DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E SAZONAL DA BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA E DOS PARÂMETROS HIDROLÓGICOS NO ESTUÁRIO DO RIO FORMOSO (RIO FORMOSO, PERNAMBUCO, BRASIL).

MARCOS HONORATO DA SILVA^{1,2}
JOSÉ ZANON DE OLIVEIRA PASSAVANTE²
MARIA DA GLÓRIA GONÇALVES DA SILVA-CUNHA²
DILMA AGUIAR DO NASCIMENTO VIEIRA²
CHRISTIANA KELLY DA SILVA GREGO²
KÁTIA MUNIZ²

- 1 Colégio de Aplicação da UFPE. Honorato@ufpe.br
- 2 Departamento de Oceanografia da UFPE

Recebido em 01/06/04 Aceito em 15/10/04

RESUMO

Estudos no estuário do rio Formoso-PE foram realizados durante o período chuvoso (maio, jun. e jul/02) e de estiagem (out., nov. e dez/02), com o objetivo de determinar as variações espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos, suas possíveis inter-relações bem como a influência do hidrodinamismo provocado pelas variações das marés. A profundidade nas estações de coleta variou de 1,8 a 9,7m; a temperatura (24,5 a 29,5°C), variou sazonalmente com maiores valores no período de estiagem, não foi observada estratificação térmica na coluna d'água; transparência da água de 0,25 a 3,67m, com menores valores no período chuvoso; salinidade (1,33 a 36,30), variou desde ambiente oligoalino a eualino, mostrando um gradiente decrescente da estação 3 para 1, a distribuição vertical da salinidade permitiu classificá-lo como sendo do tipo bem misturado; o oxigênio dissolvido (2,92 a 6,25ml.L-1) em geral diminuiu da estação 3 para 1; as taxas de saturação do oxigênio permitiram identificá-lo como de baixa saturação na baixa-mar e, na preamar, como zona saturada; pH manteve-se sempre alcalino, variando de 7,05 a 8,88, com maiores valores nas preamares; nitrito, nitrato e fosfato variaram de valores indetectáveis a 0,48; 6,30 e 0,77μmol.L⁻¹, respectivamente e silicato de 7,14 a 75,63μmol.L⁻¹, maiores concentrações de nutrientes ocorreram durante o período chuvoso e nas baixa-mares, à exceção de silicato; biomassa algal de 2,45 a 70,22mg.m⁻³, apresentando uma sazonalidade com maiores concentrações no período chuvoso e, em sua maioria, índices elevados, caracterizando o ambiente como eutrófico.

Palavras chave: Biomassa, Estuários, Hidrologia; fitoplâncton.

Distribution spatial and sazonal of phytoplankton biomass and the hydrologycal paramets of the Formoso river estuary (Rio Formoso, Pernambuco, Brazil)

ABSTRACT

Studies were carried out at Formoso River estuary (PE) during the rainy (May, June and July/2002) and dry (October, November and December/2002) seasons to assess the phytoplankton

Tropical Oceanography, Recife: v. 32, n. 1, p. 89-106, 2004

biomass and hydrological parameters spatial and seasonal variations, and their inter-relation to the tide hydrodynamism. The depth at sampling stations varied from 1.8 to 9.7 m; the temperature (24.5 to 29.5°C) varied seasonally with higher values during the dry season and no thermic stratification were observed; the water transparence varied from 0.25 to 3.67m, with lower values during the rainy season; salinity (1.33 to 36.30) varied from oligohaline to euhaline, presenting a decreasing gradient from station 3 to station 1, with a well mixed vertical distribution; the dissolved oxygen (2.92 to 6.25 ml.L⁻¹), decreased from station 3 to 1; the oxygen tax was under saturation during low tide and over saturation at high tide; pH was alcaline varying from 7.05 to 8.88, with higher values at high tides; nitrite, nitrate and phosphate varied from no detectable to 0.48, 6.30 and 0. 77 µmol.L⁻¹, respectively and the silicate from 7.14 to 75,63µmol.L⁻¹; higher nutrients concentrations occurred during rainy season and low tides, except for the silicate. Algal biomass varied from 2.45 to 70.22 mg.m⁻³, with higher concentrations during the rainy season, and the high values characterize the area as euthophic.

Key words: Biomass; estuary; hydrology; phytoplankton.

INTRODUÇÃO

A influência das atividades do homem sobre os estuários não foi reconhecida como importante até a metade do século XIX. Antes dessa época, estava limitada aos efeitos da descarga de efluentes de natureza doméstica e, mais recentemente, à erosão nas áreas agrícolas, que ocasionavam um maior transporte de sedimentos para os rios. A partir de meados do século passado, houve uma enorme expansão das atividades em complexos industriais instalados nas proximidades dos estuários (com a fabricação de grande diversidade de materiais e substâncias), da agricultura (com a utilização de fertilizantes e defensivos agrícolas), da construção de barragens para a instalação de usinas hidroelétricas e da indústria pesqueira. Com a conseqüente expansão populacional nas cidades próximas aos estuários, aumentou consideravelmente a influência do homem, colocando em risco o desenvolvimento sustentável desses ambientes (MIRANDA et al., 2002).

Em virtude disso, trabalhos nestes ambientes que visam ao aspecto ecológico devem receber considerável atenção, uma vez que seus resultados podem levar a um possível aproveitamento racional de recursos e ao controle dos poluentes orgânicos (FEITOSA, 1988).

Dentre os parâmetros biológicos, os estudos sobre a variação espaço-temporal da clorofila *a* são de grande importância ecológica, pois permitem avaliar o potencial de produção orgânica dos ecossistemas aquáticos, podendo fornecer indicações sobre a quantidade de matéria orgânica disponível aos demais níveis tróficos (PASSAVANTE *et al.*, 1987-1989).

Entre os vários estuários do Estado de Pernambuco, destaca-se o sistema estuarino do rio Formoso que, devido à intensa atividade pesqueira e turística, vem desempenhando um papel socioeconômico muito importante, principalmente para a população de baixa renda que vive em suas proximidades.

Com o intuito ampliar os conhecimentos sobre a ecologia do estuário do rio Formoso, foi desenvolvido o presente trabalho com o objetivo de se conhecer a variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) e sua relação com os parâmetros hidrológicos.

