

# Variação temporal do fitoplâncton em três praias urbanas do litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil

Leandro Cabanez Ferreira<sup>1,3</sup>, Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha<sup>2</sup>, Maria Luise Koenig<sup>2</sup>,  
Fernando Antônio do Nascimento Feitosa<sup>2</sup>, Marilene Felipe Santiago<sup>1</sup> e Kátia Muniz<sup>2</sup>

Recebido em 17/01/2008. Aceito 21/09/2009

**RESUMO** – (Variação temporal do fitoplâncton em três praias urbanas do litoral Sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil). Este trabalho teve como objetivo efetuar uma análise comparativa da estrutura da comunidade fitoplanctônica, variação da biomassa e dados ambientais, na zona de arrebentação das praias arenosas de Brasília Formosa (8°04'S; 34°52'W), Boa Viagem (8°07'S; 34°53'W) e Piedade (8°10'S; 34°54'W) no litoral pernambucano. Amostras com garrafa e com rede foram coletadas durante o período chuvoso (maio, junho e julho/2005) e de estiagem (novembro, dezembro/2005 e janeiro/2006), simultaneamente com os dados ambientais (temperatura da água e do ar, salinidade, material em suspensão, nitrito, nitrato, fosfato, silicato, precipitação pluviométrica, velocidade e direção do vento). Do total de 119 táxons infragenéricos, as diatomáceas obtiveram maior representatividade, em termos de frequência e abundância, destacando-se *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round, *Bellerochea malleus* (Brightwell) Van Heurck, *Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle, *Helicotheca tamesis* (Shrubsole) Ricard e *Licmophora abbreviata* Agardh. *A. glacialis* foi dominante durante o período chuvoso e *H. tamesis* durante o período de estiagem. Os resultados indicaram que as condições ambientais de cada período sazonal refletiram sobre a composição específica, clorofila *a* e densidade total, propiciando florescimentos esporádicos ( $2,3 \times 10^6$  cél.L<sup>-1</sup>) no período de estiagem. A morfologia e o hidrodinamismo dos ambientes de praia analisados não favoreceram a formação de manchas por acumulação de microalgas.

**Palavras-chave:** praias arenosas, zona de arrebentação, clorofila *a*, diatomáceas, *Asterionellopsis glacialis*

**ABSTRACT** – (Phytoplankton temporal variation on three urban beaches of Pernambuco's South coast, Brazilian Northeast). This study aimed to make a comparative analysis of phytoplankton community structure, biomass variation and environmental data in the surf-zone of Brasília Formosa (8°04'S; 34°52'W), Boa Viagem (8°07'S; 34°53'W) and Piedade (8°10'S; 34°54'W) sandy beaches, on the Pernambuco coast. Bottle and net samples were collected during the rainy season (May, June and July/2005) and the dry season (November, December/2005 and January/2006) with simultaneous environmental data collection (water temperature, salinity, suspended material, nitrite, nitrate, phosphate, silicate, rainfall, wind speed and direction). Among the 119 infrageneric taxa identified, diatoms were the most representative group regarding abundance and frequency, notably *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round, *Bellerochea malleus* (Brightwell) Van Heurck, *Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle, *Helicotheca tamesis* (Shrubsole) Ricard and *Licmophora abbreviata* Agardh. *A. glacialis* was dominant in the rainy season while *H. tamesis* was more numerous in the dry one. Study results indicate that specific composition, chlorophyll *a* and total density evidenced the seasonal environmental conditions, with occasional blooms ( $2.3 \times 10^6$  cells.L<sup>-1</sup>) in the dry season. Morphology and hydrodynamics were unfavorable to the formation of microalgae patches.

**Key words:** sandy beaches, surf zone, chlorophyll *a*, diatoms, *Asterionellopsis glacialis*

## Introdução

Nos últimos anos, as perturbações antrópicas (poluição orgânica, industrial e construções à beira mar que alteram a linha de costa) ou naturais (frentes frias, aumento da vazão de rios próximos, mudanças na direção dos ventos, etc.), vêm afetando os ecossistemas marinhos, causando visíveis modificações no desenvolvimento, sobrevivência e dispersão dos organismos do fitoplâncton, selecionando uma biota adaptada com complexos padrões de distribuição espacial e temporal (Harris 1986; Rörig *et al.* 2006).

As praias brasileiras ainda são pouco estudadas mesmo existindo grande atividade biológica local (Margem *et al.* 2003). Nestes ecossistemas, populações de microalgas abastecem numerosas cadeias alimentares e comumente são acumuladas na superfície formando manchas (Talbot *et al.* 1990). Até agora, as investigações sobre o fitoplâncton da zona de arrebentação de praias arenosas se concentraram no Sul do Brasil, sendo que a maioria investiga os processos formadores das acumulações (Odebrecht *et al.* 1995; Odebrecht & Abreu 1997; Rezende & Brandini 1997; Rörig *et al.* 1997; Rörig & Garcia 2003).

No litoral pernambucano estes trabalhos são escassos apresentando uma abordagem qualitativa, com as primeiras

contribuições realizadas no litoral sul por Eskinazi & Satô (1963/64), na praia de Piedade, identificando 52 espécies de diatomáceas e Satô *et al.* (1963/64), na praia de Tamandaré, onde registraram um evento de floração associado à cianofíceia *Oscillatoria (Trichodesmium) erythraeum* Ehrenberg. Pereira *et al.* (2005), em áreas abrigadas ao longo das praias de Casa Caiada e Rio Doce (litoral norte), realizaram um estudo sobre a estrutura das comunidades planctônicas.

Neste contexto, este trabalho representa a primeira contribuição quali-quantitativa do fitoplâncton em zona de arrebentação de praias arenosas do Nordeste Brasileiro com o objetivo de efetuar uma análise comparativa da estrutura da comunidade, variação de biomassa e parâmetros ambientais, durante o período chuvoso e de estiagem nas praias de Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade situadas na região metropolitana do Recife (PE).

## Material e métodos

As praias de Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade estão situadas na região metropolitana do Recife no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil (Fig. 1). É uma área de hidrodinâmica complexa devido à presença de várias linhas de recifes de arenito e morfologia praial com estreita zona de arrebentação (aproximadamente 50 metros). Segundo a classificação

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Recife, PE, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia, Recife, PE, Brasil

<sup>3</sup> Autor para contato: leocabanez@yahoo.com.br

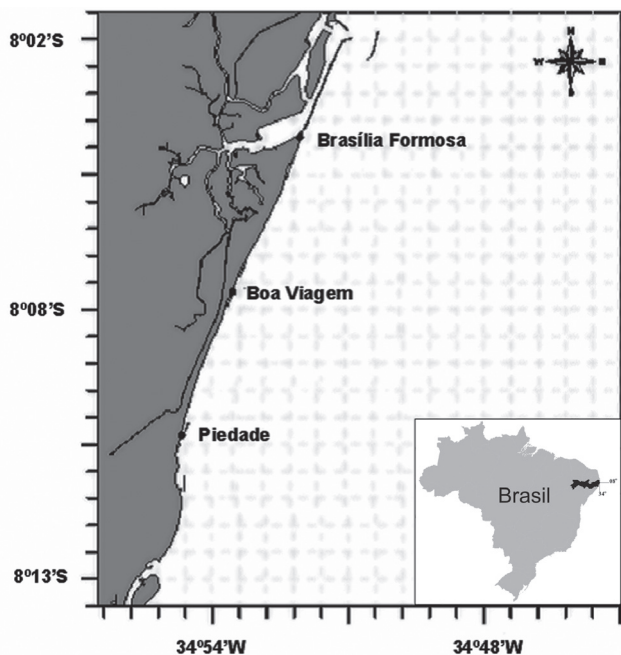


Figura 1. Localização da área de estudo.

de Köppen a região caracteriza-se por apresentar um clima tipo Ams', ou seja, tropical úmido, com uma precipitação pluviométrica anual que chega a 2000 mm. A temperatura do ar é elevada, variando entre 22 e 26 °C e uma umidade relativa do ar média anual oscilando entre 50 a 90%. Predominam ventos com velocidades médias entre 6,1 e 9,3 nós, vindos principalmente do leste, no período de outubro a março e sul-sudeste, no período de abril a setembro (Aragão 2004).

A praia de Brasília Formosa está situada no bairro de Brasília Teimosa, local que sofreu uma grande obra de urbanização e se encontra em avançado estado de erosão costeira. Encontra-se próximo ao porto do Recife e bacia do Pina, recebendo descargas de indústrias e efluentes domésticos (Nascimento *et al.* 2003). Possui uma praia com areia fina onde, em alguns locais, não faz contato com o mar, devido à construção de um muro de contenção.

