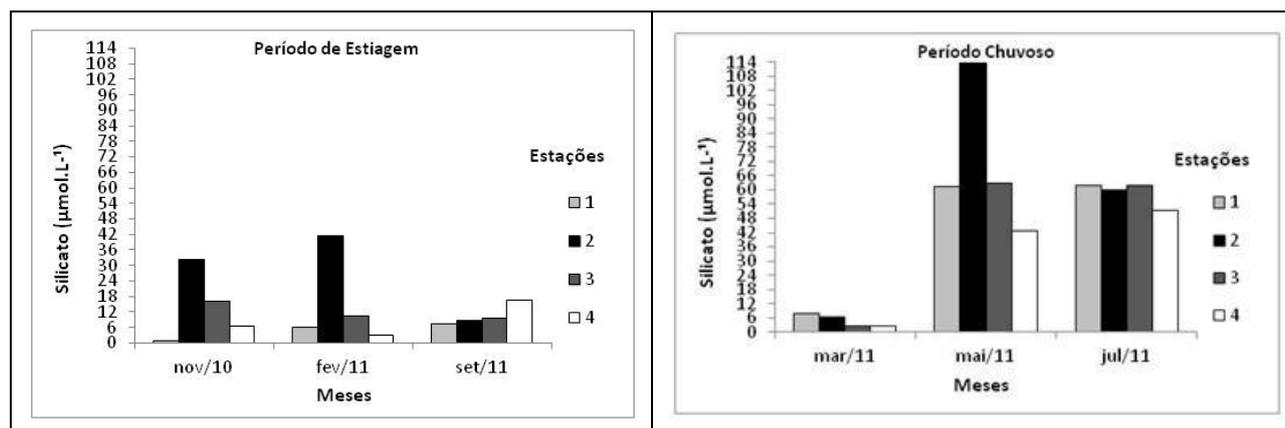
As concentrações de fosfato não apresentaram variações sazonais significativas ( $p=0,98$ ), apenas espaciais entre o Ponto 2 e o Ponto 1 com  $p=0,01$  e entre o Ponto 2 e o Ponto 4 com  $p=0,01$ . De forma geral, o ponto 2 apresentou valores mais altos, obtendo máxima de  $6,36 \mu\text{mol.L}^{-1}$  em novembro/10 e mínima de  $0,1 \mu\text{mol.L}^{-1}$  em setembro/11 também no ponto 2 (Fig.9) (Tab. 1).



**Figura 9** - Variação espacial e temporal do fosfato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) da plataforma continental de Pernambuco.

### Silicato

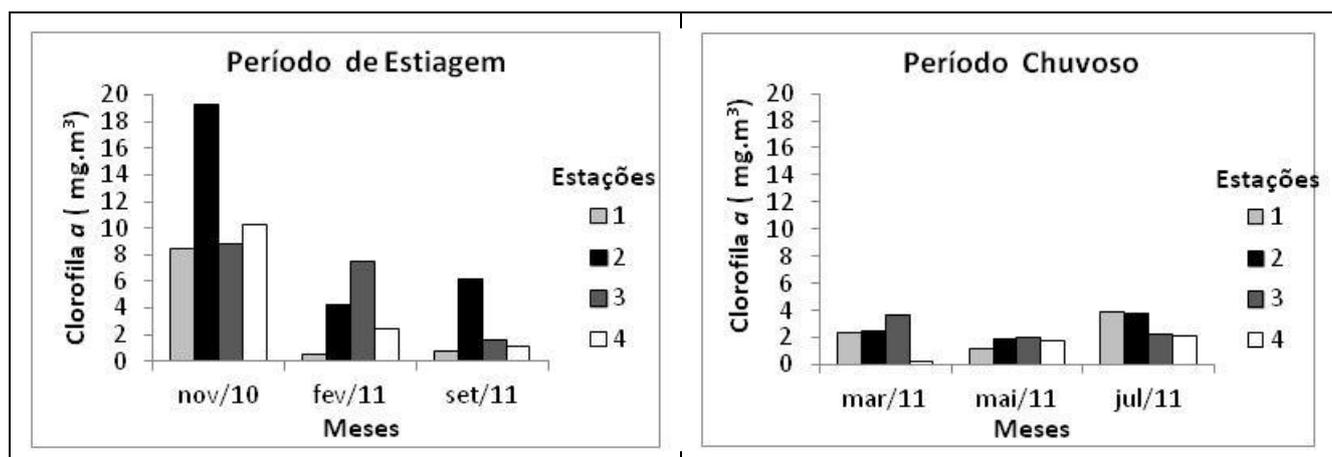
O silicato apresentou um valor máximo de  $113,6 \mu\text{mol.L}^{-1}$  no ponto 2 em maio/11 e mínimo de  $1,0 \mu\text{mol.L}^{-1}$  em novembro/10 (Tab. 1). Espacialmente percebeu-se variação significativa entre o Ponto 2 e o Ponto 1 com  $p=0,01$ ; entre o Ponto 2 e o Ponto 3 com  $p=0,00$  e entre o Ponto 2 e o Ponto 4 com  $p=0,00$ . Sazonalmente, houve diferença significativa ( $p=0,00$ ) com maior concentração no período chuvoso (Fig.10) (Tab. 1).



