

## Fitoplâncton como indicador da qualidade ambiental em ecossistema hipersalino (estuário do rio Pisa Sal, Galinhos, RN, Brasil).

Marilene Felipe Santiago<sup>1</sup>; Maria da G. G. da Silva-Cunha<sup>1</sup>; José Zanon de O. Passavante<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Arquitetura, s/n, CDU, CEP 50.601-910 Recife, PE, Brasil. E-mail: [marilenesantiago@yahoo.com.br](mailto:marilenesantiago@yahoo.com.br)

**Resumo** – O estuário do rio Pisa Sal, localizado no ecocomplexo de Galinhos-Guamaré (RN), é fonte de abastecimento e drenagem da fazenda de carcinicultura Camarus. A presente pesquisa baseou-se em avaliar a composição fitoplanctônica como indicadora da qualidade ambiental, para definir a influência de tais atividades no meio ambiente. As amostragens foram feitas em três estações fixas no referido estuário, em períodos de estiagem (set., nov./02, jan., maio e jul./03) e chuvoso (mar./03), durante as baixa-mares e preamares diurnas de um mesmo dia, na maré de sizígia. Para isto, foram analisados parâmetros climatológicos (temperatura, umidade, precipitação, insolação, evaporação, velocidade e direção do vento), hidrológicos (maré, profundidade, transparência da água, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) e biológicos (clorofila *a* e composição microfitoplanctônica). Além, do coeficiente de extinção da luz, saturação do oxigênio, abundância e frequência de ocorrência, diversidade, análise multivariada das amostras e dos táxons e Análise dos Componentes Principais. O microfitoplâncton foi coletado com rede de plâncton com abertura de malha de 38 micrometros. Foram identificados 210 táxons, destacando os grupos das diatomáceas. A flora foi composta por espécies marinhas planctônicas (nerítica e oceânica) e ticoplanctônica, confirmando a influência direta das águas marinhas costeiras. As espécies *Thalassiosira subtilis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Asterionellopsis glacialis* e *Chaetoceros danicus* foram dominantes e abundantes e os gêneros identificados como: *Lyngbya*, *Oscillatoria* e *Merismopedia* (Cyanophyta), *Euglena* e *Trachelomonas* (Euglenophyta), *Diatoma*, *Fragilaria*, *Synedra* (Bacillariophyta) e *Cladophora* e *Scenedesmus* (Chlorophyta) são citadas como bioindicadoras. A diversidade específica e equitabilidade foram comparativamente altas, revelando que os táxons estão bem distribuídos, e está relacionada aos parâmetros climatológicos. Os resultados demonstraram que o estuário do rio Pisa Sal é hipersalino, eutrófico apresentando condições de degradação.

**Palavra Chave:** Microalgas planctônicas, taxonomia, ecologia, bioindicador, eutrófico.

### Phytoplankton as indicator of environmental condition at a hypersaline ecosystem (estuary of Pisa Sal river, Galinhos, RN, Brazil).

**Abstract** – The Pisa Sal estuary, located at Galinhos-Guamaré complex (RN), is a natural water source, mainly for the Camarus Shrimp Farm, and at present time. The present research was carried out to assess the influence of these activities on phytoplankton composition and biomass along with the abiotic parameters as environmental quality indicators. Sampling was made in three fixed stations during the dry (September, November/02, January, May, July/03) and rainy (March/03) seasons, at the diurnal low and high tides, in a spring tide. Climatological (temperature, humidity, rainfall, insolation, evaporation, wind velocity and direction) and hydrological (tides, depth, water salinity, pH and dissolved oxygen) data were collected to correlate with the biological (chlorophyll *a* and microphytoplankton species composition) data. The microphytoplankton was collected with the plankton net of 38 micrometers of mesh size. Besides, the light extinction coefficient, the dissolved oxygen saturation rate, the microphytoplankton abundance, the microphytoplankton frequency of occurrence, species diversity, evenness, date and the observed dissimilarity among stations were collected and pooled to test the significance in Principal Component Analysis (PCA). It was identified 210 phytoplankton taxa, the diatoms species are overwhelming followed by dinoflagellates, blue-greens algae, and a few species of euglenophyceae. The flora was composed by true marine planktonic species (neritic and oceanic) and tyco planktonics. The most dominant and abundant species were *Thalassiosira subtilis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Asterionellopsis glacialis* and *Chaetoceros danicus* and the genus *Lyngbya*, *Oscillatoria* and *Merismopedia* (Cyanophyta), *Euglena* and *Trachelomonas* (Euglenophyta), *Diatoma*, *Fragilaria*, *Synedra* (Bacillariophyta), and *Cladophora* and *Scenedesmus* (Chlorophyta), been bioindicators of environmental conditions. Species diversity and evenness were high showing a well balanced community and influenced by the climatological (density independent) parameters. The PCA showed a direct correlation among chlorophyll *a*, dissolved oxygen, water and air temperatures, *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros danicus*, *Pleuro-Gyrosigma* sp., *Rhizosolenia setigera*, *Thalassionema frauenfeldii* and *Thalassionema*

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

*nitzschioides*. The analyzed results show that the Pisa Sal River estuary is hyperhaline and eutrophic, showing environmental condition determined as impacted.

**Key-words:** Microalgae planctonic, taxonomy, ecology, bioindicator, eutrophic.

## Introdução

Os estuários são áreas consideradas de maior diversidade do mundo quase sempre eutróficas apresentando condições favoráveis ao desenvolvimento de organismos produtores primários. Esta produtividade constitui o meio de vida de grandes populações, devido à soma de condições peculiares, como a ação oscilante das correntes de maré, proporcionando, assim, uma grande fertilidade, considerados como os habitats naturais mais produtivos do nosso planeta (French, 1997).

Além disso, os estuários apresentam muitas funções vitais, pois constituem abrigo, áreas de alimentação e reprodução, bem como berçário para inúmeras espécies aquáticas e, também, desempenham um papel importante nas rotas migratórias de aves e de peixes de valor comercial (Elliott e McLusky, 2002).

Dentro desse contexto, encontram-se as microalgas, que compreende organismos aquáticos unicelulares, predominantemente autotróficos que podem ocorrer no plâncton ou aderidas a diversos tipos de substratos, sejam eles naturais ou artificiais (Eskinazi-Leça et al., 2001).

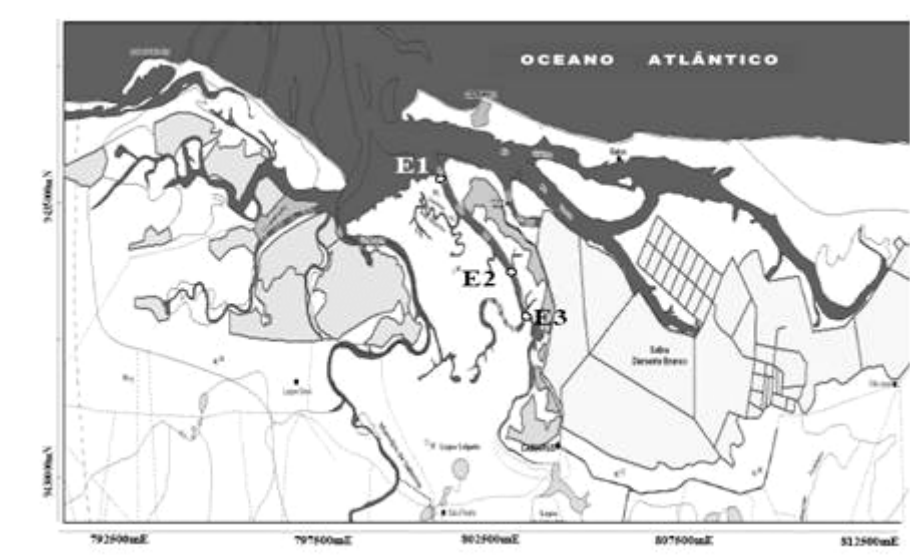
Estas microalgas têm um importante papel nos ecossistemas aquáticos, pois além de produtores primários, também funcionam como bioindicadores da qualidade da água e de seu estado trófico (Eskinazi-Leça et al., 2002).

Desta forma, estudos sobre o fitoplâncton são de fundamental importância para traçar um perfil das condições e do potencial ecológico do ambiente estuarino, visando não somente a valoração biológica local, mas também enfocar pela primeira vez a biodiversidade e distribuição espaço-temporal no estuário do rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte.