Boa Viagem é uma praia movimentada com grande fluxo turístico, forte especulação imobiliária e amplo comércio informal na orla. Apresenta areia de granulometria fina, quartzosa, com presença de dunas frontais vegetadas. As ondas têm alturas entre 0,6 a 1 m, período de 5 a 7,8 s e altura máxima de 1,5 a 2,3 m (Rollnic & Medeiros 2006). Segundo Manso *et al.* (dados não publicados) as correntes litorâneas são ausentes na maior parte do ano, favorecidos por ventos perpendiculares à costa e a tendência frontal da incidência das ondas. Quando ocorrem, as correntes apresentam-se preferencialmente no sentido Norte - Sul.

A praia de Piedade possui características muito parecidas com a praia de Boa Viagem. Está localizada próxima a foz do estuário de Barra de Jangadas, cuja contribuição terrígeno-fluvial apresenta provável influência sobre a produtividade das comunidades da zona costeira ao norte. Este estuário é um dos mais poluídos da Região Metropolitana do Recife, com indústrias químicas, de açúcar e álcool, metalúrgica, têxtil, alimentar e de bebidas, além dos elevados índices de contaminação bacteriológica (Branco 2008).

As marés que atuam em Pernambuco são do tipo mesomaré, dominadas por ondas e sob ação constante dos ventos alísios. Os valores representativos da altura da maré são de 2,4 m para sizígia máxima e 2,1 m para quadratura máxima. São do tipo semidiurna, com período médio de 12,42 horas, apresentando duas preamares e duas baixa-mares por dia lunar (Knoppers *et al.* 2002).

As coletas foram realizadas em maio, junho e julho de 2005 (período chuvoso) e em novembro e dezembro de 2005 e janeiro de 2006 (período de estiagem), em um ponto de amostragem em cada praia durante a baixa-mar e preamar de um mesmo dia. Medidas de temperatura e salinidade da água foram obtidas *in situ*, respectivamente, com termômetro de mercúrio e refratômetro manual. As amostras de água destinadas às análises das

variáveis hidrobiológicas (pH, material particulado em suspensão, nitrato, nitrito, fosfato, silicato e clorofila *a*) e contagem do número de células do fitoplâncton foram coletadas com garrafa de Kitahara. Para todas as análises, exceto do fitoplâncton, foram seguidas as orientações descritas em Strickland & Parsons (1972) e Grasshoff *et al.* (1983).

As amostras de água destinadas à análise quali-quantitativa (riqueza de espécies e densidade celular) do fitoplâncton foram fixadas imediatamente com formol a 4% (Newell & Newell 1963). Sub-amostras de 10 mL foram analisadas pelo método de Utermöhl (1958) sob o aumento de 450x em microscópio invertido WILD M-40 e os resultados expressos em células por litro. Para a complementação do inventário florístico foram efetuados arrastos horizontais na superfície com rede de 45 µm e a análise realizada em lâminas de Sedgwick-Rafter com alíquotas de 1,0 mL (Hasle 1978; Ferrario *et al.* 1995).

Para o enquadramento dos táxons foi utilizado o sistema de classificação proposto por Hoek *et al.* (1995).

Para interpretação da abundância relativa foram utilizadas as categorias dominantes para valores acima de 50% e abundantes para os valores superiores à média (Lobo & Leighton 1986).

Em função do valor da frequência, os táxons foram classificados em ocorrência muito freqüente (>70%), freqüente (70|—40%), pouco freqüente (40|—10%) e esporádica (≤10%).

Com os dados obtidos na análise quantitativa da comunidade fitoplânctônica foi estimado o índice de Diversidade específica ( $H'$ ) baseada em Shannon (1948), onde os resultados foram classificados, segundo Margalef (1978), em alta diversidade (5|—2,5 bits.cel<sup>-1</sup>), baixa diversidade (2,5|—1 bit.cel<sup>-1</sup>) e diversidade muito baixa (≤1 bit.cel<sup>-1</sup>).

Para identificar diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as praias, os meses de coleta e as marés, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (BioEstat 3.0) foi aplicado sobre as variáveis físicas, químicas e biológicas.

Para a análise de agrupamento, os dados utilizados foram baseados na abundância relativa e frequência de ocorrência, das espécies dominantes e freqüentes, aplicando-se o coeficiente de dissimilaridade de Bray & Curtis (1957). A classificação utilizada foi a aglomeração hierárquica pelo método de ligação do peso proporcional (Weighted Pair Group Method Average Arithmetic - WPGMA). Realizou-se uma análise cofenética, cujo valor >0,8 foi considerado bem ajustado (Rohlf & Fisher 1968).

A análise dos componentes principais (ACP) foi realizada no programa NTSYSpC 2.10t correlacionando uma matriz de dados biológicos (espécies dominantes, muito freqüentes, clorofila *a* e densidade total) e os parâmetros ambientais, através do coeficiente de Pearson.

## Resultados

O valor acumulado da precipitação pluviométrica referente ao dia da coleta variou entre 10,5 mm (novembro de 2005) e 490 mm (junho de 2005). A temperatura do ar oscilou entre 21,0 °C (julho de 2005) e 32,5 °C (janeiro de 2006), com temperaturas na preamar acima das encontradas na baixa-mar (29,4±2,2 °C e 24,3±2,5 °C, respectivamente) (Fig. 2).

A intensidade dos ventos durante o período de estudo variou de 0 a 7,4 m.s<sup>-1</sup>, com os ventos mais fortes registrados nas preamares do período de estiagem. Os ventos de direção sul-sudeste foram mais freqüentes (75%), principalmente durante o período de estiagem em ambas as marés (Fig. 3).

Não foi possível observar uma variação espacial significativa em nenhum dos parâmetros hidrobiológicos abordados nesse estudo, mostrando que as praias arenosas estudadas compartilham características semelhantes.

A temperatura da água variou de 27,9 a 32,8 °C sendo o valor mínimo encontrado em julho de 2005, e o máximo em novembro de 2005 (Fig. 4A). Com relação à salinidade, os valores oscilaram entre 21,0 e 37,0 (junho de 2005 e janeiro de 2006, respectivamente). Não houve diferença significativa

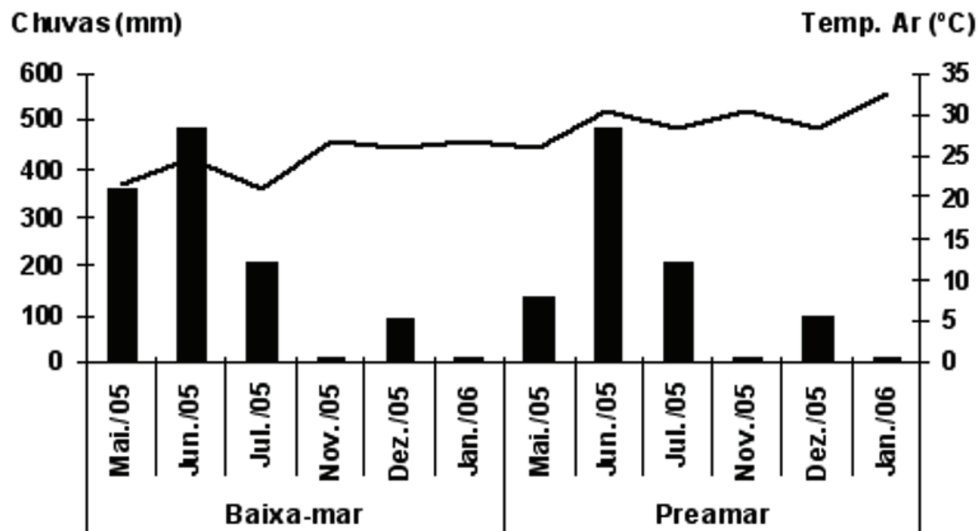


Figura 2. Variação sazonal da temperatura do ar e regime pluviométrico nas praias de Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do período chuvoso (maio, junho e julho/05) e de estiagem (novembro, dezembro/05 e janeiro/06).