DESCRIÇÃO DE ÁREA

O município de Rio Formoso está situado na região fisiográfica da Mata Meridional de Pernambuco, a 92km do Recife, entre os paralelos de 8º 37'- 8º 41'Lat. S e 35º 04'- 35º 08'Long.

W, tendo como limite, ao norte, o município de Sirinhaém, ao sul, o município de Tamandaré, a oeste, o município de Gameleira e, a leste, o oceano Atlântico (CONDEPE, 1992). De acordo com a classificação de Köppen, a região enquadra-se no clima do tipo As' (tropical quente e úmido), com chuvas de outono/inverno (ANDRADE e LINS, 1965). Sob o ponto de vista socioeconômico, a população do município de Rio Formoso vive da safra canavieira, da produção sucroalcooleira e da atividade pesqueira. Os recursos naturais representam alimento direto e indireto para as comunidades que vivem próximas aos estuários (CONDEPE, 1992).

Hidrograficamente, o município de Rio Formoso está inserido nas bacias dos rios Sirinhaém e Una, além de pequenos grupos de rios litorâneos. Destaca-se neste complexo fluvial o estuário do rio Formoso, situado entre as coordenadas geográficas 8° 39' - 8° 42' S e 35° 10' - 35° 05' W (Fig. 1). É formado pelos rios Formoso, dos Passos, Lemenho, a noroeste, e pelo rio Ariquindá, ao sul, rios estes de características litorâneas, diferentemente de outras áreas estuarinas do litoral do Estado, que são formadas, em sua maioria, por rios cuja bacia hidrográfica se estende ao interior até a região agreste (FIDEM, 1987).

O rio Formoso tem uma extensão de 12km e nasce na porção noroeste do município de mesmo nome, em terras do Engenho Vermelho, onde estão localizadas as cabeceiras de seus dois formadores - o rio Vermelho e o Serra D'água –, cuja confluência se dá a montante da sede do Engenho Changuazinho. A partir desse ponto, já com o nome de rio Formoso, dirige-se para sudeste, passando pela cidade homônima. Três quilômetros a jusante desta, o referido rio alcança a planície costeira dominada por seu amplo estuário que se dilata a nordeste e norte através de vários braços constituídos pelos rios Goicana, dos Passos, Porto das Pedras e Lemenho. Com seus largos canais, esses rios engendram uma trama compacta de mangues e salgados que, a oeste, nordeste e norte, se estendem até o sopé dos morros e colinas que bordejam a planície costeira e, a leste, confinam com os terraços marinhos atuais. Próximo à desembocadura, localizada entre a ponta de Guadalupe e a praia dos Carneiros, o rio Formoso recebe o Ariquindá e seu afluente União, dois importantes componentes de sua bacia (CPRH, 1999).

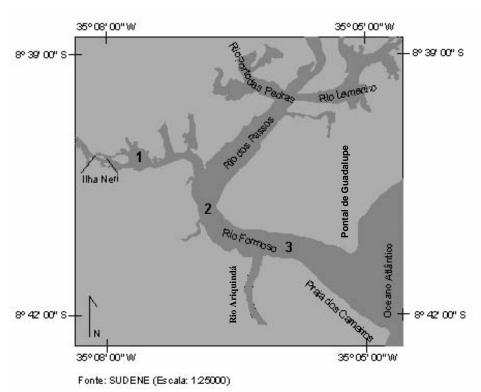


Figura 1 – Mapa da área estudada com a localização das estações de coleta. Fonte: SUDENE (1974a, b).

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho, foram coletadas amostras durante três meses do período chuvoso (maio, junho e julho/02) e três meses de estiagem (outubro, novembro e dezembro/02), nos dois regimes de marés de um mesmo dia, em três estações fixas (Fig. 1), em maré de sizígia.

Os dados climatológicos apresentados foram fornecidos pela Empresa Pernambucana de Agropecuária (IPA), provenientes da estação meteorológica de Porto de Galinhas (8° 30' 54" S e 35° 00' 03" W). A altura das marés, para o momento de coleta, foi calculada de acordo com as instruções contidas nas tábuas de marés publicadas pela Diretoria de Hidrologia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil (2001), baseando-se nos dados para o período de coleta, referentes ao Porto de Suape e em medições *in situ*.

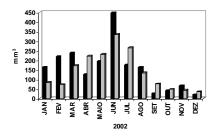
Em cada estação, foram registrados, concomitantemente, dados relativos à temperatura da água (superfície e fundo), à profundidade máxima local e à penetração de luz. Além disso, foram recolhidas amostras para determinação dos parâmetros hidrológicos e biológicos. As amostras para análise dos parâmetros hidrológicos - salinidade, pH, nutrientes e oxigênio dissolvido - foram coletadas apenas na camada superficial, exceto salinidade, cujas amostras foram coletadas, também, próximo ao fundo.

As coletas do material hidrológico foram realizadas através de garrafas oceanográficas de Nansen com capacidade para 1,3L. A biomassa fitoplanctônica foi medida pelo método espectrofotométrico descrito por Parsons; Strickland (1963). A profundidade foi determinada

através de uma ecossonda; a temperatura através de um termômetro digital; a transparência da água por meio de um disco de Secchi; os teores de oxigênio dissolvido pelo método de Winkler; a salinidade pelo método indireto de Morh-Knudsen; pH por um pH-metro Beckman, os sais nutrientes (nitrito, nitrato e fosfato) de acordo com Strickland; Parsons (1972) e o silicato, segundo Grasshoff et al. (1983). Para a realização da Análise dos Componentes Principais foi utilizado o programa computacional NTSYS.

RESULTADOS

Os dados de precipitação pluviométrica referente ao ano de 2002, quando comparados com a média dos últimos doze anos, revela que naquele ano o índice pluviométrico foi 9% superior à média histórica. A precipitação mínima foi de 20,00mm, registrada em dezembro, e a máxima, de 446,70mm, em junho. O total de chuvas no ano foi de 1.875,30mm (Fig. 2 e 3).



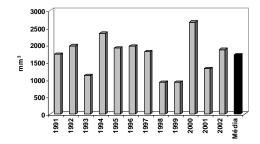
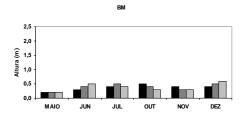


Figura 2 – Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) registrada na Estação meteorológica de Porto de Galinhas, Ipojuca – PE.

