



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO ESTUÁRIO  
DO RIO SÃO FRANCISCO  
(ALAGOAS/SERGIPE, BRASIL)**

**WILLIAM FERNANDES DE ARAÚJO BARBOSA**

**RECIFE  
2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO ESTUÁRIO DO RIO  
SÃO FRANCISCO  
(ALAGOAS/SERGIPE, BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Oceanografia.

Orientação: Profa. Dra. Maria Luise Koenig

Coorientação: Dra. Enaide Marinho de Melo Magalhães

**WILLIAM FERNANDES DE ARAÚJO BARBOSA**

**RECIFE  
2011**

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

**B238e** Barbosa, William Fernandes de Araújo.  
Estrutura da comunidade fitoplanctônica do estuário do Rio São Francisco (Alagoas/Sergipe, Brasil) / William Fernandes de Araújo Barbosa. - Recife: O Autor, 2011.  
xvii, 109 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Luise Koenig.  
Co-Orientadora: Dr<sup>a</sup> Enaide Marinho de Melo Magalhães.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.  
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2011.  
Inclui Referências Bibliográficas e Apêndices.

1. Oceanografia. 2. Taxonomia. 3. Ecologia. 4. Microalgas. 5. Hidrologia. I. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.) BCTG/2011-179

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**WILLIAM FERNANDES DE ARAÚJO BARBOSA**

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO ESTUÁRIO DO RIO  
SÃO FRANCISCO (ALAGOAS/SERGIPE, BRASIL)**

---

Profa. Dra. Maria Luise Koenig  
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

---

Prof. Dr. Manuel de Jesus Flores Montes  
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

---

Profa. Dra. Sirleis Rodrigues Lacerda  
(Universidade Regional do Cariri – URCA)

**Suplentes:**

---

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa  
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

---

Dr. Marcos Honorato da Silva  
(Colégio de Aplicação – UFPE)

**Recife  
2011**

*Aos meus pais Milicio Barboza Filho e Neusa Fernandes de Araújo Barboza, por toda dedicação e pela minha formação. Sem eles não seria o ser humano que sou.*

*À minha orientadora Profa. Dra. Maria Luise Koenig, a quem tenho maior admiração.*

**Dedico**

## **Agradecimentos**

*A Deus, que no abrir e fechar de portas nunca me esqueceu do lado de fora.*

*À sociedade brasileira que ao pagar taxas e tributos me propiciou formação acadêmica em uma universidade pública federal.*

*À Universidade Federal de Pernambuco pela oportunidade da continuação de minha formação acadêmica “gratuita” através do curso de pós-graduação em nível de mestrado.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa durante o curso.*

*À Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) pelo financiamento da pesquisa.*

*Ao Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco na figura da Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão e à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Oceanografia na figura do Prof. Dr. Manuel de Jesus Flores Montes.*

*À secretária do Programa de Pós-graduação em Oceanografia Myrna Medeiros Lins pela gentileza e presteza perpétuas.*

*Aos Laboratórios Integrados de Ciências do Mar e Naturais (LABMAR) vinculados à Universidade Federal de Alagoas, especialmente ao Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Microalgas, pela cessão do espaço físico onde parte do trabalho foi realizada.*

*À minha querida orientadora e amiga, Profa. Dra. Maria Luise Koenig, pela dedicação indubitável, paciência inesgotável, pela gentileza, delicadeza, humanidade, hombridade de caráter e sem margens de dúvida pela excelência profissional. Sou imensuravelmente grato pela compreensão ao meu esforço, ao meu ritmo, às minhas dificuldades, às minhas fraquezas quanto ser humano que sou. A cada palavra dita, a cada gesto de estímulo e incentivo quando a dúvida e a fraqueza surgiram no caminho e que estão gravados na minha mente. Professora, o mérito que há neste trabalho é principalmente seu e não meu. Sou grato pelos ensinamentos extra-acadêmicos, que me marcaram e que levarei para vida inteira. Pessoa de quem sempre lembrarei com muito respeito e admiração.*

*À Dra. Enaide Marinho de Melo Magalhães pela coorientação e por se mostrar sempre disposta ao auxílio necessário.*

*Aos membros do corpo docente do programa de pós-graduação em Oceanografia, em especial:*

*Ao Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa pelo auxílio e esclarecimento de dúvidas, e pelo eterno bom humor.*

*Ao Prof. Dr. Sílvio José de Macêdo sempre muito solícito a me elucidar questionamentos sobre a química da água, e ao prazer de ter em uma simples pergunta, uma aula inteira.*

*À Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados, pela gentileza e leveza de espírito.*

*À Profa. Dra. Núbia Chaves Guerra pelos ensinamentos de vida que provavelmente nem tem consciência que me transmitiu.*

*À Profa. Dra. Thelma Alvim Veiga Ludwig da Universidade Federal do Paraná pelo esclarecimento quanto à classificação taxonômica das diatomáceas.*

*À Dra. Sandra Maria Alves da Silva do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul pelo esclarecimento quanto à classificação e nomenclatura das euglenofíceas.*

*Ao Prof. Dr. Paulo Ricardo Petter Medeiros da Universidade Federal de Alagoas por analisar os parâmetros físicos e químicos da água e pelo auxílio nas coletas.*

*Aos amigos do LABMAR/UFAL que, se não estiveram presentes no desenvolvimento do trabalho, contribuíram com as horas agradáveis que passamos: Sílvia Maria Torres de Abreu Farias, Maria Célia de Andrade Lira e em especial à Juliana dos Santos Severiano, pela amizade, carinho e por me amparar nos momentos difíceis.*

*Aos colegas de curso do mestrado em Oceanografia em especial à Marina Cavalcanti Jales, Andressa Ribeiro de Queiroz e Gilberto Faustino da Silva Filho.*

*Aos colegas do Laboratório de Oceanografia Química pela amizade: Keyla Travassos, Antônio Castro Santos Júnior, Thayse Batista, Josiane Gomes Paulo e Bárbara Barkokébas.*

*À Maria Elisa Pitanga pelo carinho, atenção e amizade dedicados a mim, uma das amigas mais especiais que fiz na cidade do Recife.*

*Ao MSc. Pedro Melo do Laboratório de Zooplâncton pela gentileza e pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados.*

*Aos amigos eternos de formação acadêmica em Ciências Biológicas por todos os momentos maravilhosos e pela compreensão: Ana Rúbia Batista Ribeiro, Polyanne Souto de Brito, Maíra Estanislau Soares de Almeida, Anderson Luís Silva Miranda, Raíssa Cavalcante Pinto, Adélia Carla Vertano da Silva, Sandra Hiromi Kamei, Maria Danielma dos Santos Reis, Victor Xavier Brito, Clarissa França Tavares de Souza, Paula Walleska Sena, Plácido Fabrício Silva Melo Buarque, Inaura Patrícia da Silva Santos, Isabella Christina Carvalho de Lima, Washington Soares Ferreira Júnior e Wagner Teixeira Soriano.*

*Às amigas mais especiais que fiz no Recife: Manuella Chaves Vasconcelos Borba, Andréa Alice Rodrigues da Silva, Mércia Lima da Silva, Alessandra Maria da Conceição, Silvana Crisóstomo, Heloísa Gomes Bandeira e Suamy Rafaely Soares.*

*Aos amigos de convivência diária pelos momentos agradáveis e engrandecedores, em especial: Andriu dos Santos Catena, James Chagas Almeida, Flávio Henrique dos Santos e Tiago Santiago.*

*À minha amiga de todas as horas e tempestades, Roberta Fernandes Maia, sem ela a minha vida seria em preto e branco.*

*Ao amigo Bruno Louzada sempre fiel e presente, sou muito grato pelo companheirismo e pelas palavras de força e incentivo.*

*Agradecimentos especiais ao eterno mestre e amigo Prof. Dr. Antonio Valeriano Pereira dos Santos, à Profa. Dra. Iracilda Maria de Moura Lima e à Prof. Dra. Liriane Monte Freitas da Universidade Federal de Alagoas, que me ensinaram lições que levarei para a vida inteira e de quem lembrarei sempre com muito carinho e respeito.*

*“Em todo o Baixo São Francisco sente-se o peso do passado; corre pelas suas águas o sangue dos povos indígenas massacrados, dos portugueses deslumbrados, dos escravos rebelados, dos holandeses e, ao que tudo indica, até dos antigos fenícios.”<sup>1</sup>*

*José Caldas*

---

<sup>1</sup> CARVALHO, M. **Baixo São Francisco – The Lower São Francisco River**. DDESENHO, 1993. 107p.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE TABELAS .....	xiii
LISTA DE APÊNDICES .....	xiv
RESUMO .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	6
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA .....	7
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
4.1. Estratégia Amostral .....	11
4.2. Parâmetros Hidrológicos .....	13
4.3. Fitoplâncton .....	13
4.3.1. Procedimentos de Campo .....	13
4.3.2. Procedimentos de Laboratório .....	14
4.4. Tratamento Numérico e Estatístico dos Dados .....	14
4.4.1. Abundância Relativa .....	14
4.4.2. Frequência de Ocorrência .....	15
4.4.3. Índice de Diversidade Específica e Equitabilidade .....	15
4.4.4. Densidade Celular .....	16
4.4.5. Análise de Variância (ANOVA) .....	16
4.4.6. Análise Multivariada .....	17
4.4.6.1. Análise de Agrupamento .....	17
4.4.6.2. Análise de Componentes Principais (ACP) .....	17
4.5. Normatização do Texto .....	18
5. RESULTADOS .....	19
5.1 Parâmetros Hidrológicos .....	19
5.1.1 Transparência da Água (m) .....	19
5.1.2 Temperatura (°C).....	20
5.1.3 Salinidade .....	21
5.1.4 Oxigênio Dissolvido (mL.L <sup>-1</sup> ) .....	22
5.1.5. Taxa de Saturação do Oxigênio (%) .....	23
5.1.6 Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	24
5.1.7. Nutrientes Dissolvidos na Água .....	25
5.1.7.1. Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> N) .....	25
5.1.7.2. Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N) .....	26
5.1.7.3. Fosfato Dissolvido (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P) .....	27
5.1.7.4. Clorofila-a (mg.m <sup>-3</sup> ) .....	28
5.2. Fitoplâncton .....	29
5.2.1. Composição Taxonômica .....	29
5.2.2 Riqueza e Distribuição Taxonômica .....	40
5.2.3. Tratamento Numérico e Estatístico dos Dados .....	43
5.2.3.1 Abundância Relativa .....	43

5.2.3.2. Frequência de Ocorrência .....	44
5.2.3.3. Índice de Diversidade Específica e Equitabilidade .....	46
5.2.3.4. Densidade Celular .....	47
5.2.3.5. Ecologia das Espécies .....	51
5.2.3.6. Análise Multivariada .....	54
5.2.3.6.1. Análise de Agrupamento .....	54
5.2.3.6.2. Análise de Componentes Principais (ACP).....	57
6. DISCUSSÃO .....	59
7. CONCLUSÕES .....	71
8. REFERÊNCIAS .....	73
APÊNDICES .....	82

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Área de estudo no estuário do rio São Francisco evidenciando as estações de coleta .....	12
<b>Figura 2</b> – Variação sazonal e espacial da transparência da água no estuário do rio São Francisco .....	19
<b>Figura 3</b> – Variação sazonal e espacial da temperatura da água no estuário do rio São Francisco.....	20
<b>Figura 4</b> – Distribuição da salinidade no estuário do rio São Francisco. (A) salinidade na superfície; (B) salinidade da profundidade do desaparecimento do disco de Secchi .....	22
<b>Figura 5</b> – Distribuição do oxigênio dissolvido no estuário do rio São Francisco ...	23
<b>Figura 6</b> – Distribuição dos valores da taxa de saturação do oxigênio no estuário do rio São Francisco .....	24
<b>Figura 7</b> – Distribuição dos valores de pH no estuário do rio São Francisco .....	25
<b>Figura 8</b> – Distribuição do nitrito no estuário do rio São Francisco .....	26
<b>Figura 9</b> – Distribuição do nitrato no estuário do rio São Francisco .....	27
<b>Figura 10</b> – Distribuição do fosfato dissolvido no estuário do rio São Francisco ...	28
<b>Figura 11</b> – Distribuição da biomassa fitoplanctônica (clorofila-a) no estuário do rio São Francisco .....	29
<b>Figura 12</b> – Distribuição percentual dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco .....	30
<b>Figura 13</b> – Variação sazonal da riqueza taxonômica por divisão do fitoplâncton no estuário do rio São Francisco .....	41
<b>Figura 14</b> – Variação sazonal da riqueza taxonômica por data de coleta e por divisão do fitoplâncton no estuário do rio São Francisco .....	41
<b>Figura 15</b> – Distribuição sazonal e espacial da riqueza de espécies por divisão taxonômica nas estações de coleta no estuário do rio São Francisco. (A) Período de Estiagem; (B) Período Chuvoso .....	42
<b>Figura 16</b> – Distribuição percentual dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco, nos dois períodos de estudo, por categoria de frequência de ocorrência .....	44

<b>Figura 17</b> – Principais táxons identificados no estuário do rio São Francisco. 1. <i>Pleurosira laevis</i> . 2. <i>Aulacoseira granulata</i> . 3. <i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i> . 4. <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> . 5. <i>Aulacoseira</i> sp. 6. <i>Synedra ulna</i> . 7. <i>Planktothrix</i> sp. 8. <i>Pediastrum boryanum</i> . 9. <i>Pediastrum simplex</i> . 10. <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> . Escala: 10µm .....	45
<b>Figura 18</b> – Variação sazonal e espacial da diversidade (bits.cél <sup>-1</sup> ) e equitabilidade do fitoplâncton do estuário no rio São Francisco. (A) Período de estiagem; (B) Período chuvoso .....	47
<b>Figura 19</b> – Densidade celular dos grupos fitoplanctônicos no estuário do rio São Francisco. (A) Período de estiagem; (B) Período chuvoso .....	50
<b>Figura 20</b> – Densidade celular dos táxons mais representativos no estuário do rio São Francisco. (A) Período de estiagem; (B) Período chuvoso .....	51
<b>Figura 21</b> – Distribuição percentual das espécies identificadas de acordo com a classificação ecológica .....	52
<b>Figura 22</b> – Distribuição numérica das espécies identificadas de acordo com a classificação ecológica. (A) Geral; (B) Período de estiagem; (C) Período chuvoso. ....	53
<b>Figura 23</b> – Dendrograma da associação das amostras no estuário do rio São Francisco. A (março/2008); B (julho/2008); C (outubro/2008); D (janeiro/2009); E (abril/2009); F (julho/2009) .....	54
<b>Figura 24</b> – Dendrograma da associação dos táxons no estuário do rio São Francisco .....	56
<b>Figura 25</b> – Análise de Componentes Principais (ACP) entre as variáveis físicas, químicas e biológicas no estuário do rio São Francisco .....	58

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Sinopse e ecologia dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo. E = Período de estiagem; C = Período chuvoso; P = Planctônica; TP = Ticoplanctônica; X = Presença do táxon; - = Ausência do táxon .....	31
<b>Tabela 2</b> – Descrição dos táxons agrupados no dendrograma, identificados no estuário do rio São Francisco .....	56
<b>Tabela 3</b> – Análises de Componentes Principais entre as variáveis físicas, químicas e biológicas no estuário do rio São Francisco .....	57

## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apêndice A</b> – Variáveis hidrológicas do estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem .....	83
<b>Apêndice B</b> – Variáveis hidrológicas do estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso .....	84
<b>Apêndice C</b> – Distribuição dos táxons fitoplanctônicos identificados nos dois períodos estudados no estuário do rio São Francisco .....	85
<b>Apêndice D</b> – Variação espacial da riqueza taxonômica nas estações de coleta no estuário do rio São Francisco .....	85
<b>Apêndice E</b> – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em março/2008 .....	86
<b>Apêndice F</b> – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em outubro/2008 ...	87
<b>Apêndice G</b> – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em janeiro/2009 .....	89
<b>Apêndice H</b> – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2008 .....	91
<b>Apêndice I</b> – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em abril/2009 .....	93
<b>Apêndice J</b> – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2009 .....	96
<b>Apêndice K</b> – Frequência de ocorrência dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo .....	99
<b>Apêndice L</b> – Variação sazonal e espacial da diversidade ( $\text{bits.cél}^{-1}$ ) e equitabilidade do fitoplâncton do estuário do rio São Francisco .....	104
<b>Apêndice M</b> – Densidade celular dos grupos fitoplanctônicos do estuário do rio São Francisco .....	104
<b>Apêndice N</b> – Densidade celular dos táxons em destaque identificados no estuário do rio São Francisco .....	104
<b>Apêndice O</b> – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em março/2008 .....	105
<b>Apêndice P</b> – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em outubro/2008 ...	105

<b>Apêndice Q</b> – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em janeiro/2009 .....	106
<b>Apêndice R</b> – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2008 .....	107
<b>Apêndice S</b> – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em abril/2009 .....	108
<b>Apêndice T</b> – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2009 .....	109

## RESUMO

O estuário do rio São Francisco, classificado como sendo do tipo cunha salina, está localizado na divisa entre os estados de Alagoas e Sergipe entre as coordenadas 10°25' S e 36°23' W. Este ambiente foi investigado com o objetivo de caracterizar a estrutura da comunidade fitoplanctônica relacionando-a com as variáveis ambientais contribuindo significativamente para o conhecimento da sua composição e ecologia. As coletas do material fitoplanctônico e dos parâmetros físicos e químicos foram realizadas em quatro estações fixas durante os períodos de estiagem (março/2008, outubro/2008 e janeiro/2009) e chuvoso (julho/2008, abril/2009 e julho/2009). As amostras para análises físicas e químicas, clorofila-a e densidade celular foram coletadas com auxílio de garrafa do tipo Van Dorn. Para o estudo do fitoplâncton as amostras foram coletadas utilizando-se rede de plâncton de 20µm de abertura de malha. Os valores da maioria dos parâmetros físicos e químicos da água foram superiores no período de estiagem em relação ao período chuvoso, excetuando o oxigênio dissolvido e a clorofila-a. Não foi observada diferença significativa estatisticamente para todos os parâmetros exceto para a salinidade na profundidade do desaparecimento do disco de Secchi para o fator local (estações de coleta). Foram identificados 176 táxons distribuídos nas divisões Cyanobacteria, Euglenophyta, Dinoflagellata, Heterokontophyta, Bacillariophyta e Chlorophyta sendo as diatomáceas consideradas as mais representativas em número de táxons e abundância. Se destacaram como táxons dominantes as diatomáceas *Aulacoseira* sp. no período de estiagem e *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen no período chuvoso e como muito frequentes se destacaram com 100% de ocorrência, *Aulacoseira ambigua* f. *spiralis* (Skuja) Ludwig, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg e *Pediastrum simplex* Meyen, todas de hábito planctônico. Os valores obtidos para a diversidade específica e equitabilidade nos dois períodos de estudo, salvo algumas exceções, foram considerados como sendo de alta e média diversidade, e de caráter equitativo, indicando uma distribuição homogênea das populações. As espécies dulciaquícolas foram as mais representativas (75%) evidenciando a maior influência do fluxo limnético, seguidas das marinhas (24%) e estuarinas (1%). O período chuvoso foi considerado o mais representativo para a composição taxonômica e riqueza específica e o período de estiagem para os parâmetros físicos e químicos. A partir das variáveis ambientais e do estudo da estrutura e ecologia do fitoplâncton bem como o índice de diversidade específica, pode-se afirmar que o estuário do rio São Francisco vem sofrendo impactos antrópicos leves.

**Palavras-chave:** taxonomia, ecologia, microalgas, hidrologia.

## ABSTRACT

The São Francisco river estuary, classified as saline wedge, is located on the border between the states of Alagoas and Sergipe between the coordinates 10°25' S and 36°23' W. The aim of the investigation of this environment was to characterize the structure of the phytoplankton community and relate it to the environmental variables contributing significantly to understanding its taxonomic composition and ecology. The collections of the phytoplankton and the physical and chemical parameters were carried out at four fixed stations during the dry season (March/2008, October/2008 and January/2009) and the rainy season (July/2008, April/2009 and July/2009). The samples for the physical and chemical parameters, chlorophyll-*a* and cell density were collected with the aid of a Van Dorn bottle. For the phytoplankton study the samples were collected using a plankton net of 20µm mesh size. The values of the most physical and chemical parameters of water were higher during the dry season compared to rainy season, except for dissolved oxygen and chlorophyll-*a*. There was no statistically significant difference for all parameters except to salinity in the depth of disappearance of Secchi disc to the site factor (sampling stations). A total of 176 taxa were identified, distributed in the divisions Cyanobacteria, Euglenophyta, Dinoflagellata, Heterokontophyta, Bacillariophyta and Chlorophyta. The diatoms were considered the most representative in number of taxa and abundance. Stood out as dominant taxa the diatoms *Aulacoseira* sp. in the dry season and *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen in the rainy season, and as much frequent with 100% of occurrence, *Aulacoseira ambigua* f. *spiralis* (Skuja) Ludwig, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg and *Pediastrum simplex* Meyen, all of them planktonic. The values obtained for the diversity index and evenness, with a few exceptions, were considered of high and medium diversity, and of equitable character, indicating a homogeneous distribution of the populations. The freshwater species were the most representative (75%) showing the greater influence of limnetic flow, followed by marine (24%) and estuarine (1%). The rainy season was considered the most representative for the taxonomic composition and species richness and the dry season for the physicochemical parameters. From the data obtained for the environmental variables and the study of the structure and ecology of the phytoplankton as well as the species diversity index, it can be stated that the São Francisco estuary has suffered minor human impacts.

**Keywords:** taxonomy, ecology, microalgae, hydrology.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma área hidrográfica extensa e dentre os maiores rios brasileiros pode-se citar o rio São Francisco, cuja área estuarina está localizada entre os estados de Alagoas e Sergipe. O estudo da dinâmica de bacias hidrográficas de grande porte e de seus estuários é de grande importância devido a sua relevância ecológica e econômica.

A exemplo dos grandes rios, o São Francisco apresenta um número considerável de barragens ao longo de seu curso e essas barragens interferem significativamente na sua hidrodinâmica e principalmente na dinâmica dos nutrientes e do plâncton (MEDEIROS, 2006).

Segundo Miranda et al. (2002) a palavra estuário é derivada do adjetivo latino *aestuarium*, cujo significado é maré ou onda abrupta de grande altura, fazendo referência a um ambiente altamente dinâmico, com mudanças constantes em resposta a forçantes naturais. A complexidade e a vulnerabilidade à influência do homem são características comuns a todos os estuários.

De acordo com Valle-Levinson (2010) a definição ainda mais aceita para estuário e amplamente divulgada, foi proposta por Cameron & Pritchard (1963) que tratam do estuário como sendo um corpo d'água costeiro semi-fechado com conexão livre com o oceano onde a água do mar é continuamente e mensuravelmente diluída pela água doce advinda da drenagem continental. A água doce que entra em uma bacia semi-fechada estabelece gradientes de densidade longitudinais que resulta em um longo fluxo superficial de saída e um fluxo de entrada por baixo.

Do ponto de vista ecológico, os estuários são ecossistemas abertos e dominados por processos físicos e subsídios de energia, com grande intercâmbio de materiais bióticos e abióticos provenientes de outros ecossistemas, incluindo água, sais minerais, sedimentos, matéria orgânica e organismos (YÁÑEZ-ARANCIBIA, 1986).

O ambiente terrestre exerce grande influência nos estuários, tanto em termos de aporte de sedimentos, quanto em vazão de água e suprimento de nutrientes. Os estuários são considerados os principais fornecedores de nutrientes para a região costeira, pois recebem e concentram o material originado de sua bacia de drenagem

e aporte significativo por ação antrópica. Essa grande quantidade de nutrientes coloca os estuários entre os sistemas mais produtivos do mundo, com altas taxas de produção primária e teores de biomassa autótrofa e heterótrofa (BRAGA et al., 2000).

Nutrientes trazidos pelos rios e marés juntamente com aqueles produzidos por organismos fixadores de nitrogênio e decompositores de detritos são utilizados pelos produtores primários. As diatomáceas e macroalgas bentônicas e o fitoplâncton contribuem significativamente para a produção primária (CASTRO; HUBER, 2003).

A riqueza dos estuários, caracterizada por elevado suprimento de nutrientes de origem alóctone e consequente produção fitoplanctônica, transformam esses ecossistemas em berçários naturais para muitas espécies de peixes, crustáceos e outros animais que completam seus ciclos de vida nestes ecossistemas.

A entrada de água doce e nutrientes a partir dos rios influencia nos processos biogeoquímicos dos mares costeiros e afetam a qualidade e a quantidade do material que se acumula nos sedimentos marinhos. A mudança na salinidade trazida pela água doce e a introdução de nutrientes derivados dos rios promovem o crescimento do plâncton com carapaças de sílica o que aumenta os fluxos de sílica biogênica e matéria orgânica (ITTEKKOT et al., 1991 apud JENNERJAHN et al., 1996).

Castro e Huber (op. cit.) afirmam que os organismos estuarinos se adaptaram a variações da salinidade de várias formas. Muitos deles são de espécies eurialinas, primariamente marinhas que desenvolveram a capacidade de tolerar ampla gama de salinidade. As comunidades estuarinas são constituídas relativamente por poucas espécies. Essas espécies, no entanto, são típicas deste ambiente e muitas vezes consideradas endêmicas.

Nesses ecossistemas, o conhecimento da biodiversidade acompanhado das condições físicas e químicas da água torna-se cada vez mais necessário, pois são sistemas que vêm sendo afetados por um crescente impacto antrópico, capaz de provocar alterações na qualidade da água, refletindo inicialmente na estrutura da comunidade fitoplanctônica.

Os estuários estão cada vez mais sujeitos a consequências do desenvolvimento industrial, sistemas de barragens e às atividades recreacionais

havendo nos últimos anos uma crescente conscientização quanto à sua importância para vida selvagem (TAIT; DIPPER, 1998).

Processos de urbanização, industrialização, desflorestamento, agricultura, mineração e trabalhos de engenharia, como a construção de barragens tem mudado o balanço hidrológico e a qualidade da água dos sistemas, incluindo aqueles da costa tropical do Brasil. A bacia do São Francisco está incluída neste grupo por estar envolvida em um sistema quase que unicamente regulado por sete grandes barragens e reservatórios, responsáveis por considerável redução na vazão, na eliminação do padrão de descarga e no controle de 98% da bacia (KNOPPERS et al., 2005).

Outros impactos foram observados por Souza (1998) e Souza et al. (1999), como a retirada de grandes volumes de água para irrigação agrícola, a construção de um porto ao sul da foz do rio, além da carga de efluentes domésticos e drenagem de fertilizantes da agroindústria. Existem também intensos processos erosivos vêm sendo verificados na margem de Sergipe na região do Baixo São Francisco e principalmente na desembocadura do rio, e processos deposicionais na margem de Alagoas acarretando desequilíbrio das características geomorfológicas, físicas, químicas e biológicas.

Os organismos fitoplanctônicos são de grande importância ecológica, pois são produtores primários (autótrofos) responsáveis pela maior parte do oxigênio gasoso liberado para a atmosfera, além de ocuparem importante posição na teia trófica dos diferentes ecossistemas aquáticos e servirem como indicadores biológicos da qualidade da água.

O tipo e a abundância do fitoplâncton que habita os estuários variam enormemente com as correntes, salinidade, e temperatura. As águas turvas apresentam restrição na penetração da luz e pode limitar a produtividade primária pelo fitoplâncton (CASTRO; HUBER, 2003).

É normalmente aceito que comunidades de organismos aquáticos podem servir como indicadores da qualidade ambiental. McCormick e Cairns-Junior (1994) afirmam que comunidades algais são de grande importância ecológica apresentando muitos atributos como indicadores da integridade do ecossistema e de alterações ambientais principalmente por serem, sensíveis e responderem rapidamente a fatores estressantes ao ambiente.

De acordo com Bianchi et al. (2003) o fitoplâncton pode ser considerado como bioindicador da qualidade da água em áreas sujeitas a distúrbios antropogênicos. Por um lado, altos índices tróficos favorecem explosões massivas de uma única espécie, enquanto que por outro, a presença de resíduos industriais devem inibir o crescimento de alguns grupos taxonômicos, como as diatomáceas.

Estudos das populações fitoplanctônicas no estuário do rio São Francisco são escassos. Historicamente, o primeiro registro de estudos sobre o fitoplâncton da região remete aos trabalhos de Eskinazi-Leça (1967/1969) em que foram estudadas as diatomáceas (Bacillariophyta) da plataforma continental de Alagoas e Sergipe nas áreas adjacentes à desembocadura do rio São Francisco, sendo catalogados 46 táxons.

Cerca de trinta anos depois, estudos realizados por Souza (1998) e Souza et al. (1999) em duas estações localizadas no município de Brejo Grande-SE, evidenciaram a ocorrência de 59 táxons de microalgas planctônicas, destacando-se as diatomáceas no período chuvoso e as clorofíceas no período de estiagem.

Melo-Magalhães et al. (2010) estudaram a biomassa fitoplanctônica do estuário do rio São Francisco e identificaram padrão de variação sazonal definido, com valores significativamente mais elevados no período de estiagem.

Além dos trabalhos efetivamente publicados em periódicos, pode-se destacar também vários relatórios técnicos de monitoramento ambiental como o elaborado por Mafalda-Júnior et al. (2002) na foz do São Francisco no período compreendido de agosto de 2000 a maio de 2001 onde foram identificados 131 táxons fitoplanctônicos em 3 estações de coleta, destacando-se as diatomáceas com participação de 50 táxons.

Além do mais pouco se conhece sobre a composição e ecologia da comunidade fitoplanctônica do rio São Francisco e seu estuário. Dessa forma, faz-se de suma importância trabalhos nesta linha de pesquisa, já que um grande número de habitantes vive às suas margens, tirando sua subsistência tanto como fonte de alimento quanto em captação de água para abastecimento público, além de representar fonte de energia renovável e estar sendo amplamente impactado pela construção de barragens (MEDEIROS et al., 2007), fato este que vem alterando drasticamente os ecossistemas associados a toda a bacia do São Francisco e seu estuário.

Este trabalho está integrado no programa “Inventário dos Ecossistemas Aquáticos do Baixo São Francisco”, Licença de Operação nº 509 e 510/2005, financiado pela Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) que tem como objetivo inventariar e caracterizar os ecossistemas da área de abrangência do estudo, bem como suas comunidades aquáticas (bentos, nécton, plâncton e macrófitas aquáticas) e avaliação da cunha salina.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Caracterizar a estrutura da comunidade fitoplanctônica do estuário do rio São Francisco relacionando-a com as variáveis ambientais contribuindo significativamente para o conhecimento sobre a composição e a ecologia deste ecossistema.

### **2.2. Objetivos específicos**

- a) Identificar em níveis específicos e infraespecíficos a biodiversidade de microalgas planctônicas que ocorrem no estuário do rio São Francisco.
- b) Correlacionar as principais variáveis físicas e químicas da água do estuário do rio São Francisco com a comunidade fitoplanctônica.
- c) Avaliar as mudanças na estrutura da comunidade fitoplanctônica nos períodos de estiagem e chuvoso.
- d) Determinar os principais parâmetros ecológicos do fitoplâncton do estuário do rio São Francisco.
- e) Estabelecer a estrutura da comunidade fitoplanctônica, através de análises multivariadas e testes estatísticos.

### 3. DESCRIÇÃO DA ÁREA

O rio São Francisco nasce na Serra da Canastra no estado de Minas Gerais a 1.800 m de altitude com extensão total de 2.863 km. Desemboca no Oceano Atlântico Sul na divisa entre os estados de Sergipe e Alagoas entre as coordenadas 10°25' S e 36°23' W (KNOPPERS et al., 2005; MEDEIROS et al., 2007).

A desembocadura do São Francisco é um exemplo único de estuário quase exclusivamente impactado por alterações hidrológicas e extrema redução na descarga de sedimentos e nutrientes devido à construção de barragens. Faz fronteira entre as regiões geográficas nordeste e leste da costa tropical do Brasil, sendo drenado pela grande bacia homônima com área que abrange  $0.634 \times 10^6$  km<sup>2</sup>, a segunda maior bacia de drenagem do território brasileiro, correspondendo a 7,5% do território nacional. (KNOPPERS et al., op.cit.).

Oliveira et al. (2008) afirmam que este estuário se estende até quase 75 km da foz e as inversões do sentido das correntes de marés podem ocorrer apenas até 40 km e a penetração de massas de água do oceano até 8 km, a jusante da cidade de Piaçabuçu, AL.

A região estuarina do rio São Francisco é caracterizada por clima do tipo As (quente, úmido, com chuvas de inverno) de acordo com a classificação de Köppen, com estação seca de primavera-verão, estação chuvosa de outono-inverno e temperaturas de 17 a 28°C. A média geral para precipitação anual na bacia do rio São Francisco é de 916 mm ano<sup>-1</sup> e evapo-transpiração de 774 mm ano<sup>-1</sup> (SOUZA, 2000; KNOPPERS et al., op. cit.).