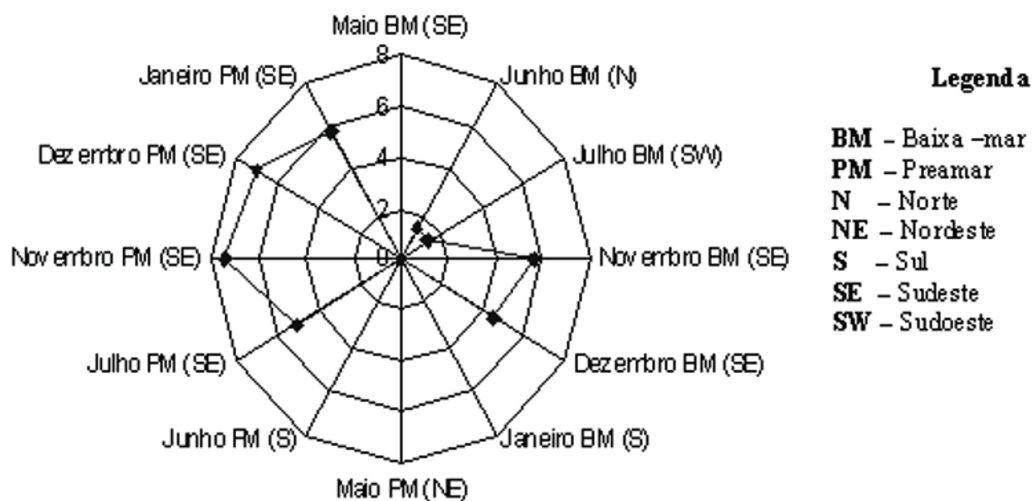


Figura 3. Variação da velocidade e direção do vento nas praias de Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do período chuvoso (maio, junho e julho/05) e de estiagem (novembro, dezembro/05 e janeiro/06).

( $p > 0,05$ ) entre os períodos de chuva e estiagem, para estes parâmetros (Fig. 4B).

As concentrações do material particulado em suspensão na água tiveram um mínimo de  $30 \text{ mg.L}^{-1}$  registrado em julho de 2005 e um máximo de  $160 \text{ mg.L}^{-1}$  em novembro de 2005. Sazonalmente, observou-se uma diferença ( $p < 0,02$ ) deste parâmetro apenas na praia de Brasília Formosa (Fig. 4C).

O nitrogênio (nitrito + nitrato) apresentou concentrações que variaram de  $0,14 \mu\text{M}$  em janeiro de 2006 a  $22,09 \mu\text{M}$  em junho de 2005 (Fig. 4D). Foi observada uma variação sazonal significativa ( $p < 0,05$ ) em Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade, com os maiores valores registrados no período chuvoso. Com relação ao fosfato e silicato (Fig. 4E e F), as menores concentrações foram encontradas em

julho e novembro de 2005, respectivamente, enquanto as maiores, em junho de 2005. Mesmo não ocorrendo variação sazonal significativa para fosfato e silicato, percebe-se que as maiores concentrações estão associadas ao período chuvoso.

A clorofila *a* oscilou ao longo do ano apresentando um valor mínimo de  $1,55 \text{ mg.m}^{-3}$  (baixa-mar; Brasília Formosa) em maio de 2005 e máximo de  $33,54 \text{ mg.m}^{-3}$  (preamar; Piedade) em janeiro de 2006 (Fig. 5). Com relação aos períodos do ano, ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade, com maiores valores de clorofila *a* no período de estiagem. Apesar de não ocorrer variação espacial significativa, constatou-se maior média de biomassa na praia de Piedade ( $9,02 \pm 9,26 \text{ mg.m}^{-3}$ ), seguido de Brasília Formosa ( $7,06 \pm 5,17 \text{ mg.m}^{-3}$ ) e Boa Viagem ( $6,08 \pm 3,38 \text{ mg.m}^{-3}$ ).

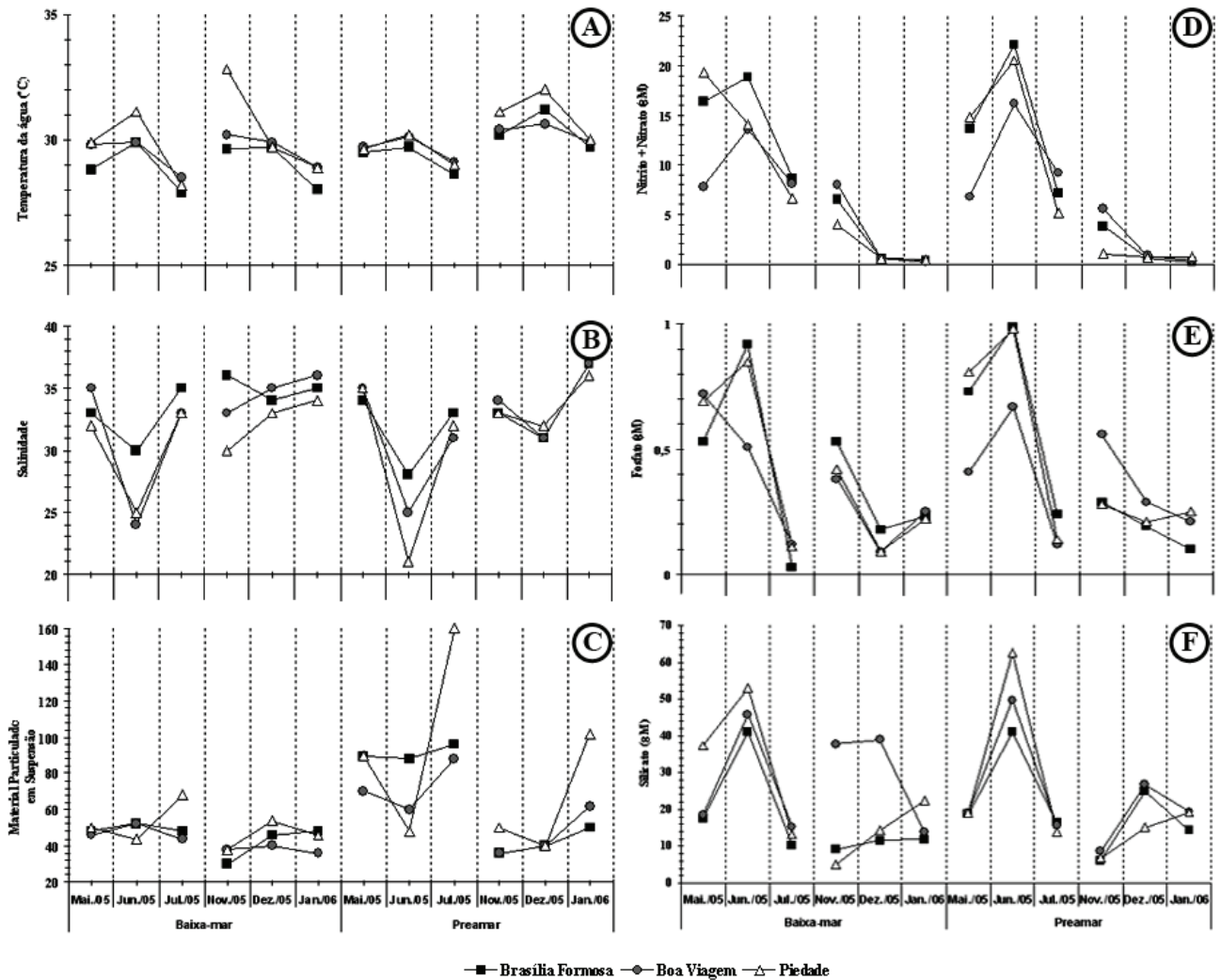


Figura 4. Variação da temperatura da água (A), salinidade (B), material particulado em suspensão (C), nitrogênio (nitrito + nitrato) (D), fosfato (E) e silicato (F) nas praias de Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do período chuvoso (maio, junho e julho/05) e de estiagem (novembro, dezembro/05 e janeiro/06).

A densidade fitoplanctônica total apresentou um valor mínimo de  $4,5 \times 10^4$  céls. $L^{-1}$  (baixa-mar; Piedade) em junho de 2005 e um máximo de  $2,3 \times 10^6$  céls. $L^{-1}$  (baixa-mar; Brasília Formosa) em dezembro de 2005. Apresentou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as estações do ano em Boa Viagem e Piedade, com densidades mais elevadas no período de estiagem.

Foram identificados 119 táxons (92 espécies) (Tab. 1), distribuídos em seis divisões: Heterokontophyta (77,42%), Dinophyta (9,68%), Chlorophyta (8,87%), Cyanophyta (2,42%) e Euglenophyta (1,61%).

As diatomáceas que se destacaram como dominantes e muito frequentes foram: *Asterionellopsis glacialis*, *Bellerochea malleus*, *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros brevis*, *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Cylindrotheca closterium*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Grammatophora marina*, *Guinardia striata*, *Helicotheca tamesis*, *Licmophora abbreviata*, *Plagiogramma* sp., *Odontella*

*aurita* var. *obtusa*, *Pseudo-nitzschia* sp. e *Thalassionema nitzschioides*.