**Figura 10** - Variação espacial e temporal do silicato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) da plataforma continental de Pernambuco.

### Clorofila a

As concentrações de clorofila a na área estudada variaram de  $0,24 \text{ mg.m}^{-3}$  no ponto 4 em março/11 a  $19,29 \text{ mg.m}^{-3}$  no ponto em 2, em novembro/10 a (Tab. 1). Espacialmente, percebeu-se diferença significativa entre o Ponto 2 e o Ponto 1 com  $p= 0,00$  e entre o Ponto 2 e o Ponto 4 com  $p= 0,00$ . Sazonalmente, houve diferença significativa com  $p= 0,03$  ocorrendo maiores concentrações deste pigmento no período de estiagem (Fig.10) (Tab. 1).



**Figura 11** - Variação espacial e temporal da clorofila a total ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) da plataforma continental de Pernambuco.

**Tabela 1.** Variação dos parâmetros ambientais da plataforma continental de Pernambuco correspondente aos valores mínimos, máximos e médios, nos diferentes períodos climáticos (estiagem e chuvoso).

Parâmetros	Período de estiagem				Período chuvoso			
	Min	Máx	Média	DP	Min	Máx	Média	DP
Pluviosidade 2010-2011 (mm)	23,05	336,60	169,50	159,24	35,70	755,70	425,44	370,15
Profundidade (m)	6,80	13,50	9,30	1,84	5,2	12,00	9,35	1,93
Transparência (m)	1,50	6,00	2,57	1,22	0,6	5,60	1,90	1,48
Temperatura (°C)	26,00	30,00	28,40	1,40	24	27,00	25,30	1,27
Salinidade (Superfície)	27,81	36,36	33,69	2,50	12,65	35,80	25,57	8,56
OD ( $\text{ml.L}^{-1}$ )	2,89	5,02	4,10	0,65	2,64	4,70	3,83	0,57
Taxa de Saturação (%)	63,60	112,05	91,30	14,90	56,7	92,30	77,30	12,15
DBO ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	0,13	6,67	1,50	1,77	0,06	4,25	2,00	1,70
MPS ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	8,40	35,00	25,21	9,70	3,60	55,60	16,80	16,10

pH	7,97	8,45	8,16	0,15	7,31	8,23	7,90	0,30
Amônia ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	0	8,97	1,95	2,70	0	8,17	2,39	2,16
Nitrato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	0	0,98	0,32	0,33	0,13	4,47	1,58	1,22
Nitrito ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	0	3,16	1,39	0,93	1,70	15,82	8,16	5,33
Fosfato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	0,10	6,36	1,73	1,94	0,23	3,61	1,55	0,90
Silicato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	1,00	41,49	14,24	12,08	2,50	113,60	46,45	33,8
Clorofila <i>a</i> ( $\text{mg.m}^{-3}$ )	0,51	19,29	6,50	5,46	0,24	3,93	2,26	1,08

### Análise de componentes principais (ACP)

De acordo com ACP o fator 1 explicou 41% dos dados, mostrando alta correlação direta da pluviosidade com os nutrientes nitrito, nitrato e silicato e correlação inversa com a transparência da água, temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, material particulado em suspensão e pH.

