

**VARIAÇÃO SAZONAL E ESPACIAL DA BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA
RELACIONADA COM PARÂMETROS HIDROLÓGICOS NO ESTUÁRIO DE BARRA DAS
JANGADAS (JABOATÃO DOS GUARARAPES – PERNAMBUCO – BRASIL).**

ELISÂNGELA DE SOUSA BRANCO¹
FERNANDO ANTÔNIO DO NASCIMENTO FEITOSA¹
MANUEL DE JESUS FLORES MONTE¹

1. Departamento de Oceanografia - UFPE

brancoeli@bol.com.br

feitoc@bol.com.br

RESUMO

Esta pesquisa teve o objetivo de determinar a variação espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e sua relação com alguns parâmetros hidrológicos do estuário de Barra das Jangadas, onde foram realizadas coletas mensais, no período de março/99 a fevereiro/00, na superfície com garrafa de Nansen e Van Dorn. Constatou-se que existe uma sazonalidade da biomassa com maiores valores no período chuvoso. Estes dados mostraram uma relação direta com o nitrato e material em suspensão e inversa com a transparência da água, temperatura, salinidade, fosfato e silicato. Quanto à distribuição espacial da biomassa observou-se um gradiente decrescente das estações mais costeiras para as mais internas na baixa-mar ao contrário da preamar, mostrando a influência marinha no estuário. A fração <20µm foi a mais representativa, contribuindo com mais de 90% da biomassa total. O fosfato e o silicato apresentaram maiores teores no período seco, sendo o inverso do nitrato e da biomassa. Todos os sais nutrientes apresentaram variações espaciais com maiores concentrações nas estações mais internas, apresentando um gradiente crescente da estação 1 para a 4.

Palavras chave: estuário, fitoplâncton, biomassa, hidrologia e variação espaço-temporal.

ABSTRACT

This research was performed to assess the phytoplankton biomass spatial and seasonal variation and its relation to hydrological parameters in Barra de Jangadas estuarine area. Monthly collections were done from March/99 to February/00 at surface using Nansen and Van Dorn bottles. It was registered a seasonal variation with higher values at the rainy season. It was observed a direct relation between nitrate and the suspended matter and an inverse relation between these and the water transparency, temperature, salinity, phosphate and silicate. The biomass spatial distribution decreased from coastal to inner areas at low tide and vice-versa at high tide, showing the marine influence in the estuary. The fraction <20µm was the most abundant comprising more than 90% of the total biomass. Phosphate and silicate had higher values during the dry season being inverse to nitrate and biomass. All nutrients were higher at the inner areas of the estuary, increasing from station 1 to 4.

Key words: estuary, phytoplankton, biomass, hydrology, spatial and seasonal variation.

INTRODUÇÃO

Os ambientes estuarinos destacam-se dentre os demais ecossistemas costeiros por apresentarem alta produtividade e por serem áreas de reprodução e crescimento para muitas espécies de importância econômica e ecológica. Segundo BARBIERI *et al.* (1991) *apud* SCHULTZ *et al.* (2000) os estuários, como áreas de transição entre o ambiente continental e o marinho, apresentam variações abruptas nas condições ambientais, especialmente na salinidade, representando a principal via de entrada de nutrientes para os oceanos. Em função do aumento da densidade populacional na zona costeira os estuários podem sofrer vários impactos com a entrada de efluentes domésticos, industriais ou agrícolas. Estas alterações podem afetar a carga de nutrientes com conseqüências que vão desde o aumento na produtividade primária (NIXON, 1992) até a eutrofização excessiva do meio (SPILLERE *et al.*, 2000). Estes ambientes apresentam grande diversidade fisiográfica, bem como de padrão de mistura e condições hidrodinâmicas. A geomorfologia destas áreas associada com os regimes de maré e da descarga fluvial geram padrões de circulação distintos para cada estuário, podendo este atuar como filtros ou como exportador de matéria (orgânica e inorgânica) para a zona costeira adjacente. Este trabalho teve como objetivos principais determinar a variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos em diferentes regimes de maré e correlacionar os parâmetros biológicos com os abióticos num sistema estuarino eutrófico da Região Nordeste do Brasil.

DESCRIÇÃO DA ÁREA

O sistema estuarino de Barra das Jangadas é formado pela junção dos rios Pirapama e Jaboatão e por seus afluentes. Localiza-se no município de Jaboatão dos Guararapes a 20km ao sul da cidade do Recife (8°14'2"S e 34°55'10"W). Apresenta-se na forma de um "S" alongado, é pouco profundo, tendo uma largura variando entre 200m a 250m e comprimento, em linha reta, de 3000m, aproximadamente (Figura 1). Estes rios, juntos, drenam cerca de 1002,3km² até a desembocadura no Oceano Atlântico (CARNEIRO & COELHO, 1960), recebendo, portanto, os despejos industriais e domésticos das localidades por eles percorridas. Atravessa um total de 7 cidades e 3 localidades. O atual grau de poluição de suas águas é elevado, ocasionando transtornos em alguns locais, além de comprometerem seriamente a qualidade da água da praia de Barra das Jangadas (CPRH, 1999).

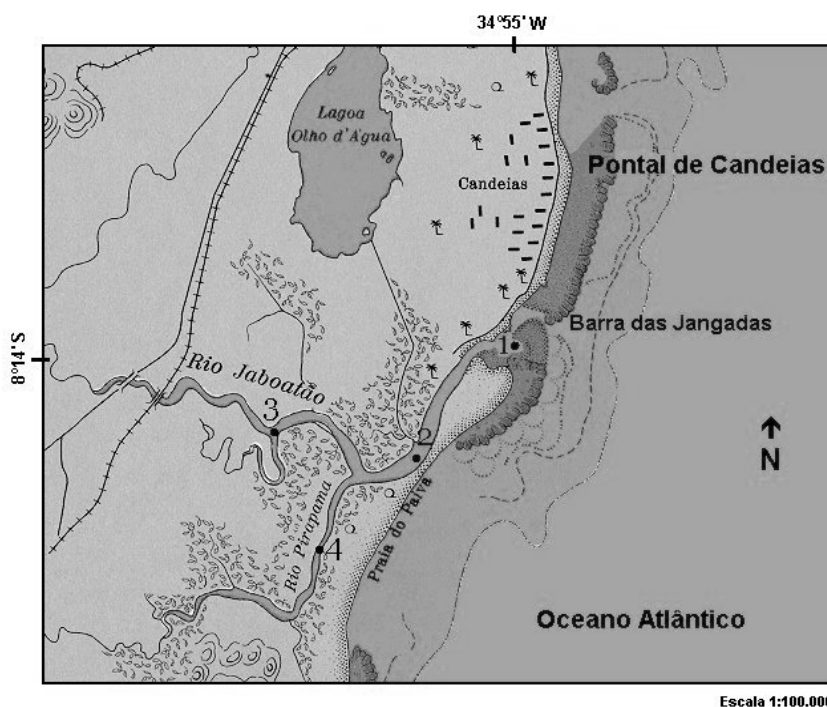
O clima desta região é tropical quente e úmido, do tipo As' com chuvas de outono-inverno segundo Köppen, caracterizando-se por apresentar temperatura anual elevada de aproximadamente 25,5°C e precipitação anual superior a 2000mm, com duas estações distintas: seca, determinada pela evaporação superior à precipitação e chuvosa, onde a evaporação é inferior à precipitação (CARNEIRO & COELHO, 1960).