A espécie dominante no período chuvoso foi *Asterionellopsis glacialis*, com picos de 83,28 e 82,72% (de 972 e 1.507 células contadas, respectivamente) nas premares de Brasília Formosa (maio de 2005) e de Piedade (junho de 2005), dominando todo mês de junho de 2005, em ambas as marés. *Bellerochea malleus* obteve apenas um pico de abundância (81,60% de 413 células) na preamar de Piedade (maio de 2005), sendo pouco abundante no resto do período.

No período de estiagem, *Helicotheca tamesis* foi dominante no mês de dezembro de 2005 com picos de 91,25 e 94,68% (de 7295 e 5712 células contadas, respectivamente) na praia de Boa Viagem em ambas as marés exceto na baixa-mar de Piedade, onde ocorreu a dominância de *Licmophora abbreviata* com 89,67% de 426 células. *Asterionellopsis glacialis* obteve 57,94% (de 1.284 células) em Boa Viagem na preamar, mas foi pouco abundante durante o resto do período.

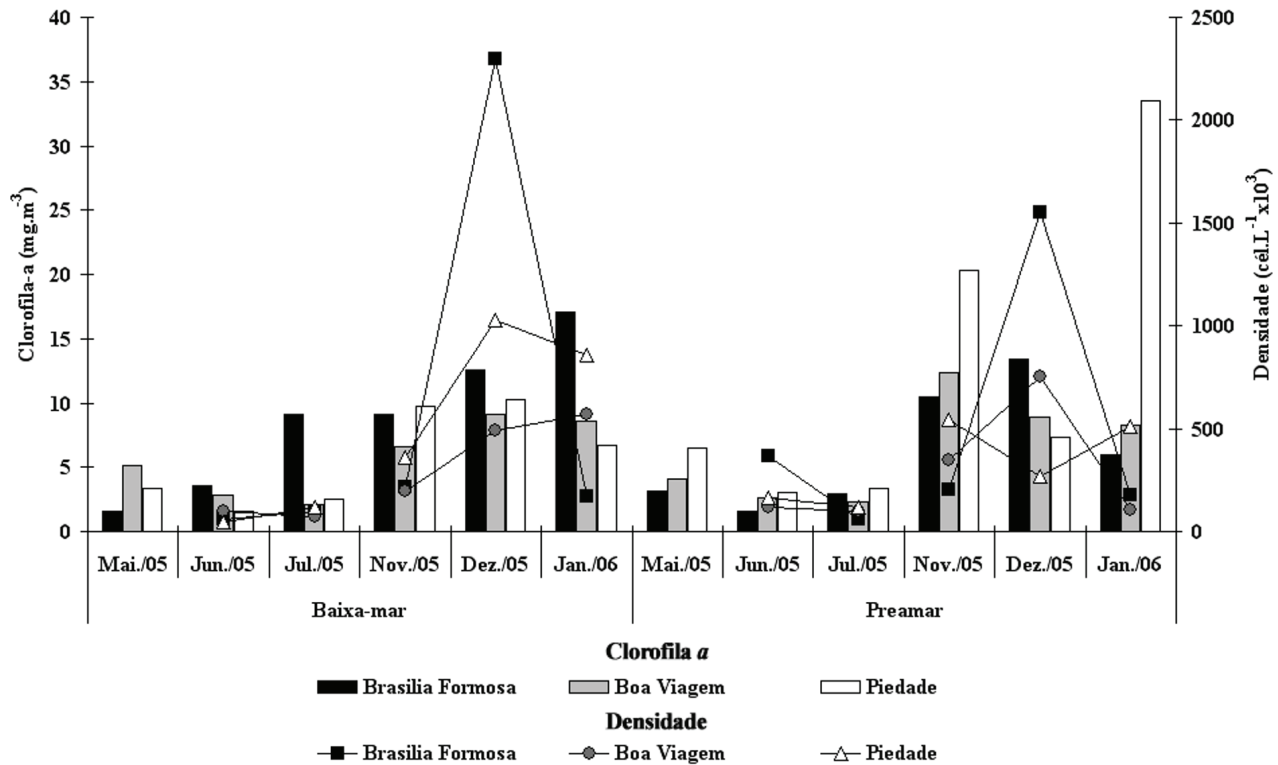


Figura 5. Variação da clorofila *a* e densidade fitoplanctônica nas praias de Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do período chuvoso (maio, junho e julho/05) e de estiagem (novembro, dezembro/05 e janeiro/06).

Tabela 1. Táxons identificados nas praias de Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade, Pernambuco, Brasil, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./05) e período de estiagem (nov., dez/05 e jan./06).

MT = muito freqüente (>70%), F = freqüente (70|— 40%), PF = pouco freqüente (40|—10%), E = esporádico (<10%), D = Dulciaquícola, ES = Estuarino, N = Nerítico, O = Oceânico e T = Ticolanctônico.

Táxons	Classe de Freqüência	Ecologia	Táxons	Classe de Freqüência	Ecologia
<b>CYANOPHYTA</b>			<i>Grammatophora</i> sp.	E	---
<i>Microcystis aeruginosa</i> Brébisson	PF	D	<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H. Pérageallo	PF	N
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek	E	D	<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	PF	N
<i>Oscillatoria</i> sp.	E	---	<i>Helicotheca tamesis</i> (Shrubsole) Ricard	MF	N
<b>EUGLENOPHYTA</b>			<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve	E	O
<i>Euglena</i> sp.	PF	---	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	PF	N
<i>Trachelomonas</i> sp.	E	---	<i>Licmophora abbreviata</i> Agardh	MF	T
<b>DINOPHYTA</b>			<i>Licmophora</i> sp.	E	---
<i>Ceratium furca</i> (Ehr.) Clap. e Lachmann	E	N	<i>Lyrella lyra</i> (Ehrenberg) Karayeva	E	T
<i>Ceratium</i> spp.	PF	---	<i>Mastogloia splendida</i> (Greg.) Cleve	E	T
<i>Protoperdinium venustum</i> (Matzenauer) Balech	E	O	<i>Melosira moniliformis</i> (Müller) Agardh	PF	T
<i>Protoperdinium conicum</i> (Gran) Balech	PF	O	<i>Melosira nummuloides</i> Agardh	PF	T
<i>Protoperdinium</i> spp.	F	---	<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Grunow	E	T
<i>Pyrophacus horologicum</i> Stein	PF	O	<i>Nitzschia sigma</i> (Kutzing) Wm. Smith	PF	T
<i>Pyrophacus steinii</i> (Schiller) Wall e Dale	E	O	<i>Nitzschia</i> sp.	E	---
<i>Pyrophacus</i> sp.	PF	---	<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) Agardh	PF	T
<b>BACILLARIOPHYTA</b>			<i>Odontella aurita</i> var. <i>obtusa</i> (Kütz.) Moreno <i>et al.</i>	F	T
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	E	T	<i>Odontella longicruris</i> (Greville) Holan	PF	N
<i>Achnanthes longipes</i> Agardh	E	T	<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow	PF	N
<i>Achnanthes</i> sp.	E	---	<i>Odontella regia</i> (M. Schultze) R. Simonsen	E	O
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.) Ehrenberg	E	N	<i>Odontella tridens</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	PF	T
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round	MF	T	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	F	T
<i>Aulacodiscus kittoni</i> Arnot	E	T	<i>Plagiogramma</i> sp.	MF	---

Continua

Tabela 1. Continuação.

