

## O ECOSSISTEMA RECIFAL DE SERRAMBI (NORDESTE DO BRASIL): BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA E PARÂMETROS HIDROLÓGICOS

MARINA CAVALCANTI JALES<sup>1</sup>, FERNANDO ANTÔNIO DO NASCIMENTO FEITOSA<sup>2</sup>, MARIA LUISE KOENING<sup>2</sup>, RAFAELLA BRASIL BASTOS<sup>3</sup>, RAQUEL CORREIA DE ASSIS MACHADO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da UFPE. Bolsista FACEPE. [marinajales@hotmail.com](mailto:marinajales@hotmail.com).

<sup>2</sup>Departamento de Oceanografia da UFPE, Av. Arquitetura, s/n; 50740-550 – Recife, PE

### RESUMO

O ecossistema recifal de Serrambi, situado no litoral sul de Pernambuco, encontra-se constituído por recifes de arenito do tipo franja. A área recifal se destaca pela elevada produtividade, biodiversidade, pesca artesanal e atividades recreativas. Buscando avaliar as condições ambientais, analisou-se a distribuição sazonal e espacial da clorofila *a* e algumas variáveis ambientais. Foram realizadas coletas em três meses de cada período sazonal, em três pontos de coleta, na superfície, baixa-mar e preamar em maré de sizígia. A maioria dos parâmetros hidrológicos apresentou diferença sazonal significativa devido a interferência da pluma do rio Sirinhaém, provocando aumento do material em suspensão, nutrientes e diminuindo salinidade, temperatura e transparência. De acordo com a ACP (Análise de Componentes Principais), pluviosidade foi a forçante física que mais interferiu no sistema, correlacionando-se diretamente com material particulado em suspensão, nitrato, silicato, fósforo e nitrito e inversamente com transparência, temperatura e salinidade. A clorofila *a* variou tanto espacial como sazonalmente (0,35 a 3,34 mg.m<sup>-3</sup>), havendo maior concentração no período chuvoso e a fração < 20µm (pico e nanoplâncton), foi a que mais contribuiu para a área. Os teores de clorofila *a* associados à elevada taxa de saturação de oxigênio e baixos teores de nutrientes, indicaram tratar-se de uma área ainda isenta de eutrofização.

**PALAVRAS CHAVE:** Clorofila *a*, hidrologia, recifes de arenito, zona costeira

### ABSTRACT

**The reef ecosystem of Serrambi (Northeastern of Brazil): phytoplanktonic biomass and hydrological parameters**

The reef ecosystem of Serrambi, is situated on the southern coast of Pernambuco, is composed of sandstone reefs of fringe type. In the marine coastal area, the reef stands for its productivity, biodiversity, fisheries and recreational activities. Aiming to evaluate the environmental conditions associated with that ecosystem, the seasonal and spatial distribution of chlorophyll *a* and some environmental variables were analyzed. Most of the hydrological parameters showed significant differences due to interference of the plume of the Sirinhaém river during the rainy season, increasing the suspended particles, the concentration of nutrients and reducing salinity, temperature and transparency. According to the PCA (Principal Component Analysis), rainfall was the most important physical forcing that affects the system, correlating directly with suspended particulate matter, nitrate, silicate, phosphate and nitrite and inversely with transparency, temperature and salinity. Chlorophyll *a* showed both, spatial variation and between seasons (0,35 a 3,34 mg.m<sup>-3</sup>), with the highest concentration at the rainy season. The fraction < 20µm (pico and nanoplankton) was the largest contributor to the phytoplankton biomass. The chlorophyll *a* levels associated with the high rate of oxygen saturation and low nutrients concentration, indicated that this is an area free of eutrophication.

**KEYWORDS:** Chlorophyll *a*, hydrology, sandstone reefs, coastal zone

## INTRODUÇÃO

Os recifes são uma estrutura rochosa, rígida, resistente à ação mecânica das ondas e correntes marinhas, sendo constituídos por organismos marinhos portadores de esqueleto calcário (Leão, 1994). A estrutura básica dos recifes biogênicos é formada a partir do acúmulo do esqueleto calcário dos corais, porém, para sua formação é necessária a atuação conjunta de uma infinidade de organismos, formando uma complexa teia de associações e de eventos em sucessão. Em alguns recifes, inclusive do Brasil, o crescimento de outros organismos, como algas calcárias, pode assumir uma relevância igual ou maior que a dos próprios corais (Kikuchi & Leão, 1997).

Os ambientes recifais são também importantes para o homem em diversos aspectos. Em termos físicos, protegem as regiões costeiras da ação do mar em diversas áreas do litoral brasileiro. A grande diversidade e quantidade de organismos presentes

associam-se em teia alimentar de grande complexidade. Esta teia culmina nos grandes predadores, como muitos peixes utilizados para alimentação humana (Pennings, 1997).

A importância ecológica, social, e econômica dos recifes de coral são indiscutíveis, pois são considerados um dos mais antigos e ricos ecossistemas da Terra, juntamente com as florestas tropicais, uma das mais diversas comunidades naturais do planeta. Essa enorme diversidade de vida pode ser medida quando constatamos que uma em cada quatro espécies marinhas vive nos recifes de coral, incluindo 65% das espécies de peixes (Ferreira, 2007).

Geograficamente, o ecossistema estudado se restringe aos oceanos tropicais e ocupam apenas 0,1% da superfície da Terra. Estas áreas suportam diversas comunidades com estruturas taxonômicas distintas e padrões de distribuição geográfica (Kohn,

1997). Os recifes são bons indicadores da qualidade ambiental, onde qualquer impacto na comunidade recifal muda toda sua estrutura (Mayal *et al.*, 2001).

Segundo Maida & Ferreira (2004), a influência das águas tépidas das correntes da Guiana e do Brasil fazem com que as águas da costa setentrional e nordeste tenham temperaturas médias que variam em torno de 27°C no verão e 20°C no inverno, as quais, são tidas como temperaturas favoráveis para o desenvolvimento e crescimento dos corais.

Como já é de conhecimento geral, no sistema recifal, a produtividade é bem maior pelo fitobentos do que pelo fitoplâncton em virtude da presença das zooxantelas simbióticas dos corais e macroalgas. Entretanto, a comunidade planctônica exerce um papel fundamental para a nutrição e manutenção de inúmeros organismos sésseis e sedentários, que são filtradores e coabitam este ambiente, inclusive os pólipos dos corais.

Apesar dos trabalhos já desenvolvidos na zona costeira, ainda há muito por pesquisar sobre a diversidade biológica e o funcionamento destes ecossistemas. As mudanças ambientais são constantes, sendo importante distinguir entre variabilidade natural e antrópica ali ocorrentes. De acordo com Sorokin (1990), a quantidade total de dados disponíveis sobre a biomassa e produção dos componentes do plâncton recifal ainda são insuficientes para avaliar efetivamente o seu papel funcional no referido sistema.

Diante de todas estas características do ambiente recifal e da grande importância da comunidade planctônica para este ambiente, vários autores têm procurado avaliar cada vez mais a capacidade produtiva da comunidade fitoplanctônica destas áreas como Furnas *et al.* (1990), na grande barreira de corais da Austrália; Charpy & Charpy-Roubaud (1990) e Blanchot & Charpy (1997) no arquipélago de Tuamotu na Polinésia Francesa; Feitosa & Passavante (2004) no Atol das Rocas; Fonseca *et al.* (2002) e Machado *et al.* (2007) em Porto de Galinhas (PE); Feitosa & Bastos (2007) e Mayal *et al.* (2009) nos Parrachos de Maracajá (RN); dentre outros.

Sale (1991), classifica as áreas recifais como zona de reprodução, berçário, abrigo e alimentação de diversos animais e vegetais, o que nos permite dizer o mesmo para o ambiente recifal de Serrambi (PE).

Portanto, com o intuito de avaliar as condições ambientais do referido sistema, analisou-se a distribuição sazonal e espacial do teor de clorofila *a* e algumas variáveis ambientais, para ampliar de forma efetiva o conhecimento da ecologia de tão importante área do litoral sul de Pernambuco.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Descrição de área

A Praia de Serrambi está situada no município de Ipojuca (8°33'21"S e 35°00'21"W), cerca de 70 km ao sul da cidade do Recife e possui aproximadamente 4 Km de extensão. Apresenta uma população fixa de 4.300 habitantes, onde a maioria dessas famílias utiliza a pesca artesanal como fonte de renda. Esta população dobra no período de alta estação potencializando a geração de resíduos sólidos e detritos.

De acordo com Chaves (1991) e Manso *et al.* (2003), a formação morfológica encontrada na praia de Serrambi, advém da presença de arenitos de praia (*beachrocks* ou recifes de arenito), os quais se apresentam geralmente paralelos a costa e servem de substrato para o desenvolvimento de algas e corais além de ser uma proteção efetiva para o litoral, pois absorve grande parte da energia das ondas incidentes.

