

## Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil

Marcos Honorato da Silva<sup>1,2</sup>, Maria da Glória Gonçalves da Silva-Cunha<sup>1</sup>, José Zanon de Oliveira Passavante<sup>1</sup>, Christiana Kelly da Silva Grego<sup>1</sup> e Kátia Muniz<sup>1</sup>

Recebido em 5/11/2007. Aceito em 15/07/2008

**RESUMO** – (Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil). Este trabalho teve como objetivo determinar as variações espaço-temporal do microfitoplâncton e variáveis ambientais no estuário do rio Formoso, litoral sul do estado de Pernambuco. As coletas ocorreram em três pontos, no período chuvoso (maio a julho/2002) e estiagem (outubro a dezembro/2002). As amostras do plâncton foram obtidas através de arrastos horizontais superficiais, com rede de abertura de malha de 64 $\mu$ m. Foram registrados *in situ* dados sobre temperatura e transparência e, concomitantemente, coletadas amostras de água utilizando a garrafa tipo Kitahara para a análise de salinidade, pH, oxigênio dissolvido, sais nutrientes e biomassa. Foram identificados 204 táxons predominando o grupo das diatomáceas (75%), destacando-se como dominantes *Chaetoceros costatus* Pavillard, *Chaetoceros curvisetus* Cleve, *Chaetoceros* sp., *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg, seguidas dos dinoflagelados (10,79%), cianofíceas (6,37%), clorofíceas (3,92%), euglenofíceas (3,43%) e silicoflagelados (0,49%). As concentrações de oxigênio demonstraram uma alta capacidade de renovação do ambiente devido ao aporte de águas marinhas; maiores concentrações de nutrientes e biomassa algácea ocorreram durante o período chuvoso e nas baixa-mares. A pluviometria e o aporte marinho foram os parâmetros que mais influenciaram na hidrologia e na distribuição da comunidade fitoplânctônica com reflexo na riqueza taxonômica.

**Palavras-chave:** distribuição espacial, ecologia, estuários, fitoplâncton, sazonalidade, taxonomia

**ABSTRACT** – (Seasonal and spatial structure of microphytoplankton in the tropical estuary of Formoso River, Pernambuco State, Brazil). This work aimed to evaluate spatial and temporal variations of the microphytoplankton and environmental variables in the Formoso River estuary, southern coast of Pernambuco state. The samples were collected at three stations, in the rainy season (May to July/2002) and dry season (October to December/2002). The plankton samples were obtained through horizontal superficial hauls, with a 64 $\mu$ m-mesh net. Temperature and transparency were recorded *in situ* and, at the same time, water samples were collected using a Kitahara bottle to analyze salinity, pH, dissolved oxygen, nutrients and biomass. A total of 204 taxa were identified with the diatom group (75%) ranking first; dominant species were *Chaetoceros costatus* Pavillard, *Chaetoceros curvisetus* Cleve, *Chaetoceros* sp., *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg, followed by the dinoflagellates (10.79%), cyanophyceae (6.37%), chlorophyceae (3.92%), euglenophyceae (3.43%) and silicoflagellates (0.49%). Oxygen concentrations evidence a high capacity of environment renewal due to sea-water input; higher concentrations of nutrients and microalgae biomass occurred during the rainy season and at low tide. The parameters rainfall and sea-water input influenced hydrology and phytoplankton community distribution to the greatest degree, contributing to species richness.

**Key word:** ecology, estuary, phytoplankton, seasonality, spatial distribution, taxonomy

### Introdução

Estudos sobre o fitoplâncton e suas respostas às variáveis ambientais representam importantes ferramentas para a compreensão e diagnóstico dos impactos, naturais e/ou antropogênicos, que ocorrem nos ecossistemas aquáticos no nível dos produtores primários.

Nos ecossistemas estuarinos, esta comunidade é influenciada pela combinação dos fatores biológicos, climatológicos e hidrológicos, sendo afetada pelas variações sazonais e diárias do ambiente, como

pluviosidade, profundidade da zona eufótica, alterações do padrão de circulação da água e mudanças na sua composição química, sendo as alterações na composição do fitoplâncton refletidas em toda a biota estuarina (Rezende & Brandini 1997).

A estrutura da comunidade fitoplânctônica associada aos fatores ecológicos tem sido objeto de pesquisa há vários anos. No Estado de Pernambuco, os estudos sobre a comunidade fitoplânctônica foram iniciados na década de 1960 com o trabalho de Eskinazi & Satô (1963), com a descrição e ilustração das diatomáceas da praia de Piedade, Jaboatão dos Guararapes.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Av. Arquitetura s.n., Cidade Universitária, 50730-540 Recife, PE, Brasil

<sup>2</sup> Autor para correspondência: honorato@ufpe.br

A partir deste, vários trabalhos que visam o conhecimento desta comunidade vêm sendo realizados em diversos ambientes costeiros, destacando-se as regiões estuarinas. O primeiro trabalho nestes ecossistemas foi desenvolvido por Ottmann *et al.* (1965/1966), que fizeram referência a algumas espécies de microalgas ocorrentes no estuário de Barra das Jangadas, Jaboatão dos Guararapes.

Estes estudos foram intensificados na década de 1970 e um dos ecossistemas mais estudados é o de Itamaracá, litoral norte do estado, abrangendo o canal de Santa Cruz e os rios que nele deságuam. Entre os trabalhos realizados nesta área estão os de: Eskinazi-Leça *et al.* (1980), que destacaram as diatomáceas como o grupo mais importante, Barros-Franca *et al.* (1981), dando início ao estudo quantitativo do fitoplâncton pelo método de Utermöhl no estuário do rio Botafogo; Passavante (1987/1989) contribuiu com o primeiro trabalho sobre produtividade e biomassa fitoplanctônica no canal de Santa Cruz; Silva-Cunha *et al.* (1987/1989), que estudou a comunidade fitoplanctônica na área estuarina do rio Timbó, entre outros.

No estuário do rio Formoso, situado no litoral sul do estado, em uma área de proteção ambiental, estes estudos são bastante escassos existindo apenas a contribuição de Lira & Fonsêca (1980), que abordaram a flora diatomológica na distribuição faciológica e de Honorato da Silva *et al.* (2004), que avaliaram a distribuição da biomassa fitoplanctônica correlacionada aos parâmetros ambientais, não existindo trabalhos sobre as variações espaço-temporal do microfítocoplâncton e sua inter-relação com as variáveis ambientais.

Os ecossistemas estuarinos vêm sendo afetados drasticamente, devido às perturbações antrópicas, resultado do aumento populacional e crescimento industrial nos últimos anos. Além disto, os estuários são caracterizados como zonas de transição e onde persistem condições de instabilidade, havendo ocorrência de constantes alterações determinadas pelos parâmetros físicos e químicos, com períodos de maior influência terrestre e outros de maior influência oceânica. Essas alterações promovem respostas fisiológicas e estruturais causando profundas modificações no desenvolvimento, sobrevivência e dispersão dos organismos fitoplanctônicos (Eskinazi-Leça *et al.* 2004).

Diante disto e da importância do estuário do rio Formoso para população local, vários estudos vêm sendo realizados na área, visando o conhecimento da ecologia bem como o monitoramento de ação antropogênica. Dentre estes podem ser citados os trabalhos de: Lira *et al.* (1979), que avaliaram os aspectos da dinâmica do rio; Neumann-Leitão *et al.* (1994/1995), que determinaram a composição da comunidade zooplânctô-

nica; Sônia-Silva & Rocha (1999), que estudaram a prospecção da macrofauna bêntica no manguezal; Sônia-Silva *et al.* (2000) avaliaram as atividades pesqueiras artesanais e a relação com a malacofauna; Sônia-Silva *et al.* (2006) estudaram a pesca artesanal do camarão *Litopenaeus schimitt*.

Para contribuir com os estudos neste ecossistema, foi desenvolvido este trabalho com o objetivo de determinar a estrutura e as variações espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica e das variáveis ambientais.

## Material e métodos

O município de Rio Formoso está situado na região fisiográfica da Mata Meridional de Pernambuco, a 92 km de Recife. Parte de seu território está incluída em uma Área de Proteção Ambiental – APA (Decreto Estadual n. 19.635, de 13 de março de 1997), denominada APA de Guadalupe, que se localiza na porção meridional do litoral sul do estado de Pernambuco, abrangendo parte dos municípios de Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré e Barreiros (CPRH 1998).

Hidrograficamente este município 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 (Fig. 1), situado entre as coordenadas geográficas 8°39'–8°42'S e 35°10'–35°05'W, com uma área aproximada de 2.724 hectares (FIDEM 1987).

O rio Formoso tem uma extensão de 12 km e nasce na porção noroeste do município de mesmo nome. Próximo à desembocadura, localizada entre o pontal de Guadalupe e a praia dos Carneiros, recebe o Ariquindá e seu afluente União, dois importantes componentes de sua bacia. Ao longo do seu percurso recebe despejos domésticos e resíduos provenientes da agroindústria açucareira (CPRH 1999).

Para realização deste trabalho, foram feitas coletas para o estudo do microfítocoplâncton e variáveis ambientais durante o período chuvoso (maio a julho/2002) e de estiagem (outubro a dezembro/2002), nas baixa-mares e preamares de um mesmo dia, em três pontos de coletas, em maré de sizígia, na camada superficial, exceto para temperatura e salinidade, analisadas em superfície e fundo.

O ponto de coleta 1, localizado à montante do estuário, na parte onde ainda é navegável durante a baixamar; o ponto 2, na confluência do rio Formoso com o rio dos Passos, e o ponto 3 na foz do estuário próximo à desembocadura do rio Ariquindá (Fig. 1).