Na margem esquerda do estuário encontram-se bares, hotéis, residências, marinas e viveiros de cultivo de peixes marinhos e estuarinos. Na linha de costa, especialmente na foz e à montante do Canal Olho d'água, onde existem áreas de aterro de manguezais e elevada extração de areia do leito para construção civil, são observados deslocamentos importantes na linha de costa, evidenciando-se aí um considerável avanço artificial e irregular. Na margem direita existe um coqueiral de propriedade particular, formando um istmo que separa o estuário da Praia do Paiva, não sendo observado neste local, deslocamentos significativos ao longo de toda a margem, entretanto em frente ao Canal Olho d'água está ocorrendo um deslocamento de cerca de 5m a 10m da linha de costa (BRANCO, 2001).

A atividade econômica predominante neste estuário é caracterizada pela pesca artesanal, onde são capturados peixes das famílias Mugilidae (tainha, curimã), Gerreidae (carapeba e

carapicus) e Centropomidae (camurim) e moluscos, dos quais destacam-se algumas espécies comestíveis, utilizadas como alimento pela população ribeirinha, como *Iphigenia brasiliana* Lamarck (taioba), *Anomalocardia brasiliana* Gmelin (marisco-pedra), *Macoma constricta* Bruguière (marisco), *Astrea olfersi* Philippi (caramujo), *Tegula viridula* Gmelin (caramujo), *Crassostrea rhizophorae* Guilding (ostra-de-mangue) e *Macra allata* Spengler (mariscão) (COUTO, 1988 e MELLO & MARINHO, 1978).

Na zona litorânea o domínio terrestre está representado pela vegetação das dunas e restingas, que demonstram ter sofrido ação antrópica e no domínio marítimo são encontrados vegetais dos manguezais, correspondentes à zona fitogeográfica do litoral, pertencentes às espécies *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho), *Conocarpus erectus* L. (mangue-de-botão), *Laguncularia racemosa* Goert (mangue branco) e *Avicennia schaueriana* Jacq (mangue siriúba) (COUTO, 1988).



Fonte: Carta Náutica (DNH) nº 930, 1988.

Figura 1- Mapa da área estudada e localização das estações de coleta.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos foram coletadas mensalmente, na superfície, no período de março/99 a fevereiro/00, durante a preamar e a baixamar de um mesmo dia, em quatro estações fixas (Figura 1). A biomassa fitoplanctônica foi medida pelo método espectrofotométrico de PARSONS & STRICKLAND (1963). Para obtenção dos

parâmetros hidrológicos utilizou-se uma garrafa de Nansen. A temperatura foi medida por um termômetro (-10°C a 60°C), profundidade local por uma ecossonda, transparência da água por meio de um disco de Secchi, os teores de oxigênio dissolvido pelo método de Winkler, a salinidade, com um refratômetro da Atago, pH por um pH-metro Hanna instruments modelo 8417, os sais nutrientes (nitrito, nitrato e fosfato) de acordo com STRICKLAND & PARSONS (1972), o silicato, segundo GRASSHOFF *et al.* (1983), os teores de material em suspensão total, conforme MELO *et al.* (1975). Os dados referentes à precipitação pluviométrica foram obtidos na Estação Meteorológica de Ipojuca (8°30'54"S e 35°00'03"W), e se referem ao período de 1991 a 2000. A análise dos componentes principais foi feita com base em LEGENDRE & LEGENDRE (1984).

RESULTADOS

Os dados da precipitação pluviométrica referentes ao período de estudo ficaram aquém da média histórica, com uma redução das chuvas de 47,15%, porém as chuvas caídas durante os meses de coleta foram significativas para provocar alterações nos parâmetros hidrológicos e biológicos, que juntamente com o fluxo e refluxo das marés, foram capazes de modificar as condições ambientais. A precipitação mínima foi de 5,6mm em abril/99 e a máxima foi de 689,8mm em junho/00 (Figura 2).

A maior amplitude de maré foi de 2,2m no mês de abril/99 e fevereiro/00, sendo a mínima de 0,1m ocorrendo nos meses de abril/99 e fevereiro/00 e a máxima de 2,3m (Figuras 7 a 10).

O estuário de Barra das Jangadas é pouco profundo e sua profundidade variou de 1,20m na estação 2 (agosto/99, baixa-mar) a 6,00m na estação 1 (março e julho/99, preamar), sendo esta considerada a mais costeira, evidenciando-se um gradiente decrescente para a porção mais interna (Figuras 3 a 6).

A transparência da água (Figuras 3 a 6) mostrou uma nítida sazonalidade com maiores valores durante o período seco, variando de 0,30m em julho/99 na estação 4, baixa-mar, a 2,40m em dezembro/99 na estação 1, preamar. Especialmente foi observado um gradiente decrescente para as estações mais internas em consequência da maior influência marinha.

Já a temperatura da água e a salinidade apresentaram sazonalidade definida, com maiores valores no período seco e um gradiente decrescente para a porção mais interna (Figuras 11 a 14). A temperatura oscilou de 25,0°C em agosto e setembro/99 na preamar e nas estações 3 e 4, a 30,5°C em dezembro/99 nas estações 2, 3 e 4, na baixa-mar, a salinidade variou de 0 em setembro/99 na estação 4, baixa-mar, a 38 em janeiro/00 nas estações 1 e 2, preamar, caracterizando variações do ambiente desde condições limnéticas até euhalinas.

O pH esteve sempre alcalino, mostrando variação de 7,15 em julho/99, baixa-mar, estação 4, a 8,78 em junho/99, preamar, estação 1. O teor de oxigênio dissolvido variou de 0,67ml.l⁻¹ em novembro/99, estação 4, baixa-mar, a 5,63ml.l⁻¹ na estação 1 em junho/99, baixa-mar, ambos não apresentando sazonalidade definida; do ponto de vista espacial, mostraram um gradiente decrescente da estação 1 para a 4 (Figuras 3 a 6).

O material em suspensão apresentou uma nítida sazonalidade com maiores concentrações no período chuvoso, variando de 3,6mg.l⁻¹ em janeiro/00 na estação 4, preamar a 67,2mg.l⁻¹, em julho/99, na estação 4, baixa-mar. Em relação à variação espacial, não se observou um padrão bem definido (Figuras 11 a 14).

Dos sais nutrientes inorgânicos (Figuras 7 a 10), o fosfato variou de 0,25μmol.l⁻¹ em outubro/99, na estação 1, preamar, a 5,80μmol.l⁻¹ em março/99, estação 3, baixa-mar. E o silicato (Figuras 11 a 14) variou de 6,68μmol.l⁻¹ em fevereiro/00 estação 2, preamar, a 92,94μmol.l⁻¹ em fevereiro/00 na estação 3, baixa-mar, evidenciando um padrão sazonal com maiores concentrações

durante o período seco. Já o nitrato apresentou uma nítida variação sazonal com maiores concentrações no período chuvoso, onde o mínimo obtido foi de $0,36\mu\text{mol.l}^{-1}$ na estação 2 em outubro/99, preamar e o máximo, $18,66\mu\text{mol.l}^{-1}$ em julho/99, estação 4, baixa-mar. O nitrito não apresentou um padrão sazonal definido, tendo variado desde quantidades indetectáveis durante a preamar na estação 1, em outubro/99, a $3,93\mu\text{mol.l}^{-1}$ em dezembro/99 na estação 3, baixa-mar. Para todos os nutrientes observou-se a existência de um gradiente crescente da porção mais externa para a mais interna do estuário.

A biomassa fitoplanctônica total (Figuras 11 a 14) apresentou valores variando de $0,57\text{mg.m}^{-3}$ medido na estação 4 em dezembro/99, baixa-mar a $49,84\text{mg.m}^{-3}$ observado na estação 3 em junho/99, preamar; sazonalmente apresentou maiores concentrações no período chuvoso. Em relação à variação espacial pôde-se observar que, durante a preamar, houve um gradiente crescente para a porção interna, enquanto que na baixa-mar ocorreu o inverso.