Esses recifes são do tipo franja, possuindo 2 km de extensão por 0,7 km na porção mais larga, ficando parte dele emerso na baixa-mar e totalmente submerso na preamar. Durante a baixa-mar há formação de piscinas naturais, onde a maior delas situada ao norte da Enseadinha de Serrambi. Particularmente, o referido ambiente, encontra-se entre dois rios, sendo ao norte e mais próximo o rio Maracaípe, o qual é divisa entre a praia de Serrambi e Maracaípe, e ao sul, o rio Sirinhaém a aproximadamente 7,5km de distância.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima litorâneo do estado de Pernambuco é considerado como sendo do tipo As', denominado "Tropical Quente-úmido, com chuvas de outono-inverno" (Andrade & Lins, 1965). Caracteriza-se, portanto, por apresentar dois períodos distintos no regime pluviométrico: uma estação seca ou de estiagem, que se prolonga de setembro a fevereiro

(primavera-verão), e uma estação chuvosa, de março a agosto (outono-inverno) e de acordo com a CPRH (1997) a direção dos ventos no litoral pernambucano é predominante de E – SE, no período de abril a setembro e de E – NE, de outubro a março.

As coletas foram realizadas no período de janeiro a março (estiagem) e de junho a agosto (chuvoso) em 2008. As amostras foram coletadas através de uma garrafa de Kitahara e em seguida, acondicionadas em garrafas plásticas com capacidade de 1L e imediatamente transferidas para um isopor contendo gelo. A biomassa fitoplanctônica e alguns parâmetros hidrológicos foram obtidos na superfície, em três pontos fixos, durante a baixa-mar e a preamar de um mesmo dia. Para tal, utilizou-se um barco tipo lagosteiro com motor de centro. No período estudado trabalhou-se em maré de sizígia com alturas variando entre 0,20 m (baixa-mar) e 2,40 m (preamar) de acordo

com as Tábuas das Marés editadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, publicada em 2007 sendo referente ao ano de 2008, utilizando-se como referência o Porto de Suape.

Baseado no hidrodinamismo do local, os pontos foram distribuídos da seguinte forma: ponto 1 situado entre o recife e a praia, próximo ao rio Maracaípe sob as coordenadas (8°33'2.62''S e 35°0'11.47''O), com distância de aproximadamente 0,60 km do ponto de coleta 2; ponto 2 situado em frente a abertura existente entre dois blocos de arenito, na porção intermediária da enseada sob as coordenadas (8°33'18.26''S e 35°0'25.35''O), também apresentando uma distância média de 0,60 km do PC 3; ponto 3 situado no extremo sul da enseada, próximo ao Hotel Intermars sob as coordenadas (8°33'37.37''S e 35°0'26.03''O) (Figura 1).

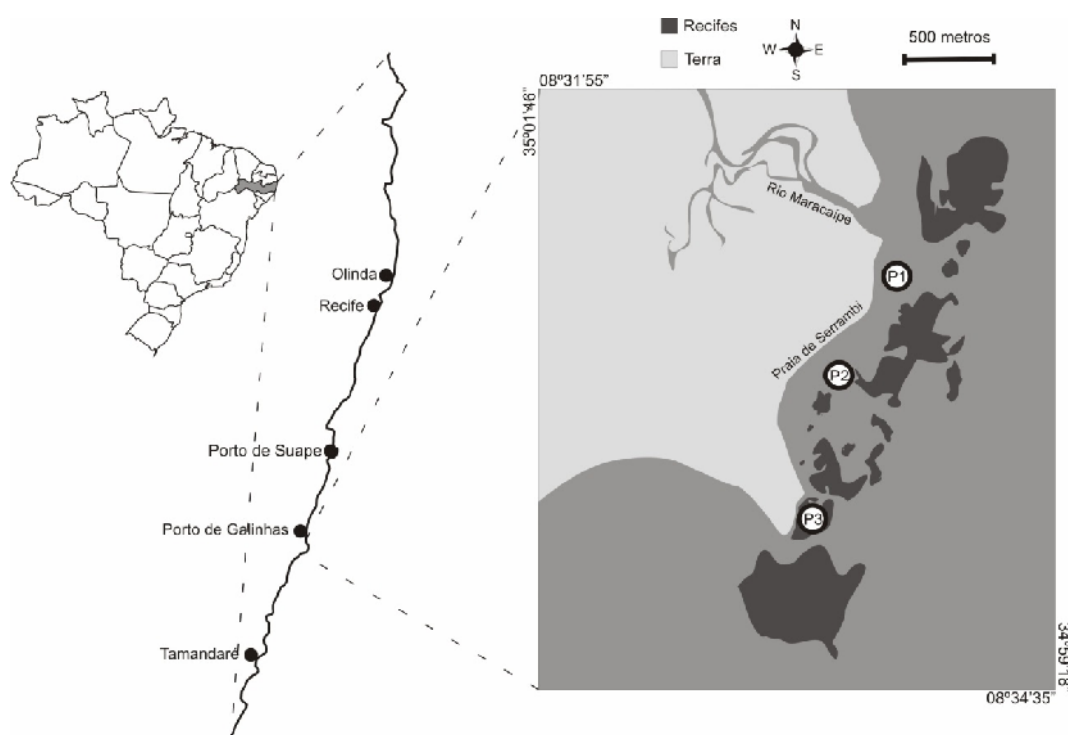


FIGURA 1 – Mapa da área de estudo com pontos de coletas.

As variáveis ambientais analisadas foram as seguintes: pluviometria, através de dados adquiridos da estação meteorológica de Porto de Galinhas (distante cerca de 6,0 km da área estudada), fornecidos pelo Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEPE); a profundidade, medida através de uma ecossonda manual digital da Echotest; a transparência da água, através da leitura

do disco de Secchi preso a um cabo graduado em centímetro. A temperatura da água foi determinada *in situ* com o uso de um termômetro comum (termômetro de álcool) com escala entre -10 e 60 °C; a salinidade, utilizando-se um refratômetro manual da Atago, modelo S/Mill-E com escala variando de 0 a 100 e intervalo de 1; a concentração do oxigênio dissolvido foi determinada através do método de

Winkler, modificado e descrito por Strickland & Parsons (1972) e a taxa de saturação foi calculada correlacionando-se os dados de temperatura e salinidade usando-se a Tabela da UNESCO (1973); a concentração de material particulado em suspensão na água foi analisada de acordo com o método americano, descrito por Melo *et al.* (1975). A biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*), foi analisada através do método espectrofotométrico da UNESCO (1966) e para o fracionamento da biomassa, utilizou-se um tubo de PVC com tela de 20 $\mu$ m de abertura de malha e filtros membranosos de acetato de celulose de 47 mm de diâmetro e porosidade de 0,45 $\mu$ m da Schleicher e Schüll. Para a extração da clorofila *a*, utilizou-se acetona a 90%, durante 24 horas no escuro, em refrigeração e depois centrifugadas a 3.000 rpm para posterior leitura no espectrofotômetro. Os nutrientes inorgânicos dissolvidos (amônia, nitrito e nitrato e fosfato) foram determinadas usando a metodologia descrita em Strickland & Parsons (1972) e o silicato foi analisado de acordo com a metodologia descrita por Grasshoff *et al.* (1983).

Para a avaliação estatística dos dados, foi realizada a Análise de Componentes Principais (ACP)

utilizando o programa computacional NTSYS. Para o teste de significância sazonal e regimes de maré foi utilizado o teste t e para os pontos de coleta os dados foram avaliados quanto a sua normalidade através do teste de Shapiro-wilk, sendo os dados normais testados através de ANOVA fatorial onde foram considerados significativos os valores  $p \leq 0,05$  (Zar, 1996). Foram utilizados os programas computacionais XLSTAT e BioEstat 3.0 respectivamente.

## RESULTADOS

### Pluviometria

O regime de chuva no período estudado esteve dentro do padrão de precipitação pluviométrica da região. Vale ressaltar que em 2008 houve uma maior incidência de chuvas no início do período chuvoso, com destaque para os meses março, maio (Figura 2). O total anual de chuvas do ano de 2008 foi de 2631 mm ficando acima do total da média histórica que foi 1784 mm. Nos meses de coleta, a menor precipitação ocorreu no mês de fevereiro com 30 mm e a máxima de 627 mm no mês de março. Foi observada diferença significativa sazonal com  $p < 0,0001$ .

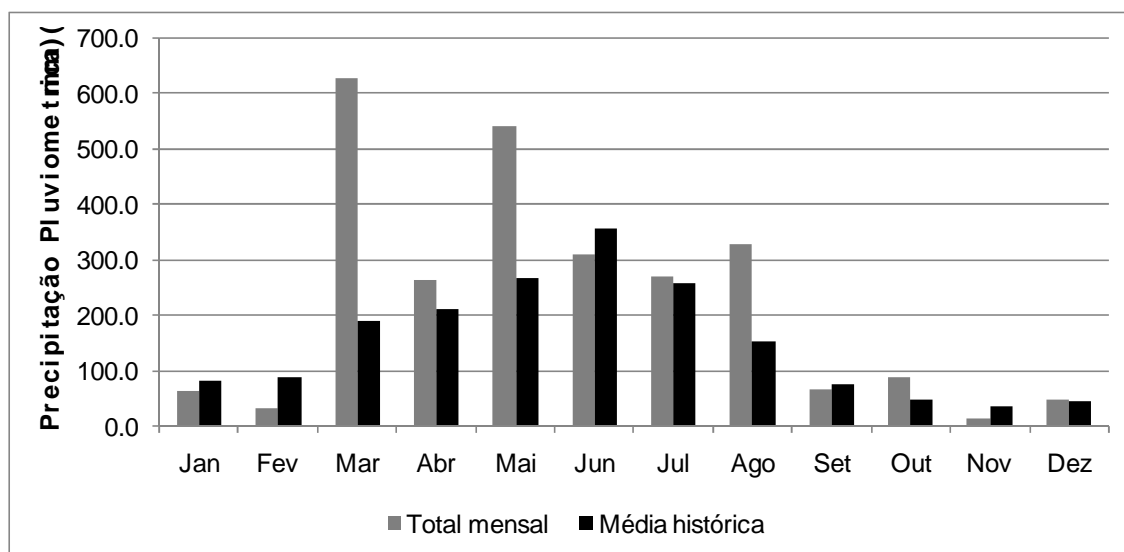


FIGURA 2 – Dados pluviométricos da Estação Experimental de Ipojuca-PE do ano de 2008 e a média histórica mensal (1991 a 2008). FONTE: LAMEPE/ITEP.