Souza (op. cit.) afirma que o regime climático de altas temperaturas e com chuvas de inverno comuns da região tem origem na disposição orográfica regional, na situação de baixas latitudes e na direção N-NE e S-NE que apresenta o litoral.

A configuração geral do clima do estuário é regida pela massa de ar Equatorial Atlântica e pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que se expande e se contrai ao redor do Equador, causando a variabilidade sazonal das chuvas (KNOPPERS et al., op. cit.).

Quanto à geologia e geomorfologia, a área estudada é caracterizada pela presença de depósitos sedimentares Pleistocênicos em leques aluviais e terraços litorâneos na porção interna da planície, paleo-lagunas Holocênicas nas porções

baixas, pântanos de água doce e manguezais, além de dunas Holocênicas ativas e inativas. Os depósitos estão ligados à história do nível do mar por dois grandes eventos transgressivos (KNOPPERS et al., 2005).

Segundo Souza (2000), a área se encontra numa região onde convivem dois grandes grupos estratigráficos, a Bacia Sergipe-Alagoas e o Grupo Barreiras, recobertos por formações estratigráficas específicas, como os Depósitos Quaternários: terraços marinhos Holocênicos e Pleistocênicos, depósitos flúvio-lagunares, depósitos de pântanos e mangues, depósitos de leques aluviais coalescentes, dunas e recifes de corais e algas coralinas. A região é dividida geomorfologicamente, com base na textura, tonalidade e altitude em seis unidades bem caracterizadas, sendo elas Unidade do Tabuleiro, Unidade dos Terraços, Unidade das Dunas, Unidade da Planície Flúvio-Deltaica e Unidade da Planície Marinha.

Quanto às categorias de relevo, na área em estudo predominam os modelados de acumulações litorâneas, que correspondem às acumulações flúvio-lacustres, flúvio-marinha e marinha que constituem as feições morfológicas próprias da faixa litorânea. Trata-se de área de relevo plano, alagadiça, com solos hidromórficos minerais de textura siltico-argilosa, orgânicos e mal drenados, encontrando-se sob a ação marinha (SOUZA, op. cit.).

A batimetria da desembocadura do rio é variável, chegando a atingir aproximadamente 14 m próximos à foz. O pró-delta do rio São Francisco é localizado entre 0,5 e 2,5 km da foz, caracterizado por uma forte zona de arrebatamento, com ondas altas e bancos de areia submersos, parte dos quais ficam expostos em baixa-mar (MEDEIROS et al., 2007).

O estuário é composto por um canal interno de cerca de 12 m de profundidade, uma barra subaquática perpendicular à costa no lado da corrente ascendente, e outro arco paralelo à costa ao longo do lado da corrente descendente e se encaixa na categoria de um delta-estuarino (KNOPPERS et al., op. cit.).

O delta-estuarino do rio São Francisco está sob influência direta do caminho da oligotrófica Corrente Sul Equatorial (CSE,  $T > 20^{\circ}\text{C}$ ,  $S > 36.9$ ), que se encontra com três ramos acima da plataforma e da costa entre  $7^{\circ}$  e  $17^{\circ}$  S (KNOPPERS et al., 2005).

A plataforma continental do rio São Francisco é bastante estreita, variando entre 20 km a 50 km de largura, e a quebra da plataforma ocorre em profundidades de 40 a 80 m (KNOPPERS et al., 1999). Os sedimentos da plataforma continental no lado da corrente ascendente são principalmente carbonatos autigênicos (provenientes de *Halimeda* e outras algas coralíneas), com uma banda estreita de sedimentos siliciclásticos próximos à costa. O lado da corrente descendente, além da desembocadura do rio e da plataforma interna, é caracterizado por sedimentos siliciclásticos e a plataforma externa por sedimentos carbonáticos (KNOPPERS et al., 2005).

De acordo com Medeiros (2006), o estuário do rio São Francisco pode ser classificado de duas formas a partir do esquema de classificação proposto por Pritchard (1955): estuário em cunha salina parcialmente estratificada ou estuário com água bem misturada com fluxo quase uniforme na vertical.

Castro e Huber (2003) afirmam que num estuário em cunha salina a salinidade além de variar horizontalmente, varia também verticalmente. A água marinha mais densa flui pelo estuário rio acima através do fundo e a água doce fluvial, menos densa, flui para o oceano pela superfície formando um gradiente de estratificação vertical com pouca mistura.

A vazão do rio São Francisco, as correntes de marés assim como o fluxo invertido junto ao fundo, pela estratificação do tipo cunha salina, forçam o fenômeno de salinização do rio que pode trazer grandes prejuízos às atividades agrícolas e para o abastecimento humano. Este fluxo invertido intensifica a formação da cunha salina e a estende na direção de montante do rio. Fatores como a direção e intensidade do vento podem incrementar ou reduzir os efeitos do fluxo de marés e formação da cunha salina (OLIVEIRA et al. 2008).

Medeiros (op. cit.) afirma que a morfologia de estuário, com redução acentuada da profundidade do mar em direção a terra, cria um padrão de circulação do tipo cunha salina com intensa estratificação próxima à desembocadura do rio. Neste caso, a maré desempenha papel fundamental nas misturas verticais e horizontais das águas fluviais e marinhas.

Neste tipo de estuário a água doce desloca-se pela superfície e mistura-se com a salina na porção inferior do estuário, enquanto que a água salgada desloca-se margeando o fundo e mistura-se com a água doce na porção superior do estuário.

De uma maneira geral, a presença da cunha salina nos estuários não é constante, estando associada à redução da vazão fluvial. Durante os períodos de fluxo elevado, a cunha salina é lavada e a condição erosiva prevalece (MEDEIROS, 2006).

De acordo com Oliveira (2003), a desembocadura do rio São Francisco é apresentada na literatura como sendo classificada ora como delta dominado por ondas, ora como cordão litorâneo de planície arenosa. Esses cordões litorâneos são alimentados principalmente pela deriva litorânea. Assim, a foz do São Francisco pode ser considerada um delta, pelo fato de apresentar linha de costa progradante, planície deltaica e fonte de sedimentos fluvial. Os cordões litorâneos presentes em ambos os lados do rio podem ter diferentes proveniências.

Souza (2000) constatou grande heterogeneidade do ponto de vista florístico na região do estuário do rio São Francisco e suas margens, sendo encontradas formas de coberturas variáveis, desde uma fisionomia rasteira e herbáceo-graminosa, até outra de porte florestal com indivíduos de até vinte metros de altura. Observou também formações florestais sob dois níveis de estacionalidade (decidual e semidecidual), manchas ou núcleos de cerrados e caatingas, vegetação pioneira sob influência marinha, fluvial e palustre.

A fauna da região, de uma forma geral, contou com representantes de moluscos, crustáceos, insetos, aranhas, escorpiões, diplópodos, quilópodos, anfíbios, répteis e aves. A fauna terrestre está constituída por espécies ecologicamente ligadas às formações abertas, como a Caatinga e a Mata Atlântica, formando assim um mosaico faunístico (SOUZA, op. cit.). O autor destaca ainda a presença de espécies ameaçadas de extinção como o jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), o falcão peregrino (*Falco peregrinus*), a zabelê (*Crypturellus noctivagus*) e a lontra (*Lontra longicaudis*).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Estratégia amostral

Para o presente estudo foram demarcadas quatro estações fixas, especificadas abaixo, distribuídas ao longo do estuário do rio São Francisco (Fig. 1). As coletas foram realizadas no período de estiagem (março/2008, outubro/2008 e janeiro/2009) e chuvoso (julho/2008, abril/2009 e julho/2009).

As amostras do material fitoplanctônico foram depositadas na coleção científica do Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Microalgas vinculado aos Laboratórios Integrados de Ciências do Mar e Naturais da Universidade Federal de Alagoas (LABMAR/UFAL).

<b>ESTAÇÕES</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>LOCALIDADE</b>
P1	10°24'06" S – 36°26'34" W	Ilha da Bulla
P2	10°26'03" S – 36°25'26" W	Ilha da Fitinha
P3	10°27'34" S – 36°24'39" W	Ilha da Negra
P4	10°28'12' S – 36°25'11" W	Próxima à APA de Piaçabuçu

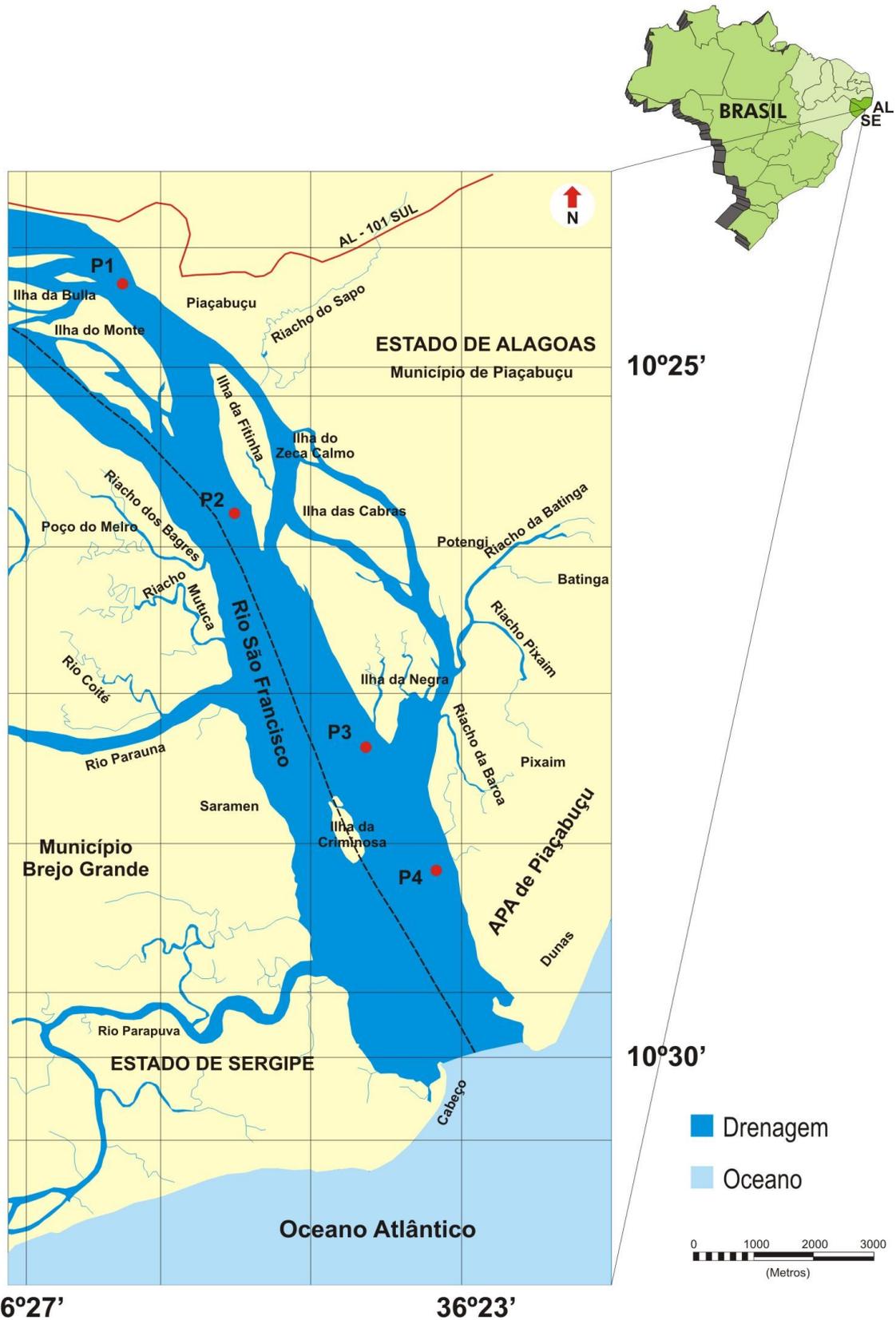


Figura 1 – Área de estudo no estuário do rio São Francisco evidenciando as estações de coleta. Fonte: Base Cartográfica: IBGE (Escala 1:50.000) – Modificado.

## 4.2. Parâmetros Hidrológicos

Foi utilizada *in situ* Sonda Multiparamétrica modelo YSI 6.600 para medição dos seguintes parâmetros: temperatura (°C), salinidade, oxigênio dissolvido ( $\text{mL.L}^{-1}$ ) e potencial hidrogeniônico – pH. Para a aferição da transparência da água foi utilizado um disco de Secchi preso ao um cabo graduado com escala em centímetros.

Para melhor caracterização do ambiente, as coletas para salinidade foram tomadas na superfície da água e na profundidade do desaparecimento do disco de Secchi.

Coletas de água para determinação dos nutrientes ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) e clorofila-*a* ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) foram efetuadas na camada superficial, com auxílio de uma garrafa do tipo “Van Dorn” com capacidade de 1 litro.

As amostras para a determinação da clorofila-*a* foram filtradas em filtros de microfibras GF/F de 47 mm de diâmetro e capacidade de retenção de 0,45  $\mu\text{m}$  e analisadas de acordo com UNESCO (1966).

A taxa de saturação do oxigênio dissolvido foi obtida utilizando-se as International Oceanographic Tables (UNESCO, 1973), correlacionando-se com os valores de temperatura e salinidade.

Os nutrientes: nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) foram determinados pelo método descrito por Strickland e Parsons (1972) e fosfato dissolvido ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) segundo metodologia de Grasshoff et al. (1983). Para estas análises foi utilizado espectrofotômetro da Micronal modelo B582.

## 4.3. Fitoplâncton

### 4.3.1. Procedimentos de Campo

As amostras do fitoplâncton para o estudo qualitativo foram coletadas utilizando-se rede de plâncton confeccionada em tecido de náilon, com abertura de malha de 20  $\mu\text{m}$ , um metro e meio (1,5 m) de comprimento e abertura de boca de 0,30 m. Foram realizados arrastos horizontais na camada subsuperficial da água com o barco funcionando a uma velocidade de aproximadamente um nó, durante 5 minutos. As amostras foram fixadas utilizando-se formol a 4% neutralizado com bórax.

Para o estudo da densidade, foram coletadas amostras de água acondicionadas em frascos plásticos opacos com capacidade de 150 mL e fixadas com solução de lugol. Os frascos com as amostras, por sua vez, foram acondicionados em caixa de isopor com capacidade de 45 litros, para o abrigo da luz.

#### 4.3.2. Procedimentos de Laboratório

Para identificação dos táxons foram examinadas alíquotas de 0,5 mL sob microscópio óptico binocular modelo Leica Galen III com aumento de 100x e 400x. A identificação e classificação dos táxons foram baseadas na literatura especializada como Bourrelly (1968, 1970, 1972), Round (1971), Prescott (1978), Horecká e Komárek (1979), Komárek (1984, 1991), Sournia (1986), Komárek e Anagnostidis (1986, 1989), Anagnostidis e Komárek (1988, 1990), Komárek e Kovacik (1989), Silva-Cunha e Eskinazi-Leça (1990), Hoek et al. (1995), Moreno et al. (1996), Tomas (1997) e Bicudo e Menezes (2006).

Para confirmação sinonímica das diatomáceas foram utilizadas as publicações de Lange et al. (1992), Moreira-Filho et al. (1994/1995) e Tomas (1997). Como fonte complementar de consulta sinonímica atualizada para todos os grupos de algas estudados, foi utilizado o banco de dados online Algaebase proposto por Guiry e Guiry (2010).

A classificação ecológica das diatomáceas foi baseada na obra de Moreira-Filho et al. (1990), Moreira-Filho et al. (1994/1995), Moreira-Filho et al. (1999) e Moro e Fürstenberger (1997). Para os demais grupos foi utilizada a mesma bibliografia usada para identificação taxonômica.

### 4.4. Tratamento Numérico e Estatístico dos Dados

#### 4.4.1. Abundância Relativa

A abundância relativa de cada táxon foi expressa em porcentagem, calculada de acordo com Lobo e Leighton (1986) através da fórmula:

$$A = N \times 100/n$$

Onde, A = abundância relativa; N = n<sup>o</sup> de organismos do táxon considerado e n = n<sup>o</sup> total de organismos na amostra, sendo estabelecidos os seguintes critérios de interpretação:

- **Dominante** – espécie cuja ocorrência numérica supera 50% do número total de indivíduos na amostra
- **Abundante** – espécie cuja ocorrência numérica supera o valor médio do número total de indivíduos das espécies na amostra;
- **Raro** – espécies cuja ocorrência é inferior ao valor médio de indivíduos na amostra.

#### 4.4.2. Frequência de Ocorrência

A frequência de ocorrência dos táxons foi calculada segundo Mateucci e Colma (1982), considerando-se o número de amostras nas quais o táxon ocorreu em relação ao número total das amostras estudadas, transformada em porcentagem, através da fórmula:

$$F = P \times 100/p$$

Onde, F = frequência de ocorrência, P = n<sup>o</sup> de amostras em que se registrou o táxon; p = n<sup>o</sup> total de amostras coletadas, sendo estabelecidos os seguintes critérios de interpretação:

Muito Frequente	>70%
Frequente	70% — 40%
Pouco Frequente	40% — 10%
Esporádico	≤10%

#### 4.4.3. Índice de Diversidade Específica (H') e Equitabilidade

Baseada no que foi proposto por Shannon (1948), utilizando-se a fórmula:

$$H' = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i \quad \therefore p_i = N_i/N$$

Onde,  $N_i$  = número de indivíduos de cada espécie e  $N$  = número total de indivíduos.

Os resultados foram expressos em  $\text{bits.cél}^{-1}$ , considerando-se valores  $\geq 3$   $\text{bits.cél}^{-1}$ , como alta diversidade, valores  $< 3 \geq 2$   $\text{bits.cél}^{-1}$  como média diversidade, valores  $< 2 > 1$   $\text{bits.cél}^{-1}$  como baixa diversidade e valores  $< 1$   $\text{bits.cél}^{-1}$ , muito baixa diversidade.

A equitabilidade (J) foi calculada a partir do índice de Shannon ( $H'$ ) de acordo com Pielou (1977), através da fórmula:

$$J = H' / \log_2 S$$

Onde,  $H'$  = índice de Shannon;

$S$  = nº total de espécies de cada amostra.

Adota-se para os valores maiores de 0,50 como sendo de caráter equitativo. Para esses cálculos foi utilizado o programa estatístico Diversity.

#### 4.4.4. Densidade celular

A determinação da densidade celular ( $\text{cél.L}^{-1}$ ) foi realizada em microscópio invertido (Zeiss Axiovert) aplicando-se o método de Utermöhl (KARLSON et al., 2010), que consiste na sedimentação das amostras em câmaras de 10  $\text{cm}^3$ , onde toda a área da cubeta foi analisada, com aumento de 200 e 400x. Foi utilizado o corante Rosa de Bengala para melhor visualização das características morfológicas das espécies.

#### 4.4.5. Análise de Variância (ANOVA)

A Análise de Variância (ANOVA) foi aplicada visando detectar diferenças entre: A – Local (estações de coleta); B – Período (estiagem e chuvoso), utilizando-se o programa computacional BioStat 2009 5.8.3.0.

Foram utilizados como variáveis dependentes os dados das variáveis ambientais, da riqueza taxonômica (nº total de táxons) e da densidade. Para os considerados dados não normais foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis.

#### 4.4.6. Análise Multivariada

##### 4.4.6.1. Análise de Agrupamento

Na análise de agrupamento foi utilizado o índice de dissimilaridade cujo cálculo baseia-se no coeficiente de Bray-Curtis, tanto para as amostras, como para as espécies. Foi elaborada uma matriz de dados considerando as espécies com frequência superior a 30%, utilizando-se para esta análise o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System). Os dados da matriz original foram transformados utilizando-se  $\log_1$ .

A análise cofenética foi efetuada para medir a validade do agrupamento, cujos valores superiores a 0,80 foram considerados bem ajustados (ROHLF; FISHER, 1968).

Foi utilizada a classificação de acordo com a aglomeração hierárquica pelo método de ligação do peso proporcional (WPGMA – Weighted Pair Group Method Average Arithmetics).

##### 4.4.6.2. Análise de Componentes Principais (ACP)

A análise de componentes principais foi realizada a partir dos parâmetros hidrológicos, da biomassa fitoplanctônica e dos táxons dominantes e com 100% frequência de ocorrência, tendo como base a matriz de correlação momento-produto de Pearson permitindo evidenciar e hierarquizar os fatores responsáveis pela variância dos dados. Foram extraídos o autovetor e o autovalor dos três principais componentes.

Para os cálculos foi utilizado o software NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Metagraphics Software Corporation, California, USA.

#### **4.5. Normatização do Texto**

Para o texto, citações e referências bibliográficas foram adotadas as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), referentes aos anos de 2002 (a e b) e 2005.

As tabelas foram elaboradas de acordo com as recomendações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1993).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Parâmetros Hidrológicos

#### 5.1.1. Transparência da Água (m)

Os valores para a transparência da água, referentes à profundidade do desaparecimento do disco de Secchi, foram superiores no período de estiagem em relação ao período chuvoso. A variação se deu de um mínimo de 0,30 m a 2,50 m com média geral 1,18 m.

No período de estiagem os resultados variaram de 0,30 m nas estações P3 e P4 em março/2008 a 2,50 m na estação P1 em janeiro/2009 com média 1,20 m. Durante o período chuvoso o mínimo observado foi de 1,00 m nas estações P2, P3 e P4 em julho/2008 e julho/2009 e o máximo de 1,40 m nas estações P1 e P2 em abril/2009 com média 1,15 m (Fig. 2).

Não foi observada diferença significativa para a transparência da água tanto em relação às estações de coleta ( $p = 0,6644$ ) quanto para a sazonalidade ( $p = 0,1569$ ).

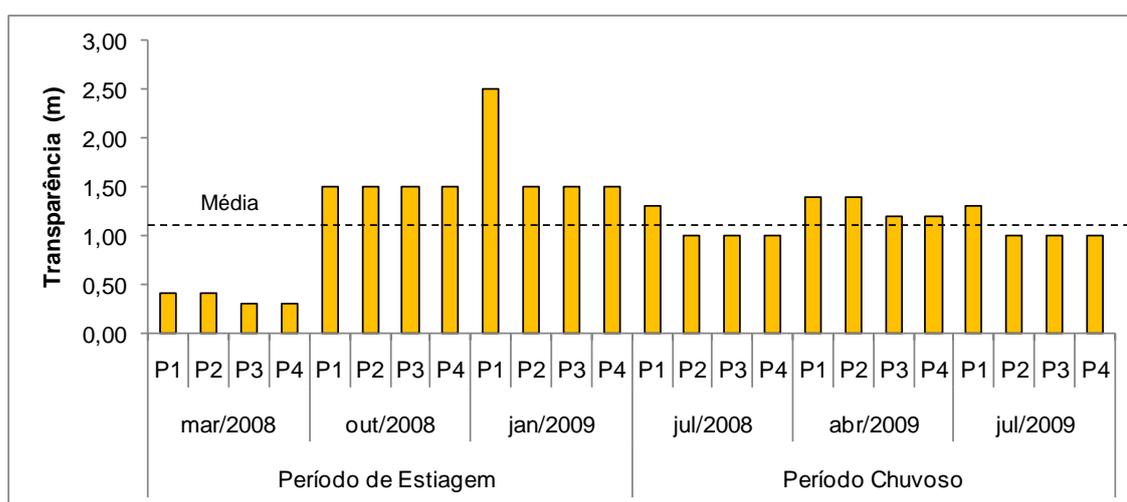


Figura 2 – Variação sazonal e espacial da transparência da água no estuário do rio São Francisco.

### 5.1.2. Temperatura da Água (°C)

A média da temperatura superficial registrada no período de estudo foi de 27,64 °C com amplitude térmica de 3,60 °C. De forma geral as maiores temperaturas foram registradas para o período de estiagem, exceto em outubro de 2008. O valor mínimo observado foi de 25,78 °C na estação P1 em julho/2008 e o máximo de 29,38 °C na estação P4 em abril/2009, ambos no período chuvoso.

No período de estiagem a temperatura variou de 26,04 °C na estação P3 em outubro/2008 a 29,23 °C nas estações P1 e P2 em janeiro de 2009 com média 27,90 °C. Para o período chuvoso o valor médio encontrado foi de 27,39 °C com o mínimo de 25,78 °C na estação P1 em julho/2008 e máximo de 29,38 °C na estação P4 em abril/2009 (Fig. 3).

Os valores da temperatura não apresentaram diferença significativa para as estações de coleta ( $p = 0,9989$ ) nem para os períodos sazonais estudados ( $p = 0,6200$ ).

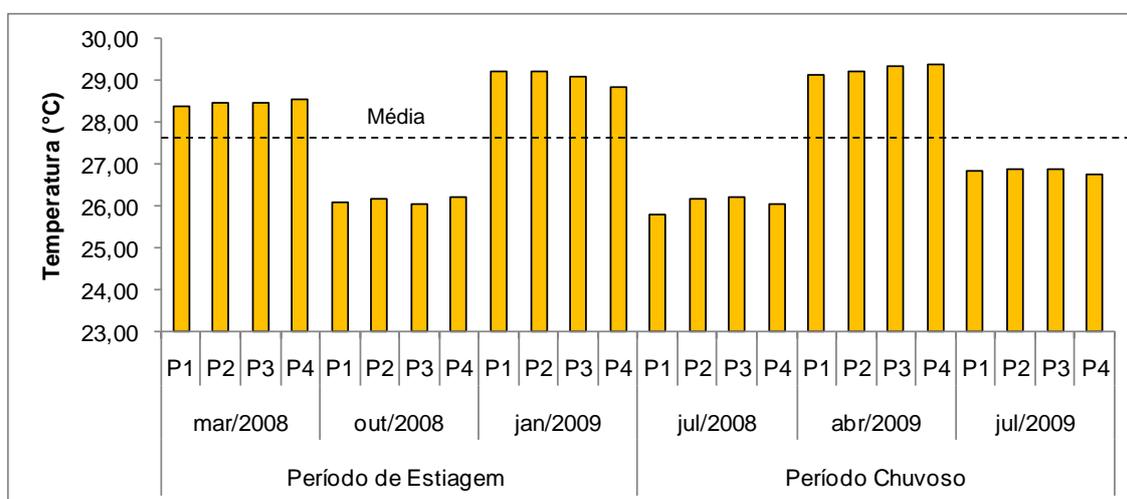


Figura 3 – Variação sazonal e espacial da temperatura da água no estuário do rio São Francisco.

### 5.1.3. Salinidade

A salinidade na superfície mostrou variação de ambiente limnético a mesoalino prevalecendo à primeira condição. Os valores oscilaram de 0,03 nas estações P1, P2 e P3 em outubro/2008 a 10,63 na estação P4 em janeiro/2009, ambos no período de estiagem, com média geral de 0,88. A média observada para o período de estiagem foi de 1,37.

Durante o período chuvoso o valor mínimo registrado na superfície foi de 0,04 nas estações P1, P2 e P4 em abril/2009 e máximo de 4,00 na estação P4 em julho/2008, com média de 0,40 (Fig. 4A).

A salinidade na profundidade do desaparecimento do disco de Secchi variou de 0,03 nas estações P1 e P2 em outubro/2008 e P1 em janeiro/2009 a 28,47 na estação P4 em janeiro/2009 com média geral de 3,45, ambos no período de estiagem, e com média para o período de 4,45. Para o período chuvoso observou-se uma variação do valor mínimo de 0,04 nas estações P1 e P2 em abril/2009 com média de 2,45 (Fig. 4B). O período de estiagem apresentou os maiores valores em relação ao período chuvoso. Não foi observada variação sazonal da salinidade tanto na superfície quanto na profundidade do desaparecimento do disco de Secchi.

Não houve diferença significativa para a salinidade na superfície em relação às estações de coleta ( $p = 0,1710$ ) tampouco para o fator sazonalidade ( $p = 0,7057$ ). Para a salinidade na profundidade do desaparecimento do disco de Secchi houve diferença significativa entre as estações de coleta ( $p = 0,0497$ ) mas não para a os períodos sazonais ( $p = 0,5407$ ).

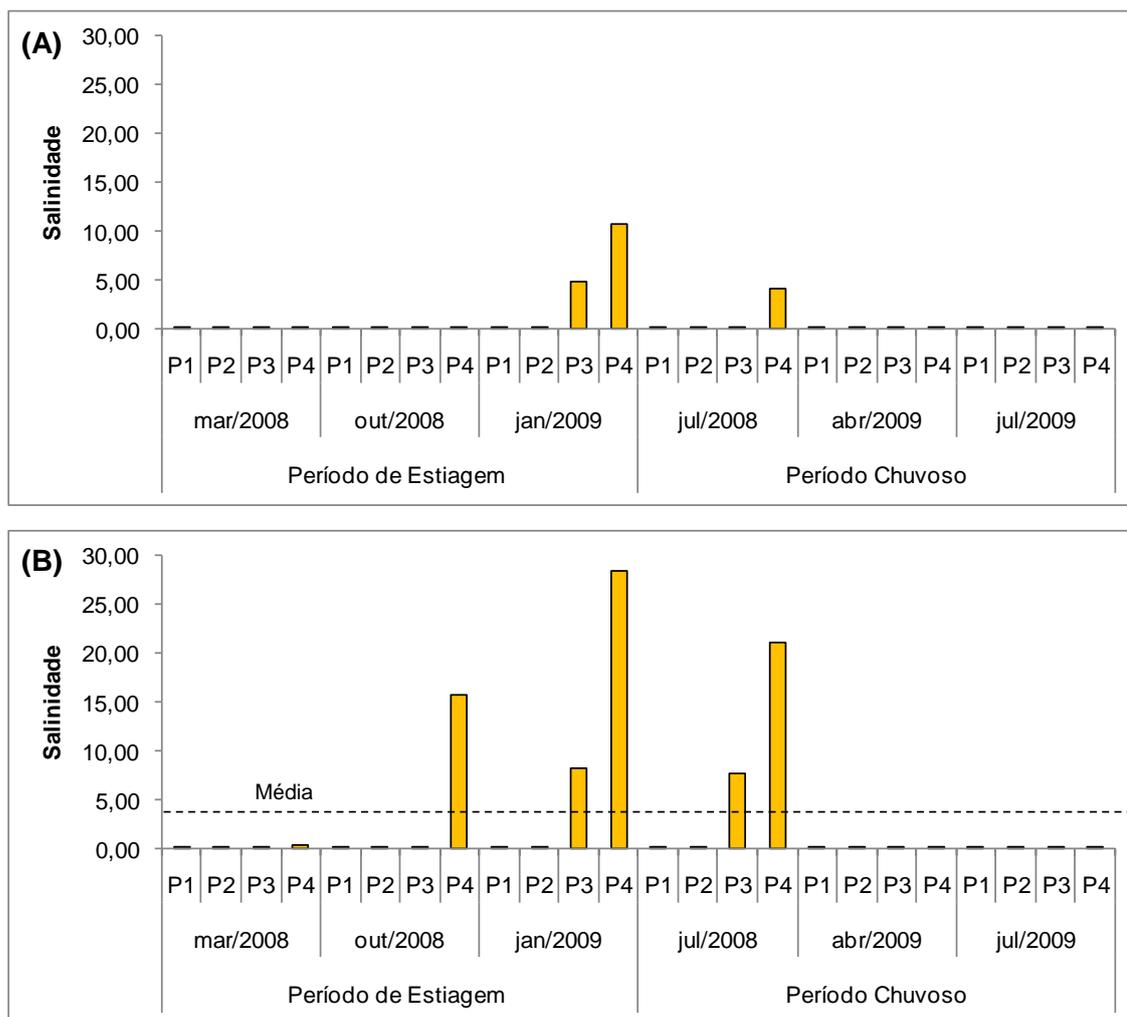


Figura 4 – Distribuição da salinidade no estuário do rio São Francisco. (A) salinidade na superfície; (B) salinidade da profundidade do desaparecimento do disco de Secchi.

#### 5.1.4. Oxigênio Dissolvido ( $\text{mL.L}^{-1}$ )

Os teores de oxigênio dissolvido foram superiores no período de chuvoso em relação ao período estiagem. Foi registrada uma média geral para os dois períodos estudados de  $5,41 \text{ mL.L}^{-1}$  sendo o valor mínimo observado de  $4,24 \text{ mL.L}^{-1}$  na estação P1 em março/2008 e máximo  $7,43 \text{ mL.L}^{-1}$  na estação P2 em janeiro/2009, ambos no período de estiagem, com média para este período de  $4,90 \text{ mL.L}^{-1}$ .

O período chuvoso foi marcado por pouca variação das concentrações que oscilaram de  $4,84 \text{ mL.L}^{-1}$  na estação P3 em abril de 2009 a  $5,41 \text{ mL.L}^{-1}$  na estação P2 em julho/2008 com média de  $5,17 \text{ mL.L}^{-1}$  (Fig. 5).

Os valores do oxigênio dissolvido não apresentaram diferença significativa tanto para as estações de coleta quanto para a sazonalidade com os valores de  $p$  sendo iguais a 0,9882 e 0,1936, respectivamente.