■ Total de Chuvas 🗆 Média Histórica Mensal

Figura 3 – dados dos doze últimos anos da pluviometria total anual da Estação meteorológica de Porto de Galinhas, Ipojuca – PE.

A altura das marés calculada nos momentos de coleta variaram de um mínimo de 0,2m durante a baixa-mar a um máximo de 2,2m, registrada em preamar, ambas no mês de maio/02, com amplitude de 1,9m (Fig. 4).



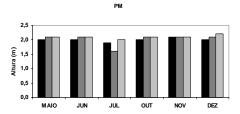


Figura 4 – Variação sazonal das alturas das marés (m) no momento das coletas no estuário do rio Formoso-PE. E1 ■ E2 ■ E3 ■ BM = Baixa-mar PM= Preamar

Em relação à profundidade local ficou evidenciado que a estação 2 foi a que apresentou os maiores valores. A profundidade mínima registrada na área estudada foi de 1,8m, na estação 1

durante a baixa-mar, e a máxima de 9,7m, medida na estação 2 durante a preamar, ambas no mês de dezembro/02 (Fig. 5).

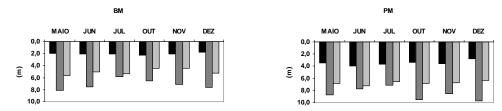


Figura 5 – variação sazonal da profundidade (m), no estuário do rio Formoso –PE. E1 ■ E2 ■ E3 ■ BM = Baixa-mar PM= Preamar

Tanto a temperatura da água quanto a salinidade apresentaram sazonalidade definida, com maiores valores no período de estiagem. A temperatura variou de 24,5°C na superfície, em julho/02, na baixa-mar, enquanto a máxima foi de 29,5°C na profundidade máxima, durante a baixa-mar, e na superfície, durante a preamar, no mês de dezembro/02, todas na estação 1. O valor médio foi de 27,4°C, com uma amplitude térmica da ordem de 5°C. Com relação a espacialidade, houve uma discreta variação nos valores médios entre as três estações; este padrão foi evidenciado também no sentido superfície/fundo, indicando não haver estratificação térmica (Fig. 6).

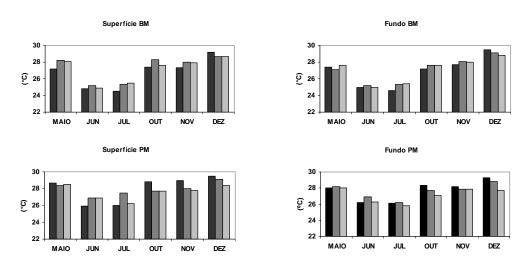


Figura 6 – Variação sazonal da temperatura da água (°C) no estuário do rio Formoso. E1■ E2■ E3■

Já a salinidade variou de 1,33 na estação 1, na superfície, no mês de junho/02, durante a baixa-mar, enquanto a máxima foi de 36,30, registrada na estação 3, na superfície, durante a preamar, no mês de dezembro/02 (Fig. 7). O teor médio registrado foi de 27,26, com uma amplitude

da ordem de 34,97. Com relação à variação espacial, observou-se um gradiente decrescente da estação 3 para a estação 1, tanto na camada superficial como na de profundidade máxima, em ambos os regimes de marés. De uma forma geral não foi observado grandes variações verticais de salinidade, a exceção da estação 1 nos meses de junho e julho, onde foi observada discreta variação entre superfície e fundo.

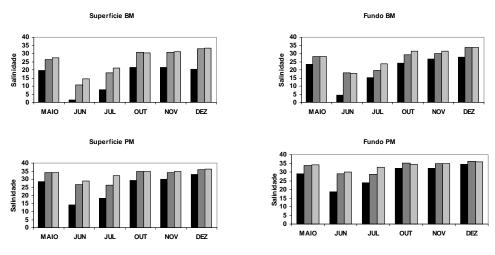


Figura 7 – Variação sazonal da salinidade no estuário do rio Formoso – PE. E1 ■ E2 ■ E3 ■ BM = Baixa-mar PM= Preamar

Em relação à transparência da água foi observado que, de uma forma geral, os valores foram menores durante o período chuvoso. Isto ficou bem evidenciado nas três estações durante a baixa-mar, e na estação 1, durante a preamar. Os valores de transparência da água variaram de 0,25 a 3,67m. O valor mínimo foi aferido no mês de junho/02, durante a baixa-mar, na estação 1, e o máximo, no mês de outubro/02, durante a preamar, na estação 3. A amplitude, portanto, foi de 3,42m e a média, de 1,60m (Fig. 8).

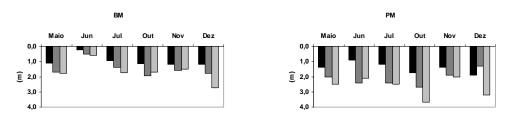
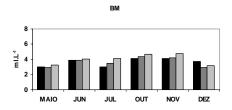


Figura 8 – Variação sazonal da transparência da água (m) no estuário do rio Formoso. E1 ■ E2 ■ E3 ■ BM = Baixa-mar PM= Preamar

As concentrações de oxigênio dissolvido variaram de 2,92 a 6,25ml.L⁻¹, sendo o menor valor registrado no mês de maio/02, durante a baixa-mar, e o maior, no mês de julho/02, durante a preamar, ambos na estação 2. A amplitude foi de 3,33ml.L⁻¹ e a média de 4,42ml.L⁻¹. Espacialmente foi observado que as estações 2 e 3 apresentaram, no geram, teores de oxigênio mais elevados que a estação 1 (Fig. 9).



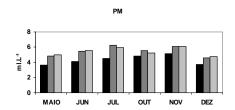
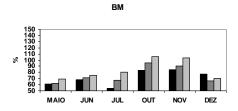


Figura 9 – Variação sazonal do oxigênio dissolvido (ml.L⁻¹) no estuário do rio Formoso-PE. E1 ■ E2 ■ E3 ■ BM = Baixa-mar PM= Preamar

Já a taxa de saturação do oxigênio variou de 54,20 a 135,70%. A mínima foi registrada na estação 1, na baixa-mar, em julho/02, e a máxima, na estação 3, durante a preamar, em novembro/02. A média geral foi de 93,41% e a amplitude de 81,50% (Fig. 10). Durante a baixa-mar há uma tendência a sazonalidade, com valores mais baixos durante o período chuvoso. Em relação à preamar, não foi observado um padrão sazonal.