Quanto à contribuição das diferentes dimensões de organismos fitoplanctônicos, constatou-se que a fraca $<20\mu\text{m}$, correspondentes ao pico/nanofitoplâncton foi mais representativa para toda a área do estuário, variando de $0,55\text{mg.m}^{-3}$ na estação 4 em dezembro/99, baixa-mar, a $46,58\text{mg.m}^{-3}$ na estação 4 em dezembro/99, baixa-mar (Figura 15).

De acordo com a análise dos componentes principais (Tabela 1) o fator 1, explicou 33,94% das variações ambientais, apresentando uma correlação alta e direta da profundidade local, transparência da água, salinidade, oxigênio dissolvido e saturação do oxigênio dissolvido, e estes se relacionaram inversamente com os sais nutrientes inorgânicos (nitrito, fosfato e silicato). Enquanto o fator 2, explicou 21,30%, associando a biomassa fitoplanctônica diretamente com o material em suspensão e estes inversamente com a temperatura. O fator 3 não foi significativo em relação às associações, mostrando 9,89% das variações ambientais total.

DISCUSSÃO

As áreas estuarinas apresentam variações abruptas nas condições ambientais e as variações sazonais que ocorrem em alguns parâmetros hidrológicos estão relacionadas com fatores climatológicos como precipitação pluviométrica e ação das marés (TUNDISI, 1970).

A média histórica da pluviometria total anual, no litoral Pernambucano, referente aos anos de 1991 a 2000, mostrou que o período de coleta ficou bem aquém da média histórica, com uma redução de 47,15% de chuvas, e estas anomalias climáticas de acordo com ARAGÃO (1986 e 1998) são decorrentes da Oscilação do Sul, Dipolo do Atlântico e do El Niño. Apesar disto, verificou-se que as chuvas caídas foram suficientes para provocar variações sazonais nos parâmetros hidrológicos e biológicos, sendo o período chuvoso considerado representativo.

Em regiões tropicais, as maiores concentrações de clorofila-a, tanto ocorrem no período chuvoso como no de estiagem, dependendo da variabilidade dos parâmetros oceanográficos de cada ambiente. O maior fator condicionante para que isso ocorra, é a chuva, uma vez que ela tanto contribui com o enriquecimento de sais nutrientes, levando ao aumento da biomassa e ao aumento da quantidade de material em suspensão, limitando a camada fótica e reduzindo o desenvolvimento do fitoplâncton. (LOSADA, 2000).

No sistema estuarino de Barra das Jangadas observou-se que os parâmetros hidrológicos e biológicos que apresentaram uma relação direta com a pluviometria foram biomassa fitoplanctônica, material em suspensão, coeficiente de extinção da luz e nitrato, com valores mais elevados no período chuvoso, e uma relação inversa com a transparência da água, temperatura, salinidade, fosfato e silicato, com maiores valores durante o período seco. Esse comportamento de variação sazonal nos parâmetros oceanográficos também foi observado em outras áreas estuarinas, por outros

autores, tais como PASSAVANTE (1979) no Canal de Santa Cruz (PE), FEITOSA (1997) no estuário do rio Goiana (PE) e MOURA (1992) no estuário do rio Paraíba do Norte (PB).

Outro parâmetro importante é a profundidade, principalmente em áreas sob forte influência da maré, como é o caso de Barra das Jangadas. Neste estuário verificou-se que a profundidade local variou tanto em função da altura da maré como da topografia local, mostrando um declínio gradual da porção mais costeira para a mais interna. De acordo com a análise dos componentes principais, a profundidade local apresentou uma elevada correlação direta com a transparência da água, salinidade, oxigênio dissolvido e saturação do oxigênio dissolvido e inversa com o coeficiente de extinção da luz, nitrito, fosfato e silicato.

A luz é considerada um fator limitante para a produtividade fitoplanctônica, especialmente em estuários, onde a influência continental é muito intensa, principalmente no período chuvoso, quando há uma forte redução na penetração da luz na água, limitando a camada fótica e comprometendo sensivelmente a comunidade fitoplanctônica.

A penetração da luz em águas estuarinas depende da transparência da água. A turbidez é provocada pelo fluxo e refluxo das marés e da mistura da coluna d'água, reduzindo a camada fótica, passando a ser um fator limitante para a produção algal (TUNDISI, 1970 e PERKINS, 1974).

Os valores da transparência da água no sistema estuarino de Barra das Jangadas variaram em função da maré, sendo mais elevados na preamar, e com o regime pluviométrico, com maiores valores no período de estiagem. Podendo-se observar um gradiente decrescente da estação 1 para a 4, apresentando uma correlação direta com a profundidade local, salinidade, oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio, e inversa com o coeficiente de extinção da luz, nitrito, fosfato e silicato de acordo com a análise dos componentes principais. O mesmo padrão de sazonalidade foi encontrado nos estuários do rio Igarçu (MACÊDO & COSTA, 1990), do rio Ipojuca (KOENING, 1997) do rio Goiana (FEITOSA, 1997), do rio Jaguaribe (SANTOS *et al.*, 2000) e por LOSADA (2000) nos rios Ilhetas e Mamucaba e na Baía de Tamandaré. Ao contrário do que foi observado por KUTNER & AIDAR-ARAGÃO (1986) onde a transparência da água foi maior nos meses mais frios na região de Cananéia (SP).

Inversamente proporcional à transparência da água na área estudada, o coeficiente de extinção da luz apresentou maiores valores no período chuvoso e durante a baixa-mar, enquanto que espacialmente demonstrou um gradiente crescente da estação mais externa para a mais interna. Este padrão sazonal foi semelhante aos observados nos estuários do rio Botafogo (ESKINAZI-LEÇA *et al.*, 1984), do rio Goiana (FEITOSA, 1997) e do rio Ipojuca (KOENING, 1997). Notando-se uma correlação inversa com a transparência da água, profundidade local, salinidade, oxigênio dissolvido, saturação do oxigênio dissolvido e direta com os nutrientes inorgânicos (nitrito, fosfato e silicato) de acordo com a análise dos componentes principais.

A temperatura da água varia nas camadas superficiais em função das correntes, radiação solar, latitude geográfica e estações do ano. E ainda atua diretamente na velocidade da produção algal, sendo considerada como um importante parâmetro, uma vez que, ela interfere na fisiologia dos organismos, desempenhando um papel fundamental na alteração da taxa de fotossíntese e respiração das algas planctônicas (LOSADA, 2000).

No sistema estuarino de Barra das Jangadas, a temperatura da água apresentou uma nítida variação sazonal com valores mais elevados no período seco, acompanhando, desta forma, o regime pluviométrico. Espacialmente, as estações mais internas mostraram menores temperaturas. As diferenças entre os valores de temperatura encontrados entre as marés são atribuídas aos horários das coletas, coincidindo a preamar com o amanhecer e a baixa-mar com o meio dia, onde a incidência de luz é mais intensa. A sazonalidade registrada por este parâmetro é similar à observada por COSTA & MACÊDO (1987/89) no estuário do rio Timbó, MACÊDO & COSTA (1990) no estuário do rio

Igaraçu, LOSADA (2000) nos rios Ilhetas e Mamucaba e na Baía de Tamandaré e SANTOS *et al.* (2000) no estuário do rio Jaguaribe. Através da análise dos componentes principais constatou-se que a temperatura da água demonstrou uma elevada correlação inversa com a biomassa fitoplanctônica e com material em suspensão.