## Materiais e métodos

Selecionaram-se três estações de coleta: Estação 1 – Localizada na foz do estuário do rio Pisa Sal sob influência do mar aberto e dos rios que fazem parte deste complexo marinho; Estação 2 – Localizada em frente ao local de captação e despejo de água da Fazenda Camarus Aquicultura do Nordeste Ltda; Estação 3 – Localizada a montante do estuário do rio Pisa Sal, na parte onde ainda é navegável (Figura 1).

As coletas foram realizadas bimestralmente, nos períodos de estiagem (set., nov./02, jan. maio e jul./03) e chuvoso (mar./03), obedecendo ao ritmo da BM (baixa-mar) e PM (preamar) diurnas, de um mesmo dia, na maré de sizígia.



**Figura 1** – Área de estudo e a localização das estações de coleta no estuário do rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte.

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

A temperatura e pH da água foi aferido in situ, com um aparelho portátil digital Hanna, como também a salinidade utilizando um refratômetro. A transparência da água (disco de Secchi) determinou-se o coeficiente de extinção da luz ( $k$ ), segundo a fórmula de Poole e Atkins (1929). O oxigênio dissolvido na água foi estimado pelo método de Winkler de acordo com Grasshoff et al. (1983). Para a obtenção da taxa de saturação do oxigênio na água utilizou a tabela padrão International Oceanography Tables (UNESCO, 1973).

Também foram obtidos os dados climatológicos (temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a precipitação pluviométrica, a insolação total, a evaporação total, a velocidade média do vento e a direção do vento), foram oriundos da Estação Meteorológica de Macau (RN) pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia.

A concentração de clorofila  $a$  foi determinada pelo método espectrofotométrico descrito por Teixeira (1973), e a equação utilizada foi de Strickland e Parsons (1972).

As amostras de microfitoplâncton foram coletadas através de arrastos horizontais superficiais, durante 5 minutos, utilizando uma rede de plâncton com abertura de malha de  $38\mu\text{m}$ , e fixadas com formol neutro a 4% seguindo a técnica de Newell e Newell (1963).

Para a análise quali-quantitativa, as amostras foram diluídas para 500ml, homogeneizadas, e analisadas sub-amostras de 1ml, em lâmina do tipo “Sedgwick-Rafter”, utilizando o microscópio óptico Bausch & Lomb. Foram feitas lâminas permanentes de diatomáceas, segundo o método de Müller-Melcher e Ferrando (1956).

Na identificação, enquadramento e ecologia das espécies foram utilizados as obras de: Perágallo e Perágallo (1897-1908); Desikachary (1959); Balech (1988); Chrétiennot-Dinet *et al.* (1990); Round *et al.* (1992); Moreira Filho *et al.* (1994/1995); Hasle e Syvertsen (1996) e Steidinger e Tangen (1996).

A abundância relativa e a frequência de ocorrência de cada táxon infragenérico foram expressas em porcentagem, segundo as recomendações de Lobo e Leighton (1986) e Mateucci e Colma (1982), respectivamente. Já a diversidade específica e a equitabilidade basearam-se em Shannon (1948).

A análise multivariada dos principais táxons, bem como as relações entre os principais táxons e parâmetros ambientais foi utilizado o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Metagraphics Software Corporation, Califórnia – USA.

## Resultados

Os parâmetros climatológicos tiveram variações sazonais ao longo dos meses estudados, tendo relação direta entre a precipitação, umidade relativa e inversa à temperatura do ar e a evaporação, apresentando condições típicas de ambientes costeiros tropicais, próximos ao Equador.

A área estudada, ao longo do tempo, apresentou características sob forte influência marinha, com valores de salinidade acima de 34, e pouca profundidade, com valores máximos de 5,90m durante a baixa-mar e 8,10m durante a preamar.

Os valores de transparência da água apresentaram-se sempre superiores na baixa-mar, com exceção do mês de julho/03 com 3,50m ( $k = 0,48$ ).

A temperatura da água não apresentou variação sazonal distinta, valores com pequenas amplitudes ( $3,8^\circ\text{C}$ ), com maiores valores no período de estiagem e menores no período chuvoso. Sendo a mínima registrada de  $26,0^\circ\text{C}$  medida em setembro/02 na baixa-mar e a máxima registrada de  $29,8^\circ\text{C}$ , medida em janeiro/03 na baixa-mar.

O pH manteve-se sempre alcalino oscilando entre 7,00 e 8,58. E, de modo geral os teores de oxigênio dissolvido na água e percentual de saturação do oxigênio teve o valor mais alto durante a preamar com  $12,40\text{ml.L}^{-1}$  (283,10% de saturação de oxigênio).

O referido estuário teve características eutróficas, marcada por um bloom de  $106,66\text{mg.m}^{-3}$ , em março/02 na estação 1 durante a baixa-mar e a média geral foi de  $12,60\text{mg.m}^{-3}$ .

A comunidade microfitoplanctônica do estuário do rio Pisa Sal estiveram representadas por 210 táxons infragenéricos distribuídos entre Cyanophyta (3,33%), Euglenophyta (2,38%), Dinophyta (8,10%), Bacillariophyta (83,81%) e Chlorophyta (2,38%) (Tab.1).

As diatomáceas foram as algas que mais contribuíram com a riqueza florística do microfitoplâncton local, teve-se maior representatividade as espécies *Thalassiosira subtilis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Asterionellopsis glacialis* e *Chaetoceros danicus*. Foi notável uma maior riqueza da flora planctônica, durante o período de estiagem, onde foram registrados 196 táxons e no período chuvoso 83 táxons.

Especialmente, a estação 2 apresentou maior número de táxons com 152 táxons infragenéricos, no período de estiagem, identificaram-se 144 táxons, com 125 diatomáceas, 8 dinoflagelados, 5

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

cianofíceas e, 2 clorofíceas e no período chuvoso identificou-se 38 táxons, composto por 34 diatomáceas, dois dinoflagelados e duas euglenofíceas (Fig. 2).

Também, foram as diatomáceas que durante o período estudado, registrou-se com maior frequência (*Bacillaria paxillifera*, *Chaetoceros* sp., *Fragilaria capucina*, *Gyrosigma* sp., *Nitzschia* sp., *Paralia sulcata*, *Pleurosigma* sp., *Pseudonitzschia pungens*, *Rhizosolenia setigera*, *Thalassionema frauenfeldii* e *Thalassionema nitzschioides*).

De uma forma geral, os valores de densidade do microfitoplâncton oscilaram ao longo do período estudado, verificando-se menores valores ( $59,20 \text{ cel.L}^{-1}$ ,  $67,53 \text{ cel.L}^{-1}$  e  $55,50 \text{ cel.L}^{-1}$ ) no mês de jul./03 durante a baixa-mar em todas as estações, coincidindo com valores mínimos de precipitação pluviométrica. Observa-se, também, certo empobrecimento de determinados grupos como cianofíceas, euglenofíceas e clorofíceas nas três estações (Tab. 2).

As espécies marinhas eurialinas constituíram a maior parcela do fitoplâncton, representando 88,67% de todos os táxons englobando os planctônicos com 46,67% dos quais, 26,00% espécies neríticas, 20,67% oceânicas e ticoplanctônicas com 42,00% e os organismos considerados estuarinos constituíram apenas 6,00% e as espécies que foram enquadradas na categoria dulciaquícolas, também estiveram pouco representadas, constituindo 5,39% da flora (Tab. 3).

A diversidade específica apresentou valores de baixo a alta, com valor mínimo de  $1,77 \text{ bits.cel}^{-1}$  em maio/03 e máximo de 5,07 em jul./03, ambos na preamar da estação 2. A equitabilidade variou de 0,39 e 0,90 no mesmo período e estação. Estes valores revelaram que a comunidade fitoplanctônica encontra-se bem distribuída, comprovando que foram raros os casos de espécies dominantes (Tab. 4).

A associação das amostras apresentou uma correlação cofenética  $r=0,8$ , mostrando que o resultado está bem ajustado. Evidenciando, contudo, os seguintes grupos influenciados pelo período sazonal (Fig. 3):

**Grupo 1** englobou a maioria das amostras do período de estiagem, baixa-mar, com ventos fortes e sem precipitação pluviométrica.

**Grupo 2** constituiu as amostras, do período de estiagem, baixa-mar, com ventos moderados e precipitação pluviométrica.

**Grupo 3** formado por dois subgrupos: **A** com as amostras do período de estiagem durante as preamares e, **B** compreendeu todas as amostras do período chuvoso em ambas as marés.