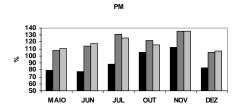
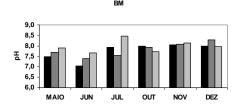


Figura 10 – Variação sazonal da taxa de saturação de oxigênio (%) no estuário do rio Formoso – PE. E1 ■ E2 ■ E3 ■ BM = Baixa-mar PM= Preamar

Os valores do pH, na sua grande maioria alcalinos, estiveram variando de um mínimo de 7,05, registrado na estação 1, em junho/02, durante a baixa-mar, a 8,88, na estação 3, durante a preamar, no mês de julho/02. A média para o período foi de 8,01, com uma amplitude de 1,75 (Fig.11). Sazonalmente não houve grandes variações, sendo observada apenas uma pequena diminuição dos valores em junho/02, na baixa-mar; e espacialmente os valores de pH, no geral, decresceram da estação 3 para a estação 1.



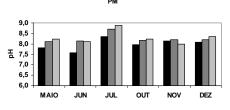
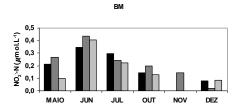


Figura 11 – Variação sazonal do pH no estuário do rio Formoso – PE. E1 ■ E2 ■ E3 ■ BM = Baixa-mar PM= Preamar

Em relação aos sais nutrientes foi observado que, de uma forma geral, estiveram mais elevados durante o período chuvoso tanto na baixa-mar quanto na preamar, a exceção do silicato

que durante a baixa-mar apresentou maiores concentrações no período de estiagem. Espacialmente não foi observado um padrão definido, ocorrendo oscilações tanto na baixa-mar quanto na preamar.

As concentrações de nitrito variaram desde valores indetectáveis a 0,48μmol.L⁻¹, sendo o primeiro deles registrado na estação 1, em novembro/02, durante a baixa-mar; na estação 2, em out e dezembro/02, na preamar; e na estação 3, em novembro/02, na baixa-mar e em dezembro/02, na preamar. O teor máximo por sua vez foi registrado na estação 1, em junho/02, durante a preamar. A concentração média para o período foi de 0,14μmol.L⁻¹(Fig.12). O nitrato variou de valores indetectáveis a 6,30μmol.L⁻¹, registrados, respectivamente, na estação 3, no mês de dezembro/02, durante a preamar, e na estação 2, em junho/02, na baixa-mar. A concentração média foi de 0,15μmol.L⁻¹ (Fig. 13). Já o fosfato variou de valores indetectáveis a 0,77μmol.L⁻¹, registrados, respectivamente, na estação 2, durante a preamar, e na estação 1, na baixa-mar, ambos em novembro/02. A concentração média para o período de estudo foi de 0,18μmol.L⁻¹ (Fig. 14); e o silicato variou de um mínimo de 7,14μmol.L⁻¹, na estação 2, em preamar, a um máximo de 75,63μmol.L⁻¹, na estação 3, durante a baixa-mar, ambos em outubro/02. A concentração média para o período de estudo foi de 32,92μmol.L⁻¹ (Fig. 15).



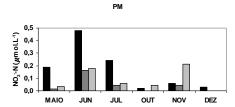
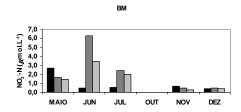


Figura 12 – Variação sazonal do nitrito (μmol.L⁻¹) no estuário do rio Formoso – PE.



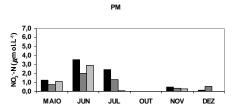
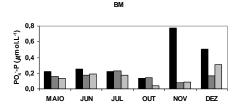


Figura 13 – Variação sazonal do nitrato (μmol.L⁻¹) no estuário do rio Formoso – PE.



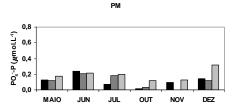
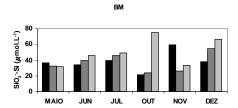


Figura 14 – Variação sazonal do fosfato –P (µmol.L⁻¹) no estuário do rio Formoso – PE.



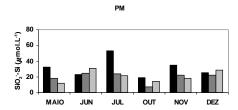
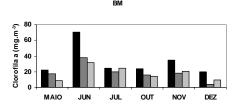


Figura 15 – Variação sazonal do silicato – Si (μmol.L⁻¹) no estuário do rio Formoso – PE. E1 ■ E2 ■ E3 ■ BM = Baixa-mar PM= Preamar

Quanto à biomassa fitoplanctônica, foi observado que, tanto na baixa-mar quanto na preamar, a média dos teores de clorofila *a* nos meses do período chuvoso foi maior que a registrada no período de estiagem, sendo esta sazonalidade mais evidente durante a baixa-mar e discreta na preamar. Em relação à variação espacial, pôde-se observar, no geral, um gradiente decrescente da estação 1 para a estação 3. O teor de clorofila *a* apresentou valores oscilando de 2,45mg.m⁻³, registrado na estação 3, em dezembro/02, durante a preamar, a 70,22mg.m⁻³, obtido na estação 1, no mês de junho/02, em baixa-mar. A média registrada no período foi de 20,28mg.m⁻³.



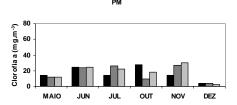


Figura 16 – Variação sazonal da biomassa fitoplanctônica (mg.m⁻³) no estuário do rio Formoso – PE. E1 ■ E2 ■ E3 ■ BM = Baixa-mar PM= Preamar

Em relação a Analise dos Componentes Principais (ACP), os três primeiros fatores explicaram 56,76% da variação dos dados, estando a biomassa fitoplanctônica correlacionada diretamente com o nitrito, o nitrato e a pluviometria e inversamente correlacionada com a salinidade, a temperatura, o pH, a profundidade, a maré e a transparência da água (Fig. 17).

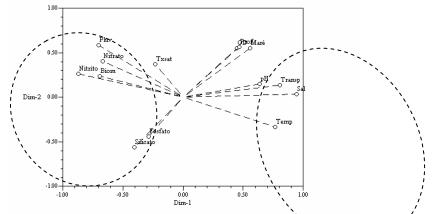


Figura 17 – Contribuição dos parâmetros ambientais e biomassa fitoplanctônica aos três primeiros componentes principais, no estuário do rio Formoso –PE.