Em regiões estuarinas tropicais, o parâmetro hidrológico principal, depois das marés, é a salinidade, que condiciona a distribuição das espécies (TUNDISI, 1970).

A salinidade interfere na distribuição e fisiologia dos organismos estuarinos atuando em certos casos como uma barreira ecológica, servindo como um indicador do encontro de diferentes corpos d'água e como marcador dos limites de um estuário (FEITOSA, 1997).

Na área estuarina de Barra das Jangadas, a salinidade apresentou uma nítida sazonalidade com maiores teores no período seco, assim como diferença espacial, demonstrando um gradiente decrescente para a porção mais interna. Levando em consideração os diferentes períodos de maré, verificou-se que na preamar os valores de salinidade estiveram sempre mais elevados. De acordo com os resultados observou-se que o referido ambiente variou desde condições limnéticas a eualinas, ocorrendo uma relação inversa da salinidade com a biomassa fitoplanctônica e material em suspensão. BRANCO (2001), analisando a composição florística da referida área, percebeu que a salinidade influenciou na distribuição das espécies, onde as marinhas eurialinas ocorreram em maior número durante a preamar e as limnéticas durante a baixa-mar. O mesmo padrão sazonal foi observado por NEUMANN-LEITÃO & MATSUMURA-TUNDISI (1988) no Porto de Suape (PE). Conforme a análise dos componentes principais a salinidade mostrou uma correlação direta com a profundidade local, oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio e transparência da água e inversa com o coeficiente de extinção da luz e com os sais nutrientes inorgânicos.

Quanto ao potencial hidrogeniônico foi predominantemente alcalino no ambiente estudado, fato também registrado por outros pesquisadores como MACÊDO *et al.* (1982) no estuário do rio Botafogo, COSTA & MACÊDO (1987/89) no rio Timbó, KOENING (1997) no estuário do rio Ipojuca, FEITOSA *et al.* (1999a) na Bacia do Pina e LOSADA (2000) nos rios Ilhetas e Mamucaba e na Baía de Tamandaré.

Já o teor de oxigênio dissolvido na água que é um parâmetro oceanográfico essencial para os organismos e de grande importância, sendo considerado como um indicador da qualidade do corpo hídrico e da condição do ambiente. Na área estudada verificou-se que as maiores concentrações foram registradas durante a preamar, o que mostra a importância da penetração da água do mar no estuário, possibilitando uma maior diluição do material em suspensão, sendo fundamental para a manutenção da vida dos organismos aí presentes.

O teor de oxigênio dissolvido não apresentou um padrão sazonal e sim oscilações ao longo do período estudado, sendo este comportamento semelhante aos obtidos nos estuários do rio Botafogo (MACÊDO *et al.*, 1982 e ESKINAZI-LEÇA *et al.*, 1984), rio Igaraçu (MACÊDO & COSTA, 1990), rio Goiana (FEITOSA, 1997 e FEITOSA *et al.*, 1999b) rio Jaguaribe (SANTOS *et al.*, 2000) e nos rios Ilhetas e Mamucaba e na Baía de Tamandaré (LOSADA, 2000). De acordo com a análise dos componentes principais o teor do oxigênio dissolvido mostrou uma correlação direta com a taxa de saturação do oxigênio, salinidade, profundidade local e transparência da água e inversa com o coeficiente de extinção da luz, nitrito, fosfato e silicato.

Baseado no sistema de classificação de MACÊDO & COSTA (1978) quanto à taxa de saturação de oxigênio observou-se que a referida área variou de zona saturada a poluída, demonstrando, assim, que o ambiente estudado vem recebendo lançamento de efluentes que comprometem a qualidade da água. A reciclagem deste material é favorecida pelo fluxo e refluxo das marés, possibilitando a renovação das águas. A taxa de saturação de oxigênio seguiu o mesmo

padrão do oxigênio dissolvido, mostrando espacialidade e diferenças entre as marés, sem sazonalidade definida.

Já os teores de material em suspensão encontrado suspenso na coluna d'água, é constituído por substâncias inorgânicas e orgânicas, incluindo-se aí os organismos planctônicos (fito e zooplâncton). Em áreas estuarinas é de grande importância o seu estudo, devido a sua influência na camada fótica, onde sua alta concentração pode reduzir a penetração da luz e conseqüentemente inibir a atividade algal.

No sistema estuarino de Barra das Jangadas notou-se uma sazonalidade bem definida para o material em suspensão com maiores valores no período chuvoso, devido à lixiviação terrestre através das chuvas, havendo um gradiente crescente da porção mais externa para a mais interna, estando suas concentrações mais elevadas durante a baixa-mar. Conforme a análise dos componentes principais o material em suspensão registrou uma alta correlação direta com a biomassa fitoplancônica e inversa com a temperatura. Este padrão sazonal foi descrito também por PASSAVANTE & KOENING (1984) no estuário do rio Botafogo, por FEITOSA (1997) no estuário do rio Goiana e por LOSADA (2000) nos rios Ilhetas e Mamucaba e na Baía de Tamandaré, diferente do observado por COSTA & MACÊDO (1987/89) no estuário do rio Timbó (PE) onde não registraram sazonalidade.

Dentre os fatores ambientais que limitam a biomassa fitoplancônica destacam-se os sais nutrientes inorgânicos como os compostos nitrogenados (NH_3 , NO_2 e NO_3), fosfato e silicato. Na área estudada o nitrato apresentou sazonalidade semelhante à biomassa algal sendo o inverso do fosfato e do silicato que mostraram maiores concentrações no período seco. Registrou-se também uma variação espacial para os sais nutrientes, com um gradiente crescente para porção mais interna durante a baixa-mar, ao contrário da preamar. O silicato foi o que apresentou maior concentração seguido pelo nitrato, fosfato e nitrito. O nitrato apresentou uma relação direta com a biomassa fitoplancônica e material em suspensão, e inversa com fosfato, silicato, transparência da água, temperatura e salinidade. De acordo com a análise dos componentes principais os sais nutrientes (fosfato, silicato e nitrito) apresentaram correlação direta com coeficiente de extinção da luz e inversa com a transparência, salinidade, oxigênio dissolvido, profundidade local e taxa de saturação de oxigênio.

A determinação da biomassa fitoplancônica através da clorofila *a* é um dos métodos mais precisos e de baixo custo, e dela é possível avaliar a comunidade dos produtores primários aquáticos. Tem-se observado que tanto em águas temperadas como tropicais a fração do nanofitoplâncton tem sido responsável por 80 a 100% da produtividade e biomassa algal (SANTOS-FERNANDES *et al.*, 1998). Este comportamento também foi observado no sistema estuarino de Barra das Jangadas onde a fração $<20\mu\text{m}$ correspondeu a mais de 90% em termos quantitativos em ambos os regimes de maré e em todas as estações de coleta.

A biomassa fitoplancônica, na área estudada, foi característica de ambiente que sofre forte ação antrópica, apresentando uma sazonalidade definida com maiores concentrações durante o período chuvoso. Conforme a análise dos componentes principais a biomassa algal mostrou uma correlação direta com o material em suspensão e inversa com a temperatura.

O padrão sazonal encontrado para a biomassa no estuário de Barra das Jangadas foi semelhante aos registrados por MOURA & PASSAVANTE (1994/95) na Baía de Tamandaré (PE); PASSAVANTE (1981) no Canal de Santa Cruz (PE); SASSI (1987), na Ponta do Seixas (PB); NEUMANN-LEITÃO & MATSUMURA-TUNDISI (1988) no Porto de Suape (PE); CAMPELO *et al.* (1999) na praia de Carne de Vaca (PE) e SASSI & KUTNER (1982) no Saco da Ribeira (SP). Porém, em outros estuários a redução da camada fótica é um fator limitante para a biomassa, sendo a luz um fator inibidor, mesmo que os nutrientes encontrem-se com elevadas concentrações, tais

como na Bacia do Pina (FEITOSA & PASSAVANTE, 1990), no estuário do rio Potengi (OLIVEIRA & PASSAVANTE, 1988) e no estuário do rio Capibaribe (TRAVASSOS, 1991).