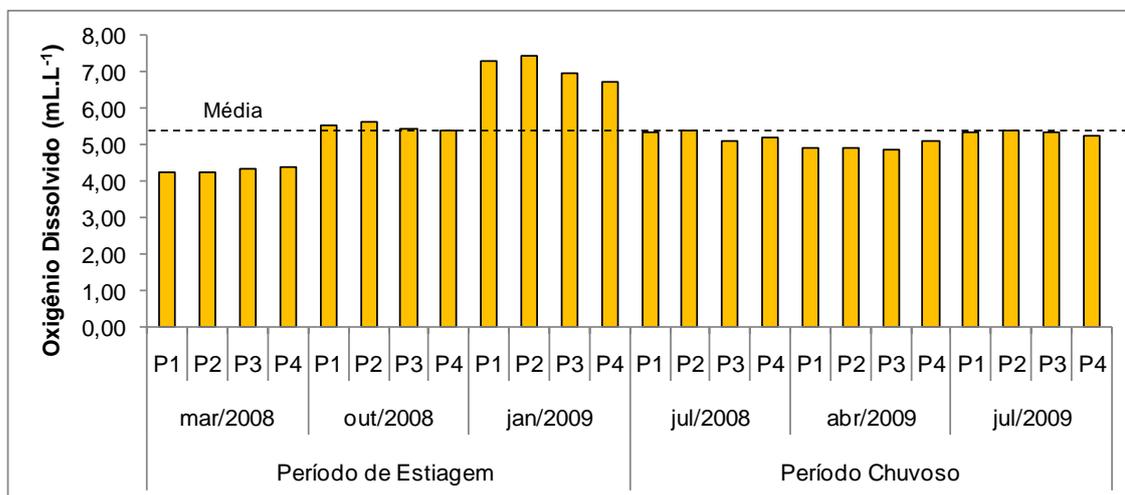


Figura 5 – Distribuição do oxigênio dissolvido no estuário do rio São Francisco.

#### 5.1.5. Taxa de Saturação do Oxigênio (%)

Os valores para a taxa de saturação do oxigênio foram superiores no período de estiagem em relação ao período chuvoso, variando de 78,03% na estação P1 em março/2008, mês de coleta em que foram observados os menores valores, a 138,63% na estação P2 em janeiro/2009 durante o período de estiagem, com média geral de 98,70% e média para o período de estiagem de 103,83% (Fig. 6).

Durante o período chuvoso os valores variaram de 90,40% na estação P3 em julho/2008 a 96,53% na P2 em julho/2009, com média de 93,57% (Fig. 6). Não foi observada diferença significativa tanto para as estações de coleta ( $p = 0,9970$ ) quanto para o fator sazonalidade ( $p = 0,2482$ ).

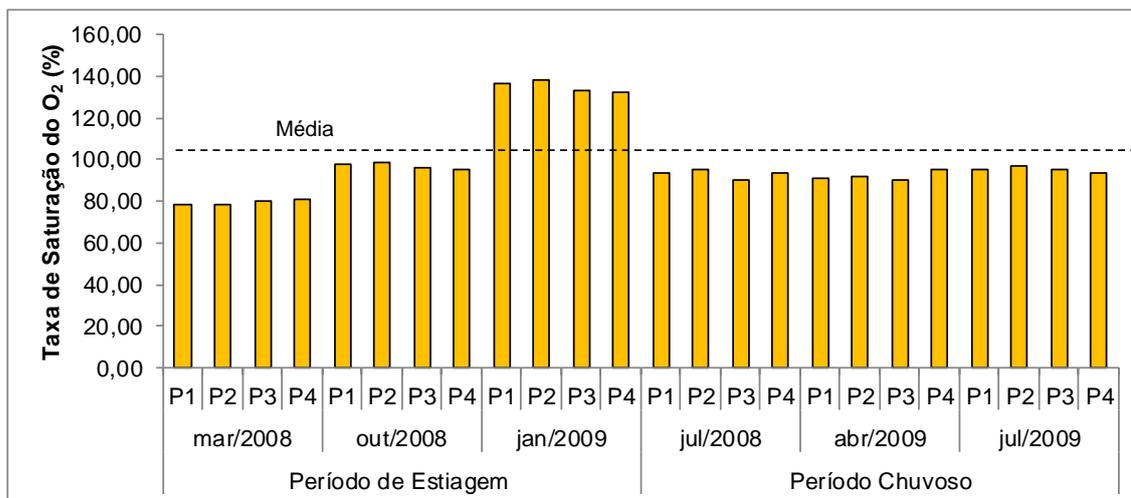


Figura 6 – Distribuição dos valores da taxa de saturação do oxigênio no estuário do rio São Francisco.

#### 5.1.6. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Considerando todo o período de estudo, o pH foi considerado alcalino. Os valores foram superiores para o período de estiagem em relação ao período chuvoso, variando de 7,30 a 8,30 com média geral 7,68.

No período de estiagem o valor mínimo observado foi de 7,30 nas estações P2, P3 e P4 em março/2008 e na estação P1 em outubro de 2008 e o máximo de 8,30 na estação P4 em janeiro/2009 com média 7,69. Para o período chuvoso, o pH oscilou entre 7,30 em todas as quatro estações de coleta em abril/2009 e 8,00 na estação P4 em julho/2009, com média para o período de 7,67 (Fig. 7).

Não foi observada diferença significativa para os valores do pH tanto para as estações de coleta ( $p = 0,7915$ ) quanto para a sazonalidade ( $p = 0,8315$ ).

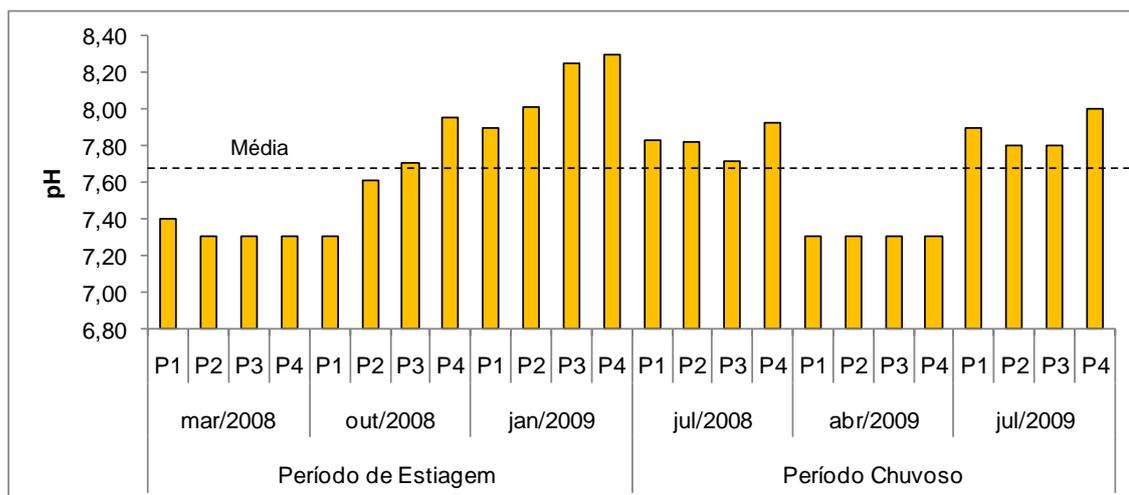


Figura 7 – Distribuição dos valores de pH no estuário do rio São Francisco.

### 5.1.7. Nutrientes Dissolvidos na Água

#### 5.1.7.1. Nitrito ( $\text{NO}_2^- \text{ N}$ )

As concentrações do nitrito variaram de  $0,05 \mu\text{mol.L}^{-1}$  na estação P3 em janeiro/2009 a  $2,02 \mu\text{mol.L}^{-1}$  nas estações P1 e P2 em março/2008, ambos no período de estiagem, com média geral para os dois períodos estudados de  $0,53 \mu\text{mol.L}^{-1}$  e média para o período de estiagem de  $0,70 \mu\text{mol.L}^{-1}$ .

Durante o período chuvoso os valores de nitrito variaram de  $0,29 \mu\text{mol.L}^{-1}$  nas estações P3 e P4 em julho/2009 a  $0,70 \mu\text{mol.L}^{-1}$  na estação P2 também em julho/2009, com média de  $0,37 \mu\text{mol.L}^{-1}$  (Fig. 8).

Não houve diferença significativa entre as estações de coleta ( $p = 0,9849$ ) tampouco para os períodos sazonais estudados ( $p = 0,1648$ ).

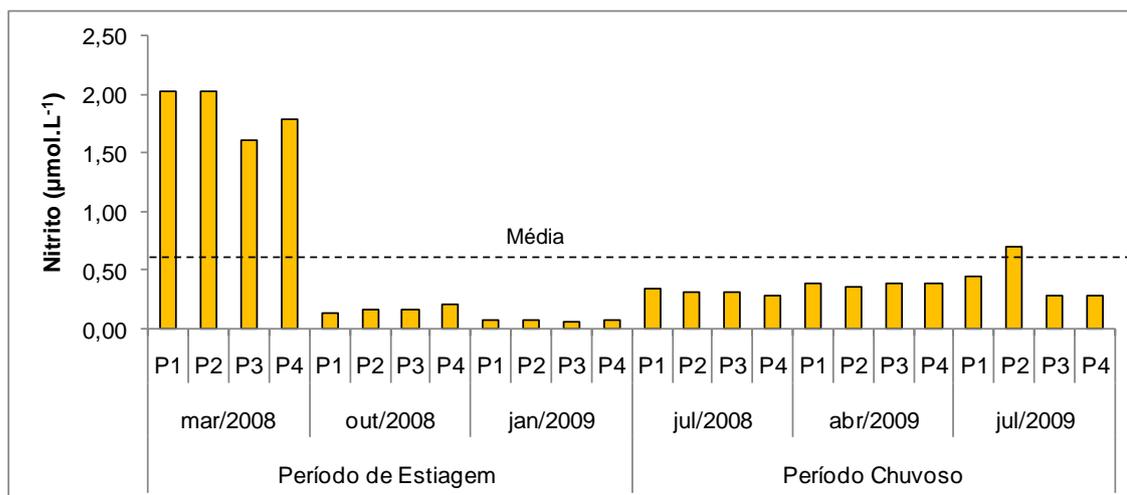


Figura 8 – Distribuição do nitrito no estuário do rio São Francisco.

#### 5.1.7.2. Nitrato ( $\text{NO}_3^- \text{N}$ )

As concentrações de nitrato foram sensivelmente superiores no período de estiagem em relação ao período chuvoso com destaque para valores considerados altos nas estações P2 ( $28,01 \mu\text{mol.L}^{-1}$ ), P3 ( $26,55 \mu\text{mol.L}^{-1}$ ) e P4 ( $28,16 \mu\text{mol.L}^{-1}$ ) em março/2008.

Os valores variaram de  $0,36 \mu\text{mol.L}^{-1}$  na estação P4 em janeiro de 2009 a  $28,16 \mu\text{mol.L}^{-1}$  na estação P4 em março/2008, ambos no período de estiagem, com média geral de  $9,05 \mu\text{mol.L}^{-1}$  e média para o período de estiagem de  $11,21 \mu\text{mol.L}^{-1}$ . No período chuvoso houve variação de  $1,14 \mu\text{mol.L}^{-1}$  na estação P3 em julho/2008 a  $11,74 \mu\text{mol.L}^{-1}$  na estação P4 em julho/2009 com média de  $6,89 \mu\text{mol.L}^{-1}$  (Fig. 9).

Não foi observada diferença significativa para os teores de nitrato nas estações de coleta ( $p = 0,8423$ ) e da mesma forma para a sazonalidade ( $p = 0,4529$ ).

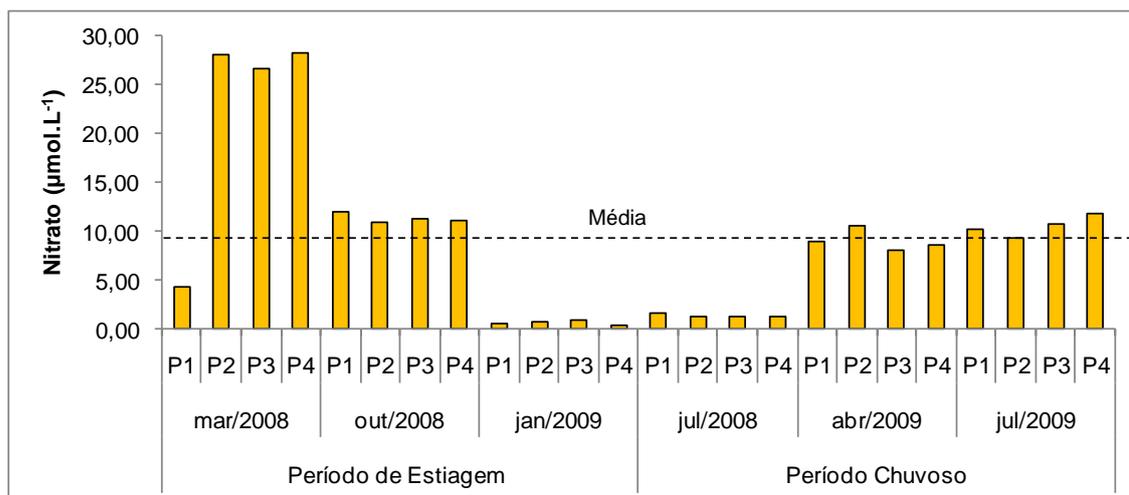


Figura 9 – Distribuição do nitrato no estuário do rio São Francisco.

### 5.1.7.3. Fosfato Dissolvido ( $PO_4^{3-} P$ )

Os teores de fosfato dissolvido variaram de  $0,03 \mu\text{mol.L}^{-1}$  nas estações P1 e P4 em janeiro/2009 a  $1,46 \mu\text{mol.L}^{-1}$  nas estações P1 e P3 em março/2008, ambos no período de estiagem, com média geral para os dois períodos estudados de  $0,57 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , e média para o período de estiagem de  $0,61 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , sendo os maiores valores registrados para o período de estiagem.

Durante o período chuvoso os valores oscilaram entre o mínimo de  $0,19 \mu\text{mol.L}^{-1}$  na estação P4 em julho/2008 e o máximo de  $1,19 \mu\text{mol.L}^{-1}$  na estação P3 em julho de 2009 com média de  $0,53 \mu\text{mol.L}^{-1}$  (Fig. 10).

Não houve diferença significativa para as concentrações do fosfato dissolvido tanto para as estações de coleta ( $p = 0,9418$ ) quanto para o fator sazonalidade ( $p = 0,6835$ ).

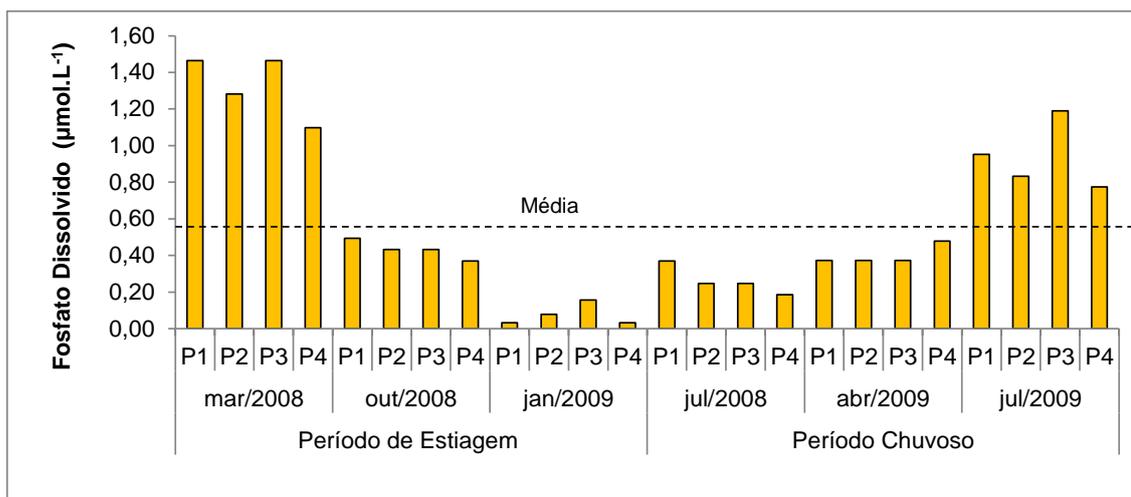


Figura 10 – Distribuição do fosfato dissolvido no estuário do rio São Francisco.

#### 5.1.7.4. Clorofila-a ( $mg.m^{-3}$ )

Em relação à biomassa fitoplanctônica, medida em clorofila-a, as concentrações mais elevadas foram registradas durante o período chuvoso quando variaram de valores indetectáveis ao método utilizado, nas estações P1, P2 e P3 a  $28,04 mg.m^{-3}$  na estação P4, em julho/2008, com média geral para os dois períodos de  $2,43 mg.m^{-3}$  e média para o período chuvoso de  $3,82 mg.m^{-3}$ .

Durante o período de estiagem, os valores variaram de  $0,41 mg.m^{-3}$  na estação P4 a  $2,29 mg.m^{-3}$  na estação P3, em outubro/2008 com média de  $1,05 mg.m^{-3}$  (Fig. 11).

Avaliando os teores de clorofila-a, não foi observada diferença significativa tanto para as estações de coleta ( $p = 0,8704$ ) quanto para os períodos sazonais ( $p = 0,1186$ ).

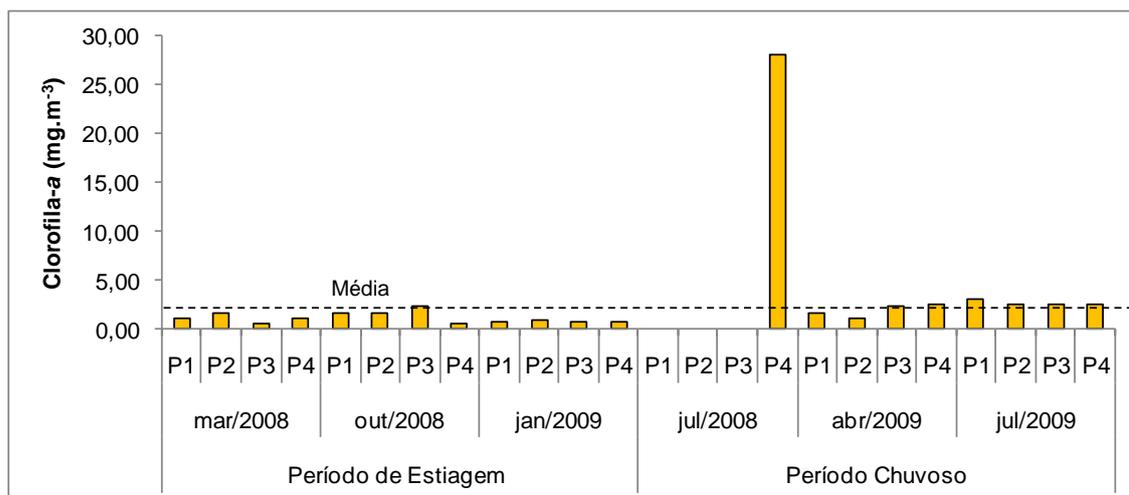


Figura 11 – Distribuição da biomassa fitoplanctônica (clorofila-a) no estuário do rio São Francisco.

## 5.2. Fitoplâncton

### 5.2.1. Composição Taxonômica

A análise das amostras coletadas no estuário do rio São Francisco permitiu identificar um total de 176 táxons distribuídos nas divisões Cyanobacteria (15), Euglenophyta (6), Dinoflagellata (2), Heterokontophyta (1), Bacillariophyta (85) e Chlorophyta (67). As divisões Bacillariophyta e Chlorophyta foram consideradas as mais representativas predominando em todas as estações de coleta com 48,30% e 38,07% de ocorrência, respectivamente (Fig. 12).

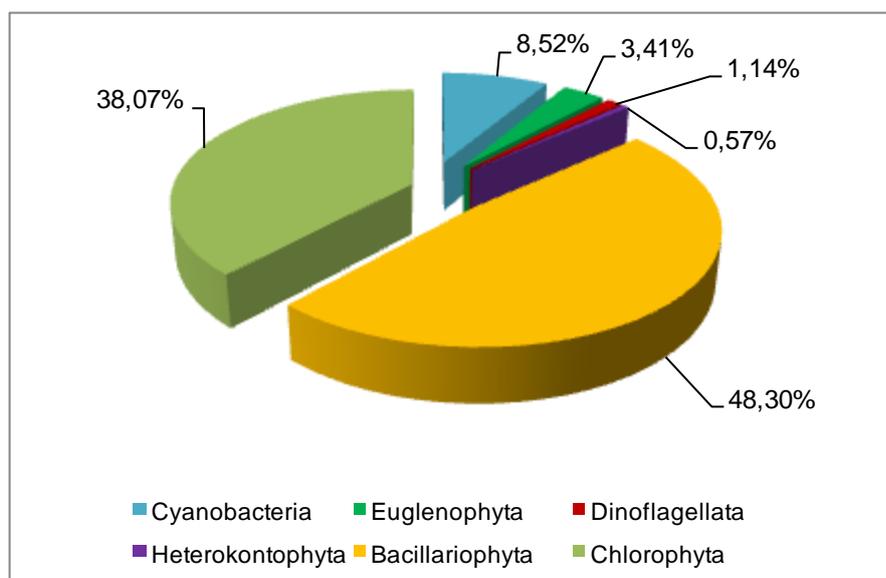


Figura 12 – Distribuição percentual dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco.

Os táxons incluídos na divisão Cyanobacteria foram classificados em uma classe (Cyanophyceae), três ordens, seis famílias, 10 gêneros e 15 espécies. A família Oscillatoriaceae se destacou com a ocorrência de quatro táxons. A divisão Euglenophyta foi representada por uma classe, uma ordem e uma família com seis táxons identificados (Tab. 1).

Os representantes da divisão Dinoflagellata foram distribuídos em uma classe, duas ordens e duas famílias, ambas contando com a ocorrência de apenas um táxon em cada. A divisão Heterokontophyta foi representada por apenas um táxon posicionado em uma classe, uma ordem e uma família (Tab. 1).

O grupo mais representativo em número de táxons, a divisão Bacillariophyta, contou com três classes (Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae), seis sub-classes, 17 ordens, 32 famílias, 51 gêneros e 86 espécies. O maior número de táxons foi registrado para a família Surirellaceae (8) seguido por Aulacoseiraceae e Bacillariaceae, ambas com sete táxons, e Eunotiaceae com cinco táxons (Tab. 1).

A divisão Chlorophyta foi representada por uma classe (Chlorophyceae), quatro ordens, 11 famílias, 30 gêneros e 66 espécies. Destacaram-se as famílias Desmidiaceae com 35 táxons, 10 destes pertencentes ao gênero *Staurastrum* e Scenedesmaceae com sete táxons (Tab. 1).

Tabela 1 – Sinopse e ecologia dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo. E = Período de estiagem; C = Período chuvoso; P = Planctônica; TP = Ticoplanctônica; X = Presença do táxon; - = Ausência do táxon.

(Continua...)

	Dulciaquícola		Marinha		Estuarina
--	---------------	--	---------	--	-----------

Táxons	Período	
	E	C
<b>Divisão:</b> Cyanobacteria		
<b>Classe:</b> Cyanophyceae		
<b>Ordem:</b> Chroococcales		
<b>Família:</b> Merismopediaceae		
<i>Merismopedia convoluta</i> Brébisson	-	P
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	P	-
<b>Família:</b> Microcystaceae		
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	P	P
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek	P	P
<b>Família:</b> Chroococcaceae		
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann	P	P
<b>Ordem:</b> Nostocales		
<b>Família:</b> Nostocaceae		
<i>Anabaena circinalis</i> Rabenhorst ex Bornet & Flahault	P	P
<i>Aphanizomenon</i> sp.	X	X
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Wolosz.) Seen. & Raju	P	P
<b>Ordem:</b> Oscillatoriales		
<b>Família:</b> Phormidiaceae		
<i>Phormidium limosum</i> (Dillwyn) P.C. Silva = <i>Oscillatoria tenuis</i> Agardh ex Gomont	TP	-
<i>Phormidium</i> sp.	X	X
<i>Planktothrix</i> sp.	X	X
<b>Família:</b> Oscillatoriaceae		
<i>Oscillatoria sancta</i> Kützing ex Gomont	TP	TP
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	X
<i>Lyngbya birgei</i> G.M. Smith	TP	TP
<i>Lyngbya</i> sp.	X	-
<b>Divisão:</b> Euglenophyta		
<b>Classe:</b> Euglenophyceae		
<b>Ordem:</b> Euglenales		
<b>Família:</b> Euglenaceae		
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	-	P
<i>Lepocinclis spirogyroides</i> (Ehrenberg) Marin & Melkonian = <i>Euglena spirogyra</i> Ehrenberg	-	P
<i>Euglena</i> sp.	-	X

Tabela 1 – Sinopse e ecologia dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo. E = Período de estiagem; C = Período chuvoso; P = Planctônica; TP = Ticoplanctônica; X = Presença do táxon; - = Ausência do táxon.

(Continuação...)

Táxons	Período	
	E	C
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	P	-
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	-	P
<i>Trachelomonas</i> sp.	-	X
<b>Divisão:</b> Dinoflagellata		
<b>Classe:</b> Dinophyceae		
<b>Ordem:</b> Dinophysiales		
<b>Família:</b> Dinophysiaceae		
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent	-	P
<b>Ordem:</b> Peridinales		
<b>Família:</b> Peridiniaceae		
<i>Peridinium</i> sp.	-	X
<b>Divisão:</b> Heterokontophyta		
<b>Classe:</b> Dictyochophyceae		
<b>Ordem:</b> Dictyochales		
<b>Família:</b> Dictyochaceae		
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	P	P
<b>Divisão:</b> Bacillariophyta		
<b>Classe:</b> Coscinodiscophyceae		
<b>Subclasse:</b> Thalassiosirophyceae		
<b>Ordem:</b> Thalassiosirales		
<b>Família:</b> Thalassiosiraceae		
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve = <i>Coscinodiscus eccentricus</i> Ehrenberg	-	TP
<b>Família:</b> Stephanodiscaceae		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing = <i>Cyclotella melosiroides</i> Meneghini	TP	TP
<i>Cyclotella stylorum</i> Brightwell	-	TP
<b>Subclasse:</b> Coscinodiscophycidae		
<b>Ordem:</b> Paraliales		
<b>Família:</b> Paraliaceae		
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve = <i>Melosira sulcata</i> (Ehrenberg) Kützing	TP	-

Tabela 1 – Sinopse e ecologia dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo. E = Período de estiagem; C = Período chuvoso; P = Planctônica; TP = Ticoplanctônica; X = Presença do táxon; - = Ausência do táxon.

(Continuação...)

Táxons	Período	
	E	C
<b>Ordem:</b> Aulacoseirales		
<b>Família:</b> Aulacoseiraceae		
<i>Aulacoseira agassizii</i> (Ostenfeld) Simonsen	P	P
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	P	P
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i> (Skuja) Ludwig	P	P
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen = <i>Gallionella granulata</i> Ehrenberg	P	P
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.F. Müller) Simonsen	P	P
<i>Aulacoseira islandica</i> (O.F. Müller) Simonsen	P	P
<i>Aulacoseira</i> sp.	X	X
<b>Ordem:</b> Coscinodiscales		
<b>Família:</b> Coscinodiscaceae		
<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg = <i>Coscinodiscus asteromphalus</i> var. <i>centralis</i> Grunow	P	P
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	-	P
<b>Família:</b> Aulacodiscaceae		
<i>Aulacodiscus margaritaceus</i> Ralfs = <i>Aulacodiscus crux</i> Ehrenberg	P	P
<b>Família:</b> Hemidiscaceae		
<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>normanii</i> (Gregory) Hustedt	P	P
<b>Família:</b> Heliopeltaceae		
<i>Actinoptychus splendens</i> (Shadbolt) Ralfs ex Pritchard = <i>Actinosphaenia splendens</i> Shadbolt	TP	TP
<b>Subclasse:</b> Biddulphiophycidae		
<b>Ordem:</b> Triceratiales		
<b>Família:</b> Triceratiaceae		
<i>Cerataulus turgidus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg = <i>Denticella turgida</i> Ehrenberg	TP	-
<i>Odontella longicruris</i> (Greville) Hoban = <i>Biddulphia longicruris</i> Greville	-	P
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère = <i>Biddulphia laevis</i> Ehrenberg	TP	TP
<b>Ordem:</b> Biddulphiales		
<b>Família:</b> Biddulphiaceae		
<i>Biddulphia biddulphiana</i> (J.E. Smith) Boyer = <i>Biddulphia pulchella</i> Gray	TP	-

Tabela 1 – Sinopse e ecologia dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo. E = Período de estiagem; C = Período chuvoso; P = Planctônica; TP = Ticoplanctônica; X = Presença do táxon; - = Ausência do táxon.

(Continuação...)

Táxons	Período	
	E	C
<i>Biddulphia tridens</i> (Ehrenberg) Ehrenberg = <i>Biddulphia tuomeyii</i> (J. W. Bailey) Roper	P	-
<i>Hydrosera whampoensis</i> (Schwarz) Deby	TP	TP
<i>Terpsinoë musica</i> Ehrenberg	TP	TP
<b>Subclasse:</b> Chaetocerotophycidae <b>Ordem:</b> Chaetocerotales <b>Família:</b> Chaetocerotaceae		
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve = <i>Chaetoceros secundus</i> Schütt	-	P
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow = <i>Chaetoceros cellulosum</i> Lauder	-	P
<i>Chaetoceros</i> sp.	-	X
<b>Classe:</b> Fragilariophyceae <b>Subclasse:</b> Fragilariophycidae <b>Ordem:</b> Fragilariales <b>Família:</b> Fragilariaceae		
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round = <i>Asterionella japonica</i> Cleve	-	P
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) D.M. Williams & Round = <i>Synedra pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) Kützing	TP	TP
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton = <i>Nitzschia pecten</i> Brun	TP	TP
<i>Fragilaria goulardii</i> (Brébisson ex Grunow) Lange-Bertalot = <i>Synedra goulardii</i> Brébisson ex Grunow	P	P
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg = <i>Bacillaria ulna</i> Nitzsch	P	P
<b>Ordem:</b> Thalassionematales <b>Família:</b> Thalassionemataceae		
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky = <i>Thalassiothrix nitzschioides</i> Grunow	P	P
<i>Thalassionema</i> sp.	-	X
<b>Classe:</b> Bacillariophyceae <b>Subclasse:</b> Eunotiophycidae <b>Ordem:</b> Eunotiales		

Tabela 1 – Sinopse e ecologia dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo. E = Período de estiagem; C = Período chuvoso; P = Planctônica; TP = Ticoplanctônica; X = Presença do táxon; - = Ausência do táxon.

(Continuação...)

Táxons	Período	
	E	C
<b>Família:</b> Eunotiaceae		
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills = <i>Synedra bilunaris</i> Ehrenberg	-	TP
<i>Eunotia didyma</i> var. <i>media</i> Hustedt	TP	TP
<i>Eunotia didyma</i> var. <i>tuberosa</i> Hustedt	TP	TP
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i> (Kützing) Rabenhorst	TP	TP
<i>Eunotia</i> sp.	X	X
<b>Subclasse:</b> Bacillariophycidae		
<b>Ordem:</b> Cymbellales		
<b>Família:</b> Cymbellaceae		
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	TP	TP
<i>Cymbella ehrenbergii</i> Kützing	TP	TP
<i>Cymbopleura subapiculata</i> Krammer	-	TP
<b>Família:</b> Gomphonemataceae		
<i>Gomphonema affine</i> Kützing	P	-
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	P	P
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	-	TP
<i>Gomphonema laticollum</i> Reichardt	TP	TP
<b>Ordem:</b> Achnanthes		
<b>Família:</b> Achnanthaceae		
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	TP	-
<i>Achnantes inflata</i> (Kützing) Grunow	TP	-
<b>Família:</b> Cocconeidaceae		
<i>Campyloneis grevillei</i> (Smith) Grunow	TP	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>acuta</i> Meister	-	TP
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	TP	-
<i>Cocconeis</i> sp.	-	X
<b>Família:</b> Achnanthidiaceae		
<i>Planothidium heteromorphum</i> (Grunow) Lange-Bertalot = <i>Achnantheiopsis heteromorpha</i> (Grunow) Lange-Bertalot	TP	-
<b>Ordem:</b> Naviculales		
<b>Família:</b> Berkeleyaceae		
<i>Parlibellus cruciculus</i> (W. Smith) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin = <i>Navicula crucicula</i> (W. Smith) Donkin	P	-





Tabela 1 – Sinopse e ecologia dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo. E = Período de estiagem; C = Período chuvoso; P = Planctônica; TP = Ticoplanctônica; X = Presença do táxon; - = Ausência do táxon.

(Continuação...)