A análise cofenética mostrou que a associação dos táxons com  $r=0,7$ , evidenciou 4 agrupamentos para a área (Fig. 4).

**Grupo 1** englobou a maioria dos táxons marinhos planctônicos (oceânico e nerítico) e as espécies de água doce.

**Grupo 2** compreendeu maioria dos táxons ticoplanctônicos.

**Grupo 3** constituiu por táxons marinhos planctônicos e ticoplanctônicos, que estiveram presentes em todas as estações.

**Grupo 4**, composto pelos táxons exclusivamente marinhos planctônicos, dominantes, abundantes e muito freqüentes.

A Análise dos Componentes Principais, com base nas espécies mais freqüentes, abundantes e parâmetros ambientais, mostraram que os três primeiros fatores explicaram 51,17% das variações ocorridas no estuário do rio Pisa Sal (Tab. 5). O **fator 1** explicou 24,99% da variância dos dados, relacionando as variáveis: umidade relativa do ar, temperatura do ar, temperatura da água correlacionaram-se positivamente com a densidade total dos táxons microfitoplanctônicos, *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassionema nitzschioides*, *Chaetoceros danicus*, *Rhizosolenia setigera* e *Asterionellopsis glacialis*, e negativamente com a precipitação pluviométrica, evaporação, insolação, velocidade do vento, equitabilidade, diversidade específica e riqueza de espécie. Esse fator caracterizou-se pelo alto valor da densidade total de táxons, ocorrendo diminuição da riqueza de espécies, portanto diminui, também, a diversidade e equitabilidade, sob a influência dos parâmetros climatológicos. O **fator 2** explicou 14,63% da variância total dos dados, correlacionando positivamente a transparência da água, a salinidade, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Chaetoceros* sp. e negativamente com o coeficiente de extinção de luz, a profundidade local, a altura da maré, *Paralia sulcata*, *Fragilaria capucina*, *Thalassiosira subtilis* e pH. Esse fator foi caracterizado pela forte influência da salinidade. O **fator 3** explicou 11,55% da variância total dos dados. Este fator correlacionou diretamente o oxigênio dissolvido na água, taxa de saturação do oxigênio, *Pleuro-Gyrosigma* sp., *Nitzschia* sp., *Bacillaria paxillifera* e negativamente com a clorofila *a*.

---

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

## Discussão

Um dos grandes desafios deste novo milênio é promover a melhoria da qualidade da vida da população sem alterar de forma irreversível, os ecossistemas naturais. Por essa razão, os avanços recentes da biotecnologia indicam que a solução de alguns graves problemas do planeta está na identificação e no uso sustentável de espécies que compõem aqueles ecossistemas.

Por isso, os estudos da biodiversidade em ecossistemas aquáticos são importantes por revelar a função das espécies nesses ecossistemas, pois estes organismos respondem aos impactos antrópicos (Downing e Leibold, 2002).

O levantamento florístico permitiu ampliar o conhecimento da biodiversidade planctônica com a identificação de 146 espécies, consideradas como novas ocorrências, no estuário do rio Pisa Sal.

Porém, o crescimento, desenvolvimento, sobrevivência, reprodução e fisiologia desses organismos fitoplancônicos são afetados por vários parâmetros e dentre estes a salinidade (Phlips et al., 2002). O estuário do rio Pisa Sal apresentou regime predominantemente hipersalino, indicando uma pequena influência dos aportes pluvio-fluvial, maiores insolação e evaporação.

O teor de oxigênio dissolvido na água, está relacionado a abundância do fitoplâncton como uma das principais fontes desse gás, considerando também, a absorção através da atmosfera, conforme encontrado no estuário do rio Pisa Sal, em que os valores de oxigênio dissolvido foram relacionados, com a clorofila *a*, a densidade total do microfitoplâncton e as espécies *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros danicus*, *Pleuro-Gyrosigma* sp., *Rhizosolenia setigera*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassionema nitzschioides* observando-se, também, a influência de águas de origem marinha.

Embora, o estuário do rio Pisa Sal, receba lançamentos de efluentes industriais oriundos das fazendas de camarão (principalmente a Fazenda Camarus), salinas e área petrolífera, durante o estudo o padrão percentual de saturação do oxigênio permitiu caracterizar a área como zona saturada, conforme o sistema de classificação de Macêdo e Costa (1978) para os ecossistemas estuarinos do Nordeste do Brasil.

Esta qualidade ambiental do estuário do rio Pisa Sal se deve à forte influência marinha, que traz para o estuário o grupo das diatomáceas, isto vem sendo constatado mundialmente, em vários ecossistemas costeiros e estuarinos (Ochoa e Tarazona, 2003; Varela e Prego, 2003).

Entretanto, foram identificados gêneros, como: *Lyngbya*, *Oscillatoria* e *Merismopedia* entre as cianofíceas; *Euglena* e *Trachelomonas* entre as euglenofíceas; *Diatoma*, *Fragilaria*, *Synedra* entre as diatomáceas e *Cladophora* e *Scenedesmus* entre as clorofíceas citadas, também, por Falcão et al. (2002) como bioindicadoras de poluição no Estado de Pernambuco.

Nas regiões tropicais, a variabilidade dos parâmetros oceanográficos, de cada ambiente, principalmente a precipitação poderá afetar diretamente o desenvolvimento do fitoplâncton e diminuir as concentrações da biomassa (Thurman, 1997), ou está diretamente relacionado ao efeito da ressurgência ou de sedimentação e/ou adevção de microfitobentos (Perissinotto et al., 2002).

No estuário do rio Pisa Sal, a variação acentuada da clorofila *a*, com valores mais elevados, obtidos no período chuvoso. Isto pode ser devido à entrada de água doce e a lixiviação na área, carregando grande quantidade de sais nutrientes devido à influência das chuvas, como ocorre na baía de Bengal (Gomes et al., 2000) e estuário Mpenjati (Perissinotto et al., 2002) na África, no golfo de Trieste (Mozetic et al., 1998) no Adriático e no estuário do rio Dollard (Staats et al., 2001) na Holanda.

Este parâmetro pode indicar a eutrofização do ambiente aquático, onde o principal efeito da eutrofização acelerada é a alteração da qualidade da água, com conseqüências para toda a biota (Kennish, 1992 apud Persich et al., 1996).

Segundo Irigoien *et al.* (2004) o fitoplâncton, suporta toda a teia trófica nos oceanos, com ampla distribuição e a diversidade do fitoplâncton marinho é indiretamente proporcional à biomassa fitoplancônica, ou seja, há valores mínimos de diversidade quando há presença de florescimento de fitoplâncton.

Várias propostas têm sido levantadas para explicar a diversidade de espécies planctônica (Huisman e Weissing, 1999), sendo resultado da interação de fatores como competição, predação, tamanho e habitat, tempo e estabilidade ambiental (Krebs, 1984; Morin e Fox, 2004). Segundo Shanin e Mikhailovskii (1996) a diversidade específica consiste em dois componentes, a riqueza de espécies e espécimes da comunidade. E, este índice é usado para estudos da biodiversidade ecológica.

Segundo Margalef (1983), a diversidade está, em geral, diretamente relacionada com a estabilidade da comunidade ou com a complexidade da teia alimentar e inversamente relacionada ao grau de alteração do ecossistema. Entretanto, a diversidade e suas variações são excelentes indicadores de poluição. Contudo, para entender os fatores que regulam a composição no fitoplâncton, as forças que

---

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

governam sua seleção, dinâmica, diversidade e estabilidade ainda permanecem pouco esclarecidas (Tilman, 1996).

O alto valor de diversidade específica, no estuário do rio Pisa Sal, podem ser justificado pela metodologia de coleta do microfítotoplâncton, que favoreceu a presença de espécies k-estrategistas. Por facilitar a coleta de espécies de diferentes locais, inclusive das camadas mais profundas, que são trazidas para a superfície da água principalmente pela ressuspensão dos sedimentos de fundo causada pela pouca profundidade do estuário, por conta da velocidade alta dos ventos que existe nesta área.

E, os raros casos com baixa e média diversidade, foram decorrentes da predominância de espécies marinhas oportunistas (r-opportunista) e *Chaetoceros danicus*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassionema frauenfeldii* e *Thalassiosira subtilis*, que encontraram condições ambientais favoráveis, ou por possuírem capacidade fisiológica para se adaptarem mais rapidamente às condições locais no período chuvoso.