Os dados de precipitação pluviométrica foram provenientes da Estação Meteorológica de Porto de Galinhas, PE. As coletas de água foram realizadas através

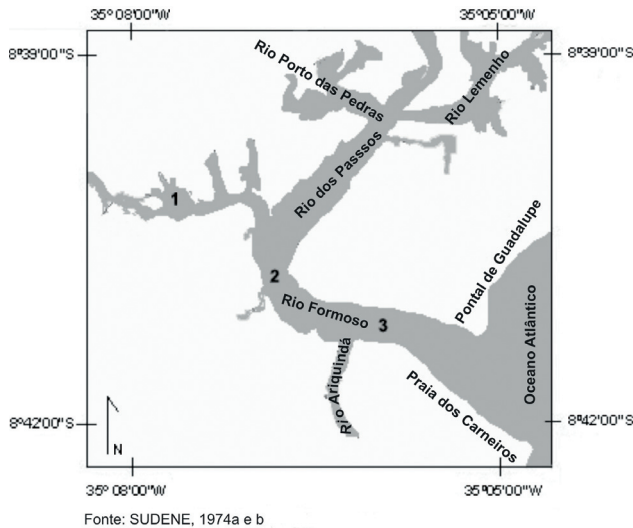


Figura 1. Localização do estuário do rio Formoso, PE, Brasil, evidenciando os pontos de coletas (1, 2 e 3).

de garrafas oceanográficas de Kitahara. A temperatura foi determinada através de um termômetro digital; a transparência da água por meio do disco de Secchi; a salinidade pelo método indireto de Morh-Knudsen; o oxigênio dissolvido pelo método de Winkler; estes últimos descritos por Strickland & Parsons (1972); para taxa de saturação do oxigênio foi utilizado a International Oceanographic Tables (UNESCO 1973); o pH através de um pH-metro Beckman, tipo Zeromatic II; os sais nutrientes (nitrito, nitrato e fosfato) foram determinados de acordo com Strickland & Parsons (1972) e o silicato, segundo Grasshoff *et al.* (1983).

A biomassa fitoplanctônica foi estimada através da determinação da clorofila *a* pelo método espectrofotométrico da UNESCO (1966) após extração em acetona a 90% por 24 horas. As leituras foram obtidas no espectrofotômetro Micronal B-280 e os resultados expressos em  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

As amostras de plâncton foram coletadas em arrastos horizontais superficiais com duração de 3 minutos, à velocidade de um nó (1852 m/h), com uma rede de plâncton de abertura de malha igual a  $64\ \mu\text{m}$ , sendo o material coletado e imediatamente fixado em formol neutro a 4% e armazenadas no Laboratório de Fitoplâncton do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco.

A identificação das algas foi realizada com o auxílio de um microscópio óptico Bausch & Lomb com aumento final de 400x utilizando-se as obras de Perágallo & Perágallo (1897-1908); Cupp (1943), Hustedt (1961-1966) e Round *et al.* (1992), para as diatomáceas; Sournia (1967; 1986) e Wood (1968) para dinoflagelados; Chretiénot-Dinnet *et al.* (1990) e Desikachary (1959) para clorofíceas, euglenofíceas e

cianofíceas, respectivamente. Para o enquadramento ecológico dos táxons identificados foram utilizados os trabalhos de Silva-Cunha & Eskinazi-Leça (1990) e Moreira Filho *et al.* (1994/1995).

A abundância relativa de cada táxon foi calculada a partir da contagem direta dos organismos e os resultados transformados em porcentagens, utilizando-se a seguinte fórmula:  $A = N \cdot 100/n$ , onde:  $A$  = abundância relativa;  $N$  = número de indivíduos do táxon identificado e  $n$  = número total de indivíduos.

Para sua interpretação foram utilizadas as categorias espécies abundantes e dominantes de acordo com Lobo & Leighton (1986).

A frequência de ocorrência ( $F$ ) foi expressa em porcentagem, levando-se em consideração o número de amostras, nas quais cada táxon ocorreu e o número total de amostras analisadas, tendo sido aplicada a fórmula:  $F = A \cdot 100/a$ , onde,  $A$  = número de amostras em que o táxon ocorreu e  $a$  = número total de amostras.

Em função do valor da frequência de ocorrência, os táxons foram classificados em muito freqüente (ocorreram em mais de 70% das amostras analisadas), freqüente, (ocorreram em mais de 40% e menos de 70% das amostras), pouco freqüente (ocorreram em mais de 10% e menos de 40% das amostras) e esporádica (ocorreram em menos de 10% das amostras).

A riqueza específica (número de táxons) correspondeu ao número total de táxons presentes em cada amostragem. Com os dados obtidos na análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica, foram estimados a diversidade específica ( $H'$ ), baseada em Shannon (1948), e a equitabilidade ( $J$ ) segundo Pielou (1977), considerando-se equitativa os valores superiores a 0,50.

A análise multivariada dos resultados foi realizada através da análise dos componentes principais, obtida do coeficiente de correlação momento-produto de Pearson, com a matriz inicial formada com as espécies com frequência de ocorrência  $\geq 80\%$ , juntamente com os parâmetros ambientais, e do cálculo dos autovetores e autovalores da matriz de dispersão através do programa NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System), da Exeter Software, New York - EUA.

Para verificar a existência de diferenças entre as variáveis estudadas em relação aos períodos sazonais, pontos de coletas e marés foi utilizado o Teste de Student (teste-t), onde  $p \leq 0,05$  foi considerado significativo.

## Resultados e discussão

A média mensal de chuvas para região mostrou a ocorrência de um ciclo sazonal bem definido com diferença significativa entre os períodos ( $p = 0,002$ ),

caracterizado por um período chuvoso (março-agosto) e um de estiagem (setembro-fevereiro), tendo valor máximo sido registrado em junho/2002 (446 mm) e o mínimo em dezembro/2002 (20 mm) (Fig. 2).

Vários pesquisadores têm salientado a influência e importância que a precipitação pluviométrica exerce sobre os parâmetros bióticos e abióticos. Segundo Sassi (1991), em áreas tropicais e subtropicais o regime pluviométrico é um dos principais fatores que controlam a distribuição, abundância e dinâmica sazonal do fitoplâncton.

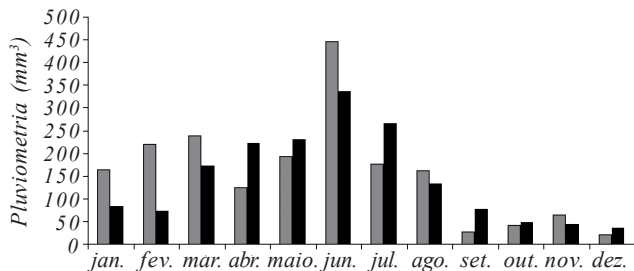


Figura 2. Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) em 2002 e da média mensal dos últimos doze anos (1991-2002), registrada na Estação Meteorológica de Porto de Galinhas, Ipojuca, PE, Brasil (■ = Total de chuvas (2002); ■ = Média histórica mensal).

Para o litoral sul de Pernambuco, verificou-se que durante a realização deste trabalho, a pluviometria alcançou índices semelhantes ao registrado pela média dos últimos 20 anos para região (Fig. 2). Desta forma, evidenciou-se a influência sazonal direta ou indireta sobre os parâmetros hidrológicos e biológicos do estuário do rio Formoso, condicionando, durante o período chuvoso, menores valores de temperaturas, transparência da água e salinidade, além de maiores concentrações de sais nutrientes (Tab. 1). Estas variações no regime pluviométrico e conseqüente alterações na dinâmica do estuário também foram observadas em outras regiões como no estuário do rio Timbó, PE (Grego *et al.* 2004) e no rio Una, PE (Bastos *et al.* 2005).

A temperatura da água apresentou pequenas variações oscilando de 24,5 a 29,5 °C (Tab. 1), com valores mais elevados durante o período de estiagem apresentando diferença significativa entre os períodos ( $p = 0,002$ ). Entretanto essa diferença não foi observada entre os pontos de amostragem, padrão também evidenciado no sentido superfície/fundo, indicando não haver estratificação térmica na coluna de água ( $p = 0,440$ ).

A transparência da água variou de 0,25 a 3,67 m, com menores valores durante o período chuvoso (Tab. 1), mas não houve diferença significativa entre os períodos ( $p = 0,280$ ). A redução da transparência no período chuvoso não chegou a limitar o desenvolvimento do fitoplâncton, uma vez que foi verificado um aumento da biomassa fitoplanctônica, diferentemente do que foi

observado por Feitosa *et al.* (1999), na bacia do Pina, PE, onde a transparência da água foi um fator limitante promovendo a redução da biomassa fitoplanctônica durante este período.

A salinidade apresentou valores que variaram de 1,33 a 36,30‰, observando-se uma sazonalidade, com maiores teores no período de estiagem com um gradiente crescente do ponto de coleta 1 para o ponto 3 (Tab. 1). Assim como a temperatura, a distribuição vertical da salinidade não revelou diferença significativa ( $p = 0,080$ ), 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), classificaram-no como tipo 1, ou seja, bem misturado. Este parâmetro foi um dos mais significativos, segundo a Análise dos Componentes Principais (Tab. 2), onde pôde-se observar uma relação direta com a maré, transparência, temperatura, profundidade e pH.

O oxigênio dissolvido (OD) e a taxa de saturação de oxigênio não apresentaram variação sazonal significativa ( $p = 0,600$ ), estando relacionados ao fluxo das marés ( $p = 0,001$ ). Os menores valores foram registrados durante a baixa-mar, revertendo-se na preamar com maiores valores em decorrência dos processos dominantes de mistura pela penetração das águas marinhas. O ambiente apresentou valores de oxigênio dissolvido entre 2,92 e 6,25 mL L<sup>-1</sup> e os valores de saturação de oxigênio variaram de 54,2 a 135,7% (Tab. 1). A variação do oxigênio dissolvido em relação às marés também foi observada por Santiago *et al.* (2004), no estuário do rio Pisa Sal, RN, e Melo-Magalhães *et al.* (2004), no sistema estuarino lagunar Mundaú/Manguaba, AL.