CONCLUSÕES

O regime pluviométrico durante o período estudado teve uma redução de 47,15% do total de chuvas, e apesar disso foi considerado bastante significativo para provocar modificações nas amostras hidrológicas e biológicas.

De acordo com a análise dos componentes principais observou-se que o movimento da maré foi um fator condicionante para os parâmetros bióticos e abióticos, conforme registrado pela ACP.

Apesar da temperatura, em regiões tropicais, sofrer pequenas alterações, foi um importante parâmetro, apresentando um alto índice de correlação inversa com a biomassa algal.

De acordo com a salinidade o ambiente estudado variou de limnético a eualino, mostrando uma relação inversa com a biomassa fitoplanctônica.

A biomassa algal apresentou valores característicos de ambiente que sofre forte ação antrópica havendo maior concentração durante o período chuvoso.

A fração da comunidade fitoplanctônica <20 μ m (pico/nano) foi a que mais contribuiu, com um percentual superior a 90% em toda a área estudada e em ambos os regimes de maré.

De acordo com a análise dos componentes principais observou-se que o fator 1 mostrou uma alta correlação direta entre a profundidade local, transparência da água, salinidade, oxigênio dissolvido e sua taxa de saturação correspondendo ao período da preamar, e inversa com o nitrito, fosfato, silicato e coeficiente de extinção de luz em função da baixa-mar. Já o fator 2 mostrou uma alta correlação direta entre a biomassa algal e o material em suspensão e inversa com a temperatura da água, refletindo desta forma a influência da variação sazonal entre os parâmetros analisados.

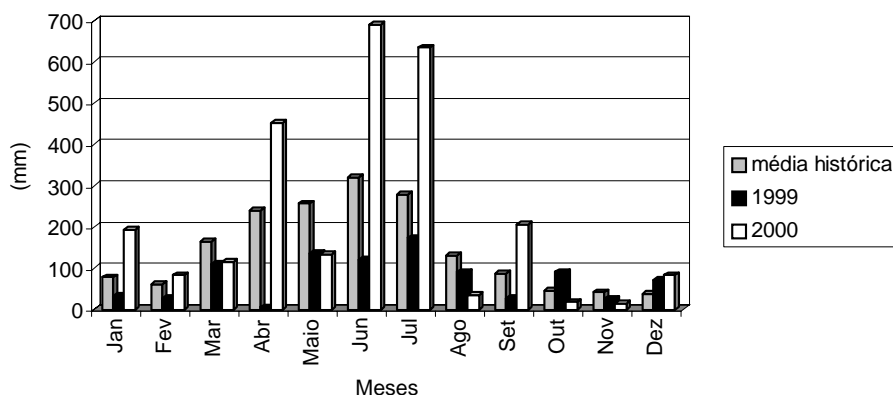


Figura 2 – Pluviometria referente aos anos de coleta e a média histórica.

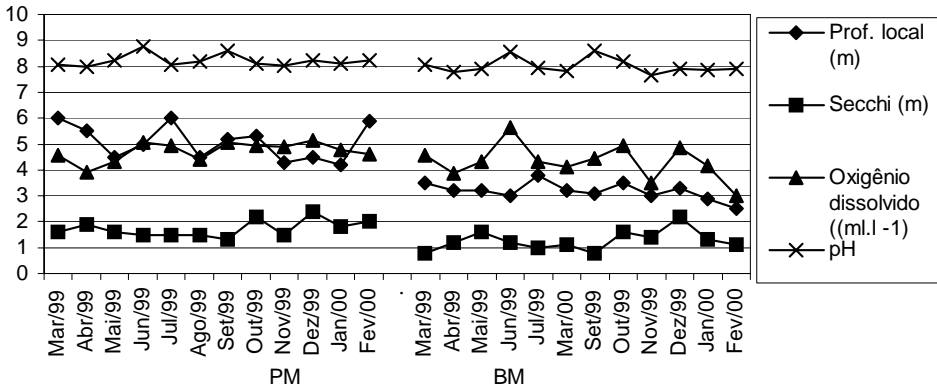


Figura 3 – Variação sazonal dos parâmetros hidrológicos na estação 1.

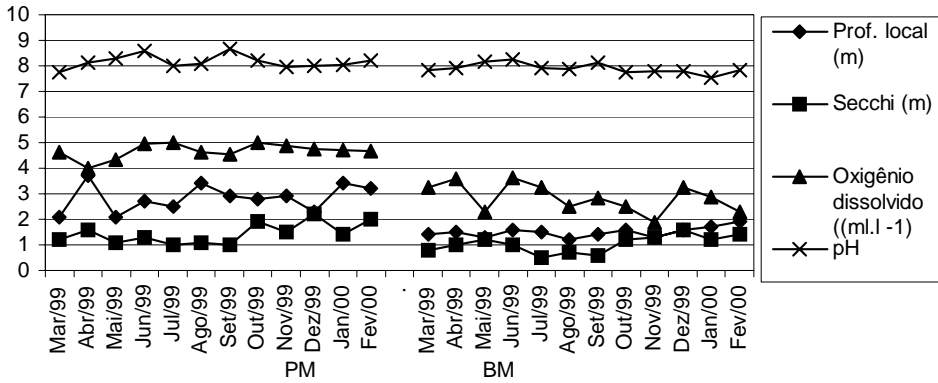


Figura 4 – Variação sazonal dos parâmetros hidrológicos na estação 2.

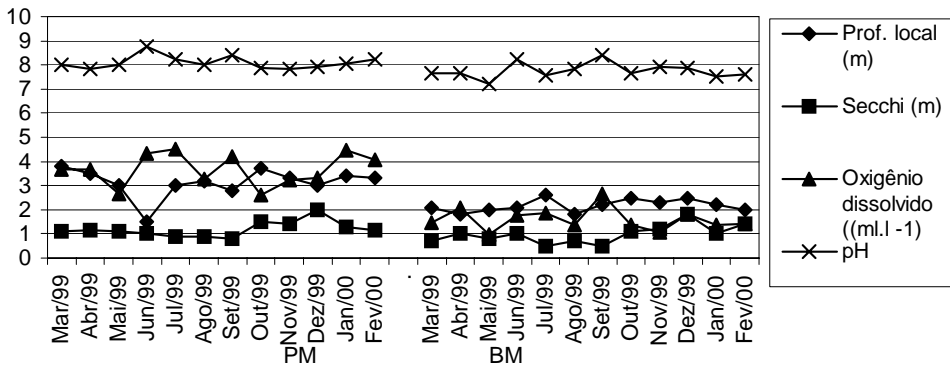


Figura 5 – Variação sazonal dos parâmetros hidrológicos na estação 3.

