

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

**MARCOS HONORATO DA SILVA**

**ESTRUTURA E PRODUTIVIDADE DA COMUNIDADE  
FITOPLANCTÔNICA DE UM ESTUÁRIO TROPICAL  
(SIRINHAÉM, PERNAMBUCO, BRASIL).**

**RECIFE  
2009**

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

**ESTRUTURA E PRODUTIVIDADE DA COMUNIDADE  
FITOPLANCTÔNICA DE UM ESTUÁRIO TROPICAL  
(SIRINHAÉM, PERNAMBUCO, BRASIL).**

**MARCOS HONORATO DA SILVA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Oceanografia Biológica.

**ORIENTADOR:**

Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante.

**CO-ORIENTADORA:**

Profa. Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha

**RECIFE**

**2009**

**S586e Honorato da Silva, Marcos.**

Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica de um estuário tropical (Sirinhaém, Pernambuco, Brasil) / Marcos Honorato da Silva. - Recife: O Autor, 2009.

170 folhas, il., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2009.

Inclui Bibliografia, Apêndice e Anexo.

1. Oceanografia. 2. Fitoplâncton. 3. Biomassa Fitoplanctônica. 4. Microalgas. 5. Hidrologia. 6. Pluviometria. I. Título.

**551.46 CDD (22. ed.)**

**UFPE  
BCTG/2009-157**

**MARCOS HONORATO DA SILVA**

**ESTRUTURA E PRODUTIVIDADE DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE  
UM ESTUÁRIO TROPICAL (SIRINHAÉM, PERNAMBUCO, BRASIL)**

**TESE APROVADA EM: 29 DE JUNHO DE 2009**

**BANCA EXAMINADORA**

Examinadores:

---

**Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante**  
Departamento de Oceanografia da UFPE

---

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

---

**Prof. Dr. Naithirithi Tiruvenkatachary Chellappa**  
Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFRN

---

**Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa**  
Departamento de Oceanografia da UFPE.

---

**Prof. Dr. Manuel de Jesus Flores Montes**  
Departamento de Oceanografia da UFPE.

Suplentes:

---

**Prof. Dra. Maria Luise Koenig**  
Departamento de Oceanografia da UFPE.

---

**Prof. Dr. Alfredo Matos Moura Júnior**  
Colégio de Aplicação da UFPE

**Recife  
2009**

*Dedico este trabalho*

*Aos meus pais;*

***Manoel Honorato da Silva Filho***

*e*

***Maria das Neves Silva (in memoriam),***

*Por todas as conquistas e ensinamentos de vida,*

*e*

*Aos meus Filhos,*

***Katherine Gouveia Honorato e***

***Guilherme Gouveia Honorato,***

*Por todo o Amor que tenho por eles.*

## AGRADECIMENTOS

Ao longo da minha vida acadêmica e, particularmente, na elaboração deste trabalho, recebi apoio de pessoas e instituições sem as quais não seria possível a realização deste sonho. Portanto, o mínimo que posso desejar, neste momento, são os meus mais sinceros agradecimentos a todos os que, de uma forma direta ou indireta, contribuíram para minha formação acadêmica e para a realização deste trabalho, em especial:

- À Coordenação do Colégio de Aplicação da UFPE, pelo apoio e por entender que a qualificação profissional do seu corpo docente é um investimento que reverterá em crescimento não só para o professor, como para todos os que fazem aquela conceituada instituição;
- ao Chefe do Departamento de Oceanografia da UFPE, pela utilização das instalações;
- ao Professor Dr. José Zanon de Oliveira Passavante, pela orientação, pelos ensinamentos, pela amizade, por compartilhar este sonho e por ter acreditado em mim desde o primeiro contato para viabilizar a orientação;
- à Professora Dra. Maria da Glória G. da Silva Cunha, que não mediu esforços no apoio e orientação deste e de vários outros trabalhos, pelos ensinamentos, bem como por compartilhar momentos de diversão, alegrias e, sobretudo, apoio nos momentos de tensão;
- aos professores Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa e Dra. Maria Luise Koenig, com quem convivi diariamente na seção de fitoplâncton, pelos ensinamentos, pelo apoio, incentivo e, sobretudo, pela amizade construída;
- aos professores Dr. Sílvio José de Macedo, Dra. Kátia Muniz e Dr. Manoel de Jesus Flores Montes, pelos ensinamentos e orientações recebidas, pela concessão do Laboratório de Química para realização das análises hidroquímicas e pela amizade construída ao longo desta caminhada;
- à Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão, que sempre se dispôs a ajudar e pelas valiosas orientações e ensinamentos;
- à Dra. Dilma Aguiar do Nascimento Vieira, por através dela ter reencontrado a oceanografia e por todo o apoio, pelos ensinamentos e pela amizade;
- aos professores (as) Dra. Enide Eskinazi-Leça, Dra. Maria Lúcia O. Gusmão, Dr. Ralf Schwamborn, Dr. Antônio Lemos Vasconcelos, Dra. Sirleis Lacerda, Dra. Tâmara Almeida, Dr. José Oribe Aragão, pelo muito com que contribuíram para o meu crescimento intelectual e pela amizade;

- aos (às) amigos (as) da Sessão de Plâncton: Bruno Leão, Christiana Kelly, Douglas Henrique, Eliana Holanda, Elisângela Branco, Felipe Amâncio, Gislayne Borges, Jucicleide Cabral, Leandro Cabanez, Marilene Santiago, Rafaella Brasil, Marina Jales, Rafael Pestana, Sirleis Lacerda, Tâmara Almeida, Zinaldo Ferreira, por tudo o que aprendi com eles (as), por contribuírem, de forma direta ou indireta, para a concretização deste trabalho, pelos momentos de descontração, conversas, trocas de informações, encontros nos bares e restaurantes;
- a Christiana Kelly Grego, de modo especial, pelo companheirismo em todos os momentos, desde a realização das primeiras visitas de campo para definir os locais de coleta até o ponto final deste trabalho. Foram muitos momentos de alegrias, descontração, estudos, conversas, debates e discussões que marcaram para sempre e que jamais esquecerei;
- a Douglas Henrique, por estar sempre disponível a ajudar, pela tradução do abstract, pelos momentos de debates e trocas de ideias e, sobretudo, pela amizade.
- à Profa. Dra. Sônia Giancesella, por ter acreditado em mim e por me ter concedido a realização do estágio em seu laboratório, no IOUSP, através do qual realizei as leituras dos filtros de produtividade primária, além da atenção, dos ensinamentos e da amizade construída;
- à Dra. Flávia Saldanha, gente finíssima por quem tenho o mais profundo respeito, admiração e gratidão, por toda a atenção e ensinamentos ao longo do estágio no IOUSP e pela amizade construída;
- aos (às) amigos (as) do Laboratório de Fitoplâncton do IOUSP: Juan, Cíntia Ancona e Melissa, com os quais convivi durante 30 dias e desfrutei momentos de alegrias, trabalho e conversas nas horas do cafezinho e do almoço;
- a Mauro Melo, pela amizade e apoio que recebi durante o estágio em São Paulo, e a todos os moradores da república 69 que me receberam de braços abertos, em especial: Zé Du (Bebarrão de Sampa), Adriana Rachel (que colocava ordem na república), Márcio, Lucas Laurindo, companheiros de conversas, brincadeiras e de muito estudo;
- a Helena Sandra, Katherine Honorato e Guilherme Honorato, pela paciência, em razão da minha ausência em diversos momentos e, sobretudo, por minhas chatices nos momentos de tensão;
- aos técnicos do Departamento de Oceanografia: Hermes Ferreira, Zinaldo Santos, Beto, Paulo, Tiba, Joaquim, Edinaldo Costa, Adailton Duarte, por toda ajuda e amizade;
- a Iara Correia Silva e Keyla pelo apoio na realização das análises químicas;
- a Myrna Medeiros, que sempre me atendeu com carinho, competência e dedicação;

- a Dona Edileuza, a quem dedico meu carinho especial, pela amizade, apoio e alegria;
- a todos os colegas de turma com quem compartilhei momentos de estudo em busca da realização deste projeto;
- ao senhor Edson (barqueiro) e a Flávio (Presidente da Colônia de Pescadores), por sempre terem se mostrado dispostos a ajudar e pelo profissionalismo ao longo das coletas;
- aos meus familiares que sempre me transmitiram palavras de carinho, incentivo e força;
- a Elizete Souza Gomes, minha inesquecível professora, responsável pelos primeiros ensinamentos escolares que serviram de base sólida para as demais etapas da minha formação acadêmica;
- aos meus pais, Manoel Honorato da Silva Filho e Maria das Neves Silva (*in memoriam*), os meus mais profundos agradecimentos pelos Educadores que foram (e são), apesar de não terem tido a oportunidade de ter uma formação acadêmica. Mas, que souberam repassar os mais sublimes ensinamentos aos seus filhos: respeito, simplicidade, honestidade e, sobretudo, AMOR;
- a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente, passando de forma rápida ou lenta pela minha vida, e que por descuido não tiveram seus nomes registrados aqui: a vocês minhas sinceras desculpas e o meu muito obrigado;
- finalmente, e principalmente, agradeço a Deus (Grande Arquiteto do Universo), por ter me concedido saúde, paz e força para superar as adversidades e chegar a alcançar mais um objetivo de vida.

Que DEUS ilumine e proteja a todos e que recebam em dobro todo o carinho, dedicação, amizade e ensinamentos que me repassaram!

## RESUMO

O estuário do rio Sirinhaém, situado no município de Sirinhaém, litoral sul do estado de Pernambuco (8°34'-8°37'S e 35°04'-35°01'W), foi investigado com o objetivo de inventariar a comunidade fitoplanctônica, avaliando a sua capacidade produtiva, a dinâmica espaço-temporal e as principais variáveis ambientais que interferem na sua composição. As coletas dos parâmetros hidrológicos e biológicos foram realizadas mensalmente no período de julho/05 a junho/06, em três pontos fixos, abrangendo dois ciclos de marés (baixa-mar e preamar) em diferentes períodos sazonais (estiagem e chuvoso). Foram aferidos *in situ* dados sobre as variáveis abióticas: profundidade local, temperatura e transparência da água; concomitantemente, foram coletadas amostras de água, com garrafa oceanográfica do tipo Nansen, para análise da salinidade, do pH, do oxigênio dissolvido, do material em suspensão, dos sais nutrientes e, com garrafa de Kitahara, para clorofila *a* e produção fitoplanctônica. As amostras do fitoplâncton foram coletadas através de arrasto superficial horizontal com duração de 3 minutos, utilizando uma rede de plâncton (64µm de abertura de malha), e posteriormente, fixadas com formol neutralizado a 4%. As marés apresentaram diferenças significativas, destacando-se: a salinidade, a transparência da água, o oxigênio dissolvido, a taxa de saturação do oxigênio e o pH na preamar, e o nitrato, o material em suspensão e a biomassa fitoplanctônica na baixa-mar. Sazonalmente, a transparência e a temperatura da água foram significativas no período de estiagem e o oxigênio dissolvido, a taxa de saturação de oxigênio, os sais nutrientes, o material em suspensão e a biomassa, no período chuvoso. O ambiente variou de limnético a eualino, sendo verticalmente homogêneo, com trechos de zona poluída a supersaturada, e a biomassa juntamente com a produção fitoplanctônica caracterizaram o ambiente como eutrófico. Foram inventariados 180 táxons, distribuídos entre diatomáceas, clorofíceas, dinoflagelados, cianobactérias, euglenofíceas e rodofíceas, em ordem de riqueza taxonômica e abundância, destacando-se como dominante e/ou frequente as espécies *Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) Hendey, *Chaetoceros* sp., *Cerataulus turgidus* Ehrenberg, *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg, *Terpsinoe musica* Ehrenberg, *Synedra* sp., *Oedogonium* sp. e *Pleodorina* sp. A riqueza taxonômica não variou sazonalmente, sendo observadas variações espaciais. A presença de espécies marinhas eurialinas foi significativa (42,47%), seguidas das oligoalinas (25,34%) e estuarinas (7,53%). Através da análise das componentes principais, foi possível constatar que o ciclo de maré e a salinidade contribuíram para a complexidade ambiental, sendo os principais condicionantes para os parâmetros hidrológicos e a distribuição da composição fitoplanctônica. A diversidade específica, cujos valores foram considerados altos (>2,5) na maioria das amostras, demonstrou uma distribuição homogênea das populações e uma heterogeneidade fortemente influenciada pelos fluxos limnético e marinho. Os dados obtidos das variáveis ambientais indicadoras da qualidade da água (oxigênio dissolvido e nutrientes), dos parâmetros biológicos (composição, biomassa e produção fitoplanctônica), além dos índices de diversidade específica, demonstraram que a área estudada vem sofrendo impactos que são minimizados pela ação da maré.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fitoplâncton; Biomassa Fitoplanctônica, Taxonomia, Microalgas; Diversidade Específica; Hidrologia; Pluviometria.

## ABSTRACT

The estuary of Sirinhaém river located in the district of Sirinhaém, Southern of Pernambuco state, (8°34'-8°37'S e 35°04'-35°01'W), was evaluating aiming to catalog the phytoplankton community, estimating its productive capacity, the temporal spatial dynamics and the principal environmental variables that affect its composition. The samplings of the hydrologic and biologic parameters were carried out monthly, from July/05 to June/06, in three fixed points, gathering two tides stages (low tide and high tide) in different seasonal periods (dry and rainy). Data concerning abiotics variables were measured *in situ*: local depth, temperature and water transparency and, at the same time, samples of water was collected with Nansen oceanography bottle for the analysis of salinity, pH, dissolved oxygen, suspended particulate matter, nutrient salts and Kitahara bottle was used to chlorophyll *a* and phytoplankton production. The phytoplankton samples were collected with superficial horizontal hauls during 3 minutes, using plankton net (64µm mesh size) and, later, fixed with 4% buffered. The tides shows significant differences, with the salinity, water transparency, dissolved oxygen, oxygen saturation rate and pH standing out in the high tide, and nitrate, suspended particulate matter and phytoplankton biomass in the low tide. Seasonally, transparency and temperature of the water were statistically significant in the dry period and dissolved oxygen, oxygen saturation rate, nutrient salt, suspended particulate matter and biomass in the rainy period. The environment varied of limnetic to euhaline being vertically homogeneous, with some areas characteristic of polluted zone and other of supersaturate, and the biomass with the phytoplankton production characterized the environment as eutrophic. 180 taxa were found, distributed among diatoms, chlorophyceas, dinoflagelates, cyanophyceas, euglenophyceas and rodophyceas, in order of taxonomic richness and abundance, outranking as dominant and/or frequents the species *Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) Hendey, *Chaetoceros* sp., *Cerataulus turgidus* Ehrenberg, *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg, *Terpsinoe musica* Ehrenberg, *Synedra* sp., *Oedogonium* sp. e *Pleodorina* sp. The taxonomic richness do not showed seasonal variation, observing spatial variations. The presence of eurihaline marine species was significant (42,47%), followed by the oligohaline (25,34%) and estuarine (7,53%). The principal components analysis shows that the tide stages and salinity contributed to the environmental complexity, being the main variables controlling the hydrologic parameters and the distribution of phytoplankton composition. The specific diversity, which the values were considered high (>2,5) in most of the samples, demonstrated a homogeneous distribution of the populations and a heterogeneity strongly affected by the freshwater and marine inputs. The data of environmental variables relative of water quality (dissolved oxygen and nutrients), of the biological parameters (composition, biomass and phytoplankton production) besides the specific diversity index confirmed that the studied area is under impacts, that are minimized by the tide stages.

**KEY WORDS:** Phytoplankton, Phytoplankton Biomass, Taxonomy, Microalgae, Specific Diversity, Hydrology, Pluviometry.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Área estudada com as localizações dos pontos de coleta. Fonte: SUDENE (1974) Escala 1:25000.	<b>39</b>
<b>Figura 2.</b> Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm), nos anos de 2005 e 2006, comparada com a média mensal dos últimos dezesseis anos registrada pela Estação Meteorológica de Porto de Galinhas-PE.	<b>49</b>
<b>Figura 3.</b> Variação sazonal das alturas das marés (m) para o Porto de Suape - PE nos dias das coletas.	<b>50</b>
<b>Figura 4.</b> Variação sazonal e espacial da profundidade (m), no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.	<b>51</b>
<b>Figura 5.</b> Variação sazonal e espacial da transparência da água (disco de Secchi), no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P= Ponto de coleta.	<b>53</b>
<b>Figura 6.</b> Variação sazonal e espacial da temperatura da água (°C), no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM). SUP = camada superficial. P = Ponto de coleta.	<b>55</b>
<b>Figura 7.</b> Variação sazonal e espacial da salinidade da água, no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). SUP = camada superficial. P = Ponto de coleta.	<b>57</b>
<b>Figura 8.</b> Variação sazonal e espacial do oxigênio dissolvido na água, no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). SUP = camada superficial. P = Ponto de coleta.	<b>59</b>
<b>Figura 9.</b> Variação sazonal e espacial da taxa de saturação de oxigênio (%), no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.	<b>61</b>
<b>Figura 10.</b> Variação sazonal e espacial do pH, no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.	<b>62</b>
<b>Figura 11.</b> Variação sazonal e espacial das concentrações de nitrito ( $\text{NO}_2^-$ -N), no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.	<b>64</b>
<b>Figura 12.</b> Variação sazonal e espacial das concentrações de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ -N), no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.	<b>65</b>
<b>Figura 13.</b> Variação sazonal e espacial das concentrações de fosfato ( $\text{PO}_4^-$ -P), no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.	<b>66</b>
<b>Figura 14.</b> Variação sazonal e espacial das concentrações de silicato ( $\text{SiO}_2^-$ -Si), no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.	<b>68</b>

	<b>Página</b>
<b>Figura 15.</b> Variação sazonal e espacial do material particulado em suspensão, no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.	<b>69</b>
<b>Figura 16.</b> Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica, no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.	<b>71</b>
<b>Figura 17.</b> Variação sazonal e espacial da produção fitoplanctônica, no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM). P = Ponto de coleta.	<b>72</b>
<b>Figura 18.</b> Variação sazonal e espacial da taxa de assimilação do fitoplâncton, no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM). P = Ponto de coleta.	<b>73</b>
<b>Figura 19.</b> Distribuição percentual, por Divisão, do número de táxons identificados no microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém - PE.	<b>73</b>
<b>Figura 20.</b> Variação sazonal e espacial da riqueza taxonômica do microfitoplâncton nos pontos de coleta (P) durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM), no estuário do rio Sirinhaém - PE.	<b>76</b>
<b>Figura 21.</b> Variação espacial da riqueza taxonômica, por Divisão, nos pontos de coleta (P), no estuário do rio Sirinhaém - PE. P = Ponto de coleta.	<b>78</b>
<b>Figura 22.</b> Variação espacial da riqueza taxonômica, nos dois ciclos de marés, baixa-mar (BM) e preamar (PM), no estuário do rio Sirinhaém - PE. P = Ponto de coleta.	<b>78</b>
<b>Figura 23.</b> Caracterização sazonal da riqueza de espécies do microfitoplâncton entre as divisões taxonômicas no estuário do rio Sirinhaém - PE.	<b>81</b>
<b>Figura 24.</b> Caracterização sazonal da riqueza de espécies do microfitoplâncton entre os pontos de coleta (P) no estuário do rio Sirinhaém - PE. PC= período chuvoso; PE= período de estiagem.	<b>81</b>
<b>Figura 25.</b> Distribuição percentual dos táxons baseada na classificação ecológica, nos pontos de coleta (P), no estuário do rio Sirinhaém - PE.	<b>84</b>
<b>Figura 26.</b> Distribuição numérica dos táxons baseada na classificação ecológica, nos pontos de coleta (P), no estuário do rio Sirinhaém - PE. PO = Planctônica Oceânica; PN = Planctônica Nerítica; TN= Ticoplanctônica Nerítica; TE = Ticoplanctônica Estuarina; PD = Planctônica Dulcícola; TD = Ticoplanctônica Dulcícola.	<b>84</b>
<b>Figura 27.</b> Abundância relativa (%) da espécie <i>Bacillaria paxillifera</i> registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém - PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.	<b>85</b>
<b>Figura 28.</b> Abundância relativa (%) da espécie <i>Cerataulus turgidus</i> registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém - PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.	<b>86</b>

	<b>Página</b>
<b>Figura 29.</b> Abundância relativa (%) de <i>Chaetoceos</i> sp registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém - PE. BM= baixa-mar, PM = preamar.	<b>87</b>
<b>Figura 30.</b> Abundância relativa (%) de <i>Oedogonium</i> sp registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém - PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.	<b>87</b>
<b>Figura 31.</b> Abundância relativa (%) da espécie <i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém - PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.	<b>88</b>
<b>Figura 32.</b> Abundância relativa (%) da espécie <i>Terpsinoe musica</i> registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém - PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.	<b>89</b>
<b>Figura 33.</b> Abundância relativa (%) de <i>Synedra</i> sp registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém - PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.	<b>89</b>
<b>Figura 34.</b> Abundância relativa (%) de <i>Pleodorina</i> sp registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém - PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.	<b>90</b>
<b>Figura 35.</b> Distribuição percentual do número de táxons no microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém - PE, nas diversas categorias de frequência de ocorrência.	<b>91</b>
<b>Figura 36.</b> Distribuição percentual da diversidade específica do microfitoplancton do estuário do rio Sirinhaém – PE, nas categorias: alta, baixa e muito baixa.	<b>92</b>
<b>Figura 37.</b> Variação sazonal e espacial da diversidade específica (bits.cel. <sup>-1</sup> ) do microfitoplâncton no estuário do rio Sirinhaém - PE. P = ponto de coleta; BM = baixa-mar; PM = preamar.	<b>94</b>
<b>Figura 38.</b> Variação sazonal e espacial da equitabilidade do microfitoplâncton no estuário do rio Sirinhaém - PE. P = ponto de coleta; BM = baixa-mar; PM = preamar.	<b>94</b>
<b>Figura 39.</b> Dendrograma da associação das amostras, no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante o período chuvoso e de estiagem.	<b>96</b>
<b>Figura 40.</b> Contribuição dos parâmetros ambientais, da biomassa, da produção e da taxa de assimilação fitoplanctônica aos dois primeiros componentes principais, no estuário do rio Sirinhaém - PE.	<b>98</b>

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b> Variação anual da riqueza taxonômica do microfitoplâncton nos pontos de coleta e nos períodos de marés no estuário do rio Sirinhaém – PE. BM=baixa-mar; PM= preamar.	<b>76</b>
<b>Tabela 2.</b> Ecologia dos táxons identificados no estuário do rio Sirinhaém – PE.	<b>83</b>
<b>Tabela 3.</b> Contribuição dos parâmetros ambientais e biológicos (biomassa e produtividade primária) aos dois primeiros componentes principais no estuário do rio Sirinhaém - PE.	<b>97</b>
<b>Tabela 4.</b> Valores de probabilidade do teste de Kruskal-Wallis para os parâmetros hidrológicos e biológicos em função da sazonalidade e da maré.	<b>99</b>
<b>Tabela 5.</b> Teste de Kruskal-Wallis indicando diferenças sazonais significativas.	<b>100</b>
<b>Tabela 6.</b> Teste de Kruskal-Wallis indicando diferenças significativas entre as marés (baixa-mar e preamar).	<b>101</b>

## LISTA DE ANEXO

	<b>Página</b>
<b>Anexo A.</b> Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) registrada na estação Meteorológica de Porto de Galinhas (Ipojuca – Pernambuco) durante os anos de 1991 a 2006.	<b>148</b>

## LISTA DE APÊNDICES

	<b>Página</b>
<b>Apêndice A.</b> Variação sazonal da biomassa fitoplanctônica ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) nos pontos de coleta, no estuário do rio Sirinhaém-PE, durante a baixa-mar e a preamar.	<b>150</b>
<b>Apêndice B.</b> Variação sazonal da produção fitoplanctônica ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) nos pontos de coleta, no estuário do rio Sirinhaém-PE, durante a baixa-mar e a preamar.	<b>151</b>
<b>Apêndice C.</b> Variação sazonal da taxa de assimilação nos pontos de coleta, no estuário do rio Sirinhaém-PE, durante a baixa-mar e a preamar.	<b>152</b>
<b>Apêndice D.</b> Sinopse dos táxons identificados no estuário do rio Sirinhaém – PE, Brasil.	<b>153</b>
<b>Apêndice E.</b> Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém- PE, ocorrentes no ponto de coleta 1 durante o período chuvoso.	<b>157</b>

	<b>Página</b>
<b>Apêndice F.</b> Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém- PE, ocorrentes no ponto de coleta 1 durante o período de estiagem.	158
<b>Apêndice G.</b> Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém- PE, ocorrentes no ponto de coleta 2 durante o período chuvoso	160
<b>Apêndice H.</b> Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém-PE, ocorrentes no ponto de coleta 2 durante o período de estiagem.	161
<b>Apêndice I.</b> Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém - PE, ocorrentes no ponto de coleta 3 durante o período chuvoso.	163
<b>Apêndice J.</b> Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém - PE, ocorrentes no ponto de coleta 3 durante o período de estiagem.	165
<b>Apêndice K.</b> Lista de espécies, frequência de ocorrência, local e habitat do fitoplâncton presente nos três pontos de coleta do estuário do rio Sirinhaém - PE. MF = Muito Frequente, F = Frequente, PF = Pouco Frequente, E = Esporádica, PO = Planctônica Oceânica, PN = Planctônica Nerítica, TN = Ticoplanctônica Nerítica, TE = Estuarina ticoplanctônica, TD = Ticoplanctônica Dulcícola, PD = Planctônica Dulcícola. 1, 2, 3 = Pontos de coleta em que o táxon foi registrado.	167

# SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>5</b>
<b>RESUMO</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE ANEXO</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE APÊNDICES</b>	<b>13</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>19</b>
<b>2. HIPÓTESE</b>	<b>23</b>
<b>3. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DO FITOPLÂNCTON EM ÁREAS ESTUARINAS DE PERNAMBUCO</b>	<b>24</b>
<b>3.1. LITORAL NORTE</b>	<b>24</b>
<b>3.1.1. Área Estuarina do rio Goiana</b>	<b>24</b>
<b>3.1.2. Área Estuarina de Itamaracá</b>	<b>24</b>
<b>3.1.2.1. Canal de Santa Cruz</b>	<b>24</b>
<b>3.1.2.2. Área estuarina do rio Botafogo</b>	<b>25</b>
<b>3.1.2.3. Área estuarina do rio Congo</b>	<b>25</b>
<b>3.1.2.4. Área estuarina do rio Jaguaribe</b>	<b>25</b>
<b>3.1.2.5. Área estuarina do rio Igarassu</b>	<b>26</b>
<b>3.1.2.6. Área estuarina do rio Paripe</b>	<b>26</b>
<b>3.1.2.7. Viveiros de Cultivo</b>	<b>26</b>
<b>3.1.3. Área Estuarina do rio Timbó</b>	<b>27</b>
<b>3.1.4. Área estuarina do rio Capibaribe</b>	<b>27</b>
<b>3.2. LITORAL SUL</b>	<b>28</b>
<b>3.2.1. Área Estuarina da bacia do Pina</b>	<b>28</b>
<b>3.2.2. Área Estuarina de Barra das Jangadas</b>	<b>28</b>
<b>3.2.3. Área Estuarina de Suape</b>	<b>28</b>
<b>3.2.4. Área Estuarina do rio Formoso</b>	<b>29</b>
<b>3.2.5. Área Estuarina e baía de Tamandaré</b>	<b>29</b>
<b>3.2.6. Área Estuarina do rio Una</b>	<b>30</b>
<b>4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>31</b>

	<b>Página</b>
<b>5. DESCRIÇÃO DE ÁREA</b>	<b>35</b>
<b>6. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>38</b>
<b>6.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS DE COLETA</b>	<b>38</b>
<b>6.2. PARÂMETROS ABIÓTICOS</b>	<b>39</b>
<b>6.2.1. Climatologia</b>	<b>39</b>
<b>6.2.2. Hidrologia</b>	<b>40</b>
<b>6.2.2.1. Altura das marés (m)</b>	<b>40</b>
<b>6.2.2.2. Profundidade local (m)</b>	<b>40</b>
<b>6.2.2.3. Transparência da água (m)</b>	<b>40</b>
<b>6.2.2.4. Temperatura da água (°C)</b>	<b>40</b>
<b>6.2.2.5. Salinidade</b>	<b>40</b>
<b>6.2.2.6. Oxigênio Dissolvido (ml.L<sup>-1</sup>) e Taxa de Saturação (%)</b>	<b>41</b>
<b>6.2.2.7. Potencial Hidrogeniônico (pH)</b>	<b>41</b>
<b>6.2.2.8. Sais Nutrientes</b>	<b>41</b>
<b>6.2.2.9. Material Particulado em Suspensão</b>	<b>41</b>
<b>6.3. PARÂMETROS BIÓTICOS</b>	<b>41</b>
<b>6.3.1. Biomassa Fitoplanctônica (mg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>41</b>
<b>6.3.2. Produção Fitoplanctônica (mgC.m<sup>-3</sup>.h<sup>-1</sup>)</b>	<b>42</b>
<b>6.3.3. Taxa de Assimilação Fitoplanctônica</b>	<b>43</b>
<b>6.3.4. Composição do Microfitoplâncton</b>	<b>43</b>
<b>6.3.4.1. Etapa de Campo</b>	<b>43</b>
<b>6.3.4.2. Etapa de Laboratório</b>	<b>44</b>
<b>6.4. TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS</b>	<b>45</b>
<b>6.4.1. Riqueza de Espécies</b>	<b>45</b>
<b>6.4.2. Abundância Relativa dos Táxons</b>	<b>45</b>
<b>6.4.3. Frequência de Ocorrência dos Táxons</b>	<b>45</b>
<b>6.4.4. Índice de Diversidade</b>	<b>46</b>
<b>6.4.5. Equitabilidade</b>	<b>46</b>
<b>6.4.6. Análise Multivariada</b>	<b>47</b>
<b>6.4.6.1. Associação das Amostras</b>	<b>47</b>
<b>6.4.6.2. Análise dos Componentes Principais</b>	<b>47</b>
<b>6.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS</b>	<b>48</b>

	<b>Página</b>
<b>6.5.1. Análise de Variância (Kruskal-Wallis)</b>	<b>48</b>
<b>6.6. NORMATIZAÇÃO DO TEXTO</b>	<b>48</b>
<b>7. RESULTADOS</b>	<b>49</b>
<b>7.1. PARÂMETROS ABIÓTICOS</b>	<b>49</b>
<b>7.1.1. Dados Climatológicos</b>	<b>49</b>
<b>7.1.1.1 Precipitação Pluviométrica (mm)</b>	<b>49</b>
<b>7.1.2. Dados Hidrológicos</b>	<b>50</b>
<b>7.1.2.1. Altura das Marés (m)</b>	<b>50</b>
<b>7.1.2.2. Profundidade Local (m)</b>	<b>50</b>
<b>7.1.2.3. Transparência da Água (m)</b>	<b>52</b>
<b>7.1.2.4. Temperatura da Água (°C)</b>	<b>53</b>
<b>7.1.2.5. Salinidade</b>	<b>55</b>
<b>7.1.2.6. Oxigênio Dissolvido (ml.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>57</b>
<b>7.1.2.7. Taxa de saturação de Oxigênio (%)</b>	<b>59</b>
<b>7.1.2.8. Potencial Hidrogeniônico (pH)</b>	<b>61</b>
<b>7.1.2.9. Sais Nutrientes</b>	<b>63</b>
<b>7.1.2.9.1. Nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup> - N)</b>	<b>63</b>
<b>7.1.2.9.2. Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - N)</b>	<b>64</b>
<b>7.1.2.9.3. Fosfato (PO<sub>4</sub><sup>-</sup> - P)</b>	<b>65</b>
<b>7.1.2.9.4. Silicato (SiO<sub>2</sub><sup>-</sup> - Si)</b>	<b>67</b>
<b>7.1.2.10 Material Particulado em Suspensão (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>68</b>
<b>7.2. PARÂMETROS BIÓTICOS</b>	<b>69</b>
<b>7.2.1. Biomassa Fitoplanctônica (mg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>69</b>
<b>7.2.2. Produção Fitoplanctônica (mgC.m<sup>-3</sup>.h<sup>-1</sup>)</b>	<b>71</b>
<b>7.2.3. Taxa de Assimilação Fitoplanctônica</b>	<b>72</b>
<b>7.2.4. Composição Florística</b>	<b>73</b>
<b>7.2.5. Riqueza e Distribuição Taxonômica</b>	<b>75</b>
<b>7.2.5.1. Caracterização Espacial</b>	<b>76</b>
<b>7.2.5.2. Caracterização Sazonal</b>	<b>79</b>
<b>7.2.5.2.1. Período de Estiagem</b>	<b>79</b>
<b>7.2.5.2.2. Período Chuvoso</b>	<b>80</b>
<b>7.3. CARACTERÍSTICA ECOLÓGICA DA FLORA</b>	<b>82</b>

	<b>Página</b>
<b>7.4. TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS</b>	<b>85</b>
<b>7.4.1. Abundância Relativa dos Táxons</b>	<b>85</b>
<b>7.4.2. Frequência de Ocorrência</b>	<b>90</b>
<b>7.4.3. Diversidade Específica e Equitabilidade</b>	<b>91</b>
<b>7.4.3.1. Caracterização Sazonal</b>	<b>92</b>
<b>7.4.3.2. Caracterização Espacial</b>	<b>92</b>
<b>7.4.4. ANÁLISE MULTIVARIADA</b>	<b>95</b>
<b>7.4.4.1. Análise das Amostras</b>	<b>95</b>
<b>7.4.4.2. Análise dos Componentes Principais</b>	<b>97</b>
<b>7.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO</b>	<b>99</b>
<b>7.5.1. Análise de Variância (Kruskal-Wallis)</b>	<b>99</b>
<b>8. DISCUSSÃO</b>	<b>102</b>
<b>9. CONCLUSÕES</b>	<b>122</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>149</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Os ambientes marinhos e costeiros do Brasil vêm sofrendo, nos últimos anos, processos de degradação ambiental gerados pela crescente pressão sobre os recursos naturais marinhos e continentais e pela capacidade limitada desses ecossistemas absorverem tais impactos. A eutrofização, alteração ou destruição de habitats, alterações na sedimentação, a pesca intensiva e depredatória, a poluição industrial, principalmente de poluentes persistentes, e a introdução de espécies exóticas constituem-se nos maiores impactos ambientais na Zona Costeira Brasileira.

Ao longo do litoral brasileiro, alternam-se mangues, campos de dunas e falésias, recifes de arenito e corais, praias e costões, baías e estuários e outros ambientes importantes do ponto de vista ecológico. Esses ambientes, em função de suas características e atributos, são utilizados para diversas atividades, entre elas: portuária, agricultura e agroindústria, aquicultura, carcinicultura, extração vegetal, extrativismo, pecuária, pesca, reflorestamento, salinas, recreação, urbanização e zonas de conservação dos ecossistemas (SANTOS; CÂMARA, 2002).

Dentre esses ecossistemas, destacam-se os estuários que são zonas de transição entre sistemas marinhos e limnéticos, sendo, conseqüentemente, caracterizados por gradientes químicos, físicos e componentes biológicos na coluna d'água. A principal característica desses ambientes é a mistura de águas costeiras vindas dos rios, ricas em nutrientes, com a água marinha relativamente pobre em nutrientes, transportada pelas correntes de maré, estendendo-se rio acima até o limite de influência da maré, resultando, dessa mistura, um gradiente de salinidade, nutrientes e luz que influencia fortemente na distribuição espacial e temporal e na abundância dos organismos planctônicos (MIRANDA et al., 2002; QUINLAN; PHILIPS, 2007).

Para Braga et al. (2000) e Pereira Filho et al. (2001), os sistemas estuarinos são os principais exportadores de nutrientes para a região costeira, pois recebem e concentram o material originado de sua bacia de drenagem e podem vir a receber aportes significativos por ação antrópica. Todo esse aporte de nutrientes coloca os estuários entre os sistemas mais produtivos do mundo, com altas taxas de produtividade primária e teores de biomassa.

São sistemas ecológicos únicos, apresentando características fundamentais para o ciclo da vida de várias espécies, tanto para as populações dos organismos tipicamente estuarinos, que neles permanecem durante todo o ciclo de vida, como, também, para muitas espécies de água doce e marinha que costumam migrar para esses sítios, neles se estabelecendo

temporariamente, principalmente durante o período reprodutivo, de desenvolvimento larval e de alimentação (SILVA; KOENING, 1993; ANDRADE et al. 2004).

Os estuários têm recebido bastante atenção por serem afetados por tensores ambientais diversos, tendo em vista que a substituição ou alteração de suas condições naturais está relacionada, principalmente, ao crescimento populacional em geral, associado à ausência de planejamento para o uso de espaços e recursos disponíveis de forma sustentada, a interesses econômicos imediatos, muitas vezes conflitantes. São, por isso, mais sujeitos à degradação ambiental proveniente de grandes aglomerados humanos, já que a maioria da população brasileira concentra-se ao longo do litoral.

Essas alterações afetam, sobretudo, os organismos neles presentes, dentre os quais a comunidade fitoplanctônica que tem como característica mais importante o fato de pertencer ao primeiro nível da teia trófica, além de serem excelentes bioindicadores das condições ambientais.

Inúmeros fatores influenciam a variação na composição da comunidade fitoplanctônica, especialmente a disponibilidade de nutrientes dissolvidos, a radiação e a salinidade. Segundo Hino e Tundisi (1977), qualquer alteração no ambiente aquático resultaria em uma mudança na estrutura dessa comunidade. Portanto, a composição fitoplanctônica é um dos aspectos importantes a serem estudados, uma vez que esses organismos são utilizados como bioindicador da qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos.

Ao mesmo tempo se torna importante associar o estudo da composição fitoplanctônica com a sua capacidade produtiva, uma vez que através da produção primária podem-se avaliar as reais condições de o ecossistema manter todos os níveis da teia trófica, além de, através da relação biomassa/produção fitoplanctônica, ser possível classificar o referido ambiente quanto ao seu grau de eutrofização.

Associado a esses estudos, o conhecimento dos processos físicos e químicos de um ecossistema é de grande importância para que se venha a ratificar as conclusões obtidas com a análise da composição e produtividade fitoplanctônica. A relação entre fatores ambientais e a produção primária é essencial para o entendimento da função de ecossistemas aquáticos (HERRERA-SILVEIRA 1998). O complexo de características físicas, químicas e biológicas controla a dinâmica da comunidade fitoplanctônica no ambiente, determinando a composição das espécies, a biomassa e a produtividade primária (CHIU et al., 1994).

Além disso, corpos de águas tropicais respondem a mudanças ambientais em curto prazo. Forças climáticas e meteorológicas, como episódios anômalos de intensa precipitação

ou seca, ciclos relativos ao rio e à maré, ação de ventos fortes, podem afetar rapidamente o processo biogeoquímico (SOUZA; COUTO, 1999).

O conhecimento da dinâmica da comunidade fitoplanctônica é relevante não apenas por sua importância para a produção primária dos ambientes aquáticos, como também por serem as flutuações temporais e espaciais, em suas respectivas composições e biomassa, indicadores eficientes das alterações, sejam elas naturais ou antrópicas, nos ecossistemas aquáticos.

Neste sentido, o curto tempo do ciclo biológico das algas permite que importantes processos sejam mais bem compreendidos. A comunidade fitoplanctônica tem sido muito útil como modelo de estudos, como dinâmica de nutrientes, para um melhor entendimento de outras comunidades e dos ecossistemas em geral. Sendo assim, essas comunidades são elementos centrais na elaboração de estudos visando ao manejo ambiental, a modelos sobre estimativas de fluxo energético entre os diferentes níveis da teia trófica e à capacidade de suporte do sistema (BOZELLI; HUSZAR, 2003).

Segundo Stevenson e Smol (2003), diversos estudos sobre algas como indicadores de qualidade da água foram realizados em várias partes do mundo desde o começo do século passado, tendo, nos últimos anos, a implantação de muitos programas de monitoramento utilizado o fitoplâncton como um dos principais parâmetros na avaliação ambiental.

Particularmente no estado de Pernambuco, estudos sobre a comunidade fitoplanctônica foram iniciados na década de 60, onde Eskinazi e Satô (1966) descreveram e ilustraram espécies de diatomáceas da praia de Piedade-PE, sendo este o marco inicial para os estudos sobre a comunidade fitoplanctônica (ESKINAZI-LEÇA et al., 2004).

A partir de então foram intensificados os estudos sobre essas comunidades e vários trabalhos foram desenvolvidos em regiões oceânicas, costeiras e, principalmente, estuarinas, destacando-se, no litoral norte do Estado, o canal de Santa Cruz e os vários estuários que nele desembocam.

Em relação ao litoral sul, os estudos neste campo do conhecimento foram intensificados na última década, porém o estuário do rio Sirinhaém era um dos únicos do Estado ainda não estudado sob o ponto de vista da comunidade fitoplanctônica e da capacidade produtiva.