Táxons	Período	
	E	C
<b>Família: Volvocaceae</b>		
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	P	P
<i>Pandorina morum</i> (O.F. Müller) Bory	P	P
<i>Volvox</i> sp.	X	X
<b>Ordem: Chlorococcales</b>		
<b>Família: Palmellaceae</b>		
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	P	P
<b>Família: Oocystaceae</b>		
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	P	-
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	P	-
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard = <i>Monoraphidium setiforme</i> (Nygaard) Komárková-Legnerová	-	P
<i>Nephrocytium aghardianum</i> Nägeli	P	-
<i>Nephrocytium</i> sp.	X	-
<i>Oocystis</i> sp.	X	X
<b>Família: Radiococcaceae</b>		
<i>Eutetramorus fotii</i> (Hindák) Komárek	P	P
<b>Família: Micractiniaceae</b>		
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	-	P
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	-	P
<i>Micractinium quadrisetum</i> (Lemmermann) G.M. Smith	P	P
<b>Família: Dictyosphaeriaceae</b>		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C. Wood	P	P
<b>Família: Scenedesmaceae</b>		
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	P	P
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schmidle = <i>Coelastrum cambricum</i> W. Archer	P	P
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	P	P
<i>Coelastrum reticulatum</i> (P.A. Dangeard) Senn	P	P
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing = <i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing	P	P
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	P	P
<i>Scenedesmus</i> sp.	X	X
<b>Família: Hidrodictyaceae</b>		
<i>Pediastrum biwae</i> Negoro	P	P

Tabela 1 – Sinopse e ecologia dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo. E = Período de estiagem; C = Período chuvoso; P = Planctônica; TP = Ticoplanctônica; X = Presença do táxon; - = Ausência do táxon.

(Continuação...)

Táxons	Período	
	E	C
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	P	P
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	P	P
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	P	P
<b>Ordem:</b> Oedogoniales		
<b>Família:</b> Oedogoniaceae		
<i>Oedogonium</i> sp.	X	X
<b>Ordem:</b> Zygnematales		
<b>Família:</b> Zygnemataceae		
<i>Mougeotia</i> sp.1	X	X
<i>Mougeotia</i> sp.2	X	-
<i>Spirogyra</i> sp.1	X	X
<i>Spirogyra</i> sp.2	-	X
<b>Família:</b> Desmidiaceae		
<i>Closterium ehrenbergii</i> Meneghini ex Ralfs	P	P
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs	P	P
<i>Closterium kuetzingii</i> Brébisson	-	P
<i>Closterium closteroides</i> (Ralfs) A. Louis & Peeters = <i>Closterium libellula</i> Focke ex Nordstedt	-	P
<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehrenberg ex Ralfs	-	P
<i>Closterium setaceum</i> Ehrenberg ex Ralfs	P	P
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Lundell) Roy & Bisset	P	P
<i>Cosmarium moniliforme</i> (Turpin) Ralfs	-	P
<i>Cosmarium quadrum</i> Lundell	P	P
<i>Cosmarium</i> sp.	-	X
<i>Desmidium aptogonum</i> Brébisson	-	P
<i>Desmidium baileyi</i> (Ralfs) Nordstedt	P	P
<i>Euastrum spinulosum</i> Delponte	-	P
<i>Euastrum</i> sp.1	X	-
<i>Euastrum</i> sp.2	-	X
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (Archer) Rabenhorst	P	-
<i>Gonatozygon pilosum</i> Wolle	P	P
<i>Hyalotheca dissiliens</i> (Smith) Brébisson ex Ralfs	P	-
<i>Hyalotheca</i> sp.	-	X
<i>Micrasterias mahabuleschwarensis</i> Hobson	-	P
<i>Micrasterias truncata</i> (Corda) Brébisson ex Ralfs	P	-

Tabela 1 – Sinopse e ecologia dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo. E = Período de estiagem; C = Período chuvoso; P = Planctônica; TP = Ticoplanctônica; X = Presença do táxon; - = Ausência do táxon.

(Conclusão.)

	Dulciaquícola		Marinha		Estuarina
--	---------------	--	---------	--	-----------

Táxons	Período	
	E	C
<i>Micrasterias</i> sp.	-	X
<i>Sphaeroszoma laeve</i> (Nordstedt) Thomasson	P	-
<i>Staurastrum dorsidentiferum</i> West & West	P	P
<i>Staurastrum furcatum</i> (Ehrenberg) Brébisson	P	-
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs ex Ralfs	P	P
<i>Staurastrum leptocanthum</i> Nordstedt	P	P
<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordstedt	P	P
<i>Staurastrum muticum</i> (Brébisson) Ralfs	P	-
<i>Staurastrum nudibranchiatum</i> Borge	-	P
<i>Staurastrum rotula</i> Nordstedt	P	P
<i>Staurastrum setigerum</i> Cleve	P	-
<i>Staurastrum</i> sp.	X	X
<i>Staurodesmus convergens</i> (Ehrenberg ex Ralfs) Teiling	P	P
<i>Staurodesmus validus</i> (West & West) Thomasson	P	P

### 5.2.2. Riqueza e Distribuição Taxonômica

A riqueza taxonômica variou de acordo com o período do ano tendo sido observado maior número de táxons no período chuvoso (141) em relação ao período de estiagem (129). Em ambos os períodos estudados as divisões Bacillariophyta e Chlorophyta se destacaram sobre as demais. Para o período chuvoso as diatomáceas foram representadas por 68 táxons e as clorofíceas por 53 táxons. No período de estiagem foram registrados 64 táxons para a divisão Bacillariophyta e 50 táxons para Chlorophyta (Fig. 13).

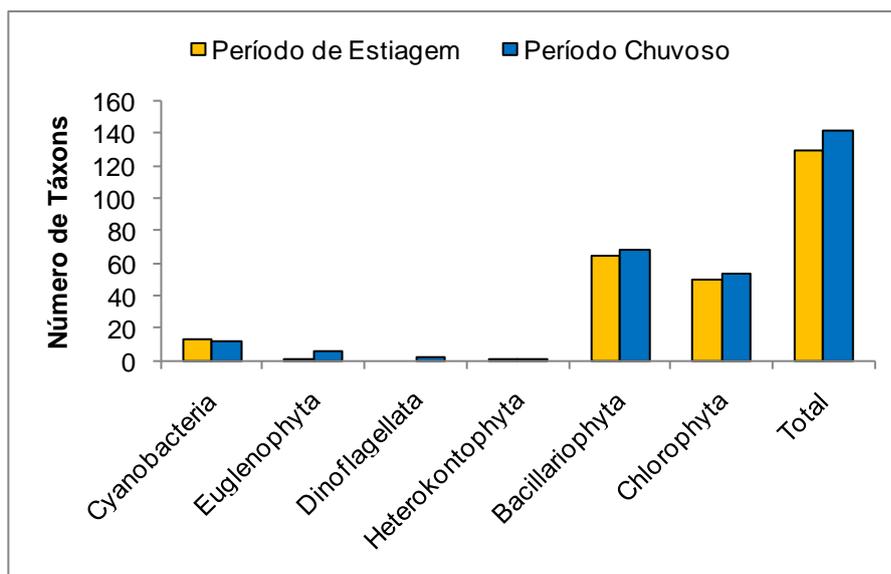


Figura 13 – Variação sazonal da riqueza taxonômica por divisão do fitoplâncton no estuário do rio São Francisco.

Quanto aos meses de coleta, os maiores valores para a riqueza taxonômica foram registrados em julho/2009 e julho/2008 com 112 e 83 táxons, respectivamente. A divisão Bacillariophyta se destacou em ambas as datas com 51 e 47 táxons, respectivamente (Fig. 14).

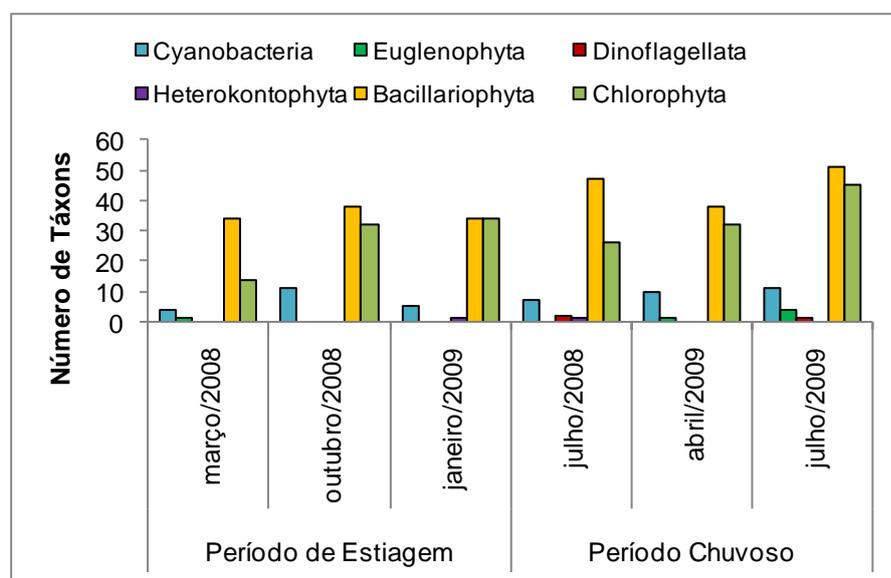


Figura 14 – Variação sazonal da riqueza taxonômica por data de coleta e por divisão do fitoplâncton no estuário do rio São Francisco.

Considerando as estações de coleta, foi registrado maior número de táxons para a estação P2 em julho/2009 que apresentou 83 táxons tendo-se destacado a divisão Chlorophyta com 36 táxons. Também estiveram em evidência às estações P3 com 81 táxons e P1 com 72 táxons onde se sobressaíram as clorofíceas com 36 e as diatomáceas com 35 táxons, respectivamente (Fig. 15).

A análise de variância (ANOVA) da riqueza taxonômica em relação aos locais (estações de coleta) não evidenciou diferença significativa ( $p = 0,8614$ ). Da mesma forma, o teste de Kruskal-Wallis para o fator sazonalidade não revelou diferença significativa entre os períodos sazonais estudados ( $p = 0,0833$ ).

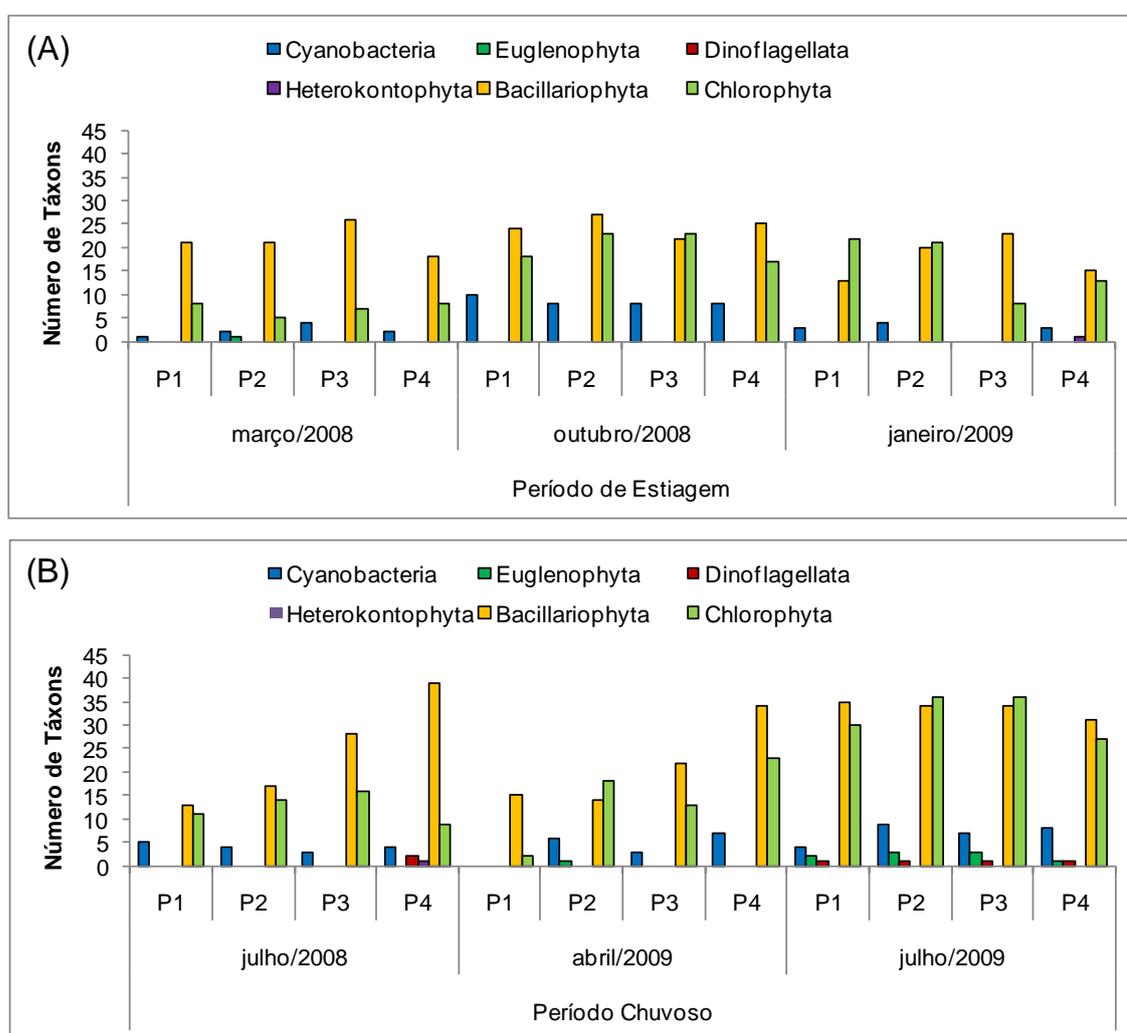


Figura 15 – Distribuição sazonal e espacial da riqueza de espécies por divisão taxonômica nas estações de coleta no estuário do rio São Francisco. (A) Período de Estiagem; (B) Período Chuvoso.

### 5.2.3. Tratamento Numérico e Estatístico dos Dados

#### 5.2.3.1. Abundância Relativa

Durante todo o período de estudo, apenas duas espécies foram consideradas dominantes, com ocorrência superior a 50%, as diatomáceas *Aulacoseira* sp. no período de estiagem e *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen no período chuvoso.

No período de estiagem o táxon *Aulacoseira* sp. foi representado com 87,96% na estação P1 em janeiro/2009 e na estação P2 com 72,92%. Nas estações P3 e P4 o mesmo táxon foi considerado abundante com 25,71% e 24,24%, respectivamente.

Também merecem destaque os táxons considerados abundantes: a cianobactéria *Planktothrix* sp. em março/2008 na estação P4 com 36,36%; a diatomácea *Aulacoseira ambigua* f. *spiralis* (Skuja) Ludwig na estação P3 com 29,55% e P2 com 19,23% e em outubro/2008 em todas as estações de coleta, P1 (21,88%), P2 (28,62%), P3 (27,19%) e P4 (25,42%). Em janeiro/2009 a clorofícea *Pediastrum simplex* Meyen se destacou na estação P3 com 28,57% e P4 com 24,24% de ocorrência.

Para o período chuvoso a diatomácea *Aulacoseira granulata* foi tida como dominante nas estações P1 (75,65%), P2 (93,39%) e P3 (55,09%) sendo considerada espécie abundante na estação P4 com 50,00% de ocorrência.

Como táxons abundantes se destacaram a diatomácea *Aulacoseira islandica* (O.F. Müller) Simonsen em julho/2008 nas estações P1 (18,31%), P3 (27,08%) e P4 (17,92%), *Aulacoseira ambigua* f. *spiralis* em abril/2009 nas estações P1 (45,65%), P2 (27,53%) e P3 (25,26%). Em julho/2009 a diatomácea *Aulacoseira granulata* esteve em evidência sobre os demais táxons em todas as estações de coleta com os valores de ocorrência para as estações P1 (28,17%), P2 (23,93%), P3 (26,79%) e P4 (24,15%). A relação dos táxons identificados com seus respectivos valores percentuais de abundância relativa encontra-se nos apêndices E, F, G, H, I e J.

### 5.2.3.2. Frequência de Ocorrência

O maior número de táxons dentre o total identificado nas estações de coleta no estuário do Rio São Francisco, foi posicionado dentro da categoria esporádica (38,64%). As demais categorias foram: pouco frequente (35,80%), frequente (14,77%) e muito frequente, com o menor número de táxons contando 10,80% de ocorrência (Fig. 16).

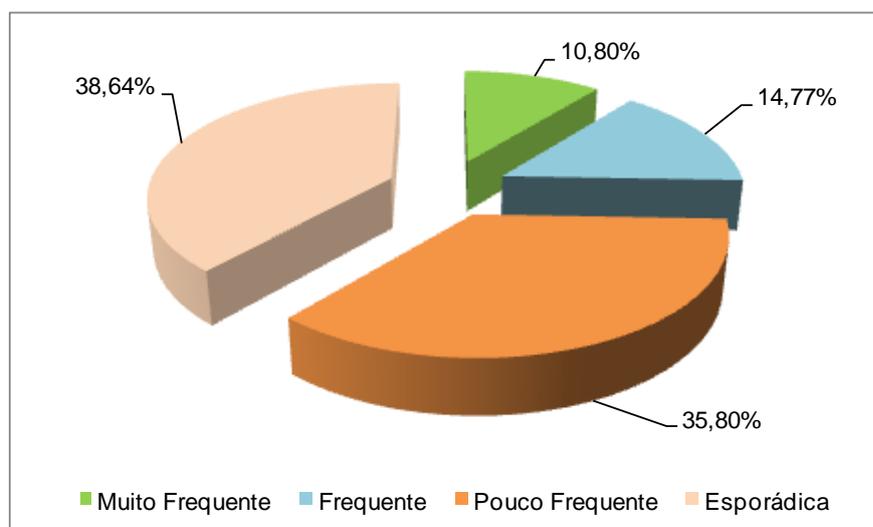


Figura 16 – Distribuição percentual dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco, nos dois períodos de estudo, por categoria de frequência de ocorrência.

Dos 176 táxons identificados em todas as estações de coleta apenas 19 foram enquadrados na categoria muito frequente, com ocorrência superior a 70%, sendo 11 diatomáceas, sete clorofíceas e uma cianobactéria. Entre esses táxons três se destacaram com 100% de ocorrência, *Aulacoseira ambigua* f. *spiralis*, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg e *Pediastrum simplex*. Além de *Aulacoseira granulata* (95,83%), *Epithemia* sp., *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère e *Sphaerocystis schroeteri* Chodat com 91,67%.

Entre os 26 táxons considerados dentro da categoria frequente, registraram-se cinco cianobactérias, nove clorofíceas e 12 diatomáceas com destaque para *Aulacoseira islandica*, *Fragilaria crotonensis* Kitton e *Eudorina elegans* Ehrenberg com 66,67% de ocorrência (Apêndice K). As espécies que mais se destacaram na área estudada podem ser visualizadas na Figura 17.

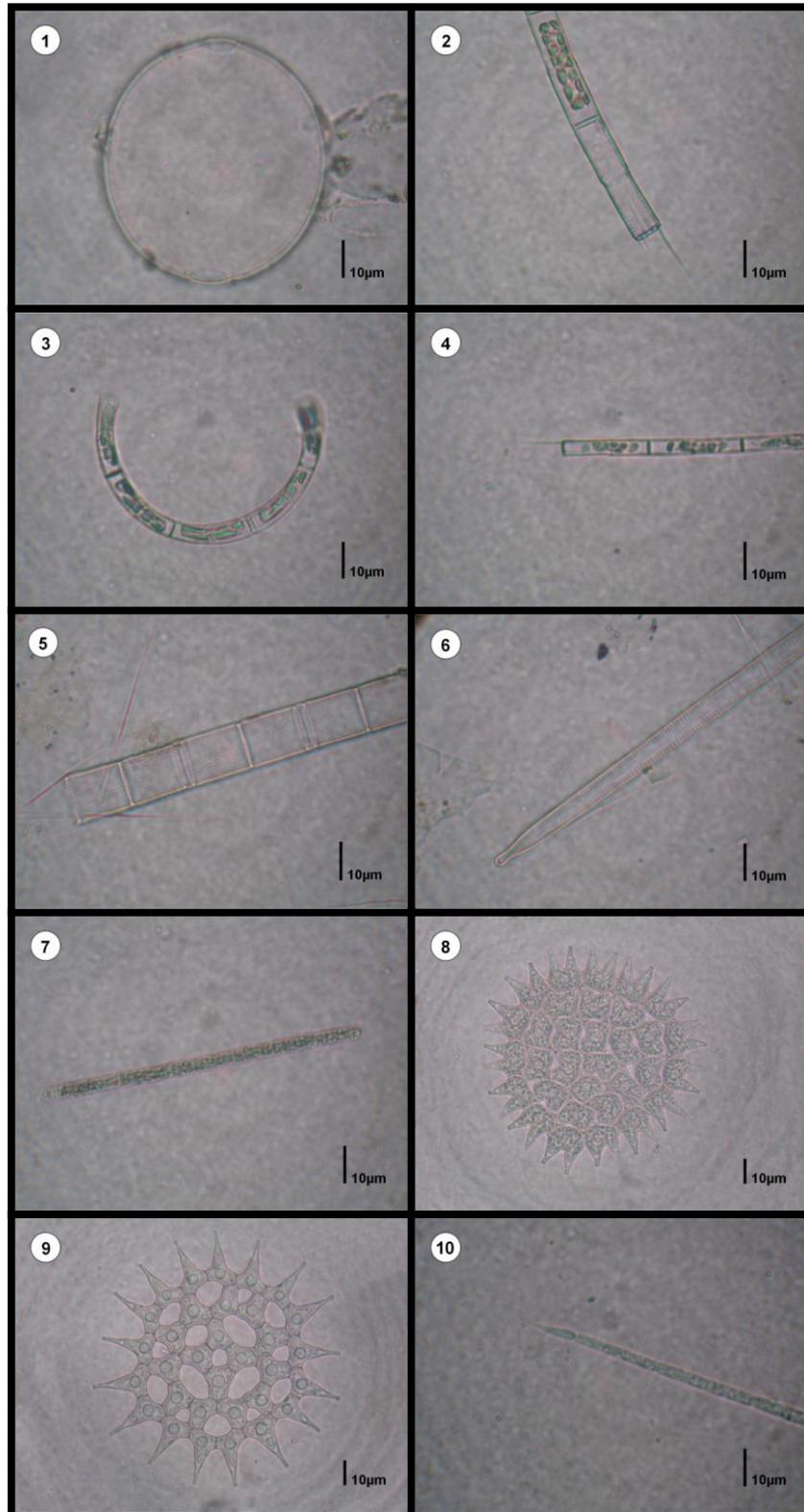


Figura 17 – Principais táxons identificados no estuário do rio São Francisco. 1. *Pleurosira laevis*. 2. *Aulacoseira granulata*. 3. *Aulacoseira ambigua* f. *spiralis*. 4. *Aulacoseria granulata* var. *angustissima*. 5. *Aulacoseira* sp. 6. *Synedra ulna*. 7. *Planktothrix* sp. 8. *Pediastrum boryanum*. 9. *Pediastrum simplex*. 10. *Cylindrospermopsis raciborskii*. Escala: 10µm.

### 5.2.3.3. Índice de Diversidade Específica e Equitabilidade

Para o índice de diversidade específica nos dois períodos sazonais estudados, a maioria das estações de coleta foi considerada como sendo de alta diversidade com valores superando 3 bits.cél<sup>-1</sup>.

Observou-se variação nas estações, de muito baixa diversidade a alta diversidade, com predomínio de estações consideradas com alta diversidade. Os valores numéricos variaram de 0,56 bits.cél<sup>-1</sup> na estação P2 em julho/2008 durante o período chuvoso a 4,21 bits.cél<sup>-1</sup> na estação P1 em março/2008 durante o período de estiagem. Os maiores valores da diversidade específica foram encontrados no período de estiagem.

Durante o período de estiagem a diversidade variou de 1,03 bits.cél<sup>-1</sup> na estação P1 em janeiro/2009 a 4,21 bits.cél<sup>-1</sup> na estação P1 em março/2008. No período chuvoso os valores oscilaram entre 0,56 bits.cél<sup>-1</sup> na estação P2 em julho/2008 e 3,73 bits.cél<sup>-1</sup> na estação P2 em julho/2009 (Fig. 18).

A equitabilidade foi considerada alta na maioria das estações, significando que os táxons apresentaram distribuição equitativa com valores superiores a 0,50. Os valores variaram, nos dois períodos em estudo, de 0,09 na estação P2 em julho/2008 durante o período chuvoso a 0,74 na estação P1 em março/2008 durante o período de estiagem, sendo os maiores valores registrados para o período de estiagem.

Considerando os períodos sazonais em separado, no período de estiagem a equitabilidade variou de 0,17 na estação P1 em janeiro/2009 a 0,74 na mesma estação em março/2008. No período chuvoso a variação observada se deu de 0,09 na estação P2 em julho/2008 a 0,55 na estação P2 em julho/2009 (Fig. 18).

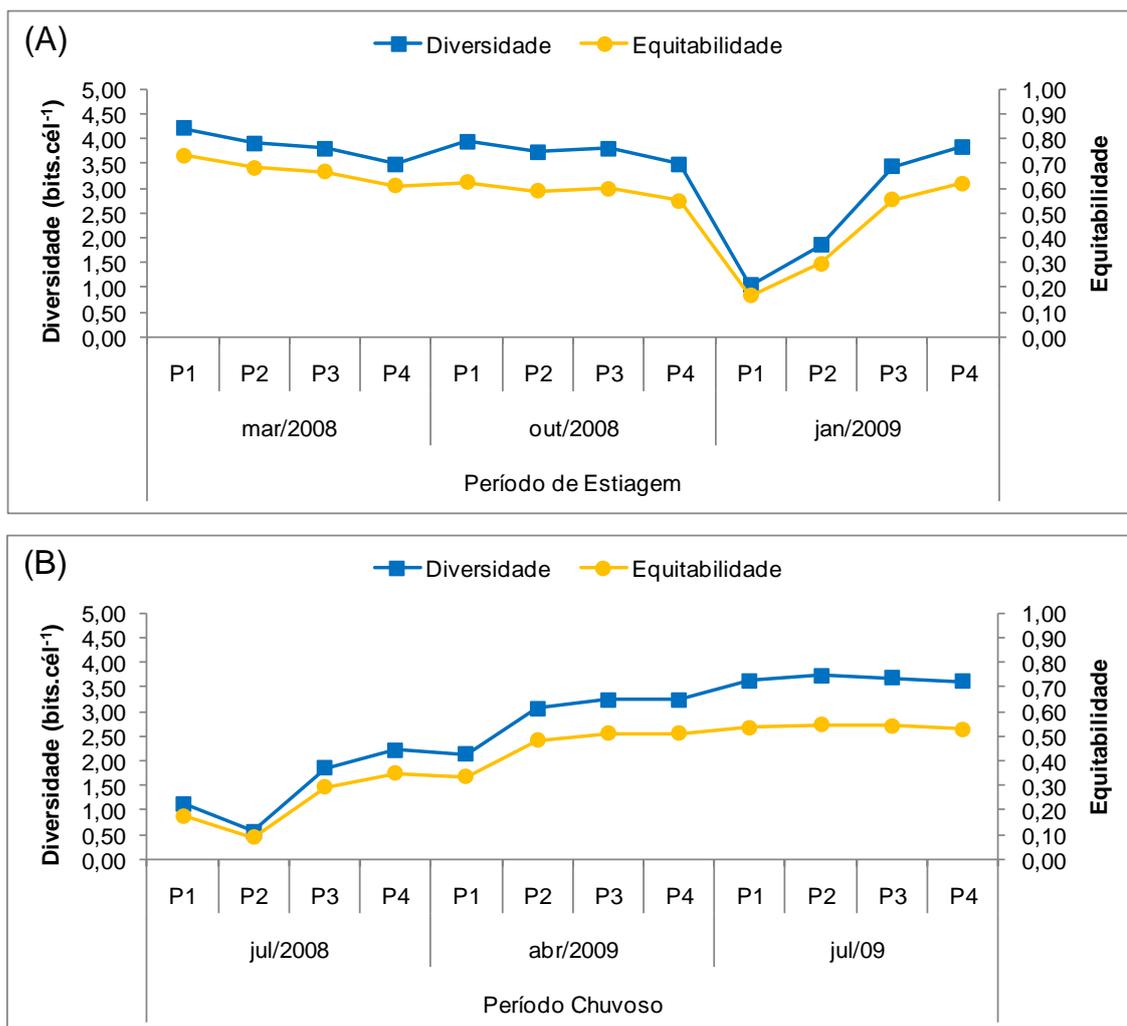


Figura 18 – Variação sazonal e espacial da diversidade (bits.cél<sup>-1</sup>) e equitabilidade do fitoplâncton do estuário no rio São Francisco. (A) Período de estiagem; (B) Período chuvoso.

#### 5.2.3.4. Densidade Celular (cél.L<sup>-1</sup>)

Para a densidade fitoplanctônica do estuário do rio São Francisco, estiveram representadas as divisões Cyanobacteria, Euglenophyta, Bacillariophyta e Chlorophyta, tendo os maiores valores de densidade sido registrados para o período chuvoso (Fig. 19).

O maior valor registrado da densidade celular foi de 18.800 cél.L<sup>-1</sup> na estação P4 em julho/2009 durante o período chuvoso e o valor mínimo de 1.800 cél.L<sup>-1</sup> registrado para a estação P1 em março/2008 no período de estiagem.

Para o período de estiagem a variação foi do valor mínimo observado de 1.800 cél.L<sup>-1</sup> na estação P1 em março/2008 ao máximo de 18.400 cél.L<sup>-1</sup> na estação P4

em janeiro/2009, enquanto que para o período chuvoso os valores da densidade celular variaram de 3.100 cél.L<sup>-1</sup> na estação P1 em julho/2008 a 18.800 cél.L<sup>-1</sup> na estação P4 em julho/2009.

Considerando os grupos taxonômicos encontrados nos dois períodos sazonais, se destacaram as cianobactérias e as diatomáceas com os maiores valores de densidade registrados.

A divisão Cyanobacteria apresentou valores que variaram de 100 cél.L<sup>-1</sup> nas estações P1 em abril/2009 e P2 em julho/2009 durante o período chuvoso, a 4.800 cél.L<sup>-1</sup> na estação P2 em março/2008 durante o período de estiagem, sendo mais representativa neste período, se destacando também em outubro/2008 nas estações P1 e P2 com 4.700 cél.L<sup>-1</sup> e P4 com 4.600 cél.L<sup>-1</sup>.

As diatomáceas foram mais representativas no período chuvoso, onde se destacaram, variando de 2.100 cél.L<sup>-1</sup> na estação P1 em julho/2008 a 18.200 cél.L<sup>-1</sup> na estação P4 em julho/2009. Durante o período de estiagem os valores oscilaram entre 100 cél.L<sup>-1</sup> na estação P1 em março/2008 e 16.500 cél.L<sup>-1</sup> na estação P4 em janeiro/2009.

A divisão Chlorophyta foi mais representativa no período de estiagem com valores variando de 100 cél.L<sup>-1</sup> na estação P2 em março/2008 a 5.500 cél.L<sup>-1</sup> na estação P1 em outubro/2008. Durante o período chuvoso a variação da densidade se deu de 100 cél.L<sup>-1</sup> nas estações P2 e P3 em julho/2008 e P3 em julho/2009 a 600 cél.L<sup>-1</sup> nas estações P4 em julho/2008, P1 e P4 em julho/2009 (Fig. 19).

As euglenófitas foram registradas apenas em uma estação de coleta, P1 em julho/2009 durante o período chuvoso com 100 cél.L<sup>-1</sup>, estando ausente nas demais estações.

Quatro espécies de diatomáceas se evidenciaram quanto à densidade celular nos dois períodos de estudo, todas incluídas no gênero *Aulacoseira*. A espécie *Aulacoseira islandica* se destacou na estação P4 em janeiro/2009 com 5.400 cél.L<sup>-1</sup> durante o período de estiagem. No período chuvoso os maiores valores de densidade para essa espécie foram registrados para as estações P1 (5.600 cél.L<sup>-1</sup>), P2 (7.700 cél.L<sup>-1</sup>) e P4 (8.000 cél.L<sup>-1</sup>) em abril/2009 e, P3 (7.800 cél.L<sup>-1</sup>) e P4 (9.600 cél.L<sup>-1</sup>) em julho/2009 (Fig. 20).

*Aulacoseira granulata* apresentou com os maiores registros para as estações P4 em janeiro/2009 com 6.600 cél.L<sup>-1</sup>, no período de estiagem, e nas estações P2

(3.100 cél.L<sup>-1</sup>), P3 (9.000 cél.L<sup>-1</sup>) e P4 (2.900 cél.L<sup>-1</sup>) em julho/2008 durante o período chuvoso (Fig. 20).