Táxons	Classe de Frequência	Ecologia	Táxons	Classe de Frequência	Ecologia
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O. F. Müller) Hendey	E	O	<i>Pleurosigma</i> sp.	PF	---
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve	PF	O	<i>Podocystis adriatica</i> Kützing	PF	T
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder	PF	N	<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	PF	O
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) Van Heurck	F	N	<i>Psammodictyon</i> sp.	E	---
<i>Biddulphia biddulphiana</i> Smith	F	T	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.	F	---
<i>Biddulphia dubia</i> (Brightwell) Cleve	E	T	<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing	PF	T
<i>Campylodiscus</i> sp.	E	---	<i>Rhizosolenia robusta</i> Norman	E	O
<i>Campyloneis grevillei</i> (Smith) Grunow	PF	T	<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	F	O
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	PF	N	<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell	PF	O
<i>Cerataulus turgidus</i> Ehrenberg	E	T	<i>Stauropsis membranacea</i> (Cleve) Meunier	E	N
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	PF	O	<i>Streptothecca</i> sp.	E	---
<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cleve	PF	O	<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) Agardh	E	T
<i>Chaetoceros brevis</i> Schütt	PF	N	<i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg	E	T
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder	PF	N	<i>Surirella fastuosa</i> var. <i>recendes</i> (A.Schmidt)Cleve	PF	T
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	F	N	<i>Surirella</i> sp.	E	---
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	E	O	<i>Synedra affinis</i> Kützing	E	T
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg	E	N	<i>Synedra gailloni</i> (Bory) Erhenberg	PF	ES
<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve	PF	N	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	E	T
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow	F	N	<i>Synedra</i> sp.	E	---
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell	PF	O	<i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg	E	T
<i>Chaetoceros</i> sp.	F	---	<i>Thalassiosira subtilis</i> (Ostenfeld) Gran.	E	O
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cleve	PF	ES	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> Grunow	PF	O
<i>Climacosphenia moniligera</i> (Lyng.) Kütz.	F	T	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grunow	F	O
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	E	T	<i>Triceratium antediluvianum</i> (Ehr.) Grunow	F	T
<i>Cocconeis</i> sp.	E	---	<i>Triceratium pentacrinus</i> Ehrenberg	E	T
<i>Corethron hystrix</i> Hensen	PF	O	<b>CHRYSOPHYTA</b>		
<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg	F	O	<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	E	O
<i>Coscinodiscus</i> spp.	PF	---	<b>CHLOROPHYTA</b>		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	E	T	<i>Cladophora</i> sp.	E	---
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Reiman Lewis	F	T	<i>Cylindrocapsa conferta</i> W. West	E	D
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle	F	N	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	E	---
<i>Diploneis bombus</i> Ehrenberg	E	T	<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	E	D
<i>Diploneis</i> sp.	E	---	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	PF	D
<i>Entomoneis alata</i> Ehrenberg	F	T	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerch.) Chodat	E	D
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	F	T	<i>Scenedesmus bicaudatus</i> (Hansgirg) Chodat	E	D
<i>Fragilaria</i> sp.	PF	---	<i>Scenedesmus perforatus</i> Lemmermann	E	D
<i>Fragilaria striatula</i> Lyngbye	E	T	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	PF	D
<i>Fragilaria vitrea</i> (Kützing) Grunow	E	T	<i>Scenedesmus</i> sp.	E	---
<i>Grammatophora hamulifera</i> Kützing	PF	T	<i>Staurastrum</i> sp.	E	---
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kütz.	F	T			

Durante o período estudado foram registrados valores do índice de diversidade específica de 0,48 bits.cel<sup>-1</sup> em dezembro de 2005 (preamar; Boa Viagem) a 4,17 bits.cel<sup>-1</sup> em julho de 2005 (baixa-mar; Boa Viagem), sendo que 50% das amostras analisadas foram classificadas como alta diversidade, 41,67% como baixa diversidade e 8,33% apresentando diversidade muito baixa (Fig. 6). Os menores valores de diversidade (0,48 e 1,28 bits.cel<sup>-1</sup>) estão relacionados à dominância de *Helicotheca tamesis* durante o mês de dezembro de 2005 e de *Asterionellopsis glacialis* durante junho de 2005.

A classificação das unidades amostrais por análise de agrupamento revelou a formação de dois grupos, considerados bem ajustados com valor cofenético de 0,8 (Fig. 7).

O grupo 1 compreendeu as espécies dominantes e muito frequentes durante o período de estiagem (com exceção de *Asterionellopsis glacialis*), classificadas como espécies marinhas planctônicas.

O grupo 2 foi mais diversificado quanto à distribuição ecológica, reunindo espécies planctônicas neríticas/oceânicas e espécies ticoplanctônicas marinhas, que obtiveram maior representatividade durante o período chuvoso. As diatomáceas *Chaetoceros brevis* e *Chaetoceros compressus* encontraram-se mais afastadas por terem sido registradas apenas no período de estiagem, sendo espécies planctônicas neríticas.

O plano fatorial 1-2 explicou 54,1% da variância dos dados (Fig. 8). No eixo 1 (36,5%) projetaram-se positiva-

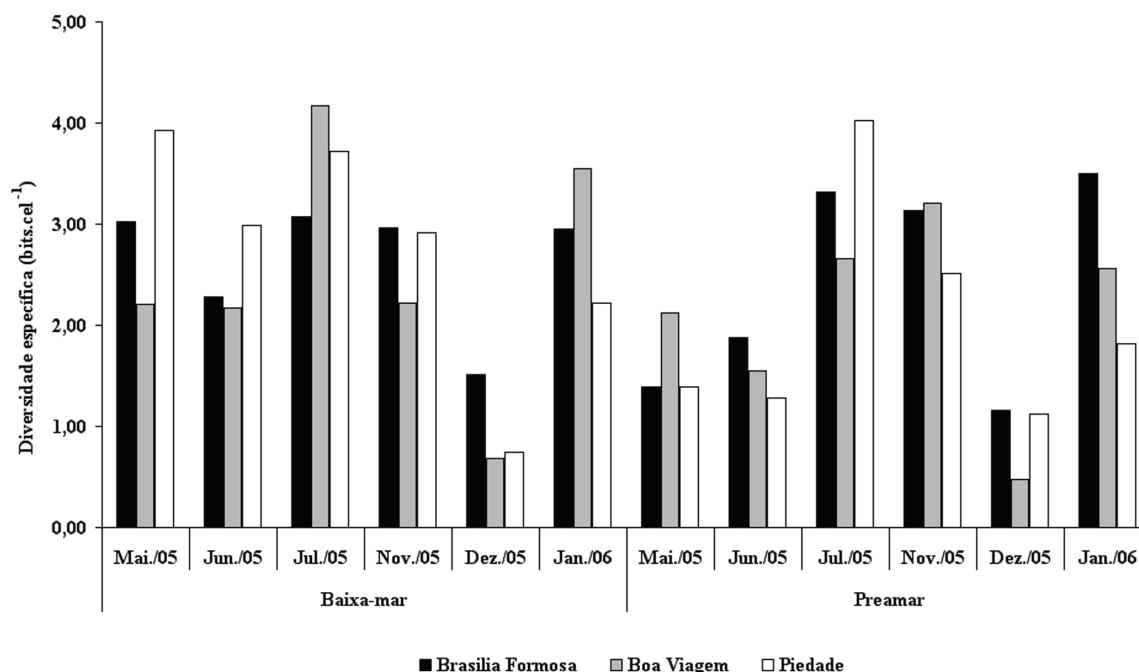


Figura 6. Índice de diversidade específica calculado para as praias de Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do período chuvoso (maio, junho e julho/05) e de estiagem (novembro, dezembro/05 e janeiro/06).