Pelo exposto, com a verificação da necessidade e importância de seu estudo, desenvolveu-se este trabalho com o **objetivo geral** de realizar o primeiro levantamento sobre a estrutura, a produtividade e a biodiversidade da comunidade fitoplanctônica do estuário do

rio Sirinhaém-PE bem como dos fatores que a controlam, contribuindo de forma significativa para o conhecimento da ecologia do referido ecossistema, tendo como **objetivos específicos**:

- identificar a comunidade microfitoplanctônica em níveis específicos e infraespecíficos;
- determinar a comunidade fitoplanctônica em função da abundância relativa, da frequência de ocorrência, da diversidade e da equitabilidade;
- avaliar o ecossistema em função dos padrões ecológicos das espécies fitoplanctônicas;
- determinar as variações espaciais e temporais da composição, da biomassa e da produção fitoplanctônica, bem como dos parâmetros hidrológicos em diferentes regimes de marés;
- determinar o grau de correlação entre os parâmetros bióticos com os abióticos;
- caracterizar o grau de eutrofização do meio.

## **2. HIPÓTESE**

$H_0$  - Os impactos antrópicos que o rio Sirinhaém vem sofrendo não acarretam modificações na estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica na área estuarina.

$H_1$ - Os impactos antrópicos que o rio Sirinhaém vem sofrendo acarretam modificações na estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica na área estuarina.

### **3. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DO FITOPLÂNCTON EM ÁREAS ESTUARINAS DE PERNAMBUCO.**

A comunidade fitoplanctônica exerce relevante função no desenvolvimento de estudos em ecossistemas aquáticos. As mudanças ambientais induzem respostas rápidas desses organismos, provocando alterações na sua composição e dinâmica, estabelecendo ferramenta de análises para melhor compreensão dos mecanismos de funcionamento dos corpos d'água.

O desenvolvimento de pesquisas nesse âmbito, em nível mundial, tem revelado características significativas sobre a atividade da comunidade fitoplanctônica nos mais variados aspectos. Particularmente no estado de Pernambuco, vários trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica foram e estão sendo realizados com o objetivo de melhor caracterizar a participação desses seres nos ambientes estuarinos, tanto em nível qualitativo como quantitativo, os quais se encontram descritos a seguir.

#### **3.1. LITORAL NORTE**

##### **3.1.1. Área Estuarina do rio Goiana**

Feitosa (1996) realizou um estudo sobre a estrutura e a produtividade da comunidade fitoplanctônica correlacionadas com parâmetros abióticos; Feitosa et al. (1999) realizaram estudos sobre a estrutura do microfitoplâncton.

##### **3.1.2. Área Estuarina de Itamaracá**

###### **3.1.2.1. Canal de Santa Cruz**

Eskinazi-Leça (1974), que fez um estudo de nível qualitativo e quantitativo, fornecendo dados sobre a distribuição espacial do microfitoplâncton; Eskinazi-Leça e Passavante (1974), Eskinazi-Leça e Barros-Franca (1974) descreveram a ocorrência de *Biddulphia regia*, *Coscinodiscus centralis* e *Rhizosolenia setigera* var. *daga* no canal de Santa Cruz; Eskinazi-Leça et al. (1980a) realizaram um estudo de nível qualitativo da microflora; Cavalcanti (1976) e Cavalcanti et al. (1981) deram ênfase à caracterização do canal de Santa Cruz em função dos parâmetros hidrológicos, correlacionados com os teores de clorofila *a*; Passavante (1979, 1981, 1985, 1987/89) realizou o primeiro trabalho sobre a produtividade primária e a biomassa do nanofitoplâncton e do microfitoplâncton; Flores Montes (1996)

realizou estudos sobre a variação nictemeral do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos; Flores Montes et al. (1998) estudaram a variação nictemeral do fitoplâncton e dos elementos nutrientes; Silva-Cunha (2001) descreveu a estrutura e a dinâmica da flora planctônica; Silva-Cunha et al. (2004) estudaram o efeito da salinidade na estrutura de populações de microalgas planctônicas; Figueiredo et al. (2006) pesquisaram a variação nictemeral da hidrologia e biomassa fitoplanctônica nas barras Orange e Catuama em Itamaracá-PE.

#### 3.1.2.2. Área Estuarina do rio Botafogo

Barros-Franca (1980) e Barros-Franca et al. (1981) estudaram em nível qualitativo e iniciaram os estudos quantitativos do fitoplâncton pelo método de Utermohl; Eskinazi-Leça et al. (1984) complementaram os estudos iniciados pelos autores supracitados, apresentando dados sobre a densidade fitoplanctônica; Passavante e Koenig (1984) realizaram estudos sobre os teores de clorofila *a* e o material em suspensão na área; Passavante et al. (1993) continuaram os estudos, abordando a biomassa fitoplanctônica; Costa et al. (1994) estudaram a influência de diversas concentrações de cloro sobre as populações fitoplanctônicas; Lacerda et al. (2004) realizaram estudos sobre a variação nictemeral do fitoplâncton

#### 3.1.2.3. Área Estuarina do rio Congo

Fernandes (1997), que realizou estudos sobre a produtividade fitoplanctônica relacionada com alguns aspectos ecológicos; Fernandes et al. (1999) sobre a comunidade fitoplanctônica; Fernandes et al. (2002 a,b) que publicaram resultados preliminares sobre o estudo qualitativo do fitoplancton.

#### 3.1.2.4. Área Estuarina do rio Jaguaribe

Santos-Fernandes (1997) realizou um estudo sobre a ecologia, a densidade, a biomassa e a produtividade do fitoplâncton; Santos-Fernandes et al. (1998) realizaram estudos sobre a biomassa fitoplanctônica; Santos-Fernandes et al. (2000) descreveram a produtividade fitoplanctônica e a hidrologia do estuário.

### 3.1.2.5. Área Estuarina do rio Igarassu

Eskinazi-leça et al. (1980b) realizaram um estudo sobre a composição do fitoplâncton; Leão (2004) apresentou dados sobre a comunidade fitoplanctônica e as variáveis hidrológicas; Leão et al. (2008) descreveram a ecologia do microfitoplâncton correlacionadas com os parâmetros abióticos.

### 3.1.2.6. Área Estuarina do rio Paripe

Os estudos neste estuário foram iniciados através do projeto Estudos de áreas de mangue do Nordeste Brasileiro, financiado pelo CNPq/CAPES, em convênio com a Universidade Federal Rural de Pernambuco, com o objetivo de caracterizar as áreas de manguezais e estuarinas do Nordeste, iniciado por Lacerda e Koenig (1989) que publicaram uma nota preliminar sobre a variação do fitoplâncton em áreas de manguezais; Lacerda et al. (1990) publicaram os resultados sobre a variação anual do microfitoplâncton no estuário; Silva et al. (1990) enfocaram a variação diurna da clorofila *a* e dos feopigmentos; Silva (1992) estudou a variação sazonal e espacial da produção, da biomassa e da densidade fitoplanctônica; Silva e Koenig (1993) realizaram um estudo mais detalhado sobre a variação sazonal e espacial da densidade fitoplanctônica; Lacerda (1994) e Lacerda et al. (1993 e 1994) estudaram a variação diurna da densidade e composição fitoplanctônica; Lacerda et al. (1995) realizaram estudos em que se referiam às adições da diatomoflora planctônica para o Estado; Moura et al. (1995) realizaram um trabalho sobre a biomassa das algas perifíticas em substrato artificial nos estuários dos rios Paripe e Igarassu; Lacerda et al. (1998), sobre a composição e a variação da flora das diatomáceas.

### 3.1.2.7. Viveiros de Cultivo

Eskinazi-Leça e Koenig (1977) publicaram os primeiros resultados sobre o fitoplâncton de viveiros de criação de peixes na ilha de Itamaracá, realizando um levantamento quali-quantitativo; Eskinazi-Leça e Koenig (1978a,b e 1979) abordaram os aspectos qualitativos e a variação anual do standing-stock em viveiros naturais e adubados; Eskinazi-Leça e Koenig (1980a) realizaram um estudo sobre o florescimento da cianófito *Anabaena spiroides*; Eskinazi-Leça e Koenig (1980b) concluíram um trabalho sobre o fitoplâncton dos viveiros; Eskinazi-Leça e Koenig (1981) realizaram um estudo ecológico dos viveiros naturais, arraçoados e fertilizados; Koenig e Eskinazi-Leça (1982) enfocaram a

biomassa total e fracionada em viveiros fertilizados; Koenig (1983) concluiu um estudo sobre a fração do nanofitoplâncton; Macêdo e Koenig (1983) estudaram a variação diária das condições hidrológicas e da biomassa fitoplanctônica em viveiros fertilizados de cultivo de peixes; Koenig e Eskinazi-Leça (1984) realizaram um trabalho abordando uma nova metodologia para o estudo do fitoplâncton e do fracionamento em viveiros do Estado; Koenig et al. (1985) trabalharam detalhadamente o fracionamento do fitoplâncton em ecossistema tropical; Koenig (1987) abordou a biomassa fitoplanctônica em viveiros de cultivo na ilha de Itamaracá; Macêdo et al. (1987/89) estudaram os aspectos hidrológicos e o fitoplâncton em um viveiro natural; Passavante e Feitosa (1990) realizaram o primeiro estudo sobre a produtividade primária nos viveiros em Itamaracá; Macêdo e Koenig (1992) estudaram a variação diária dos parâmetros hidrológicos e do fitoplâncton em viveiros fertilizados.

### **3.1.3. Área Estuarina do rio Timbó**

Os primeiros trabalhos realizados neste estuário, com o intuito de conhecer melhor a sua ecologia, iniciaram, em meados dos anos 80, através de: Barros-Franca et al. (1984) que abordaram aspectos preliminares sobre a composição do microfitoplâncton na porção interna do estuário; Silva-Cunha et al. (1987/89) que estudaram a taxonomia e a ecologia do microfitoplâncton; Koenig e Eskinazi-Leça (1987/89) que realizaram um estudo sobre a densidade e o fracionamento do fitoplâncton; Silva (1989) que estudou a produtividade fitoplanctônica da área; Grego (2004) que realizou um estudo sobre a distribuição espacial e sazonal da composição e da biomassa fitoplanctônica correlacionadas com a hidrologia do estuário; Grego et al. (2004) que publicaram um estudo sobre a distribuição espacial e sazonal da clorofila *a* fitoplanctônica e da hidrologia.

### **3.1.4. Área Estuarina do rio Capibaribe**

Travassos (1991), Travassos et al. (1994) e Koenig et al. (1994, 1995b) estudaram a hidrologia, a composição e a biomassa primária do fitoplâncton.

## 3.2. LITORAL SUL

### 3.2.1. Área Estuarina da bacia do Pina

O primeiro trabalho foi publicado por Feitosa (1988), que abordou a produtividade primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros abióticos e bióticos; logo em seguida vieram os trabalhos de Feitosa e Passavante (1990) e Koenig et al. (1990) abordando a variação sazonal da biomassa fitoplanctônica; Feitosa e Passavante (1991/1993), a variação sazonal da produtividade fitoplanctônica; Silva-Cunha et al. (1990) realizaram um estudo sobre as diatomáceas da bacia; Maia et al. (1993, 1994 e 1995), Maia (1995) desenvolveram estudos sobre a composição e a densidade do fitoplâncton; Nascimento et al. (1999), sobre a variação espacial e temporal da produção fitoplanctônica fracionada e da hidrologia; Nascimento (2001) estudou os aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica associada com alguns parâmetros abióticos (climatológicos e hidrológicos); Nascimento et al. (2003) estudaram a disponibilidade nutricional da bacia em relação aos nutrientes e à biomassa fitoplanctônica.

### 3.2.2. Área Estuarina de Barra das Jangadas

Ottmann et al. (1967) foram os pioneiros em trabalho sobre o fitoplâncton em áreas estuarinas do estado de Pernambuco, descrevendo algumas espécies ocorrentes na área; Eskinazi (1967) complementou o trabalho realizando um estudo sobre as espécies de diatomáceas ao longo do estuário; Eskinazi-Leça et al. (1997) realizaram um trabalho sobre o fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco, o qual abrangeu uma estação localizada no estuário do rio Jaboatão; Branco (2001) estudou a ecologia da comunidade fitoplanctônica; e Branco et al. (2002) abordaram a hidrologia e a biomassa; Lacerda (2004) realizou uma série temporal do fitoplâncton; Feitosa et al. (2004), sobre a composição do microfitoplâncton; Noriega et al. (2005), sobre a biomassa fitoplanctônica e sua relação com os sais nutrientes; Branco (2008) realizou estudos sobre a influência das variáveis ambientais na estrutura da comunidade fitoplanctônica.

### 3.2.3. Área Estuarina de Suape

Cavalcanti et al. (1980) e o Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco – CONDEPE (1983) realizaram estudos sobre as condições ecológicas da área, abordando

hidrologia, plâncton, necton e bentos; Eskinazi-Leça e Koenig (1985/86) realizaram um estudo detalhado sobre a distribuição e a ecologia das diatomáceas; Koenig e Eskinazi-Leça (1991) abordaram os aspectos quantitativos do fitoplâncton; Maia et al. (1989) realizaram um estudo sobre a composição do fitoplâncton nos estuários Massangana e Tatuoca; Barros-Franca e Batista (1991), sobre a distribuição e a abundância relativa do fitoplâncton na baía de Suape, no rio Massangana, no riacho dos Algodois e na ilha da Cana; Eskinazi-leça et al. (1991) publicaram a ocorrência de *Stephanopyxis turris* (Bacillariophyceae) em águas costeiras no nordeste do Brasil, principalmente na área de Suape; Koenig et al. (1996) estudaram a ecologia da diatomoflora do estuário do rio Ipojuca; Koenig et al. (1995a) estudaram a densidade fitoplanctônica em uma estação fixa do estuário do rio Massangana; Koenig (1997) estudou a ecologia e a dinâmica do fitoplâncton após a implantação do Complexo Portuário de Suape; mais recentemente, Koenig et al. (2002, 2003) relatam os impactos da construção do Porto sobre a comunidade fitoplanctônica.

#### **3.2.4. Área Estuarina do rio Formoso**

Honorato da Silva (2003) realizou um trabalho sobre a comunidade fitoplanctônica, enfocando a biomassa, a taxonomia e a ecologia; Honorato da Silva et al. (2004) publicaram um trabalho sobre a distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos. Honorato da Silva et al. (2009) descreveram a estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton.

#### **3.2.5. Área Estuarina e baía de Tamandaré**

Sato et al. (1963/64) registraram o fenômeno de florações (maré-vermelha) da cianofícea *Trichodesmium erithraeum* (*Oscillatoria*); Barros-Franca (1984) estudou a distribuição do microfitoplâncton na baía de Tamandaré; Barros-Franca et al. (1991) estudaram a composição da comunidade fitoplanctônica na foz do rio Mamucaba; Moura (1991) realizou um trabalho qualitativo e quantitativo com variáveis hidrológicas na baía; Losada et al. (2003) estudaram a biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros abióticos nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba; Rosevel (2005) e Rosevel da Silva et al. (2005), a variação espacial e temporal da comunidade microfitoplanctônica nos rios Ilhetas e Mamucabinha e na baía de Tamandaré.

### **3.2.6. Área Estuarina do rio Una**

Os estudos sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica neste estuário foram realizados por Bastos (2002), Bastos et al. (2005) que estudaram a variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e da hidrologia e Bastos (2006) que estudou a estrutura da comunidade fitoplanctônica e as variáveis ambientais.

## 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os produtores primários de ambientes aquáticos estão constituídos por microalgas, macroalgas, fanerógamas marinhas, e algumas bactérias, sendo imprescindíveis para um bom funcionamento da teia trófica, pois são responsáveis pela síntese primária de matéria orgânica.

O termo microalgas engloba microrganismos algais com clorofila *a* e outros pigmentos fotossintéticos, os quais são capazes de realizar a fotossíntese, e sua caracterização (sistemática) implica a consideração de uma série de critérios (HOEK et al., 1995; RAVEN et al., 2001).

Esses microrganismos têm sido tradicionalmente classificados quanto aos tipos de pigmentos, à natureza química dos produtos de reserva e aos constituintes da parede celular. Também são considerados aspectos citológicos e morfológicos, tais como a ocorrência de células flageladas, a estrutura dos flagelos, os processos de formação do núcleo e da divisão celular, a presença e caracterização de envoltório do(s) cloroplasto(s) e a possível conexão entre o retículo endoplasmático e a membrana nuclear. Além destes, recentemente, são empregadas, na taxonomia, as técnicas de biologia molecular (TOMASELLI, 2004; HU, 2004).

Entre as microalgas estão incluídos organismos com dois tipos de estrutura celular: 1. Estrutura procariótica - com representantes nas Divisões Cyanophyta (cianobactérias) e Prochlorophyta; 2. Estrutura celular eucariótica - com representantes nas Divisões Chlorophyta, Euglenophyta, Rhodophyta, Haptophyta (Prymnesiophyta), Heterokontophyta (Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Xantophyceae etc.), Cryptophyta e Dinophyta (HOEK et al., 1995).

De acordo com esses autores, são conhecidas aproximadamente 26.000 espécies de microalgas, vivendo flutuando aos sabores das correntes (fitoplanctônicas), aderidas a diversos substratos (epífitas, epizóicas, epipélicas, epilíticas, etc.), ou vivendo diretamente em contato com o sedimento do fundo (bentônicas).

Dentre as microalgas que compõem o fitoplâncton estuarino, as diatomáceas constituem o grupo mais representativo, chegando a constituir mais de 80% do fitoplâncton coletado em rede. Tal abundância é justificada pela disponibilidade de nutrientes e por suas características de eurialinidade, o que as torna capazes de suportar as grandes variações de salinidade que normalmente ocorrem nos estuários (ESKINAZI-LEÇA et al., 2004).

Outro representante do fitoplâncton estuarino são os dinoflagelados, ocorrendo em pequeno número de espécies. Para Silva-Cunha (2001) e Koenig e Macedo (1999), a

presença desses organismos em estuários se dá em função das correntes de marés que transportam as espécies de áreas oceânicas para as costeiras e estuarinas. No entanto, a grande maioria dessas microalgas prefere condições estáveis e a maior variedade de espécies se encontra em águas com baixa concentração de nutrientes. Por esse motivo, a grande maioria das espécies habita o plâncton marinho, de preferência, nas águas oceânicas.

As cianobactérias são pouco abundantes em regiões estuarinas, preferindo os ecossistemas dulcícolas, porém algumas são caracteristicamente marinhas, ocorrendo tanto na forma bentônica como na planctônica (ESKINAZI-LEÇA et al., 2002).

As clorofíceas formam um grupo de algas eucarióticas extremamente grande e diverso. Têm ampla distribuição, sendo a maioria dos seus representantes encontrados em águas continentais e juntamente com as euglenofíceas, têm importância qualiquantitativa apenas nas áreas oligoalinas dos estuários (FALCÃO, et al. 2002; SILVA-CUNHA, 2001).

Em todos os grupos de microalgas a clorofila *a* está presente, sendo o pigmento fotossintetizante mais importante. Sua quantificação é um dos métodos mais precisos e de baixo custo, possibilitando determinar a biomassa fitoplanctônica, bem como avaliar a comunidade dos produtores primários aquáticos (SANTOS-FERNANDES et al., 1998).

Segundo Chisti (2004), as microalgas são fontes de uma quantidade ilimitada de produtos, sendo consideradas responsáveis por pelo menos 60% da produção primária na Terra (PULZ; GROSS, 2004).

Dessa forma, o fitoplâncton possui um grande significado ecológico, em função da sua alta capacidade produtiva para os demais níveis tróficos, como também pela liberação da maior parte do oxigênio disponível na Terra e por responder rapidamente aos impactos ambientais, tornando-se ótimo bioindicador (ESKINAZI-LEÇA et al., 2000).

No ambiente natural, o crescimento desses organismos é resultado da interação entre fatores físicos, químicos e biológicos (RAVEN, 1988). Os fatores biológicos estão relacionados às próprias taxas metabólicas da espécie, bem como à possível influência de outros organismos sobre o desenvolvimento algal (DERNER et al., 2006). Quanto aos fatores físico-químicos, são principalmente reportados estudos sobre iluminação, temperatura, salinidade e disponibilidade de nutrientes.

O regime de luz afeta o crescimento do fitoplâncton, determinando a magnitude da zona eufótica. O fitoplâncton cresce, absorvendo nutrientes inorgânicos, e, pela fotossíntese, converte as substâncias dissolvidas em biomassa. Portanto, a profundidade da zona eufótica é determinada não só pela energia radiante, como também pela quantidade de partículas na

coluna d' água. Sendo assim, nas zonas eufóticas, a eficiência na utilização da luz é maior, podendo se desenvolver uma grande biomassa fitoplanctônica (KEITH et al. 2002).

A temperatura atua controlando a distribuição e reprodução de diferentes espécies do fitoplâncton, influenciando indiretamente sobre a produção, através dos seus efeitos sobre o movimento e a mistura das águas e também do aporte de nutrientes para os níveis eufóticos.

Nesse sentido, em regiões costeiras tropicais, a dimensão horizontal assume especial importância, visto que os deslocamentos horizontais das massas de água, resultantes do regime hidrológico, da ação das correntes e da maré, podem determinar uma distribuição heterogênea das espécies fitoplanctônicas (TENENBAUM, 1995).

Outro fator que regula a produção do fitoplâncton é a taxa de suprimento de nutrientes inorgânicos dissolvidos, principalmente os compostos fosforados (fosfatos), nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e silicatos (para as diatomáceas). Estes derivam da drenagem terrestre, dos processos de remineralização na zona eufótica, da ressuspensão do sedimento, da decomposição de substâncias orgânicas e de excreções de organismos aquáticos. A atividade antrópica pode elevar os níveis de fitoplâncton (KLEPPEL, 1996), que, por sua vez, irão depender do grau de restrição do hidrodinamismo, da disponibilidade de nutrientes, da herbivoria, da precipitação, da luz e dos ventos.

Em áreas estuarinas, a salinidade apresenta consideráveis flutuações cujo gradiente determina uma sucessão na distribuição dos vários grupos do fitoplâncton. No período de grandes precipitações, uma maior descarga fluvial resulta em salinidades mais baixas; e, baseando-se no princípio de que o tempo de residência da água é o principal fator controlador do fitoplâncton, uma rápida mudança na salinidade pode ser um fator de estresse para a comunidade fitoplanctônica, o que resulta em alterações tanto na abundância como na composição de espécies (SMAYDA, 1983).

Para Branco (1986), a abundância dos organismos em um meio é proporcional à concentração do elemento fertilizante assimilável que se encontra em quantidade mínima, relativamente à exigência desses organismos.

Por esse motivo, nos ecossistemas estuarinos o fitoplâncton é muito mais abundante do que nas áreas costeiras e oceânicas, em função do grande suprimento de nutrientes nessas áreas devido à drenagem constante das águas dos rios e à ciclagem de resíduos orgânicos.

Porém não só a abundância como a estrutura da comunidade fitoplanctônica podem ser modificadas em função dos impactos que estes ambientes vêm sofrendo em consequência do crescimento populacional, da especulação imobiliária, do turismo, do lazer, das indústrias e usinas, alterando suas condições naturais iniciais.

A utilização inadequada das áreas estuarinas tem propiciado um enriquecimento excessivo de suas águas, com altos níveis de material orgânico e inorgânico, alterações físicas, introdução de substâncias tóxicas, entre outros, acarretando acumulação desses materiais pelos organismos, de forma direta ou indireta, levando a um desequilíbrio do ecossistema.

Dessa forma, Souza e Cocentino (2004) afirmam que os lançamentos massivos de poluentes orgânicos nas áreas costeiras podem estimular o crescimento de algas, de forma que quantidades excessivas de fitoplâncton e/ou macrófitas podem causar problemas biológicos, estéticos ou recreacionais.

Assim, o conhecimento da dinâmica da comunidade fitoplanctônica é relevante não apenas por sua importância para a produção primária dos ambientes aquáticos, como também por serem as variações sazonais e espaciais, em suas respectivas composições e na biomassa, indicadores eficientes das alterações, dos tipos naturais ou antrópicas, nos ecossistemas aquáticos.

## 5. DESCRIÇÃO DE ÁREA

O município de Sirinhaém está situado na região fisiográfica da Mata Meridional de Pernambuco, a 76km do Recife, limitando-se, ao norte, com os municípios de Ipojuca e Escada, ao sul, com os municípios de Rio Formoso e Tamandaré, a oeste, com o município de Ribeirão e, a leste, com o oceano Atlântico. Possui uma área de 355,2km<sup>2</sup> e, de acordo com o senso do IBGE realizado no ano de 2000, tem uma população de 33.046 habitantes. Administrativamente, Sirinhaém está formado pelos distritos sede, Barra de Sirinhaém e Ibiratinga e pelos povoados Usina Trapiche, Agrovila Trapiche e Santo Amaro (BELTRÃO et al. 2005).

Segundo núcleo urbano em importância no litoral da Área de Proteção Ambiental de Guadalupe (APA), Barra de Sirinhaém, localizada na desembocadura do rio Sirinhaém, tem uma população residente que equivale a 22,5% do contingente urbano do município de Sirinhaém. A vila em apreço tem sua evolução ligada à atividade pesqueira, desempenhando a função muito importante de pesca marítima e estuarina (CONDEPE, 1999).

Barra de Sirinhaém está constituída de um núcleo antigo, predominantemente residencial, cuja população vive da pesca, do pequeno comércio e do assalariamento em fazendas e sítios de coco, e de uma extensa área de expansão urbana formada por loteamentos de veraneio. Esta última inicia nos limites da vila e se estende, com alguma interrupção, pelas praias de Sirinhaém, Guaiamum e Gamela até a praia de Guadalupe, acompanhando a Via Litorânea de Guadalupe, achando-se, portanto, a referida área de expansão urbana inserida no setor destinado pelo Plano Diretor do Centro Turístico de Guadalupe à implantação de hotéis, bem como de equipamentos de veraneio, comércio e serviços (CONDEPE, op. cit.).

De acordo com a classificação de Köppen, a região enquadra-se no clima do tipo As' (tropical quente e úmido), com chuvas de outono/inverno e precipitação média anual de 2.050mm. Os meses mais chuvosos são maio, junho e julho, sendo os de menor pluviosidade outubro, novembro e dezembro. A temperatura média anual é de 24°C, variando entre a mínima de 18°C e a máxima de 32°C, sendo fortemente influenciada pela ação moderadora dos ventos alísios (ANDRADE; LINS, 1965).

Segundo Andrade e Lins (1971), a umidade relativa do ar apresenta média anual superior a 80% e evaporação média anual de 170mm. Os ventos predominantes são de sudeste, com variação de leste e nordeste, constituintes da Massa Equatorial Atlântica e com velocidades médias anuais em torno de 2,5m.s<sup>-1</sup>.

O rio Sirinhaém tem aproximadamente 158Km de extensão, nasce na Serra do Alho, no município de Camocim de São Félix, com o nome riacho Tanque das Piabas. Toma, inicialmente, a direção sul e, a seguir, a direção geral sudeste, cortando os municípios de Bonito, Barra de Guabiraba, Cortês, Ribeirão, Gameleira, Rio Formoso e Sirinhaém, em cujo litoral deságua após compor, com seus vários braços (os rios Arrumado, Trapiche, Aquirá, além do próprio rio Sirinhaém), um amplo e complexo estuário onde se encontram algumas lagoas, numerosas ilhas e extenso manguezal com sua variada fauna (CPRH, 2003).

À diferença de outros rios da região, como, por exemplo, o rio Ipojuca, o rio Sirinhaém tem grandes afluentes, destacando-se como tais os rios Tapiruçu, Camaragibe e Amaragi, todos pela margem esquerda. Outro traço característico desse rio é o fato de apresentar, em alguns trechos do médio curso, a planície fluvial bastante desenvolvida, a exemplo do que ocorre entre os Engenhos Cachoeirinha e Limão Doce, na qual está localizada a Usina Cucaú (CPRH, 2003).

O rio Sirinhaém banha núcleos urbanos de pequeno porte e, na área canavieira, sofre não só a ação dos poluentes agrícolas, como também daqueles decorrentes da localização, em suas margens, de duas grandes agroindústrias – as usinas Cucaú (no município de Rio Formoso) e Trapiche (em Sirinhaém), ambas com destilaria anexa. Somado a estes, existe a carga poluente proveniente dos esgotos domésticos.

Aos tipos de degradação ambiental acima descritos, provocados pelos núcleos urbanos em apreço, acrescem-se aqueles causados pela dragagem, em larga escala, do leito dos rios Sirinhaém e Una, para retirada de areia, com amplo emprego na construção civil. Essa atividade extrativa, nos moldes em que vem se processando, tem tido como consequência o desbarrancamento das margens fluviais (resultado da alteração local da dinâmica dos processos erosivos) e o aumento da turbidez da água (CONDEPE, 1999).

Outro aspecto importante a ser destacado é que a foz do rio Sirinhaém foi consideravelmente reduzida com a construção de um istmo artificial, o que de certa forma contribuiu para o acúmulo de sedimentos na área, formando coroas de areia e, conseqüentemente, reduzindo a profundidade local.

Na região costeira adjacente à desembocadura do estuário, há uma linha de recifes de arenito, além da ilha de Santo Aleixo que fica a aproximadamente 2,5km da foz. Os ecossistemas de manguezais apresentam-se relativamente conservados e situam-se em extensas faixas marginais dos trechos terminais dos rios da área. Segundo Braga (1986), os manguezais ocupam terrenos baixos e argilosos, sujeitos ao fluxo constante das marés, onde são encontradas, em geral, as espécies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e

*Avicennia schaueriana*. No entanto, na região da desembocadura do estuário do rio Sirinhaém, o maguezal foi substituído por casas de veraneio e pelo porto de Barra de Sirinhaém (Fig. 01).

Associada à vegetação, ao solo e às características hídricas do estuário, existe uma fauna típica, bastante diversificada, composta de várias espécies de crustáceos, moluscos e peixes que sustentam a atividade pesqueira local.

## 6. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram realizadas viagens piloto à área para viabilizar as atividades de campo e, na ocasião, demarcar os pontos de coleta, bem como criar condições para a realização de algumas etapas de laboratório que deveriam ser efetuadas logo após as coletas. Na ocasião, ficou definido que seria utilizado um espaço na Colônia de Pescadores de Barra de Sirinhaém como ponto de apoio e “laboratório” para a realização das filtrações.

Os pontos de coleta foram demarcados com o auxílio de um GPS Garmin modelo 48, levando-se em conta as características gerais da área, considerando também a distância a ser percorrida sem perda significativa da altura da maré (Fig. 01).

As coletas foram realizadas mensalmente, durante o período de julho/2005 a junho/2006, correspondendo a uma variação anual, nos dois regimes de marés de um mesmo dia, em três pontos fixos, em maré de sizígia, utilizando-se um barco de 6,2m de comprimento, equipado com motor de popa de 25 H.P.

Em cada ponto de coleta, foram registrados, concomitantemente, dados relativos à temperatura da água à profundidade máxima local e à penetração de luz. Além disso, foram recolhidas amostras para determinação dos parâmetros hidrológicos e biológicos, utilizando-se rede de plâncton, garrafas oceanográficas de Nansen e de Kitahara. As amostras para análise dos parâmetros hidrológicos - pH e nutrientes - foram coletadas apenas na camada superficial, enquanto, para salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido, foram coletadas, também, na camada de profundidade máxima, com a finalidade de determinar o padrão de circulação do estuário.

### 6.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS DE COLETAS

- **Ponto 1** - localizado a montante do estuário nas coordenadas geográficas 8°35'11" Lat. S e 35°03'54" Long. W., caracteriza-se por apresentar em suas margens uma vegetação de mangue bastante preservada. A profundidade média local foi de 1,43m na baixa-mar e de 2,64m na preamar (Fig. 01).
- **Ponto 2** – localizado na porção intermediária do estuário nas coordenadas geográficas 8°35'27" Lat. S e 35°03'01" Long. W., também apresenta como característica uma vegetação de mangue bastante preservada em suas margens e bancos de areia que

ficam expostos durante a baixa-mar. A profundidade média local foi de 1,20m na baixa-mar e de 2,59m na preamar (Fig. 01).

- **Ponto 3** - localizado a jusante, na desembocadura do rio Sirinhaém, nas coordenadas geográficas 8°36'26" Lat. S e 35°02'52" Long. W., apresenta como característica básica a ausência de manguezais em suas margens e a presença de casas de veraneio na margem direita do rio. A profundidade média local foi de 3,11 e 4,63m, respectivamente, na baixa-mar e na preamar (Fig. 01).



**Figura 1.** Área estudada com as localizações dos pontos de coleta. Fonte: SUDENE (1974) Escala 1:25000.

## 6.2. PARÂMETROS ABIÓTICOS

### 6.2.1. CLIMATOLOGIA

Os dados climatológicos foram provenientes da Estação Meteorológica de Porto de Galinhas (Ipojuca – PE), localizado entre as coordenadas 8°30'54" Lat. S e 35°00'03" Long. W, e fornecidos pelo Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP). Para média histórica, foram obtidos dados referentes à precipitação pluviométrica (mm) relativos aos anos de 1991 a 2006.

### 6.2.2. HIDROLOGIA

As amostras para análises químicas, após serem coletadas, foram acondicionadas em garrafas plásticas foscas com volumes entre 0,5L a 1,0L, exceto as amostras para oxigênio dissolvido que foram armazenadas em frascos de vidros âmbar de 150mL. Os parâmetros químicos foram analisados no Laboratório de Química do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

#### 6.2.2.1. Altura das Marés (m)

A altura das marés foi obtida através da Tábua de Marés editada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, publicada em 2004 e 2005, tendo-se como referência o Porto de Suape.

#### 6.2.2.2. Profundidade Local (m)

Para determinação da profundidade máxima local, foi utilizada uma ecossonda manual digital LCD Sounder Plastimo Echotest (714700).

#### 6.2.2.3. Transparência da Água (m)

A transparência da água foi mensurada *in situ*, utilizando-se um disco de Secchi de cor branca, com 30cm de diâmetro, suspenso por um cabo de náilon demarcado de 10 em 10cm.

#### 6.2.2.4. Temperatura da Água (°C)

Os dados relativos à temperatura da água foram registrados *in situ* através de um termômetro digital, da marca Hanna.

#### 6.2.2.5. Salinidade

Para sua medição, utilizou-se o método indireto de Morh-Knudsen, para determinação da clorinidade, descrito por Strickland e Parsons (1972). Sendo a salinidade calculada pela equação:  $S = Cl \times 1,80655$

Onde: S = salinidade;

Cl = clorinidade.

#### 6.2.2.6. Oxigênio Dissolvido ( $\text{ml.L}^{-1}$ ) e Taxa de Saturação (%)

Para obtenção do teor de oxigênio dissolvido, foram coletadas amostras de água, utilizando-se uma garrafa de Nansen, em seguida transferidas para frascos de vidro âmbar com capacidade de 150mL, e, imediatamente, fixadas com 0,5mL de  $\text{MnSO}_4$  seguido de 0,5mL de KI. A determinação do oxigênio dissolvido na água seguiu a metodologia de Winkler modificado, descrita por Strickland e Parsons (1972). Para calcular a taxa de saturação do oxigênio dissolvido, foi aplicada a correlação entre a temperatura e a salinidade da água, de acordo com a tabela padrão da International Oceanographic Tables (UNESCO, 1973).

#### 6.2.2.7. Potencial Hidrogeniônico

O potencial Hidrogeniônico da água foi determinado com um pH-metro GEHAKA, utilizando-se alíquotas das amostras coletadas para obtenção da concentração dos sais nutrientes dissolvidos na água.

#### 6.2.2.8. Sais Nutrientes Dissolvidos

Os valores de nitrito, nitrato e fosfato foram determinados através dos métodos descritos por Strickland e Parsons (op. cit.), e, para determinação dos teores de silicato, foi utilizado o método descrito por Grasshoff et al. (1983).

#### 6.2.2.9. Material Particulado em Suspensão

Foi determinada a concentração do material particulado em suspensão total na água por intermédio do método descrito por Melo et al. (1975). Para a filtração, utilizaram-se filtros membranosos de acetato de celulose, fabricados por Schleicher & Schüll, com  $0,45\mu\text{m}$  de porosidade e 47mm de diâmetro.

### 6.3. PARÂMETROS BIÓTICOS

#### 6.3.1. Biomassa Fitoplanctônica ( $\text{mg.m}^{-3}$ )

As amostras para análise da biomassa fitoplanctônica foram coletadas na superfície da água com o auxílio de uma garrafa de Kitahara e em seguida transferidas para recipientes de

plástico fosco com capacidade de 1L. A filtração foi feita com o auxílio de uma bomba de vácuo, como recomenda a metodologia. Para tanto, foi utilizado um sistema de filtração da marca Sartorius. Foram utilizados, também, filtros membranosos de acetato de celulose de 47mm de diâmetro e porosidade de 0,45µm da Schleicher e Schüll; o volume da água filtrada dependeu da quantidade de material em suspensão na mesma. Após a secagem, os filtros foram envolvidos em papel alumínio, acondicionados em envelopes de papel devidamente identificados e mantidos em freezer a uma temperatura de -18°C até a sua análise. O método para determinação da clorofila *a* foi o da análise espectrofotométrica, descrita pela UNESCO (1966).

A determinação da biomassa fitoplanctônica foi realizada no Laboratório de Produtividade Primária do Departamento de Oceanografia da UFPE.

Para extração dos pigmentos clorofilianos, foram utilizados tubos de ensaio de 10mL, nos quais se colocara acetona a 90%, deixando-os em um freezer a uma temperatura de -18°C, por 24 horas, a fim de que fosse possível a extração dos referidos pigmentos. Após esse período, o material era centrifugado durante dez (10) minutos, a 3000rpm, e o sobrenadante, colocado em cubetas ópticas de 1cm<sup>3</sup>, sendo feitas as respectivas leituras de absorbâncias em um espectrofotômetro da marca Gehaka, modelo G3410, nos comprimentos de ondas 630, 645, 665 e 750nm.

Para o cálculo da concentração de clorofila *a*, foi aplicada a equação de Parsons e Strickland (1963)

$$mg \cdot m^{-3} = \frac{11,6 \cdot D_{665} - (1,31 \cdot D_{645} + 0,14 \cdot D_{630} + D_{750})}{V_2 \cdot L} \times V_1$$

em que:

**V<sub>1</sub>** = volume de acetona 90%;

**V<sub>2</sub>** = volume da amostra filtrada em litro;

**L** = caminho óptico da cubeta em centímetro;

**D** = leituras das absorbâncias nos respectivos comprimentos de ondas a que se referem seus índices.

### 6.3.2. Produção Fitoplanctônica (mgC.m<sup>-3</sup>.h<sup>-1</sup>)

A produção fitoplanctônica foi determinada através da técnica do carbono radioativo (C<sup>14</sup>) de Steemann-Nielsen (1952), conforme descrito em Teixeira (1973).

As amostras de água foram coletadas mensalmente, durante as baixa-mares, através de uma garrafa de Kitahara, na camada superficial. Em seguida foram transferidas para garrafas plásticas com capacidade para um litro.

Logo após, retirou-se uma alíquota de 200mL de cada amostra e inoculou-se 1mL de solução de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHC}^{14}\text{O}_3$ ) de  $10\mu\text{Ci}$ , como traçador radioativo, fabricado pela New England Nuclear Corporation, no interior de um balão de diluição de 500mL; após a homogeneização, transferiu-se imediatamente para os frascos de borossilicato de 60mL cada, sendo um escuro e dois transparentes.

A incubação foi feita *in situ*, utilizando-se a incubadora versátil de Moura e Passavante (1991/93), durante três horas. A atividade radioativa das amostras foi medida por um cintilador líquido Tricarb 1600 A da Packard pertencente ao instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

### **6.3.3. Taxa de Assimilação Fitoplanctônica**

A taxa de assimilação do fitoplâncton foi calculada através da relação entre valores de produtividade fitoplanctônica e os teores de clorofila *a*, de acordo com Vollenweider et al. 1974.

### **6.3.4. Composição do Microfitoplâncton**

#### **6.3.4.1. Etapa de Campo**

As amostras para o estudo do microfitoplâncton foram coletadas através de arrasto superficial horizontal, utilizando-se uma rede de plâncton cônica, de um metro de comprimento e 30cm de diâmetro de boca, com abertura de malha de  $64\mu\text{m}$ . As coletas foram realizadas com barco funcionando em marcha lenta, em velocidade aproximada de 1 nó, durante 3 minutos, sempre em sentido contrário à maré. Em seguida, as amostras foram preservadas em formol neutro a 4% seguindo a técnica de Newell e Newell (1963), e encaminhadas ao Laboratório de Fitoplâncton do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco onde foram realizadas as análises.

#### 6.3.4.2. Etapa de Laboratório

Na análise qualitativa, as amostras foram diluídas para 500mL, homogeneizadas, sendo retirada uma alíquota de 1,0mL para identificação e contagem direta dos táxons em lâmina semipermanente, utilizando-se microscópio óptico Bausch & Lomb, com aumento de 400X; no caso da confirmação de algumas espécies de diatomáceas, foram feitas lâminas permanentes, segundo o método de Muller-Melchers e Ferrando (1956). As microalgas foram identificadas, sempre que possível, em níveis específicos e infraespecíficos.