Mediante o sistema de classificação de Macêdo & Costa (1978), a área estudada apresentou-se, durante a baixa-mar, como zona insaturada (50-100%) e, na preamar, como zona saturada (100%). Portanto, este parâmetro foi um importante indicador de que a área apresenta uma grande capacidade de renovação devido ao aporte de águas marinhas mesmo recebendo impactos oriundos do lançamento de efluentes domésticos em sua porção superior, como relataram Lima *et al.* (2000).

O pH da água apresentou-se alcalino variando de 7,05 a 8,88 (Tab. 1), com valores mais elevados durante as preamares ( $p = 0,030$ ). Estes resultados são justificados pelo maior aporte de águas marinhas uma vez que, de acordo com Lira *et al.* (1979), a área estudada, além de apresentar condições favoráveis à livre penetração de maré salina, não se verifica um fornecimento expressivo de água doce pelos cursos de água que lá deságuam.

A distribuição da concentração dos sais nutrientes foi bem caracterizada por variações entre os dois regimes

Tabela 1. Dados hidrológicos no estuário do rio Formoso, PE, Brasil, durante o período chuvoso (maio a julho/2002) e de estiagem (outubro a dezembro/2002).

Período/Maré/Parâmetros	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3		
	Maio	Jun	Jul	Maio	Jun	Jul	Maio	Jun	Jul
<b>CHUVOSO</b>									
<i>Baixa-mar</i>									
Temp. °C Superfície	27,20	24,80	24,50	28,20	25,20	25,30	28,10	24,90	25,50
Temp. °C Fundo	27,40	25,00	24,60	27,10	25,20	25,30	27,60	25,00	25,40
Transp. da água (m)	1,10	0,25	0,97	1,70	0,50	1,37	1,80	0,60	1,73
Salinidade (‰) superf.	19,80	1,33	7,60	26,20	10,70	18,10	27,30	14,40	21,10
Salinidade (‰) fundo	23,50	4,50	15,10	28,00	18,20	19,50	28,30	17,90	23,60
pH	7,50	7,05	7,93	7,70	7,41	7,54	7,90	7,65	8,46
Ox. Dissolvido (mL L <sup>-1</sup> )	3,02	3,92	3,02	2,92	3,88	3,45	3,24	4,02	4,09
Tx. de Sat. O <sub>2</sub> (%)	61,00	67,90	54,20	62,00	71,70	66,70	69,30	75,70	80,60
Nitrato (µM)	0,22	0,35	0,30	0,27	0,43	0,24	0,10	0,41	0,22
Nitrato (µM)	2,71	0,50	0,55	1,68	6,30	2,46	1,46	3,48	2,02
Silicato (µM)	36,73	34,39	39,85	32,80	39,54	45,91	31,87	46,21	49,11
Fosfato (µM)	0,22	0,25	0,22	0,16	0,18	0,23	0,13	0,19	0,17
<i>Preamar</i>									
Temp. °C Superfície	28,70	25,90	26,00	28,40	26,90	26,20	28,50	26,90	26,20
Temp. °C Fundo	28,00	26,20	26,10	28,20	26,90	26,20	28,00	26,30	25,80
Transp. da água (m)	1,40	0,90	1,17	2,00	2,40	2,40	2,50	2,10	2,50
Salinidade (‰) superf.	28,60	13,90	18,10	34,20	26,70	26,30	34,20	28,90	32,20
Salinidade (‰) fundo	28,90	18,70	23,80	33,70	29,10	28,70	34,20	29,90	32,80
pH	7,82	7,57	8,34	8,11	8,13	8,70	8,22	8,11	8,88
Ox. Dissolvido (mL L <sup>-1</sup> )	3,67	4,08	4,53	4,86	5,49	6,25	4,97	5,58	5,93
Tx. de Sat. O <sub>2</sub> (%)	79,40	78,00	88,40	108,20	114,60	131,50	110,70	117,90	125,90
Nitrato (µM)	0,19	0,48	0,24	0,01	0,16	0,05	0,04	0,18	0,06
Nitrato (µM)	1,27	3,53	2,43	0,80	1,98	1,33	1,14	2,91	0,06
Silicato (µM)	32,87	23,07	52,98	18,02	24,20	23,48	11,75	31,06	21,08
Fosfato (µM)	0,12	0,24	0,07	0,12	0,21	0,18	0,18	0,21	0,19
<b>ESTIAGEM</b>									
<i>Baixa-mar</i>									
Temp. °C Superfície	27,40	27,30	29,20	28,30	28,00	28,70	27,60	27,90	28,70
Temp. °C Fundo	27,20	27,70	29,50	27,60	28,10	29,10	27,60	28,00	28,80
Transp. da água (m)	1,13	1,20	1,20	1,94	1,60	1,80	1,71	1,50	2,75
Salinidade (‰) superf.	21,30	21,30	20,20	30,90	30,70	32,80	30,40	31,20	33,40
Salinidade (‰) fundo	24,20	26,60	27,70	29,30	30,10	33,60	31,50	31,50	33,70
pH	7,99	8,05	7,98	7,94	8,07	8,29	7,73	8,14	7,97
Ox. Dissolvido (mL L <sup>-1</sup> )	4,09	4,15	3,69	4,35	4,16	2,95	4,71	4,78	3,16
Tx. de Sat. O <sub>2</sub> (%)	83,29	84,20	77,04	95,60	90,24	65,85	105,68	103,91	70,38
Nitrato (µM)	0,14	0,00	0,08	0,20	0,15	0,02	0,13	0,00	0,09
Nitrato (µM)	0,01	0,71	0,39	0,01	0,50	0,51	0,03	0,26	0,41
Silicato (µM)	21,57	59,18	37,87	23,80	26,50	55,03	75,63	32,88	66,54
Fosfato (µM)	0,13	0,77	0,51	0,14	0,08	0,17	0,04	0,09	0,31
<i>Preamar</i>									
Temp. °C Superfície	28,80	29,00	29,50	27,70	28,00	29,10	27,70	27,80	28,40
Temp. °C Fundo	28,30	28,20	29,30	27,70	27,90	28,80	27,10	27,90	27,70
Transp. da água (m)	1,74	1,40	1,90	2,69	1,90	1,30	3,67	2,00	3,20
Salinidade (‰) superf.	29,30	30,10	33,10	35,00	34,20	36,10	35,00	35,00	36,30
Salinidade (‰) fundo	32,00	32,00	34,50	35,30	35,00	36,10	34,50	35,00	35,80
pH	7,97	8,15	8,08	8,16	8,19	8,21	8,22	8,00	8,35
Ox. Dissolvido (mL L <sup>-1</sup> )	4,83	5,12	3,69	5,51	6,12	4,63	5,23	6,12	4,74
Tx. de Sat. O <sub>2</sub> (%)	105,68	112,53	83,30	122,17	135,40	105,23	115,96	135,70	107,00
Nitrato (µM)	0,02	0,06	0,03	0,00	0,05	0,00	0,04	0,21	0,00
Nitrato (µM)	0,02	0,48	0,14	0,02	0,33	0,52	0,02	0,31	0,00
Silicato (µM)	19,17	34,52	25,60	7,14	22,03	21,86	14,29	17,91	28,73
Fosfato (µM)	0,02	0,09	0,14	0,03	0,00	0,12	0,12	0,12	0,32

Tabela 2. Contribuição das espécies fitoplanctônicas e dos parâmetros ambientais aos três primeiros componentes principais no estuário do rio Formoso, PE, Brasil.

Táxon e parâmetros	Fator 1 (31,74%)	Fator 2 (14,12%)	Fator 3 (10,90%)
<i>Bacillaria paxillifera</i>	0.0676	0.5146	<b>0.5928</b>
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	-0.1318	-0.4547	0.3641
<i>Coscinodiscus centralis</i>	-0.0123	-0.2712	0.3854
<i>Lithodesmium undulatum</i>	-0.2562	-0.0284	<b>0.6963</b>
<i>Nitzschia sigma</i>	<b>-0.6978</b>	0.2487	-0.2671
<i>Odontella mobiliensis</i>	0.1539	<b>0.5671</b>	0.3865
<i>Paralia sulcata</i>	0.2954	-0.3135	0.4777
Oxigênio dissolvido	0.4307	<b>-0.5375</b>	-0.1156
Taxa de Saturação do O <sub>2</sub>	-0.1919	-0.2772	0.0561
Salinidade	<b>0.9443</b>	0.0356	0.0722
Temperatura	<b>0.7394</b>	0.3584	-0.1149
pH	<b>0.6814</b>	-0.2651	0.0545
Nitrito	<b>-0.8390</b>	-0.2250	0.1922
Nitrato	<b>-0.5985</b>	-0.4171	0.3610
Fosfato	-0.2711	0.3527	-0.3291
Silicato	-0.3552	<b>0.5878</b>	0.4656
Biomassa	<b>-0.7425</b>	-0.2239	-0.2568
Pluviometria	<b>-0.6888</b>	-0.5479	0.0773
Profundidade	0.4766	-0.4371	0.3144
Maré	<b>0.5314</b>	-0.5279	-0.2751
Transparência da água	<b>0.8110</b>	-0.0695	-0.0435

de marés, com teores mais elevados durante a baixa-mar e no período chuvoso. Os teores de nitrito e nitrato variaram de valores indetectáveis a 0,48 e 6,30  $\mu\text{M}$  respectivamente, apresentando uma diferença significativa entre os períodos ( $p = 0,020$  e  $p = 0,004$ ). O fosfato variou de valores indetectáveis a 0,77  $\mu\text{M}$ , enquanto o silicato oscilou de 7,14 a 75,63  $\mu\text{M}$ , sendo significativamente diferentes em relação às marés ( $p = 0,002$ ) (Tab. 1). Estes valores mais elevados durante o período chuvoso e nas baixa-mares devem-se ao maior aporte de água doce no estuário, tanto em decorrência da contribuição dos rios como pela lixiviação do solo devido ao aumento do índice pluviométrico no período.