### Altura de maré

As coletas coincidiram sempre com maré de sizígia cuja amplitude variou de 1,8 m a 2,1m, de acordo com a Tábua das Marés. A altura mínima registrada foi de 0,20 m observada na baixa-mar

durante todo o período chuvoso e o valor mais elevado foi de 2,4 m na preamar no mês de março.

### Profundidade local e transparência da água

A profundidade evidenciou tratar-se de um ambiente raso cujo valor mínimo foi de 0,4m no PC1,

em baixa-mar, em fevereiro e máximo de 5,2 m no PC2, na preamar nos meses de junho e agosto.

A transparência da água variou no período de estiagem de 0,4 m em fevereiro durante a baixa-mar no PC1 a 4,0 m do mesmo mês na preamar no PC2. Neste período, a transparência ocorreu em toda a coluna d'água na baixa-mar. No período chuvoso a

variação foi menor, onde, o valor mais baixo foi de 0,7 m no mês de julho na preamar no PC3 e o mais alto de 1,9 m no mês de agosto na preamar no PC2 (Figura 3). Assim, apresentou valores sazonais e de regime de marés significativos com  $p= 0,001$  e  $0,002$  respectivamente. Quanto à variação espacial, não houve diferença significativa.

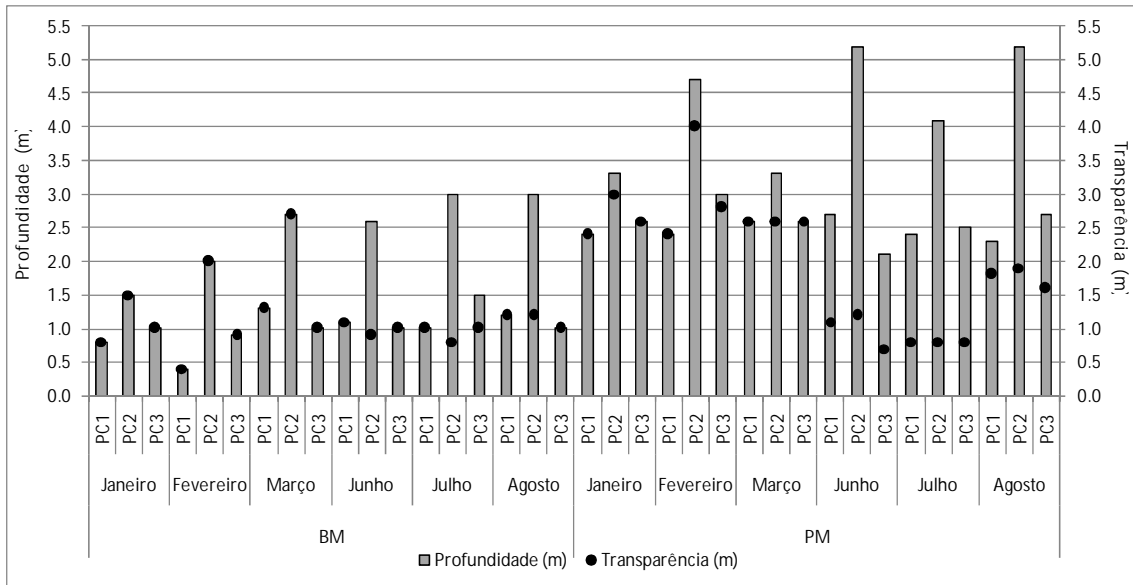


FIGURA 3 – Variação espacial e temporal da profundidade (m) e transparência (m) no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

Temperatura da água

A temperatura oscilou entre 25,0 °C (junho e julho) e 33,0°C (janeiro). Portanto, com uma amplitude entre os dois períodos de 8,0°C,

apresentando um padrão sazonal bem definido ( $p< 0,0001$ ), com valores menores no período chuvoso. Quanto ao regime de maré e variação espacial, não foi observada diferença significativa (Figura 4).

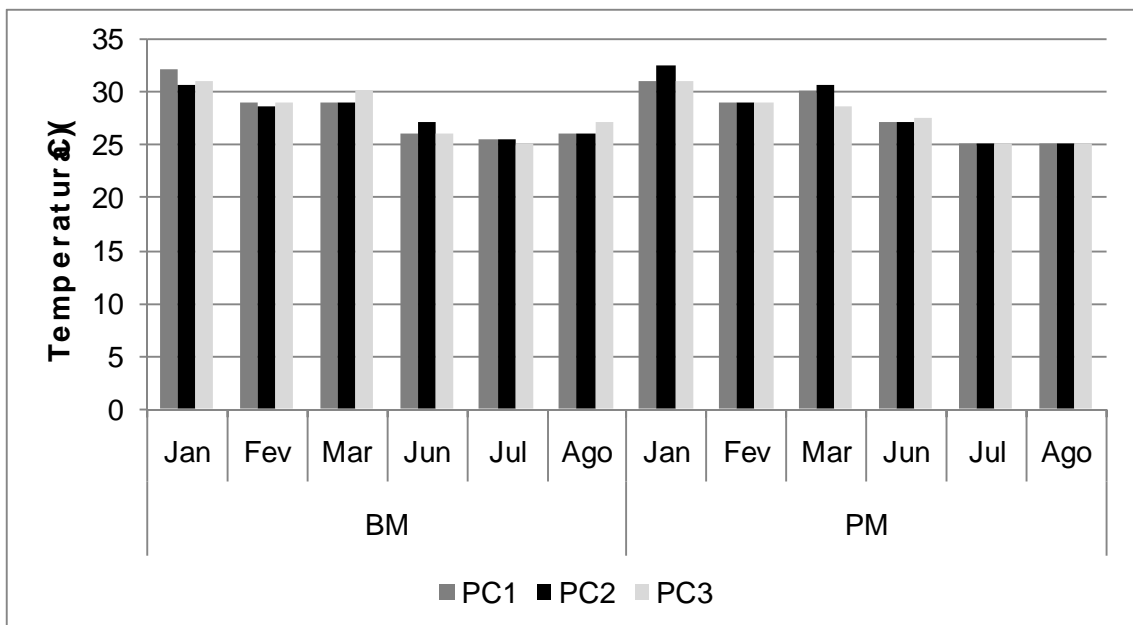


FIGURA 4 – Variação espacial e temporal da temperatura (°C) no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

Salinidade

A salinidade foi típica de uma zona costeira sob influência terrígena com máximo de 37 no mês de fevereiro e mínimo de 28 no mês de agosto (Figura 5). Ambos os valores ocorreram na baixa-mar no PC1, apresentando uma diferença sazonal significativa com

$p = 0,0001$ . Já em relação aos diferentes regimes de maré, não houve variação significativa, no entanto, observa-se que em ambos os períodos sazonais, os menores valores encontram-se na baixa-mar, com exceção de fevereiro no PC1 e julho no PC3. Especialmente, não foi observada diferença significativa.

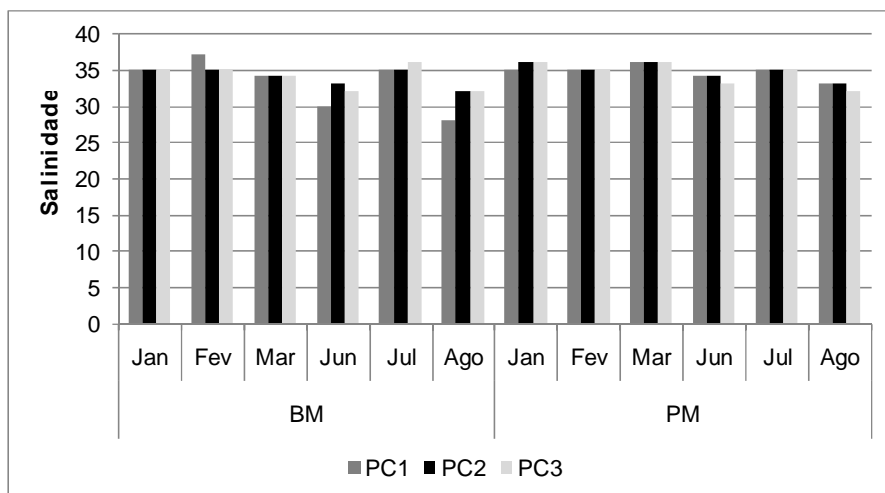


FIGURA 5 – Variação espacial e temporal da salinidade no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

Concentração e saturação do oxigênio dissolvido

A concentração do oxigênio dissolvido não apresentou diferença significativa em relação à sazonalidade, regime de mares e pontos de coleta. O oxigênio dissolvido variou de 2,2 ml.L-1 no mês de agosto na preamar no PC2 a 6,56 ml.L-1 em julho na baixa-mar no PC1.