Para a identificação taxonômica, foram consultados trabalhos especializados. Para diatomáceas: Peragallo e Peragallo (1897-1908), Hustedt (1930, 1959, 1961-1966); Cupp (1943); Cleve Euler (1951; 1952; 1953 a, b, 1955); Hendey (1964); Souza e Silva (1960); van Heurck (1986); Ricard (1987); Silva-Cunha, Eskinazi-Leça (1990) e Tomas (1993). Para os dinoflagelados: Sournia (1967, 1986); Wood (1968); Dodge (1982); Balech (1988); Steidinger e Tangen (1997), Licea et al. (1995). Para as cianobactérias: Desikachary (1959); Bourrelly (1972). Para as euglenofíceas e clorofíceas: Mizuno (1968); Bold e Wynne (1985); Sournia (op cit.); Chrètiennot-Dinet et al. (1990).

O sistema de classificação para o enquadramento dos táxons seguiu os trabalhos de: Round et al. (1990) e Hasle e Syvertsen (1996), para Bacillariophyta; Sournia (1986), para Dynophyta; Desikachary (op. cit.), para Cyanophyta; Chrètiennot-Dinet et al. (1990), para Euglenophyta; Bold e Wynne (op. cit.) e Prescott (1975), para Chlorophyta.

Para a confirmação dos sinônimos das espécies de diatomáceas, foram consultados os seguintes trabalhos: van Landingham (1967-1979), Hasle (1983), Round et al. (1990), Lange et al. (1992), Moreira Filho et al. (1994-95), Hasle e Syvertsen (1996); e, para os dinoflagelados, Steidinger e Tangen (1997).

A classificação ecológica dos táxons infragenéricos de diatomáceas baseou-se em Torgan e Biancamano (1991), Moreira Filho et al. (1990), Moreira Filho et al. (op. cit.), Moreira Filho et al. (1999), enquanto, para os demais grupos, foi utilizada a mesma bibliografia da identificação taxonômica.

## 6.4. TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS

### 6.4.1. Riqueza de Espécies

A riqueza específica (número de táxons) correspondeu ao número total de táxons presentes em cada amostragem.

### 6.4.2. Abundância Relativa dos Táxons

A abundância relativa de cada táxon foi calculada a partir da contagem direta dos organismos, e os resultados transformados em porcentagens através da fórmula

$$A = \frac{N \times 100}{n}$$

em que:

**A** = abundância relativa;

**N** = número de indivíduos do táxon identificado;

**n** = número total de indivíduos.

Para interpretação da abundância relativa de cada táxon, foi utilizado o trabalho de Lobo e Leington (1986), em que:

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

### 6.4.3. Frequência de Ocorrência dos Táxons (%)

A frequência de ocorrência dos táxons foi expressa em forma de porcentagem, levando-se em consideração o número de amostras, nas quais cada táxon ocorreu, e o número total de amostras analisadas, sendo aplicada a fórmula descrita por Mateucci e Colma (1982)

$$F = \frac{M \times 100}{m}$$

em que:

**F** = frequência de ocorrência;

**M** = número de amostras em que o táxon ocorreu;

$m$  = número total de amostras estudadas.

Para interpretação desses resultados, foi utilizada a seguinte escala:

- $\leq 10\%$  → esporádica;
- $\leq 40 > 10\%$  → pouco frequente;
- $\leq 70 > 40\%$  → frequente;
- $> 70\%$  → muito frequente.

#### 6.4.4. Índice de Diversidade Específica (bits.cel<sup>-1</sup>)

Para melhor interpretação da estrutura do fitoplâncton, foram aplicados métodos próprios ao estudo da ecologia numérica: índice de diversidade específica e equitabilidade.

A diversidade de espécies indica o grau de complexidade da estrutura da comunidade, sendo considerada uma função da riqueza (número de táxons) e da equitabilidade (distribuição das células por táxons).

Para o cálculo da diversidade específica, utilizou-se o índice de Shannon (1948)

$$H' = -\sum pi \times \log_2 pi$$

$$pi = \frac{Ni}{N}$$

em que:

$pi$  = probabilidade de coleta da espécie  $i$  na população;

$Ni$  = nº de células de cada espécie;

$N$  = nº total de células, expresso em bits. Cel<sup>-1</sup>.

Os resultados foram apresentados em termos de bits.cel<sup>-1</sup>, considerando-se que 1 bit equivale a uma unidade de informação (VALENTIN, 2000). A diversidade específica varia de 1,0 a 5,0 bits.cel<sup>-1</sup>, sendo os valores acima de 2,5 bits.cel<sup>-1</sup> considerados como alta diversidade e abaixo de 1 bits.cel<sup>-1</sup>, diversidade muito baixa (MARGALEF, 1978).

#### 6.4.5. Equitabilidade.

A equitabilidade ( $J$ ) foi calculada através de Pielou (1977), expresso pela seguinte fórmula:

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

em que:

$H'$  = índice de Shannon;

$S$  = número total de espécies

A equitabilidade varia de 0 a 1: perto de 0, a equitabilidade é baixa e acima de 0,5 é considerada significativa e equitativa, o que representa uma distribuição uniforme de todas as espécies na amostra e uma alta equitabilidade.

Para os cálculos de diversidade e equitabilidade, foi utilizado o programa estatístico **Ecology** (Measures of Community and Measures of Community Similarity).

#### **6.4.6. Análise Multivariada**

##### 6.4.6.1. Associação das Amostras

Para associação das amostras, foi realizada análise de similaridade, utilizando os dados de todo o período coletado, baseada na análise de correlação. A classificação utilizada foi a aglomerativa hierárquica do “peso proporcional” (Weighted Pair Group Method Average Arithmetics – WPGMA).

Uma análise Cofenética foi realizada para medir o ajuste dos dados, cujo valor  $> 0,8$  é considerado bem ajustado (Rohlf; Fisher, 1968). Os cálculos foram feitos utilizando-se o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Metagraphics Software Corporation, Califórnia – USA.

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

A Análise de Componentes Principais baseou-se nos parâmetros hidrológicos, na biomassa e na produção fitoplânctônica através da matriz de correlação momento-produto de Pearson, que permitiu evidenciar e hierarquizar os fatores responsáveis pela variância dos dados. Em seguida foram extraídos o autovetor e o autovalor dos três principais componentes.

Os cálculos foram feitos utilizando-se o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Metagraphics Software Corporation, Califórnia – USA.

## 6.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

### 6.5.1. Análise de Variância (Kruskal-Wallis)

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para avaliar cada parâmetro estudado em função dos fatores sazonalidade, espacialidade e maré, sendo considerados significativos os valores  $\leq 0,05$ .

## 6.6. NORMATIZAÇÃO DO TEXTO

Para normatização do texto, das citações e referências bibliográficas, foram empregadas as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2002a, 2002b, 2003a, 2003b, 2003c, 2003d).

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

Para os gráficos, foram seguidas as recomendações do Conselho Nacional de Estatística (BRASIL, 1963).

## 7. RESULTADOS

### 7.1. PARÂMETROS ABIÓTICOS

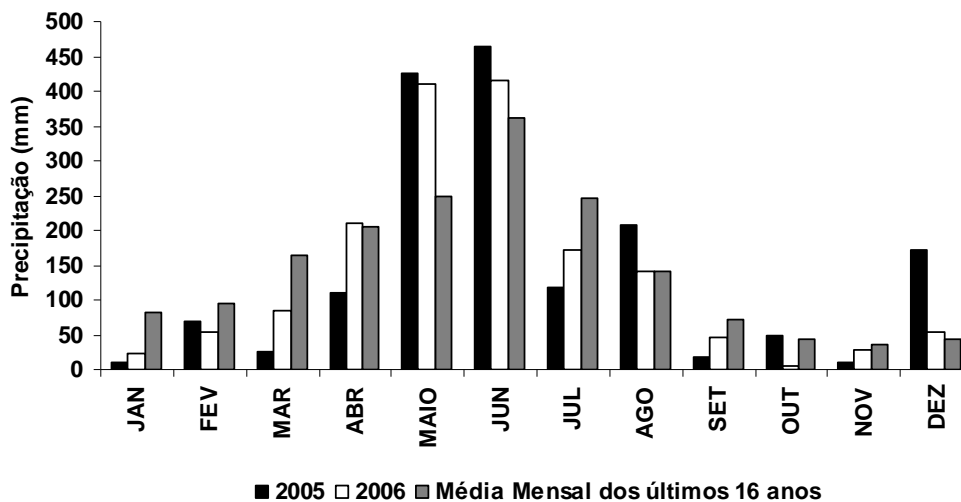
#### 7.1.1. Dados Climatológicos

##### 7.1.1.1. Precipitação Pluviométrica (mm)

Dados obtidos através das médias mensais de precipitação pluviométrica dos últimos 16 anos (1991-2006), registrados pela estação meteorológica de Porto de Galinhas – PE (Fig. 2, Anexo A), evidenciaram um padrão sazonal definido, com dois períodos distintos: o período chuvoso, que se estende do mês de março a agosto, e o período de estiagem, que compreende os meses de setembro a fevereiro.

Os resultados dos índices pluviométricos referentes aos anos de 2005 e 2006 registraram mínimos de 9mm, em novembro, e 4mm, em outubro, e máximos de 464 e 415mm, ambos em junho, com precipitação total anual de 1.677 e 1.639mm, respectivamente (Fig. 2).

Comparando-se o total de chuvas mensais caídas durante os anos de estudo (2005/2006) com a média mensal dos últimos 16 anos (1991/2006), observou-se que não houve diferenças significativas ( $p=0,92$  e  $p=0,86$ , respectivamente), o que caracteriza os anos de 2005 e 2006 como regulares sob o ponto de vista pluviométrico. Entretanto, em 2005, destacaram-se, acima da média, os meses de maio, junho, agosto, outubro e dezembro e, em 2006, os meses de abril, maio, junho e dezembro (Fig. 02).

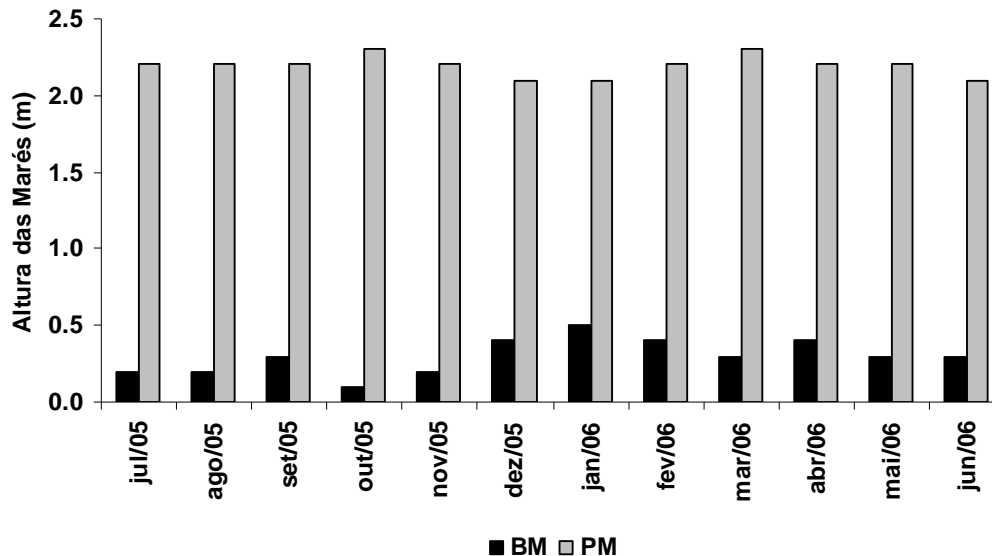


**Figura 2.** Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm), nos anos de 2005 e 2006, comparada com a média mensal dos últimos dezesseis anos registrada pela Estação Meteorológica de Porto de Galinhas-PE.

### 7.1.2. Dados Hidrológicos

#### 7.1.2.1. Altura das Marés (m)

De acordo com as Tábuas de Marés, durante o período estudado (2005 e 2006) registraram-se, na baixa-mar, o valor mínimo de 0,1m, no mês de outubro/05, e o máximo de 0,5m, em janeiro/06, enquanto, na preamar, o valor mínimo foi de 2,1m, nos meses de dezembro/05, janeiro e junho/06, e o máximo de 2,3m, em outubro/05 e março/06. A maior amplitude obtida no período de coleta foi de 2,2m, registrada em outubro de 2005 (Fig. 3).



**Figura 3.** Variação sazonal das alturas das marés (m) para o Porto de Suape-PE nos dias das coletas.

#### 7.1.2.2. Profundidade Local (m)

A profundidade local dos pontos de coleta variou ao longo do período estudado em função da topografia e da altura da maré, registrando-se profundidade mínima de 0,7m, em janeiro/06, durante a baixa-mar, no ponto 2, e máxima de 5,2m, obtida em março/06, no ponto 3, durante a preamar. A amplitude foi de 4,5m e a média de profundidade, de 2,6m (Fig. 4).

Especialmente, não foi observada variação significativa entre os pontos de coleta 1 e 2 ( $p=0,52$ ), porém estes em relação ao ponto 3, apresentaram diferenças significativas ( $p=0,00$ ).

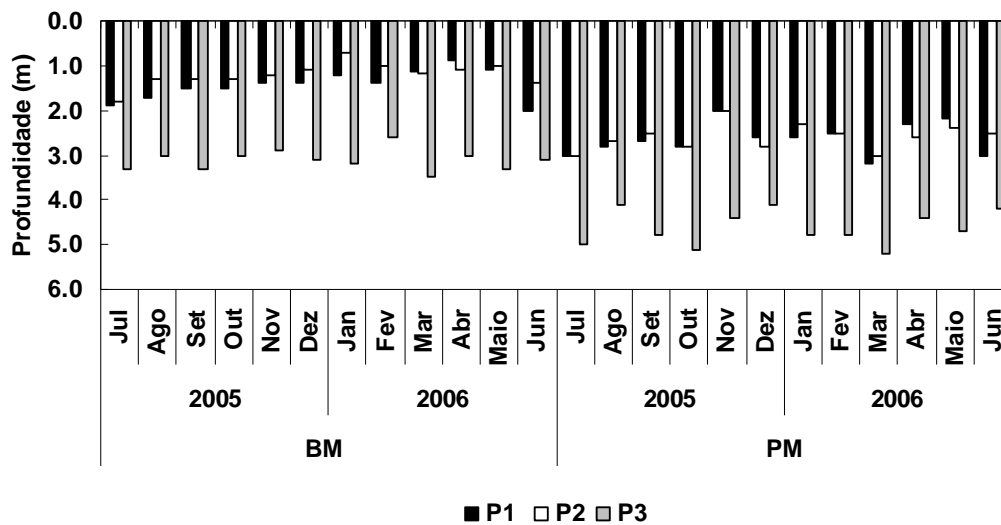
Em relação às marés, as baixa-mares foram significativamente diferentes em relação às preamares ( $p=0,00$ ), com maiores valores na preamar. No regime de baixa-mar, os valores das profundidades variaram de 0,7 a 3,5m, sendo o menor valor registrado no ponto de coleta

2, no mês de janeiro/06, e o maior, no ponto 3, no mês de março/06. Já na preamar, os valores oscilaram de 2,0 a 5,2m, com o mínimo ocorrendo nos pontos de coleta 1 e 2, no mês de novembro/05, e o máximo, no ponto 3, no mês de março/06 (Fig. 4).

No ponto de coleta 1, durante a baixa-mar, a profundidade mínima foi de 0,9m, no mês de abril/06, e a máxima, de 2,0m, no mês de junho/06. Em preamar, a mínima foi de 2,0m, no mês de novembro/05, e a máxima, de 3,2m, no mês de março/06. A amplitude, na baixa-mar e na preamar, foi, respectivamente, de 1,1 e 1,2m (Fig. 4).

Em relação ao ponto 2, os valores de profundidade, durante a baixa-mar, variaram de 0,7 a 1,8m, registrados, respectivamente, nos meses de janeiro/06 e julho/05, com amplitude de 1,1m. Em preamar, foi registrada profundidade mínima de 2,0m, em novembro/05, e máxima de 3,0m, em julho/05 e março/06. A amplitude para este regime de maré foi de 1,0m (Fig. 4).

No ponto 3, durante a baixa-mar, a profundidade mínima foi de 2,6m, registrada no mês de fevereiro/06, e a máxima, de 3,5m, no mês de março/06. Em preamar, a mínima foi de 4,1m, nos meses de agosto e dezembro/05, e a máxima, de 5,2m, em março/06. A amplitude, na baixa-mar e na preamar, foi, respectivamente, de 0,9 e 1,1m (Fig. 4).



**Figura 4.** Variação sazonal e espacial da profundidade (m), no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.

### 7.1.2.3. Transparência da Água (m)

Os valores de transparência da água resultantes da profundidade de desaparecimento do disco de Secchi variaram de 0,10 a 3,10m. O valor mínimo foi registrado no mês de junho/06, em todas os pontos de coletas e marés, exceto no ponto 3, durante a preamar, e o máximo, no mês de fevereiro/06, durante a preamar, no ponto 3. A amplitude, portanto, foi de 3,00m e a média, de 0,87m (Fig. 5).

Sazonalmente, foi observada diferença significativa ( $p=0,00$ ), com maiores valores de transparência durante o período de estiagem (Fig. 5).

Quanto à distribuição espacial, foi observado que os valores, em sua maioria, decrescem do ponto de coleta 3 para o 1. Durante a baixa-mar, não foi observada uma diferença significativa entre os pontos de coleta 1 e 2 ( $p=0,97$ ), porém estes, em relação ao ponto 3, apresentaram diferenças significativas ( $p=0,03$ ). Na preamar, o ponto de coleta 1 foi o que apresentou diferença significativa ( $p=0,01$ ) em relação aos pontos 2 e 3 (Fig. 5).

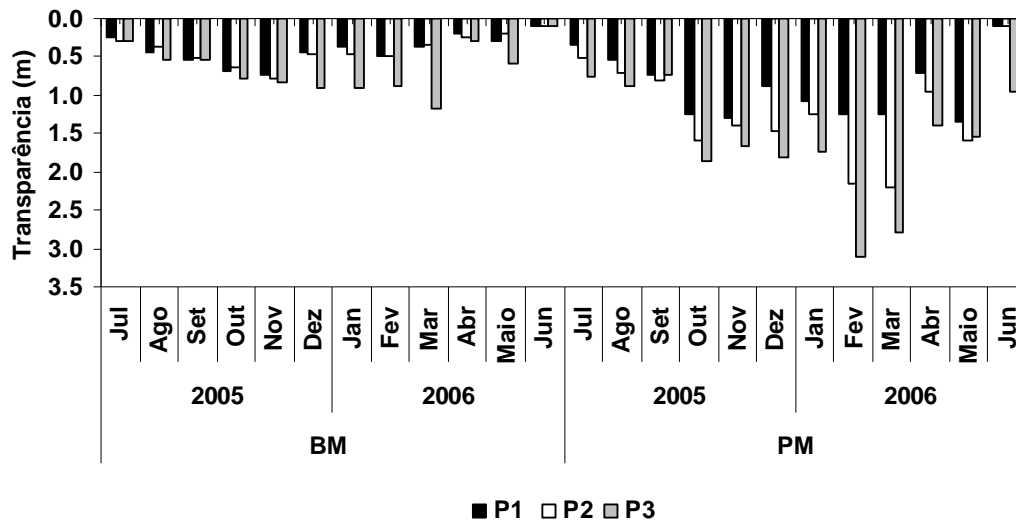
Em relação às marés, as baixa-mares foram significativamente diferentes em relação às preamares ( $p=0,00$ ), com maiores valores na preamar. No regime de baixa-mar, os valores de transparência variaram de 0,10 a 0,87m, sendo o menor valor registrado nos três pontos de coleta, no mês de junho/06, e o maior, no ponto 3, no mês de fevereiro/06. Já na preamar, os valores oscilaram de 0,10 a 3,10m, com o mínimo ocorrendo nos pontos de coleta 1 e 2, no mês de junho/06, e o máximo, no ponto 3, no mês de fevereiro/06 (Fig. 5).

Na estação 1, no regime de baixa-mar, foi registrado um valor mínimo de transparência da água de 0,10m, observado no mês de junho/06, e um máximo de 0,74m, registrado no mês de novembro/05, com valor médio de 0,41m. Em preamar, os valores mínimos e máximos foram, respectivamente, de 0,10 e 1,30m, sendo o valor mínimo observado no mês de junho/06 e o máximo, no mês de novembro/05. A média durante a preamar foi de 0,90m (Fig. 5).

Na estação 2, os valores da transparência da água, durante a baixa-mar, variaram de 0,10 a 0,79m, sendo o valor mínimo registrado em junho/06 e o máximo, em novembro/05. A média para esta estação, em baixa-mar, foi de 0,41m. Em preamar, os valores oscilaram de 0,10 a 2,21m, observados, respectivamente, nos meses de junho/06 e março/06, com média de 1,23m (Fig. 5).

Na estação 3, a transparência da água durante a baixa-mar variou de 0,10 a 0,87m, sendo o valor mínimo registrado em junho/06 e o máximo, em fevereiro/06. A média, na

baixa-mar, foi de 0,65m. Em preamar, o mínimo foi de 0,77m, observado em julho/05, e o máximo, de 3,10m, registrado em fevereiro/06, com média de 1,60m (Fig. 5).



**Figura 5.** Variação sazonal e espacial da transparência da água (disco de Secchi), no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P= Ponto de coleta.

#### 7.1.2.4. Temperatura da Água (°C)

O valor médio da temperatura da água registrado durante o período de estudo foi de 29,00°C, com uma amplitude térmica da ordem de 8,4°C. A temperatura mínima foi de 25,00°C, registrada no mês de junho/06, em todos os pontos de coleta, exceto no ponto 3, na preamar, enquanto a máxima foi de 33,40°C, nos pontos de coleta 1 e 2, na superfície e na camada de profundidade máxima, durante a baixa-mar (Fig. 6).

Analisando-se a figura 6, observa-se que os valores registrados da temperatura da água mostraram uma nítida variação sazonal ( $p=0,00$ ), em que os valores mais baixos foram registrados no mês de junho/06 (período chuvoso) e os mais elevados, entre os meses de novembro/05 e fevereiro/06 (período de estiagem).

Com relação à variação espacial, não houve diferença significativa entre os pontos de coleta ( $p=0,11$ ); este padrão foi evidenciado também no sentido superfície/fundo, indicando não haver estratificação térmica (Fig. 6).

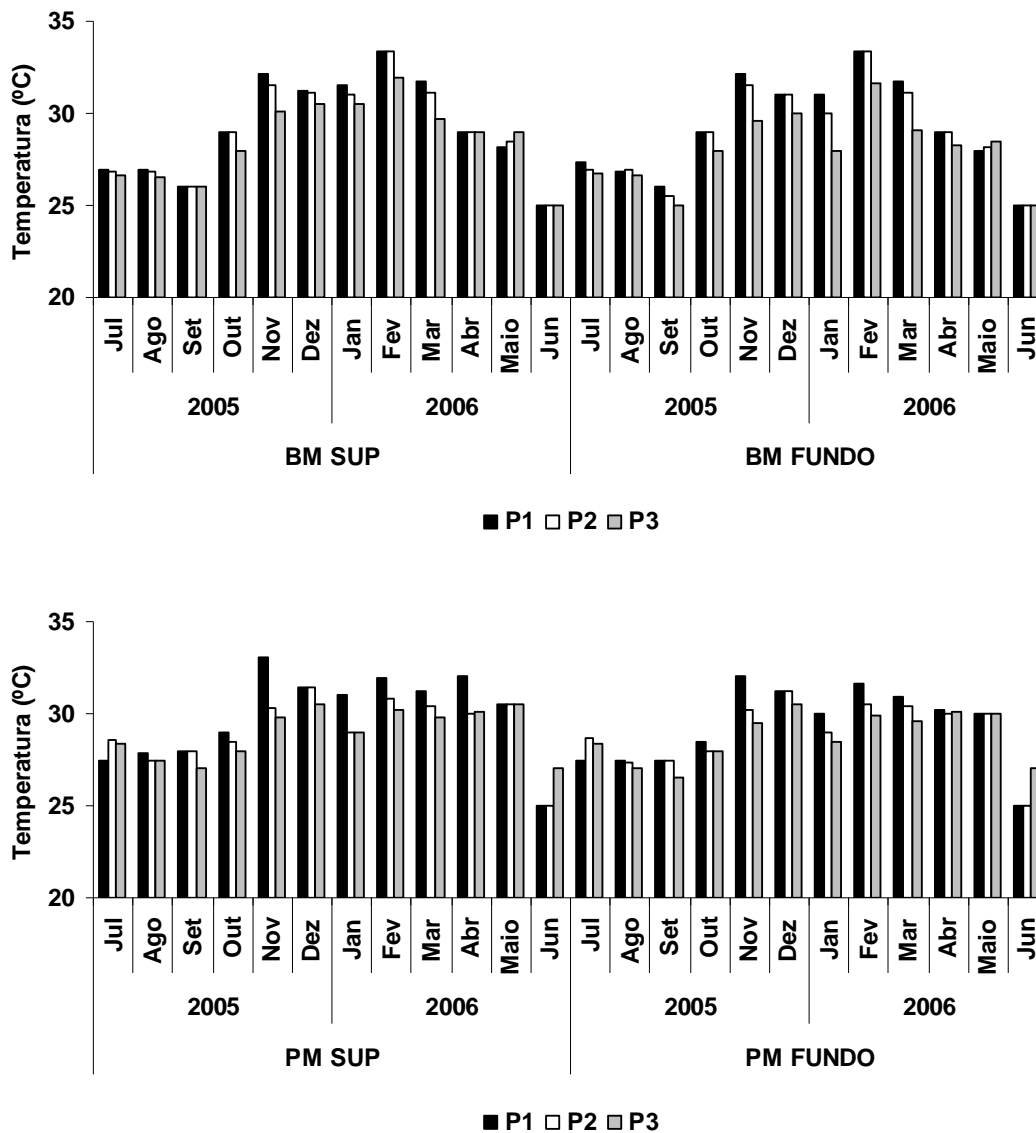
Em relação às marés, também não houve diferenças significativas ( $p=0,37$ ). No regime de baixa-mar, os valores de temperatura variaram de 25,00 a 33,40°C, sendo o menor valor registrado nos três pontos de coleta, no mês de junho/06, e o maior, nos pontos 1 e 2, no mês de fevereiro/06, ambos na camada superficial e de profundidade máxima. Já na preamar, os

valores oscilaram de 25,00 a 33,10°C, com o mínimo ocorrendo nos pontos de coleta 1 e 2, no mês de junho/06, na superfície e no fundo e o máximo, no ponto 1, no mês de novembro/06, na camada superficial (Fig. 6).

Os valores de temperatura da água no ponto 1, durante a baixa-mar, variaram de 25,00°C, no mês de junho/06, a 33,40°C, no mês de fevereiro/06, ambos registrados na superfície e na camada de profundidade máxima. Em preamar, o valor mínimo foi de 25,00°C, registrado no mês de junho/06, na camada superficial e de profundidade máxima, e o máximo, de 33,10°C, no mês de novembro/05, na camada superficial. A média neste ponto, durante a baixa-mar, foi de 29,24 e 29,20°C, na camada superficial e de profundidade máxima, respectivamente. Quanto à preamar, a média foi de 29,87°C na camada superficial e de 29,33°C na camada de profundidade máxima (Fig. 6).

No ponto 2, durante a baixa-mar, os valores de temperatura da água variaram de 25,00°C, registrados no mês de junho/06, a 33,40°C, em fevereiro/06, tanto na superfície como na camada de profundidade máxima. Em preamar, o valor mínimo foi de 25,00°C e o máximo, de 31,40°C, sendo o menor valor registrado na superfície e na camada de profundidade máxima, no mês de junho/06, e o maior, na superfície, no mês de dezembro/05. A média neste ponto, durante a baixa-mar, foi de 29,10 e 29,00°C, respectivamente, na camada superficial e de profundidade máxima. Quanto à preamar, a média foi de 29,2°C, na camada superficial, e de 29,00°C, na camada de profundidade máxima (Fig. 6).

Para o ponto 3, os valores de temperatura da água, durante a baixa-mar, variaram de 25,00°C, registrados na superfície e no fundo, no mês de junho/06, a 31,90°C, registrados na camada superficial no mês de fevereiro/06. Em preamar, o valor mínimo foi de 27,00°C e o máximo, de 30,50°C, sendo o valor mínimo registrado nos meses de agosto/05 e junho/06, na superfície e na camada de profundidade máxima, e o máximo, no mês de dezembro/05, na camada superficial e no fundo. A média neste ponto de coleta, durante a baixa-mar, foi de 28,57 e 28,03°C, respectivamente, na superfície e na camada de profundidade máxima. Quanto à preamar, a média foi de 29,00°C, na camada superficial, e de 28,75°C, na camada de profundidade máxima (Fig. 6).



**Figura 6.** Variação sazonal e espacial da temperatura da água (°C), no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). SUP = camada superficial. P = Ponto de coleta.

#### 7.1.2.5. Salinidade

Os teores de salinidade variaram de 0,02 a 36,65, com uma média geral de 15,01. O valor mínimo foi registrado no ponto de coleta 1, na superfície, no mês de junho/06, durante a baixa-mar, e o máximo, no ponto de coleta 3, no mês de dezembro/05, durante a preamar, na camada próxima ao fundo (Fig. 7).

Sazonalmente, não houve diferença significativa ( $p=0,41$ ), apesar de os valores de salinidade estarem um pouco mais elevados durante o período de estiagem, principalmente no

ponto de coleta 3. Da mesma forma, não foi observada diferença significativa de salinidade ( $p=0,42$ ) na coluna d'água (Fig. 7).

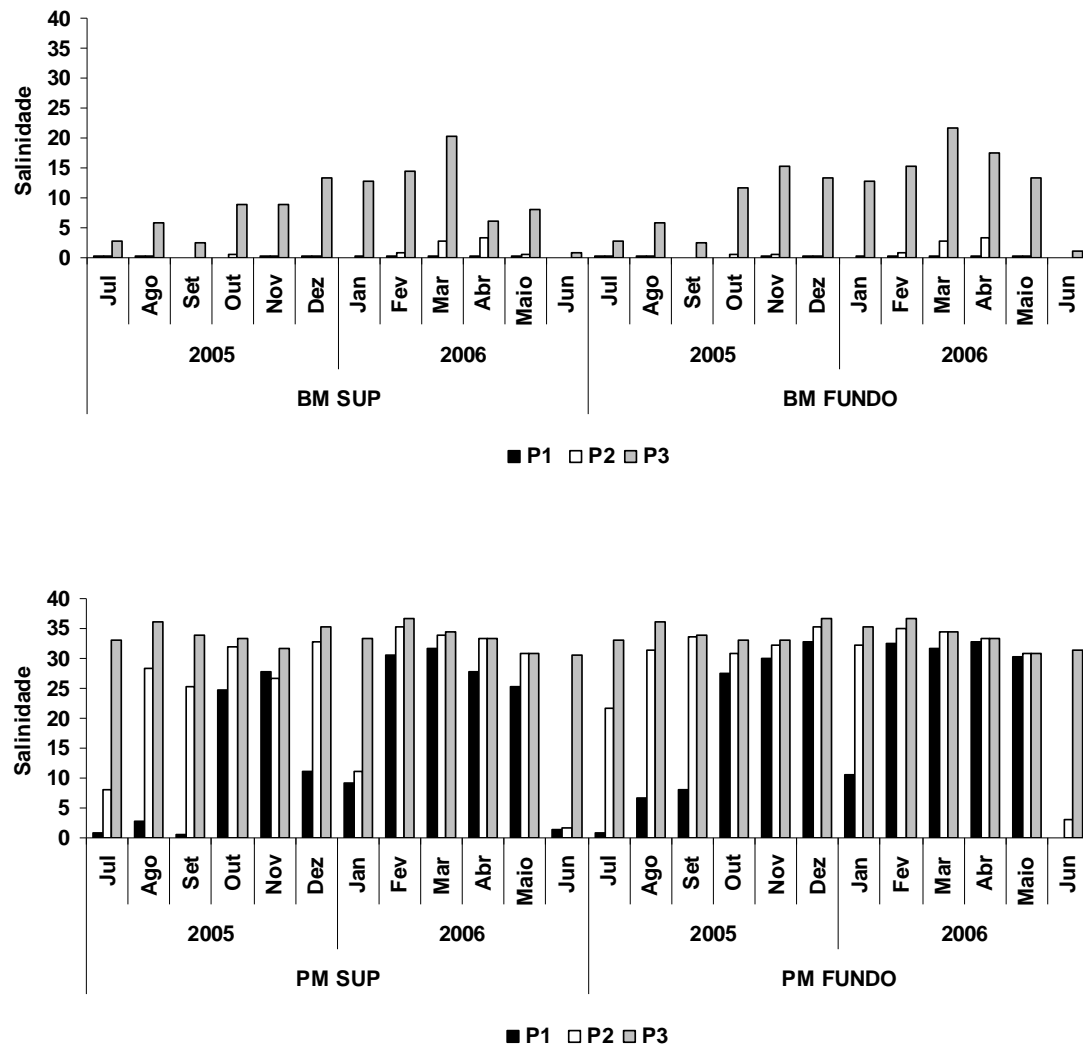
Com relação à variação espacial, observou-se diferença significativa entre os pontos de coleta ( $p=0,00$ ), com um gradiente decrescente da salinidade do ponto de coleta 3 para o ponto 1, tanto na camada superficial como na de profundidade máxima, em ambos os regimes de marés (Fig. 7).

Em relação às marés, foi observada diferença significativa ( $p=0,00$ ), com maiores valores nas preamares. No regime de baixa-mar, os valores de salinidade variaram de 0,02 a 21,53, sendo o menor valor registrado no ponto de coleta 1, no mês de junho/06, na superfície, e o maior, no ponto 3, no mês de março/06, na camada de profundidade máxima. Já na preamar, os valores oscilaram de 0,91 a 36,65, com o mínimo ocorrendo no ponto de coleta 1, no mês de julho/05, na superfície, e o máximo, no ponto 3, no mês de dezembro/05, na camada de profundidade máxima (Fig. 7).

No ponto 1, os teores de salinidade registrados durante a baixa-mar apresentaram uma média de 0,16 e uma amplitude de 0,31. O menor valor foi de 0,02, observado na camada superficial, no mês de junho/06, enquanto o maior foi de 0,33, registrado na camada superficial e de profundidade máxima, no mês de março/06. Em preamar, a média foi de 18,29, com uma amplitude de 31,93. Os teores mínimo e máximo para este regime de maré foram, respectivamente, 0,91, registrado na camada superficial, em julho/05, e 32,84, na camada de profundidade máxima, em abril/06 (Fig. 7).

Na estação 2, os teores de salinidade registrados durante a baixa-mar apresentaram uma média de 0,78 e uma amplitude de 3,15. O menor valor foi de 0,08 e o maior, de 3,23, observados na camada superficial e de profundidade máxima, nos meses de junho e abril/06, respectivamente. Em preamar, a média foi de 27,21, com uma amplitude de 33,73. Os teores mínimo e máximo para este regime de maré foram, respectivamente, 1,59, registrado na camada superficial, em junho/06, e 35,32, na camada superficial e de profundidade máxima, em dezembro/05 (Fig. 7).

Para a estação 3, os teores de salinidade registrados durante a baixa-mar apresentaram uma média de 9,87 e uma amplitude de 20,82. O menor valor foi de 0,71, observado na camada superficial, no mês de junho/06, enquanto o maior foi de 21,53, registrado na camada de profundidade máxima, durante o mês de março/06. Em preamar, a média foi de 33,78, com uma amplitude de 6,12. Os teores mínimo e máximo para este regime de maré foram, respectivamente, 30,53, registrado em junho/06, na superfície, e 36,65, em dezembro/05, na camada de profundidade máxima (Fig. 07).



**Figura 7.** Variação sazonal e espacial da salinidade da água, no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). SUP = camada superficial. P = Ponto de coleta.

#### 7.1.2.6. Oxigênio Dissolvido ( $\text{ml.L}^{-1}$ )

As concentrações de oxigênio dissolvido, durante o período estudado, variaram de  $0,00$  a  $7,00\text{ml.L}^{-1}$ , sendo o menor valor registrado no mês de fevereiro/06, durante a baixa-mar, na superfície e na camada de profundidade máxima, e o maior, no mês de setembro/05, durante a preamar, na camada superficial, ambos no ponto de coleta 1. A amplitude foi de  $7,00\text{ml.L}^{-1}$  e a média, de  $4,31\text{ml.L}^{-1}$  (Fig. 8).

Analisando-se a figura 8, observa-se que durante a baixa-mar houve uma nítida variação sazonal, com valores mais elevados no período chuvoso ( $p=0,00$ ). Durante a

preamar, não se observou sazonalidade ( $p=0,37$ ), ocorrendo oscilação ao longo dos dois períodos.

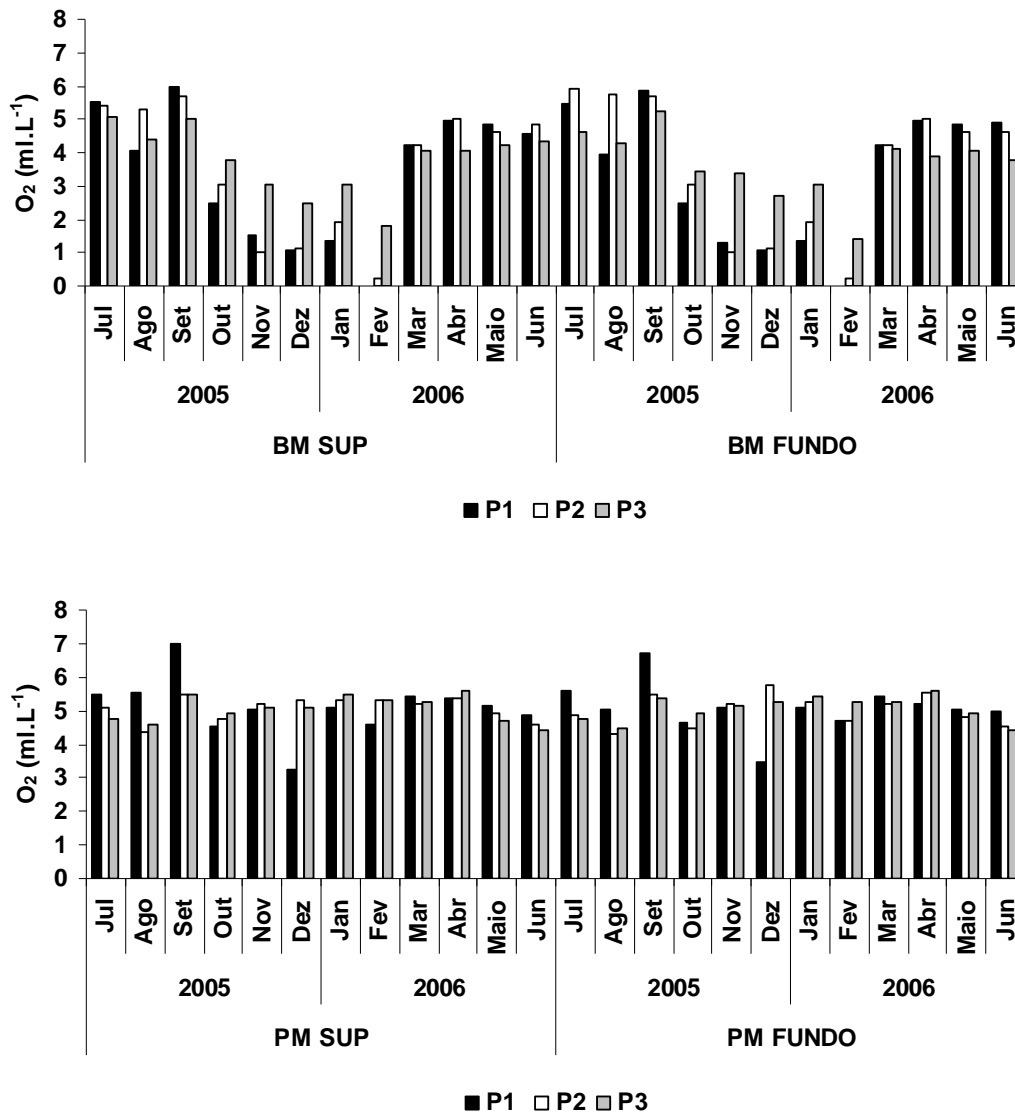
Espacialmente, foi observada diferença significativa durante as baixa-mares, principalmente durante o período de estiagem, em que o ponto de coleta 3 se diferencia dos demais pontos ( $p=0,02$ ). O mesmo não foi observado em relação à coluna d'água, onde não houve diferença significativa entre a camada superficial e a de profundidade máxima ( $p=0,91$ ).

Em relação às marés, foi observada diferença significativa ( $p=0,00$ ), com maiores valores nas preamares. No regime de baixa-mar, os valores de oxigênio dissolvido variaram de 0,00 a 5,97ml.L<sup>-1</sup>, sendo o menor valor registrado no mês de fevereiro/06, na superfície e no fundo, e o maior, no mês de setembro/05, na camada superficial, ambos no ponto de coleta 1. Em preamar, os valores oscilaram de 3,25 a 7,00ml.L<sup>-1</sup>, com o mínimo ocorrendo no mês de dezembro/05 e o máximo, no mês de setembro/05, ambos no ponto de coleta 1 e na camada superficial (Fig. 8).