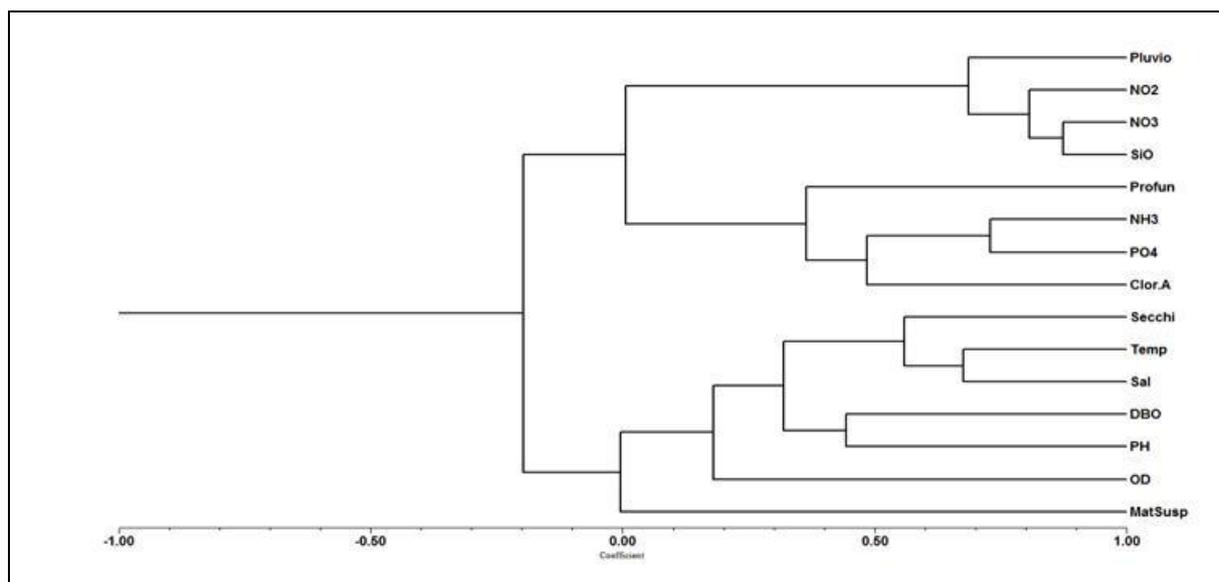
O fator 2 explicou 17% dos dados, apresentando forte correlação direta da clorofila *a* com a amônia, o fosfato e a profundidade local (Tabela 2).

**Tabela 2** - Variação dos dados e coeficientes de correlação entre as variáveis analisadas dos dois primeiros fatores da ACP, na Plataforma continental de Pernambuco (Porto do Recife, Brasil).

Parâmetros	Sigla na ACP	Fator 1 (41%)	Fator 2 (17%)
Pluviosidade	Pluvio	<b>0.7735</b>	0.3692
Profundidade	Prof	0.2403	<b>-0.5990</b>
Transparência da água	Secchi	<b>-0.6787</b>	0.0548
Temperatura	Temp	<b>-0.7025</b>	-0.4003
Salinidade	Sal	<b>-0.8367</b>	-0.0114
Oxigênio dissolvido	OD	-0.2448	0.2081
Demanda bioquímica de O <sub>2</sub>	DBO	<b>-0.5839</b>	0.0220
Material em Suspensão	Mat.P.S.	-0.1315	-0.0167
pH	pH	<b>-0.7476</b>	-0.0167
Amônia	Nh <sub>3</sub>	0.2679	<b>-0.7720</b>
Nitrito	NO <sub>2</sub>	<b>0.9125</b>	0.1571
Nitrato	NO <sub>3</sub>	<b>0.8945</b>	0.1571
Fosfato	PO <sub>4</sub>	0.4664	<b>-0.8166</b>
Silicato	SiO	<b>0.9467</b>	-0.0404
Clorofila <i>a</i>	Clor.A	-0.2529	<b>-0.7977</b>

### Análise Multivariada – Associação dos Parâmetros

Foi observado que a associação dos parâmetros apresentou um índice elevado com um  $r=0,78356$ , sendo evidenciado 2 grandes grupos. O grupo 1 se subdivide em 2 onde na primeira subdivisão associa diretamente a pluviosidade com os nutrientes nitrito, nitrato e silicato e na segunda a profundidade com a amônia, o fosfato e a clorofila *a*. O grupo 2 agrupou os parâmetros restante associando-os indiretamente com a pluviosidade (Fig. 11).



**Figura 11** - Dendrograma das associações das amostras da Plataforma continental de Pernambuco (Porto do Recife).

## DISCUSSÃO

As características hidrológicas da área do porto do Recife são controladas pela pluviometria, o que reflete na manutenção da qualidade da água (CLOER; JASSBY, 2008).

Foi observado no período estudado uma pluviosidade acima da média para os meses de fev/11, mai/11 e julho/11, possivelmente ocasionado pela predominância do fenômeno La-Niña também observado por Feitosa (1988) na Baía do Pina.

A pluviosidade está correlacionada com o grau de influência continental e o grau de luminosidade na coluna de água, apresentando dois padrões anuais que influenciam a biomassa fitoplanctônica nas áreas costeiras do nordeste do Brasil (PASSAVANTE; FEITOSA, 2004). A área estudada apresentou menor transparência nos pontos 2 e 3, devido ao grande recebimento das águas interiores com maior quantidade de material particulado em suspensão, rico em plâncton. Já o oposto ocorreu nos pontos 1 e 4, evidenciando assim, a pouca influência da pluma do rio Capibaribe sobre elas.