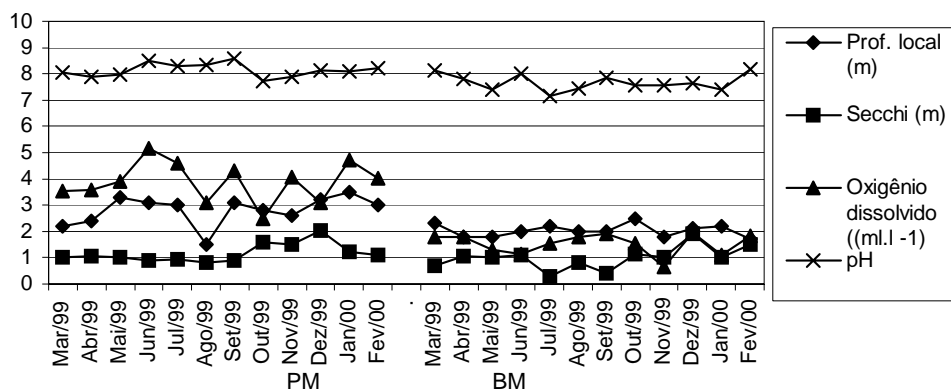


Figura 6 – Variação sazonal dos parâmetros hidrológicos na estação 4.

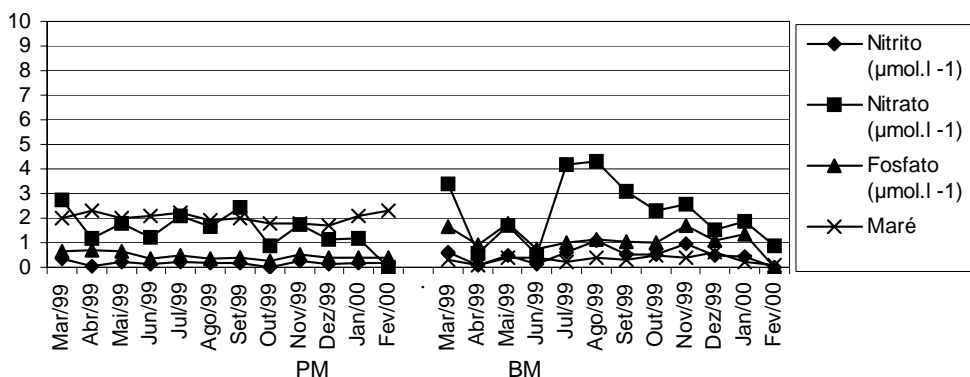


Figura 7 – Variação sazonal dos sais nutrientes inorgânicos e maré na estação 1.

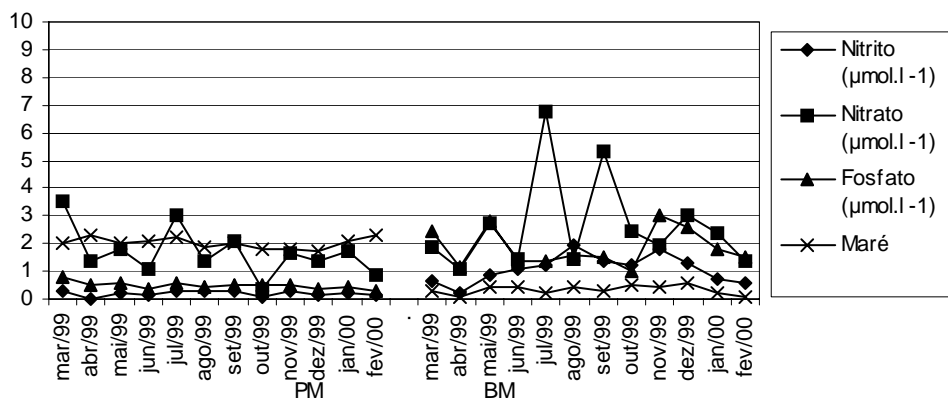


Figura 8 – Variação sazonal dos sais nutrientes inorgânicos e maré na estação 2.

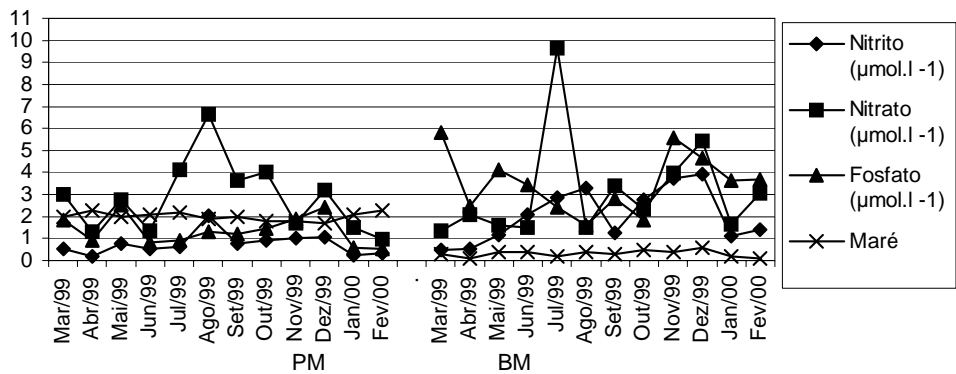


Figura 9 – Variação sazonal dos sais nutrientes inorgânicos e maré na estação 3.

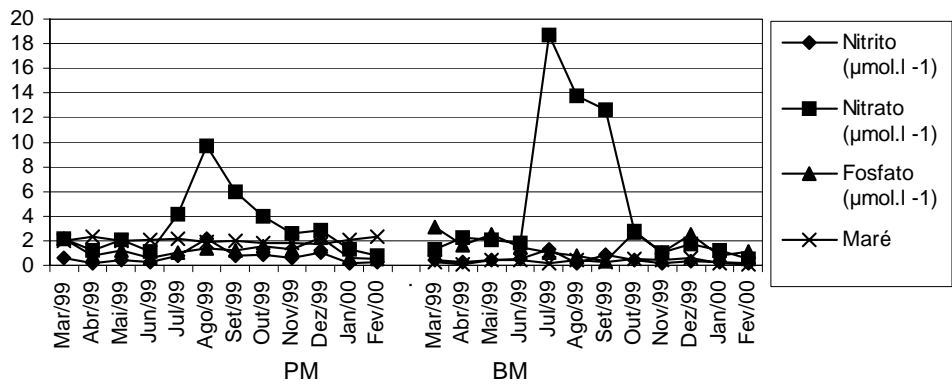


Figura 10 – Variação sazonal dos sais nutrientes inorgânicos e maré na estação 4.

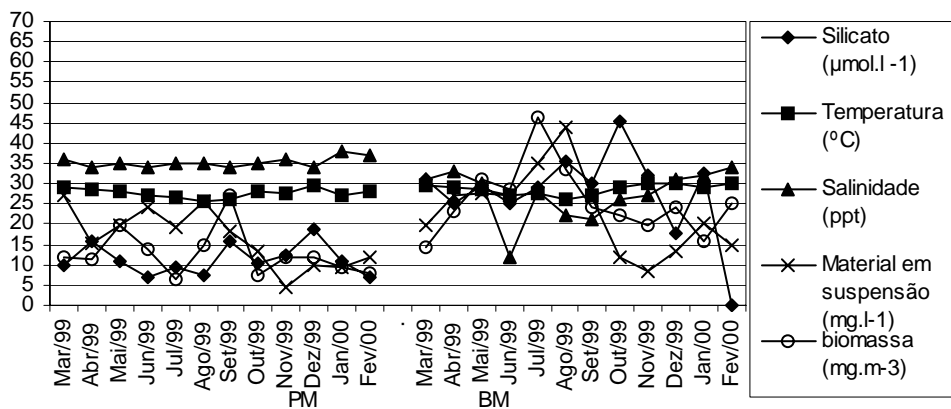


Figura 11 – Variação sazonal da biomassa e dos parâmetros abióticos na estação 1.