No ponto de coleta 1, o teor de oxigênio dissolvido na água, durante a baixa-mar, teve uma concentração média de 3,38ml.L<sup>-1</sup>, com valor mínimo de 0,00ml.L<sup>-1</sup>, em fevereiro/06, na camada superficial e de profundidade máxima, e máximo de 5,97ml.L<sup>-1</sup>, em setembro/05, na camada superficial. Na preamar, a média registrada foi de 5,10ml.L<sup>-1</sup>, com valores mínimo e máximo, respectivamente, de 3,25ml.L<sup>-1</sup>, em dezembro/05, e 7,00ml.L<sup>-1</sup>, em setembro/05, ambos na superfície (Fig. 8).

No ponto 2, a concentração de oxigênio dissolvido na água, durante a baixa-mar, teve uma concentração média de 3,56ml.L<sup>-1</sup>. A menor concentração foi de 0,22ml.L<sup>-1</sup>, registrada no mês de fevereiro/06, na superfície e na camada de profundidade máxima, e a maior, de 5,92ml.L<sup>-1</sup>, registrada em julho/05, na camada de profundidade máxima. Em preamar, a média obtida foi de 5,04ml.L<sup>-1</sup>, com concentração mínima de 4,31ml.L<sup>-1</sup>, em agosto/05 e máxima de 5,74ml.L<sup>-1</sup>, em dezembro/05, ambos na camada de profundidade máxima (Fig. 8).

No ponto 3, o teor de oxigênio dissolvido na água teve uma concentração média durante a baixa-mar de 3,72ml.L<sup>-1</sup>. O menor valor foi de 1,39ml.L<sup>-1</sup>, registrado em fevereiro/06, e o maior, de 5,24ml.L<sup>-1</sup>, observado em setembro/05, ambos na camada de profundidade máxima. Em relação à preamar, a média foi de 5,06ml.L<sup>-1</sup>, com teores mínimo e máximo, respectivamente, de 4,43ml.L<sup>-1</sup>, em julho/06, na superfície, e 5,60ml.L<sup>-1</sup>, em abril/06, em ambas as profundidades (Fig. 8).



**Figura 8.** Variação sazonal e espacial do oxigênio dissolvido na água, no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). SUP = camada superficial. P = Ponto de coleta.

#### 7.1.2.7. Taxa de saturação do Oxigênio (%)

A taxa de saturação de oxigênio variou de 0,00 a 133,80%. A mínima foi registrada no ponto de coleta 1, na baixa-mar, na superfície e na camada de profundidade máxima, no mês de fevereiro/06, e a máxima, no ponto de coleta 2, durante a preamar, em dezembro/05, na camada de profundidade máxima. A média geral foi de 87,86% (Fig. 9).

Analisando-se a figura 9, observa-se que na baixa-mar houve uma nítida sazonalidade ( $p=0,00$ ), com valores mais elevados durante o período chuvoso. Em relação à preamar, não

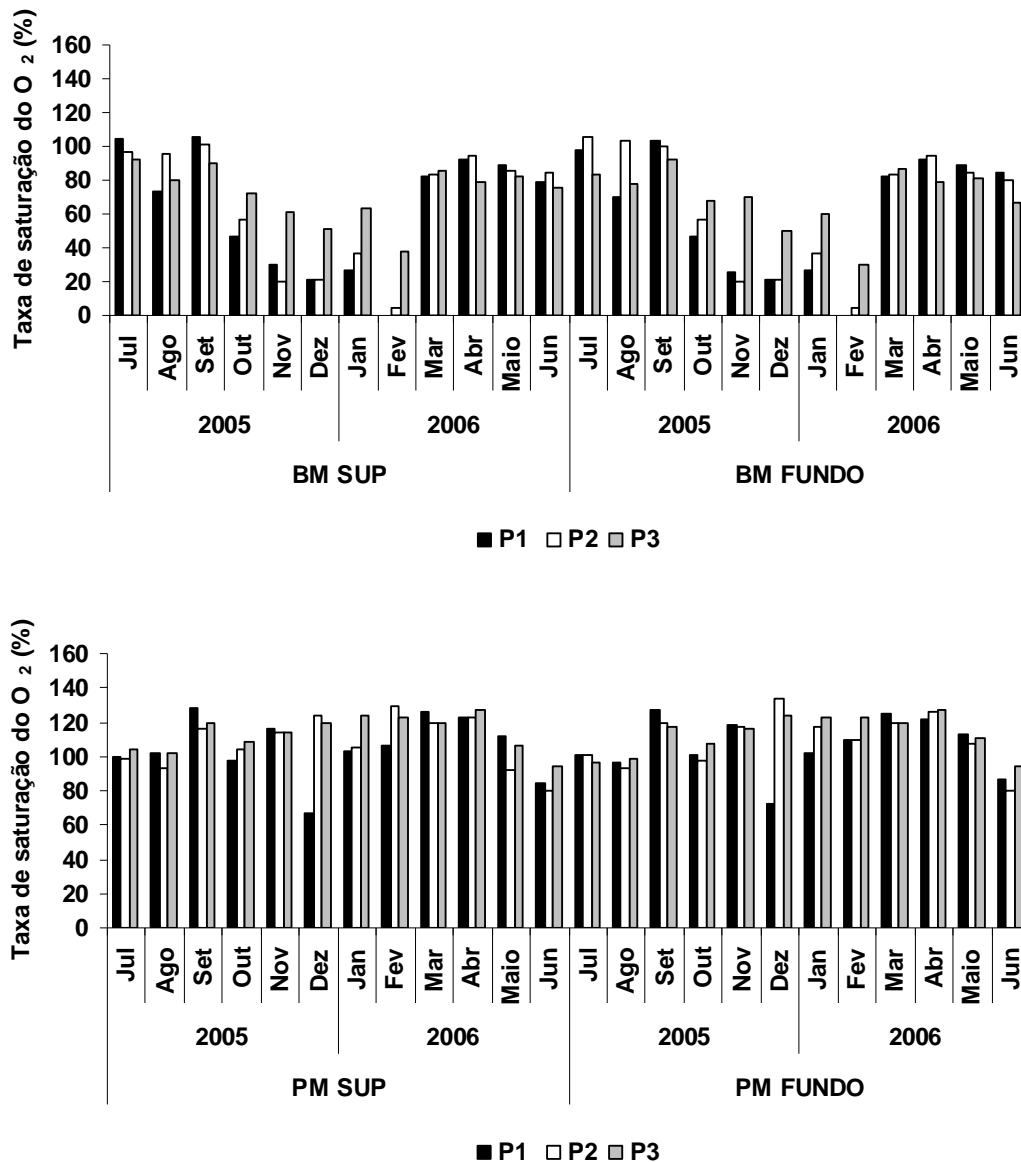
foi observado um padrão sazonal definido ( $p=0,06$ ), sendo verificada uma oscilação ao longo dos dois períodos.

Especialmente, foi observada diferença significativa durante as baixa-mares, especialmente durante o período de estiagem, em que o ponto de coleta 3 se diferencia dos demais pontos ( $p=0,02$ ). O mesmo não foi observado em relação à coluna d'água, onde não houve diferença significativa entre a camada superficial e a de profundidade máxima ( $p=0,99$ ). Em relação às marés, verificou-se uma variação significativa ( $p=0,00$ ), com valores mais elevados durante as preamares.

No ponto de coleta 1, a taxa de saturação de oxigênio na água, durante a baixa-mar, teve uma concentração média de 62,09%, com valor mínimo de 0,00%, em fevereiro/06, na superfície e na camada de profundidade máxima, e máximo de 105,48%, no mês de setembro/05, na superfície. Na preamar, a média registrada foi de 105,71%, com valores mínimo e máximo, respectivamente, de 67,07%, em dezembro/05, na superfície, e de 127,19%, em setembro/05, na camada de profundidade máxima (Fig. 9).

No ponto 2, a taxa de saturação de oxigênio na água, durante a baixa-mar, teve uma concentração média de 65,42%. A menor concentração foi de 4,36%, registrada no mês de fevereiro/06, na superfície e na camada de profundidade máxima, e a maior foi de 106,09%, registrada em julho/05, na camada de profundidade máxima. Em relação à preamar, a média obtida foi de 109,18%, com concentrações mínima e máxima, respectivamente, de 79,72%, em junho/06, na superfície, e 133,80%, em dezembro/05, no fundo (Fig. 9).

No ponto 3, a taxa de saturação de oxigênio na água, durante a baixa-mar, teve uma concentração média de 71,47%, sendo o menor valor de 29,45%, registrado em fevereiro/06, e o maior, de 92,74%, observado em setembro/05, ambos na camada de profundidade máxima. Em relação à preamar, a média foi de 113,27%, com saturações mínima e máxima, respectivamente, de 94,46%, em junho/06, na superfície, e de 127,56%, em abril/06, na superfície e no fundo (Fig. 9).



**Figura 9.** Variação sazonal e espacial da taxa de saturação de oxigênio (%), no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.

#### 7.1.2.8. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores do pH variaram de um mínimo de 5,88, registrado no ponto 2, em junho/06, durante a baixa-mar, a 8,51, no ponto 3, nos meses de abril e janeiro/06 em baixa-mar e preamar, respectivamente. A média para o período foi de 7,41 (Fig. 10).

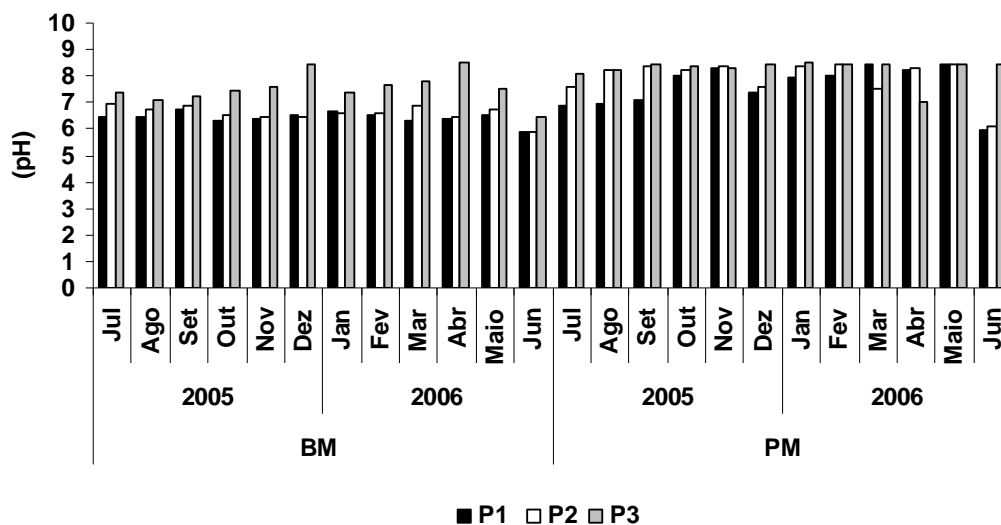
Sazonalmente, não foram verificadas variações significativas ( $p=0,26$ ), sendo registrada apenas uma pequena diminuição dos valores em junho/06, principalmente na baixa-mar (Fig. 10).

Quanto à variação espacial, durante a baixa-mar, os pontos de coleta 1 e 2 apresentaram valores de pH aproximados, porém menores e significativamente diferentes do ponto 3 ( $p= 0,00$ ). Na preamar, o ponto 1 foi o que apresentou menores valores e significativamente diferentes ( $p= 0,02$ ) daqueles dos pontos 2 e 3, que apresentaram valores semelhantes. Em relação às marés, houve uma variação significativa ( $p= 0,00$ ), com valores mais elevados durante as preamares (Fig. 10).

No ponto 1, o pH da água, durante a baixa-mar, apresentou um valor médio de 6,44, com valores mínimo e máximo, respectivamente, de 5,89, no mês de junho/06, e de 6,74, no mês de setembro/05. Em preamar, a média foi de 7,64, com o valor mínimo de 5,98, no mês de junho/06, e o máximo de 8,41, em março e maio/06 (Fig. 10).

No ponto 2, o valor médio do pH da água durante a baixa-mar foi de 6,59, sendo o menor valor, de 5,88, registrado no mês de junho/06, e o maior, de 6,98, no mês de julho/05. Em preamar, a média foi de 7,96, com valores mínimo e máximo, respectivamente, de 6,09, em junho/06, e de 8,44, em fevereiro/06 (Fig. 10).

No ponto 3, o valor médio do pH da água, durante a baixa-mar, foi de 7,54, sendo o menor valor, de 6,47, registrado no mês de junho/06, e o maior, de 8,51, no mês de abril/06. Em preamar, a média foi de 8,27, com valores mínimo e máximo, respectivamente, de 7,05, em abril/06 e de 8,47, em maio e junho/06 (Fig. 10).



**Figura 10.** Variação sazonal e espacial do pH, no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.

### 7.1.2.9. Sais Nutrientes

#### 7.1.2.9.1. Nitrito ( $NO_2^-$ -N)

As concentrações de nitrito variaram desde valores indetectáveis a  $5,11\mu\text{M}$ , sendo o primeiro deles registrado em novembro dezembro/05 e fevereiro/06, nos três pontos de coleta e em ambas as marés; já o teor máximo foi registrado no ponto de coleta 1, em março/06, durante a baixa-mar. A concentração média para o período foi de  $0,27\mu\text{M}$ .

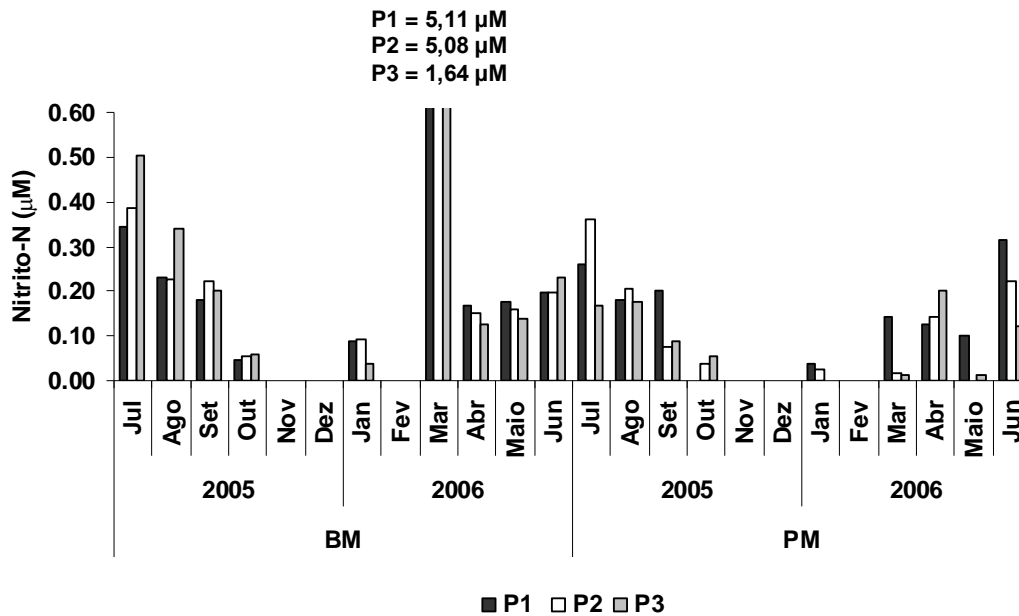
Sazonalmente, foi possível observar uma nítida variação, estando mais concentrado no período de maior precipitação pluviométrica ( $p=0,00$ ). Analisando a figura 11, observa-se, de forma geral, que não houve variação espacial definida, nem diferenças significativas entre os pontos de coleta ( $p=0,85$ ).

Em relação às marés, observou-se que os valores registrados nas baixa-mares foram, no geral, mais elevados e significativamente diferentes ( $p=0,05$ ) daqueles obtidos nas preamares. Os teores durante a baixa-mar variaram de valores indetectáveis a  $5,11\mu\text{M}$ , com média de  $0,46\mu\text{M}$ . Já para a preamar, as concentrações variaram de valores indetectáveis a  $0,36\mu\text{M}$ , com média de  $0,09\mu\text{M}$  (Fig. 11).

No ponto 1, a concentração de nitrito, durante a baixa-mar, apresentou um valor médio de  $0,83\mu\text{M}$ , variando de valores indetectáveis, em novembro e dezembro/05 e fevereiro/06, a um máximo de  $5,11\mu\text{M}$ , em março/06. Em preamar, a média foi de  $0,11\mu\text{M}$ , e os teores mínimo e máximo foram, respectivamente, indetectáveis nos meses de outubro a dezembro/05 e fevereiro/06 e de  $0,31\mu\text{M}$ , em junho/06 (Fig. 11).

No ponto 2, o teor médio do nitrito, durante a baixa-mar, foi de  $0,55\mu\text{M}$ , com os valores variando de indetectáveis, nos meses de novembro e dezembro/05 e fevereiro/06, a  $5,08\mu\text{M}$ , em março/06. Em preamar, a média foi de  $0,09\mu\text{M}$ , com valores variando de indetectáveis, nos meses de novembro e dezembro/05 e fevereiro/06, a um máximo de  $0,36\mu\text{M}$ , em julho/05 (Fig. 1).

No ponto 3, o valor médio, durante a baixa-mar, foi de  $0,27\mu\text{M}$ , com teores variando de indetectáveis, em novembro dezembro/05 e fevereiro/06, a  $1,64\mu\text{M}$ , em março/06. Em preamar, a média foi de  $0,07\mu\text{M}$ , com concentrações variando de indetectáveis, em novembro dezembro/05 e fevereiro/06, a  $0,20\mu\text{M}$ , em abril/06 (Fig. 11).



**Figura 11.** Variação sazonal e espacial das concentrações de nitrito ( $\text{NO}_2^-$ -N), no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.

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

As concentrações de nitrato variaram desde valores indetectáveis a  $29,84\mu\text{M}$ , sendo o teor mínimo registrado em novembro/05, no ponto de coleta 1, durante a preamar, e o valor máximo registrado no ponto de coleta 3, em abril/06, durante a baixa-mar. A concentração média para o período foi de  $6,28\mu\text{M}$ .

No que diz respeito à variação sazonal, foi possível observar uma nítida sazonalidade, com concentrações mais elevadas no período de maior precipitação pluviométrica ( $p=0,00$ ), em ambas as marés (Fig. 12).

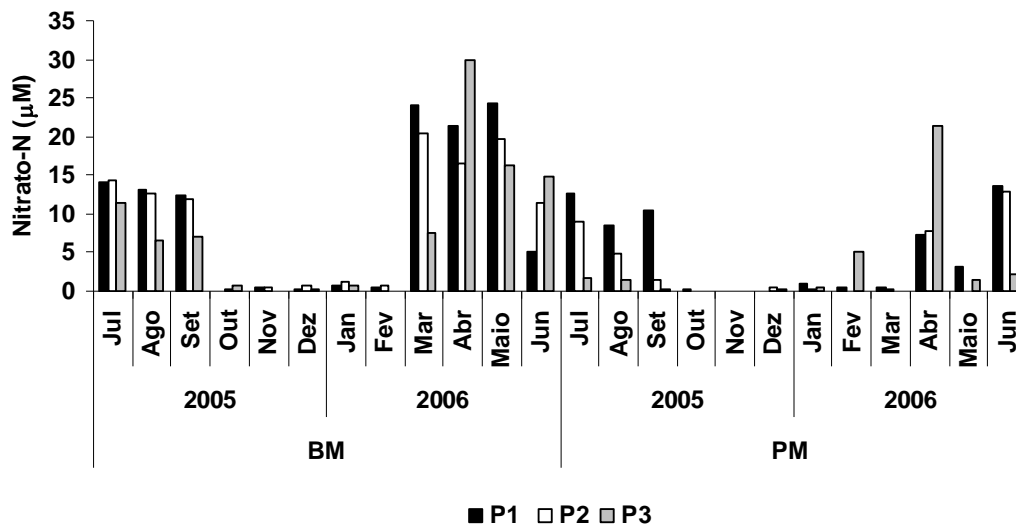
Em relação à espacialidade, observou-se, de forma geral, que não houve diferenças significativas entre os pontos de coleta ( $p=0,70$ ). Entretanto, para as marés, observou-se que os valores registrados nas baixa-mares foram, no geral, mais elevados e significativamente diferentes ( $p=0,00$ ) daqueles obtidos nas preamares. Os teores, durante a baixa-mar, variaram de  $0,03$  a  $29,84\mu\text{M}$ , com média de  $8,95\mu\text{M}$ . Já para a preamar, as concentrações variaram de valores indetectáveis a  $21,40\mu\text{M}$ , com média de  $3,62\mu\text{M}$ .

No ponto 1, a concentração de nitrato, durante a baixa-mar, apresentou um valor médio de  $9,71\mu\text{M}$ , variando de  $0,03\mu\text{M}$ , em outubro/05, a um máximo de  $24,28\mu\text{M}$ , em

maio/06. Em preamar, a média foi de  $4,87\mu\text{M}$ , e os teores mínimo e máximo foram, respectivamente, indetectável, no mês de novembro/05, e  $13,64\mu\text{M}$ , em junho/06 (Fig. 12).

No ponto 2, o teor médio do nitrato, durante a baixa-mar, foi de  $9,19\mu\text{M}$ , sendo a menor concentração, de  $0,22\mu\text{M}$ , registrada no mês de outubro/05 e a maior, de  $20,49\mu\text{M}$ , em março/06. Em preamar, a média foi de  $3,10\mu\text{M}$ , com valores variando de  $0,01\mu\text{M}$ , no mês de maio/06, a um máximo de  $12,76\mu\text{M}$  em junho/06 (Fig. 12).

No ponto 3, o valor médio, durante a baixa-mar, foi de  $7,95\mu\text{M}$ , com teores variando de  $0,07\mu\text{M}$ , em fevereiro/06, a  $29,84\mu\text{M}$ , em abril/06. Em preamar, a média foi de  $2,90\mu\text{M}$ , com concentrações variando de  $0,03\mu\text{M}$ , em outubro/05, a  $21,40\mu\text{M}$ , em abril/06 (Fig. 12).



**Figura 12.** Variação sazonal e espacial das concentrações de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ -N), no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.

### 7.1.2.9.3. Fosfato ( $\text{PO}_4^-$ -P)

Os teores de fosfato variaram desde valores indetectáveis, registrados no mês de janeiro/05, no ponto de coleta 2, durante a baixa-mar e a preamar e no ponto 3, durante a preamar, até  $0,49\mu\text{M}$ , em setembro/05, durante a baixa-mar, no ponto de coleta 3. A concentração média para o período de estudo foi de  $0,14\mu\text{M}$  (Fig. 13).

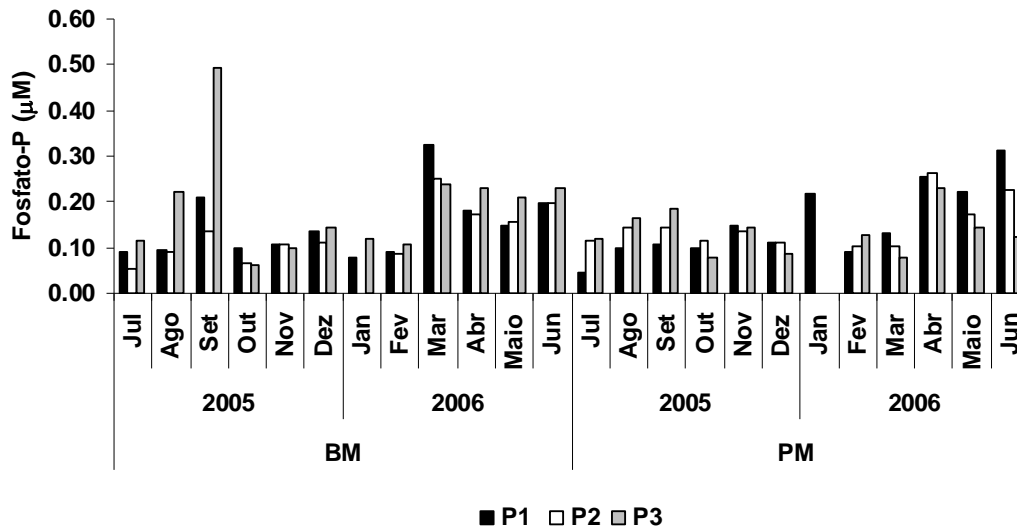
Quanto à variação sazonal, foi possível observar uma nítida sazonalidade, com concentrações mais elevadas no período de maior precipitação pluviométrica ( $p=0,00$ ). Espacialmente e entre as marés, não houve diferenças significativas entre os pontos de coleta ( $p=0,67$  e  $0,95$ , respectivamente).

Os teores, durante a baixa-mar, variaram de valores indetectáveis a  $0,49\mu\text{M}$ , com média de  $0,15\mu\text{M}$ . Já para a preamar, as concentrações variaram de valores indetectáveis a  $0,31\mu\text{M}$ , com média de  $0,14\mu\text{M}$ .

No ponto 1, a concentração de fosfato, durante a baixa-mar, apresentou um valor médio de  $0,15\mu\text{M}$ , variando de  $0,07\mu\text{M}$ , em janeiro/06, a um máximo de  $0,32\mu\text{M}$ , em março/06. Em preamar, a média foi de  $0,15\mu\text{M}$ , e os teores mínimo e máximo foram, respectivamente,  $0,04\mu\text{M}$ , no mês de julho/05, e  $0,31\mu\text{M}$ , em junho/06 (Fig. 13).

No ponto 2, o teor médio do fosfato, durante a baixa-mar, foi de  $0,12\mu\text{M}$ , variando de valores indetectáveis, no mês de janeiro/06, a um máximo de  $0,25\mu\text{M}$ , em março/06. Em preamar, a média foi de  $0,14\mu\text{M}$ , com valores variando de indetectáveis, no mês de janeiro/06, a um máximo de  $0,26\mu\text{M}$ , em abril/06 (Fig. 13).

No ponto 3, o valor médio, durante a baixa-mar, foi de  $0,19\mu\text{M}$ , com teores variando de  $0,06\mu\text{M}$ , em outubro/05, a  $0,49\mu\text{M}$ , em setembro/05. Em preamar, a média foi de  $0,12\mu\text{M}$ , com concentrações variando de indetectáveis, em janeiro/06, a  $0,23\mu\text{M}$ , em abril/06 (Fig. 13).



**Figura 13.** Variação sazonal e espacial das concentrações de fosfato ( $\text{PO}_4^- \text{-P}$ ), no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.

#### 7.1.2.9.4. *Silicato ( $\text{SiO}_2^-$ -Si)*

Os teores de silicato variaram de um mínimo de  $11,35\mu\text{M}$ , registrado em agosto/05, no ponto de coleta 1, em baixa-mar, a um máximo de  $156,42\mu\text{M}$ , em janeiro/06, no ponto 1, durante a preamar. A concentração média para o período de estudo foi de  $48,30\mu\text{M}$  (Fig. 14).

Em relação à sazonalidade, não foi verificada variação significativa ( $p=0,68$ ), embora a média do período de estiagem tenha sido um pouco mais elevada que a do período chuvoso.

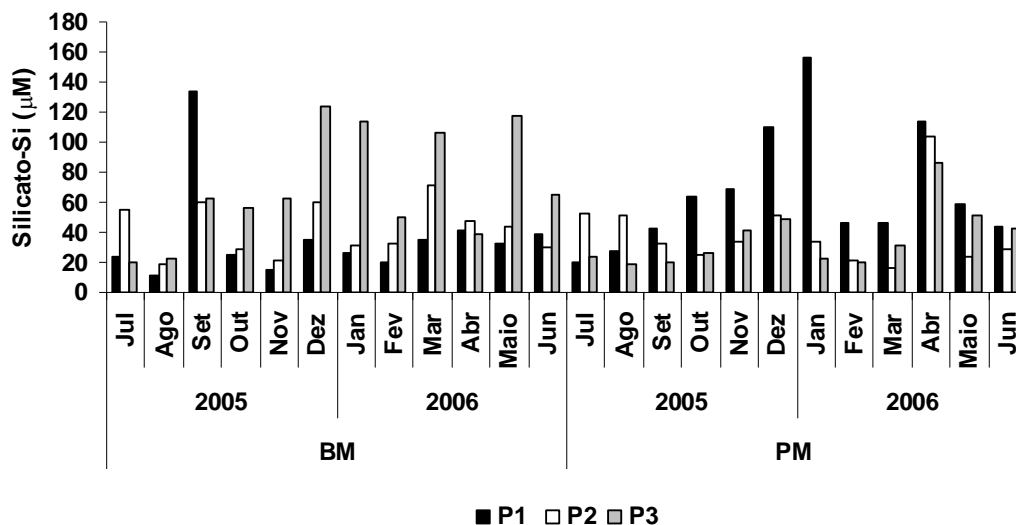
Analisando-se a figura 14, observa-se que, na baixa-mar, houve variação espacial com concentrações decrescendo do ponto 3 para o ponto 1, à exceção dos meses de julho e setembro/05, com diferenças significativas ( $p=0,01$ ). Em preamar, também se observou uma espacialidade significativa, porém com os maiores teores no ponto 1, decrescendo para o ponto 3 ( $p=0,01$ ).

Em relação às marés, observou-se que a média dos valores registrados nas baixa-mares foi um pouco mais elevada que a dos registrados nas preamares, porém essa diferença não foi significativa ( $p=0,76$ ). As concentrações durante as baixa-mares variaram de  $11,35$  a  $134,09\mu\text{M}$ , com média de  $49,30\mu\text{M}$ . Já para a preamar, as concentrações variaram de  $15,70$  a  $156,42\mu\text{M}$ , com média de  $47,30\mu\text{M}$ .

No ponto de coleta 1, a concentração média dos teores de silicato, durante a baixa-mar, foi de  $36,45\mu\text{M}$ , com o teor mínimo, de  $11,35\mu\text{M}$ , no mês de agosto/05, e o máximo, de  $134,09\mu\text{M}$ , em setembro/05. Para a preamar, a média foi de  $66,52\mu\text{M}$ , com teores que variaram de  $20,35\mu\text{M}$ , em julho/05, a  $156,42\mu\text{M}$ , em janeiro/06 (Fig. 14).

Para o ponto 2, o teor médio do silicato, durante a baixa-mar, foi de  $41,67\mu\text{M}$ , sendo a menor concentração, de  $19,14\mu\text{M}$ , registrada no mês de agosto/05 e a maior, de  $71,04\mu\text{M}$ , em março/06. Em preamar, a média foi de  $39,47\mu\text{M}$ , com teores variando de  $15,70\mu\text{M}$ , em março/06, a  $103,78\mu\text{M}$ , em abril/06 (Fig. 14).

No ponto 3, o valor médio, durante a baixa-mar, foi de  $69,78\mu\text{M}$ , com teores variando de  $19,41\mu\text{M}$ , em julho/05, a  $123,48\mu\text{M}$ , em dezembro/05. Em preamar, a média foi de  $35,88\mu\text{M}$ , com concentrações variando de  $18,52\mu\text{M}$ , em agosto/05, a  $85,70\mu\text{M}$ , em abril/06 (Fig. 14).



**Figura 14.** Variação sazonal e espacial das concentrações de silicato ( $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ), no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.

#### 7.1.2.10. Material Particulado em Suspensão ( $\text{mg.L}^{-1}$ )

Os valores de material particulado em suspensão variaram de um mínimo de  $4,20\text{mg.L}^{-1}$ , registrado em maio/06, no ponto de coleta 3, em preamar, a um máximo de  $307,00\text{mg.L}^{-1}$ , em junho/06, no ponto 3, durante a baixa-mar. A concentração média para o período de estudo foi de  $38,83\text{mg.L}^{-1}$  (Fig. 15).

Em relação às marés, observou-se que os maiores valores foram registrados nas baixamares, com diferença significativa em relação às preamars ( $p=0,00$ ). As concentrações durante as baixamars variaram de  $11,20$  a  $307,00\text{mg.L}^{-1}$ , com média de  $58,55\text{mg.L}^{-1}$ . Já para a preamar, as concentrações variaram de  $4,20$  a  $39,33\text{mg.L}^{-1}$ , apresentando uma média de  $19,10\text{mg.L}^{-1}$ .

Também foi verificada variação sazonal significativa ( $p=0,001$ ), com maiores valores sendo registrados durante o período chuvoso. Especialmente, durante a baixa-mar, foi observada diferença significativa entre P1 e P3 ( $p=0,00$ ) e P2 e P3 ( $p=0,02$ ), demonstrando que, no geral, os valores de material particulado em suspensão decrescem dos pontos de coletas 1 e 2 para o 3. Em preamar, embora os valores registrados em P1 tenham sido mais elevados, não foi observada diferença significativa entre os pontos ( $p=0,76$ ).

No ponto de coleta 1, a concentração média do material em suspensão durante a baixa-mar foi de  $59,53\text{mg.L}^{-1}$ , com o teor mínimo, de  $13,20\text{mg.L}^{-1}$ , no mês de outubro/05 e o máximo, de  $285,50\text{mg.L}^{-1}$ , em junho/06. Para a preamar, a média foi de  $21,42\text{mg.L}^{-1}$ , com teores que variaram de  $5,80$  a  $39,33\text{mg.L}^{-1}$ , em outubro e julho/05, respectivamente (Fig. 15).

Para o ponto 2, o teor médio do material em suspensão, durante a baixa-mar, foi de  $65,05\text{mg.L}^{-1}$ , sendo a menor concentração, de  $16,00\text{mg.L}^{-1}$ , registrada no mês de outubro/05 e a maior, de  $288,00\text{mg.L}^{-1}$ , em junho/06. Em preamar, a média foi de  $18,38\text{mg.L}^{-1}$ , com teores variando de  $5,88\text{mg.L}^{-1}$ , em outubro/05, a  $36,33\text{mg.L}^{-1}$ , em julho/05 (Fig. 15).

No ponto 3, o valor médio durante a baixa-mar, foi de  $51,08\text{mg.L}^{-1}$ , com teores variando de  $11,20\text{mg.L}^{-1}$ , em dezembro/05, a  $307\text{mg.L}^{-1}$ , em junho/06. Em preamar, a média foi de  $17,49\text{mg.L}^{-1}$ , com concentrações variando de 4,20 a  $29,20\text{mg.L}^{-1}$ , em maio/05 e junho/06, respectivamente (Fig. 15).

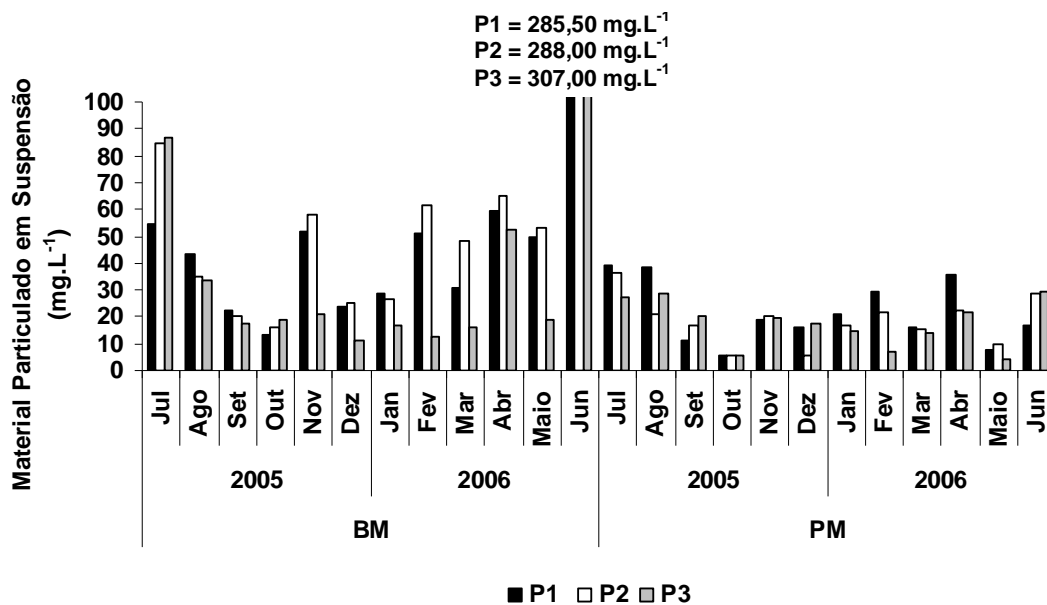


Figura 15. Variação sazonal e espacial do material particulado em suspensão, no estuário do rio Sirinhaém - PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.

## 7.2. PARÂMETROS BIOLÓGICOS

### 7.2.1. Biomassa Fitoplanctônica ( $\text{mg.m}^{-3}$ )

Os teores de clorofila *a* variaram de um mínimo de  $0,41\text{mg.m}^{-3}$ , registrado em dezembro/05, no ponto de coleta 1, em preamar, a um máximo de  $56,58\text{mg.m}^{-3}$ , em julho/05, no ponto 1, durante a baixa-mar. A concentração média para o período de estudo foi de  $9,44\text{mg.m}^{-3}$  (Fig. 16).

Em relação à variação sazonal, os teores de clorofila *a* foram significativamente diferentes ( $p=0,00$ ), com maiores teores registrados durante o período chuvoso.

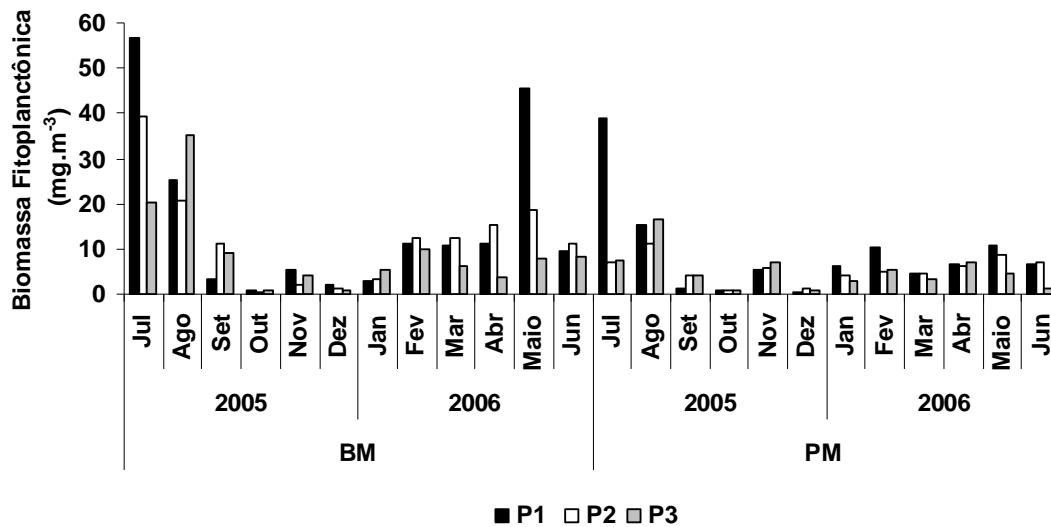
Espacialmente, não foi observada diferença significativa entre os pontos de coleta ( $p=0,42$ ), embora se tenha observado que, no geral, durante o período de maior intensidade de chuvas, os pontos de coleta 1 e 2 apresentaram teores mais elevados que o ponto 3 (Fig. 16).

Quanto às marés, foi observada uma diferença significativa ( $p=0,03$ ), com teores mais elevados durante as baixa-mares. As concentrações durante as baixa-mares, variaram de 0,46 a 56,58 $\text{mg.m}^{-3}$ , com média de 12,37 $\text{mg.m}^{-3}$ . Já para a preamar, os teores variaram de 0,62 a 16,41 $\text{mg.m}^{-3}$ , apresentando uma média de 6,51 $\text{mg.m}^{-3}$ .

O ponto de coleta 1 apresentou, durante a baixa-mar, um teor médio de clorofila *a* de 15,40 $\text{mg.m}^{-3}$ . O menor valor foi de 0,87 $\text{mg.m}^{-3}$ , registrado no mês de outubro/05, e o maior, de 56,58 $\text{mg.m}^{-3}$ , no mês de julho/05. Em preamar, a média foi de 8,91 $\text{mg.m}^{-3}$ , com teor mínimo de 0,41 $\text{mg.m}^{-3}$ , no mês de dezembro/05, e máximo de 39,05 $\text{mg.m}^{-3}$ , no mês de julho/05 (Fig. 16, Apêndice A).

No ponto 2, o teor médio da clorofila *a*, durante a baixa-mar, foi de 12,41 $\text{mg.m}^{-3}$ , sendo o mínimo, de 0,46 $\text{mg.m}^{-3}$ , no mês de outubro/05, e o máximo, de 39,23 $\text{mg.m}^{-3}$ , no mês de julho/05. Na preamar, a média foi de 5,51 $\text{mg.m}^{-3}$ , sendo a concentração mínima, de 0,78 $\text{mg.m}^{-3}$ , registrada em outubro/05 e a máxima, de 11,14 $\text{mg.m}^{-3}$ , em agosto/05 (Fig. 16, Apêndice A).

O ponto de coleta 3 apresentou, durante a baixa-mar, um teor médio de clorofila *a* de 9,31 $\text{mg.m}^{-3}$ . O menor valor foi de 0,62 $\text{mg.m}^{-3}$ , registrado no mês de outubro/05, e o maior, de 35,05 $\text{mg.m}^{-3}$ , no mês de agosto/05. Em preamar, a média foi de 5,12 $\text{mg.m}^{-3}$ , com concentração mínima de 0,82 $\text{mg.m}^{-3}$ , no mês de outubro/05, e máxima de 16,41 $\text{mg.m}^{-3}$ , no mês de agosto/05 (Fig. 16, Apêndice A).



**Figura 16.** Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplancônica, no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM). P = Ponto de coleta.