*Aulacoseira ambigua* f. *spiralis* se destacou na estação P2 em outubro/2008 com 2.900 cél.L<sup>-1</sup>, durante o período de estiagem, e nas estações P1 e P2 em julho/2009, no período chuvoso, com 2.900 cél.L<sup>-1</sup> e 4.300 cél.L<sup>-1</sup>, respectivamente. O táxon *Aulacoseira ambigua* esteve em evidência apenas no período chuvoso, em julho/2009 nas estações P3 com 2.700 cél.L<sup>-1</sup> e P4 com 3.900 cél.L<sup>-1</sup> (Fig. 20).

Entre os táxons fitoplanctônicos identificados para a divisão Cyanobacteria, se destacaram as cianobactérias *Oscillatoria* sp. na estação P2 em outubro/2008 com 3.600 cél.L<sup>-1</sup> e *Cylindrospermopsis raciborskii* com 1.100 cél.L<sup>-1</sup> na estação P2 em março/2008 e em todas as estações de coleta em outubro/2008, P1 (4.600 cél.L<sup>-1</sup>), P2 (4.400 cél.L<sup>-1</sup>), P3 (3.400 cél.L<sup>-1</sup>) e P4 (4.400 cél.L<sup>-1</sup>), durante o período de estiagem.

Entre as clorofíceas o táxon *Scenedesmus* sp. esteve em evidência durante o período de estiagem, nas estações P1, em outubro/2008, com 4.300 cél.L<sup>-1</sup> e P2, em janeiro/2009, com 1.900 cél.L<sup>-1</sup>.

A análise de variância (ANOVA) da densidade celular não revelou diferença significativa em relação às estações de coleta ( $p = 0,6114$ ), tampouco entre os períodos sazonais estudados ( $p = 0,5272$ ).

Os táxons identificados com seus respectivos valores para a densidade celular encontram-se nos apêndices O, P, Q, R, S e T.

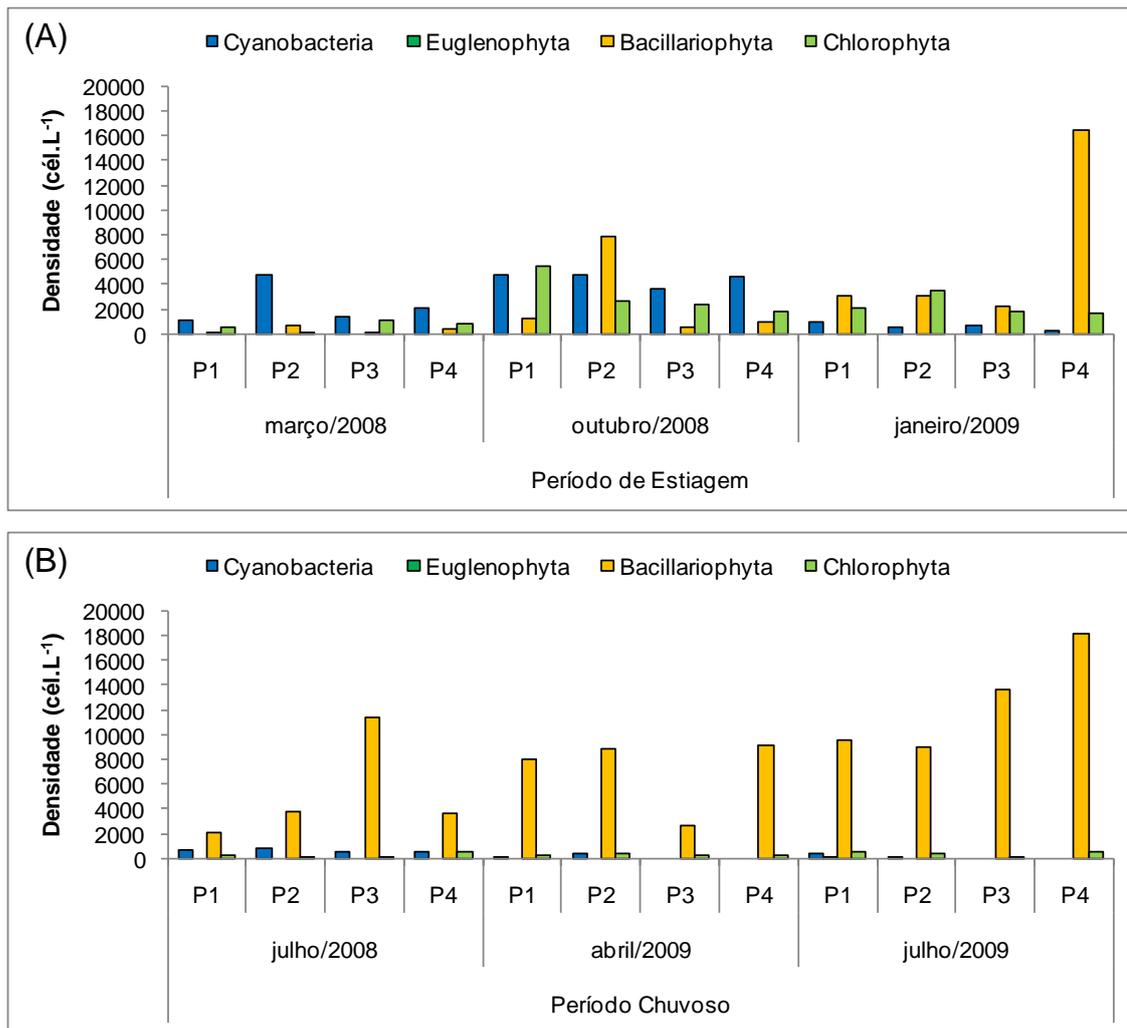


Figura 19 – Densidade celular dos grupos fitoplanctônicos no estuário do rio São Francisco. (A) Período de estiagem; (B) Período chuvoso.

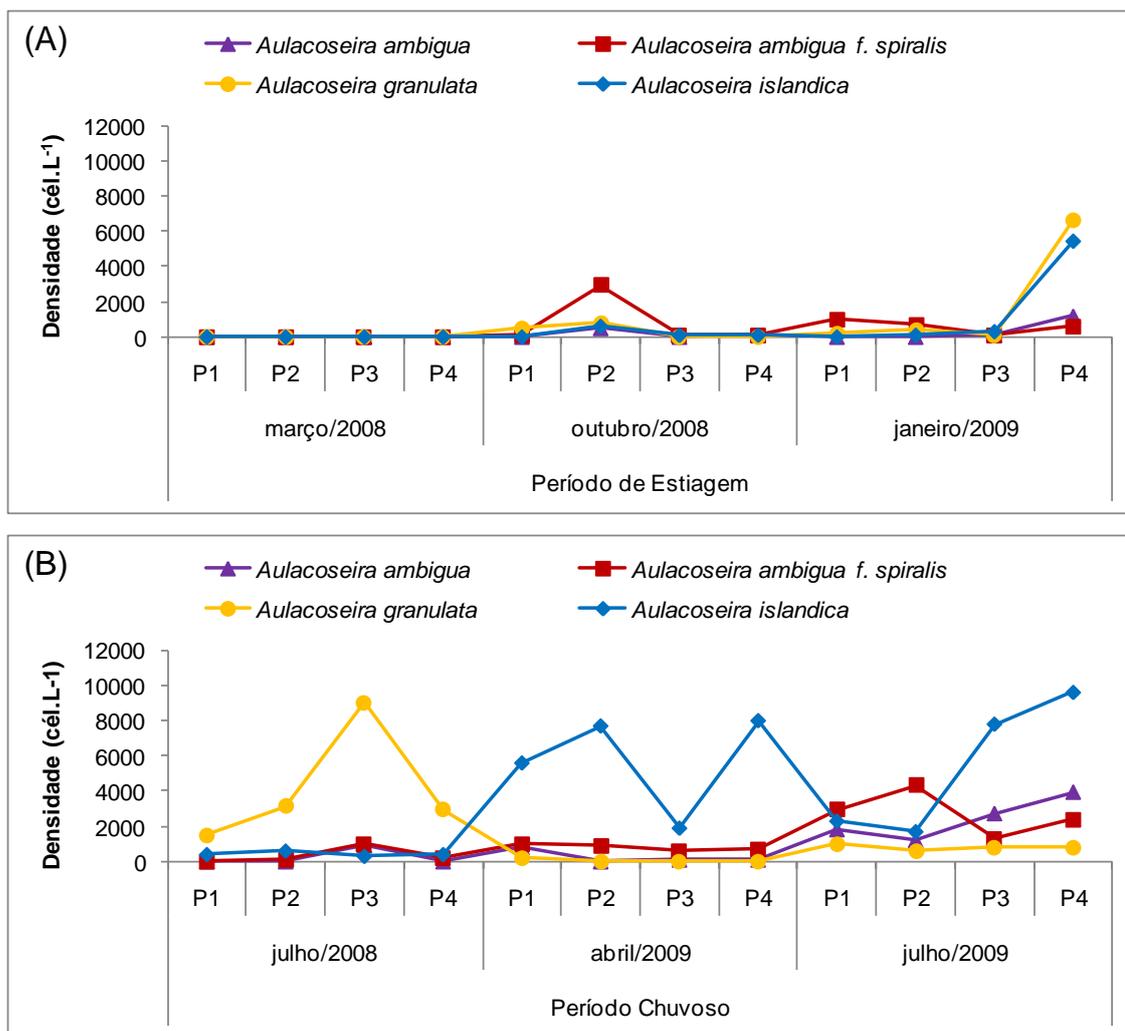


Figura 20 – Densidade celular dos táxons mais representativos no estuário do rio São Francisco. (A) Período de estiagem; (B) Período chuvoso.

### 5.2.3.5. Ecologia das Espécies

Nos dois períodos de estudo, os táxons fitoplanctônicos identificados em nível específico foram posicionados ecologicamente nas categorias: marinha, dulciaquícola e estuarina. Entre eles, 108 espécies (75,00%) foram consideradas dulciaquícolas, 34 espécies (23,61%) marinhas e duas espécies (1,39%) estuarinas (Fig. 21).

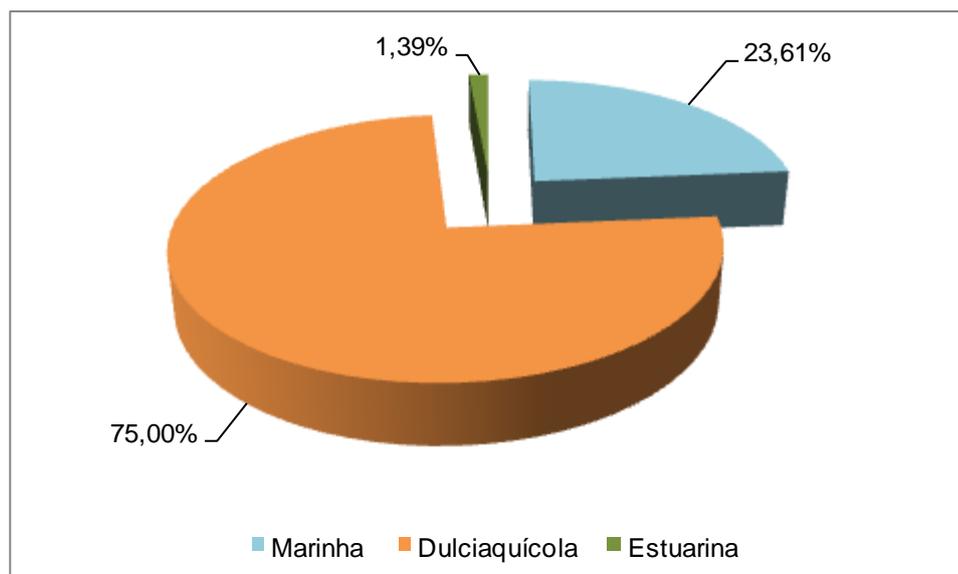


Figura 21 – Distribuição percentual das espécies identificadas de acordo com a classificação ecológica.

Entre os táxons classificados como dulciaquícolas, predominaram as planctônicas com 73 espécies em relação às ticoplanctônicas com 35 espécies. Das espécies classificadas como marinhas, 19 foram ticoplanctônicas e 15 planctônicas. As duas únicas espécies estuarinas identificadas foram consideradas ticoplanctônicas (Fig. 22 A).

Para o período de estiagem observou-se a predominância numérica de táxons de água doce sobre as demais categorias com a ocorrência de 86 táxons específicos dulciaquícolas, 23 marinhos e um estuarino, sendo 58 espécies dulciaquícolas planctônicas, 28 dulciaquícolas ticoplanctônicas, 14 marinhas ticoplanctônicas, nove marinhas planctônicas e uma espécie estuarina ticoplanctônica (Fig. 22 B).

No período chuvoso verificou-se predomínio também dos táxons de água doce com um total de 89 espécies dulciaquícolas, 23 marinhas e duas estuarinas, sendo 60 dulciaquícolas planctônicas, 29 dulciaquícolas ticoplanctônicas, 12 marinhas planctônicas, 11 marinhas ticoplanctônicas e duas estuarinas ticoplanctônicas (Fig. 22 C).

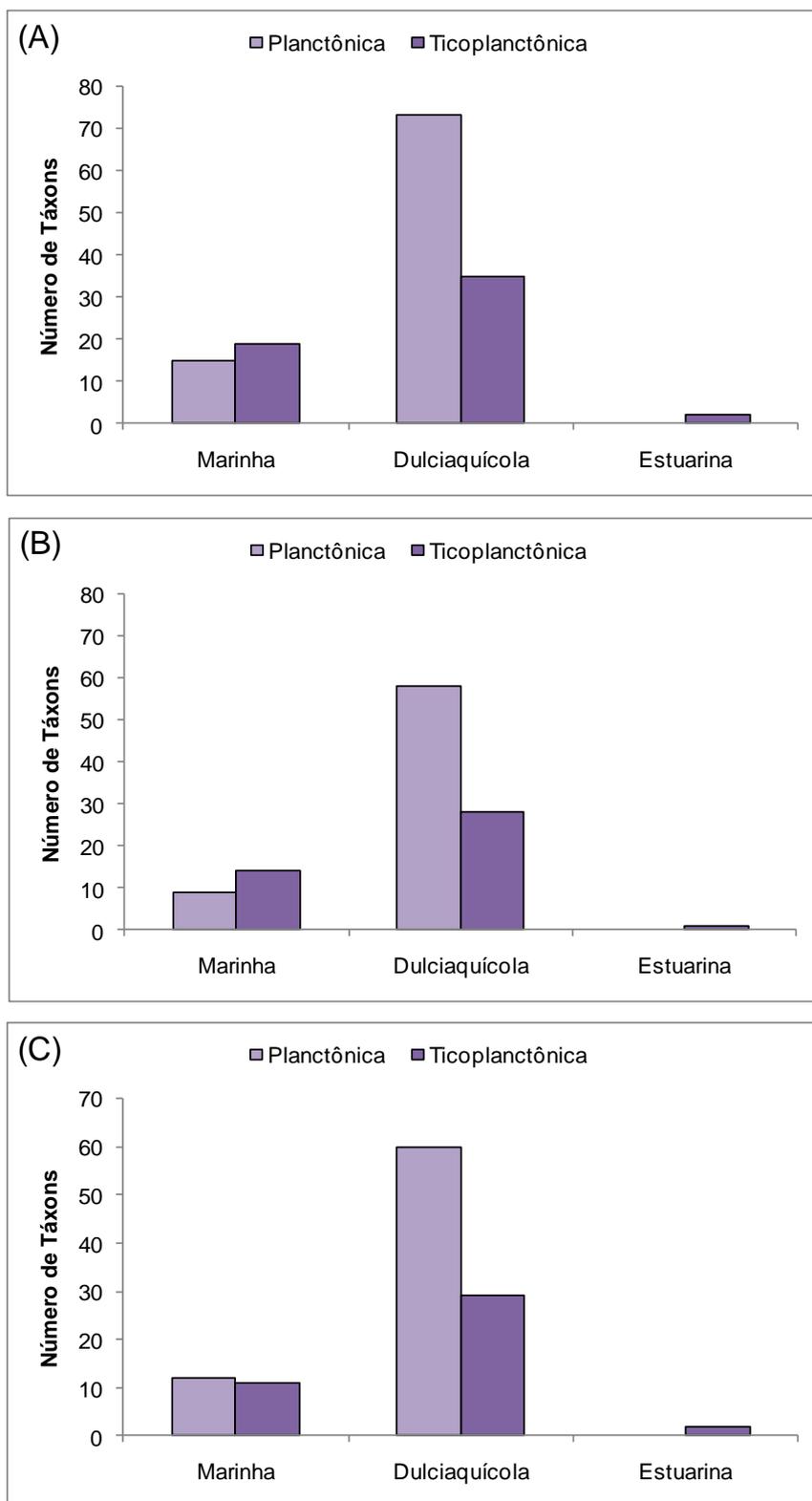


Figura 22 – Distribuição numérica das espécies identificadas de acordo com a classificação ecológica. (A) Geral; (B) Período de estiagem; (C) Período chuvoso.

### 5.2.3.6. Análise Multivariada

#### 5.2.3.6.1. Análise de Agrupamento

A associação das amostras permitiu evidenciar três agrupamentos considerados bem ajustados com o valor do índice de correlação da análise cofenética de  $r = 0,86$ . A disposição desses agrupamentos encontra-se no dendrograma disposto na Figura 23.

O grupo 1 compreendeu as amostras de março/2008 no período de estiagem e uma amostra de abril/2009, no período chuvoso.

O grupo 2 associou todas as amostras do período chuvoso excetuando as amostras de outubro/2008 do período de estiagem.

No subgrupo 3 foram agrupadas as amostras referentes ao período de estiagem de janeiro/2009.

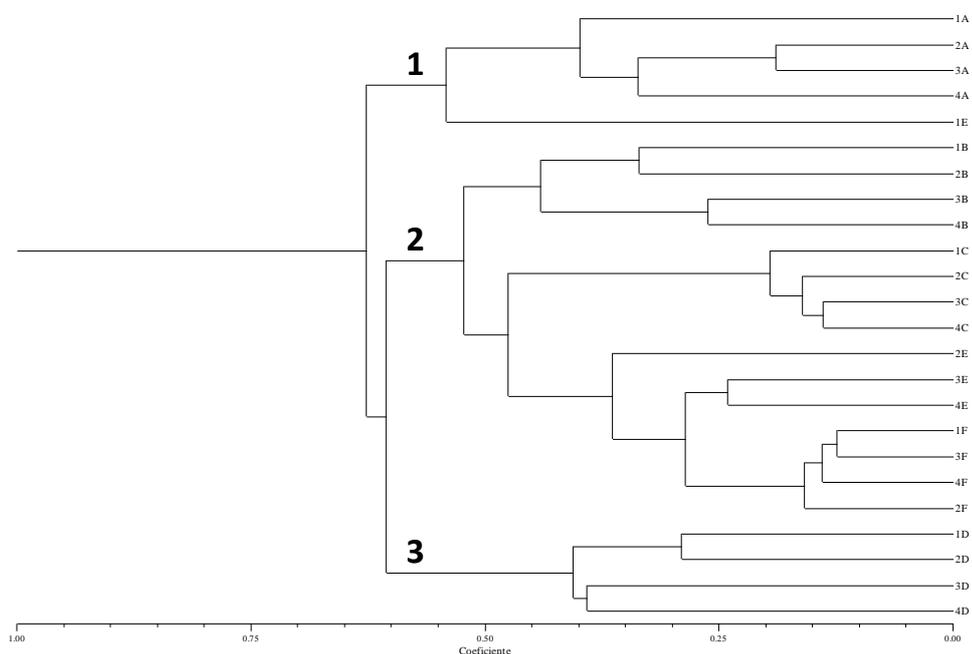


Figura 23 – Dendrograma da associação das amostras no estuário do rio São Francisco. A (março/2008); B (julho/2008); C (outubro/2008); D (janeiro/2009); E (abril/2009); F (julho/2009).

A análise da associação dos táxons permitiu verificar a formação de apenas 1 grande grupo subdividido em 4 subgrupos, pois se tratou de uma comunidade única adaptada ao tipo de ecossistema em estudo. Entretanto, foram evidenciados 4 subgrupos, com o valor do índice de correlação da análise cofenética de  $r = 0,69$ .

O subgrupo 1A associou predominantemente táxons frequentes e muito frequentes, dulciaquícolas e planctônicos com poucas exceções, além de um dos dois táxons considerados dominantes, a diatomácea *Aulacoseira* sp.

No subgrupo 1B foram agrupados predominantemente táxons considerados frequentes e muito frequentes, todos de origem dulciaquícola e de hábito planctônico, pertencentes ao gênero *Aulacoseira* salvo uma exceção, a cianobactéria *Aphanizomenon* sp. Neste subgrupo estão incluídos os táxons abundantes e um dos dois táxons dominantes identificados, a diatomácea *Aulacoseira granulata*.

As espécies marinhas foram agrupadas no subgrupo 1C juntamente com táxons de origem dulciaquícola planctônicos e ticoplanctônicos. Neste subgrupo predominaram, em igual número, táxons muito frequentes e frequentes.

Apenas dois táxons foram associados no subgrupo 1D, a diatomácea *Coscinodiscus centralis*, espécie marinha planctônica, pouco frequente, e a clorofícea *Staurastrum rotula*, espécie dulciaquícola planctônica classificada neste estudo como frequente (Fig. 24, Tab. 2).

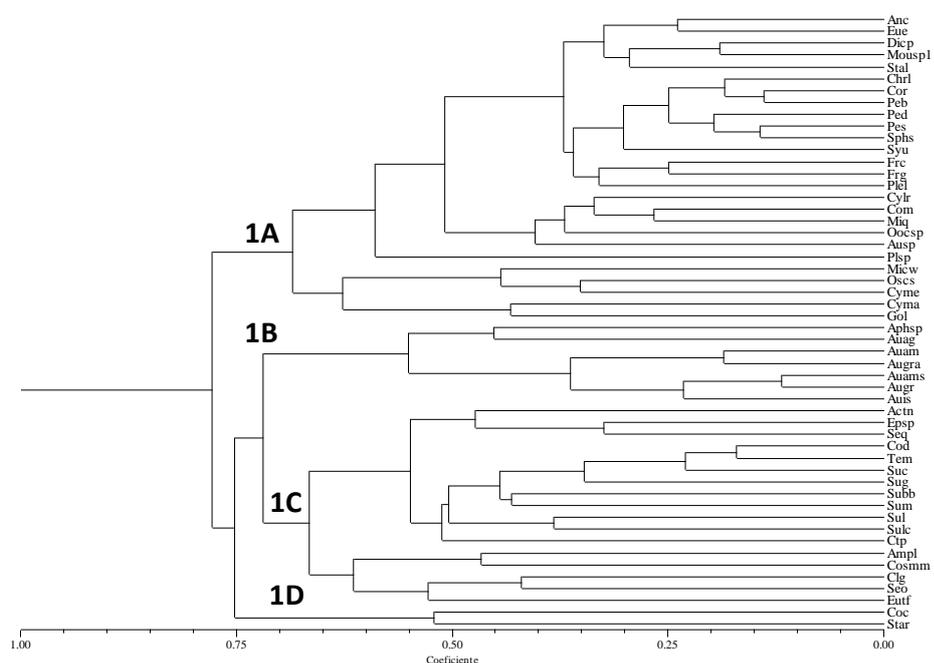


Figura 24 – Dendrograma da associação dos táxons no estuário do rio São Francisco.

Tabela 2 – Descrição dos táxons agrupados no dendrograma, identificados no estuário do rio São Francisco.

SUBGRUPOS	TÁXONS
1A	<i>Anabaena circinalis</i> , <i>Eudorina elegans</i> , <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> , <i>Mougeotia</i> sp.1, <i>Staurastrum leptocladum</i> , <i>Chroococcus limneticus</i> , <i>Coelastrum reticulatum</i> , <i>Pediastrum boryanum</i> , <i>Pediastrum duplex</i> , <i>Pediastrum simplex</i> , <i>Sphaerocystis schroeteri</i> , <i>Synedra ulna</i> , <i>Fragilaria crotonensis</i> , <i>Fragilaria gouldii</i> , <i>Pleurosira laevis</i> , <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Coelastrum microporum</i> , <i>Micractinium quadrisetum</i> , <i>Oocystis</i> sp., <i>Aulacoseira</i> sp. <i>Planktothrix</i> sp., <i>Microcystis wesenbergii</i> , <i>Oscillatoria sancta</i> , <i>Cymbella ehrenbergii</i> , <i>Cymbella affinis</i> , <i>Gomphonema laticollum</i> .
1B	<i>Aphanizomenon</i> sp., <i>Aulacoseira agassizii</i> , <i>Aulacoseira ambigua</i> , <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> , <i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i> , <i>Aulacoseira granulata</i> , <i>Aulacoseira islandica</i> .
1C	<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>normanii</i> , <i>Epithemia</i> sp., <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Cosmioneis delawarensis</i> , <i>Terpsinoë musica</i> , <i>Surirella capronii</i> , <i>Surirella guatemalensis</i> , <i>Surirella biseriata</i> var. <i>bifrons</i> , <i>Surirella minuta</i> , <i>Surirella linearis</i> , <i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i> , <i>Ctenophora pulchella</i> , <i>Amphipleura lindheimerii</i> , <i>Cosmarium margaritatum</i> , <i>Closterium gracile</i> , <i>Scenedesmus obliquus</i> , <i>Eutetramorus fotii</i> .
1D	<i>Coscinodiscus centralis</i> , <i>Staurastrum rotula</i> .

### 5.2.3.6.2. Análise de Componentes Principais (ACP)

O resultado da análise de componentes principais evidenciou que os três fatores explicaram 74,48% da variação dos dados (Tab. 3).

O fator 1 explicou 37,22% da variação entre parâmetros analisados e evidenciou uma correlação direta entre a transparência da água, oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio e pH, estes se correlacionaram inversamente com o nitrito, nitrato e fosfato dissolvido.

O fator 2 explicou 20,81% das variações ambientais, onde os parâmetros biológicos *Aulacoseira ambigua* f. *spiralis*, *Synedra ulna* e *Pediastrum simplex* correlacionaram-se diretamente entre si, e inversamente com a temperatura.

O terceiro fator, por sua vez, explicou 16,46% das variações entre os parâmetros. Evidenciou-se uma correlação direta entre *Aulacoseira granulata*, salinidade, salinidade na profundidade do desaparecimento do disco de Secchi e clorofila-a, e destes uma correlação inversa com *Aulacoseira* sp. e *Pediastrum simplex* (Tab. 3, Fig. 25).

Tabela 3 – Análises de Componentes Principais entre as variáveis físicas, químicas e biológicas no estuário do rio São Francisco.

Parâmetros	Abreviaturas	Fator 1 (37,22%)	Fator 2 (20,81%)	Fator 3 (16,46%)
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	Auams	0.257	<b>0.915</b>	0.093
<i>Aulacoseira granulata</i>	Augr	0.156	0.306	<b>0.698</b>
<i>Aulacoseira</i> sp.	Ausp	0.561	0.158	<b>-0.595</b>
<i>Synedra ulna</i>	Syu	0.191	<b>0.848</b>	-0.103
<i>Pediastrum simplex</i>	Pes	0.381	<b>0.695</b>	<b>-0.387</b>
Transparência da Água	Secchi	<b>0.846</b>	0.036	-0.345
Temperatura	Temp	-0.109	<b>-0.769</b>	-0.389
Salinidade	Sal	0.457	-0.448	<b>0.503</b>
Sanidade/Prof. Secchi	Sal/Secchi	0.473	-0.146	<b>0.653</b>
Oxigênio Dissolvido	OD	<b>0.895</b>	-0.277	-0.240
Taxa de Saturaçã do O <sub>2</sub>	Taxsat	<b>0.856</b>	-0.408	-0.231
pH	pH	<b>0.755</b>	-0.162	0.277
Nitrito	NO <sub>2</sub>	<b>-0.869</b>	-0.203	0.033
Nitrato	NO <sub>3</sub>	<b>-0.767</b>	0.131	-0.233
Fosfato Dissolvido	PO <sub>4</sub>	<b>-0.865</b>	0.016	-0.067
Clorofila-a	Clor-a	0.115	0.165	<b>0.652</b>

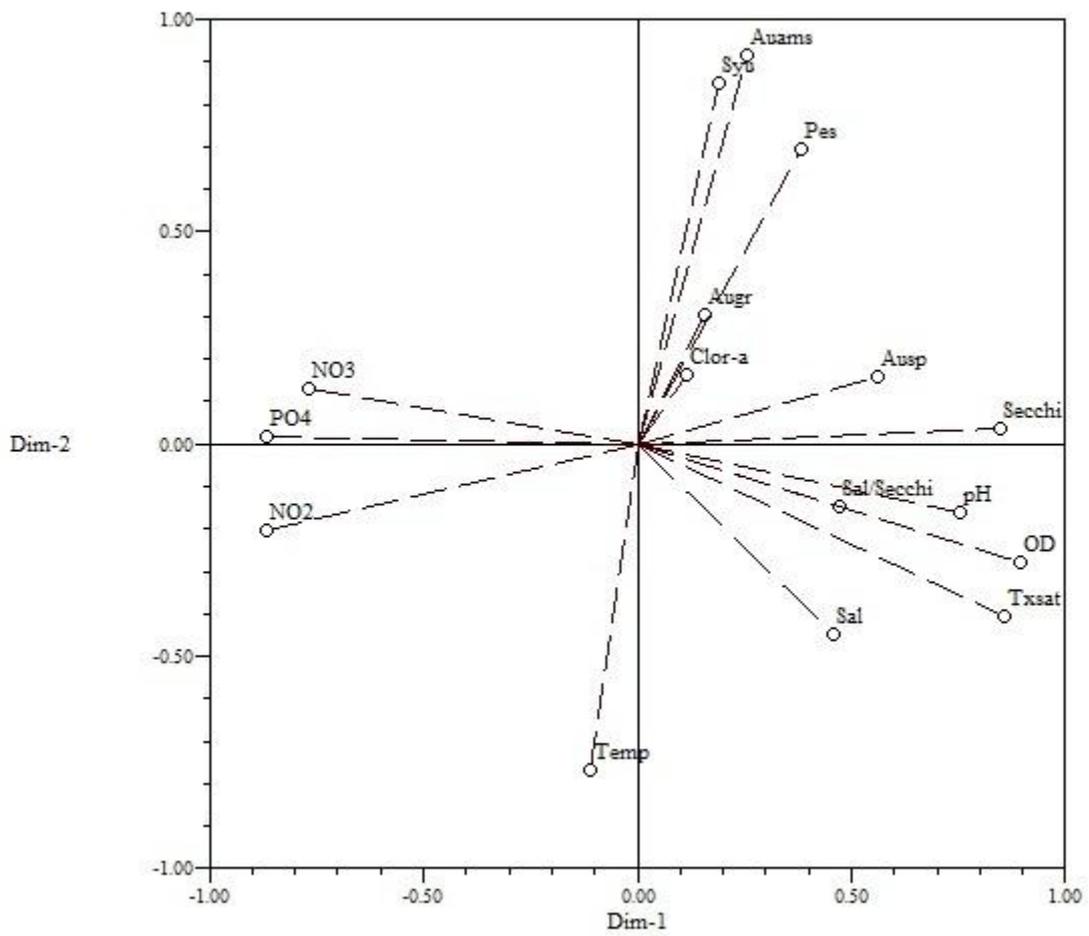


Figura 25 – Análise de Componentes Principais (ACP) entre as variáveis físicas, químicas e biológicas no estuário do rio São Francisco.

## 6. DISCUSSÃO

Regiões costeiras são muito suscetíveis a mudanças de ordem geral, determinadas, entre outros fatores, pela ação das marés, ventos, precipitações pluviométricas, descarga fluvial e aportes de nutrientes provenientes principalmente de ação antrópica (MELO-MAGALHÃES et al., 2008).

De acordo com Quinlan e Philips (2007) os estuários são ambientes de transição, que ligam sistemas de água doce a sistemas marinhos. A heterogeneidade desses ambientes é decorrente dos gradientes químicos, físicos e biológicos da coluna d'água. Uma das principais características dessa zona de transição é a mistura das águas turvas, ricas em nutrientes dos rios com águas claras e pobres dos oceanos.

A transparência da água é influenciada principalmente pelo fluxo dos rios e o transporte de material particulado em suspensão, este último nos meses de maior pluviosidade é ainda mais intenso devido à lixiviação do continente, limitando a penetração da luz no ambiente e conseqüentemente reduzindo a camada fótica.

No estuário do rio São Francisco, os valores da transparência foram superiores no período de estiagem em relação ao período chuvoso, associados a um menor transporte de material terrígeno neste período, corroborando com os resultados obtidos por Souza et al. (1999) e com outros trabalhos realizados em estuários do estado de Pernambuco, tais como Feitosa et al. (1999) no estuário do rio Goiana, Passavante et al. (2003) para o estuário do rio Botafogo, Santos et al. (2004) no estuário do rio Jaguaribe, Leão et al. (2008) no estuário do rio Igarassu, Grego et al. (2009) no estuário do rio Ariquindá e Honorato da Silva et al. (2004, 2009) no estuário do rio Formoso.