A maioria das taxas de saturação de oxigênio dissolvido esteve acima de 100% com exceção dos

meses de janeiro na baixa-mar no PC1 e agosto na preamar no PC2, onde os valores foram de 90 e 56% respectivamente (Figura 6). A taxa de saturação do oxigênio dissolvido apresentou diferença significativa quanto a sazonalidade com  $p = 0,004$ , com maiores teores no período de estiagem. Avaliando os períodos de maré e os pontos de coleta, não se observou diferença significativa.

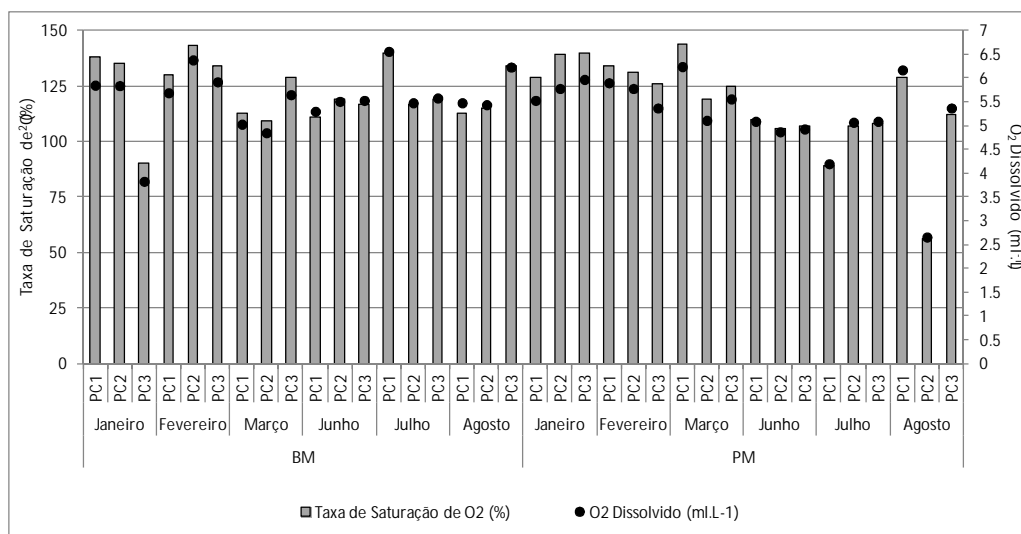


FIGURA 6 – Variação espacial e temporal da concentração e saturação de oxigênio dissolvido no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

**Material particulado em suspensão**

O material particulado em suspensão mostrou diferença sazonal significativa com  $p < 0,0001$  com os valores mais elevados no período chuvoso. No período de estiagem apresentou um valor mínimo de 1,30 mg.L-1 e máximo de 10,30 mg.L-1, sendo ambos durante a baixa-mar no PC2. No período chuvoso, o valor mínimo foi de 6,40 mg.L-1 durante a preamar no

mês de junho no PC3 e máximo de 18,10 mg.L-1 na baixa-mar no mês e agosto no PC2 (Figura 7). Não foi observada diferença significativa quanto ao regime de maré e espacialidade. Contudo, foi observado que no período chuvoso durante a baixa-mar no PC2 foram obtidos os maiores teores de material particulado em suspensão.

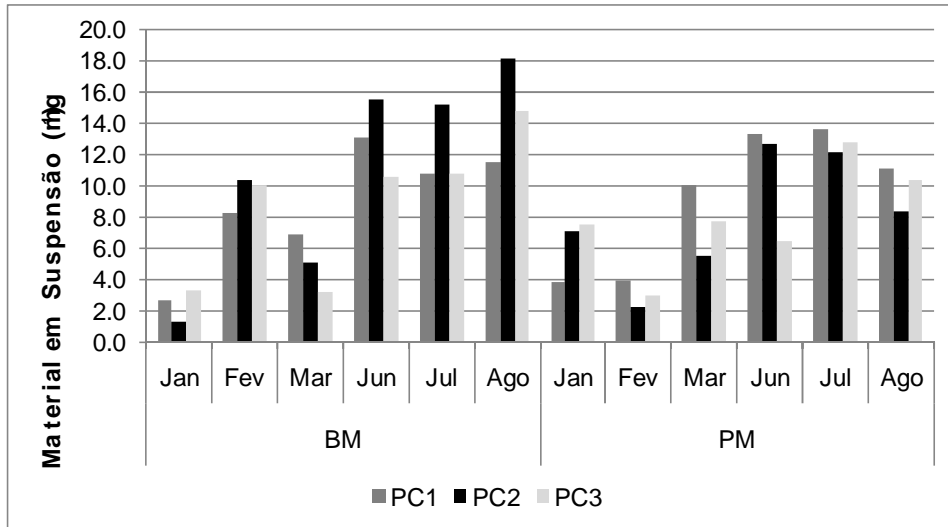


FIGURA 7 – Variação espacial e temporal do material particulado em suspensão (mg. L<sup>-1</sup>) do no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

**Potencial hidrogeniônico (pH)**

Os valores de pH não apresentaram diferenças significativas quanto a sazonalidade nem em relação ao regime de marés. No entanto, quanto a espacialidade, a diferença foi significativa com  $p =$

0,041. Onde, os valores mais elevados foram observados no PC2 sendo o máximo de 8,8 em janeiro na preamar e o mínimo de 8,1 em agosto na preamar no PC1 (Figura 8).

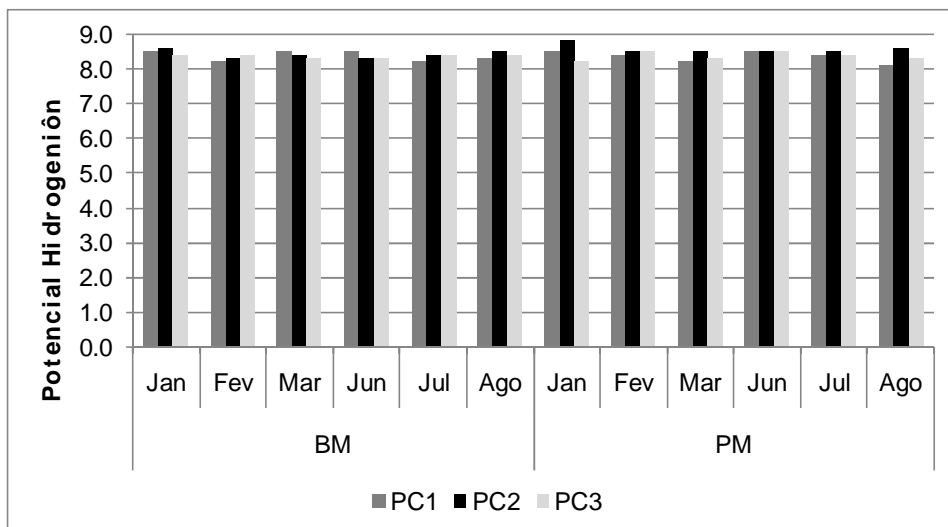


FIGURA 8 – Variação espacial e temporal do potencial hidrogeniônico no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

Sais nutrientes

Os teores de amônia variaram de indetectáveis a 0,39  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ . As maiores concentrações foram observadas no período chuvoso destacando os meses de junho e julho. Sazonalmente, ocorreu

diferença significativa com  $p=0,035$ , assim como, em relação ao diferentes regimes de maré com  $p= 0,045$  (Figura 9). Os teores de amônia não apresentaram diferença significativa quanto aos pontos de coleta.

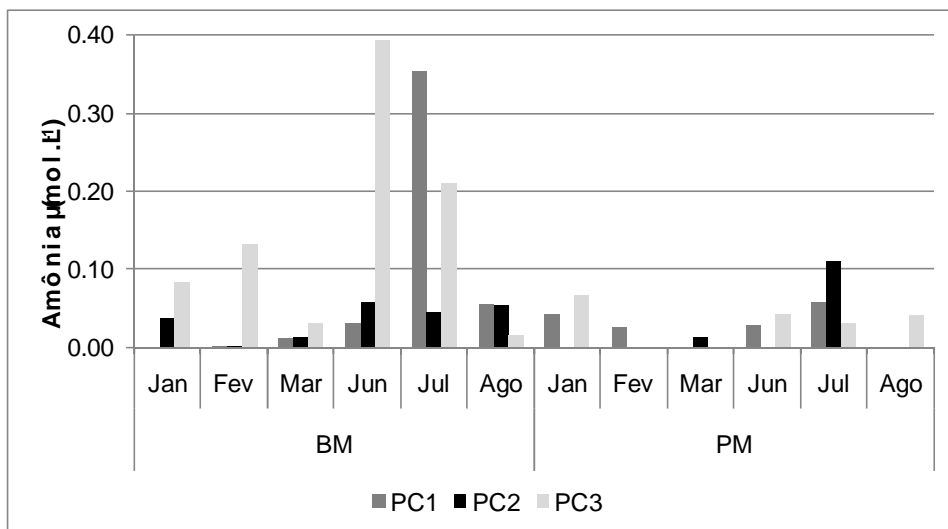


FIGURA 9 – Variação espacial e temporal da amônia ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

Em relação ao nitrito as concentrações variaram de indetectáveis a 0,13  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  com os maiores valores presentes no período chuvoso (Figura 10). Os teores de nitrito apresentaram

diferença significativa quanto a sazonalidade com  $p= 0,014$  não sendo observada em regime de maré e espacialmente.