DISCUSSÃO

Dentre os ambientes costeiros, os estuários são considerados como um dos mais heterogêneos em virtude das variações dos fatores físicos e químicos, fatores estes influenciados tanto por ação fluvial como marinha, além da influência climatológica local, ocasionando às vezes rápidas flutuações nos parâmetros hidrológicos e biológicos.

Em áreas tropicais e subtropicais o regime pluviométrico parece ser o principal fator que controla a distribuição, a abundância e a dinâmica sazonal do fitoplâncton estuarino, podendo afetar de forma positiva ou negativa a produção fitoplanctônica, dependendo das condições fisiográficas e hidrográficas reinantes em cada área (SASSI, 1991; FEITOSA, 1996).

Vários autores, como Eskinazi-Leça et al. (1984), Moura (1991), Feitosa (op cit.), têm salientado a importância fundamental da influência pluviométrica sobre os parâmetros bióticos e abióticos nos ambientes estuarino e costeiro tropicais. A média pluviométrica dos últimos doze anos (1991 a 2002), para a região sul do Estado de Pernambuco, mostrou-se inferior ao total de chuvas do ano de realização das coletas, demonstrando que no ano de 2002 o índice pluviométrico esteve acima dos padrões normais. Nesse sentido, a variação pluviométrica condicionou alterações sazonais nos parâmetros oceanográficos estudados no estuário do rio Formoso, tendo uma influência marcante na biomassa fitoplanctônica e no aporte de nutrientes, cujos maiores valores foram registrados no período chuvoso, o que foi confirmado pela Análise dos Componentes Principais (ACP), observando-se uma forte correlação direta da pluviometria com o nitrito, o nitrato e a biomassa fitoplanctônica e uma relação inversa com o pH, a salinidade, a temperatura, a maré, a profundidade e a transparência da água.

Esse padrão de variação pluviométrica sazonal também foi observado em outras áreas estuarinas do nordeste: por Feitosa (op cit.), no estuário do rio Goiana (PE); por Moura (1992), no estuário do rio Paraíba do Norte (PB); por Grego (2004), no estuário do rio Timbó (PE), entre outros.

Nos estuários, de uma maneira geral, as variações sazonais que ocorrem nos fatores ambientais, como salinidade, temperatura, sais nutrientes, turbidez e outros, são influenciadas não só por fatores climatológicos, como a precipitação pluviométrica, mas também pelos movimentos periódicos de marés, contribuindo de forma bastante acentuada nas variações hidrológicas características destas regiões (TUNDISI, 1970).

Como já era de se esperar, no estuário do rio Formoso, a maré teve uma maior influência sobre os parâmetros hidrológicos e a biomassa fitoplanctônica. De acordo com a ACP, a maré esteve correlacionada, diretamente, com a profundidade, a transparência da água, o pH, a temperatura, a salinidade e inversamente com a pluviometria, a biomassa, o nitrito e o nitrato.

A profundidade, segundo Branco (2001), é também considerada um parâmetro importante a ser analisado, principalmente em áreas sob forte influência da maré, que ajuda na liberação de sais nutrientes retidos no sedimento, dispersando-os na coluna d'água. No estuário estudado, este parâmetro variou em função da altura da maré e da topografia local e, de acordo com a ACP, esta variável teve uma correlação direta com a maré, a transparência da água, o pH, a temperatura e a salinidade e inversa com o nitrito, o nitrato, a biomassa fitoplanctônica e a pluviometria.

Por outro lado, a temperatura, que é uma variável física, 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 fator limitante da distribuição geográfica de muitas espécies de vegetais e animais (SIPAÚBA-TAVARES, 1998). Nos estuários tropicais, a temperatura é sempre elevada e as pequenas variações que ocorrem durante o ciclo sazonal dependem do grau de insolação e de outras condições meteorológicas. Na área estudada, a

temperatura da água mostrou uma discreta variação sazonal, sendo os valores mais baixos registrados no período chuvoso.

Com relação à distribuição espacial, houve uma discreta variação nos valores médios entre as três estações. Este padrão foi evidenciado também no sentido superfície/fundo, indicando não haver uma acentuada estratificação térmica, fato que pode estar associado à transferência de calor acumulado dos fundos lodosos e coroas, que ficam expostos durante a baixa-mar, para a massa d'água. A ausência de estratificação térmica acentuada pode permitir uma distribuição vertical mais homogênea dos nutrientes, contribuindo, dessa forma, para a comunidade fitoplanctônica. De acordo com a ACP, verificou-se que a temperatura teve uma correlação direta com a salinidade, o pH, a profundidade, a maré e a transparência da água e inversa com o nitrito, o nitrato, a biomassa fitoplanctônica e a pluviometria.

A penetração de luz em áreas estuarinas depende da turbidez da água, provocada pelo fluxo dos rios, transporte de mar aberto e pela própria mistura do ambiente (TUNDISI, 1970). Contudo, a transparência da água pode ser influenciada ainda pela chuva, acarretando uma maior lixiviação terrestre e conseqüentemente maiores quantidades de material em suspensão, reduzindo a camada fótica nos meses de maior pluviometria. Dessa forma, os fatores anteriormente mencionados, além de provocarem a absorção da luz logo nos primeiros centímetros de profundidade, diminuem a transparência da água, reduzindo assim sua camada fótica.

Na área estudada, a transparência da água variou em função da maré e do regime pluviométrico, com valores mais elevados associados às preamares e ao período de estiagem. Ainda com relação a este parâmetro foi observada uma variação espacial com valores decrescendo da estação 3 para estação 1. De acordo com a ACP, a transparência da água teve uma correlação direta com a maré, a profundidade, o pH, a temperatura e a salinidade, e uma inversa com o nitrito, o nitrato, a biomassa e a pluviometria. O mesmo padrão de sazonalidade e espacialidade foi observado por Losada (2000), no estuário dos rios Ilhetas e Mamucaba e na baía de Tamandaré (PE); Branco (2001) no sistema estuarino de Barra das Jangadas (PE); Bastos (2003), no estuário do rio Una (PE); Grego (2004), no estuário do rio Timbó, também registrou variação sazonal e espacial deste parâmetro, no entanto, naquele estuário, em alguns meses, as menores transparências ocorreram durante a preamar devido a atividades de dragagens na área.