Os valores de sais nutrientes registrados no estuário do rio Formoso foram considerados semelhantes aos descritos por Rosevel *et al.* (2005) na baía de Tamandaré, PE, porém baixos quando comparados aos registrados por Persich *et al.* (1996), no estuário da Lagoa dos Patos, RS; por Giancesella *et al.* (2000), no canal de Bertioiga, SP; Grego *et al.* (2004), no estuário do rio Timbó, PE; estuários estes considerados como ambientes que vêm sofrendo grandes impactos antropogênicos.

Os baixos valores dos nutrientes registrados no estuário do rio Formoso podem ser explicados pelo consumo através do fitoplâncton, uma vez que os valores de biomassa foram relativamente altos, e pela diluição, devido ao aporte de águas marinhas.

A comunidade fitoplanctônica identificada esteve

representada por 204 táxons infragenéricos distribuídos nas divisões: *Bacillariophyta* (153), *Dinophyta* (22), *Cyanophyta* (13), *Chlorophyta* (oito), *Euglenophyta* (sete) e *Chrysophyta* (um), com predomínio de espécies marinhas neríticas e/ou oceânicas em todos os pontos de coleta (Tab. 3).

A diversidade fitoplanctônica registrada na área pode ser atribuída à heterogeneidade ambiental composta pelo mangue, recifes de arenito na desembocadura do rio Formoso, além da mistura dos fluxos marinhos e limnéticos e as características físicas e químicas, peculiares dos estuários.

Este número de táxons é compatível com os estudos de outras regiões: Santiago *et al.* (2004) encontraram 210 táxons no estuário do rio Pisa Sal, RN; Macêdo *et al.* (2005) registraram 266 táxons em Barra das Jangadas, PE; Rosevel *et al.* (2005) identificaram 203 táxons na baía de Tamandaré e estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba, PE. Nestes ecossistemas, também foi observado o predomínio das diatomáceas, destacando-se tanto na diversidade de espécies quanto no número de células.

Dentre as diatomáceas de maior destaque na área estudada, tanto em frequência de ocorrência como em abundância relativa, foram registradas: *Chaetoceros curvisetus* Cleve, *Chaetoceros costatus* Pavillard, *Chaetoceros* sp. 1, *Chaetoceros lorenzianus* Grunow, *Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Cleve, *Surirella febigerii* Lewis, *Entomoneis alata* Ehrenberg, *Petrodictyon gemma* (Ehrenberg) D.G. Mann; *Bellerochea malleus* (Brightwell) van Heurck, *Cerataulus turgidus* Ehrenberg, *Fragilaria capuccina* Desmazières, *Pleurosigma* sp., *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reiman & Lewis, *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg, *Thalassionema nitzschioides* Grunow, *Odontella mobiliensis* (Bailey) Grunow, *Bacillaria paxillifera* (Müller) Hendey, *Lithodesmium undulatum* Ehrenberg, *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve e *Nitzschia sigma* (Kutzing) Wm. Smith.

Segundo Procopiak *et al.* (2006), as diatomáceas constituem o grupo mais representativo em regiões estuarinas e correspondem aos principais produtores desses ecossistemas. A abundância destes organismos nestas áreas está condicionada às suas características de eurialinidade, associados às condições eutróficas. Este fato vem sendo observado em várias regiões, como os reportados por Sassi & Kutner (1982), em Cananéia, São Paulo; Brandini (1985), na baía de Paranaguá, PR; Avaria *et al.* (1999) no estrecho de Magallanes, Chile; Lacerda *et al.* (2004) no estuário do rio Botafogo, PE; Melo-Magalhães *et al.* (2004) no estuário lagunar Mundaú/Manguaba, AL.

A maioria das espécies fitoplanctônicas identificadas

Tabela 3. Lista de espécies, frequência de ocorrência, local e habitat do fitoplâncton presente nos três pontos de coletas do estuário do rio Formoso, PE, Brasil. MF = Muito Freqüente, F = Freqüente, PF = Pouco Freqüente, E = Esporádica, MO = Marinha Oceânica, MN = Marinha Nerítica, TM = Ticoplancônica Marinha, E = Estuarina, D = Dulciaquícola, 1,2,3 = Pontos de coletas em que o táxon foi registrado.

Táxons	Freqüência (%)/ Categoria	Local	Habitat
<b>CYANOPHYTA</b>			
<i>Chroococcus</i> sp.	2.78	E	3
<i>Synechococcus</i> sp.	13.89	PF	1,2,3
<i>Merismopedia punctata</i> Meyer	16.67	PF	1,2,3
<i>Trichodesmium erytraeum</i> Ehr.	11.11	PF	1,2,3
<i>Spirulina</i> sp.	5.56	E	2
<i>Oscillatoria formosa</i> Bory	2.78	E	1
<i>O. princeps</i> Vancher	13.89	PF	1,2
<i>Oscillatoria</i> sp. 1	72.22	MF	1,2,3
<i>Oscillatoria</i> sp. 2	25.00	PF	1,2,3
<i>Lyngbya</i> sp.	2.78	E	1
<i>Anabaena</i> sp.	13.89	PF	1,2,3
<i>Nostoc</i> sp.	5.56	E	1,3
<i>Chamaesiphon</i> sp.	2.78	E	2
<b>EUGLENOPHYTA</b>			
<i>Euglena acus</i> Ehr.	30.56	PF	1,2,3
<i>E. pisciformis</i> Klebs	2.78	E	1
<i>Euglena rubra</i> Hardy	2.78	E	2
<i>Euglena</i> sp. 1	75.00	MF	1,2,3
<i>Euglena</i> sp. 2	8.33	E	2
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	2.78	E	1
<i>Trachelomonas</i> sp.	22.22	PF	1,2,3
<b>DINOPHYTA</b>			
<i>Prorocentrum micans</i> Ehr.	2.78	E	2
<i>P. gracile</i> Schütt	2.78	E	2
<i>Dinophysis caudata</i> Saville Kent	11.11	PF	1,2,3
<i>Gymnodinium</i> sp.	13.89	PF	1,2,3
<i>Ceratium contortum</i> (Gourret) Cleve	5.56	E	2
<i>C. furca</i> (Ehr.) Clap. & Lachmann	30.56	PF	1,2,3
<i>C. fusus</i> (Ehr.) Dujardim	16.67	PF	1,2,3
<i>C. horridum</i> (Cleve) Gran	2.78	E	3
<i>C. macroceros</i> (Ehr.) Vänhoffen	5.56	E	3
<i>C. massiliense</i> (Gourret) Jörgensen	5.56	E	2,3
<i>C. pentagonum</i> Gourret	11.11	PF	2,3
<i>C. teres</i> Kofoid	11.11	PF	1,2,3
<i>C. trichoceros</i> (Ehr.) Kofoid	5.56	E	2,3
<i>C. tripos</i> (Müller) Nitzsch.	19.44	PF	2,3
<i>Ceratium</i> sp.	5.56	E	3
<i>Ceratocorys</i> sp.	2.78	E	3
<i>Protoperidinium granii</i> (Ostenfeld) Balech	13.89	PF	1,2,3
<i>P. venustum</i> (Matzenaver) Balech	30.56	PF	1,2,3
<i>Protoperidinium</i> sp. 1	30.56	PF	1,2,3
<i>Protoperidinium</i> sp. 2	2.78	E	2
<i>Pyrophacus horologicum</i> Stein	36.11	PF	1,2,3
<i>Pyrophacus</i> sp.	5.56	E	2,3
<b>BACILLARIOPHYTA</b>			
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.) Cleve	8.33	E	2,3
<i>T. leptopus</i> (Grun.) Hasle & Frywell	2.78	E	1
<i>Thalassiosira</i> sp.	27.78	PF	1,2,3
<i>Melchersiella hexagonalis</i> C. Teixeira	19.44	PF	1,2,3
<i>Melosira dubia</i> Kutzing	47.22	F	1,2,3
<i>M. moniliformis</i> (Muller) Agardh	8.33	E	1,3
<i>Melosira</i> sp.	19.44	PF	1,2,3
<i>Hyalodiscus subtilis</i> Greville	13.89	PF	1,2,3
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	86.11	MF	1,2,3
<i>Paralia</i> sp.	5.56	E	1,2
<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehr.	91.67	MF	1,2,3
<i>C. oculusiridis</i> Ehr.	33.33	PF	1,2,3

continua

Tabela 3 (continuação)