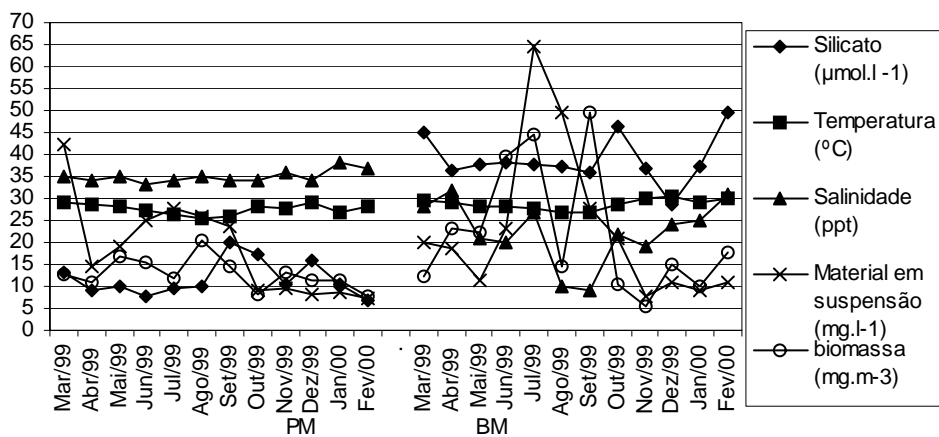


Figura 12 – Variação sazonal da biomassa e dos parâmetros abióticos na estação 2.

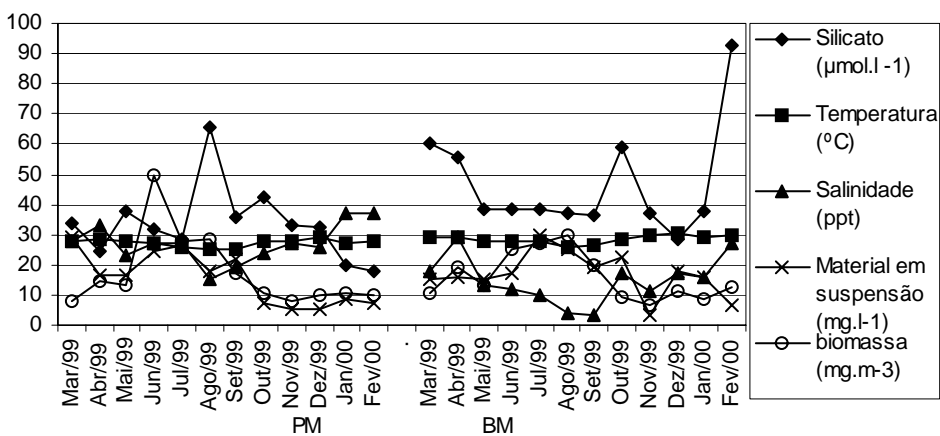


Figura 13 – Variação sazonal da biomassa e dos parâmetros abióticos na estação 3.

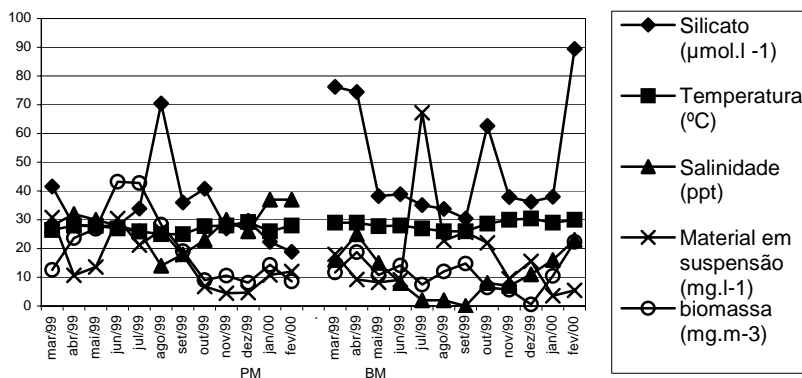


Figura 14- – Variação sazonal da biomassa e dos parâmetros abióticos na estação 4.

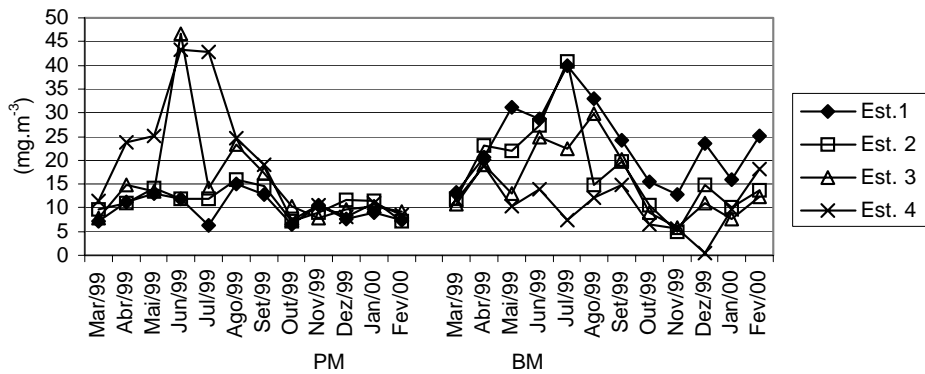


Figura 15 – Variação sazonal da biomassa fracionada (<20µm).

Tabela 1 – Análise dos Componentes Principais no estuário de Barra das Jangadas.

PARÂMETROS AMBIENTAIS	FATOR 1 (33,94%)	FATOR 2 (21,30%)	FATOR 3 (9,89%)
Biomassa Total	-0,056	-0,764	-0,563
Pluviometria	-0,001	-0,200	0,211
Profundidade Local	0,719	-0,014	0,278
Transparência da Água	0,629	0,536	-0,102
Coefficiente de Extinção da Luz	-0,667	-0,533	0,345
Temperatura	-0,062	0,710	-0,311
Salinidade	0,864	0,058	-0,085
Potencial Hidrogeniônico	0,554	-0,426	-0,259
Oxigênio Dissolvido	0,875	-0,393	0,008
Saturação do Oxigênio Dissolvido	0,908	-0,321	0,001
Demanda Bioquímica do Oxigênio	-0,248	-0,285	-0,275
Nitrito	-0,641	0,023	-0,118
Nitrato	-0,532	-0,370	0,529
Fosfato	-0,656	0,412	-0,240
Silicato	-0,705	0,161	-0,330
Material em Suspensão	-0,256	-0,715	0,262

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, J. O R. O impacto do Enso e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil. **Bull. Inst. Fr. Estudos Andines**. v. 27, n. 3, p. 839-844, 1998.

ARAGÃO, J. O R., 1986. **A general circulation model investigation of the atmospheric response to NCAR/CT- 100**, p. 144.

BRANCO, E. S. **Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica no Sistema Estuarino de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco – Brasil)**. Recife, 2001. 147f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco

CAMPELO, M. J. A; PASSAVANTE, J. Z. 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, 1999, v. 27, n. 2, p. 27-41.

CARNEIRO, O. & COELHO, P. A. Estudo ecológico da Barra das Jangadas. Nota Prévia. **Trabalhos do Instituto de Biologia Marinha e Oceanografia**. Recife, v. 2, n.1, p. 237-48, 1960.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO AMBIENTAL E DE ADMINISTRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (CPRH). **Relatório da Bacia Hidrográfica do rio Pirapama e Jaboatão**. Recife, 1999. 21p.

COSTA, K. M. P. & MACÊDO, S. J. Estudo Hidrológico do rio Timbó. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 20, p. 7-34, 1987/ 89

COUTO, L. M. M. R. **Ciclo reprodutivo e influência da salinidade sobre a gametogênese de *Iphigenia brasiliana* (Lamarck, 1818) (Mollusca: Bivalvia: Donacidae), no estuário da Barra das Jangadas, Jaboatão, Pernambuco**. Recife, 1988, 198 f. Dissertação. Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Oceanografia.(Mestrado).