### 7.2.2. Produção fitoplancônica ( $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ )

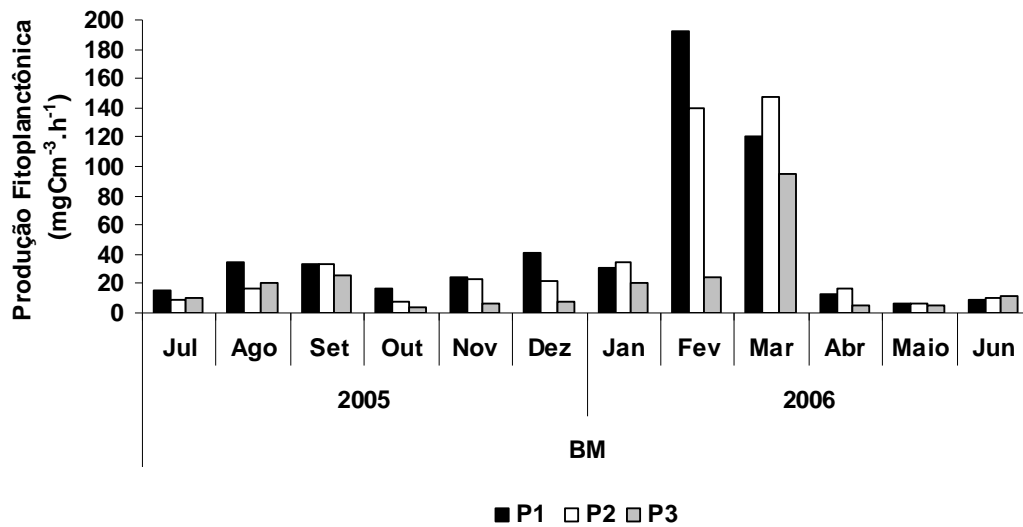
Os valores de produção fitoplancônica variaram de um mínimo de  $3,25\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ , registrado em outubro/05, no ponto de coleta 3, a um máximo de  $191,69\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ , em fevereiro/06, no ponto 1. A média para o período de estudo foi de  $34,28\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$  (Fig. 17).

Quanto à sazonalidade, foi observado que não houve diferença significativa entre os períodos estudados ( $p=0,08$ ). Espacialmente, observou-se que, no geral, os valores de produção primária decrescem do ponto de coleta 1 para o 3, sendo significativamente diferentes os pontos 1 e 3 ( $p=0,04$ ).

No ponto de coleta 1, a média da produção fitoplancônica foi de  $44,53\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ . O menor valor foi de  $6,17\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ , registrado no mês de maio/06, e o maior, de  $191,69\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ , no mês de fevereiro/06. (Fig. 17, Apêndice B).

No ponto 2, o valor médio da produção fitoplancônica foi de  $38,82\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ , sendo o mínimo e o máximo de  $5,82$  e  $147,47\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ , nos meses de maio e março/06, respectivamente (Fig. 17, Apêndice B).

O ponto de coleta 3 apresentou um valor médio de produção fitoplancônica de  $19,48\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ . O menor valor foi de  $3,25\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ , registrado no mês de outubro/05, e o maior, de  $94,36\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ , no mês de março/06 (Fig. 17, Apêndice B).



**Figura 17.** Variação sazonal e espacial da produção fitoplanctônica, no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM). P = Ponto de coleta.

### 7.2.3. Taxa de Assimilação Fitoplanctônica

Os valores da taxa de assimilação variaram de um mínimo de 0,14, registrado em maio/06, a um máximo de 19,85, em dezembro/05, ambos no ponto 1. A média para o período de estudo foi de 6,22 (Fig.18).

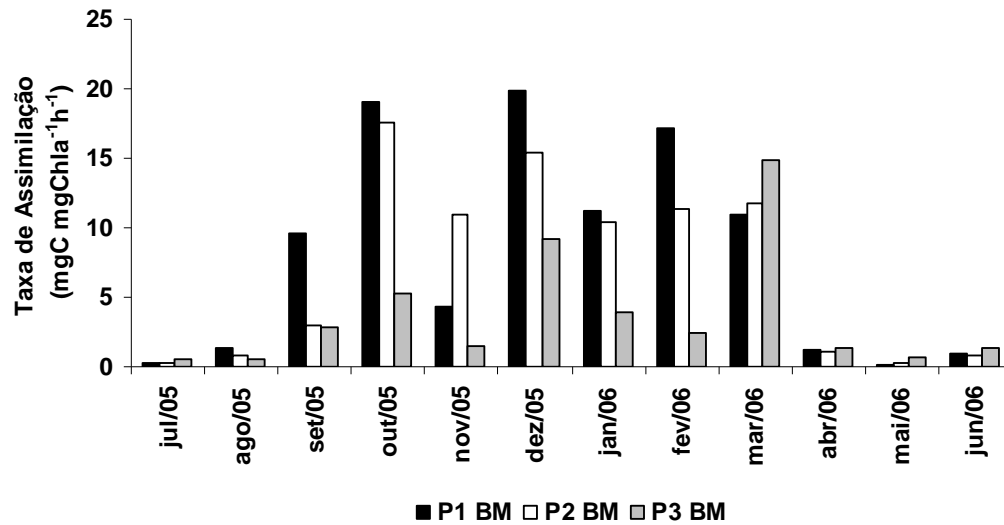
Quanto à sazonalidade, foi observada diferença significativa entre os períodos estudados ( $p=0,00$ ), com taxas de assimilação mais altas no período de estiagem.

Espacialmente, foi observado que, durante o período chuvoso, não houve diferenças significativas entre os pontos de coleta ( $p=0,79$ ). Porém, analisando a figura 18, verifica-se que, no período de estiagem, a taxa de assimilação decresce do ponto 1 para o ponto 3, com diferenças significativas entre os pontos 1 e 3 ( $p=0,00$ ) e entre os pontos 2 e 3 ( $p=0,02$ ).

No ponto de coleta 1, a média da taxa de assimilação foi de 8,01. O menor valor foi de 0,14, registrado no mês de maio/06, e o maior, de 19,85, no mês de dezembro/05. (Fig. 18, Apêndice C).

No ponto 2, o valor médio da taxa de assimilação foi de 6,96, sendo o mínimo e o máximo, respectivamente, de 0,23 e 17,54, nos meses de julho e outubro/05 (Fig. 18, Apêndice C).

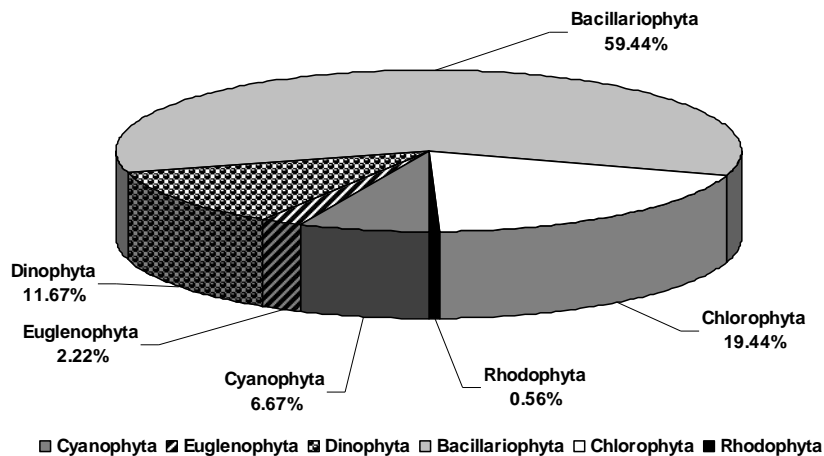
No ponto 3, o valor médio da taxa de assimilação foi de 3,70, sendo o mínimo e o máximo de 0,50 e 14,81, nos meses de julho/05 e março/06, respectivamente (Fig. 18, Apêndice C).



**Figura 18.** Variação sazonal e espacial da taxa de assimilação do fitoplâncton, no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante a baixa-mar (BM). P = Ponto de coleta.

#### 7.2.4. Composição Florística

A análise das 72 amostras coletadas no estuário do rio Sirinhaém permitiu inventariar 180 táxons infragenéricos (175 espécies e 5 variedades) durante o período estudado. Deste total, a divisão Bacillariophyta contribuiu com 107, Chlorophyta, com 35, Dinophyta, com 21, Cyanophyta, com 12, Euglenophyta, com 4 e Rhodophyta, com 1 (Fig. 19).



**Figura 19.** Distribuição percentual, por Divisão, do número de táxons identificados no microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém – PE.

Os táxons identificados foram distribuídos em 92 gêneros, enquadrados em oito classes taxonômicas sequenciadas em ordem de riqueza taxonômica: Coscinodiscophyceae,

Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Dinophyceae, Fragilariophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae e Rhodophyceae.

Abaixo, o inventário florístico simplificado das espécies fitoplanctônicas (inserido, de forma detalhada, no apêndice D) indicando apenas os gêneros e os respectivos números de espécies observadas.

## **Cyanophyta**

### **Cyanopheceae**

*Anabaena* (2), *Gleiterinema* (1), *Merismopedia* (1), *Nodularia* (1), *Oscillatoria* (5), *Planktothrix* (1), *Spirulina* (1).

## **Euglenophyta**

### **Euglenophyceae**

*Euglena* (2), *Phacus* (2)

## **Dinophyta**

### **Dinophyceae**

*Ceratium* (16), *Dinophysis* (1), *Prorocentrum* (1), *Protoferidinium* (2), *Pyrocystis* (1).

## **Bacillariophyta**

### **Coscinodiscophyceae**

*Actinoptychus* (2), *Aulacodiscus* (1), *Bacteriastrum* (2), *Bellerochea* (1), *Biddulphia* (2), *Cerataulina* (1), *Cerataulus* (1), *Chaetoceros* (10), *Coscinodiscus* (5), *Ethmodiscus* (1), *Eupodiscus* (1), *Guinardia* (1), *Helicotheca* (1), *Hemiaulus* (1), *Hemidiscus* (1), *Hydrosera* (1), *Isthmia* (1), *Melchersiella* (1), *Melosira* (3), *Odontella* (4), *Paralia* (1), *Pleurosira* (1), *Proboscia* (1), *Rhizosolenia* (3), *Terpsinoe* (1), *Thalassiosira* (2), *Triceratium* (3).

### **Fragilariophyceae**

*Asterionellopsis* (1), *Bleakeleya* (1), *Climacosphaenia* (1), *Dimerogramma* (1), *Fragilaria* (2), *Grammatophora* (1), *Licmophora* (1), *Podocystis* (1), *Rhabdonema* (2), *Staurosira* (1), *Synedra* (3), *Thalassionema* (2).

### **Bacillariophyceae**

*Achnanthes* (1), *Actinella* (1), *Bacillaria* (1), *Campylodiscus* (3), *Campyloneis* (1), *Cylindrotheca* (1), *Entomoneis* (2), *Eunotia* (1), *Frikea* (1), *Gyrosigma* (1), *Hantzschia* (1), *Lyrella* (1), *Mastogloia* (1), *Nitzschia* (7), *Petrodictyon* (1), *Pinnularia* (2), *Pleurosigma* (1), *Psammodictyon* (1), *Pseudonitzschia* (2), *Surirella* (7).

## **Chlorophyta**

### **Chlorophyceae**

*Chaetophora* (1), *Cladophora* (1), *Closterium* (15), *Coelastrum* (1), *Cosmarium* (1), *Desmidiium* (1), *Eudorina* (1), *Gonatozygon* (2), *Micrasteria* (1), *Microspora* (1), *Mougeotia* (1), *Oedogonium* (1), *Pediastrum* (3), *Pleodorina* (1), *Rhizoclonium* (1), *Scenedesmus* (1), *Spirogyra* (1), *Stigeoclonium* (1).

## **Rhodophyta**

### **Rhodophyceae**

*Batrachospermum* (1).

### **7.2.5. Riqueza e Distribuição Taxonômica**

A riqueza taxonômica variou, na área estudada, nos dois ciclos de marés e nos três pontos de amostragens. Os valores obtidos variaram de um mínimo de quatro táxons, em novembro/05, no ponto de coleta 2, na baixa-mar, a um máximo de 35 táxons, em setembro/05, no ponto de coleta 3, durante a preamar (Tab. 01).

A análise qualitativa da flora fitoplanctônica evidenciou, também, que a divisão Bacillariophyta foi a que mais contribuiu para a riqueza florística local, sendo responsável por 59,44% de todos os táxons identificados, respondendo por 107 táxons infragenéricos. Os táxons desta divisão estiveram incluídos em três classes: **Coscinodiscophyceae**, a que mais contribuiu para a riqueza taxonômica, com 53 táxons, seguida das classes **Bacillariophyceae** e **Fragilariophyceae**, com 37 e 17 táxons, respectivamente.

Chlorophyta (**Classe Chlorophyceae**) constituiu o segundo grupo que mais contribuiu para a riqueza taxonômica, tendo sido identificados 35 táxons infragenéricos.

Dinophyta (**Classe Dinophyceae**) foi o terceiro grupo mais representativo, na área estudada, com 21 táxons infragenéricos.

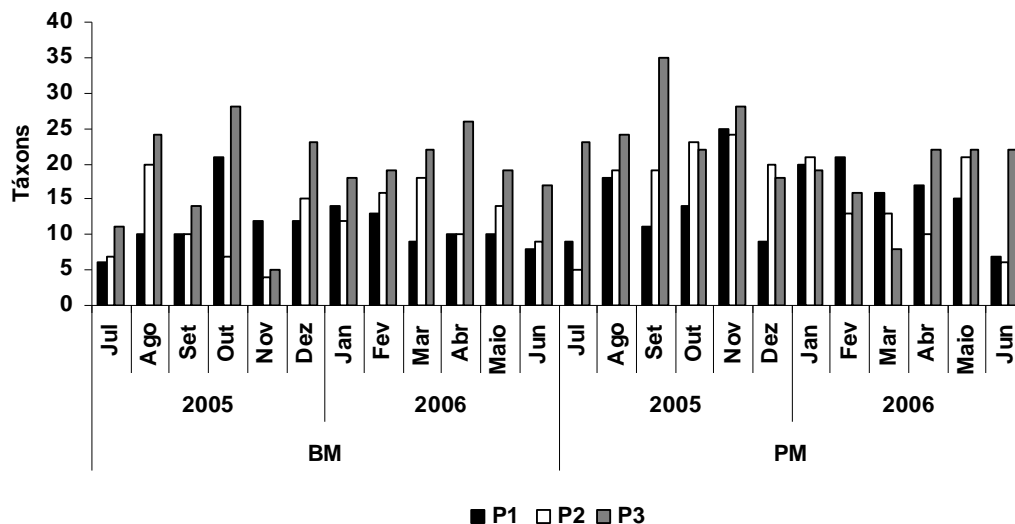
Cyanophyta (**Classe Cyanophyceae**) apresentou-se com 12 táxons infraespecíficos e, juntamente com Euglenophyta (**Classe Euglenophyceae**), com 4 táxons, e Rhodophyta (**Classe Rhodophyceae**), com 1 táxon, foram as classes menos representativas do fitoplâncton, em termos qualitativos, no estuário do rio Sirinhaém, durante o período de coleta.

**Tabela 01** – Variação anual da riqueza taxonômica do microfitoplâncton nos pontos de coleta e nos períodos de marés no estuário do rio Sirinhaém – PE. BM=baixa-mar; PM= preamar.

Ponto de coleta	Maré	Variação anual – 2005 a 2006											
		Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
1	BM	6	10	10	21	12	12	14	13	9	10	10	8
	PM	9	18	11	14	25	9	20	21	16	17	15	7
2	BM	7	20	10	7	4	15	12	16	18	10	14	9
	PM	5	19	19	23	24	20	21	13	13	10	21	6
3	BM	11	24	14	28	5	23	18	19	22	26	19	17
	PM	23	24	35	22	28	18	19	16	8	22	22	22

#### 7.2.5.1. Caracterização Espacial

Analisando a distribuição dos táxons entre os pontos de coleta (Fig. 20), foi possível registrar uma variação espacial decrescente do ponto de coleta 3 para o ponto 1, com diferenças significativas entre os pontos 3 e 1, e 3 e 2 ( $p=0,00$ ). Entre os pontos de coleta 1 e 2 não foram observadas diferenças significativas ( $p=0,77$ ).



**Figura 20.** Variação sazonal e espacial da riqueza taxonômica do microfitoplâncton nos pontos de coleta (P) durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM), no estuário do rio Sirinhaém – PE.

### **Ponto de coleta 1**

Observou-se um total de 109 táxons, distribuídos entre 11 cianobactérias, 3 euglenofíceas, 11 dinoflagelados, 61 diatomáceas e 23 clorofíceas. A menor riqueza de espécies foi de 6 táxons registrados no mês de julho/05 durante a baixa-mar, e a maior foi de 25 táxons registrados no mês de novembro/05, durante a preamar (Fig. 21).

Em relação às marés, foi registrado um total de 72 táxons durante a baixa-mar, distribuídos entre 8 cianobactérias, 3 euglenofíceas, 42 diatomáceas e 19 clorofíceas, notando-se a ausência, nas subamostras, de dinoflagelados e rodofíceas. Na preamar, foram registrados 81 táxons, distribuídos entre cianobactérias (10), dinoflagelados (11), diatomáceas (45) e clorofíceas (15). Nesta maré não foram registradas, nas subamostras, representantes do grupo das euglenofíceas e das rodofíceas (Fig. 22).

### **Ponto de coleta 2**

Observou-se um total de 116 táxons, distribuídos entre 9 cianobactérias, 2 euglenofíceas, 11 dinoflagelados, 72 diatomáceas e 22 clorofíceas. A menor riqueza de espécies foi de 4 táxons, registrada durante a baixa-mar, e a maior, de 24 táxons, na preamar, ambos em novembro/05 (Fig. 21).

Em relação às marés, foi registrado um total de 66 táxons durante a baixa-mar, distribuídos entre 9 cianobactérias, 1 euglenofíceas, 38 diatomáceas e 18 clorofíceas. Na preamar, foram registrados 86 táxons, distribuídos entre cianobactérias (9), euglenofíceas (1), dinoflagelados (11), diatomáceas (56) e clorofíceas (9) (Fig. 22).

### **Ponto de coleta 3**

Registrou-se um total de 136 táxons, distribuídos entre 11 cianobactérias, 2 euglenofíceas, 17 dinoflagelados, 90 diatomáceas, 15 clorofíceas e 1 rodofíceas. A menor riqueza de espécies foi de 5 táxons, registrados durante a baixa-mar, no mês de novembro/05, e a maior, de 35 táxons, na preamar, em setembro/05 (Fig. 21).

Em relação às marés, foi registrado um total de 86 táxons durante a baixa-mar, distribuídos entre 11 cianobactérias, 2 euglenofíceas, 3 dinoflagelados, 57 diatomáceas, 12 clorofíceas e 1 rodofíceas. Na preamar, foram registrados 101 táxons, distribuídos entre cianobactérias (7), dinoflagelados (16), diatomáceas (70), clorofíceas (8) (Fig. 22).

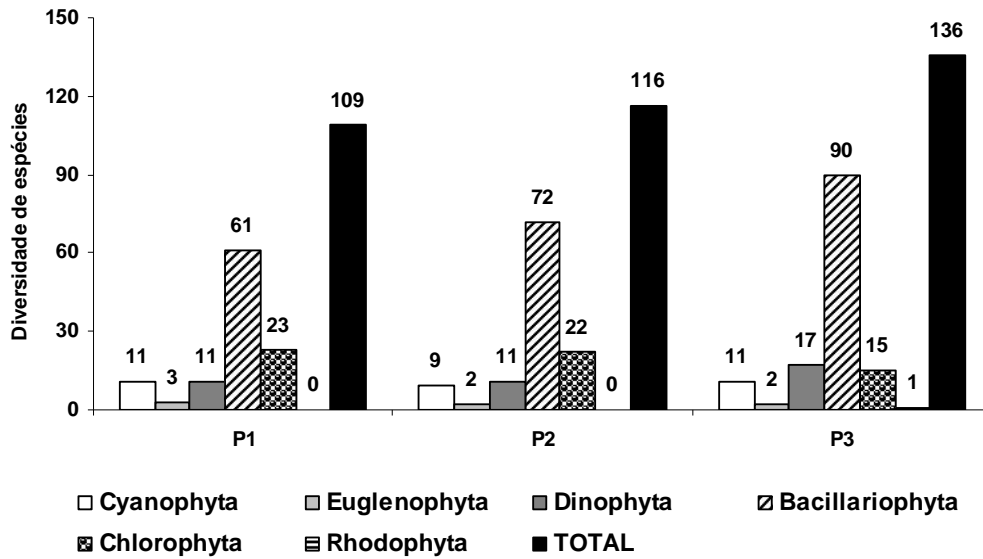


Figura 21. Variação espacial da riqueza taxonômica, por Divisão, nos pontos de coleta (P), no estuário do rio Sirinhaém – PE. P = Ponto de coleta.

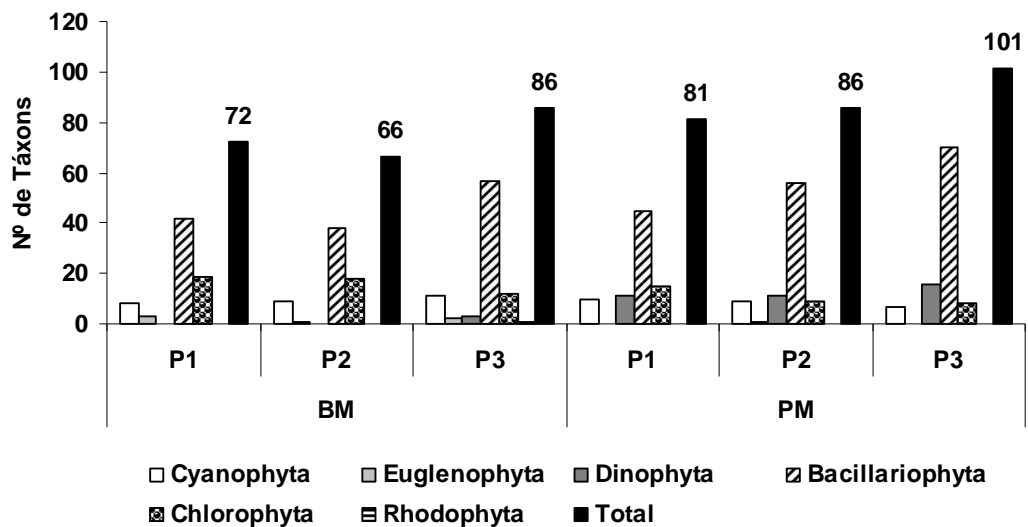


Figura 22. Variação espacial da riqueza taxonômica, nos dois ciclos de marés, baixa-mar (BM) e preamar (PM), no estuário do rio Sirinhaém – PE. P = Ponto de coleta.

### 7.2.5.2. Caracterização Sazonal

As figuras 23 e 24 representam a distribuição dos táxons entre os dois períodos (chuvoso e estiagem). Analisando esta distribuição observa-se que não foi registrada, para os dois períodos, uma variação sazonal significativa ( $p=0,16$ ).

#### 7.2.5.2.1. Período de Estiagem

Durante este período, a comunidade microfitoplanctônica esteve representada por 134 táxons, distribuídos entre 12 cianobactérias, 3 euglenofíceas, 16 dinoflagelados, 77 diatomáceas, 25 clorofíceas e 1 rodofíceas (Fig. 23).

O ponto de coleta 1 apresentou um total de 88 táxons, distribuídos entre 11 cianobactérias, 2 euglenofíceas, 10 dinoflagelados, 46 diatomáceas e 19 clorofíceas (Fig. 24).

No ponto de coleta 2, foram identificados 86 táxons, distribuídos entre 8 cianobactéria, 1 euglenofíceas, 11 dinoflagelados, 49 diatomáceas e 17 clorofíceas (Fig. 24).

No ponto de coleta 3, foram identificados 95 táxons, distribuídos entre 9 cianobactérias, 1 euglenofíceas, 11 dinoflagelados, 63 diatomáceas, 10 clorofíceas e 1 rodofíceas (Fig. 24).

#### - Espécies exclusivas do Período de Estiagem

- **Cyanophyta** – *Anabaena constricta*, *Anabaena* sp, *Merismopedia punctata*, *Nodularia* sp. e *Oscillatoria princeps*.
- **Euglenophyta** – *Euglena gracilis*.
- **Dinophyta** – *Ceratium declinatum*, *Ceratium lineatum*, *Ceratium* sp<sub>1</sub>, *Protoperidinium conicum*, *Protoperidinium* sp<sub>1</sub>, *Pyrocystis lúnula*.
- **Bacillariophyta** – *Bleakeleya notata*, *Campyloneis grevillei*, *Chaetoceros coarctatus*, *Entomoneis paludosa*, *Eupodiscus antiquus*, *Hemiaulus sinensis*, *Licmophora abbreviata*, *Mastogloia splendida*, *Melosira moniliformis*, *Odontella aurita*, *Petrodictyon gemma*, *Podocystis adriatica*, *Pseudonitzschia delicatissima*, *Pseudonitzschia pungens*, *Rhabdonema punctatum*, *Rhizosolenia setigera* e *Triceratium alternans*.
- **Chlorophyta** – *Closterium ehrenbergii*, *Closterium intermedium*, *Closterium lineatum* var. *lineatum*, *Closterium rostratum*, *Closterium striatula*, *Closterium striolatum*, *Gonatozygon* sp., *Pediastrum* sp., *Rhizoclonium* sp., *Scenedesmus quadricauda*.
- **Rhodophyta** – *Batrachospermium* sp.

#### 7.2.5.2.2. Período Chuvoso

Durante este período, a comunidade fitoplanctônica esteve representada por 141 táxons, distribuídos entre 7 cianobactérias, 3 euglenófitas, 15 dinoflagelados, 90 diatomáceas e 26 clorófitas (Fig. 23).

O ponto de coleta 1 apresentou um total de 60 táxons, distribuídos entre 5 cianobactérias, 1 euglenófitas, 3 dinoflagelados, 39 diatomáceas e 12 clorófitas (Fig. 24).

No ponto de coleta 2, foram identificados 79 táxons, distribuídos entre 7 cianobactérias, 1 euglenófitas, 6 dinoflagelados, 53 diatomáceas e 12 clorófitas (Fig. 24).

O ponto de coleta 3 foi o que apresentou o maior número de táxons, totalizando 98, distribuídos entre 6 cianobactérias, 1 euglenófitas, 14 dinoflagelados, 69 diatomáceas e 8 clorófitas (Fig. 24).

#### - Espécies exclusivas do Período Chuvoso

- **Euglenophyta** – *Phacus anacoleus*.
- **Dinophyta** – *Ceratium carriense* var. *carriense*, *Ceratium fusus seta*, *Ceratium horridum*, *Ceratium teres* e *Prorocentrum gracile*.
- **Bacillariophyta** – *Achnanthes brevipes*, *Actinella* sp., *Campylodiscus biangulatus*, *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros danicus*, *Chaetoceros diversus*, *Chaetoceros subtilis*, *Coscinodiscus kutzingii*, *Ethmodiscus gazellae*, *Eunotia monodon*, *Frickea lewisiana*, *Guinardia striata*, *Hanitzschia amphyoxus*, *Helicotheca tamesis*, *Hemidiscus hardmannianus*, *Hydrosera triqueta*, *Melosira undulata* var. *undulata*, *Nitzschia distans*, *Nitzschia obtusa*, *Nitzschia spathulata*, *Pinnularia crucifera*, *Prosbocia alata*, *Rhabdonema adriaticum*, *Rhizosolenia imbricata*, *Rhizosolenia styliformis*, *Surirella robusta*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassiosira decipiens*, *Thalassiosira subtilis* e *Triceratium repletum*.
- **Chlorophyta** – *Closterium leibleinii*, *Coelastrum sphaericum*, *Cosmarium denticulatum*, *Desmidium* sp., *Eudorina elegans*, *Gonatozygon pilosum*, *Micrasteria borgei*, *Pediastrum boryanum*, *Pediastrum duplex*, *Pleodorina* sp., *Stigeoclonium* sp.

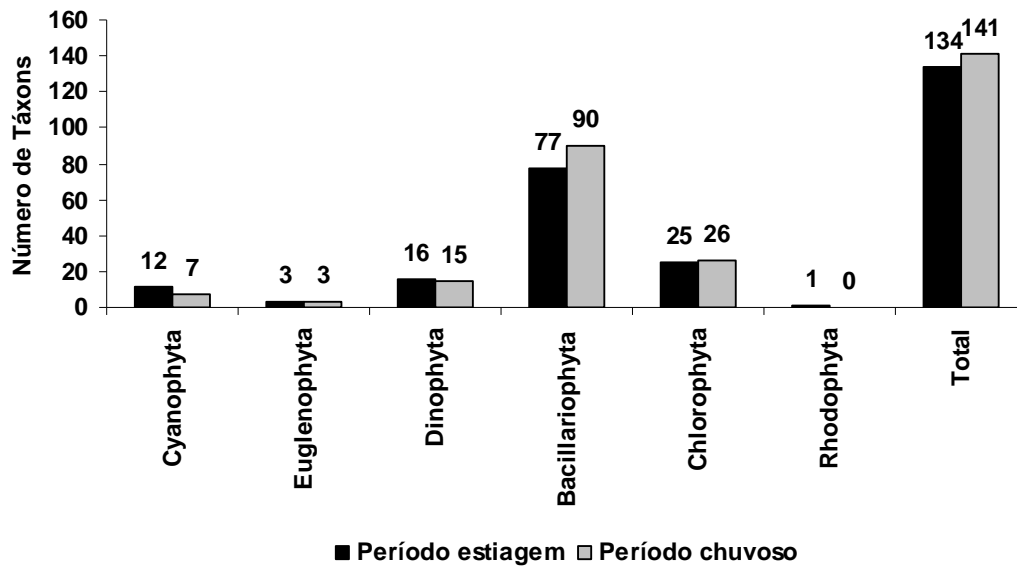


Figura 23. Caracterização sazonal da riqueza de espécies do microfitoplâncton entre as divisões taxonômicas no estuário do rio Sirinhaém – PE.

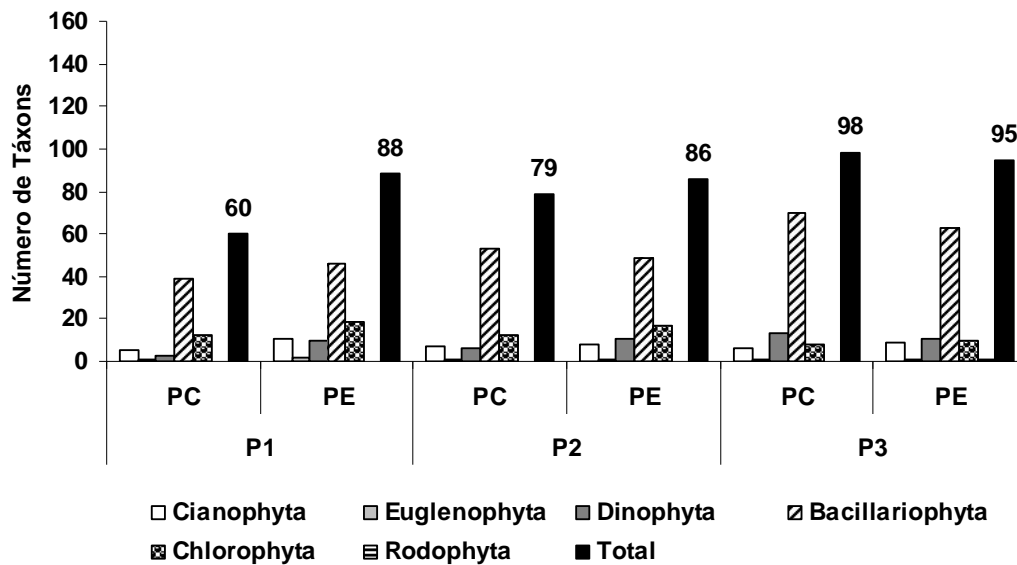


Figura 24. Caracterização sazonal da riqueza de espécies do microfitoplâncton entre os pontos de coleta (P) no estuário do rio Sirinhaém – PE. PC= período chuvoso; PE= período de estiagem.

### 7.3. CARACTERÍSTICA ECOLÓGICA DA FLORA

Os táxons infragenéricos identificados foram enquadrados, de acordo com a bibliografia consultada, nas seguintes categorias: marinhos planctônicos oceânicos (PO), representando 24,66%; planctônicas neríticas (PN), com 16,44%, e ticoplanctônicas neríticas (TN), com 26,03%; ticoplanctônicas estuarinas (TE), com 7,53%; planctônicas dulcícolas (PD), com 19,86% e ticoplanctônicas dulcícolas (TD), com 5,48% (Tab. 2).

De forma geral, os organismos marinhos (PO, PN e TN) constituíram a maior parcela da microflora do estuário do rio Sirinhaém, correspondendo a 67,13% do total de táxons infragenéricos identificados, seguidos dos táxons dulcícolas (PD e TD), representando 25,34%, e estuarinos (TE), com 7,53%.

No ponto de coleta 1, os organismos marinhos constituíram a maior parcela do microfítoplâncton, tendo sido identificados 52 táxons, representando 62,65%, distribuídos entre as espécies planctônica oceânica (19), nerítica (13) e ticoplanctônica nerítica (20). A segunda categoria foi a dos táxons de água doce, com 25 espécies, correspondendo a 30,12%, distribuídas entre planctônica dulcícola (19) e ticoplanctônica dulcícola (6). As ticoplanctônicas estuarinas estiveram representadas com 6 espécies, correspondendo a 7,23% (Fig. 25 e 26).

Em relação ao ponto de coleta 2, os organismos marinhos também constituíram a maior parcela do microfítoplâncton, tendo sido identificados 62 táxons, representando 66,67%, distribuídos entre as espécies planctônicas oceânicas (21), planctônica nerítica (17) e ticoplanctônica nerítica (24). A segunda categoria foi a dos táxons de água doce, com 25 espécies, correspondendo a 26,88%, distribuídas entre planctônica dulcícola (20) e ticoplanctônicas dulcícola (5). As ticoplanctônicas estuarinas estiveram representadas com 6 espécies, correspondendo a 6,45% (Fig. 25 e 26).

No ponto de coleta 3, os organismos marinhos constituíram a maior parcela do microfítoplâncton, tendo sido identificados 82 táxons, representando 74,55%, distribuídos entre as espécies planctônicas oceânicas (29), planctônica nerítica (21) e ticoplanctônica nerítica (32). A segunda categoria foi a dos táxons de água doce, com 21 espécies, correspondendo a 19,09%, distribuídas entre planctônicas de água doce (13) e ticoplanctônicas de água doce (8). As ticoplanctônicas estuarinas estiveram representadas com 7 espécies, correspondendo a 6,36% (Fig. 25 e 26).

Tabela 2. Ecologia dos táxons identificados no estuário do rio Sirinhaém – PE.

Categoria		Número de Táxons	%	Táxons	
MARINHA	Oceânica	Plancctónica	36	24,66	<i>Ceratium carriense</i> var. <i>carriense</i> , <i>Ceratium declinatum</i> , <i>Ceratium fusus</i> , <i>Ceratium fusus seta</i> , <i>Ceratium horridum</i> , <i>Ceratium macroceros</i> , <i>Ceratium massiliense</i> , <i>Ceratium pentagonum</i> , <i>Ceratium porrectum</i> , <i>Ceratium teres</i> , <i>Ceratium trichoceros</i> , <i>Ceratium tripos</i> , <i>Ceratium tripos</i> var. <i>pulchellum</i> , <i>Prorocentrum gracile</i> , <i>Pyrocystis lunula</i> , <i>Bacillaria paxillifera</i> , <i>Bacteriastrium delicatulum</i> , <i>Bacteriastrium hyalinum</i> , <i>Cerataulina pelagica</i> , <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Chaetoceros coarctatus</i> , <i>Chaetoceros compressus</i> , <i>Chaetoceros diversus</i> , <i>Chaetoceros peruvianus</i> , <i>Coscinodiscus centralis</i> , <i>Coscinodiscus kutzingii</i> , <i>Ethmodiscus gazellae</i> , <i>Guinardia striata</i> , <i>Nitzschia distans</i> , <i>Prosbocia alata</i> , <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i> , <i>Rhizosolenia styliformis</i> , <i>Thalassionema frauenfeldii</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i> , <i>Thalassiosira subtilis</i> .
	Nerítica	Plancctónica	24	16,44	<i>Ceratium furca</i> , <i>Ceratium lineatum</i> , <i>Dinophysis caudata</i> , <i>Protoperidinium conicum</i> , <i>Asterionellopsis glacialis</i> , <i>Bellerochea malleus</i> , <i>Biddulphia tridens</i> , <i>Bleakeleya notata</i> , <i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Chaetoceros subtilis</i> , <i>Coscinodiscus nitidus</i> , <i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> , <i>Eupodiscus antiquus</i> , <i>Helicotheca tamesis</i> , <i>Hemiaulus sinensis</i> , <i>Hemidiscus hardmannianus</i> , <i>Melchersiella hexagonalis</i> , <i>Odontella longicruris</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Odontella regia</i> , <i>Pleurosira laevis</i> , <i>Pseudonitzschia pungens</i> , <i>Rhizosolenia imbricata</i> , <i>Thalassiosira decipiens</i> .
		Ticoplanctónica	38	26,03	<i>Actinoptychus splendens</i> , <i>Actinoptychus undulatus</i> , <i>Aulacodiscus kitonii</i> , <i>Biddulphia biddulphiana</i> , <i>Campylodiscus biangulatus</i> , <i>Campylodiscus clypeus</i> , <i>Campyloneis grevillei</i> , <i>Cerataulus turgidus</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Chaetoceros danicus</i> , <i>Climacosphaenia monilifera</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Dimerogramma marinum</i> , <i>Grammatophora marina</i> , <i>Hydrosera triqueta</i> , <i>Isthmia enervis</i> , <i>Licmophora abbreviata</i> , <i>Lyrella Lyra</i> , <i>Mastogloia splendida</i> , <i>Melosira dubia</i> , <i>Melosira moniliformis</i> , <i>Nitzschia insignis</i> , <i>Nitzschia longissima</i> , <i>Nitzschia scalaris</i> , <i>Nitzschia sigma</i> , <i>Nitzschia spathulata</i> , <i>Odontella aurita</i> , <i>Paralia sulcata</i> , <i>Petrodictyon gemma</i> , <i>Podocystis adriatica</i> , <i>Psammodictyon panduriforme</i> , <i>Rhabdonema adriaticum</i> , <i>Rhabdonema punctatum</i> , <i>Surirella fastuosa</i> , <i>Surirella febigerii</i> , <i>Triceratium alternans</i> , <i>Triceratium pentacrinus</i> , <i>Triceratium repletum</i> .
TICOPLANCTÓNICA ESTUARINA		11	7,53	<i>Achnanthes brevipes</i> , <i>Entomoneis alata</i> , <i>Entomoneis paludosa</i> , <i>Frickea lewisiana</i> , <i>Gyrosigma balticum</i> , <i>Hantzschia amphioxus</i> , <i>Nitzschia obtusa</i> , <i>Pinnularia crucifera</i> , <i>Surirella ovata</i> , <i>Surirella striatula</i> , <i>Terpsinoe musica</i> .	
DULCÍCOLA	Plancctónica	29	19,86	<i>Anabaena constricta</i> , <i>Merismopedia punctata</i> , <i>Oscillatoria brevis</i> , <i>Oscillatoria formosa</i> , <i>Oscillatoria princeps</i> , <i>Euglena acus</i> , <i>Euglena gracilis</i> , <i>Phacus anacoleus</i> , <i>Melosira undulata</i> var. <i>undulata</i> , <i>Closterium costatum</i> , <i>Closterium ehrenbergii</i> , <i>Closterium gracile</i> , <i>Closterium intermedium</i> , <i>Closterium kutzingii</i> , <i>Closterium leibleinii</i> , <i>Closterium lineatum</i> var. <i>lineatum</i> , <i>Closterium lunula</i> , <i>Closterium moniliferum</i> , <i>Closterium parvulum</i> , <i>Closterium rostratum</i> , <i>Closterium setaceum</i> , <i>Closterium striatula</i> , <i>Closterium striolatum</i> , <i>Coelastrum sphaericum</i> , <i>Cosmarium denticulatum</i> , <i>Eudorina elegans</i> , <i>Pediastrum boryanum</i> , <i>Pediastrum duplex</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> .	
	Ticoplanctónica	8	5,48	<i>Eunotia monodon</i> , <i>Fragilaria capucina</i> , <i>Surirella robusta</i> , <i>Surirella tenera</i> , <i>Synedra affinis</i> var. <i>affinis</i> , <i>Synedra ulna</i> , <i>Gonatozygon pilosum</i> , <i>Micrasteria borgei</i> .	