Táxons	Frequência (%) / Categoria	Local	Habitat
<i>Coscinodiscus nitidus</i> Gregory	8.33 E	1,2,3	MN
<i>Coscinodiscus</i> sp.	63.89 MF	1,2,3	
<i>Palmeria hardmanniana</i> Greville	2.78 E	2	MN
<i>Actinopterychus splendens</i> (Shaldbolt) Ralfs	5.56 E	1,3	TM
<i>A. undulatus</i> (Bailey) Ralfs.	22.22 PF	1,2,3	TM
<i>Actinopterychus</i> sp.	5.56 E	1,2,3	
<i>Triceratium alternans</i> Bailey	2.78 E	1	TM
<i>T. contortum</i> Shaldbolt	5.56 E	2	TM
<i>T. pentacrinus</i> Ehr.	11.11 PF	2,3	TM
<i>Triceratium</i> sp.	5.56 E	3	
<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) Agardh	13.89 PF	1,2,3	TM
<i>O. longicruris</i> (Greville) Holan	8.33 E	1,2,3	MN
<i>O. mobiliensis</i> (Bailey) Grunow	100.00 MF	1,2,3	MN
<i>O. regia</i> (Shultz.) Hendey	36.11 PF	1,2,3	MN
<i>O. rhombus</i> (Ehr.) Kutzing	2.78 E	2	TM
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehr.) Campère	2.78 E	3	MN
<i>Cerataulus smithii</i> Ralph in Pritchard	8.33 E	3	TM
<i>C. turgidus</i> Ehr.	58.33 MF	1,2,3	TM
<i>Biddulphia biddulphiana</i> Smith	41.67 F	1,2,3	TM
<i>B. tridens</i> Ehr.	8.33 E	2,3	MN
<i>Biddulphia</i> sp.	5.56 E	1,2	
<i>Isthmia enervis</i> Ehr.	30.56 PF	1,2,3	TM
<i>Terpsinoe musica</i> Ehr.	16.67 PF	1,2,3	TM
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve	11.11 PF	1,2,3	MO
<i>H. sinensis</i> Greville	5.56 E	1,3	MN
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	13.89 PF	1,2,3	MO
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) vanHeurck	58.33 MF	1,2,3	MO
<i>Heliotheca thamensis</i> Shrubsole (Ricard)	33.33 PF	1,2,3	MO
<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehr.	91.67 MF	1,2,3	MO
<i>Ditylum brightwellii</i> (West.) Grunow	2.78 E	1	MN
<i>Corethron hystrix</i> Hensen	11.11 PF	1,2,3	MO
<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell	5.56 E	1,3	MN
<i>R. robusta</i> Norman	2.78 E	2	MO
<i>R. setigera</i> Brightwell	36.11 PF	1,2,3	MO
<i>R. styliformis</i> Brightwell	16.67 PF	1,2,3	MO
<i>Rhizosolenia</i> sp.	13.89 PF	1,2,3	
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	16.67 PF	1,2,3	MO
<i>Pseudosolenia calcaravis</i> (Schultze) Sundström	19.44 PF	1,2,3	MO
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	38.89 PF	1,2,3	MO
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	22.22 PF	1,2,3	MO
<i>C. brevis</i> Schütt	19.44 PF	1,2,3	MO
<i>C. coarctatus</i> Lauder	5.56 E	1,3	MO
<i>C. compressus</i> Lauder	22.22 PF	1,2,3	MO
<i>C. costatus</i> Pavillard	33.33 PF	1,2,3	MN
<i>C. curvisetus</i> Cleve	66.67 MF	1,2,3	MN
<i>C. danicus</i> Cleve	5.56 E	1,3	MN
<i>C. debilis</i> Cleve	2.78 E	1	MN
<i>C. decipiens</i> Cleve	30.56 PF	1,2,3	MN
<i>C. didymus</i> Ehr.	2.78 E	2	MO
<i>C. diversus</i> Cleve	19.44 PF	1,2,3	MO
<i>C. lorenzianus</i> Grunow	80.56 MF	1,2,3	MN
<i>C. peruvianus</i> Brightwell	5.56 E	1,2	MO
<i>C. subtilis</i> Cleve	33.33 PF	1,2,3	MN
<i>C. teres</i> Cleve	27.78 PF	1,2,3	MN
<i>C. pseudocurvisetus</i> Mangin	2.78 E	2	MN
<i>Chaetoceros</i> sp. 1	63.89 MF	1,2,3	
<i>Chaetoceros</i> sp. 2	22.22 PF	1,2,3	
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve	19.44 PF	1,2,3	MO
<i>B. hyalinum</i> Lauder	16.67 PF	1,2,3	MO
<i>Bacteriastrium</i> sp.	16.67 PF	1,3	
<i>Dimerogramma</i> sp.	13.89 PF	1,2,3	
<i>Fragilaria capuccina</i> Desmazières	58.33 MF	1,2,3	D
<i>Fragilaria</i> sp.	16.67 PF	1,2,3	

continua

Táxons	Frequência (%)/ Categoria	Local	Habitat
<i>Synedra gailloni</i> (Bory) Ehr.	19.44	PF	1,2,3 E
<i>Synedra</i> sp.	8.33	E	1,2,3
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round	47.22	F	1,2,3 MN
<i>Bleakeleya notata</i> (Grunow) Round	27.78	PF	1,2,3 MN
<i>Podocystis adriatica</i> Kutzing	13.89	PF	2,3 TM
<i>Opephora</i> sp.	2.78	E	1
<i>Licmophora abbreviata</i> Agardh	22.22	PF	1,2,3 TM
<i>L. remulus</i> Grunow	41.67	F	1,2,3 TM
<i>Licmophora</i> sp.	36.11	PF	1,2,3
<i>Rhaphoneis amphiceros</i> (Ehr.) J.W. Bailey	2.78	E	2 E
<i>Rhaphoneis</i> sp.	5.56	E	2,3
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> Grunow	19.44	PF	1,2,3 MO
<i>T. nitzschoides</i> Grunow	58.33	MF	1,2,3 MO
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kutzing	38.89	PF	1,2,3 TM
<i>R. punctatum</i> (Harvey & Barley) Stodder	5.56	E	2,3 TM
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) Agardh	16.67	PF	1,2,3 MN
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kutzing	13.89	PF	2,3 TM
<i>G. oceanica</i> Ehr.	16.67	PF	1,2,3 MO
<i>Grammatophora</i> sp.	13.89	PF	2,3
<i>Climacosphaenia moniligera</i> (Lyng.) Kützing.	36.11	PF	1,2,3 TM
<i>Climacosphania</i> sp.	2.78	E	2
<b>BACILLARIOPHYTA</b>			
<i>Lyrella clavata</i> (Gregory) Mann	5.56	E	2,3 TM
<i>L. lyra</i> (Ehr.) Karayeva	36.11	PF	1,2,3 TM
<i>Petroneis granulata</i> (Bailey) D.G. Mann	11.11	PF	1,2,3 TM
<i>Achnanthes</i> sp.	5.56	E	1,3
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehernberg	8.33	E	2,3 TM
<i>Cocconeis</i> sp.	2.78	E	2
<i>Campyloneis grevillei</i> (Smith) Grunow	19.44	PF	2,3 TM
<i>Campyloneis</i> sp.	13.89	PF	1,2,3
<i>Frickea lewisiana</i> (Greville) Heiden	30.56	PF	1,2,3 E
<i>Caloneis permagma</i> (J.W. Bailey) Cleve	25.00	PF	1,2,3 TM
<i>Caloneis</i> sp.	2.78	E	2
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehr.	36.11	PF	1,2,3 E
<i>Diploneis bombus</i> Ehr.	19.44	PF	1,2,3 TM
<i>Diploneis</i> sp.	11.11	PF	1,2,3
<i>Navicula radiosa</i> Kutzing	2.78	E	1 D
<i>Navicula</i> sp.	38.89	PF	1,2,3
<i>Pleurosigma diminutum</i> Grunow	2.78	E	2 TM
<i>P. elongatum</i> Wm. Smith	36.11	PF	1,2,3 TM
<i>P. naviculaceum</i> Brébisson	47.22	F	1,2,3 TM
<i>Pleurosigma</i> sp.	58.33	MF	1,2,3
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehr.) Cleve	77.78	MF	1,2,3 E
<i>G. fasciola</i> (Ehr.) Griffith	8.33	E	1,3 TM
<i>Gyrosigma</i> sp.	33.33	PF	1,2,3
<i>Tropidoneis lepidoptera</i> (Greg.) Cleve	11.11	PF	1,2,3 TM
<i>T. seriata</i> Cleve	11.11	PF	1,2,3 TM
<i>Amphora angusta</i> (Gregory) De Toni	33.33	PF	1,2,3 TM
<i>A. arenaria</i> Donk.	2.78	E	2 TM
<i>Amphora</i> sp.	16.67	PF	1,2
<i>Bacillaria paxillifera</i> (Müller) Hendey	91.67	MF	1,2,3 MO
<i>Hantzschia amphioxys</i> Grunow	16.67	PF	2,3 E
<i>Psammodictyon panduriforme</i> (Greg.) Mann	25.00	PF	1,2,3 TM
<i>Tryblionella granulata</i> (Grunow) Mann	11.11	PF	1,2 TM
<i>Nitzschia circumscuta</i> (J. Bailey) Grunow	19.44	PF	1,2,3 E
<i>N. insignis</i> Gregory	5.56	E	1,3 TM
<i>N. longissima</i> (Brébisson) Grunow	56.56	MF	1,2,3 TM
<i>N. longissima</i> var. <i>reversa</i> Grunow	8.33	E	1,3 TM
<i>N.a obtusa</i> Wn Smith	2.78	E	1 E
<i>N. pacifica</i> Cupp	2.78	E	1 MN
<i>N. scalaris</i> (Erenberg) Wm. Smith	19.44	PF	1,2,3 TM
<i>N. sigma</i> (Kutzing) Wm. Smith	83.33	MF	1,2,3 TM
<i>N. sigmoidea</i> (Nitz.) Wm. Smith	2.78	E	1 MO
<i>Nitzschia</i> sp. 1	66.67	MF	1,2,3