A Análise de Componentes Principais (ACP) evidenciou uma correção direta da transparência da água com os parâmetros oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio e o pH devido à influência de águas marinhas.

Medeiros et al. (2007) em estudo sobre a dispersão de material particulado em suspensão na zona costeira do rio São Francisco, afirmaram que as diversas barragens em cascata construídas ao longo do tempo desde a década de setenta do século passado, provocaram grandes modificações na pulsação natural e nas vazões interanuais do médio-baixo e baixo São Francisco transformando-o de um

sistema de alta turbidez a transparente, devido à retenção de matéria nos reservatórios ao longo da cascata.

O ambiente estuarino é um ecossistema caracterizado principalmente pelas flutuações de dois fatores primários, a salinidade e a temperatura (WILSON, 1994). Para Passavante e Feitosa (2004) a temperatura da água que nas regiões temperadas e polares é um dos fatores que mais influencia na produtividade dos ecossistemas, nas regiões tropicais seu efeito é menos intenso. Nessas regiões, a amplitude térmica é pequena e ocorre de forma gradativa, podendo causar uma discreta influência sobre o fitoplâncton. O seu efeito sinérgico com outros parâmetros, no entanto, é importante para a comunidade fitoplanctônica.

No estuário do rio São Francisco, observou-se uma amplitude térmica de 3,60 °C onde a variação da temperatura não foi significativa estatisticamente, tanto para as estações de coleta quanto para a sazonalidade. A temperatura não se correlacionou com nenhum parâmetro físico ou químico, como mostrado na ACP. Os valores encontrados foram muito próximos aos aferidos por Souza et al. (1999), e em outros estuários nordestinos por Passavante et al. (2003), Santos et al. (2004), Leão et al. (2008), Honorato da Silva et al. (2004, 2009) e Grego et al. (2009).

Variação semelhante nos valores da temperatura também foi observada por Melo-Magalhães et al. (2008) no complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba, no estado de Alagoas, e por Paiva et al. (2006) na baía do Guajará e foz do rio Guamá, no estado do Pará.

Para Grego et al. (op. cit.) o padrão esperado para regiões tropicais é a ocorrência de baixa amplitude térmica, visto que as variações de temperatura ocorrem de forma gradativa ao longo dos meses, corroborando com a variação dos valores observados neste estudo.

A salinidade é um indicador primário da circulação estuarina por causa de seu caráter conservativo, além de um fator determinante significativo da produtividade biológica, distribuição de organismos e estrutura de habitat. A entrada de água doce é o agente causador primário da variabilidade da salinidade em estuários (DAME et al., 2000).

Os estuários são caracterizados por marcadas variações diurnas e sazonais de salinidade. Estas variações são devidas principalmente à variação das marés e/ou ao fluxo de água doce dos rios (HONORATO DA SILVA et al., 2004).

Os valores de salinidade na superfície foram considerados baixos na maioria das estações de coleta durante todo o período de estudo. No estuário do rio São Francisco evidenciou-se o predomínio do fluxo limnético. Souza et al. (1999) encontraram padrão semelhante e afirmaram que o estuário apresentou características de mistura intensa dos fluxos marinhos e limnético com predomínio deste último.

Paiva et al. (2006) estudando a baía do Guajará e foz do rio Guamá encontraram baixos valores de salinidade, com variação semelhante à encontrada neste estudo. Destacaram ainda que os maiores valores de salinidade foram encontrados associados ao fundo, indicando a penetração da maré sob a forma de cunha salina.

Trabalhos publicados para os estuários de Pernambuco como os de Feitosa et al. (1999), Passavante et al. (2003), Santos et al. (2004), Leão et al. (2008), Grego et al. (2009) e Honorato da Silva et al. (2004, 2009), além de Matta e Flynn (2008) para o estuário de Cananéia, São Paulo, mostraram altos valores de salinidade evidenciando a intensa mistura com águas de origem marinha, diferentemente do que ocorre no estuário do rio São Francisco, com forte estratificação e predomínio limnético.

Os valores de salinidade obtidos neste estudo para a profundidade do desaparecimento do disco de Secchi foram superiores aos da camada superficial, indicando a circulação do tipo cunha salina.

Segundo Knoppers et al. (2005), a salinidade na zona de mistura oscila de acordo com a variabilidade da descarga fluvial, ciclo de marés e regime de ventos. Para o estuário do rio São Francisco sob estas condições, entretanto, uma cunha salina adentra até um máximo de 10 km da desembocadura e mantém as condições oligoalinas das águas superficiais.

Estuários que apresentam regime hidrodinâmico altamente estratificado são geralmente controlados primeiramente pela descarga fluvial, liberando águas de baixa salinidade na zona costeira (SCHETTINI et al., 2005).

Assim como o estuário do rio São Francisco, a região estuarina do rio Itajaí-Açu, de acordo com Schettini (2002), apresenta circulação do tipo cunha salina controlado primeiramente pela descarga fluvial e em menor grau pelas oscilações do nível do mar.

Os valores da salinidade tanto na superfície quanto na profundidade do desaparecimento do disco de Secchi estiveram diretamente correlacionados entre si e inversamente com a clorofila-*a* e as espécies *Aulacoseira granulata* e *Pediastrum simplex*, como evidenciado na Análise de Componentes Principais.

O oxigênio dissolvido é um dos parâmetros mais importantes, pois é essencial aos organismos vivos além de funcionar como indicador da qualidade ambiental. Gardner et al. (2006) afirmaram que o ciclo do oxigênio dos ecossistemas aquáticos é regido por vários processos abióticos e bióticos que produzem ou consomem o oxigênio dissolvido. São mecanismos importantes do fluxo desse elemento no ambiente, a fotossíntese, respiração, oxidação da matéria orgânica e compostos químicos e processos metabólicos celulares.

De forma geral, as concentrações do oxigênio dissolvido foram consideradas altas, com valores mais elevados para o período de estiagem. De acordo com a análise de componentes principais, este parâmetro foi correlacionado diretamente com a transparência da água, a taxa de saturação do oxigênio e o pH, e inversamente com os nutrientes nitrito, nitrato e fosfato dissolvido. Melo-Magalhães et al. (2008) afirmaram que elevadas concentrações de oxigênio dissolvido estão relacionadas com a atividade fotossintética e também com florações do fitoplâncton.

Souza et al. (1999) registraram variações dos valores do oxigênio dissolvido semelhantes, com as maiores concentrações também observadas durante o período chuvoso. Schettini et al. (2005) registraram para estuário do rio Itajaí-Açu valores na ordem de 7,5 mL.L<sup>-1</sup>, concentrações aproximadas ao máximo obtido no estuário do rio São Francisco.

Macêdo e Costa (1978) elaboraram um sistema de classificação para os estuários do Nordeste do Brasil para caracterizar a qualidade hídrica a partir da taxa de saturação do oxigênio, onde consideraram como Zona supersaturada (> 100%), Zona saturada (75% a 100%), Zona de baixa saturação (50% a 75%), Zona semi-poluída (25% a 50%) e Zona poluída (< 25%).

Seguindo o sistema citado acima, foi possível considerar o estuário do rio São Francisco como sendo um ambiente de zona saturada e supersaturada, onde 17% das amostras analisadas apresentaram taxa de saturação do oxigênio superior a 100% e 83% das amostras apresentaram taxa de saturação superior a 75%. De

acordo com o sistema de classificação citado acima, verificou-se que o estuário do rio São Francisco não apresenta poluição orgânica.

Grego et al. (2009) estudando o estuário do rio Ariquindá, encontrou taxas de saturação do oxigênio idênticas, classificando este ambiente, da mesma forma, como livre de poluição orgânica.

De acordo com Passavante et al. (2003) o pH da água das regiões costeiras tem uma tendência natural a ser neutro ou ligeiramente alcalino, pois os mecanismos que regem este parâmetro são controlados pelo sistema tampão da água do mar, mantendo-as ligeiramente alcalinas.

O pH no estuário do rio São Francisco manteve-se sempre alcalino, com os valores mais elevados registrados para o período de estiagem. A ACP evidenciou uma correlação direta deste parâmetro com a transparência da água, oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio, e inversa com o nitrito, nitrato e fosfato dissolvido.

Honorato da Silva et al. (2004) encontraram padrão semelhante para o estuário do rio Formoso e alegaram que é característico de ambientes estuarinos valores de pH alcalinos, com discreta diminuição no período chuvoso. Matta e Flynn (2008) também registraram valores alcalinos para o estuário de Cananéia, São Paulo. Para Melo-Magalhães et al. (2008) os maiores valores do pH no período chuvoso são indicativos de uma grande atividade biológica nos ecossistemas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Melo-Magalhães et al. (op. cit.), para o complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba, Feitosa et al. (1999), Passavante et al. (op. cit.), Honorato da Silva et al. (2004, 2009) e Grego et al. (op. cit.) para estuários de Pernambuco, diferentemente de Paiva et al. (2006) que registraram valores baixos, com o máximo de 4,5, para a baía do Guajará e foz do rio Guamá.

É de conhecimento geral que os rios representam um dos principais elos dos ciclos hidrológico e biogeoquímico globais, atuando como transportadores de água, além de material dissolvido e particulado dos continentes para os oceanos.

A natureza oligotrófica em termos de nutrientes e clorofila-a é uma característica marcante de todo o sistema de dispersão do rio São Francisco, fazendo com que seja difícil quantificar o comportamento desses constituintes ao longo da zona de mistura no estuário (KNOPPERS et al., 2005).

Segundo evidenciado pela análise de componentes principais, todos os nutrientes estiveram diretamente correlacionados entre si, muito bem agrupados, e inversamente correlacionados com os parâmetros físicos, transparência da água, temperatura, salinidade na superfície e na profundidade do desaparecimento do disco de Secchi, oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio e pH.

Knoppers et al. (2005) afirmaram que os nutrientes nitrogenados comportam-se como o principal fator limitante da produtividade primária nas águas do estuário do rio São Francisco, sendo o nitrato o mais importante deles.

Os nutrientes nitrogenados ao contrário do constatado por Honorato da Silva et al. (2004, 2009) no estuário do rio Formoso, apresentaram os maiores valores registrados para o período de estiagem. Para o nitrito foram encontradas baixas concentrações, entretanto, para o nitrato registraram-se altos valores e atipicamente mais elevados ainda em março/2008 durante o período de estiagem.

Honorato da Silva et al. (2004) observaram padrão semelhante para o nitrito justificando os baixos valores registrados pelo fato de que este nutriente tem a capacidade de alta oxidação sendo convertido em nitrato.

Este fato deve-se à descarga de poluentes orgânicos de origem antrópica no estuário do rio São Francisco, como confirmado por Souza et al. (1999) que afirmaram que muitos nutrientes chegam ao estuário oriundos da lixiviação de terras utilizadas para monocultivos agrícolas que requerem intensa fertilização a base de nitrogênio, fósforo e potássio.

Medeiros et al. (2011) constataram ainda que houve uma inversão dos fluxos de nutrientes nitrogenados devido ao incremento de matéria orgânica advinda de empresas voltadas à agricultura no reservatório da usina hidrelétrica de Xingó e/ou à descarga de dejetos domésticos no rio a jusante de Xingó.

Medeiros et al. (op. cit.) estudando as alterações na carga de nutrientes no estuário do rio São Francisco relataram que as concentrações médias dos nutrientes inorgânicos dissolvidos com exceção do silicato indicaram um grau considerável de empobrecimento desses elementos na região fisiográfica baixa do rio.

Como esperado, as concentrações do fosfato dissolvido registrados no estuário do rio São Francisco foram muito baixas. Medeiros et al. (op. cit) constataram condições de empobrecimento de ambas as formas, dissolvida e particulada orgânica deste elemento, confirmando a condição oligotrófica do baixo rio e estuário.

O baixo São Francisco recebe no período de estiagem uma carga de nutrientes à base de fósforo proveniente da agroindústria da cana-de-açúcar, umas das principais atividades econômicas desta área (SOUZA et al., 1999).

Nos últimos 15 anos, a carga de nitrogênio inorgânico dissolvido foi reduzida em 94% e de silicato dissolvido em 31%. O rio São Francisco transformou-se em um sistema oligotrófico com produção primária limitada pelo nitrogênio e produção de nutrientes estando entre os mais baixos entre os rios da costa brasileira. Essas alterações diminuíram o potencial de fertilização das águas costeiras pelo rio e conseqüentemente, da magnitude da produção primária (MEDEIROS et al., 2011).

A determinação do pigmento fotossintético clorofila-*a* tem sido utilizada amplamente na ecologia aquática como um dos mais importantes índices de biomassa do fitoplâncton (PROENÇA, 2002).

Em relação aos valores de clorofila-*a* encontrados por Souza et al. (op. cit.) no estuário do rio São Francisco, que variaram de 10 mg.m<sup>-3</sup> a 1.217 mg.m<sup>-3</sup>, as concentrações registradas neste estudo foram consideradas muito baixas, assim como em comparação com Feitosa et al. (1999), Passavante et al. (2003), Honorato da Silva et al. (2004, 2009) para estuários de Pernambuco, Melo-Magalhães et al. (2008) no complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba e Paiva et al. (2006) na baía do Guajará e foz do rio Guamá.

Este fato é validado por Knoppers et al. (2005) onde afirmaram que a clorofila-*a* como o indicador de biomassa fitoplanctônica no estuário do rio São Francisco exibiu baixas concentrações e que estas não são mantidas apenas pelas baixas concentrações de nutrientes, mas também, em certa medida, pelas condições de turbidez geradas por processos erosionais.

A análise de componentes principais indicou correlação direta deste parâmetro com a salinidade na superfície e na profundidade do desaparecimento do disco de Secchi, com a diatomácea *Aulacoseira granulata* espécie considerada dominante e correlação inversa com *Aulacoseira* sp. e *Pediastrum simplex*.

Neste estudo, em três estações de coleta em julho/2008, durante o período chuvoso, não foi possível detectar nenhuma concentração de clorofila-*a* pelo método utilizado.

A presença de clorofila-*a* detrital (feopigmentos) nas amostras de água doce pode superestimar as concentrações reais de clorofila-*a* ativa. Estes feopigmentos

podem ser originados da vegetação lântica, a qual, em decorrência das variações nas condições hidrodinâmicas locais, pode ser arrancada de seus *habitats* naturais e entrar em decomposição (SASSI, 1987; GOMES, 1989 apud PAIVA et al., 2006). Assim sendo, é difícil afirmar com certeza a real concentração deste parâmetro no ambiente e concomitantemente justificar seu padrão de distribuição com exatidão.

É de conhecimento geral que os organismos fitoplanctônicos constituem a base da cadeia trófica em ambientes aquáticos. Em ambientes estuarinos, a distribuição, composição e densidade do fitoplâncton, suas variações espaciais e sazonais são controlados principalmente pelos parâmetros físicos e químicos como a salinidade, luminosidade e concentração de nutrientes.

De acordo com Smayda (1983), em estuários, a ocorrência e distribuição dos diversos grupos de algas fitoplanctônicas são influenciadas principalmente pela salinidade, sendo as divisões Cyanobacteria, Chlorophyta e Euglenophyta relativamente mais importantes nas estações com menores valores de salinidade, e mais adaptadas a ambientes limnéticos.

Na região estudada foi identificada uma flora bastante diversificada típica de ambientes estuarinos tropicais, composta por um total de 176 táxons distribuídos nas divisões Cyanobacteria, Euglenophyta, Dinoflagellata, Heterokontophyta, Bacillariophyta e Chlorophyta, estando a maior diversidade de táxons associada aos grupos das diatomáceas e clorofíceas com 48,30% e 38,07% de ocorrência, respectivamente.

As diatomáceas constituem o grupo mais representativo em regiões estuarinas e correspondem aos principais produtores primários desses ambientes, na maioria dos casos participando com as maiores porcentagens das microalgas presentes. A abundância desses organismos nestas áreas está relacionada às suas características adaptativas para a eurialinidade (PROCOPIAK et al., 2006; SMAYDA, op. cit.).

Souza et al. (1999) registraram no estuário do rio São Francisco a ocorrência de 59 táxons fitoplanctônicos, com a predominância numérica das diatomáceas no período chuvoso (15) e das clorofíceas para o período de estiagem, com 20 táxons.

Para os estuários de Pernambuco também foi constatado considerável número de táxons com o predomínio das diatomáceas. Feitosa et al. (1999) registraram para o estuário do rio Goiana uma riqueza taxonômica de 119 espécies sendo 75%

compostas por diatomáceas e Honorato da Silva et al. (2009), no estuário do rio Formoso, indentificaram 204 táxons, 153 deles pertencentes à divisão Bacillariophyta.

Da mesma forma Paiva et al. (2006) registraram a participação qualitativa das diatomáceas para a baía do Guajará e foz do rio Guamá, com 56,2% do total de 116 táxons identificados. Melo-Magalhães et al. (2008), ao contrário, registraram predominância das cianobactérias devido à situação eutrófica do complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba.

No estuário de Cananéia em São Paulo, Matta e Flynn (2008) também registraram predomínio das diatomáceas, destacando-se, ao contrário deste estudo, espécies de origem marinha como *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve, *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky, *Leptocylindrus danicus* Cleve e *Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendey. Entre elas, apenas *T. nitzschioides* ocorreu no estuário do rio São Francisco, nos dois períodos sazonais estudados.

Nos estuários existe uma tendência do fitoplâncton ser bastante abundante em quantidade, mas limitado em número de espécies dominantes (RILEY, 1967).

Na área estudada foram dominantes apenas dois táxons, as diatomáceas *Aulacoseira granulata* e *Aulacoseira* sp. A primeira espécie também foi registrada para o estuário do rio São Francisco anteriormente por Eskinazi-Leça (1967/1969) em estudo qualitativo e por Souza et al. (1999). Neste último trabalho, esta espécie também se destacou como dominante e como muito frequente, sendo característica do ambiente em estudo.

Hotzel e Croome (1996) afirmaram que a diatomácea *Aulacoseira granulata* está diretamente relacionada com as condições do fluxo limnético, turbidez e de forma mais intensa com as concentrações de silicato. Esta espécie foi considerada dominante e característica do rio Murray no sudeste da Austrália.

Rochelle-Newall et al. (2011) observaram no estuário do rio Bach Dang no Vietnã além do predomínio das diatomáceas como neste estudo, a ocorrência da diatomácea *Aulacoseira granulata*, como dominante no período chuvoso.

Considerando o registro desta espécie tanto para o estuário do rio São Francisco, como para a Austrália e o Vietnã, como abordado acima, pode-se considerar esse fato como sendo um indicativo da ampla distribuição geográfica

dessa espécie, tendendo ao cosmopolitismo, já que esses três países situam-se em blocos continentais distintos.

Da mesma forma, Train et al. (2000) consideraram esta espécie bem adaptada a ambientes turbulentos e túrbidos, de caráter meroplanctônico e r-estrategista, além de se destacarem também com elevados valores de densidade celular.

Dentre as clorofíceas, o segundo grupo mais representativo do fitoplâncton do estuário do rio São Francisco, destacaram-se *Pediastrum simplex* espécie considerada abundante e muito frequente, *Sphaerocystis schroeteri* como muito frequente e *Eudorina elegans* como frequente, táxons registrados também por Souza et al. (1999), exceto *S. schroeteri*.

Segundo Bicudo e Menezes (2006), o gênero *Pediastrum* que inclui entre 15 e 20 espécies, todas coletadas em várias partes do mundo, pode ser encontrado comumente sempre em bastante abundância. O gênero *Sphaerocystis* possui apenas três espécies documentadas até então, tendo sido coletado em quase todas as partes do mundo, fato que sugere uma distribuição cosmopolita. A espécie *Sphaerocystis schroeteri* parece ser a única documentada para o território brasileiro.

Atualmente são conhecidas oito ou nove espécies de *Eudorina*, as quais são encontradas nas águas doces de quase todo o mundo. A espécie *Eudorina elegans* é uma das mais comuns, também considerada uma das mais cosmopolitas (BICUDO; MENEZES, op. cit.).

O registro da divisão Chlorophyta como sendo o segundo grupo fitoplanctônico mais representativo qualitativamente no estuário do rio São Francisco, foi corroborado por Souza et al. (op. cit.) e para outros estuários por Feitosa et al. (1999) no estuário do rio Goiana e Paiva et al. (2006) na baía do Guajará e foz do rio Guamá.

Segundo Rochelle-Newall et al. (2011), no estuário do rio Bach Dang, no Vietnã, as clorofíceas também ocorreram e se destacaram, principalmente nas estações onde os menores valores de salinidade foram registrados.

A maior parte das espécies fitoplanctônicas identificadas no estuário do rio São Francisco foi de origem dulciaquícola destacando-se as de hábito planctônico, evidenciando maior influência do fluxo limnético.

No complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba, Melo-Magalhães et al. (2008) registraram em maior número as espécies dulciaquícolas e planctônicas,

assim como Leão et al. (2008) para o estuário do rio Igarassu, no estado de Pernambuco.

Diferentemente deste estudo, Paiva et al. (2006) apesar de também terem estudado um estuário de baixa salinidade superficial, considerado o padrão para estuários amazônicos, registrou o predomínio de espécies marinhas. Da mesma forma Honorato da Silva et al. (2009) registrou no estuário do rio Formoso a maior parcela das espécies identificadas como sendo marinhas planctônicas, e a menor parte sendo dulciaquícolas, evidenciando maior influência do fluxo marinho nestes ambientes.

A diversidade biológica tem sido de interesse de ecólogos há bastante tempo, sendo frequentemente considerada como a variedade de formas de vida, que é convencionalmente medida como o número de espécies ou usando medidas que também incorporam proporções relativas das espécies, como a diversidade de Shannon (DESROCHERS; ANAND, 2004).

O número de espécies e a distribuição das células entre as espécies são informações valiosas para caracterizar um sistema biológico e seu estado de evolução ecológica (MARGALEF, 1980).

Para o índice de diversidade específica a maior parte das estações de coleta na área de estudo foi considerada como sendo de alta diversidade com os valores numéricos superando 3 bits.cél<sup>-1</sup>. A equitabilidade foi considerada alta na maioria das estações, significando que os táxons apresentaram distribuição equitativa. Assim sendo, pode-se considerar o estuário do rio São Francisco como um ambiente bastante diverso e sujeito a pouco impacto ambiental.

Os baixos valores de diversidade obtidos nas estações P1 e P2 em janeiro/2009 durante o período de estiagem justifica-se pela prevalência numérica e percentual da diatomácea *Aulacoseira* sp., táxon dominante, que contou com 87,96% e 72,92% de ocorrência, respectivamente.

Já nas estações P1, P2 e P3 em julho/2008, durante o período chuvoso, este fato justifica-se pelo predomínio numérico e percentual da diatomácea *Aulacoseira granulata*, também considerada dominante, com 75,95%, 93,39% e 55,09%, respectivamente.

Varição semelhante foi encontrada por Melo-Magalhães et al. (2008) e Honorato da Silva et al. (2009), todavia os ambientes estuarinos estudados por estes autores foram considerados como sendo de baixa ou de muito baixa diversidade.

É de fundamental importância determinar a densidade celular do fitoplâncton nos ecossistemas aquáticos, pois este fator além de caracterizar numericamente a comunidade, pode ser utilizado no monitoramento como indicativo da situação ecológica a que o ambiente está submetido.

Os resultados encontrados para a densidade celular no estuário do rio São Francisco foram considerados baixos, considerando a natureza oligotrófica da área de estudo. Não houve variação significativa estatisticamente entre as estações de coleta, nem entre os períodos sazonais, o que indica um ambiente homogêneo.

Valores semelhantes de densidade celular foram observados no estuário do rio Igarassu, Pernambuco, por Leão et al. (2008). Por outro lado, Paiva et al., (2006) encontrou valores bastante superiores aos aferidos neste estudo, para a baía do Guajará e foz do rio Guamá, embora não relacionados com as concentrações de nutrientes.

Melo-Magalhães et al. (op. cit.) observaram valores muito elevados para a densidade celular fitoplanctônica no complexo estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba tendo classificado este ambiente como sendo de natureza eutrófica e hipereutrófica altamente impactado, diferentemente do estuário do rio São Francisco, considerado oligotrófico e sofrendo pouco impacto ambiental que altere drasticamente o fitoplâncton, como ficou evidenciado neste estudo pelo índice de diversidade específica e pela classificação proposta por Macêdo e Costa (1978) que usaram como base a taxa de saturação do oxigênio.

Não foi possível comparar o estado ecológico atual da comunidade fitoplanctônica com o período anterior à construção da cascata de barragens para produção de energia elétrica como citado em Knoppers et al. (2005) e Medeiros et al. (2007, 2011) por causa da escassez de publicações sobre o fitoplâncton durante este período. Dessa forma, ainda não é claro como e quão intensamente a construção dessas barragens influenciou e/ou modificou a comunidade fitoplanctônica.

## 7. CONCLUSÕES

Os parâmetros físicos e químicos da água indicaram que o estuário do rio São Francisco é um ambiente que sofre maior influência do fluxo limnético sobre o fluxo marinho.

Os baixos teores dos sais nutrientes dissolvidos na água tornaram possível classificar o estuário como um ambiente oligotrófico.

Os resultados da taxa de saturação do oxigênio, diversidade específica e clorofila-*a* indicaram um ambiente de baixo impacto ambiental de natureza antrópica, sendo considerado equilibrado.

Não houve diferença significativa estatisticamente, para quase todos os parâmetros físicos e químicos da água, tanto para as estações de coleta quanto para o fator sazonalidade, o que indica que o ambiente é estável.

Através da composição taxonômica e riqueza específica do estuário do rio São Francisco foi possível concluir que este ambiente apresenta uma flora fitoplanctônica taxonomicamente variada.

O período chuvoso foi considerado o mais representativo para a composição taxonômica e riqueza específica e o período de estiagem para os parâmetros físicos e químicos.

O predomínio numérico e percentual das diatomáceas e clorofíceas permitiu concluir que esses grupos são os principais responsáveis pela produtividade primária na região.

Os táxons que foram considerados característicos do estuário do rio São Francisco foram as diatomáceas planctônicas *Aulacoseira granulata* e *Aulacoseira* sp., espécies dominantes quanto à abundância relativa e *Aulacoseira ambigua* f. *spiralis*, *Synedra ulna* e a clorofíceia *Pediastrum simplex* com 100% de frequência de ocorrência.

As divisões Cyanobacteria e Bacillariophyta foram as mais representativas quantitativamente em se tratando da densidade celular, caracterizando o ambiente.

O predomínio de espécies dulciaquícolas (75%) confirma a maior influência do fluxo limnético no ambiente de estudo.

## 8. REFERÊNCIAS

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 5: Stigonematales. **Algological Studies**. v. 59, p. 1-73, 1988.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3: Oscillatoriales. **Algological Studies**. v. 50, n. 53, p. 327-472, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002a. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002b. 24 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2005. 13 p.

BIANCHI, F.; ACRI, F.; BERNARDI AUBRY, F.; BERTON, A.; BOLDRIN, A. CAMATTI, E.; CASSIN, D.; COMASCHI, A. Can plankton communities be considered as bio-indicators of water quality in the Lagoon of Venice?. **Marine Pollution Bulletin**, v. 46, p. 964-971, 2003.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**: chave para identificação e descrições. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2006. 502 p.

BOURRELLY, P. **Les algues d'eau douce**: Initiation à la Systématique. Paris: N. Boubée, 1968. 3 v. v. 2: Les Algues Jaunes et brunes Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées.

BOURRELLY, P. **Les algues d'eau douce**: Initiation à la Systématique. Paris: N. Boubée, 1970. 3 v. v. 3: Les Algues bleues et rouges Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonodines.

BOURRELLY, P. **Les algues d'eau douce**: Initiation à la Systématique, Paris: N. Boubée, 1972. 3 v. v. 1: Les Algues Vertes.

BRAGA, E. S.; BONETTI, C. V. D. H.; BURONE, L.; BONETTI, J. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada Santista Estuarine System – Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, n. 2, p. 165-173, 2000.

CAMERON, W. M.; PRITCHARD, D. W. Estuaries. In: HILL, M. N. (Ed.). **The sea. Ideas and observations on progress in the study of the seas**. New York: Interscience, 1963. p. 306-324.

CASTRO, P.; HUBER, M. E. **Marine biology**. 4th ed. [S.l.]: The MacGraw-Hill, 2003. 456 p.

DAME, R.; ALBER, M.; ALLEN, D.; MALLIN, M.; MONTAGUE, C.; LEWITUS, A.; CHALMERS, A.; GARDNER, R.; GILMAN, C.; KJERFVE, B.; PINCKNEY, J.; SMITH, N. Estuaries of the south atlantic coast of north america: Their geographical signatures. **Estuaries**, v. 23, n. 6, p. 793-819, 2000.

DESROCHERS, R. E.; ANAND, M. From traditional diversity indices to taxonomic diversity indices. **International Journal of Ecology and Environmental Sciences**, New Dheli, v. 30, p. 85-92, 2004.

ESKINAZI-LEÇA, E. Shelf off Alagoas and Sergipe (Northeastern Brazil) 3. Diatoms from São Francisco river mouth. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 2, p. 181-192, 1967/1969.

FEITOSA, F. A. N.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O. NEUMANN-LEITÃO, S.; LINS, I. C. Estrutura do fitoplâncton no sistema estuarino do rio Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 27, n. 2, p. 15-25, 1999.

GARDNER, L. R.; KJERFVE, B.; PETRECCA, D. M. Tidal fluxes of dissolved oxygen at the North Inlet-Winyah Bay National Estuarine Research Reserve. **Estuarine, Coastal e Shelf Science**, v. 67, p. 450-460, 2006.

GOMES, N. A. **Composição e variação anual do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco**. Recife, 1989. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, 1989.

GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of seawater analysis**. 2nd ed. New York: Verlag Chemie, 1983. 419 p.

GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; HONORATO DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; NASCIMENTO-FILHO, G. A. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica, Rio Grande**, v. 31, n. 2, p. 183-198, 2009.

GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. 2010. **AlgaeBase**: world-wide electronic publication. Galway: National University of Ireland, 2010. Disponível em: <<http://www.algaebase.org>>. Acesso em: 20 set. 2010.

HOEK, C. Van den; MANN, D. G.; JAHNS, H. M. **Algae: and introduction to phycology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 623 p.

HONORATO DA SILVA, M.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; NASCIMENTO VIREIRA, D. A.; GREGO, C. K. S.; MUNIZ, K. Distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). **Tropical Oceanography**, v. 32, n. 1, p. 89-106, 2004.

HONORATO DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; GREGO, C. K. S.; MUNIZ, K. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário do rio Formoso, PE, Brasil. **Acta botanica brasílica**, v. 23, n. 2, p. 355-368, 2009.

HORECKÀ, M.; KOMÁREK, J. Taxonomic position of three planktonic blue-green algae from the genera *Aphanizomenon* and *Cylindrospermopsis*. **Preslia**, v. 51, p. 289-312, 1979.

HOTZEL, G.; CROOME, R. Population dynamics of *Aulacoseira granulata* (EHR.) SIMONSON (Bacillariophyceae, Centrales), the dominant alga in the Murray River, Australia. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 136, n. 2, p. 191-215, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Centro de Documentação e Disseminação de Informações. **Normas de apresentação tabular**. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993. 62 p.

ITTEKKOT, V.; NAIR, R. R.; HONJO, S.; RAMASWAMY, V.; BARTSCH, M.; MANGANINI, S.; DESAI, B. N. Enhanced particle fluxes in Bay of Bengal induced by injection of fresh water. **Nature**, v. 351, p. 385-387, 1991.

JENNERJAHN, T. C.; ITTEKKOT, V.; CARVALHO, C. E. V. Preliminary data on particle flux off the São Francisco river, eastern Brazil. In: ITTEKKOT, V.; SCHÄFER, P.; HONJO, S.; DEPETRIS, P. J. (Ed.). **Particle flux in the ocean**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1996. p. 215-222.

KARLSON, B.; CUSACK, C.; BRESNAN, E. (Ed.). **Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplanktonic analysis**. (IOC Manuals and Guides, no. 55). Paris: UNESCO, 2010. 110 p.

KNOPPERS, B.; EKAU, W.; FIGUEIREDO, A. G. The coast and shelf of east and northeast Brazil and material transport. **Geo-Mar. Lett.**, v. 19, n. 3, p. 171-178, 1999.

KNOPPERS, B.; MEDEIROS, P. R. P.; SOUZA, W. F. L.; JENNERJAHN, T. The São Francisco estuary, Brazil. In: WANGERSKY, P. (Ed.). **The handbook of environmental chemistry**. v. 5 – Water Pollution: estuaries. Berlin: Springer Verlag, 2005. p. 1-20.

KOMÁREK, J. Sobre las cianofíceas de Cuba: 3 Especies planctónicas que forman florecimientos de las aguas. **Acta Botanica Cubana**, n. 19, 28, p. 1-33, 1984.

KOMÁREK, J. A review of Water-bloom forming. In: **Microcystis**: species, with regard to populations from Japan. Stuttgart, 1991 p. 115-127. (Algological Studies 64).