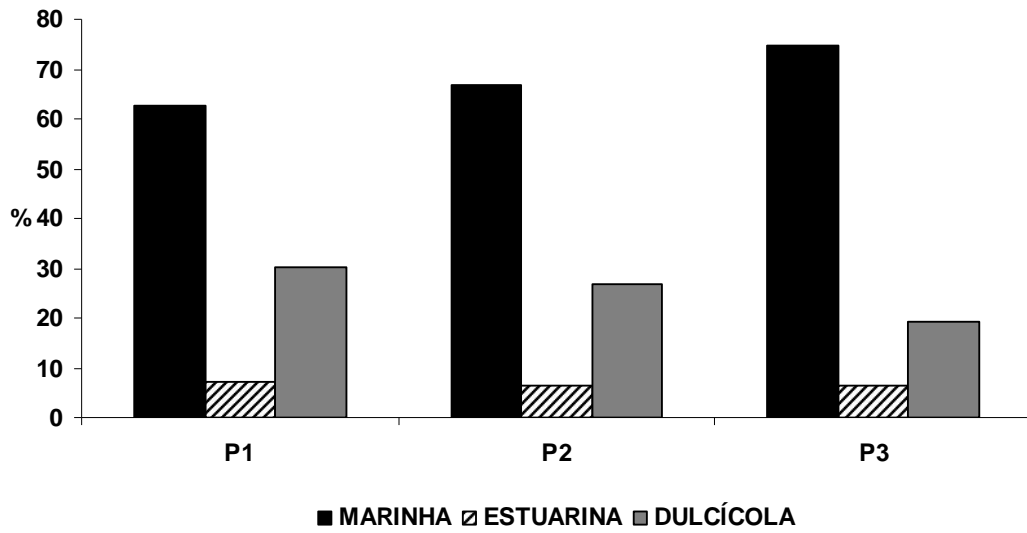


Figura 25. Distribuição percentual dos táxons baseada na classificação ecológica, nos pontos de coleta (P), no estuário do rio Sirinhaém – PE.

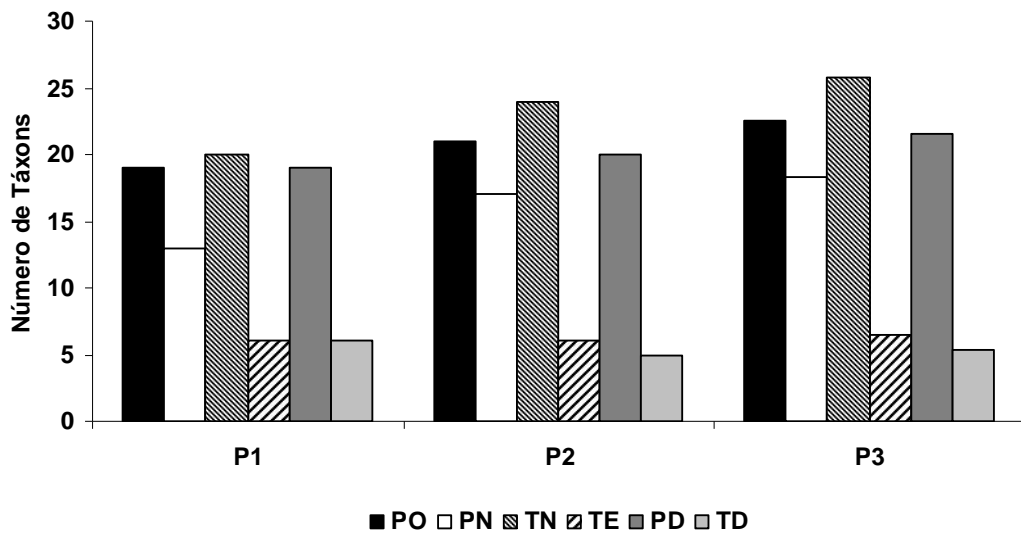


Figura 26. Distribuição numérica dos táxons baseada na classificação ecológica, nos pontos de coleta (P), no estuário do rio Sirinhaém – PE. PO = Planctônica Oceânica; PN = Planctônica Nerítica; TN = Ticolanctônica Nerítica; TE = Ticolanctônica Estuarina; PD = Planctônica Dulcícola; TD = Ticolanctônica Dulcícola.

## 7.4. TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS

### 7.4.1. Abundância Relativa dos Táxons

Ao longo do período estudado, foram registradas oito espécies dominantes: as diatomáceas *Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) Hendey, *Chaetoceros* sp., *Cerataulus turgidus* Ehrenberg, *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberge, *Terpsinoe musica* Ehrenberg, *Synedra* sp e as Clorofíceas *Oedogonium* sp. e *Pleodorina* sp. A relação completa das espécies, com as respectivas taxas de abundância relativa, encontra-se nos apêndices E, F, G, H, I e J.

#### o *Bacillaria paxillifera*

Espécie descrita por Moreira Filho (1990) como marinha planctônica, e esteve presente tanto no período chuvoso quanto no período de estiagem, em ambas as marés (baixa-mar e preamar) e sua presença foi registrada em salinidades que variaram de 0,03 a 35,32. Foi considerada dominante no ponto de coleta 1, nos meses de agosto e setembro/05, com 88,69 e 94,08%, ambos na preamar, e em março e abril/06, durante a baixa-mar, com 52,14 e 59,74%, respectivamente. Nos pontos de coleta 2 e 3, foi considerada dominante, durante a baixa-mar de setembro, com 52,58 e 60,44%, respectivamente (Fig. 27).

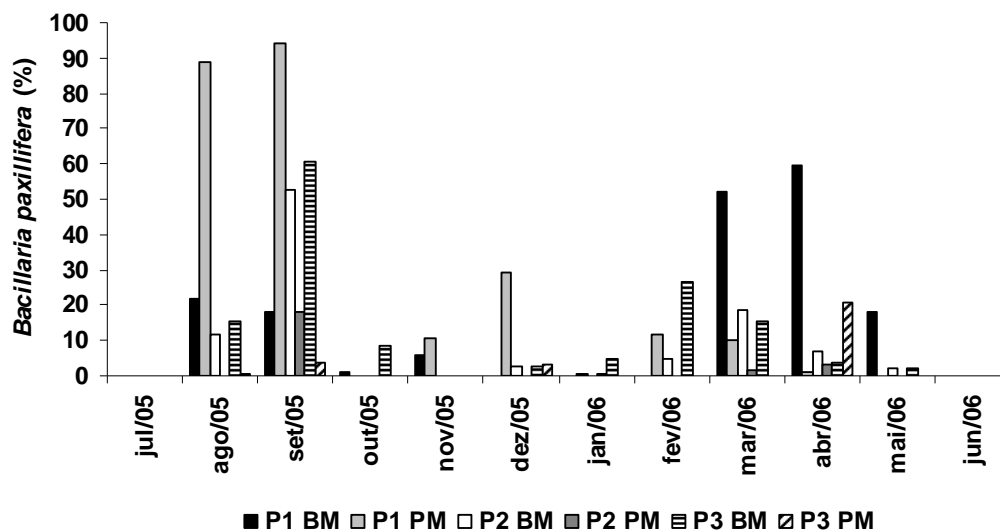
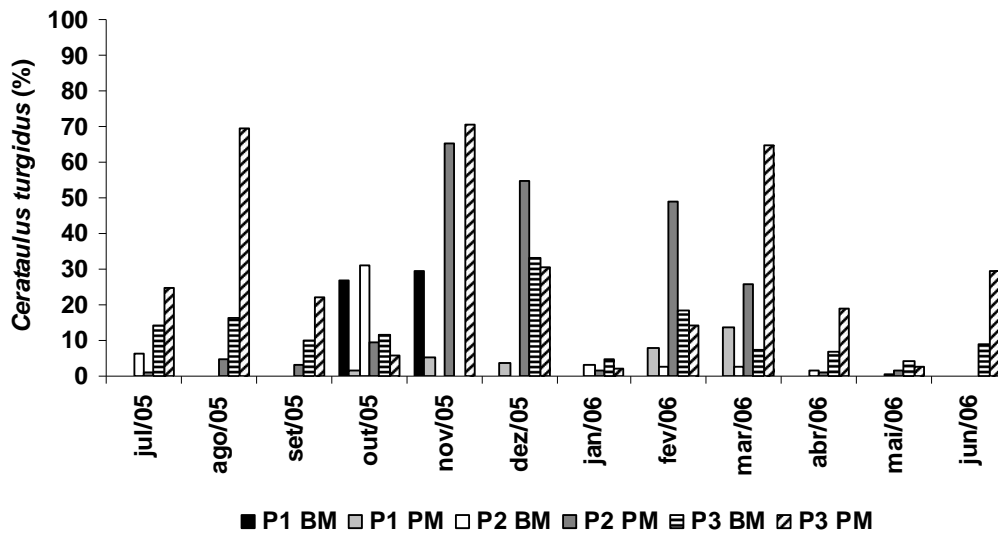


Figura 27. Abundância relativa (%) da espécie *Bacillaria paxillifera* registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém – PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.

○ *Cerataulus turgidus*

Espécie ticoplancônica (MOREIRA-FILHO, 1990) registrada nos três pontos de amostragem, assim como nos dois períodos sazonais e de marés, em salinidades que variaram de 0,09 a 36,64. Foi considerada como dominante no ponto de coleta 2, nos meses de novembro e dezembro/05 (período de estiagem), durante a preamar, em que esta microalga representou 65,89 e 54,69% do microfitoplâncton identificado, respectivamente. No ponto de coleta 3, foi considerada dominante nos meses de agosto/05 (69,63%), dezembro/05 (54,69%) e março/06 (64,91%), todos durante a preamar (Fig. 28).



**Figura 28.** Abundância relativa (%) da espécie *Cerataulus turgidus* registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém – PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.

○ *Chaetoceros sp.*

Espécie mais representativa no período de estiagem, em que foi registrada como dominante no mês de outubro/05, nos pontos de coleta 1 e 2, com 61,87 e 51,79%, e em janeiro/06, nos pontos de coleta 2 e 3, com 70,22 e 76,95%, respectivamente, todos durante a preamar (Fig. 29).

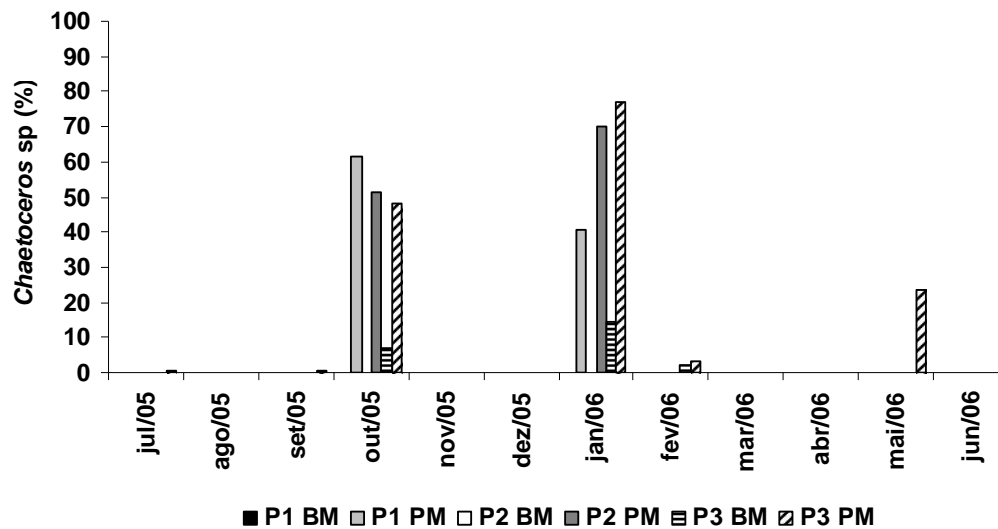


Figura 29. Abundância relativa (%) de *Chaetoceros sp.* registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém – PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.

○ *Oedogonium sp.*

Esta clorófitica foi registrada no mês de dezembro/05, em todos os pontos de coleta tanto na baixa-mar quanto na preamar, e foi considerada como dominante no ponto de coleta 1, durante a baixa-mar, representando 76,05% do microfitoplâncton identificado (Fig. 30).

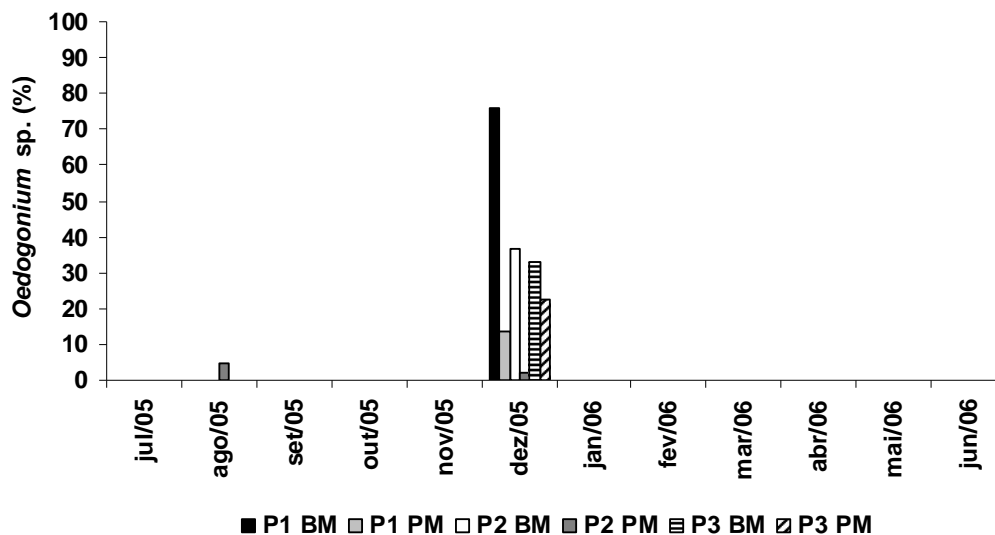


Figura 30. Abundância relativa (%) de *Oedogonium sp.* registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém – PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.

○ *Coscinodiscus oculus-iridis*

Espécie marinha nerítica planctônica (MOREIRA-FILHO, 1990), registrada nos três pontos de amostragem, assim como nos dois períodos sazonais e de marés, em salinidades que variaram de 0,03 a 36,07. Foi mais representativa no período chuvoso, sendo registrada como dominante no ponto de coleta 2, no mês de julho/05, durante a preamar com 60,98%, e em março, abril e maio/06, com 51,95% (preamar); 53,19% (baixa-mar) e 55,56% (baixa-mar), respectivamente. No ponto 3, foi dominante nos meses de abril e maio/06, durante a baixa-mar, com 50,59 e 51,75%, respectivamente (Fig. 31).

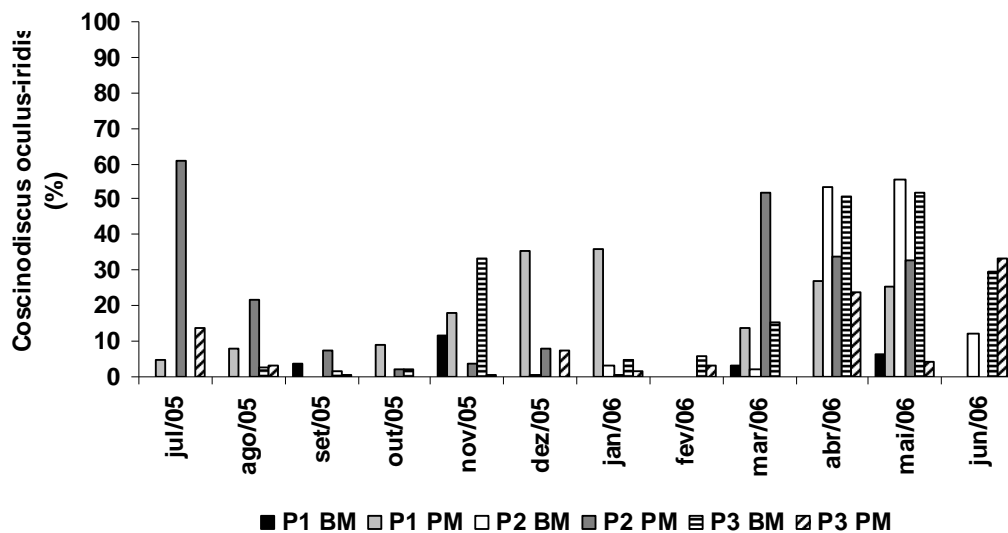


Figura 31. Abundância relativa (%) da espécie *Coscinodiscus oculus-iridis* registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém – PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.

○ *Terpsinoe musica*

Espécie ticoplanctônica (MOREIRA-FILHO, 1990), registrada nos três pontos de amostragem, assim como nos dois períodos sazonais e de marés, com maior frequência nas baixa-mares e em salinidades que variaram de 0,02 a 36,64. Foi mais representativa no período chuvoso, em que foi considerada dominante no ponto de coleta 1, na preamar, com 58,62%, e no ponto de coleta 2, em baixa-mar, com 52,70%, ambos no mês de junho/06 (Fig. 32).

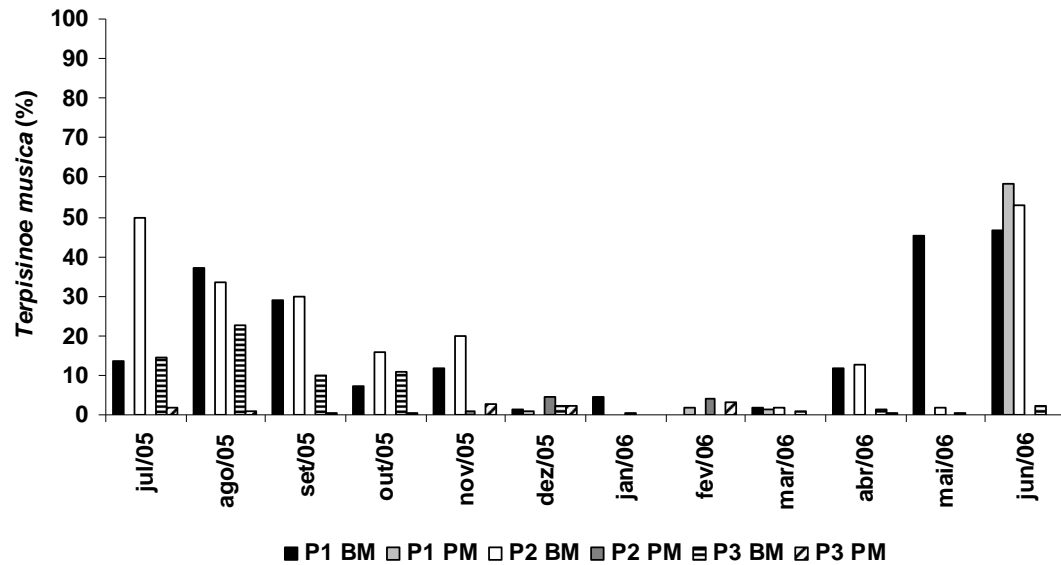


Figura 32. Abundância relativa (%) da espécie *Terpsinoe musica* registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém – PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.

○ *Synedra* sp.

Espécie pouco frequente, porém considerada dominante no ponto de coleta 1, durante a baixa-mar, no mês de julho/05, representando 60,00% das espécies identificadas (Fig. 33).

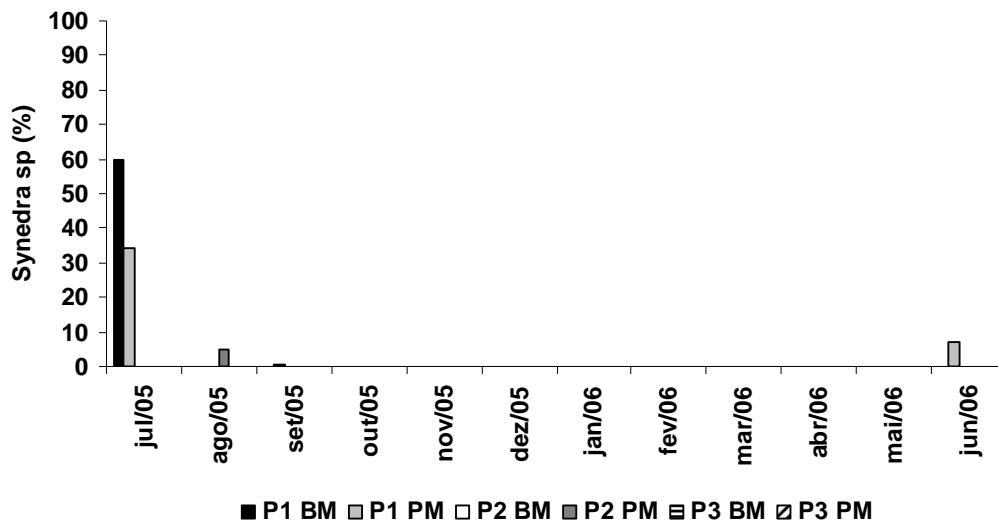
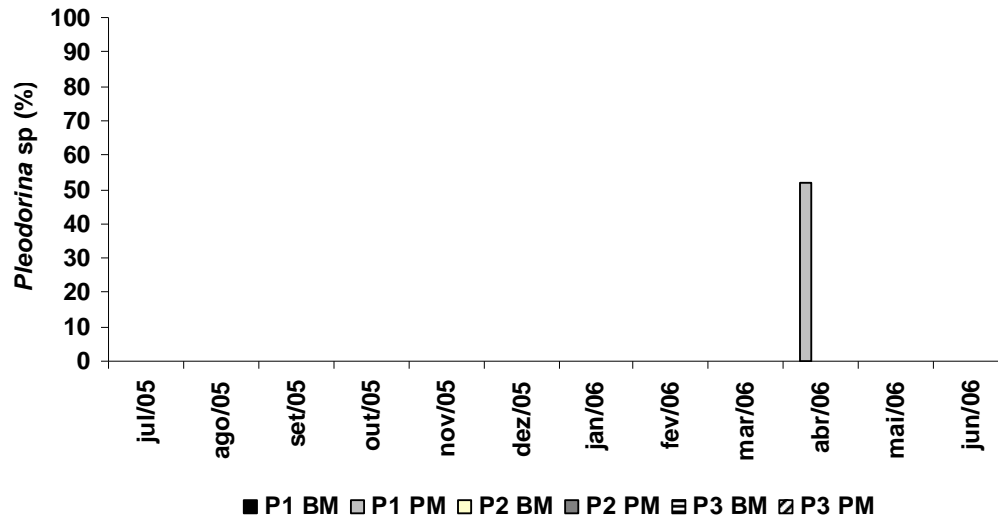


Figura 33. Abundância relativa (%) de *Synedra* sp registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém – PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.

○ *Pleodorina* sp.

Clorofíceia registrada apenas no ponto de coleta 1, durante a preamar, no mês de abril/06, e considerada dominante, representando 51,83% das espécies identificadas (Fig. 34).

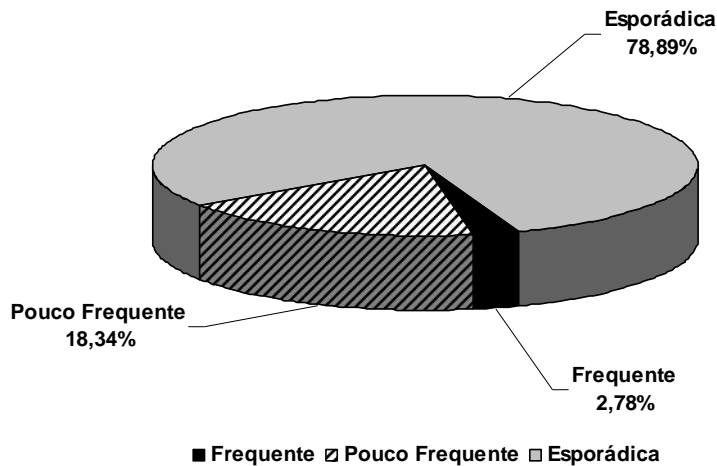


**Figura 34.** Abundância relativa (%) de *Pleodorina* sp registrada nos pontos de coleta (P) do estuário do rio Sirinhaém – PE. BM = baixa-mar, PM = preamar.

#### 7.4.2. Frequência de Ocorrência

Quanto à frequência de ocorrência dos representantes do fitoplâncton identificados nos três pontos de coleta, observou-se que o maior número de táxons foi considerado esporádica (78,88%), sendo pouco frequente (18,34%) e frequente (2,78%) em menor proporção (Fig. 35).

Das 180 espécies identificadas nos três pontos de coleta do estuário do rio Sirinhaém-PE, apenas cinco foram consideradas frequente, sendo quatro pertencentes às Bacillariophytas: *Cerataulus turgidus*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Terpsinoe musica* e *Bacillaria paxillifera*, e uma da divisão Cyanophyta: *Oscillatoria* sp<sub>1</sub> (Apêndice K).



**Figura 35.** Distribuição percentual do número de táxons no microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém – PE, nas diversas categorias de frequência de ocorrência.

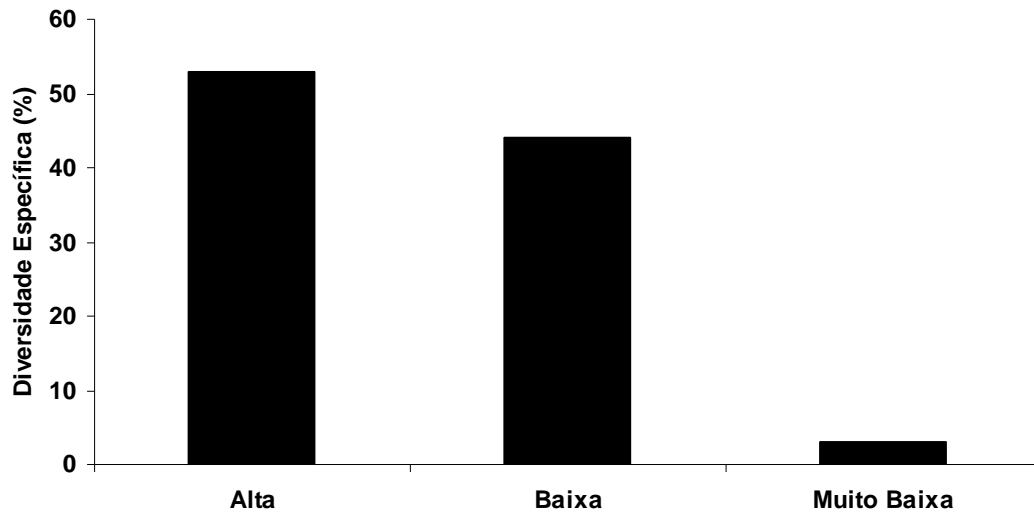
Para categoria **pouco frequente**, foram enquadrados 33 táxons, correspondendo a 18,13% do total da comunidade fitoplanctônica identificada, sendo: Bacillariophyta (23), Cianophyta (5), Dinophyta (2) e Chlorophyta (3) (Apêndice K).

Na categoria **esporádica**, foram enquadrados 142 táxons, correspondendo a 78,02% da microflora total identificada, distribuídos nas divisões Bacillariophyta (79), Chlorophyta (32), Dinophyta (19), Cyanophyta (7), Euglenophyta (4) e Rhodophyta (1) (Apêndice K).

#### 7.4.3. Diversidade Específica e Equitabilidade

Os índices de diversidade específica foram calculados com base no número absoluto de cada táxon infragenérico. Dessa forma, foi observado que, no estuário do rio Sirinhaém, a diversidade variou de alta a muito baixa, com predomínio de amostras com alta. Das 72 amostras analisadas, foi constatada uma maior quantidade apresentando **alta** diversidade, correspondendo a 53,00% do total. Nas demais amostras, pôde-se constatar uma **baixa** diversidade, com 44,43%, e **muito baixa**, perfazendo 2,77% do total (Fig. 36).

A equitabilidade esteve representada por 87,5% das amostras consideradas de **alta** equitabilidade e 12,5%, de **baixa** equitabilidade, o que caracteriza que, no estuário do rio Sirinhaém, as espécies do fitoplâncton apresentam, no geral, uma distribuição equitativa. Os valores de equitabilidade variaram de 0,15 a 0,96 (Fig. 38).



**Figura 36.** Distribuição percentual da diversidade específica do microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém – PE, nas categorias: alta, baixa e muito baixa.

#### 7.4.3.1. Caracterização sazonal

Analisando a diversidade específica entre os períodos estudados (chuvoso e de estiagem), pôde-se perceber que não houve variações significativas ( $p=0,10$ ). No período de estiagem, a diversidade variou de  $1,32\text{bits.cel.}^{-1}$  (baixa), no ponto de coleta 3, no mês de dezembro/05, durante a preamar, a  $4,16\text{bits.cel.}^{-1}$  (alta), no ponto de coleta 3, no mês de setembro/05, durante a preamar. No período chuvoso, a diversidade variou de 0,79 (muito baixa), registrada em preamar, no mês de julho/05, a 3,89 (alta), no mês de agosto/05, em preamar, ambas no ponto de coleta 2 (Fig. 37).

Em relação à equitabilidade, foi observado que também não houve variações significativas entre os períodos ( $p=0,26$ ), com valores variando, no período chuvoso, de 0,18 a 0,95, e, no período de estiagem, de 0,15 a 0,96 (Fig. 38).

#### 7.4.3.2. Caracterização espacial

Espacialmente, foi observada diferença significativa entre os pontos de coleta 3 e 1 ( $p=0,05$ ), com valores de diversidade específica maiores no ponto 3. Em relação à equitabilidade, não foram observadas diferenças significativas entre os pontos de coleta ( $p=0,94$ ).

No ponto de coleta 1, a diversidade específica variou de 0,79 a  $3,87\text{bits.cel.}^{-1}$ , com o menor valor sendo registrado no mês de agosto/05 e o maior, no mês de novembro/05, ambos

na preamar (Fig. 37). De maneira geral, foi observada **alta diversidade**, correspondendo a 47% do total das amostras analisadas, enquanto a **baixa diversidade** correspondeu a 45% e a **muito baixa**, a 8%.

Os valores de equitabilidade variaram de 0,15, em setembro/05, durante a preamar, a 0,90, em fevereiro/06, durante a baixa-mar. Os valores superiores a 0,5 representaram 79% do total de amostras analisadas, o que caracteriza que, neste ponto de coleta, a comunidade fitoplanctônica esteve bem distribuída (Fig. 38).

Em relação ao ponto de coleta 2, a diversidade específica variou de 1,25 a 3,89 bits.cel.<sup>-1</sup>, com o menor valor sendo registrado no mês de julho/05 e o maior, no mês de agosto/05, ambos na preamar (Fig. 37). De maneira geral, foi observada **baixa diversidade**, correspondendo a 54,16% do total das amostras analisadas, enquanto a **alta diversidade** correspondeu a 45,84%. Não foi registrada, neste ponto de coleta, diversidade **muito baixa**.

Os valores de equitabilidade variaram de 0,34, em janeiro/06, durante a preamar, a 0,96, em novembro/05, durante a baixa-mar. Os valores superiores a 0,5 representaram 87,5% do total de amostras analisadas, o que caracteriza que, neste ponto de coleta, a comunidade fitoplanctônica também esteve bem distribuída (Fig. 38).

Quanto ao ponto de coleta 3, a diversidade específica variou de 1,32 a 4,20bits.cel.<sup>-1</sup>, com o menor valor sendo registrado no mês de janeiro/06, em preamar, e o maior, no mês de outubro/05, em baixa-mar (Fig. 37). De maneira geral, foi observada **alta diversidade**, correspondendo a 66,67% do total das amostras analisadas, enquanto a **baixa diversidade** correspondeu a 33,33%. Assim como no ponto de coleta 2, não foi registrado índice de diversidade **muito baixo**.

Os valores de equitabilidade variaram de 0,31, em janeiro/06, durante a preamar, a 0,95, em julho e novembro/05, durante a baixa-mar. Os valores superiores a 0,5 representaram 87,5% do total de amostras analisadas, o que caracteriza que, neste ponto de coleta, a comunidade fitoplanctônica esteve bem distribuída (Fig. 38).

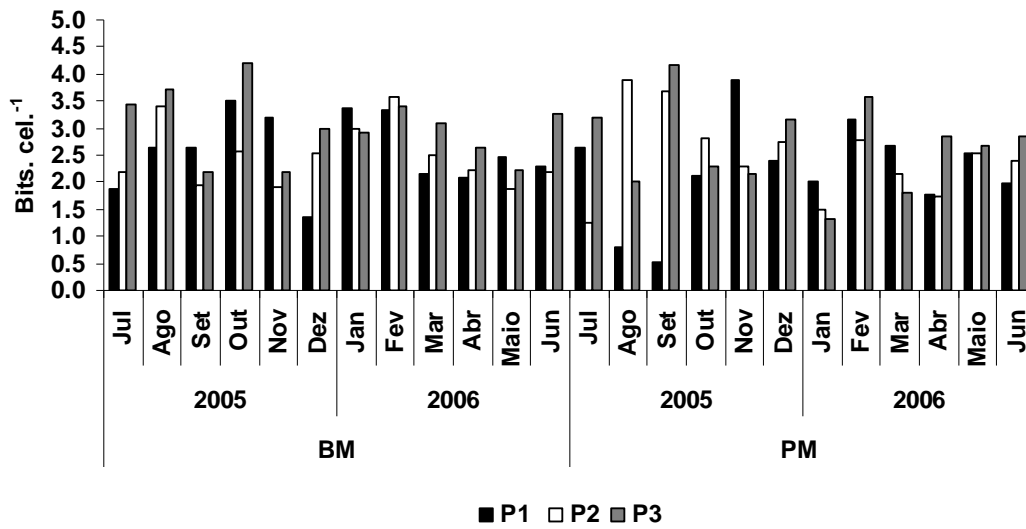


Figura 37. Variação sazonal e espacial da diversidade específica (bits.cel.<sup>-1</sup>) do microfitoplâncton no estuário do rio Sirinhaém – PE. P = ponto de coleta; BM = baixa-mar; PM = preamar.

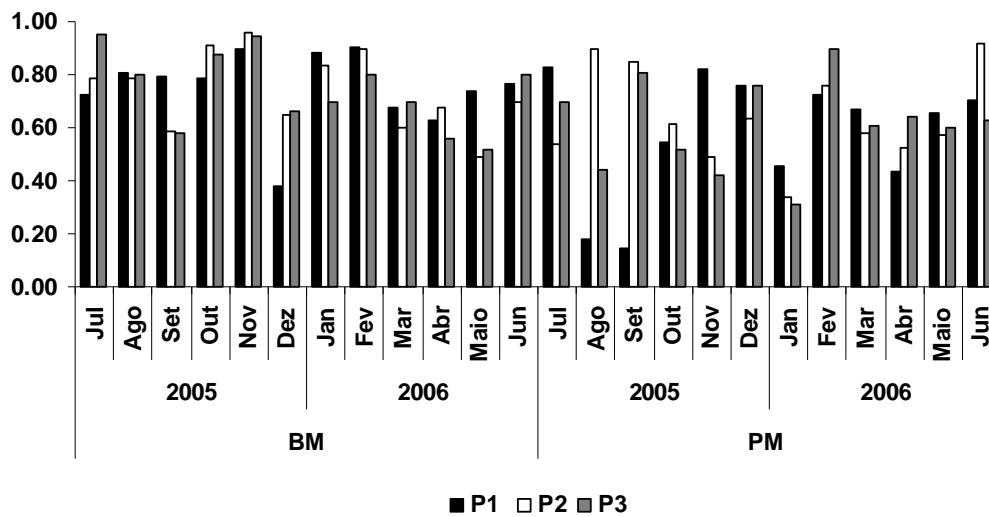


Figura 38. Variação sazonal e espacial da equitabilidade do microfitoplâncton no estuário do rio Sirinhaém – PE. P = ponto de coleta; BM = baixa-mar; PM = preamar.

#### 7.4.4. Análise Multivariada

##### 7.4.4.1. Análise das amostras

A associação das amostras registrou uma análise cofenética resultando em um  $r = 0,89$ , evidenciando um alto índice de correlação (Fig. 39).

Pelo dendrograma, houve formação de dois grandes agrupamentos, assim distribuídos:

- **Grupo 1:** observou-se uma associação das amostras da baixa-mar. Este grupo se subdivide em dois subgrupos (A e B). O subgrupo A reuniu as amostras da baixa-mar do período chuvoso, enquanto o subgrupo B reuniu as amostras da baixa-mar do período de estiagem.
- **Grupo 2:** Associou as amostras da preamar.

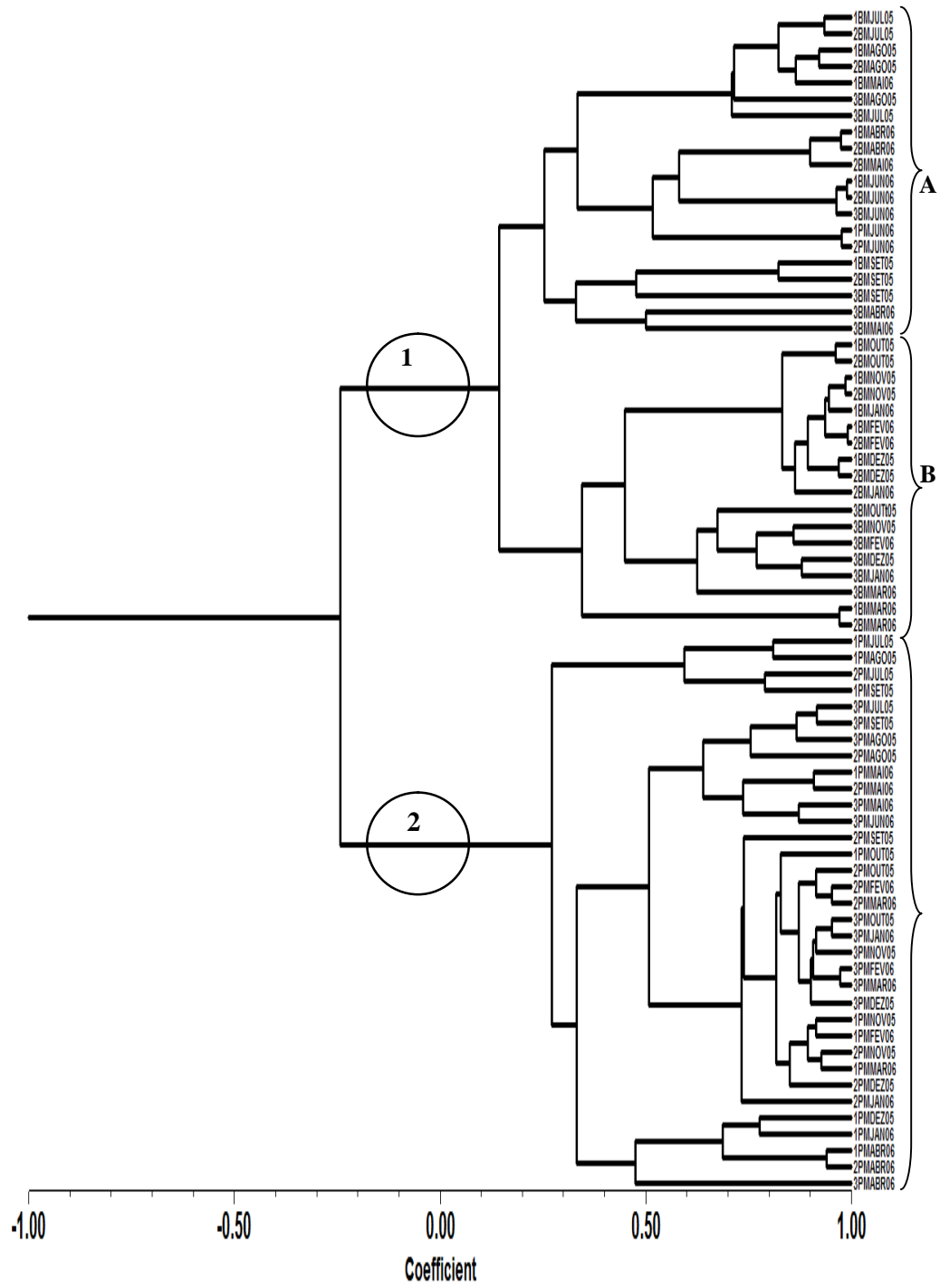


Figura 39. Dendrograma da associação das amostras, no estuário do rio Sirinhaém – PE, durante o período chuvoso e de estiagem.

## 7.4.4.2. Análise de Componentes Principais

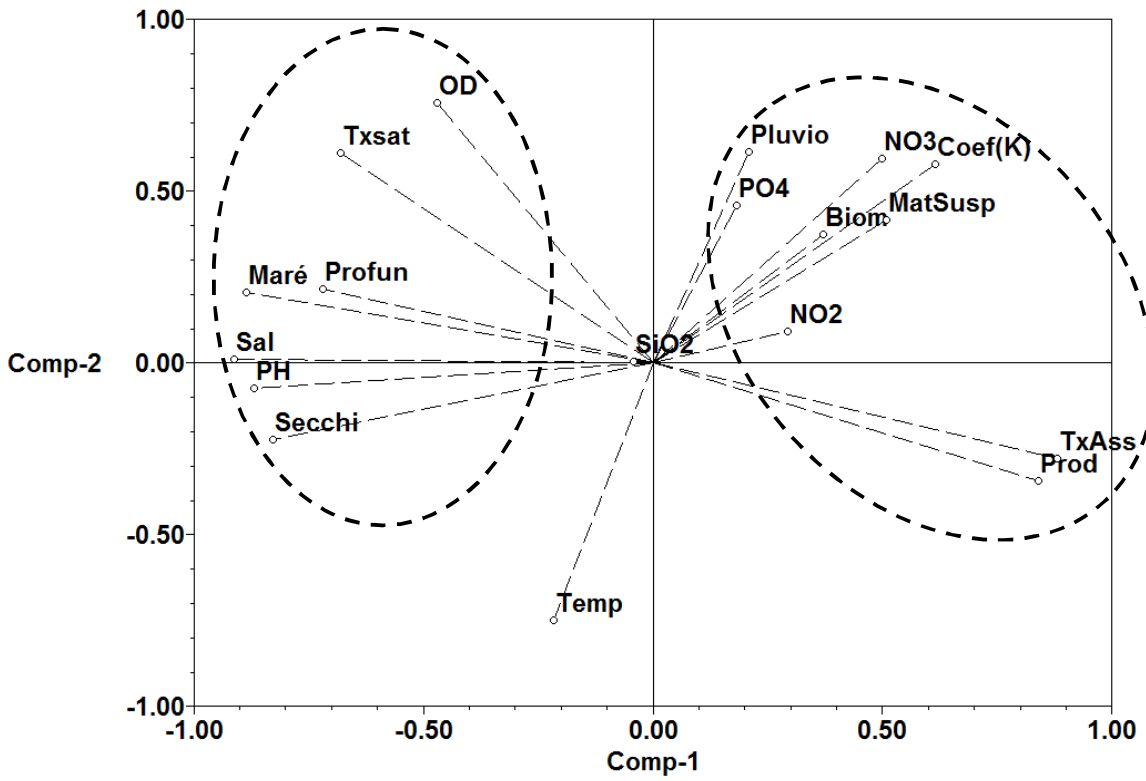
A análise de componentes principais mostrou que a contribuição das variáveis ambientais aos dois primeiros fatores, explicou 57,89% da variação dos dados (Fig. 40, Tab. 3).