ESKINAZI-LEÇA, E.; FRANCA, L. M. B.; MACÊDO, S. J. Estudo ecológico da área de Itamaracá (Pernambuco-Brasil). XXIV “Standing Stock” do fitoplâncton no estuário do rio Botafogo, durante janeiro e dezembro/75. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 18, p. 157-192, 1984.

FEITOSA, F. A. do N. **Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica correlacionados com parâmetros abióticos no sistema estuarino do rio Goiana (Pernambuco – Brasil)**. São Paulo, 1997. 250f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1997.

FEITOSA, F. A. N. & PASSAVANTE, J. Z. O. Variação sazonal da biomassa primária do fitoplâncton da Bacia do Pina (Recife – Pernambuco, Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 21, p. 33-46, 1990.

FEITOSA, F. A. N.; NASCIMENTO, F. C. R. & COSTA, K. M. P. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplancônica relacionada com parâmetros hidrológicos na Bacia do Pina (Recife – Pernambuco). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 27, n. 2, p. 1-13, 1999a.

FEITOSA, F. A. N.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; NEUMANN-LEITAO, S. & LINS, I. C. Estrutura do microfítoplâncton no sistema estuarino do rio Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 27, p.17-25, 1999b.

GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M. & KREMLING, K. (Ed.) **Methods of Seawater Analysis**. Verlag Chemie, 2ª edição. 1983, 419p.

KOENING, M. L. **Ecologia e dinâmica do fitoplâncton no estuário do rio Ipojuca, após a implantação do Porto de Suape (Pernambuco – Brasil)**. Recife, 1997.263f. Tese (Doutorado em Botânica) – Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1997.

KUTNER, M. B. B. & AIDAR-ARAGÃO, E. Influência do fechamento do Valo Grande sobre a composição do fitoplâncton na região de Cananéia (25°S – 48°W). **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**. p.109-120, 1986.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. **Ecologie Numérique**. 2 ed. Quebec: Masson Presses de L'Université du Quebec, v.1: Le traitement multiple des données écologiques. (Collection d'écologie, 12). 1984.

LOSADA, A. P. M. **Biomassa fitoplancônica correlacionada com parâmetros abióticos, nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba, e na Baía de Tamandaré (Pernambuco - Brasil)**. Recife, 2000. 88f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco.

MACÊDO, S. J. & COSTA, K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá Pernambuco – Brasil, condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 30, n. 7, p. 368, 1978

MACÊDO, S. J. & COSTA, K. M. P. Condições hidrológicas do estuário do rio Igarauçu- Itamaracá - Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 21, p. 7-32, 1990.

MACÊDO, S. J.; MELO, H. N. S. & COSTA, K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá Pernambuco-Brasil. XXIII. Condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 17, p. 81-122, 1982.

MELLO, R. L. S. & MARINHO I. C. S. Moluscos comestíveis do litoral sul de Pernambuco. **Anais da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, v. 2/3, p. 209-226, 1978.

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, G. F. DE . **Comportamento diurno e sazonal de parâmetros fitoplanctônicos e hidrológicos no estuário do rio Paraíba do Norte, Estado da Paraíba, Brasil**. 1992. 206 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) Departamento de Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1992.

MOURA, R. T. & PASSAVANTE, J. Z. O. Biomassa fitoplanctônica na Baía de Tamandaré, rio Formoso – Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 23, p. 1-15, 1994/95.

NEUMANN-LEITÃO, S. & MATSUMURA-TUNDISI, T. Dynamics of a perturbed estuarine zooplanktonic community: Porto de Suape, PE, Brazil. **Verh. Internat. Verein, Limnol.** P. 26, 1988. Struettgart.

NIXON, S. W.. Quantifying the relationship between nitrogen input and the productivity of marine ecosystems. **Proceedings of the Advanced Marine Technical Conference**, v. 5, p. 57-83, 1992.

OLIVEIRA, D. B. F & PASSAVANTE, J. Z. O. 1988. Biomassa primária do fitoplâncton do Estuário do Rio Potengi (Natal – Brasil). **Gayana. Bot.** v. 45, n. 1-4, p. 235-240.

PARSONS, T. R. & STRICKLAND, J. D. H. Discussion of spectrophotometric determination of marine-plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophyll a and carotenoids. **Journal of Marine Research**, New Haven, v. 21, n. 3, p. 155-163, 1963.

PASSAVANTE, J. Z. O. Estudos ecológicos da região de Itamaracá – Pernambuco, Brasil. XIX. Biomassa do nano e microfitoplâncton do Canal de Santa Cruz. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 16, p. 105- 156. 1981

PASSAVANTE, J. Z. O. & KOENING, M. L. Estudos ecológicos 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**. Recife, v. 18, p. 207-230, 1984.

PASSAVANTE, J. Z. O. **Produção primária do fitoplâncton do Canal de Santa Cruz (Itamaracá – PE)**. São Paulo, 1979, 188f. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico.

PERKINS, E. J. **The biology of estuaries and coastal waters**. London: Academic Press, 1974. 678p.

SANTOS, T. L; PASSAVANTE, J. Z. O; KOENING, M. L; MACÊDO, S. J. & LINS, I. C. Fitoplâncton do Estuário do rio Jaguaribe, (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): Produção e Hidrologia. **Revista Ecol. Aqua. Trop.** v. 10, p. 43-69, 2000.

SANTOS-FERNANDES, T. L.; PASSAVANTE, J. Z. O.; KOENING, M. L. & MACÊDO, S. J. Fitoplâncton do estuário do rio Jaguaribe, (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): Biomassa. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 26, n. 2, p. 1-18, 1998.

SASSI, R. & KUTNER, M. B.B. Variação sazonal do fitoplâncton da região de Saco da Ribeira (lat. 2330'S e long. 4507'W). Ubatuba, Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, São Paulo, v.31, n.2, p. 29-42, 1982.

SASSI, R. **Fitoplâncton da formação recifal da Ponta de Seixas (lat. 7° 9'16"S, long. 34° 47'35"W) Estado da Paraíba, Brasil. Composição ciclo anual, alguns aspectos físico-ecológicos.** São Paulo, 1987. 163f. Tese de Doutorado – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 1987.

SCHETTINI, C. A. F.; PEREIRA FILHO, J.; INÊS, V. M. Caracterização oceanográfica dos estuários do rio Tavares e dos Defuntos, reserva extrativista de Pirajabaí, Florianópolis, SC. **Anais da XIII Semana Nacional de Oceanografia**. Itajaí – SC., p. 375-377, 2000.

SCHULTZ, Y. D.; FÁVARO, L. F. & SPACH, H. L. Aspectos reprodutivos de *Sphoeroides greeleyi*, da gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá – PR.: Ovocênese e detecção de carboidratos. **Anais da XIII Semana Nacional de Oceanografia**. Itajaí – SC., p. 495-496, 2000.

SPILLERE, L.; PEREIRA FILHO, J.; SCKETTIMIL, C. A. & SILVA, L. F. Avaliação da variabilidade e transporte intramareal de nutrientes, cop e clorofila-a no estuário do rio Camboriú durante uma situação de maré de sizígia. **Anais da XIII Semana Nacional de Oceanografia**. Itajaí – SC., p. 288-290. 2000.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, v. 167, p. 207-211, 1972.

TRAVASSOS, P. E. P. F. **Hidrologia e biomassa primária do fitoplâncton no estuário do rio Capibaribe, Recife – Pernambuco**. Recife, 1991. 288p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco.1991.

TUNDISI, J. G. O. O plâncton estuarino. **Contr. Avulsas Inst. Oceano**. São Paulo, 1970. Ser. Ocean. Biol., v. 19, p.1-22.