### Conclusões

- O estuário do rio Pisa Sal foi considerado eutrófico, com ocorrência de hipereutrofização no período chuvoso, provavelmente em decorrência dos impactos antrópicos, parâmetros climatológicos e transparência da água.
- Este ambiente se autorenova, apesar dos impactos antrópicos, devido a entrada de águas marinhas e a intensidade da velocidade dos ventos que influenciam na oxigenação da água.
- O conhecimento da biodiversidade fitoplanctônica no estuário do rio Pisa Sal permitiu a identificação de 146 espécies consideradas como novas ocorrências para a área.
- As diatomáceas foram os organismos mais importantes quali-quantitativamente da flora planctônica local, destacando as espécies *Asterionellopsis glacialis*, *Bacillaria paxillifera*, *Chaetoceros danicus*, *Chaetoceros* sp., *Fragilaria capucina*, *Nitzschia* sp., *Paralia sulcata*, *Pleuro-Gyrosigma* sp., *Pseudonitzschia pungens*, *Rhizosolenia setigera*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassionema nitzschioides* e *Thalassiosira subtilis*.
- Os valores de diversidade específica e equitabilidade indicaram que o estuário do rio Pisa Sal apresentou a flora planctônica bem distribuída, apesar da existência de algumas espécies oportunistas.
- A heterogeneidade ambiental teve importante papel na alta diversidade das espécies, pois estiverem presentes espécies oriundas de outros locais, como as marinhas (nerítica e oceânica), ticoplanctônicas e limnéticas.

Tabela 1 – Sinopse dos táxons do microfítotoplâncton no estuário do rio Pisa Sal (Galinhos, RN, Brasil).

(continua).

<b>CYANOPHYTA</b> <b>CYANOPHYCEAE</b> <b>CHROCOCCALES</b> <b>CHROCOCCACEAE</b> <i>Merismopedia convoluta</i> Brébisson <b>NOSTOCALES</b> <b>OSCILLATORIAEAE</b> <i>Oscillatoria limosa</i> Agardh <i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher <i>Oscillatoria sancta</i> (Kuetz.) Gomont <i>Oscillatoria</i> sp. <i>Lyngbya</i> sp. <b>RIVULARIACEAE</b> <i>Gloeotrichia longiarticulata</i> West <b>EUGLENOPHYTA</b> <b>EUGLENOPHYCEAE</b> <b>EUGLENALES</b> <b>EUGLENACEAE</b> <i>Euglena acus</i> Ehrenberg <i>Euglena</i> sp. <i>Trachelomonas abrupta</i> (Swir.) Deflandre <i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein <i>Trachelomonas</i> sp. <b>GYMNODIACEAE</b> <i>Gymnodinium</i> sp. <b>PERIDINIALES</b> <b>CERITACEAE</b> <i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Clap. & Lach.	<b>GONYAULACACEAE</b> <i>Gonyaulax fragilis</i> (Schütt.) Kofoid <i>Gonyaulax polygramma</i> Stein <i>Gonyaulax</i> sp. <i>Cearatium lineatum</i> (Ehrenberg) Cleve <i>Ceratium pentagonum</i> Gouret <i>Ceratium</i> sp. <b>OXYTOXACEAE</b> <i>Oxytoxum</i> sp. <i>Protoperdinium venustum</i> Matzenauer <i>Protoperdinium</i> sp. <b>PYROPHACACEAE</b> <i>Pyrophacus horologicum</i> Stein <b>BACILLARIOPHYTA</b> <b>COSCINODISCOPHYCEAE</b> <b>THALASSIOSIRALES</b> <b>THALASSIOSIRACEAE</b> <i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve <i>Thalassiosira gravida</i> Hustedt <i>Thalassiosira leptopus</i> (Grunow in van Heurck) Hasle & Fryxell <i>Thalassiosira subtilis</i> (Ostenfeld) Gran <i>Thalassiosira</i> sp. <b>MELOSIRALES</b> <b>MELOSIRACEAE</b> <i>Melosira dubia</i> Kützing <i>Melosira moniliformis</i> (Müller) Agardh	<i>Melosira</i> sp. <b>HYALODISCACEAE</b> <i>Podosira</i> sp. <b>PARALIALES</b> <b>PARALIACEAE</b> <i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve <b>COSCINODISCALES</b> <b>COSCINODISCACEAE</b> <i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg <i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Ehrenberg <i>Coscinodiscus</i> sp. <b>AULACODISCACEAE</b> <i>Aulacodiscus</i> sp. <b>GOSSLERIELLACEAE</b> <i>Gosslerella tropica</i> Schütt <b>HEMIDISCACEAE</b> <i>Actinocyclus</i> sp. <b>HELIOPELTACEAE</b> <i>Actinopterychus senarius</i> (Ehr.) Ehrenberg <i>Actinopterychus</i> sp. <b>ASTEROLAMPRALES</b> <b>ASTEROLAMPRACEAE</b> <i>Asterolampra</i> sp. <b>TRICERATIALES</b> <b>TRICERATIACEAE</b> <i>Triceratium alternans</i> Bailey <i>Triceratium antedeluvianum</i> (Ehrenberg) Grunow
---	---	--

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Tabela 1 – Sinopse dos táxons do microfítolâncton no estuário do rio Pisa Sal, Galinhos (RN, Brasil).  
(conclusão).