Nas regiões estuarinas tropicais, o parâmetro hidrológico principal, depois das marés, é a salinidade (TUNDISI, op. cit.), uma vez que a temperatura tem pouca amplitude e a irradiação solar é de grande intensidade durante grande parte do ano (PASSAVANTE, 1979). Os estuários são caracterizados por marcadas variações diurnas e sazonais de salinidade. Estas variações são devidas principalmente à variação das marés e/ou ao fluxo de água doce dos rios.

Na área estudada, a salinidade apresentou uma nítida sazonalidade, com menores teores no período chuvoso. Além do regime pluviométrico, um outro fator que contribuiu para as variações de salinidade foi o regime de maré, com os maiores teores sendo registrados nas preamares. De acordo com os resultados e baseando-se na classificação de Veneza (1958, *apud* RINGUELET, 1962), observou-se que a área estudada apresentou regimes variando do oligoalino ao eualino, ocorrendo uma relação inversa da salinidade com a biomassa fitoplanctônica.

A distribuição vertical da salinidade, ao longo da área estudada, não revelou diferenças marcantes, à exceção da estação 1 nas baixas-marés, coincidindo com o observado por Lira et al. (1979), que, ao analisarem a dinâmica deste ecossistema e baseados no princípio de estratificação e circulação de Hansen; Rattray (1966) o classificaram como tipo 1, ou seja, bem misturado.

Do ponto de vista da distribuição espacial, foi observado um gradiente crescente da estação 1 para a estação 3. Na área estudada, além de existirem condições favoráveis à livre penetração da maré salina, não se verifica um fornecimento expressivo de água doce pelos cursos d'água que lá deságuam. Segundo Lira et al. (1979), o rio Arinquindá, um dos mais importantes afluentes do rio

Formoso, é paralelo à linha da praia em grande parte do seu curso, apresentando também gradiente menor que o do rio Formoso, sendo, provavelmente, pouco significante como um curso d'água que influi no processo de mistura ou de diluição das águas.

Honorato da Silva (2003), analisando a composição do microfitoplâncton da referida área, percebeu que a salinidade influenciou na distribuição das espécies, predominando as espécies marinhas eurialina.

Outro parâmetro importante para os processos bioquímicos e biológicos é o oxigênio dissolvido na água, pois além de ter ação direta no metabolismo dos organismos e de participar dos processos de oxidação da matéria orgânica, funciona como um importante indicador da qualidade do corpo hídrico e da condição do ambiente.

Na área estudada, os valores obtidos para o oxigênio dissolvido revelaram uma discreta sazonalidade, sendo esta mais evidente durante a baixa-mar, ocorrendo as menores concentrações no período chuvoso. Este fato pode ser atribuído ao aporte de águas com menores teores de oxigênio oriundas das precipitações pluviométricas, lixiviando o solo e carreando maior quantidade de matéria orgânica para o estuário.

Por outro lado foi observado que as concentrações de oxigênio variaram mais em função dos regimes de marés do que do ciclo sazonal sendo as maiores concentrações registradas nas preamares, mostrando a importância e a maior influência de águas marinhas na área, possibilitando desta forma a renovação de oxigênio no corpo hídrico. Este tipo de variação em relação às mares também foi observado por Santos-Fernandes (1997), no estuário do rio Jaguaribe-PE; Koening (1997), no estuário do rio Ipojuca-PE; Branco (2001), no sistema estuarino de Barra das Jangadas-PE.

Macêdo; Costa (1978) elaboraram um sistema de classificação para as águas estuarinas do nordeste do Brasil baseado no teor de saturação do oxigênio. Este sistema apresenta as seguintes categorias:

Zona saturada – com teores de saturação ≥ 100%;

Zona de baixa saturação – com teores de saturação ≥ 50 < 100%;

Zona semi-poluida – com teores $\geq 25 < 50\%$;

Zona poluída – com teores < 25%.

Mediante este sistema, pôde-se concluir que a área estudada, no geral, apresentou-se, durante a baixa-mar, como zona de baixa saturação e, na preamar, como zona saturada.

Quanto ao pH foi observado que este apresentou valores característicos de regiões estuarinas prevalecendo sempre alcalino, com uma discreta diminuição no período de maior intensidade de chuvas. Espacialmente observou-se um gradiente decrescente da estação 3 para a estação 1. Dados semelhantes foram observados por Nascimento (2001), na bacia do Pina (PE) e Grego (2004), no estuário do rio Timbó. De acordo com a ACP, o pH mostrou uma correlação direta com a temperatura, a salinidade, a maré e a transparência da água e uma inversa com a biomassa, o nitrito e o nitrato.

Além dos parâmetros anteriormente mencionados, destacam-se, também, nos ecossistemas estuarinos, os sais nutrientes que podem apresentar-se na forma nitrogenada (NH₃⁺-N, NO₂⁻-N e NO₃⁻-N), silicato e fosfato, e que, juntamente com a luz, podem ser fatores limitantes da produção e da biomassa fitoplanctônica. A distribuição dos nutrientes nestes corpos d'água é controlada por processos físicos, topográficos, químicos, biológicos e sedimentológicos (ANDE; XISAN, 1989), tendo como principais fontes às descargas fluviais e águas de drenagem terrestre provocadas pelas chuvas.

Na área estudada, o padrão de distribuição da concentração dos nutrientes nitrogenados (NO₂-N, NO₃-N) foi bem caracterizado por variações entre os dois regimes de marés, com teores mais elevados durante a baixa-mar. Ocorreu ainda uma sensível elevação no período de maior

precipitação pluviométrica, evidenciando uma contribuição da drenagem terrestre no aporte destes sais. Comparando-se estes dois nutrientes, verificou-se que o nitrito apresentou as mais baixas concentrações, fato esperado, uma vez que este tem a capacidade de rápida oxidação, sendo convertido em nitrato. Foi observado também que os maiores teores destes nutrientes coincidiram com as mais altas concentrações de clorofila *a*, evidenciando, dessa forma, que estes não foram limitantes do processo fotossintético, fato confirmado pela análise dos componentes principais em que nitrito e nitrato correlacionaram-se diretamente com a biomassa e a pluviometria e inversamente com a maré, a transparência da água, a profundidade, o pH, a temperatura e a salinidade. Padrão semelhante também foi evidenciado por Melo Magalhães (2000), no complexo estuarino-lagunar Mandaú/Manguaba (AL) e Grego (2004), no estuário do rio Timbó (PE).