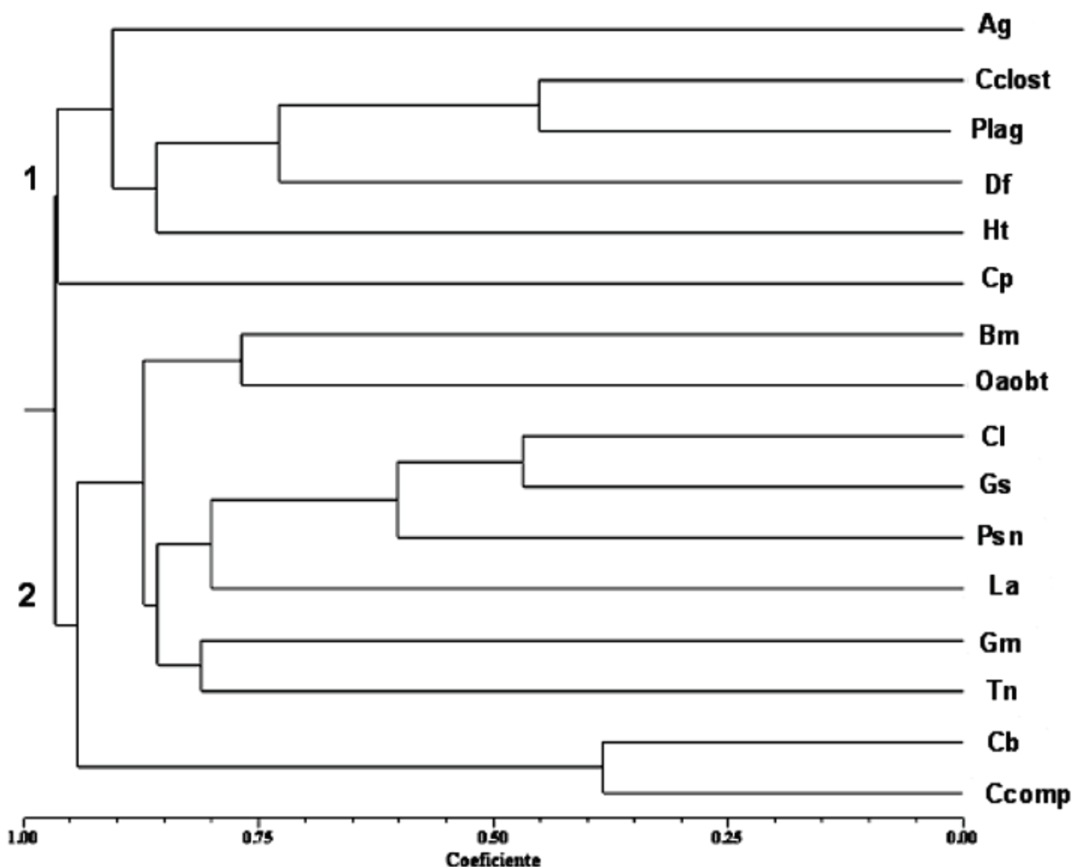


Figura 7. Dendrograma das associações das espécies do fitoplâncton mais representativas na área de estudo - Ag: *Asterionellopsis glacialis*, Bm: *Bellerochea malleus*, Cp: *Cerataulina pelagica*, Cb: *Chaetoceros brevis*, Ccomp: *Chaetoceros compressus*, Cl: *Chaetoceros lorenzianus*, Cclost: *Cylindrotheca closterium*, Df: *Dactyliosolen fragillissimus*, Gm: *Grammatophora marina*, Gs: *Guinardia striata*, Ht: *Helicotheca tamesis*, La: *Licmophora abbreviata*, Oaobt: *Odontella aurita* var. *obtusa*, Plag: *Plagiogramma* sp, Psn: *Pseudo-nitzschia* sp, Tn: *Thalassionema nitzschioides*.

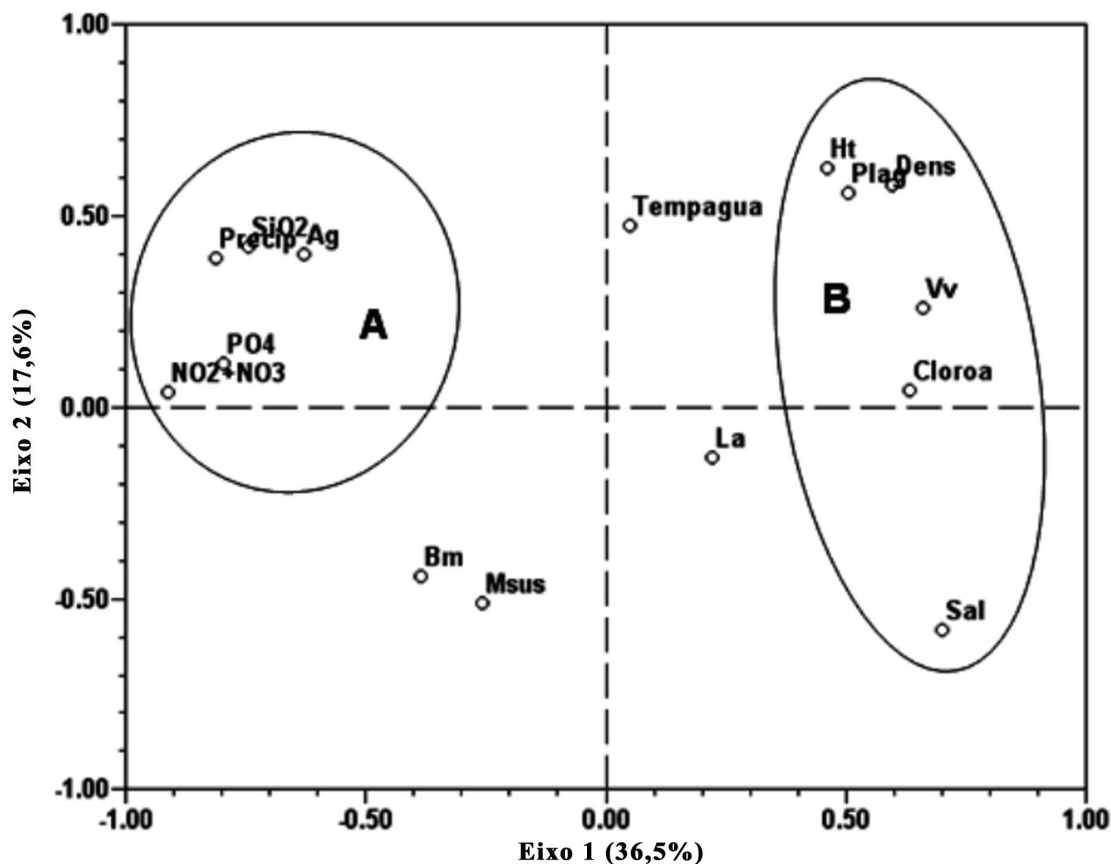


Figura 8. Análise dos componentes principais. Códigos: temperatura da água (Tempagua), salinidade (Sal), nitrito e nitrato (NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>), fosfato (PO<sub>4</sub>), silicato (SiO<sub>2</sub>), precipitação (Precip), material em suspensão (Msus), velocidade dos ventos (Vv), clorofila *a* (Cloroa), densidade (Dens), *Asterionellopsis glacialis* (Ag), *Helicotheca tamesis* (Ht), *Licmophora abbreviata* (La) e *Plagiogramma* sp. (Plag).

mente a salinidade, clorofila *a*, densidade e a velocidade dos ventos. Em oposição, destacaram-se a precipitação pluviométrica, nitrito + nitrato, fosfato, silicato e a diatomácea *Asterionellopsis glacialis*, no lado negativo. Apesar da baixa correlação com o eixo ( $d < 0,5$ ), a temperatura da água e a diatomácea *Licmophora abbreviata* posicionaram-se no lado positivo.

No eixo 2 (17,6%) posicionaram-se significativamente apenas as diatomáceas *Helicotheca tamesis* e *Plagiogramma* sp., no lado positivo. Apesar da baixa correlação com o eixo ( $d < 0,5$ ), a diatomácea *Bellerochea malleus* e o material em suspensão posicionaram-se no lado negativo.

## Discussão

A estrutura das populações do fitoplâncton encontra-se diretamente relacionada às características físicas e químicas da água conjuntamente com outros fatores ambientais, os quais, agindo unidos ou isoladamente, condicionam o estabelecimento de populações adaptadas a estas variações (Phlips *et al.* 2002). Na costa pernambucana, mudanças temporais na distribuição e abundância do fitoplâncton são reguladas principalmente pela eutrofização, descarga dos rios, ciclo de maré e precipitação

(Paranaguá 1985/86; Neumann-Leitão *et al.* 1991/93; Eskinazi-Leça *et al.* 1997).

Alguns trabalhos realizados em outras zonas litorâneas identificaram também o efeito do vento (Gómez-Erache *et al.* 2000), influência da maré (Villate 1997), pressão atmosférica, temperatura da água (Licandro & Ibanez 2000) e sazonalidade (Khalil & El-Rahman 1997; Villa *et al.* 1997; Totti *et al.* 2000) controlando a distribuição e composição das comunidades do plâncton.

A relação positiva entre o material em suspensão e nutrientes sugere que a contribuição desses elementos para a zona de arrebentação é resultado principalmente da res-suspensão próxima à costa, propiciada pela ação de ventos *onshore* e pela alta precipitação pluviométrica. As dunas costeiras também contribuem para um incremento de nutrientes na zona de arrebentação, pois estas normalmente possuem aquíferos associados, que carregam altas concentrações de nitrato, fonte do maior requerimento das diatomáceas (McLachlan & Illenberger 1986).