As variações de temperatura no presente estudo ocorreram de acordo com os padrões esperados para área (24,0 a 30,0°C), que apesar de ser tropical (onde a amplitude é relativamente pequena), evidenciou diferença entre os dois períodos (estiagem e chuvoso). Já Mafalda et al. (2003) na Baía de Todos os Santos-BA, apresentou uma amplitude ainda maior, possivelmente pelo fato do ambiente possuir uma circulação mais limitada. Também foi observado por Santos et. al. (2008) nas águas da plataforma do rio Amazonas e por Costa et al. (1985) na Plataforma Continental de Pernambuco, diferenças sazonais. No entanto, seus efeitos sobre a comunidade planctônica não é tão evidenciado devido a variação ocorrer de forma gradativa (PASSAVANTE; FEITOSA, 2004). Foi possível constatar que a temperatura da água apresentou relação inversa com a pluviosidade.

As baixas temperaturas geralmente estão relacionadas com baixas salinidades, pois no período chuvoso o fluxo de água doce aumenta devido as chuvas e nebulosidade. Já no período de estiagem o aumento da temperatura coincide com maiores salinidades, explicado pelo menor fluxo de água doce proveniente dos rios (MACÊDO et al. 1990).

Na área da plataforma, ora estudada, a salinidade apresentou grande amplitude, padrão este também encontrado por Costa et al (1985) nas águas costeiras de Pernambuco e por BORGES, et al., (2012) na baía portuária do Recife. Ficou bem evidenciado que o ponto 2 foi o diferencial por ser o primeiro a receber toda a descarga de origem continental.

A importância da determinação do oxigênio dissolvido se deve ao fato dele ser um gás essencial à vida e um indicador das condições ambientais (Bastos et al. 2005). No presente estudo, o teor de oxigênio dissolvido e sua respectiva taxa de saturação não apresentaram sazonalidade. Em relação à distribuição temporal, foram maiores nos pontos 1 e 4 (menor influência da pluma) e menores no ponto 2 pela forte descarga de matéria orgânica, sendo classificado como um ponto de baixa saturação de acordo com a classificação de Macêdo e Costa (1978). Valores similares foram encontrados por Bastos et al. (2010) na zona costeira de Maracáipe, por Borges et al. (2012) na bacia portuária do Recife, nas águas da plataforma do Amazonas por Santos et al. (2008) e por Azevedo et al. (2007) no Golfão Maranhense.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio apresentou valores na área, em geral, menores que  $7,00 \text{ mg.L}^{-1}$ , indicando que apesar do local receber uma elevada carga de matéria orgânica, há uma grande diluição por causa da influência marinha semelhante ao encontrado por Costa et al. (1985) e diferentes dos encontrados por Feitosa et al., (1999) na bacia do Pina.

Como verificado nas estações de coleta da plataforma continental de Pernambuco, ficou evidenciado que o material particulado em suspensão esteve mais concentrado no período de estiagem, possivelmente em função do aumento da biomassa planctônica já que a área interna do porto e adjacência vêm sofrendo o processo de eutrofização. É neste período que há um aumento da transparência da água e o fitoplâncton responde rapidamente com crescimento maior.

Deve-se ressaltar que em outros estudos nas zonas costeiras evidenciaram-se maiores concentrações do material particulado em suspensão no período chuvoso como Mafalda Jr., et al.; (2003) na Baía de Todos os Santos-BA, Feitosa e Bastos, (2007) no ecossistema costeiro de Maracajá - RN; Bastos et al. (2011) nas águas costeiras de Maracáipe - PE.

Apesar de ter ocorrido variação sazonal no pH da água ele se manteve sempre alcalino, com valores ideais para os organismos aquáticos, compatíveis com os observados em outras áreas costeiras (COSTA et al., 1985; MACÉDO et al., 1990; AZEVEDO et al., 2008; SANTOS et al., 2008;; BASTOS et al., 2011). Vale ressaltar que na área estudada o ponto 2 foi o que esteve menos alcalino, possivelmente por conta do grande aporte de águas continentais.

As águas que banham as províncias neríticas e oceânicas do Nordeste brasileiro têm como características serem quentes e pobres em nutrientes em função da corrente Sul Equatorial e correntes do Brasil (EKAU; KNOPPERS, 1999; MEDEIROS et al. 1999).

A amônia é usualmente o produto de muitos processos biológicos e a sua adição é devido a entrada no estuário através dos rios tributários e descargas de efluentes domésticos (MATEUS et al., 2008)

Os teores de amônia estiveram maiores principalmente, no Ponto 2 onde foram considerados altos para as águas da plataforma continental, onde se esperaria concentrações bem mais baixas como observado por Carvalho et al. (2008) na Baía de Santos e Plataforma adjacente com concentrações a baixo  $1,00 \mu\text{mol.L}^{-1}$ . Já na Baía de Todos os Santos, Mafalda Jr. et al. (2003), encontraram concentrações semelhantes a da área estudada enquanto Schettiini et al. (2005) nas águas da Plataforma sob influência do rio Itajaí-Açu-SC e Azevedo et al. (2008) no Golfão Maranhense, encontram concentrações bem mais elevadas. As altas concentrações de amônia se devem possivelmente à grande descarga de efluentes lançados na bacia hidrográfica que converge para o Porto do Recife.