Em relação aos teores de fosfato, estes apresentaram uma discreta variação sazonal com concentrações um pouco mais elevadas no período chuvoso, com exceção da estação 1, nos meses de novembro e dezembro/02, quando se observou concentração bem mais elevada, fato que pode ser atribuído a uma maior descarga de esgotos domésticos, uma vez que neste mesmo período Honorato da Silva (2003), estudando a composição florística da área observou que houve a dominância de *Trachelomonas* sp, que é uma espécie que para Palmer (1969), é bioindicadora de área rica em matéria orgânica. Moura (1992), ao estudar o estuário do rio Paraíba do Norte (PB) também considerou a descarga de esgotos domésticos como a principal fonte de enriquecimento deste nutriente naquele ambiente.

Quanto ao silicato, verificou-se sazonalidade em ambas as marés, sendo que, na baixa-mar, as maiores concentrações foram registradas no período de estiagem, fato que pode ser explicado por um menor consumo pelas diatomáceas, uma vez que neste período foram registradas as menores concentrações de biomassa. Já em relação às marés, foram registradas maiores concentrações nas baixas-marés em virtude do maior aporte continental. Padrão semelhante de sazonalidade foi observado por Feitosa (1996), no estuário do rio Goiana (PE) e por Flores Montes (1996), no canal de Santa Cruz (PE), onde o mesmo, além de justificar o aumento deste nutriente pelo menor consumo das diatomáceas atribuiu-o também aos processos geoquímicos e à diferença de densidade das massas d'água provocada pelo aumento da salinidade das águas costeiras marinhas.

Segundo Smayda (1983), é importante caracterizar a variabilidade da clorofila em longo prazo em diferentes regiões, não apenas como uma característica da variação natural, mas como um passo essencial para detectar qualquer efeito antrópico sobre a dinâmica do fitoplâncton em águas costeiras. Como também para Edwards et al. (2003) o entendimento da relação entre o suplemento de nutrientes e a formação da biomassa fitoplanctônica é importante para predizer e evitar eutrofizações marinhas.

Nas regiões tropicais, as maiores concentrações de clorofia *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, pois ela tanto pode contribuir com o enriquecimento de sais nutrientes, o que pode levar ao aumento da biomassa, como também pode aumentar a quantidade de material em suspensão, limitando a camada fótica, podendo afetar o desenvolvimento do fitoplâncton e diminuir as concentrações da biomassa (LOSADA, 2000).

No estuário do rio Formoso, os teores de clorofila a estiveram mais elevados durante o período chuvoso, principalmente durante a baixa-mar, fato que pode ser justificado pelo incremento de sais nutrientes derivados da drenagem terrestre pelas chuvas. Isto parece indicar não ser a luz o fator limitante no estuário, e sim que a sua biomassa está condicionada às variações de pluviometria da região, uma vez que, mesmo com a diminuição da transparência da água nesse período, verificaram-se os maiores teores. Observou-se, também, que as maiores concentrações de clorofila a ocorreram no mês de junho, onde foi registrado o maior índice pluviométrico do ano, sendo este mês o que mais contribuiu para que houvesse a variação sazonal.

Espacialmente, foi verificado que, no geral, as concentrações de clorofila *a* apresentaram valores crescentes da estação 3 para a estação 1, devendo-se ao fato da estação 1 receber um maior aporte de sais nutrientes. De acordo com a análise dos componentes principais, a biomassa teve uma correlação direta com a pluviometria, o nitrito e o nitrato e inversa com a transparência da água, a maré, a profundidade, o pH, a temperatura e a salinidade.

Padrão sazonal semelhante foi observado em áreas próximas ao estuário do rio Formoso, como o registrado por: Moura; Passavante (1994/1995) que, ao analisarem a biomassa fitoplanctônica da baía de Tamandaré (PE), condicionaram as variações de biomassa à pluviometria; por Koening (1997), no estuário do rio Ipojuca (PE), onde a autora justifica que os valores elevados de clorofila a se deram provavelmente em função de os organismos fitoplanctônicos terem produzido maior número de cloroplastos em decorrência do aumento de turbidez da água e da baixa intensidade luminosa; Bastos (2003), no estuário do rio Una (PE), que associa o aumento de clorofila a ao maior índice pluviométrico.

Já Grego (2004), analisando as variações da clorofila *a* no estuário do rio Timbó, verificou que as maiores concentrações tenderam para o período chuvoso, durante a preamar, em decorrência de uma melhor qualidade ótica da água, associada a quantidades suficientes de nutrientes. No entanto, os picos ocorridos durante o período seco na estação a montante, elevou a média mascarando o padrão sazonal do ambiente.

Essa tendência de maiores concentrações de clorofila *a* durante a preamar e/ou período seco é verificada em ambientes que já se mostram sofrendo por ação antropogênica, onde a referida maré e o período anual assumem papéis preponderantes, favorecendo uma maior diluição e transparência da água, resultando, conseqüentemente, em um melhor desenvolvimento fitoplanctônico (GREGO, op. cit.).

Através das concentrações de clorofila *a* registradas na presente pesquisa, pôde-se caracterizar o ambiente estudado como eutrófico, uma vez que os teores estiveram em média de 20,00mg.m⁻³, mostrando ser uma área capaz de dar suporte a uma comunidade de consumidores primários e, conseqüentemente, aos outros elos da teia trófica.

CONCLUSÕES

- 1- A precipitação pluviométrica e a maré foram os parâmetros que mais influenciaram na variação da biomassa e dos parâmetros hidrológicos;
- 2- o regime de salinidade variou do oligoalino para o eualino e permitiu classificar o estuário como sendo do tipo bem misturado (homogêneo);
- 3- as concentrações de oxigênio dissolvido não apresentaram valores críticos, demonstrando que a área estudada, apresenta uma alta capacidade de renovação devido o aporte de águas marinhas;
- 4- as concentrações de biomassa e de sais nutrientes caracterizaram o estuário como um ambiente eutrófico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDE, F.; XISAN, J. Tidal effect on nutrient exchange in Xiangshan Bay, China. **Marine Chemistry**, Amsterdam, v. 27, n. 3/4, p. 259-281. 1989.