Na praia de Rio Doce e Casa Caiada (PE), condições similares causaram um aumento na densidade do fitoplâncton, ocasionada por espécies oportunistas (ou *r*-estrategistas). Esta situação esteve associada aos altos valores dos



parâmetros abióticos (turbidez e sais nutrientes) na maré baixa em áreas abrigadas, principalmente em Rio Doce. Nas preamares ocorreu uma diminuição na concentração dos nutrientes e da densidade fitoplanctônica, devido à entrada de água da plataforma continental adjacente (Pereira *et al.* 2000). Durante o período de estiagem, a clorofila *a* e a densidade fitoplanctônica apresentaram uma correlação inversa com a precipitação e com os nutrientes, e direta com a salinidade e a velocidade do vento. Nessa situação, a drenagem terrestre é muito mais amena e as condições hidrológicas tornam-se favoráveis ao florescimento estival. Desta forma, o impacto terrígeno influi significativamente no comportamento fitoplanctônico, inibindo o crescimento da flora planctônica no período chuvoso e determinando um comportamento inverso durante o período de estiagem (Eskinazi-Leça *et al.* 1997; Koenig & Eskinazi-Leça 1991; Koenig *et al.* 2003).

Apesar dos elevados valores de diversidade específica, períodos de baixa diversidade ocorreram, relacionados, principalmente, pela dominância de duas espécies: *A. glacialis*, nos meses de chuva e *H. tamesis*, na estação seca. Segundo Barretto (dados não publicados) estas espécies são consideradas como oportunistas por apresentarem elevada abundância em águas ricas em nutrientes e por se beneficiarem da turbulência, que faz com que elas sejam ressuspensas. Organismos com essas estratégias de sobrevivência são caracterizados por apresentarem rápidas taxas de crescimento, possuir elevada razão superfície/volume e alta atividade metabólica, adaptando-se mais rapidamente às condições locais.

Nas praias estudadas, os altos valores de abundância de *A. glacialis* não estiveram relacionados aos ventos de sul/sudeste. No período que essa espécie apresentou seus maiores valores, os ventos vindos do norte foram predominantes. Provavelmente, outros fatores estavam favorecendo a dominância desse organismo.

Brown & McLachlan (1990) afirmam que altas concentrações de diatomáceas são observadas na zona de arrebentação de praias arenosas do mundo todo, entre as latitudes 40°N e 40°S. Essas populações abastecem numerosas cadeias alimentares e podem ser acumuladas à superfície formando manchas marrons escuras. A ocorrência dessas manchas está relacionada a mecanismos endógenos fisiológicos das células e ao hidrodinamismo destes ambientes (Talbot *et al.* 1990).

Na região sul do Brasil, a ocorrência de manchas esteve associada, principalmente, a *Asterionellopsis glacialis*. O primeiro registro deste evento foi na praia do Cassino (RS) onde essas densas e freqüentes acumulações foram tratadas primordialmente como um florescimento clássico (Aguiar & Corte-Real 1973; Rosa & Aguiar 1973). Posteriormente estudos mais específicos sugeriram um padrão sazonal na ocorrência destas manchas, associada com a precipitação e ventos *onshore* (Gianuca 1983; Odebrecht *et al.* 1995). Em Santa Catarina, na praia dos Navegantes, Rörig *et al.* (1997)

observaram uma co-ocorrência de *Asterionellopsis glacialis* e *Anaulus australis*, padrão semelhante ao encontrado em praias da África do Sul (Talbot *et al.* 1990).

No Nordeste do Brasil, na praia do Futuro (CE), ocorreram florações formando manchas das diatomáceas *A. glacialis* e *Eunotogramma* sp. no período chuvoso, com densidades de  $1,9 \times 10^4$  céls.L<sup>-1</sup> (Tahim *et al.* 1990)

Vários fatores ambientais têm sido envolvidos para explicar esses fenômenos na zona de arrebentação, entretanto, Talbot *et al.* (1990) afirmam que nem toda praia arenosa tem florescimentos com acumulação de diatomáceas e que estas formações possuem fatores controladores ainda não confirmados. Outros autores apontam que as características físicas desses ecossistemas são os principais responsáveis pela presença ou ausência dessas acumulações, destacando a largura da zona de arrebentação, presença de correntes longitudinais, dunas costeiras, aporte de águas subterrâneas e regime meteorológico com fortes ventos do sul/sudeste, que podem estar associados com a acumulação de diatomáceas nestes locais (Campbell & Bate 1996; Campbell & Bate 1997; Odebrecht *et al.* 1995; Odebrecht *et al.* 2003).

Em Algoa Bay e ao longo da costa de Washington e Oregon, o estado energético da zona de arrebentação foi considerado como controlador da ausência e presença das acumulações das diatomáceas. Segundo Talbot & Bate (1987), quando o estado de energia da praia é baixo, as acumulações desaparecem devido à redução das bolhas internas das ondas necessárias para a ressuspensão das células à superfície. Um estado contínuo de baixa energia das praias é um meio de prevenir a formação dessas acumulações.

Rezende & Brandini (1997) relacionam as alterações ambientais (diminuição da temperatura da água e ventos de direção sul) decorrentes da passagem de frentes frias, que assolam frequentemente as águas costeiras da região sul do Brasil, como responsáveis pelo padrão de distribuição dos organismos fitoplanctônicos na zona de arrebentação. Segundo Rörig & Garcia (2003), essas frentes frias condicionam um ciclo de transporte vertical de células do sedimento para a coluna d'água e, em condições calmas, o retorno para o sedimento, indicando um estágio bêntico durante seu ciclo de vida. Esse fato pode explicar a dominância de *H. tamesis* no período de estiagem, onde *A. glacialis*, mesmo sendo muito freqüente durante o estudo, obteve baixos valores de abundância.

Apesar da ocorrência de florescimentos esporádicos de algumas diatomáceas características da zona de arrebentação, a morfologia praial, hidrodinamismo, velocidade e direção dos ventos não favoreceram a formação de manchas devido à acumulação das mesmas, como ocorre no sul do país.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo para o primeiro Autor.