A componente 1 explicou 38,69% das variações ambientais analisadas e mostrou uma correlação direta entre produtividade primária, taxa de assimilação fitoplanctônica, material em suspensão e coeficiente de extinção de luz, e estes tiveram correlação inversa com maré, profundidade, Secchi, salinidade, taxa de saturação de oxigênio e potencial hidrogeniônico (pH).

A componente 2 explicou 19,20% e correlacionou diretamente pluviometria, oxigênio dissolvido, nitrato e biomassa, e estes apresentaram uma correlação inversa com a temperatura.

**Tabela 03.** Contribuição dos parâmetros ambientais e biológicos (biomassa e produtividade primária) aos dois primeiros componentes principais no estuário do rio Sirinhaém – PE.

PARÂMETROS	C1 38.69%	C2 19.20%
Pluviometria	0.2098	<b>0.6165</b>
Maré	<b>-0.8841</b>	0.2076
Profundidade	<b>-0.7191</b>	0.2153
Secchi	<b>-0.8266</b>	-0.2241
Temperatura	-0.2160	<b>-0.7478</b>
Salinidade	<b>-0.9121</b>	0.0121
Ox. Dissolvido	-0.4704	<b>0.7593</b>
Taxa saturação do oxigênio	<b>-0.6792</b>	0.6132
pH	<b>-0.8688</b>	-0.0736
Nitrito (NO <sub>2</sub> )	0.2930	0.0920
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	0.4993	<b>0.5969</b>
Fosfato (PO <sub>4</sub> )	0.1832	0.4590
Silicato (SiO <sub>2</sub> )	-0.0433	0.0031
Biomassa	0.3705	0.3734
Produção primária	<b>0.8392</b>	-0.3428
Taxa de assimilação fitoplanctônica	<b>0.8808</b>	-0.2778
Material em suspensão.	<b>0.5074</b>	0.4169



**Figura 40.** Contribuição dos parâmetros ambientais, da biomassa, da produção e da taxa de assimilação fitoplanctônica aos dois primeiros componentes principais, no estuário do rio Sirinhaém – PE.

## 7.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

### 7.5.1. Análise de Variância (Kruskal-Wallis)

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis para os parâmetros abióticos, em função da sazonalidade e da maré, estão representados abaixo na tabela 4.

**Tabela 4.** Valores de probabilidade do teste de Kruskal-Wallis para os parâmetros hidrológicos e biológicos em função da sazonalidade e da maré.

Parâmetro	Sazonalidade	Maré
Pluviometria	0.0004*	-----
Transparência	0.0016*	0.0000*
Temperatura	0.0000*	0.3702
Salinidade	0.4138	0.0000*
Oxigênio Dissolvido	BM 0.0000*	0.0000*
	PM 0.3766	
Taxa de Saturação do Oxigênio	BM 0.0000*	0.0000*
	PM 0.0600	
Potencia Hidrogeniônico (pH)	0.2600	0.0000*
Nitrito	0.0000*	0.0527*
Nitrato	0.0000*	0.0006*
Fosfato	0.0006*	0.9507
Silicato	0.6852	0.7611
Material em Suspensão	0.0017*	0.0000*
Biomassa Fitoplanctônica	0.0000*	0.0377*
Produção Fitoplanctônica	0.0875	-----
Taxa de Assimilação Fitoplanctônica	0.0001*	-----

\* representa valores significativos ao nível de 0,05.

O teste de Kruskal-Wallis, para o fator sazonalidade, indicou haver diferença significativa para os parâmetros: pluviometria, transparência da água, temperatura da água, oxigênio dissolvido (em baixa-mar), taxa de saturação do oxigênio (em baixa-mar), nitrito, nitrato, fosfato, material em suspensão, biomassa fitoplanctônica e taxa de assimilação do fitoplâncton.

Para os parâmetros transparência da água, temperatura e taxa de assimilação do fitoplâncton, os maiores valores médios foram registrados no período de estiagem. Os demais parâmetros, que apresentaram diferenças significativas, tiveram seus maiores valores médios no período chuvoso (Tab. 5).

**Tabela 5.** Teste de Kruskal-Wallis indicando diferenças sazonais significativas.

Parâmetros	Período	
	Chuvoso	Estiagem
Pluviometria	17.5833 <sup>A</sup>	07.4167 <sup>B</sup>
Transparência da água	28.6944 <sup>B</sup>	44.3056 <sup>A</sup>
Temperatura da água	57.5139 <sup>B</sup>	87.5139 <sup>A</sup>
Oxigênio Dissolvido	49.0000 <sup>A</sup>	24.0000 <sup>B</sup>
Taxa de Saturação do Oxigênio	49.1944 <sup>A</sup>	23.1944 <sup>B</sup>
Nitrito	50.6667 <sup>A</sup>	22.3333 <sup>B</sup>
Nitrato	50.1667 <sup>A</sup>	22.8333 <sup>B</sup>
Fosfato	44.9861 <sup>A</sup>	28.0139 <sup>B</sup>
Material em Suspensão	44.2222 <sup>A</sup>	28.7778 <sup>B</sup>
Biomassa Fitoplanctônica	49.3333 <sup>A</sup>	23.6667 <sup>B</sup>
Taxa de Assimilação Fitoplanctônica	11.5556 <sup>B</sup>	25.4444 <sup>A</sup>

\* Letras diferentes indicam tratamento diferente pelo teste de K-W ( $p < 0,05$ )

O teste de Kruskal-Wallis, para o fator maré, indicou diferença significativa para os parâmetros transparência da água, salinidade, oxigênio dissolvido, taxa de saturação de oxigênio, pH, nitrito, nitrato, material em suspensão e biomassa fitoplanctônica (Tab. 6).

Para os parâmetros nitrito, nitrato, material em suspensão e biomassa fitoplanctônica, os maiores valores médios foram registrados na baixa-mar, enquanto para os demais, que apresentaram diferenças significativas, os referidos valores foram maiores na preamar (Tab. 6).

**Tabela 6.** Teste de Kruskal-Wallis indicando diferenças significativas entre as marés (baixa-mar e preamar).

Parâmetros	Maré	
	Baixa-mar	Preamar
Transparência da Água	23.2917 <sup>B</sup>	49.7083 <sup>A</sup>
Salinidade	40.6736 <sup>B</sup>	104.3264 <sup>A</sup>
Oxigênio Dissolvido	51.0977 <sup>B</sup>	93.9028 <sup>A</sup>
Taxa de Saturação de Oxigênio	41.4097 <sup>B</sup>	103.5903 <sup>A</sup>
Potencial Hidrogeniônico (pH)	23.5694 <sup>B</sup>	49.4306 <sup>A</sup>
Nitrato	43.3190 <sup>A</sup>	29.6810 <sup>B</sup>
Material em Suspensão	47.0278 <sup>A</sup>	25.9722 <sup>B</sup>
Biomassa	41.6250 <sup>A</sup>	31.3750 <sup>B</sup>

\* Letras diferentes indicam tratamento diferente pelo teste de K-W ( $p < 0,05$ )

## 8. DISCUSSÃO

Em sistemas estuarinos uma série de fatores ecológicos regula a estrutura da comunidade fitoplanctônica e um deles, a hidrodinâmica, está atrelada a descarga fluvial e ao fluxo e refluxos da maré, que funciona como fator regulador da salinidade, da disponibilidade de nutrientes, do perfil de temperatura, da turbidez, da transparência, bem como da entrada de poluentes no ambiente.

O estuário do rio Sirinhaém apresentou-se como um ambiente altamente dinâmico, com alterações espaciais e sazonais dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, resultantes da variabilidade nos fatores hidrológicos marcada pela dinâmica da circulação do estuário que é afetada, fundamentalmente, pela sua conformação geológica, pelo fluxo de maré e entrada dos rios.

Para Quinlan e Philips (2007), nos ecossistemas estuarinos a transição entre sistemas de água doce e marinhos cria um gradiente natural nos fatores reguladores e um correspondente gradiente na composição do fitoplâncton. A extensão das variações espacial e temporal destas comunidades pode ser alterada por tendências sazonais, por mudanças episódicas ou por alterações dos parâmetros hidrológicos ocasionados por ação antrópica ou naturais como a introdução de matéria orgânica e inorgânica devido ao aumento na quantidade de descargas fluviais promovido pelo aumento da pluviometria.

Muitos estudos têm referenciado a precipitação pluviométrica como controladora da distribuição e abundância do fitoplâncton, do padrão sazonal em águas costeiras, influenciando, dessa maneira, outras variáveis abióticas (FACCA et al., 2002; AZEVEDO et al., 2008; HONORATO DA SILVA et al., 2009).

A pluviometria apresentou um padrão sazonal bem definido e foi um dos fatores importantes na variação dos parâmetros hidrológicos e biológicos no estuário do rio Sirinhaém, principalmente devido à maior vazão das águas continentais, ao maior aporte dos nutrientes, à redução da camada fótica e à maior biomassa algal durante o período chuvoso.

Durante o período estudado, os índices pluviométricos estiveram dentro da média verificada para os últimos dezesseis anos, o que caracteriza os anos de 2005 e 2006 como regulares para a região. Fato diferente foi observado por Branco et al. (2002), Rosevel (2005) e Branco (2008), que observaram uma diminuição na intensidade de chuvas, em relação à média histórica, nos anos de 1998/99 e 2003, em decorrência do fenômeno El Niño.

Esse tipo de variação e a influência da pluviometria nos parâmetros hidrológicos foram observados por: Melo-Magalhães et al. (2004), no complexo estuarino lagunar Mandaú-Manguaba-AL; Fujita e Odebrecht (2007), no estuário da lagoa dos Patos-RS; Leão et al. (2008), no estuário do rio Igarassu-PE; e Mello (2009), na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém-PE. Por outro lado, Grego et al. (no prelo), em trabalho realizado no estuário do rio Ariquindá-PE, relatam que a pluviometria não foi um fator condicionante para as variáveis ambientais estudadas, justificando que este fato pode estar atrelado à posição geográfica do estuário, haja vista ser um rio litorâneo e de planície.

A dinâmica da maré e a salinidade foram, também, dentre os parâmetros analisados, os que mais influenciaram na variação dos dados abióticos e bióticos do estuário do rio Sirinhaém. Facca et al. (2002), Philips et al. (2002) e Perissinotto et al. (2002) afirmam que o regime de maré e a salinidade, em ecossistemas costeiros, interferem nos diversos fatores ambientais, como também na distribuição dos organismos, principalmente dos que habitam a coluna de água.

Tal interferência se dá em função da renovação da água, de sua composição química e das comunidades biológicas, como a entrada de espécies eurialinas promovida pelo aumento da salinidade, além de promover ainda a diluição dos nutrientes e poluentes carreados pelo rio com conseqüente redução do nível de eutrofização (ODEBRECHT, 1998; SANTOS et al. 1997; SNOW et al. 2000; CERVETO et al. 2002; FLORES MONTES et al. 2002; GAMEIRO et al. 2004).

O estudo de Grego et al. (2004), no estuário do rio Timbó-PE, e Leão et al. (2008), no estuário do rio Igarassu-PE, constataram que o ciclo de maré teve notável importância na renovação da água através do fluxo e refluxo marinho e uma correlação direta entre a maré, a salinidade e a transparência da água, o que propiciou, segundo os autores, a introdução de espécies fitoplanctônicas neríticas e oceânicas no ambiente, corroborando os dados obtidos no presente trabalho.

Associadas à maré e à descarga fluvial, as variações de salinidade tiveram igual importância na distribuição e composição da flora planctônica do estuário do rio Sirinhaém. Segundo Quinlan e Philips (2007), a salinidade parece ser o fator que melhor explica as variações dos táxons fitoplanctônicos em estuários, porém fatores adicionais, como a disponibilidade de nutrientes, a luz e a temperatura, ajudam a explicar a distribuição espaço-temporal da composição fitoplanctônica.

Para Attrill e Rundle (2002), a salinidade atua de diferentes maneiras na ecologia dos estuários, constituindo a principal gradiente de distribuição da biota, regulando-a nos sentidos

água doce-litoral e vice-versa, dependendo dos seres em questão, e tendo a intensidade do fluxo limnético como o segundo fator regulador. Por outro lado, a estabilidade da coluna da água depende da descarga fluvial e regime de marés e como consequência a taxa de flutuabilidade e de sedimentação da comunidade fitoplanctônica oscilam modificando também a distribuição, frequência de ocorrência e densidade fitoplanctônica.

Nesse sentido, Matta e Flynn (2008), em estudo realizado no complexo estuarino de Cananéia-SP, concluíram que as espécies fitoplanctônicas sofrem influência direta da oscilação de salinidade, formando nos extremos da área estudada comunidades distintas.

No estuário do rio Sirinhaém, a salinidade também desempenhou papel importante na composição da comunidade fitoplanctônica e apresentou amplas variações, estando, nas baixa-mares, principalmente nos pontos de coleta 1 e 2, ao longo de todo o período estudado, com baixos teores salinos, o que proporcionou, nestes pontos, uma maior variedade de espécies dulcícolas. Estes valores de salinidade foram semelhantes àqueles encontrados em ambientes limnéticos ou com fortes influências continentais, como observado por Paiva et al. (2006), no estuário do rio Guamá-PA, e Pereira Filho (2003), no estuário do rio Itajaí-Açu, em Santa Catarina-SC.

De acordo com a Análise de Componentes Principais – ACP pôde-se observar que a maré foi um fator condicionante no estuário do rio Sirinhaém, a qual, durante as premares, proporcionou as maiores taxas de saturação do oxigênio dissolvido, transparência da água, pH e salinidade, enquanto, nas baixa-mares, se observaram uma diminuição nos valores desses parâmetros e um aumento na concentração dos nutrientes, na produtividade fitoplanctônica e na taxa de assimilação.

Este fato foi evidenciado no componente 1 que mostrou que a maré e a salinidade foram as variáveis de maior percentual, apresentando uma correlação direta com a transparência da água, a profundidade, o pH, a taxa de saturação do oxigênio e inversa com o material em suspensão, a taxa de assimilação e a produtividade fitoplanctônica.

Os valores de salinidade registrados nas baixa-mares contribuíram para que não houvesse diferenças significativas entre os períodos sazonais, fato que normalmente ocorre nos estuários estudados da região, como, por exemplo, os estuários do rio Formoso-PE (HONORATO DA SILVA et al., 2004) e do rio Botafogo (LACERDA et al., 2004), que apresentaram valores mais elevados e significativamente diferentes no período de estiagem em virtude da pequena contribuição continental, da alta evaporação e da maior influência de águas marinhas.

Com base no sistema de classificação das águas, apresentado no Simpósio de Veneza em 1958 (WATANABE, 1997), a área estudada do rio Sirinhaém variou de limnético a eualino e, quanto ao padrão de circulação, como verticalmente homogêneo, apresentando, em alguns momentos, formação de cunha salina.

Grande parte dos estuários estudados em Pernambuco apresenta este padrão de circulação, como registrado por Noriega et al. (2005) no estuário de Barra das Jangadas, onde, no período de estiagem, as águas tornam-se bem misturadas e uniformemente salinas e, no período chuvoso, ocorre, em alguns pontos, formação de cunha salina devido ao aumento da vazão fluvial.

Pereira Filho et al. (2003), no estuário do rio Itajaí-açu, em Santa Catarina, observaram que no período de estiagem ocorre a formação de cunha salina devido à influência da maré e que no período chuvoso a alta descarga fluvial torna a região estuarina homogênea e uniformemente dominada por água doce. Padrão diferente foi observado por Snow et al. (2000) no estuário Gamtoos (África do Sul), onde os autores reportaram que a morfologia do ambiente associada ao fluxo fluvial resultou em um ecossistema altamente estratificado.

A variação entre os fluxos limnético e marinho no estuário provoca mudanças na transparência da água, tornando-se um fator importante para a atividade fotossintética. Para Staats et al. (2001), a transparência é frequentemente submetida a fatores de interferência, sejam de origem natural ou antrópica, evidenciando não existir um padrão típico, podendo ser modificada em função dessas forçantes.

Dessa forma, Pinheiro e Farias Junior (1987), em estudos no estuário do rio Guajará-PA, e Paiva et al. (2006), na baía do Guajará e foz do rio Guamá-PA, atribuem à precipitação pluviométrica a redução da transparência devido ao aumento considerável na concentração do material particulado em suspensão.

Para Bastos et al. (2005), em áreas estuarinas a transparência da água costuma ser reduzida, por serem ambientes pouco profundos e de intenso dinamismo, controlados pela descarga fluvial e pelo fluxo e refluxo das marés.

No estuário do rio Sirinhaém, a baixa profundidade local, o fluxo hídrico e a pluviometria, com aumento da lixiviação do solo, foram os fatores naturais que condicionaram as variações na transparência da água. Aliados a estes, atividades antrópicas de dragagem e despejos de resíduos domésticos e industriais, a montante da área estudada, relatada pela CONDEPE (2003), tem propiciado aumentos nos valores de material particulado em suspensão, contribuindo, dessa forma, para a diminuição da transparência da água, reduzindo a produção fitoplanctônica.

As menores transparências estiveram relacionadas a um maior transporte de materiais terrígenos para dentro do estuário no período chuvoso e nas baixa-mares, fato marcante no mês de junho/06 quando a transparência da água foi reduzida para 10cm em todos os pontos de coleta, à exceção do ponto 3, durante a preamar, coincidindo com o máximo de material em suspensão que chegou a  $307\text{mg.L}^{-1}$ . As melhores qualidades óticas da água foram favorecidas pelas preamares, que provocaram uma maior dispersão das partículas em suspensão, como evidenciado pela ACP, com associação direta entre a maré e a transparência.

Esse padrão da transparência da água em função da maré e da sazonalidade é comumente relatado, por outros autores, em ecossistemas estuarinos como tendo ocorrido nos estuários do rio Ilhetas e Mamucaba – PE (LOSADA et al. 2003) e de Barra das Jangadas-PE (NORIEGA et al. 2005). No entanto, atividades antrópicas em ocorrência nesses ecossistemas podem mudar este padrão, a exemplo do estuário do rio Timbó – PE, com menores transparências associadas à atividade de dragagem (GREGO et al. 2004), como também no porto de Corunã – Espanha (VARELA; PREGO 2003).

A grande quantidade de material particulado em suspensão e o fluxo de água doce no estuário do rio Sirinhaém podem justificar os valores de pH registrados na baixa-mar da área estudada. Segundo Kleerekoper (1990), o pH das águas naturais varia de 3 a 10, sendo bastante raros os valores abaixo de 6 e acima de 9, em ambientes marinhos costeiros.

Para Macedo et al. (2004), a maioria dos organismos marinhos e estuarinos toleram uma variação de pH mais ou menos acentuada, entretanto a capacidade de neutralização existente no ecossistema aquático, devido ao efeito Buffer, impede essas amplas variações, estando o pH das águas marinhas situado, em média, entre os valores de 7,6 e 8,4.

No estuário do rio Sirinhaém, os valores de pH, em média, estiveram dentro do que relatam Macedo et al. (op. cit.), a exemplo do que foi observado por Matta e Flynn (2008) no estuário de Cananeia – SP onde encontraram teores entre 7,0 e 8,0.

No entanto, nos pontos de coleta 1 e 2, durante as baixa-mares, foi registrado, durante todo o período de estudo, pH abaixo de 7, semelhante ao encontrado por Paiva et al. (2006) no estuário do rio Guamá – PA, onde registraram valores entre 5,5 e 7,0 justificados pela descarga fluvial e pelo aumento pluvial.

Para Montone (2008), os baixos valores de pH ocorrem quando o gás carbônico é adicionado ao sistema devido, principalmente, à respiração e/ou à oxidação da matéria orgânica e porque as águas com pouca salinidade normalmente apresentam pH levemente ácido.

Assim, os valores de pH registrados nos pontos de coleta 1 e 2, nas baixa-mares, podem ser justificados pelo fluxo limnético e pela oxidação do material particulado em suspensão, uma vez que nesses pontos foram registrados baixos teores de salinidade ao longo do período estudado e redução nos teores de oxigênio dissolvido durante o período de estiagem.

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos, sendo considerado um importante indicador de áreas poluídas quando os seus valores são baixos (ESTEVEZ, 1998; FLORES-MONTES 1996).

Em estudos realizados no Golfão Maranhense-MA, Azevedo et al. (2008) relataram que este gás apresentou variação sazonal e entre marés, com maiores concentrações no período chuvoso e nas preamares. Ainda segundo esses autores os valores, de oxigênio dissolvido e suas respectivas taxas de saturação caracterizaram a área como isenta de poluição orgânica. Este padrão sazonal também foi registrado por Domingues et al. (2005), em regiões temperadas, no estuário Guadiana (sudoeste da Ibéria).

Da mesma forma, na área estudada do estuário do rio Sirinhaém, os valores de oxigênio dissolvido revelaram variação sazonal e entre marés, com teores significativamente mais baixos no período de estiagem e nas baixa-mares. No entanto, não houve diferença significativa na coluna d'água, ratificando, juntamente com a salinidade e a temperatura, a homogeneidade vertical.

Como o teor de oxigênio dissolvido na água está diretamente relacionado com alguns processos e parâmetros, tais como a troca gasosa existente entre a água e a atmosfera, a fotossíntese, a respiração, a decomposição aeróbica da matéria orgânica, a temperatura, a salinidade, entre outros, fica difícil uma afirmação sobre suas variações no meio líquido, principalmente em se tratando de uma região estuarina, por ser este um ambiente altamente dinâmico.

No entanto, o fator mais provável para o menor teor de oxigênio, observado no período de estiagem em baixa-mar, pode ser atribuído à decomposição de matéria orgânica e à redução do processo fotossintético, uma vez que nesse período ocorreu uma diminuição do material particulado em suspensão e da biomassa algal. Fato também observado por Giancesella et al. (2000), no canal de Bertioga-SP, e Palter et al. (2007), na região superior do Golfo de Nicoya – Costa Rica, os quais atribuíram os baixos valores de oxigênio dissolvido encontrados nas estações mais internas à oxidação dos nutrientes.

Por ser o oxigênio um excelente parâmetro químico para indicar as condições de um determinado corpo hídrico, Macêdo e Costa (1978) elaboraram, para os ecossistemas estuarinos do Nordeste, um sistema de classificação da qualidade hídrica baseado na taxa de saturação do oxigênio dissolvido, enquadrando: Zona supersaturada (> 100%); Zona saturada (75 a 100%); Zona de baixasaturação (50 a 75%); Zona semipoluída (25 a 50%) e Zona poluída (< 25%).

Levando-se em consideração o sistema de classificação acima e baseando-se nos valores encontrados nas baixa-mares, do período de estiagem, nos pontos de coleta 1 e 2, pode-se perceber que o estuário do rio Sirinhaém vem sofrendo impactos antrópicos, chegando à depleção total do oxigênio, como foi observado no mês de fevereiro no ponto de coleta 1.

No entanto, por se tratar de um sistema costeiro em que há renovação constante das águas pelo fluxo de maré, observou-se uma alta capacidade de recuperação devido ao aporte de águas marinhas com maior quantidade de oxigênio dissolvido, uma vez que 100% das amostras analisadas, em preamar, apresentaram valores que caracterizaram a área estudada como de zonas saturadas e supersaturadas.

Um dos efeitos mais marcantes no ecossistema estuarino e costeiro oriundo da eutrofização promovida pelos impactos antrópicos é a interferência na biodiversidade fitoplanctônica que estimula o aumento da biomassa fitoplanctônica e de espécies oportunistas.

Branco (2008) relatou situação similar no rio Jaboatão onde encontrou taxa zero de oxigênio nas estações mais a montante do referido rio, devido à grande carga poluidora oriunda das indústrias, de atividades canavieiras e urbanas que existem ao longo de suas margens, recebendo, portanto, os efluentes sem um prévio tratamento. No entanto, em preamar, a qualidade da água, naquelas estações, se recupera devido ao aporte de águas marinhas.

Para Yamamoto e Hatta (2004), os estuários que têm forte influência dos rios às vezes, mostram flutuações rápidas não apenas na salinidade e no oxigênio, mas também na concentração de nutrientes, devido à variação intermitente da água doce do continente, sendo a principal fonte de nutrientes para os mesmos.

Por outro lado, Braga et al. (2000) e Pereira Filho et al. (2001) afirmam que os sistemas estuarinos são os principais fornecedores de nutrientes para a região costeira, pois recebem e concentram o material originado de sua bacia de drenagem e podem vir a receber aportes significativos por ação antrópica.

Macêdo et al. (2000) citam ainda que os sais nutrientes estão presentes em todos os processos de mistura e circulação de um estuário e que suas fontes são controladas pela precipitação atmosférica, pelo fluxo de água doce, pela produção dos alagados circundantes, pela regeneração e ressuspensão dos sedimentos dentro do estuário, enquanto a distribuição dos nutrientes nesses ecossistemas é controlada pelos processos físicos, topográficos, químicos, biológicos e sedimentológicos.

Os principais sais nutrientes inorgânicos assimilados pelas microalgas são formados pelo nitrogênio encontrado dissolvido, principalmente, em três formas químicas: amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), além do fósforo e do silício, respectivamente, na forma de ortofosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) e silicato ( $\text{SiO}_2^{-4}$ ).

Na área estudada, a distribuição da concentração dos sais nitrogenados dissolvidos (nitrito e nitrato) foi bem caracterizada por variações entre os dois regimes de marés, com teores mais elevados e significativamente diferentes durante a baixa-mar. Ocorreu ainda um aumento significativo nos teores desses sais no período de maior precipitação pluviométrica, evidenciando uma contribuição da drenagem terrestre no aporte desses nutrientes. Comparando-se esses dois nutrientes, verificou-se que o nitrito apresentou as mais baixas concentrações, fato esperado, uma vez que este tem a propriedade de rápida oxidação, sendo convertido em nitrato.

Em outros estuários da região foi observado o mesmo padrão de distribuição sazonal desses sais nitrogenados como relatam Honorato da Silva et al. (2004), para o estuário do rio Formoso-PE, e Grego et al. (2004), no estuário do rio Timbó-PE.

Para Melo Magalhães et al. (2004), no sistema estuarino lagunar Mundaú/Manguaba-AL, os valores mais elevados de nitrito ocorreram no período de maior intensidade de chuvas e nas baixa-mares. Porém, para o nitrato, os maiores valores foram observados no período de estiagem.

Também foi verificada variação sazonal significativa para o fosfato, com maiores teores no período chuvoso. No entanto, entre marés e pontos de coleta não houve diferenças significativas.

De forma geral, os teores de fosfato foram considerados baixos, semelhante ao que foi observado por Pereira Filho et al. (2003) na região portuária do estuário do rio Itajaí-Açu-SC, onde os autores justificaram os baixos valores de fosfato por ser este um nutriente que frequentemente se apresenta como não conservativo e que tende a se adsorver ao material particulado, diminuindo sua concentração.

Por outro lado, Esteves (1998) justifica que, devido às altas temperaturas em ecossistemas tropicais aquáticos, o metabolismo dos organismos aumenta consideravelmente, fazendo com que o fosfato seja rapidamente assimilado e incorporado à biomassa, sendo um dos principais motivos pelos quais nesses ecossistemas, com exceção dos eutrofizados, a concentração deste nutriente é muito baixa, geralmente inferior ao limite de detecção da maioria dos métodos analíticos.

Cavalcanti (2003), estudando as variações das condições hidrológicas e da clorofila *a* associadas ao cultivo de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, na região estuarina do rio Paraíba do Norte (PB), também não verificou diferenças nas concentrações de fosfato entre as marés, como também não evidenciou variações sazonais, caracterizando o ambiente como em permanente processo de homogeneização pela ação das marés. Da mesma forma, Nascimento et al. (2002) observaram, na bacia do Pina – PE, que as variações dos valores desse nutriente não foram acentuadas tanto quanto as dos nutrientes nitrogenados, assinalando um equilíbrio entre os processos de adição e remoção.

Diferente disso, alta concentração de fosfato foi observada no estuário do rio Timbó-PE (GREGO et al., 2004), associada, segundo os autores, à poluição por esgotos domésticos e à ocorrência de afloramentos da formação Gramame na faixa costeira da região, rica em minerais fosfóricos, relatada por Passavante (1979), sendo esta uma forma natural de suprimento deste nutriente.

Aminot e Chaussepied (1983) reportaram como valores máximos para áreas estuarinas não impactadas até 1,00  $\mu\text{M}$  para nitrito e fosfato e 15,00  $\mu\text{M}$  para o nitrato. Dessa forma, diante dos valores encontrados no estuário do rio Sirinhaém para estes sais, pode-se observar que o nitrato, em especial no período chuvoso, em baixa-mar, dá indícios de que o ambiente vem sendo impactado, mas devido à grande diluição que ocorre na preamar, o ambiente se restabelece.

Áreas com baixas concentrações desses nutrientes foram reportadas por Losada et al. (2003) nos estuários Ilhetas e Mamucaba-PE; Rosevel Silva et al. (2004), na baía de Tamandaré-PE que, em relação aos nutrientes, foi considerada oligotrófica e por Fujita e Odebrecht (2007), no estuário da Lagoa dos Patos-RS, diferentemente de Feitosa et al. (1999), na bacia do Pina-PE; Wu e Chou (2003), no estuário do rio Tamsui (Taiwan), e Snow et al. (2000), em Gamtoos (África do Sul), que associaram as altas concentrações de nutrientes a fontes poluidoras resultantes do desenvolvimento urbano e industrial e atividades agrícolas.

Quanto ao silicato, os valores encontrados foram considerados semelhantes aos de outras áreas, como no estuário do rio Botafogo-PE (LACERDA et al., 2004) e no canal de Bertioiga-SP (GIANESELLA et al., 2000).

Não foi observada variação sazonal significativa, o que pode ser explicado pelo aporte constante de água doce durante a baixa-mar, nos pontos de coletas 1 e 2, lixiviando o solo e carreando este nutriente para a região estuarina.

Diferentemente do que foi observado no rio Sirinhaém, Varela e Prego (2003), em estudo realizado no Porto de La Coruña-Espanha, observaram variação sazonal significativa, com maiores teores de silicato no período chuvoso, devido ao maior aporte de água doce. Para Prego et al. (1995), em estudo realizado no ria Galician – Espanha, o silicato apresentou menores concentrações no período de verão, estando essa sazonalidade associada ao fato de que neste período ocorre florescimento do fitoplâncton e, conseqüentemente, maior consumo desse nutriente.

Dos sais dissolvidos estudados, o único que apresentou variação espacial significativa foi o silicato, cujos teores, durante a baixa-mar, apresentaram uma variação crescente em relação ao ponto de coleta 3.

A relação entre as variações dos teores de silicato em ambientes marinhos, estuarinos e de água doce e a contribuição da drenagem continental ou ressuspensão são bastante conhecidas, assim como sua relação com o metabolismo das diatomáceas (MOSER; GIANESELLA-GALVÃO, 1998; UNCLES et al. 1998; AIDAR et al. 1999).

Nesse sentido, a variação espacial observada na área estudada pode ser explicada, principalmente, pelo fato, de o ponto de coleta 3 apresentar coroas expostas durante a baixa-mar, além de apresentar águas mais salgadas (mais densas), formando uma barreira e funcionando como local de acúmulo e deposição. Por outro lado, foram registrados maiores valores de biomassa algal nos pontos de coleta 1 e 2, o que pode justificar os menores valores de silicato nestes pontos, uma vez que as diatomáceas foram o grupo dominante e têm a sílica como o componente básico de suas carapaças.

Um evento episódico tais como, o fluxo do rio com maior entrada de água é considerado um fator de perturbação em estudos ecológicos que traz conseqüências seletivas e significativas para a comunidade biótica (PADISAK et al., 1993). As respostas fitoplanctônica são curtas e significativas com o maior crescimento de espécies oportunistas ocasionando Bloom. No entanto, no presente estudo, a distribuição de nutrientes não apresentou uma situação capaz de provocar tal fenômeno.

Wu e Chou (2003), no estuário do rio Tamsui (Taiwan), relataram que o enriquecimento com silicato tem elevado notavelmente a produção fitoplanctônica, principalmente as diatomáceas, e que o aumento no aporte dos nutrientes dissolvidos favoreceu o aumento da biomassa algal.

Desse modo, vários trabalhos têm correlacionado as variações da biomassa fitoplanctônica às variações dos nutrientes e aos ciclos sazonais. Além disso, a determinação da biomassa fitoplanctônica através da clorofila *a* tem sido muito utilizada para avaliar as condições tróficas do meio.

Para Passavante e Feitosa (2004), a maioria dos estuários do nordeste brasileiro tem como características principais, um padrão sazonal bem definido, com ocorrência de maiores produções e biomassa fitoplanctônica durante o período chuvoso, desde que não haja uma drástica redução da transparência da água, época de maior aporte de sais nutrientes. Este efeito se projeta para a zona mais costeira da plataforma continental.

Esse padrão sazonal da clorofila *a* foi observado no presente estudo e, também, por Mello (2009) na área adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, onde a biomassa algal apresentou maiores concentrações no período chuvoso, com uma correlação direta com os nutrientes e com o material em suspensão e inversa com a transparência da água.

O aumento da biomassa fitoplanctônica durante o período de maior incidência de chuvas tem sido frequentemente justificado pelo maior aporte de nutrientes. Ao mesmo tempo, Tundisi e Tundisi (1976) mencionaram que as concentrações de clorofila *a* podem variar devido a diferentes capacidades de respostas às intensidades luminosas, sendo estas quantidades maiores nas baixas intensidades.

Este fato foi observado por Millán Núñez et al. (1981) que justificaram o aumento da biomassa fitoplanctônica, no período de menor intensidade luminosa e maior turbidez, com o aumento da concentração de clorofila *a* por célula e não com o aumento do número de células como uma forma de adaptação fisiológica bacia à pouca quantidade de luz.

Máximos de biomassa fitoplanctônica em zonas de máxima turbidez foram observados em estuários com fluxos constantes de descargas de água doce, como é o caso do Gantoos – África do Sul (SNOW et al., 2000). Situação semelhante foi verificada no presente estudo, à exceção do mês de junho/2006 quando a quantidade de material particulado em suspensão foi excessivamente alta, reduzindo a camada fótica.

Diferentemente do exposto neste trabalho, Azevedo et al. (2008), em estudos realizados no Golfão Maranhense-MA; Oliveira e Passavante (1998), no estuário do rio Potengi-RN; Feitosa (1988 e 1996) na do Pina e no sistema estuarino do rio Goiana-PE,

respectivamente, relataram o aumento da biomassa fitoplanctônica no período de estiagem, justificado pelo aumento da turbidez da água e pela redução drástica da camada fótica, inibindo a elevação dos teores de clorofila *a* no período chuvoso.

Para Grego et al. (2004), a tendência de concentrações de biomassa fitoplanctônica mais elevada durante o período de estiagem e/ou a preamar é estabelecida por ambientes que já demonstram sofrer forte ação antrópica, nos quais a referida maré e o período anual assumem papéis preponderantes, favorecendo uma maior diluição e transparência da água, resultando, conseqüentemente, em um melhor desenvolvimento fitoplanctônico.

A concentração média de clorofila *a* ( $9,44\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) registrada neste trabalho foi semelhante à de outras áreas estuarinas que vêm sofrendo impactos antrópicos e/ou naturais, como, por exemplo, os estuários do rio Botafogo-PE (LACERDA et al. 2004), do rio Formoso-PE (HONORATO DA SILVA et al., 2004) e de Barra das Jangadas-PE (BRANCO, 2008), mas, devido ao grande aporte de águas marinhas em preamar, esse impacto é minimizado.

Além da biomassa, a produtividade fitoplanctônica tem sido incluída como um dos componentes de estado trófico para avaliações de ecossistemas aquáticos, constituindo um bom indicador de alterações ambientais que eventualmente ocorram nesses ambientes (FRANCO et al. 2006; SMITH, 2007).

Nesse sentido, estudos realizados por Passavante et al. (2003), no estuário do rio Botafogo-PE, e Santos-Fernandes et al. (2000), no Jaguaribe-PE, revelaram que os valores de produtividade fitoplanctônica foram elevados, porém sem indicar processos de eutrofização na área.

Para Feitosa e Passavante (1991/93), em estudos realizados na bacia do Pina, os valores foram considerados muito altos, chegando a  $756,21\text{mgCm}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ , sendo o referido ecossistema classificado como poluído, principalmente, por efluentes domésticos. Para Wu e Chou (2003), no estuário do rio Tamsui (Taiwan), o desequilíbrio no suprimento dos nutrientes como resultado do incremento de águas poluídas é a possível causa da diminuição da produtividade primária nas últimas décadas.

Na área estudada do estuário do rio Sirinhaém, os valores registrados de produção fitoplanctônica indicam ser um ambiente eutrófico com concentrações semelhantes às verificadas por Feitosa et al. (1999) em estudo realizado no estuário do rio Goiana-PE, porém muito aquém daquelas encontradas por Moreira (1994), no estuário do rio Cocó-CE, e por Feitosa e Passavante (op cit.), na bacia do Pina-PE, ambos caracterizados como estuários hipereutróficos. No entanto, nos meses de fevereiro e março de 2006, os valores de produção

fitoplanctônica foram bastante elevados, coincidindo com o aumento de nitrito e indicando impactos na área.

Não foi registrada diferença significativa da produtividade primária em relação aos períodos sazonais, embora os valores do período de estiagem, em média, tenham sido um pouco mais elevados do que as do período chuvoso, o que pode ser justificado por uma maior transparência da água neste período. Situação semelhante foi observada por Oliveira (1985) no estuário do rio Potengi-RN.

Passavante (1979), no canal de Santa Cruz-PE, registrou um padrão sazonal pouco definido, com picos principais no inverno e na primavera e picos secundários em alguns meses de verão e outono, justificando essas variações em função do canal de Santa Cruz ser um corpo de água costeiro (braço de mar) que sofre influências de vários estuários dos rios que nele desembocam.

Feitosa (1996), no sistema estuarino do rio Goiana-PE, observou nítida variação sazonal da produtividade primária, com valores mais elevados no período de estiagem. Para o autor, esse aumento no período de estiagem ocorreu em função da diminuição das chuvas, do material em suspensão de natureza inorgânica, da redução da turbidez com melhoria da qualidade fótica da água e do aumento da insolação.

A taxa de assimilação do fitoplâncton é uma relação entre os valores de produtividade e os de clorofila *a*, que foram utilizados por Vollenweider et al. (1974) com o intuito de classificar os ecossistemas aquáticos onde os valores dessa relação, situados entre 0 e 3, são tidos como oligotróficos; entre 3 e 5, mesotróficos e superior a 5, eutróficos. Levando-se em conta este critério de classificação, pode-se dizer que o estuário do rio Sirinhaém variou de mesotrófico a eutrófico, porém com valor médio superior a 3, que o caracteriza, no geral, como eutrófico.

Para De León e Charlar (2003), a caracterização trófica dos ambientes aquáticos como ferramenta indicadora da qualidade da água depende não só dos teores de biomassa e produção fitoplanctônica, como também do conhecimento da composição, abundância e diversidade dos organismos fitoplanctônicos.

Somadas a estes, as características físicas e químicas na coluna d'água, além de controlarem as variações temporais na produção e na biomassa, desempenham um importante papel na distribuição e na composição da comunidade fitoplanctônica que respondem de modo distinto às variações dos parâmetros físicos e químicos abordados anteriormente.

A biodiversidade é um fator chave da ecologia, diretamente ligado a regulação e funcionamento do ecossistema. Vários processos bióticos e abióticos contribuem para

variabilidade da diversidade fitoplanctônica nos ecossistemas aquáticos (CONNELL, 1978; FLODER; BURNS, 2005). Na área estudada, foi identificada uma composição fitoplanctônica complexa e diversificada (180 táxons), típica de ambientes estuarinos tropicais, estando a estrutura florística caracterizada por uma maior diversidade de espécies do grupo das Bacillariophyta (59,44%) e das Chlorophyta (19,44%), as quais representaram 78,88% da riqueza florística, seguidas por Dinophyta (11,67%), Cyanophyta (6,67%), Euglenophyta (2,22%) e Rodophyta (0,56%).