Com referência aos nutrientes nitrito e nitrato, seus teores estiveram muito elevados provavelmente por terem sido obtidos no período de máxima influência de águas continentais, ricas em matéria orgânica derivada de efluentes domésticos e industriais. Concentrações bem menores destes nutrientes foram obtidas por Costa et al., (1985) e Eskinazi-Leça et al., (1997) em águas da Plataforma Continental de Pernambuco, Bastos et al. (2011) em águas costeiras de Maracáipe - PE e Santos et al. (2008) na Plataforma continental do Amazonas.

O fosfato apresentou altas concentrações principalmente nos pontos 2 e 3, justificado por ser a área de maior recebimento das águas interiores ricas em matéria orgânica, ao contrário do que foi observado por Costa et al., (1985) na zona costeira de Piedade, Azevedo et al.

(2008), no Golfão maranhense, Schettiini et al. (2005) nas águas da Plataforma sob influência do rio Itajaí-Açu – SC e Santos et al. (2008) na Plataforma Continental do Amazonas que apresentaram teores mais baixos.

O silicato como era de se esperar apresentou maiores teores no período chuvoso como consequência do processo de lixiviação do solo e confirmado pela ACP que indicou alta correlação direta com a pluviosidade. Na área estudada, houve destaque para o ponto 2 por possuir maiores concentrações. Este padrão ocorreu possivelmente, devido a localização de entrada e saída do porto do Recife sendo o primeiro ponto a receber a maior influência continental. Acredita-se que estes valores foram considerados elevados para uma área de Plataforma Continental. Oposto ao que foi encontrado no presente trabalho, valores mais baixos foram observados em outras águas costeiras por Costa et al. (1985) e Eskinazi-Leça et al. (1997), em águas da Plataforma Continental de Pernambuco, por Rosevel da Silva et al., (2005) na baía de Tamandaré – PE e por Feitosa e Bastos (2007) no ecossistema costeiro de Maracajaú – RN.

A biomassa fitoplanctônica é o somatório da massa orgânica viva existente no determinado espaço e num dado instante. Trata-se de um termo que encerra a idéia do caráter não-conservativo das populações vegetais, uma vez que as variações no espaço e no tempo são extremamente grandes. O método mais comum de medir a biomassa fitoplanctônica baseia-se na medição de algum componente comum a todos os organismos planctônicos fotossintetizantes, fundamentalmente no conteúdo de clorofila *a* (LOURENÇO; MARQUES JR; 2002).

Na Plataforma Continental de Pernambuco (Porto do Recife), verificou-se que a biomassa fitoplanctônica mostrou uma alta correlação direta com o fosfato, amônia e profundidade, cujas concentrações de clorofila *a* variaram entre 0,24 e 19,24 mg.m<sup>-3</sup>. Foram também registradas variações sazonais com valores maiores no período de estiagem e espaciais destacando-se o ponto 2, certamente por ser o mais concentrado em nutrientes inorgânicos dissolvidos.

Flores-Montes et al. (2011), analisando o estado trófico de um complexo estuarino urbanizado verificaram que o TRIX evidenciou que os efluente da zona portuária do Recife são de baixa qualidade e provocam forte processo de eutrofização com teores de clorofila *a* variando entre 1,86 e 164,0 mg.m<sup>-3</sup>.

Santos et al. (2009) avaliando a dinâmica da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais da zona portuária do Recife e da Bacia do Pina encontraram valores de clorofila *a* variando entre 7,63 e 211,15 mg. m<sup>-3</sup>, evidenciando portanto que o ambiente encontra-se hipereutrofizado em consequência da grande urbanização da área e lançamentos de efluentes domésticos.

Passavante e Feitosa (1995) e Resurreição et al. (1996) e avaliando a distribuição da clorofila *a* na Plataforma Continental de Pernambuco, observaram uma considerável influência das descargas fluviais no ambiente costeiro, causando elevação nos teores de sais nutrientes na água do mar e diminuição da camada fótica na coluna d'água que chega a inibir, na área mais próxima do porto, o florescimento fitoplanctônico durante o período de chuvas. No período de estiagem observou-se, na área mais próxima do continente, um "bloom" do fitoplâncton, fatos estes observados no presente estudo. Porém Costa et al. em Piedade - PE, (1985); Passavante e Feitosa, (1985), Passavante et al.; (1987/89) no perfil em frente a Itamaracá – PE; na Baía de Todos os Santos – BA visto por Mafalda Jr. et al., (2003) e Feitosa e Bastos (2007) em Maracajaú - RN, e, as águas foram caracterizadas com pouca influência de aporte fluvial e consequentemente com menores concentrações de clorofila *a* (menor que 14 mg.m<sup>-3</sup>). Por outro lado também em áreas de Plataforma, com forte influência fluvial como Resurreição et al.; (1996) no perfil em frente ao Porto do Recife, e Santos et al.; (2008) no Amazonas, tiveram concentrações superiores a 32 mg.m<sup>-3</sup>.