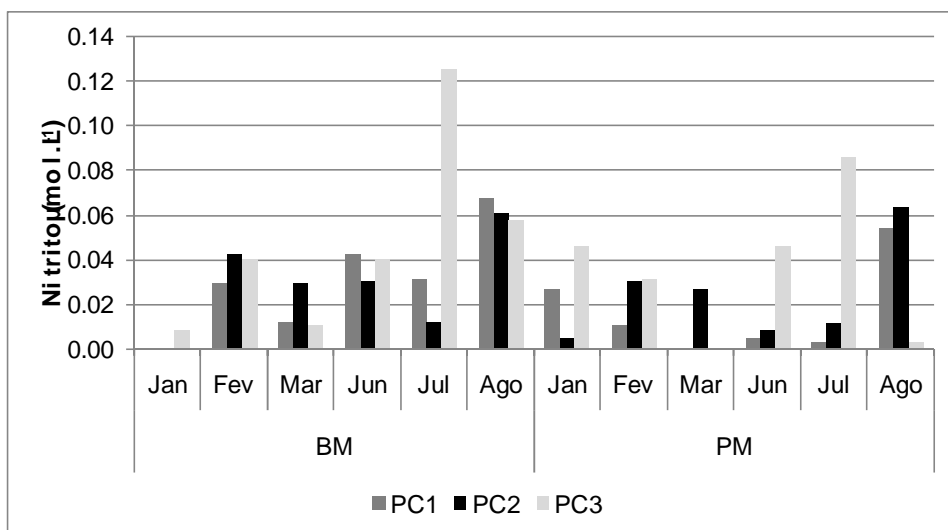


FIGURA 10 – Variação espacial e temporal do nitrito ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

Os teores do nitrato oscilaram entre 0,13 a 2,10  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  havendo maior concentração no período

chuvoso. Diferença significativa foi apenas observada sazonalmente com  $p < 0,0001$ . (Figura 11).



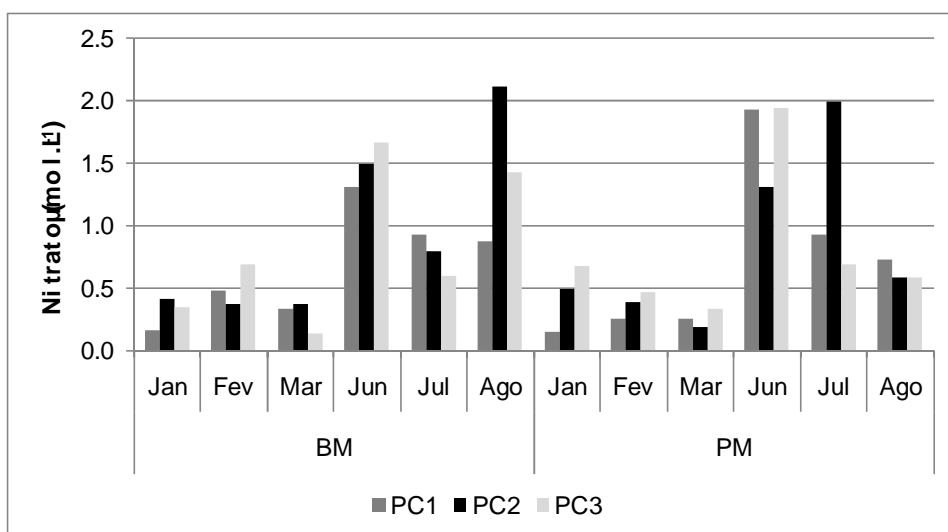


FIGURA 11 – Variação espacial e temporal do nitrato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

O fosfato variou sua concentração de indetectável em janeiro na baixa-mar no PC1 a  $0,15 \mu\text{mol.L}^{-1}$  nos meses de julho e agosto na preamar no PC2 e PC3 respectivamente (Figura 12). Foi observada diferença significativa sazonal com  $p < 0,0001$  onde foram obtidos os maiores valores no

período chuvoso. Não foi observada diferença significativa para o regime de maré e entre os pontos de coleta. Porém, pode-se notar que o PC3 durante a baixa-mar apresentou os maiores valores em ambos os períodos.

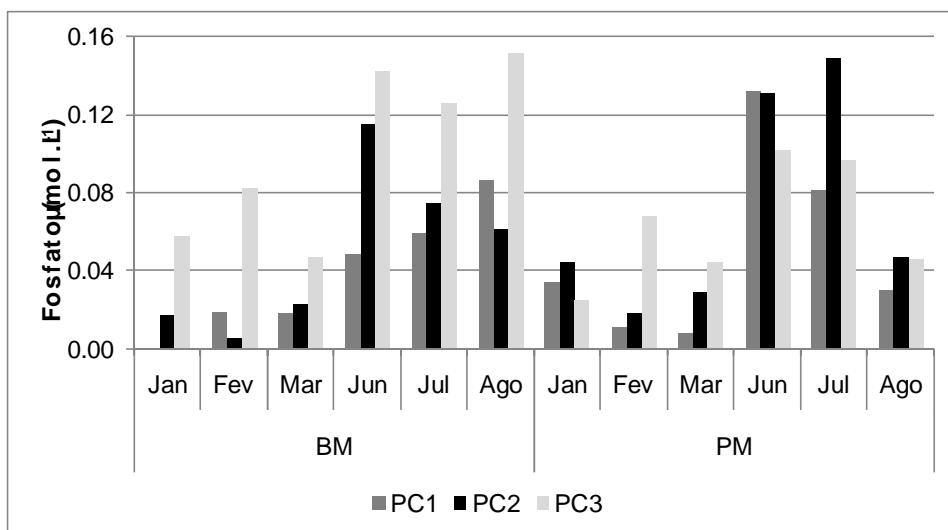


FIGURA 12 – Variação espacial e temporal do fosfato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

A concentração do silicato variou de  $1,99 \mu\text{mol.L}^{-1}$  a  $13,31 \mu\text{mol.L}^{-1}$ . Apresentando variação sazonal significativa com  $p < 0,0001$  e os maiores

teores no período chuvoso. Não houve diferença significativa entre os estágios de maré e espacialmente (Figura 13).

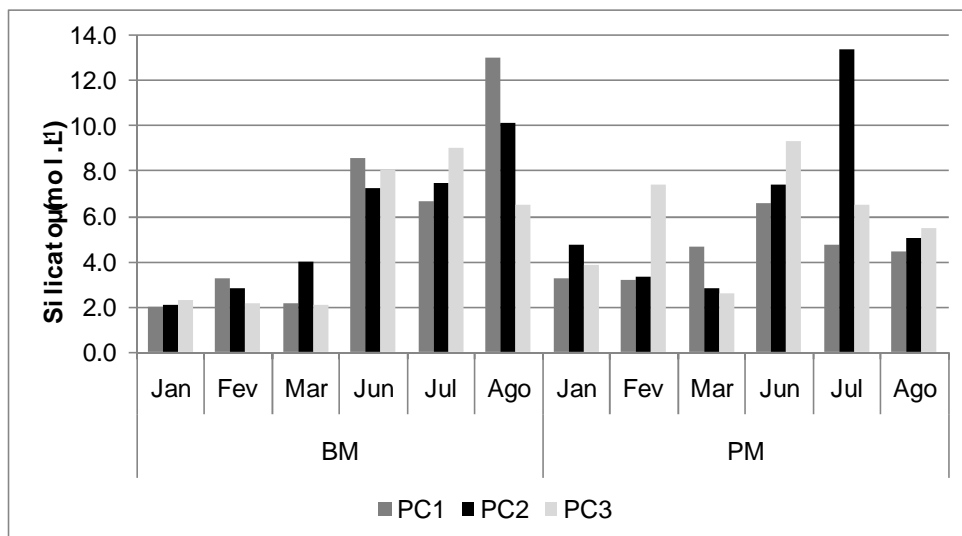


FIGURA 13 – Variação espacial e temporal do silicato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

### Biomassa fitoplanctônica (clorofila a)

A biomassa fitoplanctônica total durante o período de estiagem mostrou valores que variaram de 0,35  $\text{mg.m}^{-3}$  em fevereiro na baixa-mar no PC1 a 3,09  $\text{mg.m}^{-3}$  em março na baixa-mar no PC2. No período chuvoso os teores de clorofila a variaram de

1,50  $\text{mg.m}^{-3}$  em julho na baixa-mar no PC3 a 3,34  $\text{mg.m}^{-3}$  em junho na baixa-mar no PC1 (Figura 14). Considerando os dois períodos analisados, foi encontrada diferença significativa com  $p = 0,014$ . No entanto, não apresentou diferença significativa em relação ao regime de maré e aos pontos de coleta.