continua

Táxons	Frequência (%) / Categoria	Local	Habitat
<i>Nitzschia</i> sp. 2	2.78	E	2
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Reiman & Lewis	55.56	MF	1,2,3
<i>Pseudonitzschia pungens</i> Grunow	41.67	F	1,2,3
<i>Entomoneis alata</i> Ehr.	72.22	MF	1,2,3
<i>Entomoneis</i> sp.	22.22	PF	1,2,3
<i>Auricula complexa</i> (Gregory) Cleve	8.33	E	2,3
<i>Petrodictyon gemma</i> (Ehr.) Mann	63.89	MF	1,2,3
<i>Surirella fastuosa</i> var. <i>fastuosa</i>	25.00	PF	1,2,3
<i>S. fastuosa</i> var.? Ehr.	36.11	PF	1,2,3
<i>S. febigerii</i> Lewis	75.00	MF	1,2,3
<i>S. nervata</i> (Grunow) Meresch.	11.11	PF	1,2,3
<i>S. ovata</i> Kutzing	2.78	E	1
<i>Surirella</i> sp.	33.33	PF	1,2,3
<i>Campylodiscus clypeus</i> Ehr.	22.22	PF	1,2,3
<i>Campylodiscus</i> sp.	16.67	PF	1,2,3
CHRYSOPHYTA			
<i>Dictyocha fibula</i> Ehr.	2.78	E	1
CHLOROPHYTA			
<i>Eudorina</i> sp.	11.11	PF	2
<i>Golenkinia</i> sp.	2.78	E	1
<i>Closteriops</i> sp.	2.78	E	1
<i>Closterium setaceum</i> Ehr.	2.78	E	1
<i>Closterium</i> sp.	13.89	PF	1,2,3
<i>Xantidium trilobum</i> Maica	2.78	E	1
<i>Xantidium</i> sp.	2.78	E	3
<i>Cladophora</i> sp.	27.78	PF	2,3

é de origem marinha representando 86,49% de todos os táxons específicos, englobando as formas planctônicas neríticas com 22,97%, as planctônicas oceânicas com 27,70%, ticoplanctônicas marinhas com 35,82%, dulciaquícolas com 7,43% e estuarinas com 6,08% (Tab. 3), evidenciando segundo Honorato da Silva *et al.* (2004), a forte influência das águas marinhas costeiras, o que ratifica a predominância de espécies eurialinas. Este fato foi também verificado por outros autores em áreas estuarinas (Lacerda *et al.* 2004; Santiago *et al.* 2004).

A Análise dos Componentes Principais indicou que os parâmetros bióticos e abióticos analisados explicaram grande parte das variações ocorridas no estuário do rio Formoso, demonstrando que as espécies e fatores com maior papel ecológico no ambiente foram *Lithodesmium undulatum* Ehrenberg, *Odontella mobiliensis* (Bailey) Grunow e *Bacillaria paxillifera* (Muller) Hendey, que apresentaram uma correlação direta com a salinidade, a temperatura, a transparência da água, a maré e o pH, e a espécie *Nitzschia sigma* (Kützing) Smith, com a pluviometria, nitrito e nitrato (Tab. 2). Segundo Moreira Filho *et al.* (1999), estas espécies são marinhas eurialinas, o que ratifica a importância do aporte de águas marinhas na área.

Outro fator que contribuiu como indicador do aporte de águas marinhas na área foi a presença das espécies de diatomáceas *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg e *Chaetoceros lorenzianus* Grunow, como, respectiva-

mente, dominante e muito freqüente, principalmente nos pontos de coleta 2 e 3. Estas espécies foram consideradas por Rosevel Silva *et al.* (2005) como as mais representativas na baía de Tamandaré, PE, situada ao sul, a 3 km da desembocadura do rio Formoso. Também foram registradas como muito freqüentes por Koenig *et al.* (2002), no estuário do rio Ipojuca, PE, e Feitosa *et al.* (1999), no estuário do rio Goiana, PE.

Também foi observado que nos pontos de coleta 2 e 3 ocorreu maior diversidade dos dinoflagelados do gênero *Ceratium*. Sabe-se que alguns destes representantes têm preferências por mares tropicais, porém algumas espécies podem ser encontradas em áreas estuarinas cujos teores de salinidades variam entre 15 e 30‰ (Smayda 1958; Taylor 1987). Outro bioindicador da influência marinha na área de estudo foi a presença do silicoflagelado *Dictyocha fibula* Ehrenberg, que é exclusivamente marinho e planctônico, comumente encontrado em ambientes oligotróficos (Chretiennot-Dinnet 1990).

O fluxo limnético influenciou a ocorrência das espécies *Phacus acuminatus* Stokes e *Trachelomonas* sp., consideradas dominantes no período de estiagem no ponto de coleta 1 durante a baixa-mar. Segundo Palmer (1969) e Prescott (1975), estas espécies são bioindicadoras de áreas ricas em material orgânico. Isto pode ser justificado por ação antrópica, decorrente do aporte de substâncias orgânicas derivadas de esgotos domésticos na cidade de Rio Formoso, uma vez que no período foi registrado um leve aumento de fósforo neste

ponto de coleta (Tab. 1).

No período de estiagem foi registrada a ocorrência de 154 espécies dentre as quais foram consideradas dominantes e/ou abundantes: *Chaetoceros costatus* (Brighwell) Sundström e *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg nos pontos 1, 2 e 3; *Phacus acuminatus* Stokes e *Trachelomonas* sp., no ponto 1. No período chuvoso, o número de espécies foi maior (186) e as dominantes foram *Chaetoceros curvisetus* Cleve e *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg nos pontos 1, 2 e 3 e *Chaetoceros* sp. no ponto 1 (Fig. 3).

Este período também contribuiu para que algumas espécies de diatomáceas se destacassem, não por terem sido freqüentes e/ou abundantes, mas por terem sido registradas apenas na estação chuvosa, sendo elas: *Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendey, *Chaetoceros coarctatus* Lauder, *Chaetoceros pseudocurvisetus* Mangin, *Chaetoceros didymus* Ehrenberg, *Corethron hystrix* Hensen, *Chaetoceros peruvianus* Brighwell, *Nitzschia longissima* var. *reversa* Grunow, *Nitzschia obtusa* Smith, *Proboscia alata* (Brighwell) Sundström, *Pseudosolenia calcaravis* (Schultze) Sundström, *Rhaphoneis amphiceros* (Ehrenberg) Bailey; enquanto outras foram características do período de estiagem: *Chaetoceros costatus* (Brighwell) Sundström e *Nitzschia circumsuta* (Bailey) Grunow. Estas espécies também foram registradas por Eskinazi-Leça et al. (1980) como sendo características destes períodos, em estudos realizados no canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE.

As concentrações de clorofila *a* variaram de 2,45 mg m<sup>-3</sup> na preamar de dezembro/2002 no ponto 3 a 70,22 mg m<sup>-3</sup> na baixa-mar de junho/2002 no ponto 1 (Tab. 4), com maiores valores no período chuvoso e nas baixa-mares, porém, não sendo significativa a diferença entre os períodos ( $p = 0,20$ ) e marés ( $p = 0,15$ ). Valores semelhantes de clorofila *a* foram registrados por Santos-Fernandes et al. (1998), no estuário do rio Jaguaribe, PE e por Figueiredo et al. (2006) no canal de Santa Cruz, PE.

Nos sistemas estuarinos a concentração de clorofila *a* é governada por fatores que atuam no crescimento (nutrientes, luz e temperatura) e na remoção (advecção, pastagem e sedimentação) do fitoplâncton (Day et al. 1989). No estuário do rio Formoso, a transparência da água, a maior disponibilidade de nutrientes promovida pelo aporte fluvial e a ressuspensão do sedimento causado pelo fluxo e refluxo das marés foram importantes fatores que influenciaram nos maiores teores de clorofila *a*.

De acordo com as concentrações da clorofila *a* e dos nutrientes registradas na presente pesquisa, pôde-se caracterizar o ambiente estudado como produtivo e que ainda não apresenta elevado grau de eutrofização.

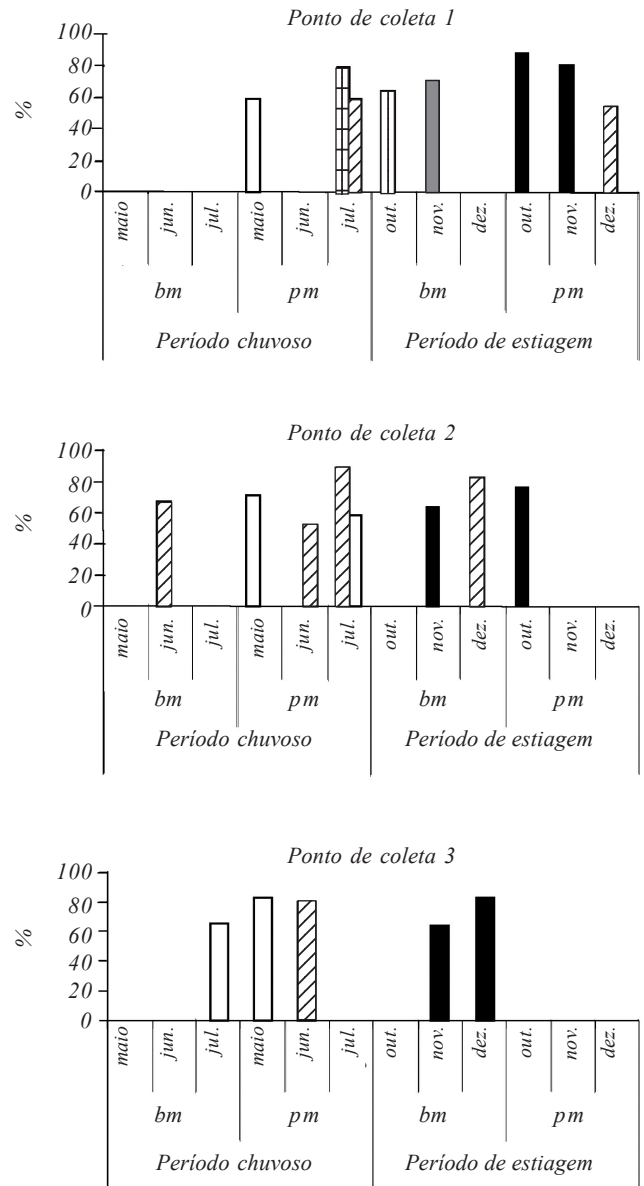


Figura 3. Variação da abundância relativa (%) das espécies Dominante e Abundante no estuário do rio Formoso, PE, Brasil, no período chuvoso (maio a julho/2002) e de estiagem (outubro a dezembro/2002). *Chaetoceros costatus* ■, *Chaetoceros* sp. ▣, *Trachelomonas* sp. ■, *Coscinodiscus centralis* ▤, *Chaetoceros curvisetus* □, *Phacus acuminatus* ▥ bm = baixa-mar; pm = preamar.