ANDRADE, G. O.; LINS, R. C. **Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil**. Arquivos do Instituto Ciências da Terra da Universidade do Recife, Recife, v. 3/4, p. 17-28, 1965.

BASTOS, R. B. Variação espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros abióticos, no estuário do rio Una (Pernambuco – Brasil). **Bol. Técn. Cient. CEPENE.** Tamandaré – PE, v. 11, n.1, p. 11 – 29, 2003.

BRANCO, E. de S. Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes-Pernambuco-Brasil). 2001. 125 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) Departamento de Oceanografia. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BRASIL. Ministério da Marinha. **Tábua das marés - 2001**. Rio de Janeiro. Disponível em www.dhn.mar.mil.br/. Acesso em: 19 de julho de 2003.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE (CPRH). **Diagnóstico sócio- ambiental e ZEEC - Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro Litoral sul de Pernambuco**. Recife: CPRH, 1999, 91 p.

CONDEPE. Rio Formoso. Monografias Municipais, Recife, v. 2, 173 p. 1992.

EDWARDS, V. R.; TETT, P.; JONES, K. J. Changes in the yield of chlorophyll *a* from dissolved available inorganic nitrogen after na enrichment event applications for predicting eutrophication in coastal waters. **Continental Shelf Research.** P. 1-15. 2003.

ESKINAZI-LEÇA, E.; FRANCA, L. M. de B.; MACÊDO, S. J. de. Estudo ecológico da área de Itamaracá (Pernambuco – Brasil). XXIV. "Standing stock" do fitoplâncton do estuário do rio Botafogo, durante janeiro a dezembro/75. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 18, p. 153-192, 1984.

FEITOSA, F. A. N. **Produção primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na bacia do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil)**. Recife:1988. 270f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) — Departamento de Oceanografia. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco.

FEITOSA, F. A. N. Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica correlacionada com parâmetros abióticos no sistema estuarino do rio Goiana (Pernambuco-Brasil). São Paulo: 1996. 250f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

FIDEM. **Proteção das áreas estuarinas**. Recife, 1987. (Séries Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente), 40 p.

FLORES MONTES, M. J. Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE. Recife: 1996. 124f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco.

GRASSHOFF, F. K.; EMRHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of seawater analysis**. 2. Ed. Nova Iorque: Verlag Chemie, 1983. 419 p.

GREGO, C. K. S. Distribuição espacial e sazonal da composição e biomassa fitoplanctônica

correlacionadas com a hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista – Pernambuco). Recife: 2004. 117f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

HANSEN, D. V.; RATTRAY JR, M. New dimensions in estuary classification. **Limnol. Oceanogr.** Lawrence, v. 11, n. 3, p. 319-326, July, 1966.

HONORATO DA SILVA, M. **Fitoplâncton do estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil): Biomassa, Taxonomia e Ecologia.** Recife: 2003. 131f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

KOENING, M. L. Ecologia e dinâmica do fitoplâncton no estuário do rio Ipojuca, após a implementação do Porto de Suape (PE, Brasil). Recife: 1997. 263f. Tese (Doutorado em Botânica) Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

LIRA, L.; ZAPATA, M. C.; FONSECA, V. G. da. Aspectos da dinâmica do estuário do Rio Formoso, Pernambuco. **Caderno Ômega,** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, v. 3, n. 1/2, p. 133-156, 1979.

LOSADA, A. P. M. Biomassa fitoplanctônica relacionada 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, 368 p. 1978.

MELO MAGALHÃES, E. M. **Ecologia do fitoplâncton do complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas-Brasil**. Recife: 2000. 92f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

MIRANDA, B. M.; CASTRO, B. M.; KJERFEVE, B. Princípios de oceanografia física de estuários. São Paulo: EDUSP, 2002. 411 p.

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

MOURA, R. T. **Biomassa, produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais na baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil**. Recife: 1991. 290 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Departamento de Oceanografia. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco.

MOURA, R.; PASSAVANTE, J. Z. de O. Biomassa fitoplanctônica da Baía de Tamandaré, Rio Formoso-Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 23, p. 1-15, 1994/1995.

NASCIMENTO, F. C. R. Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica da Bacia do Pina associados com alguns parâmetros abióticos (climatológicos e hidrológicos). Recife: 2001, 141f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

RINGELET, R. A. Ecologia acuática continental. Buenos Aires, Ed. Univ. 1962. 138p.

PALMER, M. C. A composite rating of algae toleriating organic pollution. **Repr. Journal of Phycology**, vol.5, 1: 78-92, 1969.

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

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

PASSAVANTE, J. Z. de O.; GOMES, N. A.; ESKINAZI-LEÇA, E.; FEITOSA, F. A. N. Variação da clorofila e do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife: v.20, p145-154. 1987/1989.

PASSAVANTE, J. Z. de O.; FEITOSA, F. A. N. Hidrologia e plâncton da plataforma continental de Pernambuco. 2. Biomassa primária do fitoplâncton. In: ENCONTRO DE GERENCIAMENTO COSTEIRO, 3, 1989, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, p. 363-371, 1989.

SANTOS FERNANDES, T. L. dos. **Fitoplâncton do estuário do rio Jaguaribe (Itamaracá – Pernambuco – Brasil): ecologia, densidade, biomassa e produção.** Recife: 1997. 175f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

SASSI, R. Phytoplankton and environmental factors in the Paraiba do Norte river estuary, northeastern Brazil: composition, distribution and qualitative remarks. **Boletim do Instituto Oceanográfico de SP**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 93-115. 1991.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia dos sistemas de cultivos. In: VALENTI, W. C, (Ed.), **Carcinicultura de Água Doce**: Tecnologia para Produção de Camarões. Brasília. IBAMA/FAPESP, 1998. Cap. 3, p. 47-75.

SMAYDA, T. J. The plankton of estuaries. In: KETCHUM, B. H. (Ed.). **Estuaries and enclosed seas.** Amsterdam: Elsevier, 1983. cap. 4., p. 65-112.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. 2 Ed. **Bulletin Fisheries Research board of Canada**, Ottawa, n. 167, p. 1 - 211, 1972

TUNDISI, J. G. O plâncton estuarino. **Contribuições Avulsas do Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo**, v. 19, p. 1-22, 1970. (Série Oceanografia Biológica)