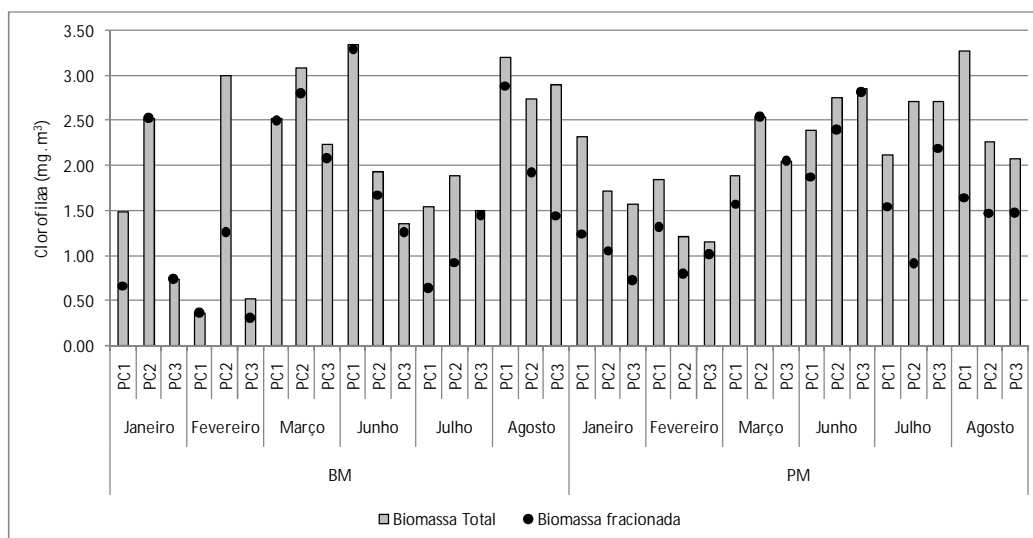


FIGURA 14 – Variação espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica total ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) no ecossistema recifal de Serrambi (PE) em 2008. BM= baixa-mar, PM= preamar.

Em relação ao fracionamento, observou-se que os componentes pico e nanofitoplâncton que correspondem a fração  $< 20\mu\text{m}$ , foi a que mais contribuiu para a biomassa do referido ambiente, com 79,8% no período de estiagem e 73,8% no chuvoso.

De acordo com a ACP realizada em Serrambi, foi verificado que os três fatores corresponderam a explicação de 62.02% da variação dos dados dos parâmetros ambientais, cabendo ao primeiro 33.53%, o segundo 17.71% e o terceiro 10.76% (Tabela 1).

TABELA 1 – Marina Jales. Análise de Componentes Principais de Serrambi (PE)

| Parâmetros Ambientais               | Abreviaturas | Fator 1<br>(33,53%) | Fator 2<br>(17,71%) | Fator 3<br>(10,76%) |
|-------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Pluviometria                        | Pluvio       | <b>0.7792</b>       | 0.0473              | 0.0296              |
| Maré                                | Maré         | -0.1760             | <b>0.6513</b>       | 0.2368              |
| Profundidade                        | Prof         | 0.0682              | <b>0.7911</b>       | 0.2695              |
| Transparência                       | Transp       | <b>-0.5999</b>      | 0.4350              | -0.1040             |
| Temperatura                         | Temp         | <b>-0.8290</b>      | 0.0176              | -0.0860             |
| Salinidade                          | Sal          | <b>-0.6353</b>      | -0.0249             | 0.5018              |
| Saturação de Oxigênio               | Osat         | -0.5187             | <b>-0.5696</b>      | -0.2882             |
| Concentração de Oxigênio Dissolvido | Odconc       | -0.2785             | <b>-0.6559</b>      | -0.3488             |
| Material Particulado em Suspensão   | MatSusp      | <b>0.7683</b>       | -0.1669             | 0.0169              |
| Biomassa total                      | BioTotal     | 0.4533              | 0.3722              | <b>-0.7073</b>      |
| Biomassa fracionada                 | Bio Frac     | 0.3565              | 0.4155              | <b>-0.6867</b>      |
| Amônia                              | NH4          | 0.3788              | <b>-0.5497</b>      | 0.3444              |
| Nitrato                             | NH3          | <b>0.8265</b>       | -0.0327             | 0.1052              |
| Nitrito                             | NH2          | <b>0.4592</b>       | -0.1647             | -0.0013             |
| Silicato                            | SiO2         | <b>0.8221</b>       | 0.0108              | 0.0184              |
| Fósforo                             | PO4          | <b>0.7900</b>       | -0.0851             | 0.3317              |
| Potencial Hidrogeniônico            | pH           | -0.0239             | <b>0.5814</b>       | 0.1194              |

O fator 1 apresentou uma relação direta entre os parâmetros pluviometria, material particulado em suspensão, nitrato, silicato, fósforo e nitrito e inversa com a transparência, temperatura e salinidade. O fator 2 evidenciou uma relação direta entre maré, profundidade e potencial hidrogeniônico e inversa com amônia, saturação e concentração de oxigênio. O fator 3 mostrou relação direta entre biomassa total e fracionada.

## DISCUSSÃO

Ao longo de quase toda a costa do nordeste, a precipitação média anual varia entre 1000 mm e 1500 mm. Conforme o clima da região, os rios do Nordeste estão sujeitos a uma variabilidade sazonal acentuada, com entradas leves e pulsos de enchentes durante a

estação chuvosa e fluxos de baixos a negligenciáveis, na estação seca (Knoppers *et al.* 2002).

Portanto, pode-se ressaltar a importância das chuvas em regiões costeiras, pois é este fenômeno que faz com que os rios influenciem nos parâmetros oceanográficos dessas regiões devido ao seu aporte continental, sendo um potencial fertilizador. Este fato já foi bem relatado por Tundisi e Tundisi (1976) e Braga (1999).

Pesquisas em regiões costeiras tropicais realizadas por Sassi *et al.* (1990), no ambiente recifal da Ponta do Seixas (PB); Campelo *et al.* (1999), na praia de Carne de Vaca (PE); Fonseca *et al.* (2002), Machado *et al.* (2007) em Porto de Galinhas (PE) e Jales *et al.* (2009) em Serrambi (PE), também evidenciaram a influência das chuvas em vários parâmetros ambientais.

Segundo Moura *et al.* (1995), diferenças sazonais nas descargas dos rios provocam alterações nos valores de salinidade e nas condições fóticas da água, causando alterações qualitativas e quantitativas no fitoplâncton.

Os resultados obtidos sobre a precipitação pluviométrica em Serrambi condicionaram alterações sazonais nos padrões oceanográficos da região estudada. Este fato foi corroborado através da Análise de Componentes Principais, na qual a pluviometria correlacionou-se diretamente com material particulado em suspensão e com os teores de sais nutrientes (exceto a amônia).

Segundo CPRH (2003), em Pernambuco, particularmente, a maré é classificada na categoria de mesomaré (entre 2 e 4m) de amplitude sendo do tipo semidiurna. A forçante física maré, interferiu pouco nos parâmetros analisados do ecossistema de Serrambi correlacionando-se diretamente com profundidade, pH e com a transparência e inversamente com o oxigênio dissolvido e sua taxa de saturação.

Em outras áreas costeiras do Nordeste do Brasil constatou-se que o ciclo de maré teve notável importância na renovação da água através do fluxo e refluxo marinho alterando vários parâmetros ambientais Leão *et al.* (2008) no estuário do rio Igarassu -PE e Azevedo-Cutrim (2008) no Golfão Maranhense (MA) e Grego (2010) no estuário do rio Ariquindá.

Como a transparência da água varia em função da chuva e da drenagem terrestre, pode-se esperar que a luz seja fator limitante para o fitoplâncton nos meses de maior pluviometria, podendo limitar a produção potencial da biomassa fitoplanctônica (Passavante & Koenig 1984; Sassi 1991). A transparência variou em função da maré e não foi fator limitante para a comunidade fitoplânctônica que se encontra na superfície. Este mesmo padrão foi observado por Feitosa & Bastos (2007) em Maracajá.

A temperatura é uma variável física que assume grande importância na produtividade biológica da água, cujos ritmos dependem dela, sendo considerada um dos fatores ecológicos decisivos dentro dos sistemas e o principal limitante da distribuição geográfica de muitas espécies de

vegetais e animais (Sipaúba-Tavares 1998). O efeito da mudança da temperatura em áreas tropicais não fica tão evidenciado em função da sua mudança gradativa, embora o teste “t” tenha evidenciado uma diferença significativa entre os dois períodos analisados. Isso também, foi observado por Machado *et al.* (2007) e Fonseca *et al.* (2002).

Assim como a temperatura, a salinidade também é um fator limitante da distribuição geográfica de muitos organismos. Em região costeira, como é o caso do ambiente recifal de Serrambi, pode oscilar devido a influência da vazão dos rios. Como esperado, a salinidade apresentou variação sazonal bem definida com uma pequena diminuição no período chuvoso onde foi evidenciando a interferência do aporte de águas menos salinas provenientes do estuário do rio Sirinhaém o qual é um rio translitorâneo, localizado ao sul da área estudada. O mesmo ocorreu em Porto de Galinhas (Machado *et al.* 2007); nos recifes do sudeste da Bahia (Costa Jr. 2007) e em Maracajá (RN) (Mayal *et al.* 2009) onde também observaram a diferença sazonal na salinidade devido a influência da descarga fluvial.

O oxigênio dissolvido na água é um importante parâmetro nos processos bioquímicos e biológicos, como respiração, oxidação da matéria orgânica e compostos químicos e processos metabólicos celulares, além de ser um importante indicador da qualidade ambiental (Flores-Montes, 1996).