A riqueza taxonômica apresentou variação sazonal considerada significativa ( $p = 0,02$ ), onde o período chuvoso destacou-se devido a um maior aporte de nutriente e de espécies limnéticas. Lira & Fonseca (1980), em estudos nesta área, registraram uma flora diatomológica extremamente diversificada, composta por espécies tanto marinhas eurialinas, quanto fluviais indicadoras da proximidade com os manguezais.

Em áreas tropical e subtropical, o regime de precipitação pluviométrica apresenta-se como o maior

Tabela 4. Variação sazonal da Diversidade Específica ( $H'$ ), da Equitabilidade ( $J$ ) e da Clorofila  $a$  ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) no estuário do rio Formoso, PE, Brasil, durante o período chuvoso (maio a julho/2002) e de estiagem (outubro a dezembro/2002).

Maré/Mês/Ano	Ponto de coleta 1			Ponto de coleta 2			Ponto de coleta 3		
	$H'$ (bits $\text{cel}^{-1}$ )	$J$	Clorofila $a$ ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	$H'$ (bits $\text{cel}^{-1}$ )	$J$	Clorofila $a$ ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	$H'$ (bits $\text{cel}^{-1}$ )	$J$	Clorofila $a$ ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )
<b>Baixa-mar</b>									
Maio/2002	3,34	0,59	22,17	3,71	0,58	17,78	3,57	0,61	9,04
Jun./2002	3,64	0,65	70,22	1,96	0,35	37,79	1,61	0,31	31,85
Jul./2002	2,75	0,53	24,30	2,76	0,51	20,19	2,29	0,44	24,35
Out./2002	1,91	0,39	23,89	2,37	0,45	15,51	2,00	0,37	13,88
Nov./2002	1,83	0,38	34,91	2,16	0,42	18,19	1,21	0,25	20,74
Dez./2002	2,65	0,54	19,73	1,18	0,23	3,98	2,64	0,51	9,22
<b>Preamar</b>									
Maio/2002	2,71	0,44	14,21	2,14	0,34	12,07	1,44	0,24	11,68
Jun./2002	1,78	0,32	24,95	2,52	0,43	23,98	2,34	0,41	24,92
Jul./2002	1,49	0,27	14,09	0,89	0,17	25,85	2,28	0,42	21,88
Out./2002	1,11	0,22	27,77	1,65	0,30	9,90	1,99	0,39	18,48
Nov./2002	1,52	0,29	14,53	3,47	0,62	27,15	3,52	0,62	30,17
Dez./2002	2,92	0,54	3,95	3,71	0,72	4,32	3,84	0,76	2,45

fator controlador da distribuição, abundância e dinâmica sazonal do fitoplâncton estuarino. Da mesma forma, as flutuações sazonais de densidade, biomassa e produção fitoplanctônica em estuários e outras áreas costeiras do Brasil têm sido frequentemente associadas à precipitação pluviométrica (Santos-Fernandes *et al.* 1998). Segundo Eskinazi-Leça *et al.* (2004), este padrão de variação sazonal é característico de regiões costeiras tropicais com pequena influência terrígena onde a densidade do fitoplâncton aumenta durante o período chuvoso, estando na dependência do aporte de nutrientes carregados do continente.

Os valores de diversidade específica apresentaram uma variação de 0,89 a 3,91 bits  $\text{cel}^{-1}$  e a equitabilidade de 0,17 a 0,72. Os menores valores foram obtidos na preamar de julho/2002 no ponto de coleta 2 e os maiores na preamar de dezembro/2002 no ponto 2 (Tab. 4). Na área estudada a diversidade específica foi considerada baixa e os valores de equitabilidade confirmaram que as populações do fitoplâncton apresentaram uma distribuição não equitativa.

Quando a comunidade é dominada por uma ou poucas espécies, a diversidade decresce (Omori & Ikeda 1984). A diminuição do índice de diversidade específica esteve relacionada à dominância das espécies: *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg, *Chaetoceros costatus* Pavillard, *Chaetoceros curvisetus* Cleve, *Trachelomonas* sp. e *Phacus acuminatus* Stokes, que são consideradas espécies oportunistas, com altas taxas de reprodução.

Estes resultados comprovam que a estrutura da comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Formoso é condicionada pelo aporte marinho e precipitação

pluviométrica que atuaram com maior sinergia, favorecendo a manutenção da qualidade da água e maior oferta de nutrientes. Esta influência mútua contribuiu para melhores condições do desenvolvimento desta comunidade com reflexo na riqueza taxonômica.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, pela concessão do uso dos Laboratórios de Fitoplâncton e Química.

## Referências bibliográficas

- Avaria, S.; Jorqueira, L.; Munõz, P. & Vera, P. 1999. Distribución del microfítolâncton marino en la zona de águas interiores comprendida entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes, Chile, en la Primavera de 1996 (Crucero Climar-Fiordo 2). **Ciencia y Tecnología del Mar** 22: 81-110.
- Barros-Franca, L.M. & Silva, M.G.G. 1981. Estudos ecológicos da região de Itamaracá, Pernambuco-Brasil. XVI. Microfítolâncton do estuário do rio Botafogo. Pp. 207-220. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca**. Recife, SUDENE.
- Bastos, R.B.; Feitosa, F.A.N. & Muniz, K. 2005. Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrologia no estuário do rio Una (Pernambuco - Brasil). **Tropical Oceanography** 33: 1-18.
- Brandini, F.P. 1985. Seasonal succession of the phytoplankton in the bay of Paranaguá (Paraná State, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia** 45: 687-694.
- Chretiénot-Dinnet, M.J.; Bilard, C. & Sournia, A. 1990. **Chlorarachniophycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Cryptophycées, Euglénophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnesiophycées, Rhodophycées et Tribophycées**. Paris, Editions du Centre National Recherche Scientifique. (Atlas du phytoplankton marin 3).
- Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH). 1998. **Plano**