## Referências Bibliográficas

- Aguiar, L.W. & Corte-Real, M. 1973. Sobre uma floração de *Asterionella japonica* Cleve (1878) na costa do Rio Grande do Sul. **Iheringia, Série Botânica** 17: 18-27.
- Aragão, J.O.R. 2004. A influência dos oceanos Pacífico e Atlântico na dinâmica do tempo e do clima do Nordeste do Brasil. Pp. 287-317. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S. & Costa, M.F. (org.). **Oceanografia – Um cenário tropical**. Recife, Bagaço.
- Bray, R.J. & Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forests communities of Southern Wisconsin. **Ecology Monographs** 27: 325-349.
- Branco, E.S. 2008. Influência das variáveis ambientais na comunidade fitoplanctônica estuarina. **Série Teses e Dissertações**. Recife, Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco.
- Brown, A.C. & McLachlan, A. 1990. Beach and surf-zone flora. Pp. 41-50. In: A.C. Brown & A. McLachlan (eds). **Ecology of Sandy Shores**. Netherlands, Elsevier Science.
- Campbell, E.E. 1996. Groundwater as a possible controller of surf diatom biomass. **Revista Chilena de Historia Natural** 69: 503-510.
- Campbell, E.E. & Bate, G.C. 1997. Coastal features associated with diatom discoloration of surf-zones. **Botanica Marina** 40: 179-185.
- Eskinazi, E. & Satô, S. 1963/64. Contribuição das diatomáceas da praia de Piedade (Pernambuco – Brasil). **Trabalhos Oceanográficos** 5/6: 73-114.
- Eskinazi-Leça, E.; Silva-Cunha, M.G.G.; Koenig, M.L.; Macêdo S.J. & Costa, K.M.P. 1997. Variação espacial e temporal do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco – Brasil. **Trabalhos do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco** 25: 1-16.
- Ferrario, M.; Sar, E. & Sala, S. 1995. Metodologia básica para el estudio del fitoplancton con especial referencia a las diatomáceas. Pp. 1-24. In: K. Alvear; M. Ferrario; E.C. Oliveira-Filho & E. Sar (eds.). **Manual de Métodos Ficológicos**. Concepción, Universidad de Concepción.
- Gianuca, N.M. 1983. A preliminary account of the ecology of sandy beaches in Southern Brazil. Pp. 413-419. In: A. McLachlan, & T. Erasmus (eds). **Sandy Beaches as Ecosystems**. Junk, The Hague.
- Gómez-Erache, M.W.; Norbis W. & Bastreri, D. 2000. Wind effect as forcing factor controlling distribution and diversity of copepods in a shallow temperate estuary (Solís Grande, Uruguay). **Scientia Marina** 64(1): 87-95.
- Grasshoff, K.; Enrhardt, M. & Kremling, K. 1983. **Methods of Seawater Analysis**. 2nd ed. New York, Verlag Chemie.
- Harris, G.P. 1986. **Phytoplankton ecology: structure, function and fluctuation**. New York, Chapman and Hall.
- Hasle, G.R. 1978. The inverted-microscope methods. Pp. 88-96. In: A. Sourmia (ed.). **Phytoplankton Manual**. Paris, UNESCO.
- Hoek, C.V.D.; Mann, D.G. & Jahns, H.M. 1995. **Algae: an introduction to phycology**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Khalil, M. & El-Rahman, N.A. 1997. Abundance and diversity of surface zooplankton in the Gulf of Aqaba, Red Sea, Egypt. **Journal of Plankton Research** 19: 927-936.
- Knoppers, B.A.; Ekau, W.; Figueiredo Júnior, A.G. & Soares Gomes, A. 2002. Zona costeira e plataforma continental do Brasil. Pp. 353-361. In: Pereira, R.C & Soares Gomes, A. (org.) **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro, Interciência.
- Koenig, M. L. & Eskinazi Leça, E. 1991. Aspectos quantitativos do fitoplâncton na área estuarina de Suape (PE). Pp. 36-55. In: **Anais do IV Encontro Brasileiro de Plâncton**. Recife, Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco.
- Koenig, M. L.; Eskinazi Leça, E.; Neumann-Leitão, S. & Macedo, J.S. 2003. Impacts of the construction of the Port of Suape on phytoplankton in the Ipojuca River estuary (Pernambuco-Brazil). **Brazilian Archives of Biology Technology** 46(1): 3-81.
- Licandro, P. & Ibanez, F. 2000. Changes of zooplankton communities in the Gulf of Tigullio (Ligurian Sea, Western Mediterranean) from 1985 to 1995, influence of hydroclimatic factors. **Journal of Plankton Research** 22(12): 2225-2253.
- Lobo, E. & Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. **Revista Biología** 22: 1-29.
- Margalef, R. 1978. Les types biologiques de phytoplankton consideres comme des alternatives de survie dans un milieu instable. **Oceanologica Acta** 4(1): 493-509.
- Margem, H.; Albuquerque, E.; Dalto, A. & Machado, M.C. 2003. Microphytobenthic and phytoplanktonic biomass of the surf zone of two exposed sandy beaches. **Journal of Coastal Research** 35: 402-407.
- McLachlan, A. & Illenberger, W.K. 1986. Significance of ground water nitrogen input to a beach/surfzone ecosystem. **Stygologia** 3: 291-296.
- Nascimento, F.C.R.; Muniz, K.; Feitosa, F.A.N.; Araújo, J.P.; Silva, R.M.S.; Sônia da Silva, G. & Flores Montes, M.J. 2003. Disponibilidade nutricional da Baía de Pina e rio Tejiú (Recife – PE, Brasil) em relação aos nutrientes e biomassa primária (Setembro/2000). **Tropical Oceanography** 31: 149-169.
- Neumann-Leitão, S.; Gusmão, L.M.O.; Nogueira-Paranhos, J.D.; Nascimento-Vieira, D.A. & Paranaíba, M.N. 1991/93. Zooplâncton da plataforma continental norte do estado de Pernambuco (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos** 22: 97-116.
- Newell, G.H. & Newell, R. 1963. **Marine Plankton: a practical guide**. London, Hutchinson Educat.
- Odebrecht, C. & Abreu, P.C. 1997. Microorganismos em praias arenosas expostas: importância, aspectos metodológicos e estado da arte para o sul do Brasil. **Oecologia Brasiliensis** 3: 2-18.
- Odebrecht, C.; Segatto, C. V. & Fresitas, C. A. 1995. Surf-zone chlorophyll a variability at Cassino Beach, Southern Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 41: 81-90.
- Odebrecht, C.; Abreu, P.C.; Fujita, C.C. & Bergesch, M. 2003. The impact of mud deposition on the long term variability of the surf-zone diatom *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round at Cassino Beach, Brazil. **Journal of Coastal Research** 35: 486-491.
- Paranaíba, M.N. 1985/86. Zooplankton of the Suape area (Pernambuco-Brazil). **Trabalhos Oceanográficos** 19: 113-124.
- Pereira, L.C.C.; Jiménez, J.A. & Medeiros, C. 2003. Environmental degradation of the littoral of Casa Caiada and Rio Doce, Olinda-PE (Brazil). **Journal of Coastal Research** 35: 502-508.
- Pereira, L.C.C.; Jiménez, J.A.; Koenig, M.L.; Porto Neto, F.F.; Medeiros, C. & Costa, R.M. 2005. Effect of Coastline Properties and Wastewater on Plankton Composition and Distribution in a Stressed Environment on the North Coast of Olinda-PE (Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology** 48(6): 1013-1026.
- Philips, J.E.; Badylak, S. & Grosskopf, T. 2002. Factors Affecting the Abundance of Phytoplankton in a Restricted Subtropical Lagoon, the Indian River Lagoon. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 55: 385-402.
- Rezende, K.R.V. & Brandini, F.P. 1997. Variação sazonal do fitoplâncton da zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul (Pontal do Paraná-PR). **Nerítica** 11: 49-62.
- Rohlf, F.J. & Fisher, D.L. 1968. Test for hierarchical structure in random data sets. **Systematic Zoology** 17: 407-412.
- Rollnic, M.; Medeiros, C. 2006. Circulation of the Coastal Waters of Boa Viagem, Piedade and Candeias Beaches-PE, Brazil. **Journal of Coastal Research** 39: 648-650.
- Rörig, L.R. & Garcia, V.M.T. 2003. Accumulations of the surf-zone diatom *Asterionellopsis glacialis* (CASTRACANE) ROUND in Cassino Beach, Southern Brazil, and its relationship with environmental factors. **Journal of Coastal Research** 35: 167-177.
- Rörig, L.R.; Resgalla Jr., C.; Pezzuto, P.R.; Alves, E.S. & Morelli, F. 1997. Análise ecológica de um processo de acumulação da diatomáceas *Anaulis* sp. na zona de arrebentação da praia dos Navegantes (Santa Catarina, Brasil). **Oecologia Brasiliensis** 3: 29-43.
- Rörig, L.R.; Almeida, T.C.M. & Garcia, V.M.T. 2006. Structure and succession of the surf-zone phytoplankton in casino beach, southern Brazil. **Journal of Coastal Research** 39: 1246-1250.
- Rosa, Z.M & Aguiar, L.W. 1973. Diatomáceas da costa do Rio Grande do Sul, Brasil: I- praia do Cassino – Rio Grande. **Iheringia** 21: 103-128.
- Satô, S.; Paranaíba, M.N. & Eskinazi, E. 1963/64. On the mechanism of red tide of *Trichodesmium* in Recife Northeastern Brazil, with some considerations of the relation to the human disease, "Tamandaré fever". **Trabalho do Instituto Oceanográfico Universidade do Recife** 5/6: 7-49.

- Shannon, L.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bulletin of System Tecnology Journal* 27: 379-423.
- Strickland, J.D.H. & Parsons, T.R.A. 1972. *Manual of Seawater Analysis. Bulletin Fisheries Research Board of Canada* 167: 1-205.
- Tahim, E.F.; Verde, N.G.L. & Eskinazi-Leça, E. 1990. Florescimento de algas planctônicas na praia do Futuro (Fortaleza-CE). Pp. 117-122. In: **Anais do IV Encontro Brasileiro de Plâncton**. Recife, Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco.
- Talbot, M.M.B. & Bate, G.C. 1987. Rip current characteristics and their role in the exchange of water and surf diatoms between the surf zone and nearshore. *Estuarine, Coast and Shelf Science* 25: 707-720.
- Talbot, M.M.B.; Bate, G.C. & Campbell, E.E. 1990 A review of the ecology of surf zone diatoms, with special reference to *Anaulus australis*. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review* 28: 155-175.
- Totti, C.; Civitarese, G.; Acri, F.; Barletta, D.; Candelari, G.; Paschini, E. & Solazzi, A. 2000. Seasonal variability of phytoplankton populations in the middle Adriatic sub-basin. *Journal of Plankton Research* 22(9): 1735-1756.
- Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. *Mitteilung Internationale Vereinigung für Theoretische Angewandte Limnologie* 9: 68-72.
- Villa, H.; Quintela, J.; Coêlho, M.L.; Icely, J.D. & Andrade, J.P. 1997. Phytoplankton biomass and zooplankton abundance on the south coast of Portugal (Sagres), with special reference to spawning of *Loligo vulgaris*. *Scientia Marina* 61 (2): 123-129.
- Villate, F. 1997. Tidal influence on zonation and occurrence of resident and temporary zooplankton in a shallow system (Estuary of Mundaka, bay of Biscay). *Scientia Marina* 61 (2): 173-188.