KOMÁREK, J.; AGNAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2: chroococcales. **Algological studies**, v. 43, p. 157-226, 1986.

KOMÁREK, J.; AGNAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4: Nostocales. **Algological studies**, v. 56, p. 242-345. 1989.

KOMÁREK, J.; KOVACIK, L. Trichome structure for *Aphanizomenon* taxa (Cyanophyceae) from Czechoslovakia, with notes on the taxonomy and delimitation of the genus. **Pl. Syst. Evol.**, v. 164, p. 47-64, 1989.

LANGE, C. B.; HASLE, G. R.; SYVERSTEN, E. E. Seasonal cycle of diatoms in the Skagerrak, North Atlantic, with emphasis on the period 1980-1990. **Sarsia**, v. 77, p. 173-187, 1992.

LEÃO, B. M.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; SANTIAGO, M. F. Ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. **Acta botanica brasileira**, v. 22, n. 3, p. 711-722, 2008.

LOBO, E. A.; LEIGHTON, G. Estrutura de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Rev. Biol. Mar.**, Santiago, v. 22, n. 1, p.143-170, 1986.

MACÊDO, S. J.; COSTA, K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá Pernambuco – Brasil, condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, n. 7, p. 346-368, 1978.

MAFALDA-JÚNIOR, P. O.; OLIVEIRA, O. C.; SOUZA, C. S. Análise de padrões espaciais e sazonais na distribuição e abundância do fitoplâncton, zooplâncton e ictioplâncton na região da foz do Rio São Francisco Dezembro de 2002. In: **Relatório final do Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco Ana/Gef/Pnuma/Oea**. Maceió. 2002.

MARGALEF, R. La Diversidad. In: **Ecologia**. Barcelona: Omega, 1980. p. 359-382.

MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington: Secretaria General de la Organizacion de los Estados Americanos, 1982. 168p. (Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington).

MATTA, M. E. M.; FLYNN, M. N. Estrutura da comunidade fitoplanctônica no gradiente de salinidade do estuário de Cananéia – SP. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 1, n. 1, p. 59-69, 2008.

McCORMICK, P. V.; CAIRNS-JUNIOR, J. Algae as indicators of environmental change. **Journal of Applied Phycology**, v. 6, p. 509-526, 1994.

MEDEIROS, P. R. P. (Coord.) Influência das oscilações das marés na concentração de nutrientes e do plâncton no estuário do rio São Francisco. In: **Programa de Pesquisa e Desenvolvimento P&D para o ciclo 2003/2004. Contrato CTI 92.2005.7480.000**. Maceió. 2006.

MEDEIROS, P. R. P.; KNOPPERS, B. A.; SANTOS JÚNIOR, R. C.; SOUZA, W. F. L. Aporte fluvial e dispersão de matéria particulada em suspensão na zona costeira do rio São Francisco (SE/AL). **Geochimica Brasiliensis**, v. 21, n. 2, p. 212-231, 2007.

MEDEIROS, P. R. P.; KNOPPERS, B. A.; CAVALCANTE, G. H.; SOUZA, W. F. L. Changes in nutrient loads (N, P and Si) in the São Francisco estuary after the construction of dams. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54. n. 2, p. 387-397, 2011.

MELO-MAGALHÃES, E. M.; KOENING, M. L.; MOURA, A. N. Complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas-Brasil: espécies de algas bioindicadoras de impactos ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FICOLOGIA, 11.; SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE ALGAS NOCIVAS, 2006, Itajaí, SC. **Anais...** Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2008, p. 167-185. Organização da Sociedade Brasileira de Ficologia. (Série Livros, 30).

MELO-MAGALHÃES, E. M.; MOURA, A. N.; KOENING, M. L.; LIMA, E. L. R.; MEDEIROS, P. R. P. Biomassa fitoplanctônica do estuário do rio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3., Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: Associação Brasileira de Oceanografia, 2010. 1 CD-ROM.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 414 p.

MOREIRA-FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M.; SOUZA-MOSMANN, R. M.; CUNHA, J. A. Avaliação florística e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Estudos de Biologia**. Curitiba: v. 25, p. 5-48, 1990.

MOREIRA-FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. M. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Alagoas, Brasil. **Biologica brasilica**. v. 6, n. 1/2, p. 87-110, 1994/1995.

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 de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, Pará e Amapá, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife: v. 27, n. 1, p. 55-90, 1999.

MORENO, J. L.; LICEA, S.; SANTOYO, H. **Diatomeas del Golfo de California**. 1. ed. [La Paz]: UABCS, 1996. 273 p.

MORO, R. S.; FÜRSTENBERGER, C. B. **Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não-marinhas**. Ponta Grossa: UEPG, 1997. 282 p.

OLIVEIRA, A. M. Estudo hidrodinâmico-sedimentológico do baixo São Francisco, estuário e zona costeira adjacente (AL/SE). In: **Relatório final do Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco ANA/GEF/PNUMA/OEA**. Maceió. 2003.

OLIVEIRA, A. M.; MEDEIROS, P. R. P.; LIMA, E. L. R.; HERNANDEZ, A. O. Dinâmica da formação da cunha salina no estuário do rio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Associação Brasileira de Oceanografia, 2008. 1 CD-ROM.

PAIVA, R. S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; MELO, N. F. A. C. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 1, n. 2, p. 133-146, 2006.

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N.; MACÊDO, S. J.; ARAGÃO, J. O. R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; LINS, I. C. Produção, biomassa fitoplanctônica, climatologia e hidrologia do estuário do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco. **Boletim Técnico e Científico do CEPENE/IBAMA**, Tamandaré, v. 11, 2003.

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Dinâmica da produtividade fitoplanctônica na zona costeira marinha. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. **Oceanografia: Um cenário tropical**. Recife: Bagaço, 2004. p. 425-439.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. New York: J. Wiley, 1977. 385 p.

PRESCOTT, G. W. **How to know the freshwater algae**. Dubuque: Wm. C. Brown, 1978. 293 p.

PRITCHARD, D. W. Estuarine circulation pattern. **Proceedings of the American Society of Civil Engineers**, n. 81, p. 1-11, 1955.

PROCOPIAK, L. K.; FERNANDES, L. F.; MOREIRA-FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 1-27, 2006.

PROENÇA, L. A. O. Clorofila *a* do fitoplâncton em seis enseadas utilizadas para cultivo de moluscos bivalves no litoral de Santa Catarina. **Notas Técnicas FACIMAR**, v. 6, p. 33-44, 2002.

QUINLAN, E. L.; PHILIPS, E. J. Phytoplankton assemblages across the marine to low-salinity transition zone in a blackwater dominated estuary. **Journal of Plankton Research**, v. 29, n. 5, p. 401-416, 2007.

RILEY, G. A. The plankton of estuaries. In: LAUFF, G. H. (Ed.). **Estuaries**. Washington: American Association for the Advancement of Science, 1967. P. 316-326.

ROCHELLE-NEWALL, E. J.; CHU, V. T.; PRINGAULT, O.; AMOUROUX, D.; ARFI, R.; BETTAREL, Y.; BOUVIER, T.; GOT, P.; NGUYEN, H.; MARI, X.; NAVARRO, P.; DUONG, T. N.; CAO, T. T. T.; PHAM, T. T.; OUIILLON, S.; TORRÉTON, J. P. Phytoplankton diversity and productivity in a highly turbid, tropical coastal system (Bach Dang Estuary, Vietnam). **Biogeosciences Discussions**, v. 8, p. 487-525, 2011.

ROHLF, F. J.; FISHER, D. L. Test for hierarchical structure in random data sets. **Systematic Zool.**, v. 17, p. 407-412, 1968.

ROUND, F. E. The taxonomy of the Chlorophyta II. **British Phycological Journal**, v. 6, n. 2, p. 235-264, 1971.

SANTOS, T. L.; KOENING, M. L.; PASSAVANTE, J. Z. O. Diatomáceas (Bacillariophyceae) ocorrentes no estuário do rio Jaguaribe (Itamaracá, Pernambuco, Brasil). In: Chellappa, N. T.; Chellappa, S.; Passavante, J. Z. O. (Org.). **Ecologia Aquática Tropical**. 1. ed. Natal: SevGraf, 2004, v. 1, p. 105-120.

SASSI, R. **Fitoplâncton da formação recifal da ponta do Seixas (Lat. 7°09'16" S, Long. 34°47'35" W) Estado da Paraíba-Brasil**: composição, ciclo anual e alguns aspectos físico-ecológicos. São Paulo, 1987. 167 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1987.

SCHETTINI, C. A. F. Caracterização física do estuário do rio Itajaí-Açu, SC. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 1, p. 123-142, 2002.

SCHETTINI, C. A. F.; RASGALLA JR.. C.; PEREIRA FILHO, J.; SILVA, M. A. C.; TRUCCOLO, E. C.; RÖRIG, L. R. Variabilidade temporal das características oceanográficas da região de influência fluvial do rio Itajaí-açu. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v.9, n. 2, p. 93-102, 2005.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bulletin of System Tecnology Journal**, v. 27, p. 379-423, 1948.

SILVA-CUNHA, M. G.; ESKINAZI-LEÇA, E. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da Plataforma Continental de Pernambuco**. Recife: SUDENE, 1990. 308 p.

SMAYDA, T. J. The phytoplankton of estuaries. In: KETCHUM, M. H. (Ed.). **Estuaries and Enclosed Seas**. Amsterdam: Elsevier, 1983. P. 65-112.

SOURNIA, A. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Rhaphiddophycées. In:\_\_\_\_\_. **Atlas du phytoplancton marin**. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, 1986, v. 1.

SOUZA, M. R. M. **Impactos no estuário do rio São Francisco e conseqüências socioeconômicas no município de Brejo Grande, Sergipe – Brasil**. 1998. 148 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 1998.

SOUZA, M. R. M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; MONTES, M. J. F.; NEUMANN-LEITÃO, S.; MOURA, M. C. O.; CHAMIXAES-LÓPEZ, C. C. B. Hidrologia e fitoplâncton do sistema estuarino do rio São Francisco, Nordeste do Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 27, n. 1, p. 15-31, 1999.

- SOUZA, R. C. **Área de proteção ambiental de Piaçabuçu – Diagnóstico, avaliação e zoneamento**. Maceió: EDUFAL, 2000. 424 p.
- STRICKLAND, T. D. H.; PARSONS, T. R. A manual of seawater analysis. **Bulletin Fisheries Reserch Board of Canada**, Ottawa, v. 125, p. 1-205, 1972.
- TAIT, R. V.; DIPPER, F. A. **Elements of marine ecology**. 4th ed. Oxford: Butterworth-Heinmann, 1998. 562 p.
- TOMAS, C. R. (Ed.). **Identifying marine phytoplankton**. San Diego: Academic Press, 1997. 858 p.
- TRAIN, S.; OLIVEIRA, M. D.; QUEVEDO, M. T. Dinâmica sazonal da comunidade fitoplanctônica de um canal lateral (Canal Cortado) do Alto Rio Paraná (PR, Brasil). **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 389-395, 2000.
- UNESCO. **Determination of photosynthetic pigments in sea water**: report of SCOR/UNESCO. Paris: 1966. 69 p. (Monography on Oceanography Methodology).
- UNESCO. **International oceanographic tables**. Wormley: v. 2, 1973. 141 p.
- VALLE-LEVINSON, A. Definition and classification of estuaries. In: VALLE-LEVINSON, A. (Ed.). **Contemporary Issues in Estuarine Physics**. New York: Cambridge University Press, 2010. p. 1-11.
- WILSON, J. G. The Role of bioindicators in estuarine managment. **Estuaries**, v. 17, n. 1<sup>a</sup>, p. 94-101, 1994.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. **Ecologia de la zona costera**: análisis de siete tópicos. México: AGT, 1986. 189 p.

## **APÊNDICES**

Apêndice A – Variáveis hidrológicas do estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem.

Estações	Meses	Secchi (m)	Temperatura (°C)	Salinidade	Sal./Secchi	OD (mL.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	OD (%)	pH	Nitrato (μmol.L <sup>-1</sup> N)	Nitrato (μmol.L <sup>-1</sup> N)	Fosfato dissolvido (μmol.L <sup>-1</sup> P)	Clorofila-a (mg.m <sup>-3</sup> )
P1	mar/2008	0,40	28,36	0,17	0,17	4,24	78,03	7,40	2,02	4,32	1,46	1,02
P2	mar/2008	0,40	28,46	0,16	0,16	4,26	78,43	7,30	2,02	28,01	1,28	1,52
P3	mar/2008	0,30	28,48	0,16	0,16	4,36	80,26	7,30	1,61	26,55	1,46	0,50
P4	mar/2008	0,30	28,55	0,18	0,34	4,39	81,01	7,30	1,79	28,16	1,10	1,01
P1	out/2008	1,50	26,10	0,03	0,03	5,55	97,85	7,30	0,13	12,02	0,49	1,53
P2	out/2008	1,50	26,18	0,03	0,03	5,60	98,98	7,61	0,16	10,90	0,43	1,53
P3	out/2008	1,50	26,04	0,03	0,04	5,45	96,01	7,70	0,16	11,27	0,43	2,29
P4	out/2008	1,50	26,21	0,12	15,70	5,39	95,37	7,95	0,21	11,01	0,37	0,41
P1	jan/2009	2,50	29,23	0,03	0,03	7,30	136,20	7,90	0,07	0,50	0,03	0,59
P2	jan/2009	1,50	29,23	0,04	0,04	7,43	138,63	8,01	0,07	0,63	0,08	0,80
P3	jan/2009	1,50	29,09	4,85	8,20	6,97	133,23	8,25	0,05	0,82	0,16	0,70
P4	jan/2009	1,50	28,82	10,63	28,47	6,72	132,01	8,30	0,07	0,36	0,03	0,70
<b>Média</b>		<b>1,20</b>	<b>27,90</b>	<b>1,37</b>	<b>4,45</b>	<b>4,90</b>	<b>103,83</b>	<b>7,69</b>	<b>0,70</b>	<b>11,21</b>	<b>0,61</b>	<b>1,05</b>

Apêndice B – Variáveis hidrológicas do estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso.

Estações	Meses	Secchi (m)	Temperatura (°C)	Salinidade	Sal./Secchi	OD (mL.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	OD (%)	pH	Nitrito (μmol.L <sup>-1</sup> N)	Nitrato (μmol.L <sup>-1</sup> N)	Fosfato dissolvido (μmol.L <sup>-1</sup> P)	Clorofila-a (mg.m <sup>-3</sup> )
P1	jul/2008	1,30	25,78	0,08	0,08	5,35	93,86	7,83	0,34	1,48	0,37	0,00
P2	jul/2008	1,00	26,16	0,09	0,09	5,41	95,51	7,82	0,31	1,25	0,25	0,00
P3	jul/2008	1,00	26,19	0,16	7,63	5,11	90,40	7,71	0,31	1,14	0,25	0,00
P4	jul/2008	1,00	26,04	4,00	21,09	5,19	93,52	7,92	0,28	1,16	0,19	28,04
P1	abr/2009	1,40	29,15	0,04	0,04	4,89	91,20	7,30	0,38	8,84	0,37	1,50
P2	abr/2009	1,40	29,22	0,04	0,04	4,90	91,45	7,30	0,35	10,50	0,37	1,07
P3	abr/2009	1,20	29,32	0,05	0,05	4,84	90,43	7,30	0,38	8,06	0,37	2,20
P4	abr/2009	1,20	29,38	0,04	0,05	5,11	95,63	7,30	0,38	8,52	0,48	2,50
P1	jul/2009	1,30	26,84	0,07	0,07	5,32	95,19	7,90	0,44	10,18	0,95	3,00
P2	jul/2009	1,00	26,89	0,07	0,07	5,39	96,53	7,80	0,70	9,21	0,83	2,50
P3	jul/2009	1,00	26,89	0,08	0,13	5,32	95,28	7,80	0,29	10,62	1,19	2,50
P4	jul/2009	1,00	26,76	0,08	0,08	5,25	93,80	8,00	0,29	11,74	0,77	2,51
<b>Média</b>		<b>1,15</b>	<b>27,39</b>	<b>0,40</b>	<b>2,45</b>	<b>5,17</b>	<b>93,57</b>	<b>7,67</b>	<b>0,37</b>	<b>6,89</b>	<b>0,53</b>	<b>3,82</b>

Apêndice C – Distribuição dos táxons fitoplanctônicos identificados nos dois períodos estudados no estuário do rio São Francisco.

Táxons	Período de Estiagem			Período Chuvoso		
	março/2008	outubro/2008	janeiro/2009	julho/2008	abril/2009	julho/2009
Cyanobacteria	4	11	5	7	10	11
Euglenophyta	1	0	0	0	1	4
Dinoflagellata	0	0	0	2	0	1
Heterokontophyta	0	0	1	1	0	0
Bacillariophyta	34	38	34	47	38	51
Chlorophyta	14	32	34	26	32	45
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>81</b>	<b>74</b>	<b>83</b>	<b>81</b>	<b>112</b>

Apêndice D – Variação espacial da riqueza taxonômica nas estações de coleta no estuário do rio São Francisco.

Táxons	Período de Estiagem												Período Chuvoso											
	março/2008				outubro/2008				janeiro/2009				julho/2008				abril/2009				julho/2009			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Cyanobacteria	1	2	4	2	10	8	8	8	3	4	0	3	5	4	3	4	0	6	3	7	4	9	7	8
Euglenophyta	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	3	3	1
Dinoflagellata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	1	1
Heterokontophyta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyta	21	21	26	18	24	27	22	25	13	20	23	15	13	17	28	39	15	14	22	34	35	34	34	31
Chlorophyta	8	5	7	8	18	23	23	17	22	21	8	13	11	14	16	9	2	18	13	23	30	36	36	27
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>37</b>	<b>28</b>	<b>52</b>	<b>58</b>	<b>53</b>	<b>50</b>	<b>38</b>	<b>45</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>55</b>	<b>17</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	<b>64</b>	<b>72</b>	<b>83</b>	<b>81</b>	<b>68</b>

Apêndice E – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em março/2008. P = Presente.

Táxons/Estações	P1	P2	P3	P4
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Chroococcus limneticus</i>		3,85	2,27	13,64
<i>Lyngbya birgei</i>			P	
<i>Oscillatoria sancta</i>			P	
<i>Planktothrix</i> sp.	5,88	15,38	4,55	36,36
<b>EUGLENOPHYTA</b>				
<i>Phacus acuminatus</i>		3,85		
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>normanii</i>	5,88			P
<i>Amphipleura lindheimerii</i>		3,85		
<i>Aulacoseira ambigua</i>		P		
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	11,76	19,23	29,55	9,09
<i>Aulacoseira granulata</i>	17,65	15,38	18,18	9,09
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	P	7,69	4,55	18,18
<i>Campylodiscus clypeus</i>			P	
<i>Coscinodiscus centralis</i>			P	P
<i>Cosmioneis delawarensis</i>	P	P	P	P
<i>Cyclotella meneghiniana</i>			2,27	
<i>Cymbella ehrenbergii</i>	P		P	
<i>Entomoneis alata</i>	5,88	3,85	4,55	P
<i>Epithemia</i> sp.	P	P	P	P
<i>Eunotia didyma</i> var. <i>tuberosa</i>			P	
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i>	P	P	P	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	P	3,85	2,27	P
<i>Fragilaria gouldarii</i>		P	2,27	P
<i>Frustulia rhomboides</i>	5,88			
<i>Gomphonema affine</i>			P	
<i>Nitzschia obtusa</i>	5,88			P
<i>Nitzschia sigma</i>	P			
<i>Nitzschia</i> sp.			P	
<i>Pinnularia viridis</i>			P	P
<i>Pleurosira laevis</i>	17,65	3,85	4,55	P
<i>Rhopalodia gibberula</i>		P	P	
<i>Surirella capronii</i>	5,88	P	P	P
<i>Surirella guatemalensis</i>	P	P	P	
<i>Surirella linearis</i>	P	P	P	P
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i>	5,88	7,69	6,82	P
<i>Surirella minuta</i>		P	P	
<i>Synedra ulna</i>	P	11,54	11,36	4,55
<i>Terpsinoë musica</i>	P	P	P	
<i>Tropidoneis seriata</i>	P			P
<i>Tryblionella granulata</i>		P		

Apêndice E – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em março/2008. P = Presente.

<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Coelastrum microporum</i>				P
<i>Coelastrum reticulatum</i>		P	P	
<i>Desmidium baileyi</i>	5,88		2,27	P
<i>Pandorina morum</i>	P			P
<i>Pediastrum boryanum</i>			2,27	P
<i>Pediastrum duplex</i>	P		P	
<i>Pediastrum simplex</i>	P	P	P	4,55
<i>Scenedesmus obliquus</i>	P			
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	P	P		4,55
<i>Staurastrum leptocanthum</i>		P		
<i>Staurastrum leptocladum</i>	P			
<i>Staurastrum rotula</i>	5,88	P	2,27	P
<i>Staurastrum setigerum</i>			P	
<i>Stauroidesmus validus</i>				P
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Apêndice F – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em outubro/2008. P = Presente.

<b>Táxons/Estações</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Anabaena circinalis</i>	1,59	0,37	1,42	1,36
<i>Aphanizomenon</i> sp.	1,19	P	P	P
<i>Chroococcus limneticus</i>	1,59	2,23	2,36	0,68
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	2,55	10,41	8,27	6,78
<i>Lyngbya</i> sp.	P			
<i>Microcystis aeruginosa</i>	P	0,37		P
<i>Microcystis wesenbergii</i>	0,80	0,37	P	P
<i>Oscillatoria sancta</i>	0,40	P	P	P
<i>Phormidium limosum</i>	0,40		P	
<i>Phormidium</i> sp.	0,40			
<i>Planktothrix</i> sp.		0,37	1,42	1,02
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Achnanthes brevipes</i>			P	
<i>Achnanthes inflata</i>				P
<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>normanii</i>	P	P		P
<i>Actinoptychus splendens</i>		P		P
<i>Amphipleura lindheimerii</i>	P			
<i>Aulacodiscus margaritaceus</i>				P
<i>Aulacoseira agassizii</i>				P
<i>Aulacoseira ambigua</i>		P		

Apêndice F – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em outubro/2008. P = Presente.

<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	21,88	28,62	27,19	25,42
<i>Aulacoseira granulata</i>	11,93	9,29	9,22	15,59
<i>Aulacoseira islandica</i>	0,40	P	2,36	1,02
<i>Aulacoseira</i> sp.	14,32	9,67	11,35	17,63
<i>Caloneis permagna</i>			P	
<i>Campylodiscus clypeus</i>	P			
<i>Coscinodiscus centralis</i>			P	
<i>Cosmioneis delawarensis</i>	P	P	P	P
<i>Craticula cuspidata</i>		P		
<i>Ctenophora pulchella</i>		P		P
<i>Cymbella affinis</i>	P	0,37	P	P
<i>Cymbella ehrenbergii</i>	0,40		P	P
<i>Epithemia</i> sp.	0,40	P	P	
<i>Eunotia didyma</i> var. <i>media</i>		P		
<i>Eunotia</i> sp.	P	P		
<i>Fragilaria crotonensis</i>	1,19	1,12	0,24	
<i>Fragilaria goulardii</i>	P	0,37	0,71	0,68
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i>			P	0,34
<i>Gomphonema laticollum</i>	P	0,37	0,24	
<i>Hydrosera whampoensis</i>	P	P		
<i>Nitzschia circumscuta</i>				P
<i>Pleurosira laevis</i>	0,40	0,37		0,34
<i>Surirella biseriata</i> var. <i>bifrons</i>	P	P	P	P
<i>Surirella capronii</i>	P	P	P	P
<i>Surirella guatimalensis</i>	P	P		P
<i>Surirella linearis</i>	P	P	0,24	P
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i>	P	P	P	P
<i>Surirella minuta</i>		P	P	P
<i>Synedra ulna</i>	1,59	0,74	1,42	1,02
<i>Terpsinoë musica</i>	P	P	P	P
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Actinastrum hantzschii</i>			P	0,34
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			0,24	
<i>Closterium ehrenbergii</i>		0,37		
<i>Closterium gracile</i>		0,74		
<i>Closterium setaceum</i>		0,37	P	
<i>Coelastrum microporum</i>	1,99	1,12	0,95	0,68
<i>Coelastrum pulchrum</i>	0,40	P		
<i>Coelastrum reticulatum</i>	9,15	5,58	4,96	8,81
<i>Cosmarium margaritatum</i>	P			
<i>Cosmarium quadrum</i>		P		0,34
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	1,19	0,74	0,24	P
<i>Euastrum</i> sp.1		P		

Apêndice F – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em outubro/2008. P = Presente.

<i>Eudorina elegans</i>	1,59	1,49	0,95	0,68
<i>Gonatozygon kinahanii</i>			P	
<i>Hyalotheca dissiliens</i>				P
<i>Kirchneriella lunaris</i>	0,40	P	0,24	0,34
<i>Micractinium quadrisetum</i>	0,80	2,60	5,91	1,02
<i>Mougeotia</i> sp.1	1,19	0,74	0,47	0,68
<i>Nephrocytium</i> sp.			0,47	
<i>Oedogonium</i> sp.	0,40	0,37		
<i>Oocystis</i> sp.	1,59	P	0,95	0,68
<i>Pediastrum boryanum</i>	5,17	4,46	4,96	4,75
<i>Pediastrum duplex</i>	4,38	4,46	2,60	2,03
<i>Pediastrum simplex</i>	3,98	2,60	3,78	3,05
<i>Scenedesmus obliquus</i>		P	P	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	0,40		0,24	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	5,57	7,81	4,73	3,73
<i>Spirogyra</i> sp.1			P	
<i>Staurastrum furcatum</i>		P		
<i>Staurastrum gracile</i>		0,37	0,24	
<i>Staurastrum leptocladum</i>	P	1,12	1,18	0,68
<i>Staurastrum muticum</i>	0,40		0,47	0,34
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Apêndice G – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em janeiro/2009. P = Presente.

Táxons/Estações	P1	P2	P3	P4
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Chroococcus limneticus</i>	P	0,49		P
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>		P		3,03
<i>Microcystis wesenbergii</i>		P		
<i>Oscillatoria sancta</i>	P	P		
<i>Phormidium</i> sp.	P			P
<b>HETEROKONTOPHYTA</b>				
<i>Dictyocha fibula</i>				P
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>normanii</i>			P	
<i>Amphora</i> sp.		P	P	
<i>Aulacodiscus margaritaceus</i>		P	2,86	P
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	1,55	0,65	2,86	3,03
<i>Aulacoseira granulata</i>		1,31	11,43	3,03
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>		P		
<i>Aulacoseira</i> sp.	87,96	72,92	25,71	24,24

Apêndice G – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em janeiro/2009. P = Presente.

<i>Biddulphia biddulphiana</i>			P	
<i>Biddulphia tridens</i>				P
<i>Campyloneis grevillei</i>			P	
<i>Ceratulus turgidus</i>				P
<i>Cocconeis scutellum</i>		P		
<i>Coscinodiscus centralis</i>				P
<i>Cosmioneis delawarensis</i>	P	P	P	
<i>Ctenophora pulchella</i>		P	P	
<i>Cymbella affinis</i>		P	P	P
<i>Cymbella ehrenbergii</i>	P	P		P
<i>Epithemia</i> sp.	P	P	P	P
<i>Fragilaria crotonensis</i>			P	P
<i>Fragilaria goulardii</i>	P		P	
<i>Nitzschia obtusa</i>			P	
<i>Paralia sulcata</i>			P	
<i>Planothidium heteromorphum</i>	P			
<i>Pleurosira laevis</i>	P	P	P	
<i>Rhopalodia gibba</i>			P	
<i>Rhopalodia gibberula</i>	P			
<i>Surirella biseriata</i> var. <i>bifrons</i>	P	P		
<i>Surirella capronii</i>		P	P	
<i>Surirella linearis</i>		P		P
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i>	0,19	0,33	P	P
<i>Surirella minuta</i>		P	P	
<i>Synedra ulna</i>	0,19	0,16	2,86	6,06
<i>Terpsinoë musica</i>	P	P	P	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>				P
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Closterium setaceum</i>		P		
<i>Coelastrum microporum</i>		P		
<i>Coelastrum reticulatum</i>	1,75	2,77	2,86	3,03
<i>Cosmarium margaritatum</i>			2,86	
<i>Cosmarium quadrum</i>		0,16		
<i>Desmidium baileyi</i>	P			
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		0,16		
<i>Eudorina elegans</i>	0,19	P		
<i>Eutetramorus fotii</i>		0,98		
<i>Gonatozygon kinahanii</i>			P	
<i>Gonatozygon pilosum</i>	0,19	1,14		3,03
<i>Micrasterias truncata</i>	P			
<i>Mougeotia</i> sp.1		0,33		6,06
<i>Mougeotia</i> sp.2	1,55	2,61	2,86	P
<i>Nephrocytium aghardianum</i>		0,16		

Apêndice G – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em janeiro/2009. P = Presente.

<i>Oedogonium</i> sp.	P			
<i>Oocystis</i> sp.	0,58	0,82		3,03
<i>Pandorina morum</i>	P			
<i>Pediastrum biwae</i>				3,03
<i>Pediastrum boryanum</i>	0,58	2,12	14,29	P
<i>Pediastrum duplex</i>	0,78	P		9,09
<i>Pediastrum simplex</i>	2,52	6,53	28,57	24,24
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	P			
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	1,36	5,71	P	3,03
<i>Sphaerosozma laeve</i>	0,19			
<i>Spirogyra</i> sp.1	0,19	0,16		3,03
<i>Staurastrum dorsidentiferum</i>		P	P	
<i>Staurastrum leptocladum</i>	P	0,49		P
<i>Staurastrum muticum</i>	P			
<i>Staurastrum rotula</i>	0,19	P		3,03
<i>Staurastrum setigerum</i>	P			
<i>Staurastrum</i> sp.	P			
<i>Staurodesmus convergens</i>		P		
<i>Volvox</i> sp.	P			
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Apêndice H – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2008. P = Presente.

Táxons/Estações	P1	P2	P3	P4
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Anabaena circinalis</i>	0,60	1,44		2,11
<i>Aphanizomenon</i> sp.	P	0,57		0,35
<i>Chroococcus limneticus</i>			P	P
<i>Microcystis aeruginosa</i>			P	
<i>Microcystis wesenbergii</i>	P			
<i>Oscillatoria sancta</i>	P	P	P	
<i>Planktothrix</i> sp.	P	P		P
<b>DINOFLAGELLATA</b>				
<i>Dinophysis caudata</i>				P
<i>Peridinium</i> sp.				P
<b>HETEROKONTOPHYTA</b>				
<i>Dictyocha fibula</i>				P
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>normanii</i>			0,12	P
<i>Actinoptychus splendens</i>				P
<i>Amphipleura lindheimerii</i>	P		P	

Apêndice H – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2008. P = Presente.

<i>Asterionellopsis glacialis</i>				0,12
<i>Aulacodiscus margaritaceus</i>			P	
<i>Aulacoseira agassizii</i>		P	0,12	0,12
<i>Aulacoseira ambigua</i>			5,44	8,78
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	3,62	1,44	6,02	7,49
<i>Aulacoseira granulata</i>	75,65	93,39	55,09	50,00
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>			4,28	11,24
<i>Aulacoseira islandica</i>	18,31	2,01	27,08	17,92
<i>Bacillaria paxillifera</i>		0,29		0,12
<i>Campylodiscus clypeus</i>		P		
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>acuta</i>		P		
<i>Coscinodiscus centralis</i>			P	0,23
<i>Cosmioneis delawarensis</i>	P		P	
<i>Ctenophora pulchella</i>		P		
<i>Cyclotella stlorum</i>				P
<i>Cymbella ehrenbergii</i>	P		P	
<i>Epithemia</i> sp.		P	0,23	0,12
<i>Eunotia didyma</i> var. <i>tuberosa</i>			P	
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i>		P		
<i>Fragilaria crotonensis</i>			P	P
<i>Fragilaria goulardii</i>	P			P
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i>			P	
<i>Gomphonema laticollum</i>				P
<i>Hantzschia amphioxys</i>			P	P
<i>Hydrosera whampoensis</i>				P
<i>Nitzschia obtusa</i>				P
<i>Nitzschia</i> sp.		P		
<i>Odontella longicruris</i>				P
<i>Parlibellus cruciculus</i>			P	
<i>Pinnularia viridis</i>	P			
<i>Pleurosira laevis</i>	1,01	P	P	P
<i>Rhopalodia gibberula</i>			P	
<i>Surirella biseriata</i> var. <i>bifrons</i>			P	P
<i>Surirella capronii</i>	P	P	P	
<i>Surirella guatemalensis</i>		P		P
<i>Surirella linearis</i>		P	P	P
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i>			P	
<i>Surirella minuta</i>		P	P	P
<i>Synedra ulna</i>	0,20	P	0,35	0,12
<i>Terpsinoë musica</i>	P		P	P
<i>Thalassionema nitzschioides</i>			P	0,82
<i>Thalassionema</i> sp.				P

Apêndice H – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2008. P = Presente.