- de Gestão, Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro – ZEEC – APA de Guadalupe Litoral Sul de Pernambuco. Recife, CPRH.
- Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH). 1999. **Diagnóstico sócio-ambiental e ZEEC – Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro Litoral sul de Pernambuco.** Recife, CPRH.
- Cupp, E.D. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. **Bulletin of the Institution of Oceanography** 6: 1-237.
- Day, J.W. Jr.; Hall, C.A.S.; Kemp, W.M. & Yañes-Arancibia, A. 1989. **Estuarine Ecology.** New York, John Wiley & Sons.
- Desikachary, T.V. 1959. **Cyanophyta.** New Delhi, Indian Council of Agricultural Reserch.
- Eskinazi, E. & Sató, S. 1963. Contribuição ao estudo das diatomáceas da praia de Piedade (Pernambuco-Brasil). **Trabalhos Oceanográficos** 5/6: 63-104.
- Eskinazi-Leça, E.; Macêdo, S.J. & Passavante, J.Z.O. 1980. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. V. Composição e distribuição do microplâncton na região do canal de Santa Cruz. **Trabalhos Oceanográficos** 15: 185-262.
- Eskinazi-Leça, E.; Koenig, M.L. & Silva-Cunha, M.G.G. 2004. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica. Pp 353-373. In: E. Eskinazi-Leça; S. Neumann-Leitão & M.F. Costa (org.). **Oceanografia um cenário tropical.** Recife, Edições Bagaço.
- Feitosa, F.A.N.; Silva-Cunha, M.G.G.; Passavante, J.Z.O.; Neumann-Leitão, S. & Lins, I.C. 1999. Estrutura do microfítolâncton no sistema estuarino do rio Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos** 27: 17-25.
- FIDEM. 1987. **Proteção das áreas estuarinas.** Recife. (Séries Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente).
- Figueiredo, J.A.; Muniz, K.; Macedo, S.J.; Flores-Montes, M.J. & Feitosa, F.A.N. 2006. Hidrologia e biomassa fitoplanctônica nas barras Orange e Catuama (canal de Santa Cruz), em Itamaracá-PE: variação nictemeral. **Arquivos de Ciências do Mar** 39: 5-17.
- Gianesella, S.M.F.; Saldanha-Corrêa, F.M.P. & Teixeira, C. 2000. Tidal effects on nutrients and phytoplankton distribution in Bertioga Channel, São Paulo, Brazil. **Aquatic Ecosystem Health and Management** 3: 533-544.
- Grasshoff, F.K.; Ehrhardt, M. & Kremling, K. 1983. **Methods of seawater analysis.** 2<sup>nd</sup> ed. New York, Verlag Chemie.
- Grego, C.K.S.; Feitosa, F.A.N.; Honorato-da-Silva, M. & Flores Montes, M.J. 2004. Distribuição espacial e sazonal da clorofila a fitoplanctônica e hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista - PE). **Tropical Oceanography** 32: 135-236.
- Hansen, D.V. & Rattray Jr., M. 1966. New dimensions in estuary classification. **Limnology Oceanography** 11: 319-326.
- Honorato-da-Silva, M.; Passavante, J.Z.O.; Silva-Cunha, M.G.G.; Nascimento-Vieira, D.A.; Grego, C.K.S. & Muniz, K. 2004. Distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). **Tropical Oceanography** 32: 89-106.
- Hustedt, F. 1961-1966. **Die Kieselalgen.** Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K-G. (L. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz 7: 1-4).
- Koenig, M.L.; Eskinazi-Leça, E. & Neumann-Leitão, S. 2002. Impactos da construção do Porto de Suape sobre a comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Ipojuca (Pernambuco-Brasil). **Acta Botanica Brasilica** 16: 407-420.
- Lacerda, S.R.; Koenig, M.L.; Neumann-Leitão, S. & Flores-Montes, M.J. 2004. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá - Pernambuco - Brazil). **Brazilian Journal Biology** 64: 81-94.
- Lima, D.G.; Rego, R.C.P.; Silva, V.L.; Silva, A.M.B.; Paiva, S.C. & Salgueiro, A.A. 2000. Qualidade da água do rio Formoso desde a nascente até o estuário, Pernambuco, Brasil. In: **International Conference. Sustainable use of estuaries and mangroves: Challenges and prospects.** Mangrove. Recife. CD-ROW
- Lira, L.; Zapata, M.C. & Fonseca, V.G. 1979. Aspectos da dinâmica do estuário do Rio Formoso, Pernambuco. **Caderno Ômega** 3: 133-156.
- Lira, L. & Fonseca, V.G. 1980. Composição e distribuição faciológica do estuário do rio Formoso - PE. **Anais da Universidade Federal Rural de Pernambuco** 5: 77-104.
- Lobo, E. & Leighton, G. 1986. Estructuras comunitárias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista Biología Marina** 22: 1-29.
- Macêdo, S.J. & Costa, K.M.P. 1978. Estudo ecológico da região de Itamaracá Pernambuco - Brasil, condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Ciência e Cultura** 30: 1-368.
- Macêdo, S.J.; Neumann-Leitão, S.; Koenig, M.L.; Araújo Filho, M.; Schwamborn, R.; Feitosa, F.A.N.; Muniz, K.; Lacerda, S.R. & Flores-Montes, M.J. 2005. Status of the Barra das Jangadas estuary (North-eastern Brazil): an ecological approach. Pp. 709-719. In: E. Tiezzi; C.A. Brebbia; S.E. Jorgensen & D. Almorza Gomar (org.). **Ecosystems and Sustainable Development V.** Southampton, Wit Press.
- Melo-Magalhães, E.M.; Koenig, M.L. & Sant'Anna, C.L. 2004. Fitoplâncton e variáveis ambientais nos canais do sistema estuarino lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas, Brasil. **Hoehnea** 31: 73-86.
- Moreira Filho, H.; Eskinazi-Leça, E. & Valente-Moreira, I.M. 1994/1995. Avaliação taxonômica e ecológica das Diatomaceae (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinha e estuarinas nos estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Alagoas, Brasil. **Biologica Brasilica** 6: 87-110.
- Neumann-Leitão, S.; Gusmão, L.M.O. & Nascimento-Vieira, D.A.; Paranhos, J.D.N. 1994/1995. Zooplâncton da área estuarina do rio Formoso - PE. **Trabalhos Oceanográficos** 23: 55-64.
- Omori, M. & Ikeda, T. 1984. **Methods in marine zooplankton ecology.** New York, Wiley Interscience Publication.
- Ottmann, F.; Okuda, T.; Cavalcanti, L.B.; Silva, O.C.; Araújo, J.V.A.; Coêlho, P.A.; Paranguá, M.N. & Eskinazi, E. 1965/1966. Estudos de Barra das Jangadas. Parte V – Efeitos da poluição sobre a ecologia do estuário. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco** 7-8: 7-16.
- Palmer, M.C. 1969. A composite rating of algae tolerating organic pollution. **Journal of Phycology** 5: 78-92.
- Passavante, J.Z.O. 1987/1989. Primary Production of Phytoplankton from Santa Cruz Channel. **Trabalhos Oceanográficos** 20: 157-172.
- Péragallo, H. & Péragallo, M. 1897-1908. **Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins.** Paris, M.J. Tempère.
- Persich, G.R.; Odebrecht, C.; Bergesch, M. & Abreu, P.C. 1996. Eutrofização e fitoplâncton: comparação entre duas enseadas rasas no estuário da Lagoa dos Patos. **Atlântica** 18: 27-41.
- Pielou, E.C. 1977. **Mathematical Ecology.** New York, John Wiley & Sons.
- Prescott, G.W. 1975. **Algae of the Western great lakes area.** 6<sup>th</sup> ed. Dudaque, Wm C. Brow Company Publishers.
- Prociak, L.K.; Fernandes, L.F. & Moreira Filho, H. 2006. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropica** 6: 1-28.
- Rezende, K.R.V. & Brandini, F.P. 1997. Variação do fitoplâncton na zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul (Paranguá – Paraná). **Nerítica** 11: 49-62.

- Round, F.E.; Crawford, R.M. & Mann, D.G. 1992. **The diatoms: Biology and Morphology of the genera**. Cambridge, Cambridge University Press
- Rosevel-da-Silva, M.; Silva-Cunha, M.G.G.; Feitosa, F.A.N. & Muniz, K. 2005. Estrutura da comunidade fitoplancônica na baía de Tamandaré (Pernambuco, nordeste do Brasil). **Tropical Oceanography** **33**: 157-175.
- Santiago, M.F.; Silva-Cunha, M.G.G. & Passavante, J.Z.O. 2004. Fitoplâncton como indicador da qualidade ambiental em ecossistema hipersalino (estuário do rio Pisa Sal, Galinhos, RN, Brasil). Pp. 854-856. In: **Anais XIV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca**. Fortaleza 2005. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Pesca.
- Santos-Fernandes, T.L.; Passavante, J.Z.O.; Koenig, M.L. & Macedo, S.J. 1998. Fitoplâncton do estuário do Rio Jaguaribe, (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): Biomassa. **Tropical Oceanography** **26**: 1-18.
- Sassi, R. & Kutner, M.B.B. 1982. Variação sazonal do fitoplâncton da região do Saco da Ribeira (Lat. 23°30'S – Lng. 45°07'W), Ubatuba, Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico** **31**: 43-55.
- Sassi, R. 1991. Phytoplankton and environmental factors in the Paraíba do Norte river estuary, northeastern Brazil: composition, distribution and qualitative remarks. **Boletim do Instituto Oceanográfico** **39**: 93-115.
- Silva-Cunha, M.G.G.; Eskinazi-Leça, E. & Almeida, C.D.P. 1987/1989. Taxonomia e Ecologia do Microfítotoplâncton do Estuário do Rio Timbó. **Trabalhos Oceanográficos** **20**: 35-52.
- Silva-Cunha, M.G.G. & Eskinazi-Leça, E. 1990. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco**. Recife, SUDENE.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. **Bulletin of System Technology Journal** **27**: 379-423.
- Smayda, T.J. 1958. Biogeographical studies of marine phytoplankton. **Oikos** **9**: 158-191.
- Sônia-Silva, G. & Rocha, D.P. 1999. Prospecção da macrofauna bêntica no manguezal de Rio Formoso, litoral Sul de Pernambuco, Brasil. **Revista Symposium** **1**: 31-35.
- Sônia-Silva, G.; Mello, R.L.; Nascimento, A.E.; Messias, A. & Araújo, S.F.S. 2000. A sustentabilidade ecológica das atividades pesqueiras artesanais e a relação com a malacofauna no manguezal do Rio Formoso - PE - Brasil. **Trabalhos Oceanográficos** **2**: 155-169.
- Sônia-Silva, G.; Brito, V.B.; Nascimento, A.E. & Takaki, G.M.C. 2006. Águas estuarinas e sustentabilidade social local: um estudo da pesca artesanal do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no estuário do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** **1**: 40-47.
- Sournia, A. 1967. Le genre *Ceratium* (Peridinien Planctonique) dans le Canal Mozambique : contribution a une révision mondiale. **Vie et Milieu, Serie A, Biologie Marine** **2**: 375-499.
- Sournia, A. 1986. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Rhaphidophycées. In: **Atlas du phytoplankton marin**. Paris, Centre Nationale de la Recherche Scientifique.
- Strickland, J.D.H. & Parsons, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2 Ed. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada** **167**: 1-211.
- SUDENE. 1974a. **Região Nordeste do Brasil: Praia dos Carneiros (1:25000)**. Sudene, folha SC.25-V-A-V-2-SE.
- SUDENE. 1974b. **Região Nordeste do Brasil: Rio Formoso (1:25000)**. Sudene, folha SC.25-V-A-V-2-SO.
- Taylor, F.J.R. 1987. Dinoflagellates morphology. Pp. 24-91. In: F.J.R. Taylor (ed.). **The Biology of Dinoflagellates**. London, Blackwell Scientific Publications. Botanical Monographs.
- UNESCO. 1966. **Determination of photosynthetic pigments in sea waters**. Report of SCOR/UNESCO working group 17 with meat from 4 to 6 June 1964. Paris, (Monographys on Oceanology Methodology).
- UNESCO. 1973. **International Oceanographic Tables. 2**. Paris, UNESCO.
- Wood, E.J.F. 1968. **Dinoflagellates of the Caribbean Sea and adjacent areas**. Florida, University of Miami Press.