<p><i>Triceratium broeckii</i> Leuduger-Fortmorel <i>Triceratium contortum</i> Shadbolt <i>Triceratium favus</i> Ehrenberg <i>Triceratium favus</i> f. <i>quadrata</i> Grunow <i>Triceratium pentacrinus</i> Ehrenberg <i>Triceratium</i> sp. <i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh <i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow <i>Odontella regia</i> (Shultz.) Hendey <i>Odontella rhombus</i> Kützing <i>Eupodiscus antiqūus</i> (Cox) Hanna <i>Eupodiscus</i> sp. <i>Cerataulus smithii</i> Ralph in Pritchard <i>Auliscus caelatus</i> Bailey <i>Auliscus</i> sp.</p> <p><b>PLAGIOGRAMMACEAE</b> <i>Dimerogramma</i> sp</p> <p><b>BIDDULPHIALES</b> <b>BIDDULPHIACEAE</b> <i>Biddulphia biddulphiana</i> Smith <i>Biddulphia tridens</i> Ehrenberg <i>Biddulphia</i> sp.</p> <p><i>Isthmia enervis</i> Ehrenberg</p> <p><b>HEMIAULALES</b> <b>HEMIAULACEAE</b> <i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve <i>Hemiaulus sinensis</i> Greville <i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey</p> <p><b>BELLEROCHEACEAE</b> <i>Bellerochea malleus</i> (Brigh.) van Heurck</p> <p><b>STREPTOTHECACEAE</b> <i>Helicotheca thamensis</i> (Shrubsole) Ricard</p> <p><b>LITHODESMIALES</b> <b>LITHODESMIACEAE</b> <i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenberg <i>Ditylum brightwellii</i> (West.) Grunow</p> <p><b>CORETHALES</b> <b>CORETHACEAE</b> <i>Corethron hystrix</i> Hensen</p> <p><b>RHIZOLENIALES</b> <b>RHIZOLENIAEAE</b> <i>Rhizolenia castracanei</i> Peragallo <i>Rhizolenia imbricata</i> Brightwell <i>Rhizolenia imbricata</i> var. <i>shrubsolei</i> (Cleve) van Heurck <i>Rhizolenia robusta</i> Norman <i>Rhizolenia setigera</i> Brightwell <i>Rhizolenia styliformis</i> Brightwell <i>Rhizolenia</i> sp. <i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström <i>Pseudosolenia calcaravis</i> (Sch.) Sund. <i>Guinardia delicatula</i> (Cleve) Hasle <i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle</p> <p><b>CHAETOCEROTALES</b> <b>CHAETOCEROTACEAE</b> <i>Chaetoceros affinis</i> Lauder <i>Chaetoceros atlanticus</i> Cleve <i>Chaetoceros brevis</i> Schütt <i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder <i>Chaetoceros compressus</i> Lauder <i>Chaetoceros constrictus</i> Gran <i>Chaetoceros costatus</i> Pavillardi <i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve <i>Chaetoceros danicus</i> Cleve <i>Chaetoceros debilis</i> Cleve <i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve <i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg <i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow <i>Chaetoceros mitra</i> (Bailey) Cleve <i>Chaetoceros pelagicus</i> Cleve <i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell <i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> Mangin <i>Chaetoceros teres</i> Cleve <i>Chaetoceros</i> sp. <i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve <i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder <i>Bacteriastrum</i> sp.</p>	<p><b>LEPTOCYLINDRALES</b> <b>LEPTOCYLINDRACEAE</b> <i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve <i>Leptocylindrus</i> sp.</p> <p><b>FRAGILARIOPHYCEAE</b> <b>FRAGILARIALES</b> <b>FRAGILARIACEAE</b> <i>Fragilaria capucina</i> (Desmazière) Kützing <i>Fragilaria</i> sp. <i>Diatoma elongatum</i> (Lyngbye) Agardh <i>Synedra gaillonii</i> (Bory) Ehrenberg <i>Synedra tabulata</i> (Ag.) Kütz. <i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg <i>Synedra ulna</i> var. <i>biceps</i> (Kützing) Schönfeldt <i>Synedra</i> sp. <i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round <i>Bleakeleya notata</i> (Grunow) Round <i>Podocystis adriatica</i> Kützing <i>Podocystis</i> sp.</p> <p><b>LICMOPHORALES</b> <b>LICMOPHORACEAE</b> <i>Licmophora abbreviata</i> Agardh <i>Licmophora remulus</i> Grunow <i>Licmophora</i> sp.</p> <p><b>RHAPHONEIDALES</b> <b>RHAPHONEIDACEAE</b> <i>Rhaphoneis amphiceros</i> (Ehrenberg) Bailey</p> <p><b>PSAMMODISCACEAE</b> <i>Psammodiscus nitidus</i> (Gregory) Round &amp; Mann</p> <p><b>THALASSIONEMATALES</b> <b>THALASSIONEMATAEAE</b> <i>Thalassionema frauenfeldii</i> Grunow <i>Thalassionema nitzschioides</i> Grunow <i>Thalassionema</i> sp.</p> <p><b>RHABDONEMATALES</b> <b>RHABDONEMATAEAE</b> <i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing <i>Rhabdonema punctatum</i> (Harvey &amp; Barley) Stodder <i>Rhabdonema</i> sp.</p> <p><b>STRIATELLALES</b> <b>STRIATELLACEAE</b> <i>Grammatophora hamulifera</i> Kützing <i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing <i>Grammatophora oceanica</i> Ehrenberg <i>Grammatophora</i> sp.</p> <p><b>CLIMACOSPHEIALES</b> <b>CLIMACOSPHEIACEAE</b> <i>Climacosphenia elongata</i> Bailey <i>Climacosphenia moniligera</i> (Lyngbye) Kützing <i>Climacosphenia</i> sp.</p> <p><b>BACYLARIOPHYCEAE</b> <b>LYRELLALES</b> <b>LYRELLACEAE</b> <i>Lyrella clavata</i> (Gregory) Mann <i>Lyrella lyra</i> (Ehrenberg) Karayeva <i>Petroneis granulata</i> (Bailey) Mann.</p> <p><b>MASTOGLOIALES</b> <b>MASTOGLOIACEAE</b> <i>Mastogloia</i> sp.</p> <p><b>ACHNANTHALES</b> <b>ACHNANTHACEAE</b> <i>Achnantes brevipes</i> Agardh</p> <p><b>COCCONEIDACEAE</b> <i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg <i>Cocconeis</i> sp. <i>Campyloneis grevillei</i> (Smith) Grunow</p> <p><b>NAVICULALES</b> <b>PINNULARIACEAE</b> <i>Pinnularia trevelyana</i> (Donkin) Cleve</p> <p><b>DIPLONEIDACEAE</b> <i>Diploneis crabro</i> Ehrenberg</p> <p><b>NAVICULACEAE</b> <i>Navicula minima</i> Grunow</p>	<p><i>Navicula</i> sp.</p> <p><b>PLEUROSIGMATACEAE</b> <i>Pleurosigma angulatum</i> (Quekett) Smith <i>Pleurosigma elongatum</i> Smith <i>Pleurosigma formosum</i> Smith <i>Pleurosigma naviculaceum</i> Brébisson <i>Pleurosigma normanii</i> Ralfs <i>Pleurosigma speciosum</i> Smith <i>Pleurosigma</i> sp. <i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Cleve <i>Gyrosigma robustum</i> (Grunow) Cleve <i>Gyrosigma</i> sp.</p> <p><b>PLAGIOTROPIDACEAE</b> <i>Tropidoneis lepidoptera</i> (Gregory) Cleve <i>Tropidoneis</i> sp.</p> <p><b>STAURONEIDACEAE</b> <i>Stauroneis</i> sp.</p> <p><b>THALASSIOPHYSALES</b> <b>CATENULACEAE</b> <i>Amphora turgida</i> Gregory <i>Amphora</i> sp.</p> <p><b>AMPHIPRORACEAE</b> <i>Amphiprora paludosa</i> Smith <i>Amphiprora alata</i> var. <i>pulchra</i> (Bail.) Cleve <i>Amphiprora gingatea</i> var. <i>sulcata</i> (O'Meara) Cleve <i>Amphiprora</i> sp.</p> <p><b>BACILLARIALES</b> <b>BACILLARIACEAE</b> <i>Bacillaria paxillifera</i> (Müller) Hendey <i>Bacillaria</i> sp. <i>Psammodictyon panduriforme</i> (Gregory) Mann <i>Nitzschia distans</i> Gregory <i>Nitzschia insignis</i> Gregory <i>Nitzschia insignis</i> var. <i>smithii</i> (Ralfs) Grun. <i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs <i>Nitzschia obtusa</i> Smith <i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) Smith <i>Nitzschia</i> sp.</p> <p><i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Reimann Lewin</p> <p><b>CYANOPHYTA</b> <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> Grunow</p> <p><b>SURIRELLALES</b> <b>ENTOMONEIDACEAE</b> <i>Entomoneis alata</i> Ehrenberg</p> <p><b>AURICULACEAE</b> <i>Auricula</i> sp.</p> <p><b>SURIRELLACEAE</b> <i>Petrodictyon gemma</i> (Ehr.) Mann <i>Stenopterobia intermedia</i> Lewis <i>Surirella alata</i> Hustedt <i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg <i>Surirella febigerii</i> Lewis <i>Surirella ovalis</i> Brébisson <i>Surirella ovata</i> Kützing <i>Surirella smithii</i> Ralfs <i>Surirella striatula</i> Brébisson <i>Surirella</i> sp. <i>Campylodiscus</i> sp.</p> <p><b>CHLOROPHYTA</b> <b>CHLOROPHYCEAE</b> <b>VOLVOCALES</b> <b>VOLVOCEAE</b> <i>Pleodorina</i> sp.</p> <p><b>ULOTRICALES</b> <b>ULOTRICHINEAE</b> <b>ULOTRICHACEAE</b> <i>Stichococcus</i> sp.</p> <p><b>CLADOPHORALES</b> <b>CLADOPHORACEAE</b> <i>Cladophora</i> sp.</p> <p><b>OEDOGONIALES</b> <b>SCENESMACEAE</b> <i>Scenedesmus</i> sp.</p>
--	--	---

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

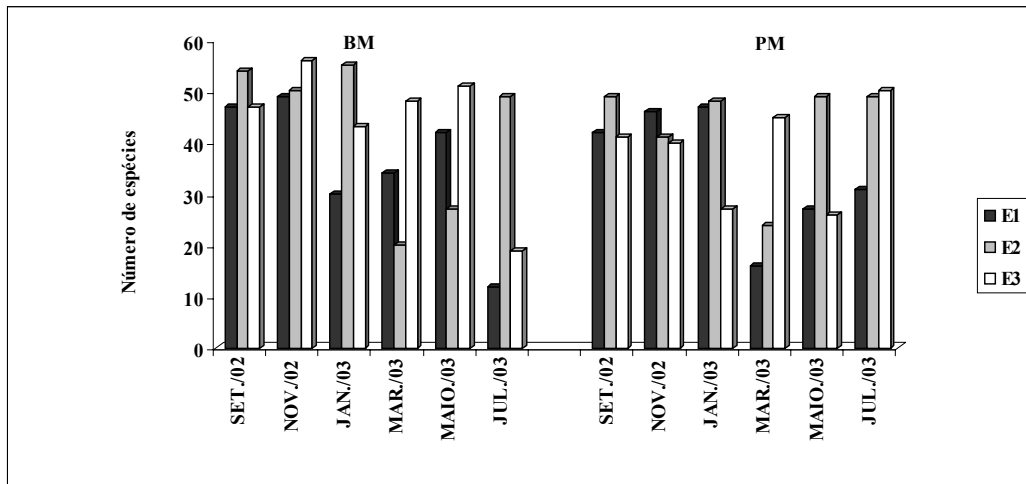


Figura 2 – Distribuição da riqueza taxonômica do microfitoplâncton, durante as baixa-mares e preamares, nos períodos de estiagem e chuvoso, no estuário do rio Pisa Sal, Galinhos (RN, Brasil).