<i>Thalassiosira eccentrica</i>				P
<i>Tryblionella granulata</i>	P			
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Closterium gracile</i>		P		
<i>Closterium kuetsingii</i>	P			
<i>Coelastrum microporum</i>	P	P	0,12	
<i>Coelastrum pulchrum</i>				P
<i>Coelastrum reticulatum</i>	P	0,29	P	
<i>Cosmarium margaritatum</i>	0,20		P	
<i>Cosmarium moniliforme</i>			P	
<i>Desmidium aptogonum</i>		P		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		P		P
<i>Eudorina elegans</i>	0,20		0,46	0,12
<i>Mougeotia</i> sp.1	P	P		P
<i>Oedogonium</i> sp.	P			
<i>Oocystis</i> sp.		P		
<i>Pandorina morum</i>			P	
<i>Pediastrum boryanum</i>		P	P	P
<i>Pediastrum duplex</i>		P	P	
<i>Pediastrum simplex</i>	0,20	0,29	0,35	0,23
<i>Scenedesmus obliquus</i>			P	P
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	P	P	0,12	P
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	P	P	0,12	
<i>Staurastrum gracile</i>		0,29		
<i>Staurastrum leptocladum</i>	P	P	P	
<i>Staurastrum rotula</i>				0,12
<i>Stauroidesmus convergens</i>			0,12	
<i>Stauroidesmus validus</i>			P	
<i>Volvox</i> sp.			P	
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Apêndice I – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em abril/2009. P = Presente.

Táxons/Estações	P1	P2	P3	P4
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Anabaena circinalis</i>				0,33
<i>Chroococcus limneticus</i>		0,56	P	0,83
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>		P	0,68	0,17
<i>Lyngbya birgei</i>		P	P	P
<i>Merismopedia convoluta</i>				0,17
<i>Microcystis wesenbergii</i>		0,56		

Apêndice I – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em abril/2009. P = Presente.

<i>Oscillatoria sancta</i>		P		
<i>Oscillatoria</i> sp.				P
<i>Phormidium</i> sp.		P		
<i>Planktothrix</i> sp.				P
<b>EUGLENOPHYTA</b>				
<i>Euglena acus</i>		P		
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>normanii</i>				0,17
<i>Amphipleura lindheimerii</i>		P	0,34	P
<i>Aulacodiscus margaritaceus</i>				P
<i>Aulacoseira agassizii</i>			2,39	2,15
<i>Aulacoseira ambigua</i>	16,30	22,47	4,44	1,82
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	45,65	27,53	25,26	15,37
<i>Aulacoseira granulata</i>	1,09	0,56	23,89	24,30
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	2,17		1,71	1,16
<i>Aulacoseira islandica</i>	28,26	21,35	18,77	29,42
<i>Cocconeis</i> sp.			P	
<i>Cosmioneis delawarensis</i>		P		P
<i>Ctenophora pulchella</i>			0,34	0,17
<i>Cyclotella meneghiniana</i>			P	
<i>Cymbella affinis</i>				P
<i>Cymbella ehrenbergii</i>	P		P	
<i>Cymbopleura subapiculata</i>			P	
<i>Epithemia</i> sp.	P	P	P	0,33
<i>Eunotia bilunaris</i>				P
<i>Eunotia</i> sp.				0,17
<i>Fragilaria crotonensis</i>				0,17
<i>Fragilaria gouldarii</i>	P	1,69	3,07	0,99
<i>Frickea lewisiana</i>				P
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i>				P
<i>Gomphonema laticollum</i>	P		P	P
<i>Hydrosera whampoensis</i>				P
<i>Pleurosigma/Gyrosigma</i> sp.				0,17
<i>Pleurosira laevis</i>	P	P	1,02	P
<i>Rhopalodia gibba</i>				P
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>				P
<i>Surirella biseriata</i> var. <i>bifrons</i>	P			P
<i>Surirella capronii</i>	P	P	P	0,33
<i>Surirella guatemalensis</i>	P			P
<i>Surirella linearis</i>		P	0,34	0,17
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i>	P	0,56	0,34	0,66
<i>Surirella minuta</i>				P

Apêndice I – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em abril/2009. P = Presente.

<i>Surirella robusta</i>			P	0,17
<i>Synedra ulna</i>	5,43	P	1,02	0,33
<i>Terpsinoë musica</i>		P	P	P
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Actinastrum hantzschii</i>				P
<i>Closterium gracile</i>			P	P
<i>Closterium kuetsingii</i>				0,17
<i>Closterium moniliferum</i>				P
<i>Coelastrum microporum</i>	0,56			
<i>Coelastrum reticulatum</i>	0,56	P		0,50
<i>Cosmarium margaritatum</i>			P	P
<i>Cosmarium quadrum</i>	0,56	P		
<i>Desmidium baileyi</i>				0,17
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		P		
<i>Euastrum spinulosum</i>				P
<i>Eudorina elegans</i>	6,18		2,39	5,79
<i>Eutetramorus fotii</i>			0,34	
<i>Hyalotheca</i> sp.				P
<i>Micrasterias mahabuleschwarensis</i>		P		
<i>Oedogonium</i> sp.		P		
<i>Oocystis</i> sp.		P		P
<i>Pandorina morum</i>				P
<i>Pediastrum biwae</i>			0,34	P
<i>Pediastrum boryanum</i>		1,12	P	1,82
<i>Pediastrum duplex</i>		4,49	3,41	2,81
<i>Pediastrum simplex</i>	1,09	6,18	5,80	5,79
<i>Scenedesmus obliquus</i>				P
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		P		0,33
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	P	5,06	3,07	2,98
<i>Spirogyra</i> sp.1		P		
<i>Staurastrum dorsidentiferum</i>		P		
<i>Staurastrum gracile</i>				P
<i>Staurastrum leptocladum</i>		P	1,02	P
<i>Staurastrum rotula</i>		P		0,17
<i>Stauroidesmus convergens</i>			P	P
<i>Volvox</i> sp.		P		
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Apêndice J – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2009. P = Presente.

Táxons/Estações	P1	P2	P3	P4
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Anabaena circinalis</i>	1,58	1,31	1,41	2,14
<i>Aphanizomenon</i> sp.	0,35	P	0,38	2,64
<i>Chroococcus limneticus</i>	0,18	0,75	0,51	0,75
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	0,35	0,75		0,13
<i>Lyngbya birgei</i>		P	P	P
<i>Microcystis aeruginosa</i>				P
<i>Microcystis wesenbergii</i>		0,19		
<i>Oscillatoria sancta</i>		0,19	0,13	0,13
<i>Oscillatoria</i> sp.		0,19	P	P
<i>Phormidium</i> sp.		P		
<i>Planktothrix</i> sp.			P	
<b>EUGLENOPHYTA</b>				
<i>Euglena</i> sp.		P	0,13	
<i>Lepocinclis spirogyroides</i>			P	
<i>Phacus longicauda</i>	P	0,19	0,26	P
<i>Trachelomonas</i> sp.	P			
<b>DINOFLAGELLATA</b>				
<i>Peridinium</i> sp.	0,53	0,56	0,13	0,38
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>normanii</i>	P			P
<i>Actinoptychus splendens</i>	P		P	P
<i>Amphipleura lindheimerii</i>		0,19	0,13	
<i>Asterionellopsis glacialis</i>			P	0,50
<i>Aulacoseira agassizii</i>	0,35	0,37	0,51	1,64
<i>Aulacoseira ambigua</i>	7,39	5,79	3,46	5,03
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	16,55	24,49	20,13	21,76
<i>Aulacoseira granulata</i>	28,17	23,93	26,79	24,15
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	8,98	9,91	7,69	8,43
<i>Aulacoseira islandica</i>	9,51	8,22	8,21	10,44
<i>Aulacoseira</i> sp.	P	P	P	P
<i>Chaetoceros curvisetus</i>			P	
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>				P
<i>Chaetoceros</i> sp.			P	
<i>Cocconeis</i> sp.	P	P	P	
<i>Coscinodiscus centralis</i>	P		P	
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>			P	
<i>Cosmioneis delawarensis</i>	P	0,19		
<i>Ctenophora pulchella</i>	P		P	P

Apêndice J – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2009. P = Presente.

<i>Cyclotella meneghiniana</i>	P	P	0,26	P
<i>Cymbella ehrenbergii</i>				P
<i>Cymbopleura subapiculata</i>	P			
<i>Entomoneis alata</i>	0,18			P
<i>Epithemia</i> sp.	P	P	P	P
<i>Eunotia bilunaris</i>				P
<i>Eunotia didyma</i> var. <i>media</i>		P	P	
<i>Eunotia</i> sp.	P	P	0,13	P
<i>Fragilaria crotonensis</i>	1,58	2,24	0,64	2,01
<i>Fragilaria gouldarii</i>	0,35	0,37	0,26	0,13
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i>	P	P		
<i>Gomphonema gracile</i>	P	P	P	P
<i>Gomphonema laticollum</i>			P	
<i>Gyrosigma balticum</i>		P		
<i>Hydrosera whampoensis</i>				P
<i>Nitzschia</i> sp.		P		
<i>Pinnularia viridis</i>			P	
<i>Pleurosigma/Gyrosigma</i> sp.	P			P
<i>Pleurosira laevis</i>	1,06	1,68	2,44	0,88
<i>Rhopalodia gibberula</i>	P			
<i>Rhopalodia musculus</i>	P	P		
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>				P
<i>Surirella biseriata</i> var. <i>bifrons</i>	P		0,13	
<i>Surirella capronii</i>	P	0,19	P	
<i>Surirella guatemalensis</i>	P	0,19	P	P
<i>Surirella linearis</i>	0,35	P	0,26	P
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i>	P	P	0,13	P
<i>Surirella robusta</i>	0,18	0,75	0,26	0,13
<i>Synedra ulna</i>	0,18	0,37	0,26	0,25
<i>Terpsinoë musica</i>	P	P	P	P
<i>Tropidoneis seriata</i>	P			
<i>Tryblionella granulata</i>		P		P
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Actinastrum hantzschii</i>	0,18	P	0,13	P
<i>Closterium closteroides</i>		P		
<i>Closterium ehrenbergii</i>		0,19		
<i>Closterium gracile</i>	P	0,19	P	0,25
<i>Closterium kuetzingii</i>	P	0,37	P	
<i>Closterium moniliferum</i>		P	P	P
<i>Closterium setaceum</i>	0,18		0,13	0,13
<i>Coelastrum microporum</i>	P			P
<i>Coelastrum reticulatum</i>	0,88	0,56	0,51	0,38

Apêndice J – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2009. P = Presente.

<i>Cosmarium margaritatum</i>	P	P	0,13	P
<i>Cosmarium moniliforme</i>	0,18	P		
<i>Cosmarium</i> sp.			0,26	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0,70	0,37	1,03	0,75
<i>Euastrum</i> sp.2				0,13
<i>Eudorina elegans</i>	0,88	1,31	0,64	0,88
<i>Eutetramorus fotii</i>	P	0,19	0,26	0,25
<i>Golenkinia radiata</i>			P	
<i>Gonatozygon pilosum</i>			0,13	
<i>Hyalotheca</i> sp.	7,22	0,37	3,33	P
<i>Kirchneriella lunaris</i>	P	0,19		
<i>Micractinium pusillum</i>		P	P	
<i>Micractinium quadrisetum</i>	P	P	P	P
<i>Micrasterias</i> sp.		P		
<i>Monoraphidium komarkovae</i>		P	P	
<i>Mougeotia</i> sp.1	1,06	0,37	0,77	P
<i>Oocystis</i> sp.	P	0,19	P	P
<i>Pandorina morum</i>	P	0,37		
<i>Pediastrum biwae</i>		0,19	0,51	P
<i>Pediastrum boryanum</i>	0,18	1,31	0,51	0,25
<i>Pediastrum duplex</i>	1,58	2,06	0,64	2,64
<i>Pediastrum simplex</i>	3,52	0,56	5,64	4,53
<i>Scenedesmus obliquus</i>	P	P	P	0,25
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	P	0,19	P	P
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	3,35	5,23	7,95	5,91
<i>Spirogyra</i> sp.1				P
<i>Spirogyra</i> sp.2	0,18	0,37	0,13	0,13
<i>Staurastrum gracile</i>	P	0,19	P	
<i>Staurastrum leptocanthum</i>		P	P	
<i>Staurastrum leptocladum</i>	1,94	2,06	2,31	2,01
<i>Staurastrum nudibranchiatum</i>	0,18		0,26	P
<i>Staurastrum rotula</i>		P	P	
<i>Staurastrum</i> sp.	P		P	P
<i>Stauroidesmus convergens</i>			P	
<i>Stauroidesmus validus</i>	P	0,19	P	
<i>Volvox</i> sp.	P	P	0,13	
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Apêndice K – Frequência de ocorrência dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo.

Táxons	Frequência (%)	Categoria
<b>CYANOBACTERIA</b>		
<i>Anabaena circinalis</i>	50	F
<i>Aphanizomenon</i> sp.	45,83	F
<i>Chroococcus limneticus</i>	79,17	MF
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	50	F
<i>Lyngbya birgei</i>	29,17	PF
<i>Lyngbya</i> sp.	4,17	E
<i>Merismopedia convoluta</i>	4,17	E
<i>Merismopedia glauca</i>	4,17	E
<i>Microcystis aeruginosa</i>	20,83	PF
<i>Microcystis wesenbergii</i>	33,33	PF
<i>Oscillatoria sancta</i>	58,33	F
<i>Oscillatoria</i> sp.	16,67	PF
<i>Phormidium limosum</i>	8,33	E
<i>Phormidium</i> sp.	20,83	PF
<i>Planktothrix</i> sp.	50	F
<b>EUGLENOPHYTA</b>		
<i>Euglena acus</i>	4,17	E
<i>Euglena</i> sp.	8,33	E
<i>Lepocinclis spirogyroides</i>	4,17	E
<i>Phacus acuminatus</i>	4,17	E
<i>Phacus longicauda</i>	16,67	PF
<i>Trachelomonas</i> sp.	4,17	E
<b>DINOFLAGELLATA</b>		
<i>Dinophysis caudata</i>	4,17	E
<i>Peridinium</i> sp.	20,83	PF
<b>HETEROKONTOPHYTA</b>		
<i>Dictyocha fibula</i>	8,33	E
<b>BACILLARIOPHYTA</b>		
<i>Achnanthes brevipes</i>	4,17	E
<i>Achnanthes inflata</i>	4,17	E
<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>normanii</i>	45,83	F
<i>Actinoptychus splendens</i>	25	PF
<i>Amphipleura lindheimerii</i>	37,5	PF
<i>Amphora</i> sp.	8,33	E
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	12,5	PF
<i>Aulacodiscus margaritaceus</i>	25	PF
<i>Aulacoseira agassizii</i>	41,67	F
<i>Aulacoseira ambigua</i>	50	F
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	100	MF

Apêndice K – Frequência de ocorrência dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo.

<i>Aulacoseira granulata</i>	95,83	MF
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	58,33	F
<i>Aulacoseira islandica</i>	66,67	F
<i>Aulacoseira</i> sp.	50	F
<i>Bacillaria paxillifera</i>	8,33	E
<i>Biddulphia biddulphiana</i>	4,17	E
<i>Biddulphia tridens</i>	4,17	E
<i>Caloneis permagna</i> (Bailey) Cleve	4,17	E
<i>Campylodiscus clypeus</i>	12,5	PF
<i>Campyloneis grevillei</i>	4,17	E
<i>Ceratulus turgidus</i>	4,17	E
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	4,17	E
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	4,17	E
<i>Chaetoceros</i> sp.	4,17	E
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>acuta</i>	4,17	E
<i>Cocconeis scutellum</i>	4,17	E
<i>Cocconeis</i> sp.	16,67	PF
<i>Coscinodiscus centralis</i>	33,33	PF
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>	4,17	E
<i>Cosmioneis delawarensis</i>	70,83	MF
<i>Craticula cuspidata</i>	4,17	E
<i>Ctenophora pulchella</i>	41,67	F
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	25	PF
<i>Cyclotella stylorum</i>	4,17	E
<i>Cymbella affinis</i>	33,33	PF
<i>Cymbella ehrenbergii</i>	54,17	F
<i>Cymbopleura subapiculata</i>	8,33	E
<i>Diploneis ovalis</i>	12,5	PF
<i>Entomoneis alata</i>	20,83	PF
<i>Epithemia</i> sp.	91,67	MF
<i>Eunotia bilunaris</i>	8,33	E
<i>Eunotia didyma</i> var. <i>media</i>	12,5	PF
<i>Eunotia didyma</i> var. <i>tuberosa</i>	8,33	E
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i>	12,5	PF
<i>Eunotia</i> sp.	25	PF
<i>Fragilaria crotonensis</i>	66,67	F
<i>Fragilaria gouldarii</i>	79,17	MF
<i>Frickea lewisiana</i>	4,17	E
<i>Frustulia rhomboides</i>	4,17	E
<i>Gomphonema affine</i>	4,17	E
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i>	25	PF
<i>Gomphonema gracile</i>	16,67	PF

Apêndice K – Frequência de ocorrência dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo.

<i>Gomphonema laticollum</i>	33,33	PF
<i>Gyrosigma balticum</i>	4,17	E
<i>Hantzschia amphioxys</i>	8,33	E
<i>Hydrosera whampoensis</i>	20,83	PF
<i>Nitzschia circumscuta</i>	4,17	E
<i>Nitzschia obtusa</i>	16,67	PF
<i>Nitzschia sigma</i>	4,17	E
<i>Nitzschia</i> sp.	12,5	PF
<i>Odontella longicruris</i>	4,17	E
<i>Paralia sulcata</i>	4,17	E
<i>Parlibellus cruciculus</i>	4,17	E
<i>Pinnularia viridis</i>	16,67	PF
<i>Planothidium heteromorphum</i>	4,17	E
<i>Pleurosigma/Gyrosigma</i> sp.	12,5	PF
<i>Pleurosira laevis</i>	91,67	MF
<i>Rhopalodia gibba</i>	8,33	E
<i>Rhopalodia gibberula</i>	20,83	PF
<i>Rhopalodia musculus</i>	8,33	E
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	8,33	E
<i>Surirella biseriata</i> var. <i>bifrons</i>	50	F
<i>Surirella capronii</i>	83,33	MF
<i>Surirella guatimalensis</i>	58,33	F
<i>Surirella linearis</i>	83,33	MF
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i>	87,5	MF
<i>Surirella minuta</i>	45,83	F
<i>Surirella robusta</i>	25	PF
<i>Synedra ulna</i>	100	MF
<i>Terpsinoë musica</i>	83,33	MF
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	12,5	PF
<i>Thalassionema</i> sp.	4,17	E
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	4,17	E
<i>Tropidoneis seriata</i>	12,5	PF
<i>Tryblionella granulata</i>	16,67	PF
<b>CHLOROPHYTA</b>		
<i>Actinastrum hantzschii</i>	29,17	PF
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	4,17	E
<i>Closterium closteroides</i>	4,17	E
<i>Closterium ehrenbergii</i>	8,33	E
<i>Closterium gracile</i>	33,33	PF
<i>Closterium kuetzingii</i>	20,83	PF
<i>Closterium moniliferum</i>	16,67	PF
<i>Closterium setaceum</i>	25	PF

Apêndice K – Frequência de ocorrência dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo.

<i>Coelastrum microporum</i>	50	F
<i>Coelastrum pulchrum</i>	12,5	PF
<i>Coelastrum reticulatum</i>	83,33	MF
<i>Cosmarium margaritatum</i>	83,33	MF
<i>Cosmarium moniliforme</i>	12,5	PF
<i>Cosmarium quadrum</i>	20,83	PF
<i>Cosmarium</i> sp.	4,17	E
<i>Desmidium aptogonum</i>	4,17	E
<i>Desmidium baileyi</i>	20,83	PF
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	50	F
<i>Euastrum</i> sp.1	4,17	E
<i>Euastrum</i> sp.2	4,17	E
<i>Euastrum spinulosum</i>	4,17	E
<i>Eudorina elegans</i>	66,67	F
<i>Eutetramorus fotii</i>	25	PF
<i>Golenkinia radiata</i>	4,17	E
<i>Gonatozygon kinahanii</i>	8,33	E
<i>Gonatozygon pilosum</i>	16,67	PF
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	4,17	E
<i>Hyalotheca</i> sp.	20,83	PF
<i>Kirchneriella lunaris</i>	25	PF
<i>Micractinium pusillum</i>	8,33	E
<i>Micractinium quadrisetum</i>	33,33	PF
<i>Micrasterias mahabuleschwarensis</i>	4,17	E
<i>Micrasterias</i> sp.	4,17	E
<i>Micrasterias truncata</i>	4,17	E
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	8,33	E
<i>Mougeotia</i> sp.1	54,17	F
<i>Mougeotia</i> sp.2	16,67	PF
<i>Nephrocytium aghardianum</i>	4,17	E
<i>Nephrocytium</i> sp.	4,17	E
<i>Oedogonium</i> sp.	20,83	PF
<i>Oocystis</i> sp.	58,33	F
<i>Pandorina morum</i>	29,17	PF
<i>Pediastrum biwae</i>	29,17	PF
<i>Pediastrum boryanum</i>	83,33	MF
<i>Pediastrum duplex</i>	75	MF
<i>Pediastrum simplex</i>	100	MF
<i>Scenedesmus obliquus</i>	41,67	F
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	54,17	F
<i>Scenedesmus</i> sp.	45,83	F
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	91,67	MF

Apêndice K – Frequência de ocorrência dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estudo.

<i>Sphaeroszma laeve</i>	4,17	E
<i>Spirogyra</i> sp.1	25	PF
<i>Spirogyra</i> sp.2	16,67	PF
<i>Staurastrum dorsidentiferum</i>	12,5	PF
<i>Staurastrum furcatum</i>	4,17	E
<i>Staurastrum gracile</i>	29,17	PF
<i>Staurastrum leptocanthum</i>	12,5	PF
<i>Staurastrum leptocladum</i>	75	MF
<i>Staurastrum muticum</i>	16,67	PF
<i>Staurastrum nudibranchiatum</i>	12,5	PF
<i>Staurastrum rotula</i>	50	F
<i>Staurastrum setigerum</i>	8,33	E
<i>Staurastrum</i> sp.	16,67	PF
<i>Staurodesmus convergens</i>	20,83	PF
<i>Staurodesmus validus</i>	20,83	PF
<i>Volvox</i> sp.	25	PF

Apêndice L – Variação sazonal e espacial da diversidade (bits.cél<sup>-1</sup>) e equitabilidade do fitoplâncton do estuário do rio São Francisco.

Índices	Período de Estiagem												Período Chuvoso											
	março/2008				outubro/2008				janeiro/2009				julho/2008				abril/2009				julho/2009			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Diversidade	4,21	3,91	3,81	3,49	3,95	3,74	3,81	3,48	1,03	1,84	3,44	3,84	1,13	0,56	1,85	2,23	2,13	3,06	3,24	3,24	3,64	3,73	3,69	3,61
Equitabilidade	0,74	0,68	0,67	0,61	0,62	0,59	0,60	0,55	0,17	0,30	0,55	0,62	0,18	0,09	0,29	0,35	0,34	0,48	0,51	0,51	0,54	0,55	0,54	0,53

Apêndice M – Densidade celular dos grupos fitoplanctônicos do estuário do rio São Francisco.

Táxons	Período de Estiagem												Período Chuvoso											
	março/2008				outubro/2008				janeiro/2009				julho/2008				abril/2009				julho/2009			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Cyanobacteria	1100	4800	1400	2100	4700	4700	3600	4600	900	500	700	300	700	800	600	500	100	400	0	0	400	100	0	0
Euglenophyta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Bacillariophyta	100	700	100	400	1200	7800	500	900	3100	3100	2200	16500	2100	3800	11400	3600	8000	8900	2700	9100	9500	9000	13600	18200
Chlorophyta	600	100	1100	800	5500	2700	2300	1800	2100	3500	1800	1600	300	100	100	600	300	400	200	300	600	400	100	600
<b>Total</b>	<b>1800</b>	<b>5600</b>	<b>2600</b>	<b>3300</b>	<b>11400</b>	<b>15200</b>	<b>6400</b>	<b>7300</b>	<b>6100</b>	<b>7100</b>	<b>4700</b>	<b>18400</b>	<b>3100</b>	<b>4700</b>	<b>12100</b>	<b>4700</b>	<b>8400</b>	<b>9700</b>	<b>2900</b>	<b>9400</b>	<b>10600</b>	<b>9500</b>	<b>13700</b>	<b>18800</b>

Apêndice N – Densidade celular dos táxons em destaque identificados no estuário do rio São Francisco.

Táxons	Período de Estiagem												Período Chuvoso											
	março/2008				outubro/2008				janeiro/2009				julho/2008				abril/2009				julho/2009			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Aulacoseira ambigua</i>		0	0	0	0	500	0	100	0	0	100	1200	0	0	900	0	800	0	100	100	1800	1200	2700	3900
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>		0	0	0	100	2900	100	100	1000	700	100	600	0	100	1000	200	1000	900	600	700	2900	4300	1300	2400
<i>Aulacoseira granulata</i>		0	0	0	500	800	0	0	200	400	100	6600	1500	3100	9000	2900	200	0	0	0	1000	600	800	800
<i>Aulacoseira islandica</i>		0	0	0	0	600	100	100	0	100	300	5400	400	600	300	400	5600	7700	1900	8000	2300	1700	7800	9600

Apêndice O – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em março/2008.

<b>Táxons</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Aphanizomenon</i> sp.		100		
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>		1100	200	600
<i>Merismopedia glauca</i>				100
<i>Microcystis wesenbergii</i>				100
<i>Oscillatoria</i> sp.	1100	3600	1200	1300
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Diploneis ovalis</i>		100	100	100
<i>Epithemia</i> sp.		200		
<i>Fragilaria goulardii</i>				100
<i>Hantzschia amphioxys</i>		100		100
<i>Navicula crucicula</i>	100			
<i>Rhopalodia gibberula</i>		100		
<i>Tryblionella granulata</i>		200		100
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Closterium gracile</i>	500	100	1000	600
<i>Coelastrum microporum</i>			100	
<i>Pediastrum simplex</i>				100
<i>Scenedesmus obliquus</i>				100
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	100			
<b>Total</b>	<b>1800</b>	<b>5600</b>	<b>2600</b>	<b>3300</b>

Apêndice P – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em outubro/2008.

<b>Táxons</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Anabaena circinalis</i>	100	200		200
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	4600	4400	3400	4400
<i>Lyngbya</i> sp.		100		
<i>Oscillatoria</i> sp.			200	
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Aulacoseira ambigua</i>		500		100
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	100	2900	100	100
<i>Aulacoseira granulata</i>	500	800		
<i>Aulacoseira islandica</i>		600	100	100
<i>Aulacoseira</i> sp.	300	400	200	500
<i>Cymbella affinis</i>	100		100	
<i>Epithemia</i> sp.	100			
<i>Fragilaria crotonensis</i>		2300		

Apêndice P – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em outubro/2008.

<i>Gomphonema laticollum</i>	100			100
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i>		200		
<i>Synedra ulna</i>		100		
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Closterium gracile</i>			100	
<i>Coelastrum microporum</i>	400	300		
<i>Coelastrum reticulatum</i>	100	100	100	
<i>Gonatozygon kinahanii</i>				100
<i>Kirchneriella lunaris</i>			100	
<i>Oocystis</i> sp.	100	100		
<i>Pediastrum boryanum</i>	100	100	200	
<i>Pediastrum duplex</i>	100	200	0	300
<i>Pediastrum simplex</i>	100		100	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		300		
<i>Scenedesmus</i> sp.	4300	1600	1400	1300
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	300		300	100
<b>Total</b>	<b>11400</b>	<b>15200</b>	<b>6400</b>	<b>7300</b>

Apêndice Q – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em janeiro/2009.

<b>Táxons</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Aphanizomenon</i> sp.	100		100	
<i>Chroococcus limneticus</i>			300	100
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	800	500	300	200
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Aulacoseira ambigua</i>			100	1200
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	1000	700	100	600
<i>Aulacoseira granulata</i>	200	400	100	6600
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>				2300
<i>Aulacoseira islandica</i>		100	300	5400
<i>Aulacoseira</i> sp.	1000	700	100	100
<i>Coscinodiscus centralis</i>			200	
<i>Ctenophora pulchella</i>	200		200	
<i>Cymbella affinis</i>	100			
<i>Epithemia</i> sp.	0	300	200	
<i>Fragilaria crotonensis</i>				200
<i>Gomphonema laticollum</i>		100		
<i>Hantzschia amphioxys</i>			200	
<i>Rhopalodia gibba</i>		100		

Apêndice Q – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período de estiagem em janeiro/2009.

<i>Rhopalodia gibberula</i>			100	
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i>	300	300	500	
<i>Synedra ulna</i>	300	400	100	100
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Closterium gracile</i>		100		
<i>Coelastrum microporum</i>		200	200	
<i>Coelastrum reticulatum</i>	100	300		
<i>Gonatozygon pilosum</i>	200			
<i>Mougeotia</i> sp.1		100		
<i>Oedogonium</i> sp.		100		
<i>Oocystis</i> sp.	300	500		300
<i>Pediastrum biwae</i>				100
<i>Pediastrum duplex</i>				100
<i>Pediastrum simplex</i>	200	100	500	200
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	100			
<i>Scenedesmus</i> sp.	1000	1900	600	900
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	200	200	400	
<i>Staurastrum leptocladum</i>			100	
<b>Total</b>	<b>6100</b>	<b>7100</b>	<b>4700</b>	<b>18400</b>

Apêndice R – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2008.

<b>Táxons</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Anabaena circinalis</i>	200	200	200	300
<i>Aphanizomenon</i> sp.	100	200	100	
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	200	400	300	200
<i>Planktothrix</i> sp.	200			
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Aulacoseira ambigua</i>			900	
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>		100	1000	200
<i>Aulacoseira granulata</i>	1500	3100	9000	2900
<i>Aulacoseira islandica</i>	400	600	300	400
<i>Epithemia</i> sp.			100	
<i>Hantzschia amphioxys</i>			100	100
<i>Pleurosira laevis</i>	100			
<i>Surirella minuta</i>	100			

Apêndice R – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2008.

<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Closterium setaceum</i>	100			100
<i>Pediastrum simplex</i>	100			
<i>Scenedesmus obliquus</i>	100			
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		100	100	500
<b>Total</b>	<b>3100</b>	<b>4700</b>	<b>12100</b>	<b>4700</b>

Apêndice S – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em abril/2009.

<b>Táxons</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	100	400		
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Aulacoseira ambigua</i>	800	0	100	100
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	1000	900	600	700
<i>Aulacoseira granulata</i>	200			
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	200	100		
<i>Aulacoseira islandica</i>	5600	7700	1900	8000
<i>Coscinodiscus centralis</i>				100
<i>Cymbella affinis</i>	200			
<i>Epithemia</i> sp.		100		
<i>Eunotia</i> sp.				100
<i>Pleurosigma</i> / <i>Gyrosigma</i> sp.			100	
<i>Synedra ulna</i>		100		100
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Coelastrum reticulatum</i>	0	100	100	
<i>Oocystis</i> sp.	100	100		
<i>Pediastrum boryanum</i>			100	
<i>Pediastrum duplex</i>				100
<i>Pediastrum simplex</i>				100
<i>Scenedesmus</i> sp.	200	100		100
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>		100		
<b>Total</b>	<b>8400</b>	<b>9700</b>	<b>2900</b>	<b>9400</b>

Apêndice T – Densidade celular dos táxons fitoplanctônicos identificados no estuário do rio São Francisco durante o período chuvoso em julho/2009.

<b>Táxons</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Anabaena circinalis</i>	100			
<i>Aphanizomenon</i> sp.	100			
<i>Chroococcus limneticus</i>		100		
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	200			
<b>EUGLENOPHYTA</b>				
<i>Phacus acuminatus</i>	100			
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Amphora</i> sp.	100			
<i>Aulacoseira agassizii</i>		300	100	100
<i>Aulacoseira ambigua</i>	1800	1200	2700	3900
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	2900	4300	1300	2400
<i>Aulacoseira granulata</i>	1000	600	800	800
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	1100	300	600	1100
<i>Aulacoseira islandica</i>	2300	1700	7800	9600
<i>Epithemia</i> sp.	100	200		
<i>Fragilaria crotonensis</i>	200			
<i>Fragilaria gouldarii</i>		200	200	100
<i>Gomphonema laticollum</i>				100
<i>Nitzschia sigma</i>			100	
<i>Pleurosigma/Gyrosigma</i> sp.		100		
<i>Pleurosira laevis</i>		100		100
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Actinastrum hantzschii</i>	100	100		100
<i>Closterium setaceum</i>		100		
<i>Mougeotia</i> sp.1			100	
<i>Oocystis</i> sp.		100		
<i>Pediastrum boryanum</i>				300
<i>Pediastrum simplex</i>	200	100		200
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	300			
<b>Total</b>	<b>10600</b>	<b>9500</b>	<b>13700</b>	<b>18800</b>