Passavante e Feitosa (1995) ao analisarem a distribuição da clorofila *a* e produtividade observaram que há um gradiente decrescente da costa em direção ao mar aberto e que o ambiente variou de eutrófico (próximo à costa) a oligotrófico (afastado da costa).

## CONCLUSÕES

1. A pluviosidade foi a forçante física responsável pelas mudanças das variáveis ambientais e de acordo com a ACP contribuiu de forma considerável com aumento dos nutrientes nitrito, nitrato e silicato.
2. O ponto 2 foi o diferencial dentre os demais, por apresentar maiores valores de profundidade, DBO, clorofila a e nutrientes inorgânicos e menores de transparência, salinidade e OD, sendo o que mais sofreu influência das águas continentais.
3. A forte ação antrópica através do lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento prévio, no ambiente estudado, contribuiu de forma considerável com as elevadas concentrações de amônia e fosfato, estimulando o processo de eutrofização.
4. A pluma do rio Capibaribe teve capacidade de influenciar toda área estudada nos meses de maior pluviosidade.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq processo nº 558106/2009-9, pelo apoio financeiro, ao Programa de Pós-Graduação, a equipe formadora dos Laboratórios de fitoplâncton e química de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, pela infraestrutura.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, Diego Lira dos; PASSAVANTE, José Zanon de Oliveira; SILVA-CUNHA, Maria da Glória Gonçalves da; HONORATO DA SILVA, Marcos. Biomassa fitoplanctônica correlacionada aos fatores hidrológicos no estuário do rio Capibaribe (Recife, Pernambuco, Brasil). **Tropical Oceanography**. Recife, v. 40, n. 1. p. 167-184, 2012.

AQUINO, Eveline Pinheiro de; FIGUEIRÊDO, Lucas Guedes Pereira; ANJOS, Diego Lira dos; PASSAVANTE, José Zanon de Oliveira; SILVA-CUNHA, Maria da Glória Gonçalves da. Biomassa fitoplanctônica e fatores ambientais em um estuário tropical do Brasil. **Tropical Oceanography**. Recife, v. 40, n. 1. p. 17-28, 2012.

ARAGÃO, J. O. R. de. **Fundamentos de meteorologia e relação oceano-atmosfera**. [S.l.], o autor, 2000. 60 p.

AZEVEDO, A. C. G.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 3, p. 870-877. 2008.

BAUMGARTEN, M. G. Z. (1996). Gravitimetria. **Manual de análises em oceanografia química**. M. G. Z. R. BAUMGARTEN, J.M.B.; NIENCHESKI, L.F.H. Rio Grande Do Sul, Furg: 19-54.

BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L.; MACHADO, R. C. A.; MUNIZ, K. Caracterização de uma zona costeira tropical (Ipojuca, Pernambuco - Brasil): Produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, n. 1, p. 01-10, 2011.

BASTOS, R.B.; FEITOSA, F.A.N.; MUNIZ, K. 2005. Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrológica no estuário do rio Una (Pernambuco-Brasil). **Tropical Oceanography 33**: 1-18.

BORGES, Gislayne Cristina Palmeira; SILVA-CUNHA, Maria da Glória Gonçalves da; SANTIAGO, Marilene Felipe; LIMA, Jucicleide Cabral de. Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em área portuária, nordeste do Brasil. **Tropical Oceanography**. Recife, v. 40, n. 2. p. 309-318, 2012.

CARVALHO, M; GIANESELLA, S. M. F.; SALDANHA-CORRÊA, F.M.P. *Trichodesmium erythraerum* Bloom the continental shelf off Santos, Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography** v.56 n.4; p 307-311, 2008.

CHAVES, Têa Bandeira Carvalho; MAFALDA JR, Paulo de Oliveira; SANTOS, César; SOUZA, Christiane Sampaio de; MOURA, Gilson; SAMPAIO, Jeandeline Gilson. Melo. Biomassa planctônica e hidrografia na zona econômica exclusiva do nordeste do Brasil. **Tropical Oceanography**. Recife, v. 36, n. 1-2. p. 14-27, 2008.