Tabela 2 – Densidade celular (cél.L<sup>-1</sup>) dos grupos do microfitoplâncton, durante as baixa-mares e preamares, nos períodos de estiagem e chuvoso, no estuário do rio Pisa Sal, Galinhos (RN, Brasil).

TÁXON MARÉ	ANO 2002						ANO 2003					
	MÊS SETEMBRO		MÊS NOVEMBRO		MÊS JANEIRO		MÊS MARÇO		MÊS MAIO		MÊS JULHO	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<b>ESTAÇÃO 1</b>												
Cyanophyta	5,55	4,63	2,78		0,93	2,78			1,85		0,93	43,48
Euglenophyta					3,70		9,25			29,60		0,93
Dinophyta		2,78	7,40	5,55	6,48	9,25	18,50	1,85	2,78	3,70		
Bacillariophyta	306,20	628,12	985,20	321,00	1.131,36	1330,25	2.021,28	1119,33	1245,14	987,05	58,28	401,48
Chlorophyta	9,25	58,28										
<b>Total</b>	<b>321,00</b>	<b>693,80</b>	<b>995,37</b>	<b>326,55</b>	<b>1.142,46</b>	<b>1342,28</b>	<b>2.049,03</b>	<b>1121,18</b>	<b>1249,77</b>	<b>1020,35</b>	<b>59,20</b>	<b>445,88</b>
<b>ESTAÇÃO 2</b>												
Cyanophyta	2,78	2,78	1,85			34,23				0,93	3,70	
Euglenophyta	3,70			0,93	2,78	2,78	16,65	3,70		5,55		3,70
Dinophyta	3,70	14,80	2,78	2,78	1,85	3,70		17,58	3,70	4,63	0,93	0,93
Bacillariophyta	228,49	1596,67	860,31	427,38	1.071,23	628,12	1.948,20	1620,72	1770,58	918,59	62,90	272,90
Chlorophyta	2,78	49,03		9,25		1,85						
<b>Total</b>	<b>241,44</b>	<b>1663,27</b>	<b>864,94</b>	<b>441,26</b>	<b>1.075,86</b>	<b>670,68</b>	<b>1.964,85</b>	<b>1642,00</b>	<b>1774,28</b>	<b>929,69</b>	<b>67,53</b>	<b>277,52</b>
<b>ESTAÇÃO 3</b>												
Cyanophyta	1,85		0,93	0,93			0,93		0,93		0,93	8,33
Euglenophyta			1,85	0,93	0,93		1,85		6,48	9,25	4,63	
Dinophyta	1,85	4,63	0,93	0,93	1,85	11,10	7,40	39,78	8,33			5,55
Bacillariophyta	166,51	267,35	409,81	407,03	2.518,04	756,71	2.281,22	6274,75	603,15	1189,64	49,95	1241,44
Chlorophyta	1,85	2,78	5,55							3,70		
<b>Total</b>	<b>172,06</b>	<b>274,75</b>	<b>419,06</b>	<b>411,66</b>	<b>2520,81</b>	<b>767,81</b>	<b>2291,40</b>	<b>6314,52</b>	<b>618,87</b>	<b>1202,59</b>	<b>55,50</b>	<b>1255,32</b>

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Tabela 3 – Associações ecológicas dos táxons microfítotoplanctônicos no estuário do rio Pisa Sal (Galinhos, RN, Brasil).

CATEGORIA	NÚMERO DE TÁXON	%	TÁXON	
MARINHA PLANCTONICA	OCEÂNICA	31	20,67	<i>Bacillaria paxillifera</i> , <i>Bacteriastrum delicatulum</i> , <i>Cerataulina pelagica</i> , <i>Ceratium pentagonum</i> , <i>Chaetoceros atlanticus</i> , <i>Chaetoceros coarctatus</i> , <i>Chaetoceros decipiens</i> , <i>Chaetoceros peruvianus</i> , <i>Corethron hystrix</i> , <i>Coscinodiscus centralis</i> , <i>Gossleriella tropica</i> , <i>Gonyaulax fragilis</i> , <i>Guinardia striata</i> , <i>Hemiaulus membranaceus</i> , <i>Proboscia alata</i> , <i>Prorocentrum gracile</i> , <i>Protoperidinium grani</i> , <i>Protoperidinium pellucidum</i> , <i>Pseudosolenia calcaravis</i> , <i>Pyrocystis noctiluca</i> , <i>Pyrophacus horologicum</i> , <i>Rhizosolenia imbricata</i> var. <i>shrubssolei</i> , <i>Rhizosolenia castracanei</i> , <i>Rhizosolenia robusta</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i> , <i>Rhizosolenia styliformis</i> , <i>Thalassionema frauenfeldii</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i> , <i>Thalassiosira eccentrica</i> , <i>Thalassiosira leptopus</i> , <i>Thalassiosira subtilis</i>
	NERÍTICA	39	26,00	<i>Actinocyclus senarius</i> , <i>Asterionellopsis glacialis</i> , <i>Bacteriastrum hyalinum</i> , <i>Bellerochea malleus</i> , <i>Biddulphia tridens</i> , <i>Bleakeleya notata</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Ceratium lineatum</i> , <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Chaetoceros brevis</i> , <i>Chaetoceros compressus</i> , <i>Chaetoceros constrictus</i> , <i>Chaetoceros costatus</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Chaetoceros danicus</i> , <i>Chaetoceros debilis</i> , <i>Chaetoceros didymus</i> , <i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Chaetoceros mitra</i> , <i>Chaetoceros pelagicus</i> , <i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> , <i>Chaetoceros teres</i> , <i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> , <i>Ditylum brightwellii</i> , <i>Eupodiscus antiquus</i> , <i>Guinardia delicatula</i> , <i>Heliotheca thamensis</i> , <i>Hemiaulus sinensis</i> , <i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Lithodesmium undulatum</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Odontella regia</i> , <i>Odontella rhombus</i> , <i>Pleurosigma speciosum</i> , <i>Protoperidinium venustum</i> , <i>Psammodiscus nitidus</i> , <i>Pseudonitzschia pungens</i> , <i>Rhizosolenia imbricata</i> , <i>Thalassiosira gravida</i>
ESTUARINA	9	6,00	<i>Amphiprora paludosa</i> , <i>Diatoma elongatum</i> , <i>Entomoneis alata</i> , <i>Gyrosigma balticum</i> , <i>Nitzschia insignis</i> var. <i>smithii</i> , <i>Protoperidinium pellucidum</i> , <i>Surirella smithii</i> , <i>Surirella striatula</i> , <i>Synedra gailloni</i> , <i>Synedra ulna</i> var. <i>biceps</i>	
TICOPLANCTÓNICA	63	42,00	<i>Achnantes brevipes</i> , <i>Auliscus caelatus</i> , <i>Amphiprora alata</i> var. <i>pulchra</i> , <i>Amphiprora gingatea</i> var. <i>sulcata</i> , <i>Amphora turgida</i> , <i>Biddulphia biddulphiana</i> , <i>Campyloneis grevillei</i> , <i>Cerataulus smithii</i> , <i>Climacosphenia elongata</i> , <i>Climacosphenia moniligera</i> , <i>Cocconeis scutellum</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Diploneis crabro</i> , <i>Gloeotrachia longiarticulata</i> , <i>Gonyaulax polygramma</i> , <i>Grammatophora hamulifera</i> , <i>Grammatophora marina</i> , <i>Grammatophora oceanica</i> , <i>Gyrosigma robustum</i> , <i>Isthmia enervis</i> , <i>Licmophora abbreviata</i> , <i>Licmophora remulus</i> , <i>Lyrella clavata</i> , <i>Lyrella lyra</i> , <i>Melosira dubia</i> , <i>Melosira moniliformis</i> , <i>Merismopedia convoluta</i> , <i>Navicula trevelyana</i> , <i>Nitzschia distans</i> , <i>Nitzschia insignis</i> , <i>Nitzschia longissima</i> , <i>Nitzschia obtusa</i> , <i>Nitzschia sigma</i> , <i>Odontella aurita</i> , <i>Paralia sulcata</i> , <i>Petrodictyon gemma</i> , <i>Petronis granulata</i> , <i>Pleurosigma angulatum</i> , <i>Pleurosigma naviculaceum</i> , <i>Pleurosigma normanii</i> , <i>Pleurosigma elongatum</i> , <i>Pleurosigma formosum</i> , <i>Podocystis adriatica</i> , <i>Psammodictyon panduriforme</i> , <i>Rhabdonema adriaticum</i> , <i>Rhabdonema punctatum</i> , <i>Rhaphoneis amphiceros</i> , <i>Surirella alata</i> , <i>Surirella fastuosa</i> , <i>Surirella febigerii</i> , <i>Surirella ovalis</i> , <i>Surirella ovata</i> , <i>Synedra tabulata</i> , <i>Trachelomonas abrupta</i> , <i>Trachelomonas hispida</i> , <i>Triceratium alternans</i> , <i>Triceratium antedelvianum</i> , <i>Triceratium broeckii</i> , <i>Triceratium contortum</i> , <i>Triceratium favus</i> , <i>Triceratium favus</i> f. <i>quadrata</i> , <i>Triceratium pentacrinus</i> , <i>Tropidoneis lepidoptera</i>	
Dulciaquícolas	8	5,39	<i>Euglena acus</i> , <i>Fragilaria capucina</i> , <i>Navicula minima</i> , <i>Oscillatoria limosa</i> , <i>Oscillatoria princeps</i> , <i>Oscillatoria sancta</i> , <i>Stenopterobia intermedia</i> , <i>Synedra ulna</i>	