Na área recifal de Serrambi, 94% das amostras analisadas apresentaram percentual de saturação de oxigênio superior a 100% e conforme a classificação de Macêdo e Costa (1978) pode-se evidenciar tratar-se de um ambiente supersaturado neste gás, o que demonstra a associação da boa qualidade da água à grande contribuição das algas planctônicas e bentônicas presentes no ecossistema recifal. Esta supersaturação do oxigênio, também foi observada por Sassi *et al.* (1990) na formação recifal da Ponta do Seixas; Fonseca *et al.* (2002) e Machado *et al.* (2007) em Porto de Galinhas; Feitosa e Passavante (2004) no Atol das Rocas e por Mayal *et al.* (2009) em Maracajá.

Ambiente recifal costeiro como Porto de Galinhas Machado *et al.* (2007); Maracajá Feitosa & Bastos (2007) e Mayal *et al.* (2009) assim como Serrambi, tiveram valores baixos (<32 mg.L<sup>-1</sup>) de

material em suspensão, porém demonstrando influência da pluma dos rios no período chuvoso. De acordo com a ACP, o material particulado em suspensão esteve diretamente relacionado com os sais nutrientes (nitrito, nitrato, silicato e fosfato) e com a pluviometria.

O pH em Serrambi, esteve sempre alcalino (>8) apresentando pouca correlação com os demais parâmetros. Em outras áreas recifais do Nordeste brasileiro, os valores de pH também foram alcalinos como os encontrados por Feitosa & Passavante (2004) no Atol das Rocas; Machado *et al.* (2007); Feitosa & Bastos (2007) e Mayal *et al.* (2009).

Os sais nutrientes podem provir de diversas fontes, como do carreamento pelos rios, que é enriquecido pela drenagem terrestre, pela poluição das águas estuarinas ou dos rios, decomposição de substâncias orgânicas, excreções e ressuspensão de sedimentos (Eskinazi-Leça *et al.*, 2004).

Em Serrambi, as concentrações de nutrientes foram baixas, no entanto, todos os sais nutrientes analisados apresentaram diferença sazonal significativa e suas maiores concentrações foram observadas no período chuvoso. A amônia foi o único que se correlacionou inversamente com a maré e não sofreu interferência com a pluviometria.

Os teores de nitrito se mostraram baixos, tal qual observado em outros ambientes que se encontram com boa qualidade ambiental como Moura (1991) em Tamandaré (PE) e Machado *et al.* (2007) em Porto de Galinhas. Segundo Noriega *et al.* (2005), o nitrito é um nutriente intermediário e instável das reações de desnitrificação e nitrificação, podendo ser rapidamente convertido em nitrato, assim, em geral, é comum que as suas concentrações na água sejam relativamente mais baixas do que as de outras formas de nitrogênio dissolvido. O nitrato por sua vez, também apresentou concentrações baixas possivelmente por ser a forma de nitrogênio mais requisitada pela comunidade fitoplanctônica após amônia.

Os teores de fósforo foram baixos, no entanto, com um aumento sazonal significativo no período chuvoso, o que difere de estudos realizados por Machado *et al.* (2007); Feitosa & Bastos (2007) onde esta diferença sazonal não ocorreu. Este fato,

registrado em Serrambi, foi consequência da influência da pluma do rio Sirinhaém.

Em Serrambi, apesar de ter apresentado uma variação sazonal significativa, o silicato apresentou-se ligeiramente inferior ao ecossistema recifal de Tamandaré (Moura, 1991); Atol das Rocas por Feitosa & Passavante (2004) e Machado *et al.* (2007) em Porto de Galinhas. No entanto, ao levarmos em consideração os ambientes recifais do sudeste da Bahia, (Costa Jr., 2007) e Maracajaú (RN) (Feitosa e Bastos, 2007), os teores de silicato estiveram com padrões semelhantes. Inclusive, registrando-se elevação da sua concentração no período chuvoso em função das plumas dos rios que aí deságuam. Nos recifes do sudeste da Bahia, Costa Jr., (2007) também verificou a redução da salinidade e o aumento do silicato oriundas da descarga fluvial.

Os estudos sobre a clorofila *a* são de grande importância, pois oferecem valiosas informações sobre a potencialidade produtiva de uma determinada área (Noriega *et al.*, 2005), podendo fornecer indicações sobre a quantidade de matéria orgânica disponível aos demais níveis tróficos.

Normalmente, em ambientes mais afastados da costa como os atóis e ilhas oceânicas as concentrações de clorofila *a* são geralmente baixas (<1 mg.m<sup>-3</sup>) com raras exceções como encontrado por Feitosa & Passavante (2004) no Atol das Rocas, onde registraram teores de clorofila *a* de 1.10 mg.m<sup>-3</sup>, em piscinas naturais situadas no interior do atol. Em áreas recifais oceânicas, a fração < 20 µm, correspondente ao pico e nanofitoplâncton, é sempre a que mais contribui com a produtividade deste ecossistema. Padrões semelhantes de contribuição desta fração também foram registrados por Furnas & Mitchell (1986) e Furnas *et al.* (1990) na Grande Barreira de Corais, Austrália; Tada *et al.* (1999 e 2003) na Ilha de Sesoko; Charpy & Blanchot (1999) também observaram que 45% da concentração da clorofila *a* foi de fitoplâncton < 3 µm em Fiji.

Particularmente, na Grande Barreira de Recifes da Austrália de acordo com Furnas & Mitchell (1986) e Furnas *et al.* (1990) o picoplâncton frequentemente é responsável por mais de 50% da clorofila *a*. Segundo Tada (2003), a elevada concentração de picoplâncton é devido a baixa concentração de nutrientes nas águas de ambiente recifal, assumindo

que espécies fitoplanctônicas maiores estão em condições desvantajosas sobre estas condições.

Já nos recifes costeiros que recebem certa influência terrígena, as concentrações de clorofila *a* são superiores as dos atóis e conseqüentemente estão sujeitas a influência da pluma dos rios que deságuam em suas proximidades. Por isso, há uma tendência a ocorrer variação sazonal significativa com maiores concentrações no período chuvoso. Fato este já observado por Sassi *et al.* (1990), na Ponta do Seixas; Moura & Passavante (1994/95) em Tamandaré; Feitosa & Bastos (2007) e por Mayal *et al.* (2009) nos parrachos de Maracajaú; por Fonseca *et al.* (2002), Machado *et al.* (2007) em Porto de Galinhas e Costa Jr. (2007) no sudeste da Bahia.

Particularmente, no ecossistema recifal de Serrambi, percebeu-se que a biomassa fitoplanctônica apresentou variação sazonal significativa com maior concentração no período chuvoso e a fração < 20 µm (pico e nanoplâncton), foi a que mais contribuiu em termos de clorofila *a*.

De forma geral, os baixos teores de sais nutrientes, elevada taxa de saturação do oxigênio e baixa concentração de clorofila *a* foram indicativos de uma área ainda isenta do processo de eutrofização.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (CPRH). Plano de Ação Integrada Litoral Sul: Síntese. Ipojuca: CPRH/GERCO, 1997. 29 p. Disponível em: <[http://www.cprh.pr.gov.br/downloads/1plano\\_gestao.pdf](http://www.cprh.pr.gov.br/downloads/1plano_gestao.pdf)> Acesso em: 01 out. 2008.
- AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (CPRH). Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima atual do litoral do município de Ipojuca-PE. Relatório final: Termo de referência MMA/PNMA II- SECTMA N° 249. 2003. 36 p. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/pnma2/relatorio-final.pdf>> Acesso em: 11 out. 2008.
- ANDRADE, G. O.; LINS, R. C. Introdução à morfoclimática do Nordeste do Brasil. Arq. Inst. Ciênc. Terra, Recife, v. 3, n. 4, p. 17-28, 1965.
- AZEVEDO-CUTRIM, A. C. G.; Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica no Golfo Maranhense – Brasil, 2008, 128 f., Tese (Doutorado em Oceanografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- BLANCHOT, J.; CHARPY, L. Picophytoplanktonic community structure in the subtropical Pacific ocean: a comparison between the offshore and coastal ocean and closed and open lagoons, in relation with nitrogen nutrient availability. Proc. 8th Int. Coral Reef Sym. v. 1, p. 821-826, 1997.
- BRAGA, E. S.; Seasonal variation of atmospheric and terrestrial nutrients and their influence on primary production in an oligotrophic coastal system southeastern Brazil. Revista Brasileira de Oceanografia. São Paulo, v. 47, n. 1, p. 47-57, 1999.
- CAMPELO, M. J. A.; PASSAVANTE, J. Z. de O.; KOENING, M. L. Biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) e parâmetros ambientais na praia de Carne de Vaca, Goiana, Pernambuco, Brasil. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife: v.27, n.2, p. 27-37, 1999.
- CHARPY, L.; BLANCHOT, J. 1999. Picophytoplankton biomass, community structure and productivity in the Great Astrolabe Lagoon, Fiji. Coral Reefs, v. 18, 255–262
- CHARPY, L.; CHARPY-ROUBAUD, C. J. A model of the relationship between light and primary production in an atoll lagoon. Journal Marine Biology Association U.K., v. 70, p. 357-369, 1990.
- CHAVES, N. S. Mapeamento do quaternário costeiro ao sul de Recife – PE (área 4 Porto de galinhas a Guadalupe). Relatório de Graduação, Departamento de geologia da Universidade de Pernambuco, Recife, 1991, 82 p.
- COSTA JR.; O. S. Anthropogenic Nutrient Pollution of Coral Reefs in Southern Bahia, Brazil. Brazilian Journal of Oceanography. 55(4): p. 265-279, 2007.
- ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L.; SILVA-CUNHA. M.G.G. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (Org.) Oceanografia: Um Cenário tropical. Recife: Bagaço, 2004. p. 353-373.
- FEITOSA, F. A. N.; BASTOS, R. B. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do Ecossistema costeiro de Maracajaú – RN. Ciências do mar. Fortaleza, v. 40 (2), p. 20 – 36, 2007.
- FEITOSA, F. A. N.; PASSAVANTE, J. Z. O. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do Atol das Rocas (Brasil). In: CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, S.; PASSAVANTE, J. Z. O. (Ed.) Ecologia aquática tropical. Natal: ServGraf, 2004. p. 143-156.
- FERREIRA, B. P. Conduta Consciente em Ambiente Recifais, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 28 p.
- FLORES-MONTES, M. J.; Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE. 1996. 197 f.; Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Universidade Federal em Pernambuco, Recife, 1996.
- FONSECA, R. S.; PASSAVANTE, J. Z. O.; MARANHÃO, G. M. B.; MUNIZ, K. Ecossistema recifal da praia de Porto de Galinhas (Ipojuca, Pernambuco): Biomassa fitoplanctônica e hidrologia. Bol. Técn. Cient. CEPENE, v. 10, n. 1, p. 9-26, 2002.
- FURNAS, M. J.; MITCHELL, A.W. 1986. Phytoplankton dynamics in the central Great Barrier Reef—I. Seasonal changes in biomass and community structure and their relation to intrusive activity. Cont. Shelf Res., v. 6, 363–384.
- FURNAS, M. J.; MITCHELL, A. W.; GILMARTIN, M.; REVELANTE, N. Phytoplankton biomass and primary production in semi-enclosed reef lagoons of the central Great Barrier Reef, Australia. Journal of the International Society for Reef Studies, v. 9, n. 1, p. 1-10, 1990.

- GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. (Ed.). *Methods of Seawater Analysis*. 2. ed. Verlag Chemie, 1983. 419 p.
- GRECO, C. K. S.; Estrutura da comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Arinquiná, Tamandaré, Pernambuco, Brasil. 2010. 148 f.; Tese (Doutorado em oceanografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2010.
- JALES, M. C.; FEITOSA, F. A. N.; BASTOS, R. B.; MACHADO, R. C. A.; PITANGA, M. E.; Variação diurna da biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos no ecossistema recifal de Serrambi, Pernambuco, Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*. Tamandaré, v.17. n 1, p. 9-22, 2009.
- KIKUCHI, R. K. P.; LEÃO, Z. M. A. N. Rocas (southwestern equatorial Atlantic, Brazil): an atoll built primarily by coralline algae. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, Panama, v. 1, p. 731-736, 1997.
- KNOPPERS, B. A.; EKAU, W.; FIQUEREDO JÚNIOR, A.G. & SOARES GOMES, A.; Zona costeira e plataforma continental do Brasil. In: Pereira, R. C.; Soares Gomes, A. (org.) *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2002. P. 353-361.
- KOHN, A. J. Why are coral reef communities so diverse? In: ORMOND, R. F. G.; GAGE, J. D.; ANGEL, J. D. (Ed.). *Marine Biodiversity, Patterns and Process*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 201-215.
- LEÃO, Z. M. A. N. The coral reefs of Southern Bahia. In: HETZEL, B.; CASTRO C. B. *Corals of Southern Bahia*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994. p. 151-159.
- LEÃO, B. M.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; SANTIAGO, M. F.; Ecologia do microfítolâncton no estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, São Paulo, v. 22, n. 3; p. 711-722, 2008.
- MACEDO, S. J.; COSTA, K. M. P.; Estudos ecológicos da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. *Condições Hidrológicas do Estuário do Rio Botafogo*. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 30, n. 7, p. 346-368, 1978.
- MACHADO, R. C. A. Dinâmica da biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos no ecossistema recifal e Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*. Tamandaré, v. 15 (2), p. 17 – 29, 2007.
- MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. Os recifes de Coral Brasileiros. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (Org) *Oceanografia: Um cenário tropical*. Recife: Bagaço, 2004. p. 617- 640.
- 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.
- MAYAL, E. M.; FEITOSA, F. A. N.; FERNANDES, M.B.; NEUMANN-LEITÃO, S.; RAMOS, B. P. R.; LIMA, E.; ALMEIDA, A. F. Coral from the table type of Maracajaú-RN-Brazil. *Resúmenes: IX Congreso Latinoamericano sobre Ciências del Mar*, San Andrés Isla, p. 16-20, sept., 2001.
- MAYAL, E. M.; NEUMAN-LEITÃO, S.; FEITOSA, F.A. N.; SCHWAMBORN, R.; SILVA, T. A.; SILVA-CUNHA, M.G.G. Hydrology, Plankton, and Corals of the Maracajaú Reefs (Northeastern Brazil) – na Ecosystem Under Severe Thermal Stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. Curitiba, v.52, n.3, p. 665- 678, 2009.
- MELO, V.; SUMMERHAYES, C. D.; TONER, L. G. Metodologia para estudos do material em suspensão na água do mar. *Boletim Técnico da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 314, p. 115-127, 1975.
- MOURA, R.T.; Biomassa, produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais na baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. *Dissertação de Mestrado*, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade federal de Pernambuco, 290 p., Recife, 1991.
- MOURA, R. T.; PASSAVANTE, J.Z.O. Biomassa fitoplanctônica da Baía de Tamandaré, Rio Formoso – Pernambuco, Brasil. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*. Recife, v. 23, p. 1- 15, 1994/95.
- MOURA, A. N.; PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N.; Biomassa das algas períficas em substrato artificial nos estuários dos rios Paripe e Igarassu, Ilha de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. *Trabalhos Oceanográficos*, Recife, v. 23, p. 17-23, 1995.
- NORIEGA, C. D.; COSTA, K. M. P.; FEITOSA, F. A.; FLORES-MONTES, M. J.; GRECO, C. K. S.; SOARES, G. S. S.; SILVA, H. P. Distribuição espacial da biomassa fitoplanctônica e sua relação com os sais nutrientes, no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Pernambuco-Brasil). *Arquivos de Ciência do Mar*, Fortaleza, v. 38, p. 5-18, 2005.
- PASSAVANTE, J.Z.O. & KOENING, M.L. 1984. Estudo ecológico da região de Itamaracá (Pernambuco - Brasil). *XXVI Clorofila a e material em suspensão no estuário do rio Botafogo*. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco* 18: 207-230.
- Pennings, S. C. Indirect interactions on coral reefs. In: Birkeland, C. (Ed.). *Life and death of coral reefs*. New York: Chapman & Hall, 1997. p. 249-272.
- SALE, P. F. The ecology of fishes on coral reefs. San Diego: Academic Press, 1991. 754 p.
- SASSI, R. 1991. Phytoplankton and environmental factors in the Paraíba do Norte river estuary, southeastern Brazil: composition, distribution and quantitative remarks. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 39: 93-115.
- SASSI, R. VELOSO, T. M. G.; MELO, G.N.; MOURA, G.F. 1990. Variações diurnas do fitoplâncton e de parâmetros hidrológicos em recifes costeiros do nordeste do Brasil. *Anais do IV Encontro de Plâncton*. Recife, p. 61-96.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. 1998. Limnologia dos sistemas de cultivos. Pp. 47-75. In: W.C. Valentin (ed.). *Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para produção de camarões*. Brasília, IBAMA/FAPESP.
- STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of sea water analysis. 2. ed. *Bulletin Fisheries Research Board of Canada*, Ottawa, n. 167, p. 207-211, 1972.
- SOROKIN Y.U.L. *Ecosystems of the world*. 2. ed. Dubinsky: Elsevier Oxford. v.25, 1990, 550p.
- TADA, K.; SAKAI, K.; NAKANO, Y.; TAKEMURA, A.; MONYANI, S. 2003. Size-fractionated phytoplankton biomass in coral reef waters off Sesoko Island, Okinawa, Japan. *Journal of Plankton Research*. v. 25, n. 8. p 991-997.
- TADA, K., YAMADA, M., TAKEMURA, A. ; NAKANO, Y. 1999. Size distribution of phytoplankton community in oligotrophic tropical waters. *La Mer*, 36, 139–145.

MARINA CAVALCANTI JALES, FERNANDO ANTÔNIO DO NASCIMENTO FEITOSA, MARIA LUISE KOENING, RAFAELLA BRASIL BASTOS, RAQUEL CORREIA DE ASSIS MACHADO

TUNDISI, J. G. & TUNDISI, T. M.; Produção orgânica em ecossistemas aquáticos. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 28, n. 8, p. 864-887. 1976.

UNESCO. Determination of photosynthetic pigments in sea water. Raport of SCOR/UNESCO, working group 17 with meet from 4 to 6 June 1964. Paris: (Monography on Oceanography Methodology, 1), 1966. 69 p.

UNESCO. International Oceanographic Table. Great Britain Wormly, n. 2, 1973.141 p.

ZAR, J. H. Biostatistical analysis. 3.ed. New Jersey: Practice Hall, 1996. 662p.

Submetido – 19/05/2010  
Aceito – 06/03/2012