CLOERN, J. E.; JASSBY, A. D. Complex seasonal patterns of primary producers at the land-sea interface. **Ecology Letters**, v. 11, p. 1294-1303. 2008. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2008.01244.x

COSTA, K. M. P.; QUEIROZ, C.H.; MACÊDO, S.J. Hidrologia e plâncton da Plataforma Continental de Pernambuco. 1. Variação das características físico-químicas da água. 337-362. **In.:** Anais do III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro. Fortaleza. Universidade Federal do Ceará, 03 a 06 de dezembro, 1985.

EKAU, W.; KNOPPERS, B. 1999. An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. **Arch. Fish. Mar. Res.** 47(2/3):113-132.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L.; SILVA-CUNHA, M. G. G. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica**. In: Eskinazi-Leca, E.; Newmann-Leitao, S.; Costa, M. F. (Ed.). Oceanografia: um cenário tropical. Recife: Edições Bagaço, 2004. p. 353-373.

ESKINAZI-LEÇA, E.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L.; MACEDO, S. J.; COSTA, K. M. P. Variação Espacial e Temporal do Fitoplâncton na Plataforma Continental de Pernambuco- Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 25. p. 1-16, 1997.

FEITOSA, F. A. N.; BASTOS, R. B. 2007. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do ecossistema costeiro de Maracajaú - RN. **Arquivos de Ciências do Mar**, 40: 26-36.

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). **Trabalhos Oceanográficos**. Universidade Federal de Pernambuco. 27(2): 1-13. 1999.

FEITOSA, F. A. do N. **Produção primária do fitoplâncton relacionada com parâmetros bióticos e abióticos da Baía do Pina (Recife - Pernambuco, Brasil)**. 1988. 220 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia), CTG, UFPE, Recife.

FERNANDES, M. B; SICRE, M. A; CARDOSO, J. N; MACEDO, S. J. Sedimentary 4-desmethyl sterols and *n*-alkanols in a eutrophic urban estuary, Capibaribe River, Brazil. **The Science of The Total Environment**. Volume 231, Issue 1. 15. June 1999. Pages 1-16.

FLORES-MONTES, M. J.; PAULO, J. G.; NASCIMENTO-FILHO, G. A.; GASPAR, F. L.; FEITOSA, F. A. N.; SANTOS-JÚNIOR, A. C.; BATISTA, T. N. F.; TRAVASSOS, R. K.; PITANGA, N. E.; The trophic status of an urban estuarine complex in Northeast Brazil. **Jornal of Coastal Research**, Poland, v. 64, p.408-411, 2011.

GRASSHOFF, K. et al. **Methods of seawater analysis**. 2 ed. New York: Velag Chemie, 1983. 317p.

GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; HONORATO DA SILVA, M.; FLORES MONTES, M. J. Distribuição espacial e sazonal da clorofila a fitoplanctônica e hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista - PE). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 32, n. 2. p. 183-204, 2004.

INMET. **Normais climatológicas do Brasil (1992-2012)**. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Edição revisada e ampliada. Brasília-DF, 2012.

LEGENDRE, L.; LEGENDRE, P. Ecologie Numérique. 2. **La structure des données écologiques**. 2ª ed. Quebec: Masson Presses de L'Université du Quebec, 1984. 335p. (Collection d'Écologie, 13).

LOURENÇO, S. O.; MARQUES JR. A. N.; Produção primária marinha. P. 194 - 227. **In:** PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A.; (ORG); Biologia Marinha Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 382 p, 2002.

MAFALDA JR., Paulo de Oliveira; SINQUE, Chossi; BRITO, Ronan Rebouças Caires de; SANTOS, Juarez Jorge. Biomassa planctônica, hidrografia e pluviosidade na costa norte da Bahia, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 32, n. 2. p.161-172, 2004.

MAFALDA JR., Paulo de Oliveira; SOUSA, Priscila Mesquita M. de; SILVA, Eduardo Mendes da. Estrutura Hidroquímica e Biomassa Planctônica no Norte da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 31, n. 1. p. 31-51, 2003.

MANSO, V. A. V., CORRÊA, I. C., GUERRA, N. C. Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna entre as praias de Porto de Galinhas e Campos – Litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v.30, n.2, p.17-25, 2003.

MATEUS, M., MATEUS, S., BARETTA, J.W. Basic concepts of estuarine ecology. pag. 3-14, 2008  
**In:** NEVES, R., BARETTA, J.W. MATEUS, M (EDS) Perspective on integrated coastal zone management in South American. ISTPRESS, 2008, Lisboa 604 pp.

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**, Hamburg. V. 47, n 2-3, 1999. p. 133-151.

MELLO, M. V. L. **Parâmetros hidrológicos correlacionados com a biomassa e composição fitoplanctônica na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém (Pernambuco-Brasil)**. 2009, 119f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2009.