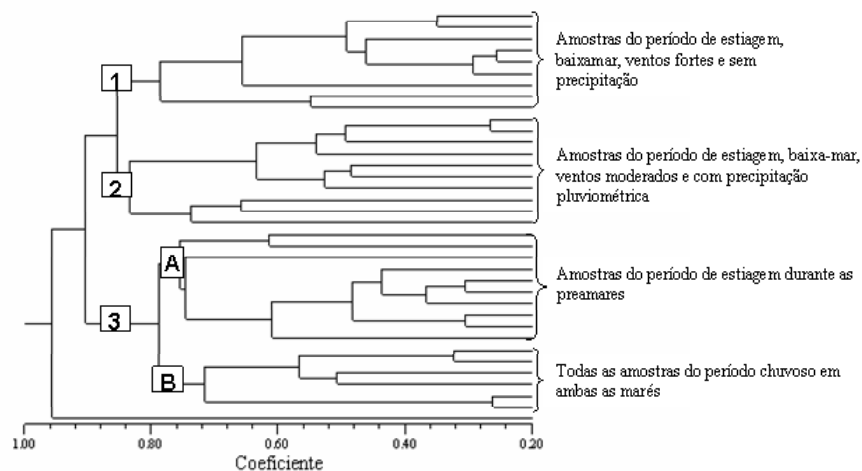


Figura 3 – Dendrograma da associação das amostras no estuário do rio Pisa Sal (Galinhos, RN, Brasil).

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

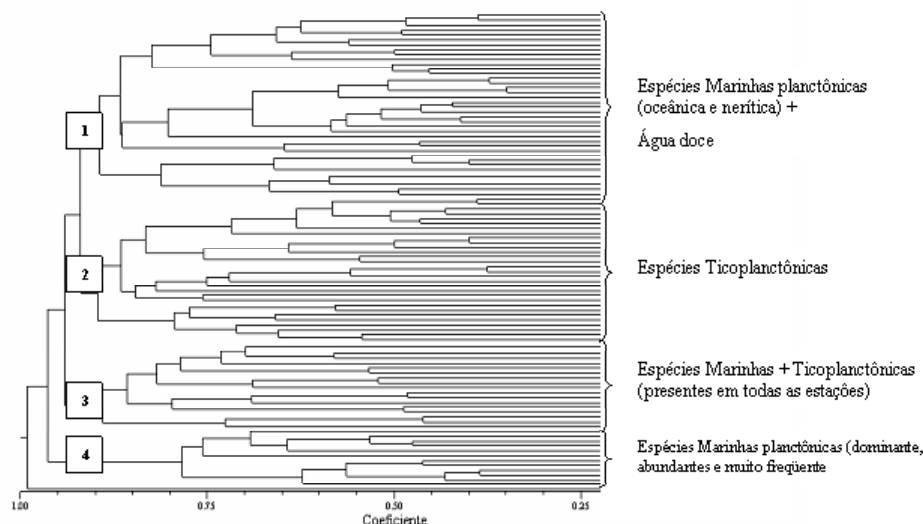


Figura 4 – Dendrograma da associação dos táxons no estuário do rio Pisa Sal (Galinhos, RN, Brasil).

Tabela 5 – Contribuição dos táxons e parâmetros ambientais aos três primeiros componentes (fatores) principais, no estuário do rio Pisa Sal (Galinhos, RN, Brasil).

Táxons e parâmetros ambientais	Fator 1 (24,99%)	Fator 2 (14,63%)	Fator 3 (11,55%)
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<b>0,4488</b>	0,1720	0,3194
<i>Bacillaria paxillifera</i>	0,0615	-0,2356	<b>0,2776</b>
<i>Chaetoceros danicus</i>	<b>0,6888</b>	0,0516	-0,4199
<i>Chaetoceros</i> sp.	-0,0608	<b>0,3570</b>	0,2288
<i>Fragilaria capucina</i>	-0,3599	<b>-0,6009</b>	-0,1504
<i>Nitzschia</i> sp.	-0,1461	0,2238	<b>0,3360</b>
<i>Pleuro-Gyrosigma</i> sp.	0,0977	0,0321	<b>0,3679</b>
<i>Pseudonitzschia pungens</i>	0,1846	<b>0,3779</b>	-0,2420
<i>Paralia sulcata</i>	0,2182	<b>-0,7079</b>	0,0310
<i>Rhizosolenia setigera</i>	<b>0,6359</b>	0,2822	-0,4443
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	<b>0,7909</b>	-0,0877	-0,3534
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<b>0,7186</b>	-0,3203	-0,2893
<i>Thalassiosira subtilis</i>	-0,0158	<b>-0,1769</b>	0,1605
Densidade total do microfitoplâncton	<b>0,8010</b>	-0,0494	-0,1577
Riqueza de espécie	<b>-0,3216</b>	0,0771	-0,0150
Diversidade específica	<b>-0,4811</b>	0,0450	-0,0182
Equitabilidade	<b>-0,6749</b>	0,3312	0,0354
Clorofila <i>a</i>	0,4184	0,2039	<b>-0,4255</b>
Precipitação pluviométrica	<b>-0,8018</b>	0,0969	0,4464
Temperatura do ar	<b>0,6893</b>	0,0625	0,4259
Umidade relativa	<b>0,8874</b>	-0,0916	0,1026
Evaporação	<b>-0,8360</b>	0,0425	-0,3281
Insolação	<b>-0,8409</b>	-0,2419	-0,2012
Velocidade do vento	<b>-0,5698</b>	-0,3220	0,0513
Profundidade local	0,1616	<b>-0,7372</b>	0,3067
Altura da maré	0,1042	<b>-0,7208</b>	0,2030
Transparência da água	0,1247	<b>0,8355</b>	0,0845
Coefficiente de extinção da luz	-0,2265	<b>-0,8179</b>	-0,0869
Temperatura da água	<b>0,4693</b>	-0,1083	0,4271
Salinidade	-0,3108	<b>0,5889</b>	-0,2960
pH	0,0080	<b>-0,3962</b>	-0,2886
Oxigênio dissolvido na água	0,2331	0,1397	<b>0,8336</b>
Taxa de saturação do oxigênio	0,2409	0,1531	<b>0,8327</b>

### Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração da Salina Diamante Branco e a Fazenda Camarus (RN) pelo apoio durante a realização das coletas. E, ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado por cinco meses.

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

## Referências Bibliográficas

- BALECH, E. Los dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental. (Publicaciones Especiales Instituto Español de Oceanografía, n. 1)., Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentacion, 1988. 310 p.
- CHRÉTIENNOT-DINET, M. J.; BILARD, C.; SOURNIA, A. **Chlorarachniophycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Euglenophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnesiophycées, Rhodophycées et Tribophycées**. In: SOURNIA, A. (Dir.). Atlas du phytoplankton marin. Paris: Editions du Centre National Recherche Scientifique, 1990. 261 p. v. 3.
- DESIKACHARY, T. V. **Cyanophyta**. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research, 1959. 686 p. (I. C. A. R. Monographs on Algae).
- DOWNING, A. L.; LEIBOLD, M. A. Ecosystem consequences of species richness and composition in pond food webs. **Nature**, Londres, v. 416, p. 837-841, 2002.
- ELLIOTT, M.; McLUSKY, D. S. The need for definitions in understanding estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [S.l.], v. 55, p. 815-827, 2002.
- ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L.; SILVA-CUNHA, M. da G. G. **Microalgas marinhas de Pernambuco: A vegetação que você nunca vê**. In: ARAÚJO, E. de L.; MOURA, A do N.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; GESTINARI, L. M. de S.; CARNEIRO, J. de M. T. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Recife, EDUFRRPE, 2002. p. 186-189.
- ESKINAZI-LEÇA, E.; MOURA, A N.; SILVA-CUNHA, M. da G. G. da; KOENING, M. L. **Microalgas marinhas do Estado de Pernambuco**. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco. Recife: SECTMA/Massangana, 2001. p. 69-79.
- FALCÃO, D.; MOURA, A. do N.; PIRES, A. H. B.; BOUVY, M.; MARINHO, M.; FERRAZ, A. C. N.; SILVA, A. M. da. **Diversidade de microalgas planctônicas de mananciais localizados nas zonas fitogeográficas da Mata, Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco**. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da (Orgs.). Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco. Recife: Massangana, 2002.v. 1, p. 63-77.
- FRENCH, P. W. **Coastal and estuarine management**. London: Routledge, 1997. 251 p. (Routledge Environmental Management Series).
- GOMES, H. R.; GOES, J. L.; SAINO, T. Influence of physical processes and freshwater discharge on the seasonality of phytoplankton regime in the bay of Bengal. **Continental Shelf Research**, London, v. 20, p. 313-330, 2000.
- GRASSHOFF, F. K.; ENRHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of seawater analysis**. 2. ed. Nova Iorque: Verlag Chemie, 1983. 419 p.
- HASLE, G. R.; SYVERTSEN, E. E. **Marine diatoms**. In: TOMAS, C. R. (Ed.). Identifying marine diatoms and dinoflagellates. San Diego: Academic, 1996. p. 5-385.
- HUISMAN, J.; WEISSING, F. J. Biodiversity of plankton by species oscillations and chaos. **Nature**, Londres, v. 402, n. 25, p. 407-410, 1999.
- IRIGOIEN, X.; HUISMAN, J.; HARRIS, R. P. Global biodiversity patterns of marine phytoplankton and zooplankton. **Nature**, Londres, v. 429, n. 24, p. 863-867, 2004.
- KREBS, M. de O. 1984. Distribution and abundance at the community level. In: The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row, New York, p. 433-700.
- LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista Biología Marina**, [S.l.], n. 22, p. 1-29, 1986.
- MACÊDO, S. J.; COSTA, K. M. P. Estudos ecológicos da região de Itamaracá. Pernambuco- Brasil. Condições Hidrológicas do Estuário do Rio Botafogo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, n. 7, p. 346-368, 1978.
- MARGALEF, R. **Ecologia**. 7. ed. Barcelona: Omega, 1991. 951 p.
- MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Ômega, 1983. 700 p.
- MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La metodologia para el estudio de la vegetación. **Collection de Monografias Cientificas**, [S.l.], n.22, 168 p, 1982. (Série Biología).
- McQUOID, M. R.; NORDBERG, K. The diatom *Paralia sulcata* as an environmental indicator species in coastal sediments. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 56, p. 339-354, 2003.
- MOREIRA FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. M.; CUNHA, J. A. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos Estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Alagoas, Brasil. **Biologia Brasileira**, [S.l.], v. 6, n. 1-2, p. 87-110, 1994/1995.

---

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

- MORIN, P. J.; FOX, J. W. Diversity in the deep blue sea. **Nature**, Londres, v. 429, n. 24, p. 863-867, 2004.
- MOZETIC, P.; UMANI, S. F.; CATALETTO, B.; MALEJ, A. Seasonal and interannual plankton variability in the Gulf of Trieste (northern Adriatic). **IGES Journal of Marine Science**, [S.l.], v. 55, p. 711-722, 1998.
- MÜLLER-MELCHERS, F. C.; FERRANDO, H. J. Técnicas para el estudio de las diatomeas. **Boletim [do] Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 7, n. 1/2, p. 151-160, 1957.
- NEWELL, G. H.; NEWELL, R. **Marine plankton: a practical guide**. London: Hutchinson Educat, 221 p. 1963.
- OCHOA, N.; TARAZONA, J. Variabilidad temporal de pequena escala em el fitoplâncton de Bahía Independência, Pisco, Peru. **Revista Peruana de Biología**, Santiago, v. 10, n. 1, p. 59-66, 2003.
- PÉRAGALLO, H.; PÉRAGALLO, M. **Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins**. Paris: M. J. Tempère, 1897-1908. 491 p.
- PERISSINOTTO, R.; NOZAIS, C.; KIBIRIGE, I. Spatio-temporal dynamics of phytoplankton and microphytobenthos in a South African temporally-open estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [S.l.], v. 55, p. 47-58, 2002.
- PERSICH, G. R.; ODEBRECHT, C.; BERGESH, M.; ABREU, P. C. Eutrofização e fitoplâncton: comparação entre duas enseadas rasas no estuário da lagoa dos Patos. **Atlântica**, Rio Grande, v. 18, p. 27-41, 1996.
- PHILIPS, E. J.; BADYLAK, S.; GROSSKOPF, T. Factors affecting the abundance of phytoplankton in a restricted subtropical lagoon, the Indian river lagoon, Florida, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 55, p. 385-402, 2002.
- POOLE, H. H.; ATKINS, W. R. G. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. **Journal of the Marine Biological association of the United Kingdom**, Plymouth, v. 16, p. 234-297, 1929.
- POOLE, H. H.; ATKINS, W. R. G. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. **Journal of the Marine Biological association of the United Kingdom**, Plymouth, v. 16, p. 234-297, 1929.
- ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. Cambridge: Cambridge University, 1992. 747 p.
- ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. Cambridge: Cambridge University, 1992. 747 p.
- SHANIN, S. S.; MIKHAILOVSKII, G. E. The diversity of species and seasonal succession of phytoplankton in the White sea. **Oceanology**, [S.l.], v. 36, n. 3, p. 374-379, 1996.
- SHANNON, L. E. A mathematical theory of communication. **Bulletin of System Tecnology Journal**, [S.l.], v. 27, p. 379-423, 1948.
- STAATS, N.; DECKERE, E. de; KORNMANN, B.; LEE, W. van der; TERMAAT, R.; TERWINDT, J.; WINDER, B. de. Observations on suspended particulate matter (SPM) and microalgae in the Dollard estuary, the Netherlands: importance of late winter ice cover of the intertidal flats. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 53, p. 297-306, 2001.
- STEIDINGER, K. A.; TANGEN, K. Dinoflagellates. In: TOMAS, C. R. (Ed.). **Identifying marine diatoms and dinoflagellates**. San Diego: Academic, 1996. 596 p. p. 387-598. Cap. 3.
- STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. 2. ed. **Bulletin Fisheries Research board of Canada**, Ottawa, n. 167, p. 1 – 211, 1972.
- TEIXEIRA, C. Introdução aos métodos para medir a produção do fitoplâncton marinho. **Boletim [do] Instituto Oceanográfico de São Paulo**, São Paulo, v. 22, p. 59-92, 1973.
- TILMAN, D. Biodiversity: population versus ecosystem stability. **Ecology**, [S.l.], v. 77, p. 350-363, 1996.
- THURMAN, H. V. **Introductory oceanography**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 546 p.
- UNESCO. **International Oceanographic Table**. Wormly: Optichrome, 1973. 141 p. v.2.
- VARELA, M.; PREGO, R. Hydrography and phytoplankton in an isolated and non-pristine ria área: the Coruña harbour (NW Spain). **Acta Oecologica**, [S.l.], v. 24, p. 113-124, 2003.

---

\* trabalho extraído: SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil)**. 136 f. 2004. – Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.