NASCIMENTO, Flávia Cristina Rocha do; MUNIZ, Kátia; FEITOSA, Fernando Antônio do Nascimento; ARAÚJO, Janaina Pauline de; SILVA, Rossana Maria Soares da; SÔNIA DA SILVA, Goretti; FLORES MONTES, Manuel de Jesus. Disponibilidade Nutricional da Bacia do Pina e Rio Tejiupió (Recife, PE, Brasil) em Relação aos Nutrientes e Biomassa Primária (Setembro/2000). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 31, n. 2. p. 149-169. 2003.

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. **Dinâmica da produtividade fitoplanctônica na zona costeira marinha**. In: Eskinazi-Leça, E.; Newmann-Leitão, S.; Costa, M. F. (Ed.). Oceanografia: um cenário tropical. Recife: Edições Bagaço, 2004. p. 425-440.

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Hidrologia e plâncton da Plataforma continental de Pernambuco. 2. Biomassa primária do fitoplâncton. 363-371. **In.:** Anais do III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro. Fortaleza. Universidade Federal do Ceará, 03 - 06 de dezembro de 1985. p. 363-369. 1989.

PASSAVANTE, J. Z. de O.; GOMES, N. A.; ESKINAZI-LEÇA, E.; FEITOSA, F. A. N. Variação da clorofila a do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v.20, p.145-154, 1987/89.

RESURREIÇÃO, M. G.; PASSAVANTE, J. Z. de O.; MACÊDO, S. J. Estudo da Plataforma Continental na Área do Recife (Brasil): Variação Sazonal da Biomassa Fitoplanctônica (08° 03' 38" Lat. S; 34° 42' 28" A 34° 52' 00" Long.W). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 24, p. 39-60, 1996.

ROHLF, F. J.; FISHER, D. L. Test for hierarchical structure in random data sets. **Systematical Zoology**, v. 17, p. 107-412, 1968.

ROSEVEL DA SILVA, Michelle; SILVA-CUNHA, Maria da Glória Gonçalves da, FEITOSA, Fernando Antônio do Nascimento, MUNIZ, Kátia. Estrutura da comunidade fitoplanctônica na baía de Tamandaré (Pernambuco, nordeste do Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 2. p. 157-175, 2005.

SANTIAGO, M. F.; PASSAVANTE, J. Z. de O.; SILVA-CUNHA, M. G. G. Caracterização de parâmetros físicos, químicos e biológico em ambiente hipersalino, estuário do rio Pisa Sal (Galinhas, Rio Grande do Norte, Brasil). **Tropical Oceanography**, v. 33, n. 1, p. 39-55, 2005.

SANTIAGO, M. F.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; NEUMANN-LEITAO, S.; COSTA, K. M. P.; BORGES, G. C. P.; PORTO NETO, F. F.; NUNES, F. S. Phytoplankton dynamics in a highly eutrophic estuary in tropical Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, Sao Paulo, v. 58, n. 3, p. 189-205, 2010.

SANTOS, T. G.; BEZERRA-JÚNIOR, J. L.; COSTA, K. M. P.; FEITOSA, F. A. N.; Dinâmica da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais em um estuário tropical (Bacia do Pina, Recife, PE). **Rev. Bras. Enga. Pesca**, Recife, vol 4, n. 1, 2009.

SCHETTINI, C. A. F.; RESGALLA JR., C.; PEREIRA FILHO, J.; SILVA, M. A. C.; TRUCCOLO, E. C.; RÖRIG, L. R. Variabilidade temporal das características oceanográficas e ecológicas da região de influência fluvial do rio Itajaí-açu. Braz. **J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 9, n. 2, p. 93-102, 2005.

SRHE - SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS E ENERGETICOS. Disponível em: <[http://www.sirh.srh.pe.gov.br/hidroambiental/bacia\\_capibaribe/index.php/tomo1/recursos\\_hidricos](http://www.sirh.srh.pe.gov.br/hidroambiental/bacia_capibaribe/index.php/tomo1/recursos_hidricos)> Acesso em: 01 de Abril, 2013.

STRICKLAND, J. D. H., PARSONS, T.R. 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis. 2 ed. Ottawa: **Fisheries Research Board of Canada Bulletin**, n.167, p. 1-205.

TEIXEIRA, C. 1973. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. **Boletim Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo**. São Paulo, 22(fasc. Único): 59-92.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. O., 2011. **Introdução à Climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 256p.

UNESCO. **Determination of photosynthetic pigments in sea waters**. Report of SCOR/UNESCO working group 17 with meet from 4 to 6 June 1964, Paris: s.n., 1966. 69 p. (Monographs on Oceanology Methodology).