A presença marcante de espécies de diatomáceas e clorofíceas, superando os demais componentes do fitoplâncton, confirma que esses dois grupos de microalgas representaram qualitativamente os principais produtores primários da área pesquisada.

A dominância das diatomáceas tem sido constatada mundialmente em regiões costeiras, destacando-se os trabalhos de: Varela e Prego (2003), no Porto de La Coruña – Espanha; Quinlan e Philips (2007), no estuário do rio Suwannee e na zona costeira – USA; Sousa et al. (2008), em águas costeiras da Amazônia, na ilha Canela – Brasil; Essien et al. (2008), no estuário Qua Iboe – Nigéria, além de constituírem, segundo Silva-Cunha e Eskinazi-Leça (1990), uma parcela significativa da flora de água doce e serem um dos principais componentes da flora marinha.

Consideradas por muitos especialistas como o grupo fitoplanctônico mais importante, as diatomáceas são os organismos aquáticos que contribuem substancialmente para a produtividade marinha, normalmente responsável por grandes florescimentos em águas frias, porém abundantes em águas tropicais (SILVA-CUNHA; ESKINAZI-LEÇA, 1990), bastante comuns em águas costeiras (GIN et al., 2000; HUANG et al., 2004, LACERDA et al., 2004), principalmente em sistemas estuarinos.

A abundância dessas microalgas nestas áreas está condicionada às suas características de eurialinidade, o que as torna capazes de suportar as grandes variações de salinidade, associadas por requererem condições mais eutróficas, normalmente encontradas nos ambientes estuarinos (ESKINAZI-LEÇA et al. 2004).

Na área estudada, a dominância das diatomáceas foi constatada ao longo de todo o ciclo sazonal e nos diferentes ciclos de marés, destacando-se, dentre as diatomáceas cêntricas, o gênero *Chaetoceros* Ehrenberg como o mais numeroso taxonomicamente. Resultados similares foram obtidos por: Honorato da Silva et al. (2009), em estudo realizado no estuário do rio Formoso-PE; Mello (2009), na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém; Sousa et al. (2008), em águas costeiras amazônicas-PA; Matta e Flynn (2008), no estuário de Cananeia-SP.

O gênero *Chaetoceros* tem sido citado como um dos mais representativos de águas costeiras brasileiras, contribuindo para a alta produtividade e biomassa algal desses ambientes devido à sua alta taxa de crescimento associada às águas muito turbulentas (SMETACEK, 1988; MOREIRA-FILHO et al. 1990; PASSAVANTE; FEITOSA, 2004).

Dentre as espécies identificadas, destacaram-se, em dominância e frequência de ocorrência, *Cerataulus turgidus*, *Chaetoceros* sp., *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Bacillaria paxillifera*, *Terpsinoe musica* e *Synedra* sp. Estas espécies foram citadas em diversos trabalhos do litoral pernambucano, tanto no norte (FEITOSA et al., 1999; LACERDA et al., 2004; LEÃO et al., 2008) como no litoral sul (KOENING et al. 2002; ROSEVEL SILVA et al., 2005; HONORATO DA SILVA et al., 2009; MELLO, 2009), podendo-se inferir que as mesmas sejam características da comunidade fitoplanctônica marinha costeira local.

Ahmed et al. (2007), em estudos realizados em Kobri El-Kobba, no Cairo-Egito, também registraram a dominância e frequência da espécie *Terpsione musica* sendo, segundo os autores, uma das espécies mais comuns e difundidas na área de estudo, principalmente no período chuvoso, fato também observado no presente estudo.

As espécies *Cerataulus turgidus*, *Chaetoceros* sp. e *Coscinodiscus oculus-iridis* encontram-se referenciadas por Passavante e Feitosa (2004) como integrantes da lista de diatomáceas que mais contribuem com a produtividade e a biomassa algal nos ecossistemas de plataforma continental e estuarinos de Pernambuco e de outros Estados da região nordeste do Brasil.

As clorofíceas foram referenciadas como o segundo grupo de maior importância qualitativa na área em estudo, enquanto Mello (2009), na área costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, as referenciou como o terceiro grupo de maior representatividade qualitativa destacando o gênero *Scenedesmus*. Para Bicudo e Menezes (2006), *Scenedesmus* é o mais comum e cosmopolita dos gêneros de algas verdes, sendo frequente sua presença em ambientes eutróficos.

No presente trabalho, foram registrados 18 gêneros e 36 espécies, destacando-se o gênero *Closterium*, por apresentar uma maior diversidade, além das espécies *Oedogonium* sp. e *Pleodorina* sp., por terem sido dominantes nos meses de dezembro/05 e abril/06, respectivamente.

Para Brook e Williamson (1988), o gênero *Closterium* apresenta muitas espécies resistentes e bem adaptadas às condições de baixa intensidade luminosa e maior quantidade de matéria orgânica, e, segundo Evans (1958), sua predominância pode estar relacionada com a

capacidade de movimentação, que ocorre através de fototaxia positiva, e também com a produção de bainhas mucilaginosas.

O registro das clorofíceas como segundo grupo de maior importância qualitativa também foi descrito em outros estuários de Pernambuco, principalmente naqueles que apresentam maior extensão e, provavelmente, um maior aporte de águas continentais, como observado nos estuários dos rios Capibaribe (TRAVASSOS, 1991), Ipojuca (KOENING, 1997), Una (BASTOS, 2006), e em Barra das Jangadas (MACEDO et al., 2005; BRANCO, 2008), que recebe as águas dos rios Jaboatão e Pirapama.

O mesmo foi relatado em estuários de outras regiões do país e do mundo, como registrado por Paiva et al. (2006), na baía do Guajará-PA-Brasil, onde o grupo das clorofíceas representou 38,8% da composição florística e por Moreno-Ruiz et al. (2008), na área costeira do rio Tehuantepec – Oaxaca – México, representando 29% da flora, enquanto Akoma (2008), no estuário do rio Imo – Nigéria, identificou as clorófitas como o grupo de maior representatividade qualitativa, chegando a representar 49,80% da flora, sendo este grupo mais abundante no trecho do estuário com salinidade abaixo de 1.

Para Akoma (op cit.), o tamanho da população e a abundância relativa de cada espécie dentro de uma comunidade planctônica são uma função das diferentes habilidades adaptativas. Nesse sentido, as diatomáceas, por serem eurialinas, foram capazes de sobreviver no ambiente estuarino, independente da variação de salinidade, enquanto as clorofíceas, menos tolerantes a estas variações, se restringiram à zona de água doce do estuário, porém foram qualitativamente superiores às diatomáceas.

De forma geral, no estuário do rio Sirinhaém, a distribuição das clorofíceas também apresentou esse mesmo padrão, com maior representatividade nos pontos de coleta 1 e 2, nas baixa-mares, onde ao longo de todo o período sazonal, a salinidade esteve abaixo de 1.

Os dinoflagelados constituíram o terceiro grupo de maior representatividade qualitativa (11,60%), ocorrendo principalmente durante as preamares, o que indicou a importância do fluxo marinho para o incremento destes na área estudada. A ausência de representantes deste grupo nos pontos de coleta 1 e 2, durante a baixa-mar, pode ser justificada pela baixa salinidade e turbidez, uma vez que estes organismos tem preferência por áreas com alta salinidade e transparência.

Para Eskinazi-Leça et al. (2004), a maioria dos organismos deste grupo vive no plâncton de regiões tropicais, habita preferencialmente as regiões oceânicas, é susceptível às variações de salinidade e temperatura, apresenta uma distribuição desigual, podendo ainda,

segundo Smayda (1958), ser encontrados em áreas estuarinas com melhor desenvolvimento em salinidades em torno de 15.

Mello (2009), na área costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, registrou este grupo como o segundo de maior representatividade na flora. O mesmo tem sido registrado em outros estuários do Estado, principalmente naqueles em que a salinidade média, em baixa-mar, foi superior a 15, como nos estuários do rio Botafogo (LACERDA et al., 2004) e do rio Formoso (HONORATO DA SILVA et al., 2009). Porém, Paiva et al. (2006), na baía do Guajará e na foz do rio Guamá –PA, não registraram a presença deste grupo, justificando sua ausência pelos baixos valores de salinidade e transparência da água.

As demais divisões (Cyanophyta, Euglenophyta e Rhodophyta) constituíram grupos de pequena representatividade na flora, no entanto contribuíram para o incremento da composição florística local, sendo seus representantes provenientes, principalmente, dos rios.

Importante destacar a ocorrência de *Batrachospermum* sp. (Rhodophyta), por ter sido registrada, pela primeira vez, em áreas estuarinas de Pernambuco. Esta espécie também foi registrada por Akoma (2008), no estuário do rio Imo – Nigéria e, segundo Prescott (1975) os organismos deste gênero são característicos de rios, com desenvolvimento de algumas espécies associadas ao início do verão, e que, em locais pantanosos, os baixos valores de pH parecem ser um fator limitante.

Além desta, e de acordo com o Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco (ESKINAZI-LEÇA et al., 2002; FALCÃO et al., 2002), outras espécies ainda não haviam sido registradas, sendo a ocorrência dos referidos táxons, no estuário do rio Sirinhaém, citada pela primeira vez, para o Estado: na Divisão Euglenophyta, a espécie *Phacus anacoleus* Stokes; nas das Dinophytas, *Ceratium porrectum* Karsten; nas das Bacillariophytas, *Thalassiosira decipiens* (Grunow) Jorgensen, *Triceratium repletum* Greville, *Pinnularia crucifera* Cleve-Euler, *Surirella striatula* Turpin, *Surirella tenera* W. Gregory e na das Chlorophytas, *Coelastrum sphaericum* Naegeli, *Gonatozygon pilosum* Wolle, *Closterium costatum* Corda, *Closterium intermedium* Ralfs, *Closterium leibleinii* Kutzing, *Closterium lunula* (O. F. Mueller) J. Ralfs, *Closterium parvulum* Naefeli, *Closterium striatula* Ehrenberg, *Cosmarium denticulatum* Borge.

Essa riqueza taxonômica não apresentou variações sazonais significativas, sendo evidenciadas apenas variações espaciais e entre marés, devido às diferenças de salinidade entre os pontos de coleta 1 e 2 em relação ao ponto 3 e da baixa-mar em relação à preamar, respectivamente.

Segundo Esteves (1998), em regiões tropicais tem se observado que a periodicidade do fitoplâncton não é uniforme, e existem evidências da ocorrência da variação da composição específica ou da densidade do fitoplâncton associada geralmente aos fatores locais.

Sousa et al. (2008), em estudo realizado em águas costeiras na ilha Canela – PA, também não registraram variação da riqueza taxonômica em relação aos períodos sazonais, estando a variação da composição mais em função das variações de salinidade, dos movimentos de marés, da ação dos ventos e das correntes marinhas litorâneas, que condicionaram a dinâmica de algumas populações de microalgas consideradas muito frequente e abundantes na área de estudo.

Para a área estudada do estuário do rio Sirinhaém, não foram registradas espécies muito frequente, apresentando apenas cinco espécies consideradas frequente: *Cerataulus turgidus*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Terpsinoe musica*, *Bacillaria paxillifera* e *Oscillatoria* sp<sub>1.</sub>, espécies estas já relatadas anteriormente como comuns no litoral pernambucano.

A não ocorrência de espécies muito frequente pode ser justificada pela ampla variação de salinidade observada entre as baixa-mares e preamares, principalmente nos pontos de coleta 1 e 2, além do hidrodinamismo local que leva a uma modificação constante na composição da comunidade fitoplanctônica.

Para Charriker (1967) e Wasmund et al. (1999), esses gradientes de salinidade registrados em áreas estuarinas influenciam diretamente a estrutura das populações de microalgas, as quais condicionam a formação de quatro tipos de agrupamentos: **populações oligoalinas**, ou seja, aquelas que são consideradas de água doce e não toleram salinidade acima de 0,5, apesar da existência de algumas espécies que podem sobreviver em salinidade de 5; **populações verdadeiramente estuarinas**, aquelas que vivem onde a salinidade varia entre 5-18, formadas por organismos com afinidades marinhas que podem, também, viver no mar; **populações marinhas eurialinas**, formadas por espécies que podem suportar grandes variações de salinidade (entre 5 e 30); **populações marinhas estenoalinas**, que não suportam salinidade abaixo de 25 e, praticamente, só ocorrem na boca dos estuários.

Por esse motivo, a presença de populações planctônicas autóctones é bastante rara, estando a flora composta principalmente por espécies marinhas eurialinas, consideradas resistentes às variações de salinidade, e, em menor número, por espécies introduzidas pelo aporte continental, ambas consideradas como alóctones. A presença de espécies autóctones é registrada principalmente em zonas com salinidade mais baixa, < 5, e representam populações tipicamente oligoalinas, como euglenofíceas e clorofíceas, cujos indivíduos são mais

exigentes quanto às mudanças de salinidade e não conseguem sobreviver em locais de alta salinidade (SILVA-CUNHA et al., 2004).

Este padrão de composição ecológica tem sido observado em diversos estuários de Pernambuco onde a presença abundante de espécies marinhas eurialinas tem sido documentada (SILVA-CUNHA et al., 1987/89; FEITOSA et al., 1999; FLORES MONTES et al., 1998; LACERDA et al., 1998; KOENING; MACEDO, 1999; ESKINAZI-LEÇA et al., 2000; LACERDA et al., 2004; BRANCO, 2008; HONORATO DA SILVA et al., 2009).

Na área estudada, a presença de espécies marinhas eurialinas (42,47%) foi bastante significativa, atingindo percentuais maiores que aquelas consideradas oligoalinas (25,34%) e verdadeiramente estuarinas (7,53%), tendo como principais fatores a localização dos pontos de coleta e o aporte de águas marinhas na área.

Dentre as espécies marinhas eurialinas, destacaram-se o conjunto das espécies marinhas litorais (ticoplanctônicas), que, pelo fato de serem aderidas, sobrevivem apenas nas regiões costeiras de baixa profundidade, até onde pode penetrar a luz solar, e as planctônicas neríticas, que sobrevivem no plâncton das regiões costeiras onde as oscilações de salinidade podem ocorrer.

Vale ressaltar que as espécies oligoalinas, embora em menor percentual que as marinhas, constituíram uma parcela significativa da flora (25,85%), fato que vem sendo observado nos estuários de rios considerados translitorâneos e que apresentam uma importante contribuição continental durante as baixa-mares, como o estuário de Barra das Jangadas – PE, com 38,2% e 49% (LACERDA, 2004; BRANCO, 2008), o estuário do rio Ipojuca-PE, com 27,41% (KOENING, 1997), e o estuário do rio Una – PE, com 47,72% (BASTOS, 2006).

A presença de espécies de origens diferentes contribuiu substancialmente para a alta diversidade específica, a exemplo do que tem sido registrado em outras áreas estuarinas já estudadas, como nos estuários dos rios Ipojuca – PE (KOENING et al., 2003), Timbó – PE (GREGO, 2004) e nos canais do sistema estuarino lagunar Mandaú/Manguaba – AL (MELO-MAGALHÃES et al., 2004).

No presente estudo, foi possível considerar que a comunidade fitoplanctônica esteve caracterizada por uma estrutura complexa, com índices de diversidade específica, no geral, superiores a  $2,5 \text{ bits.cel}^{-1}$  e com poucas amostras inferiores a  $2,0 \text{ bits.cel}^{-1}$ . Os valores altos registrados se devem, principalmente, à contribuição dos fluxos marinhos e limnéticos na área, bem como à ressuspensão de espécies ticoplanctônicas evidenciando a heterogeneidade

ambiental. Esses dados, quando comparados com os valores de equitabilidade, indicam uma uniformidade na distribuição das espécies nas amostras.

Por outro lado, os baixos índices de diversidade observados em alguns períodos e pontos de coleta, refletem que as populações da área de estudo estiveram sujeitas, frequentemente, a algum tipo de eutrofização local.

Segundo Margalef (1958) e Valentin et al. (1991), o início de uma sucessão fitoplanctônica é sempre condicionado a um processo de eutrofização, o qual proporciona, numa primeira fase, a proliferação de um reduzido número de espécies, com dominância de uma ou duas espécies apenas, conseqüentemente, uma redução do índice de diversidade específica. A introdução progressiva de espécies no sistema equilibra a repartição dos indivíduos entre as espécies, resultando em um aumento do índice de diversidade específica, caracterizando uma estrutura estável e equilibrada.

Para Wilhm e Dorris (1968) apud Matta e Flynn (2008), a diversidade específica calculada pelo índice de Shannon é utilizada em muitos estudos para avaliar a ocorrência de poluição numa amostra biológica, em que valores  $> 3$  são considerados indicadores de condições **não poluídas**, valores entre 1 e 3, de **poluição moderada** e  $< 1$ , de **alta poluição**.

Levando em consideração o sistema de classificação acima, a maioria dos dados de diversidade específica registrados, caracteriza a área estudada como moderadamente impactada, corroborando assim os resultados dos dados de oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio, nitrito, nitrato, biomassa e produção fitoplanctônica.

## 9. CONCLUSÕES

1. As variáveis ambientais expressas em termos de qualidade de água evidenciaram que a área estudada é considerada típica de sistemas costeiros tropicais, com alto grau de complexidade, sendo influenciada principalmente pelo ciclo de marés e descarga fluvial;
2. as preamares tiveram importante função na renovação das águas, contribuindo para diluição dos nutrientes carreados pelo rio, com conseqüente mudança dos níveis de eutrofização;
3. os teores de produção fitoplanctônica e de clorofila *a* foram indicativos de uma área produtiva e eutrófica;
4. a área estudada, nos pontos de coletas 1 e 2, durante as baixa-mares, funciona como ambiente limnético;
5. o regime de salinidade permitiu classificar a área estudada como variando de limnética a eualina, estando associado à distribuição e composição das espécies presentes no ecossistema e, juntamente com a temperatura e o oxigênio dissolvido na coluna d'água, caracterizaram como sendo do tipo verticalmente homogêneo;
6. a taxa de saturação do oxigênio, juntamente com os nutrientes nitrogenados, a biomassa e a produtividade fitoplanctônica, indicam que a área estudada vem sofrendo impactos;
7. a presença marcante das Bacillariophytas e Chlorophytas, superando os demais grupos de microalgas componentes do microfitoplâncton, confirma a representação qualitativa destes grupos como os principais produtores primários da área pesquisada;
8. as espécies *Bacillaria paxillifera*, *Chaetoceros* sp., *Cerataulus turgidus*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Terpsinoe musica* e *Synedra* sp. foram as mais representativas e chegaram a caracterizar o microfitoplâncton da área estuda;
9. as microalgas *Phacus anacoleus*, *Ceratium porrectum*, *Thalassiosira decipiens*, *Triceratium repletum*, *Pinnularia crucifera*, *Surirella striatula*, *Surirella tenera*, *Coelastrum sphaericum*, *Gonatozygon pilosum*, *Closterium costatum*, *Closterium intermedium*, *Closterium leibleinii*, *Closterium lunula*, *Closterium parvulum*, *Closterium*

*striatula*, *Cosmarium denticulatum* e *Batrachospermum* sp. enquadraram-se como novas ocorrências, contribuindo com uma maior diversidade algal para o estado de Pernambuco;

10. o fluxo e o refluxo de marés proporcionaram as condições ideais para o desenvolvimento de espécies marinhas eurialinas (42,18%) e limnéticas (25,85%), destacando-se, dentre estas, as espécies ticoplanctônicas (31,29%);
11. o padrão estrutural do microfitoplâncton, representado pela composição, riqueza e diversidade específica, confirmou que, no estuário do rio Sirinhaém, as alterações físico-químicas ambientais e/ou atividades antrópicas não influenciaram a comunidade fitoplanctônica existente no trecho estudado.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, A. EL-AWAMRI; ABD, EL-SALAM; SHAABAN, M.; AMAL, I. S. Floristic Study on Benthic Diatoms of the Groundwater Seepages at Kobri El-kobba (Cairo, Egypt). **Journal of Applied Sciences Research**, Faisalabad, v.3, n. 12, p. 1809-1818, 2007.

AIDAR, E.; SIGAUD-KUTNER, T. C. S.; MOSER, G. A. O.; CATTENA, C. O. Determinação do potencial trófico de águas costeiras sob influência de emissários submarinos no litoral do estado de São Paulo (Brasil), através de bioensaios com *Phaeodactylum tricorutum*. **VIII Colacmar**. Universidad Nacional de Trujillo, p. 852-854, 1999.

AKOMA, O. C. Phytoplankton and nutrient dynamics of a tropical estuarine system, Imo river estuary, Nigéria. **African Research Review**, Grahamstown, v. 2, n. 2, p. 253-264, 2008.

AMINOT, A.; CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marine**. Brest: CNEXO, 1983. 395 p.

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

ANDRADE, G. O.; LINS, R. C. Os climas do Nordeste. In: VASCONCELOS SOBRINHO, J. (Ed). **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Recife: CONDEPE. 1971. p. 95-138.

ANDRADE, G. T. C.; PASSAVANTE, J. Z. O.; MUNIZ, K. Biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Maracáipe (Ipojuca, Pernambuco). In: Chellappa, N. T.; Chellappa, S.; Passavante, J. Z. O. (org.). **Ecologia Aquática Tropical**. 1 ed., Natal: SevGraf, 2004, v. 1, p. 121-142.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6022**: informação e documentação – artigo em publicação periódica científica impressa – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: informação e documentação – numeração progressiva das seções de um documento escrito – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027**: informação e documentação – sumário – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6028**: informação e documentação – resumo – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação – citações em documentos – apresentação Rio de Janeiro: ABNT, 2002b.

ATTRILL, M. J.; RUNDLE, S. D. Ecotone or ecocline: ecological boundaries in estuaries.

**Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 55, p. 929-936, 2002.

AZEVEDO, A. C. G.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 22, n.3, p. 870-877, 2008.

BALECH, E. **Los dinoflagelados del Atlântico Sudoccidental**. Madrid: Ministério da Agricultura y Alimentacion, 1988. 310 p. (Publicaciones Especiales Instituto Espanhol de Oceanografia).

BARROS-FRANCA, L. M. **Composição e aspectos ecológicos do fitoplâncton do rio Botafogo (PE)**. 1980. 118 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1980.

BARROS-FRANCA, L. M. Distribuição do microfitoplâncton na baía de Tamandaré – Rio Formoso – PE. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLANCTON, 1984, Arraial do Cabo. **Resumos...** Arraial do Cabo: INEM, 1984. Não paginado.

BARROS-FRANCA, L. M.; BATISTA, R. N. Distribuição e abundância do fitoplâncton do complexo estuarino lagunar de Suape. In: ENCONTRO DE PLÂNCTON, 4., 1990, Recife **Anais...** Recife: EDUFPE, 1991. p. 97-116.

BARROS-FRANCA, L. M.; ESKINAZI-LEÇA, E. BATISTA, A. S. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica na foz da região estuarina do rio Mamucaba (PE). In: CONGRESSO NORDESTINO DE ECOLOGIA, 4., 1991, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Nordestina de Ecologia, 1991. p. 23.

BARROS-FRANCA, L. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; SILVA, M. da G. G. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. XVI. Microfitoplâncton do estuário do rio Botafogo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA 2., 1981, Recife. **Anais...** Recife: SUDENE, 1981, p. 207-220.

BARROS-FRANCA, L. M.; PORTELA, O. C.; MOURA, R. T. Aspectos preliminares do fitoplâncton na zona interior do estuário do rio Timbó e zona adjacente (Paulista-PE). **Caderno Omega**. Recife. V. 1, n. 1, p.17-27, 1984.

BASTOS, R. B. **Variação espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros abióticos no estuário do rio Una (Pernambuco – Brasil)**. 2002. 56 f. Monografia (Graduação em Biologia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

BASTOS, R. B. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais no estuário do rio Una – Pernambuco – Brasil**. 2006. 80 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

BASTOS, R. B.; FEITOSA, F.A.N.; MUNIZ, K. Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrologia no estuário do rio Una (Pernambuco – Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n.1, p. 1-18. 2005.

BELTRÃO, B. A.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA JUNIOR, L. C.; GALVÃO, M. J. T. G.; PEREIRA, S. N. (Org.). **Diagnóstico do Município de Sirinhaém**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 11 p. (Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água

subterrânea no Estado de Pernambuco).

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gênero de Algas de águas Continentais do Brasil**. Chave para identificação e descrição. 2 ed. São Paulo: Editora Rima, 2006. 508 p.

BOLD, H. C.; WYNNE, M. J. **Introduction to the algae: structure and reproduction**. 2 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1985, 720 p.

BOURRELLY, P. **Les algues d'eau douce: Inition á la systématique**. Paris: N. Boubée, 1972. 3v. V. 1: Les algues Vertes.

BOZELLI, R. L.; HUSZAR, V. L. M. Comunidades Fito e Zooplancônicas Continentais em Tempo de Avaliação. LIMNOtemas 3. **Sociedade Brasileira de Limnologia**. 2003.

BRAGA, E. S.; BONETTI, C. V. D. H.; BURONE, L.; BONETTI FILHO, J. Eutrophication and Bacterial Pollution Caused by Industrial and Domestic Wastes at the Baixada Santista Estuarine System – Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 40, n. 2, p. 165-173, 2000.

BRAGA, R. A. P. **Caracterização preliminar da zona estuarina de Barra de Sirinhaém**. Recife: CPRH, 1986. 62 p. (Relatório de pesquisa à Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de administração dos Recursos Hídricos (CPRH)).

BRANCO, E. S. **Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes-Pernambuco-Brasil)**. 2001. 125 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica)- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

BRANCO, E. S. **Influência das variáveis ambientais na comunidade fitoplanctônica Estuarina**. Recife, EDUFPE, 2008. 266 p.

BRANCO, E.; FEITOSA, F. A. N.; FLORES MONTES, M. J. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos no estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco –Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife. V. 30, n. 2, p. 79-96, 2002.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3 ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 640p.

BRASIL. Conselho Nacional de Estatística. Normas de Apresentação Tabular. **Revista Brasileira de Estatística**, Rio de Janeiro, v. 24, p. 18-42, 1963.

BRASIL. Ministério da Marinha. **Tábua das marés – 2005**. Rio de Janeiro. Disponível em: <[www.dhn.mar.mil.br/](http://www.dhn.mar.mil.br/)>. Acesso em: 01 de julho de 2005.

BRASIL. Ministério da Marinha. **Tábua das marés – 2006**. Rio de Janeiro. Disponível em <[www.dhn.mar.mil.br/](http://www.dhn.mar.mil.br/)>. Acesso em: 03 de janeiro de 2006.

BROOK, J. A.; WILLIAMSON, D. B. The survival of desmids on the drying mud of a small lake. In: ROUND, F. E. (Ed.) **Algae and the Aquatic Environment**. Bristol: Biopress, 1988. p.185-196.

CAVALCANTI, L. B. **Caracterização do canal de Santa Cruz (PE – Brasil) em função**

**dos parâmetros físico-químicos e pigmentos fotossintéticos.** 1976. 115 f. Tese (Livre-Docência)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1976.

CAVALCANTI, L. B. **Variações das condições hidrológicas e da clorofila *a* associadas ao cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931), na região estuarina do rio Paraíba do Norte (Paraíba – Brasil).** 2003. 146 f. Tese (Doutorado em Oceanografia)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

CAVALCANTI, L. B.; COELHO, P. A.; ESKINAZI-LEÇA, E. Condiciones ecológicas em a and de Suape (Pernambuco – Brasil). In: SEMINARIO SOBRE EL ESTUDIO CIENTIFICO E IMPACTO HUMANO EM EL ECOSISTEMA DE MANGLARES, 1978, Cali. **Memórias...** Montevideo: UNESCO, 1980. p. 243-256.

CAVALCANTI, L. B.; MACÊDO, S. J.; PASSAVANTE, J. Z. O. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. XXI. Caracterização do canal de Santa Cruz em função dos parâmetros físico-químicos e pigmentos fotossintéticos. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 16, p. 157-216, 1981.

CERVETTO, G; MESONES, C.; CALLIARI, D. Phytoplankton biomass and its relationship to environmental variables in a disturbed coastal area of the Río de la Plata, Uruguay, before the new sewage collector system. **Atlântica**, Rio Grande, v. 24, p. 45-54, 2002.

CHARRIKE, M. Ecology of estuarine invertebrates: a perspective. In: LAUFF, G. H. (Ed) **Estuaries**. Washington: American Association for the Advancement of Science, 1967. p. 442-487. (Publication, 83).

CHISTI, Y. Microalgae: our marine forests. Book reviews. RICHMOND, A. (Ed). **Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology**. Oxford: Blackwell Science, 2004. 566p.

CHIU, H. M. C., HODGKISS, I.J., CHAN, B. S. S. Ecological studies of phytoplankton in Tai Tam Bai, Hong Kong. **Hydrobiologia**, n.273, p.81-94. 1994.

CHRETIÉNNOT-DINNET, M. J.; BILARD, C.; SOURNIA, A. Chlorarachniophycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Cryptophycées, Euglénophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnesiophycées, Rhodophycées et Tribophycées In: SOURNIA, A. (Dir.). **Atlas du phytoplankton marin**. Paris: Editions du Centre National Recherche Scientifique, 1990. v. 3, 261 p.

CLEVE-EULER, A. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**. Stockholm: Almqvist e Wiksells, 1951. 163 p. (Kungl. Svenska vetenskapsademiens handlingar. 4 ser., v. 2, n.1).

CLEVE-EULER, A. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**. Stockholm: Almqvist e Wiksells, 1952. 153 p. (Kungl. Svenska vetenskapsademiens handlingar. 4 ser., v. 3, n. 3).

CLEVE-EULER, A. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**. Stockholm: Almqvist e Wiksells, 1953a. 158p. (Kungl. Svenska vetenskapsademiens handlingar. 4 ser., v.4, n.1).

CLEVE-EULER, A. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**. Stockholm: Almqvist e Wiksells, 1953b. 255 p. (Kungl. Svenska vetenskapsademiens handlingar. 4 ser., v. 4, n. 5).

CLEVE-EULER, A. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**. Stockholm: Almqvist e

Wiksell, 1955. 232 p. (Kungl. Svenska vetenskapsademiens handlingar. 4 ser., v. 3, n. 3).

COELHO, P. A.; BATISTA-LEITE, L. M. A.; SANTOS, M. A. C.; TORRES, M. F. A. O manguezal. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann Leitão, S.; Costa, M. F. (Org.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço, 2004. p. 641-688.

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

COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE (CPRH). **Diagnóstico Socioambiental do litoral sul de Pernambuco**. Recife: CPRH, 2003, 87 p.

CONNELL, J. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. **Science**: 199, p. 1302-1310, 1978.

COSTA, R. A. A. KOENING, M. L. FEITOSA, F. A. N. Influência de diversas concentrações de cloro sobre as populações fitoplanctônicas do estuário do rio Botafogo (Itamaracá – Pernambuco – Brasil). **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 37, n. 4, p. 877-888, 1994.

CUPP, E. D. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. **Bulletin of the Institution of the Scripps Institution of Oceanography**, Berkeley, v. 5, p. 237, 1943.

DE LEÓN, L.; CHALAR, G. Abundancia y diversidad an fitoplancton en a embalse de Salto Grande (Argentina-Uruguay): ciclo estacional y distribución espacial. **Limnetica**, Madrid, v. 22, n.1-2, p. 103-113, 2003.

DERNER, R. B.; OHSE, S.; VILLELA, M.; CARVALHO, S. M.; FETT, R. Microalgas, produtos e aplicações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1959-1967, 2006.

DESIKACHARY, T.V. **Cyanophyta**. New Delhi: Indian Council of Agricultural Reserch, 1959. 686 p.

DODGE, J. D. **Marine dinoflagellates of Bristish Isles**. London: Her Majesty's Stationary Office, 1982, 303 p.

DOMINGUES, R. B.; BARBOSA, A.; GALVÃO, H. Nutrients, light and phytoplankton succession in a temperate estuary (the Guadiana south-western Iberia). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. London, V. 64, p. 249-260, 2005.

ESKINAZI-LEÇA, E. Estudo da Barra de Jangada. Parte IV. Distribuição das diatomáceas. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 7/8, p. 73-104, 1967.

ESKINAZI-LEÇA, E. **Composição e distribuição do microfitoplâncton na região do canal de Santa Cruz (Pernambuco – Brasil)**. 1974. 129 f. Tese (Livre docência). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

ESKINAZI-LEÇA, E.; BARROS-FRANCA, L. M. Ocorrência de *Biddulphia regia* (Schultze) Ostefeld na região estuarina de Itamaracá (Pernambuco – Brasil). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.26, n. 7, p. 206, 1974.

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

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L. Fitoplâncton dos viveiros de criação de peixes, localizados em Itamaracá (Pernambuco – Brasil). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 28., 1977, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil, 1977. p. 32.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L. Estudo ecológico da região de Itamaracá – Pernambuco – Brasil: aspectos qualitativos do fitoplâncton dos viveiros de cultivo de peixes. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, n. 7, p. 356, 1978a.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L. Estudo ecológico da região de Itamaracá – Pernambuco – Brasil: variação do standing stock do fitoplâncton em viveiros de criação de peixes. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, n. 7, p. 357, 1978b.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L. Estudo ecológico da região de Itamaracá – Pernambuco – Brasil: standing stock do fitoplâncton em viveiro adubado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 31, n. 7, p. 417-418, 1979.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L. Composição do fitoplâncton dos viveiros de criação de peixes da região de Itamaracá (PE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUACULTURA, 1978, Recife, **Anais...** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1980a. P. 87-97.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L. Superpopulação de *Anabaena spiroides* (Cyanophyta) em viveiros estuarinos. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 567, 1980b.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L. Estudo Ecológico da região de Itamaracá – Pernambuco – Brasil. Fitoplâncton de viveiros estuarinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 2., 1980, Recife. **Anais...** Recife: SUDENE, 1981. p. 222-229.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L. Distribuição das diatomáceas (Bacillariophyceae) na área de Suape (Pernambuco – Brasil). **Trabalhos do Instituto Oceanográfico**, Recife, v. 19, p. 73-100, 1985/86.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L.; MAIA, P. R. Ocorrência de *Stephanopyxis turris* (Bacillariophyceae) em águas costeiras do Nordeste do Brasil. In: REUNIÃO DE FICOLOGIA, 5, 1991, Teresópolis. **Resumos...** Teresópolis: Sociedade Brasileira de Ficologia, 1991. p. 45.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L.; SILVA-CUNHA, M. G. G. O fitoplâncton: estrutura e produtividade. In: BARROS, H. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACÊDO, S. J.; LIMA, T. (Ed.). **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Recife: EDUFPE, 2000. p. 67-74.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L.; SILVA-CUNHA, M. G. G. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann Leitão, S.; Costa, M. F.

(Org.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço, 2004. p. 353-374.

ESKINAZI-LEÇA, E.; MACÊDO, S. J.; PASSAVANTE, J. Z. O. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. V. Composição e distribuição do microplâncton na região do canal de Santa Cruz. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 15, p. 185-262, 1980a.

ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J. Z. O. Ocorrência de *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg na região estuarina de Itamaracá (Pernambuco). **Ciência e Cultura**, v. 26, n. 7, p. 206, 1974.

ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J. Z. O.; BARROS-FRANCA, L. M. Composição do microfítoplâncton do estuário do rio Igarassu – PE. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 29, p. 163–167, 1980b.

ESKINAZI-LEÇA, E.; MOURA, A. N.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L. Microalgas marinhas do estado de Pernambuco: diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco. In: Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. (Org.). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: SECTMA/Editora Massangana, 2002. v. 1. p. 79-96.

ESKINAZI-LEÇA, E.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L.; MACEDO, S. J.; COSTA, K. M. P. Variação espaço-temporal do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco – Brasil. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 25, p. 1-16. 1997.

ESKINAZI, E.; SATO, S. Contribuição ao estudo das diatomáceas da praia de Piedade (PE – Brasil). **Trabalhos Instituto Oceanográfico**. UFPE. Recife, v. 5/6, p. 73-114. 1966.

ESSIEN, J. P.; ANTAI, S. P.; BENSON, N. U. Microalgae biodiversity and biomass status in Qua Iboe estuary mangrove swamp, Nigéria. **Aquatic Ecology**, Nieuwersluis, n. 42, p. 71-81, 2008.

ESTEVEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. a. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

EVANS, J. H. The survival of freshwater algae during dry periods. Part I – An investigation of the algae of five small ponds. **Journal of Ecology**, Nieuwersluis. v. 46, p.149-167, 1958.

FACCA, C.; SFRISO, A.; SOCAL, G. Changes in abundance and composition of phytoplankton and microphytobenthos due to increase sediment fluxes in the Venice lagoon, Italy. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v.54, p. 773-792, 2002.

FALCÃO, D.; MOURA, A. N.; PIRES, A. H. B.; BOUVY, M.; MAINHO, M.; FERRAZ, A. C. N.; SILVA, A. M. Diversidade de microalgas planctônicas de mananciais localizados nas zonas fitogeográficas da Mata, Agreste e Sertão do estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Editora Massangana, v. 2, 2002. p. 63-77.

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

FEITOSA, F. A. N. **Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica**

- correlacionada com parâmetros abióticos no sistema estuarino do rio Goiana (Pernambuco-Brasil).** 1996. 250 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FEITOSA, F. A. N.; PASSAVANTE, J. Z. O. Variação sazonal da biomassa primária do fitoplâncton da bacia do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 21, p. 33-46, 1990.
- FEITOSA, F. A. N.; PASSAVANTE, J. Z. O. Variação sazonal da biomassa primária do fitoplâncton na bacia do Pina (Recife- Pernambuco – Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 22, p. 65-82, 1991/93.
- FEITOSA, F. A. N.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; BRANCO, E. S. Composição do microfitoplâncton no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco – Brasil). **Arquivos de Ciência do Mar**, Fortaleza. V. 37, p. 63-76, 2004.
- FEITOSA, F. A. N.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. de O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; LINS, I. C. Estrutura do microfitoplâncton no sistema estuarino do rio Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v.27, p. 17-25, 1999.
- FERNANDES, M. A. A. **Produtividade fitoplanctônica relacionada com alguns aspectos ecológicos no estuário rio Congo (Itapissuma, Pernambuco).** 1997. 185f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1997.
- FERNANDES, M. A. A.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; MACÊDO, S. J. Fitoplâncton do estuário do rio Congo (Itapissuma, Pernambuco): Biomassa. In: Congresso Nordestino de Ecologia, 8, 1999, Recife. **Resumos.**, 1999
- FERNANDES, M. A. A.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Estudo qualitativo do fitoplâncton no estuário do rio Congo, Pernambuco, Brasil: Resultados preliminares. In: Simpósio Brasileiro de Oceanografia, 2002, São Paulo. **Resumos**, 2002a. CD-ROM.
- FERNANDES, M. A. A.; SILVA-CUNHA, Maria da Glória Gonçalves da; PASSAVANTE, José Zanon de Oliveira; FEITOSA, Fernando Antônio do Nascimento. Flora fitoplanctônica do estuário do rio Congo, Itapissuma, Pernambuco. In: Congresso Nacional de Botânica, 53, 2002, Olinda. **Resumos.**, 2002b. p. 356.
- FIGUEIREDO, J. A.; MUNIZ, K.; MACEDO, S. J.; FLORES MONTES, M. J.; FEITOSA, F. A. N. Hidrologia e biomassa fitoplanctônica nas barras Orange e Catuama (canal de Santa Cruz) em Itamaracá-PE: variação nictemeral. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 39, p. 5-17, 2006.
- FLÖDER, S.; BURNS, C. W. The influence of fluctuating light on diversity and species number of nutrient-limited phytoplankton. *J. Phycology*: 41, p. 950-956, 2005.
- FLORES MONTES, M. J. **Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE.** 1996. 124 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.
- FLORES MONTES, M. J. Variação nictemeral do fitoplâncton e elementos nutrientes no canal de Santa Cruz, Itamaracá – PE – Brasil. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v.26, n. 1,

p. 13-26, 1998.

FLORES MONTES, M. J.; MACEDO, S. J.; KOENING, M. L. N:Si:P atomic ratio in the Santa Cruz Channel, Itamaracá – PE (Northeast Brazil): a nyctemeral variation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 2, n. 45, p. 115-124, 2002.

FRANCO, V.; CABEÇADAS, G.; NOGUEIRA, M. Produtividade primária no estuário do Tejo e zona costeira adjacente. In: CONFERENCIA LUSÓFONA SOBRE O SISTEMA TERRA – CluSTer. FC-UL, 2006, Lisboa. **Anais...** Lisboa: [s.n.], 2006.

FUJITA, C. C; ODEBRECHT, C. Short term variability of chlorophyll a and phytoplankton composition in a shallow area of the Patos Lagoon estuary (Southern Brazil). **Atlântica**, Rio Grande, v. 29, n. 2, p. 93-106, 2007.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Normas de Apresentação Tabular**. 3. a. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 62 p.

GAMEIRO, C.; CARTAXANA, P.; CABRITAS, M. T.; BROTAS, F. Variability in chlorophyll composition in na estuarine system. **Hydrobiologia**, v. 525, p. 113-124, 2004.

GIANESELLA, S. M. F.; SALDANHA-CORRÊA, F. M. P.; TEIXEIRA, C. Tidal effects on nutrients and phytoplankton distribution in Bertioga Channel, São Paulo, Brazil. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v. 3, p. 533-544, 2000.

GIN, K. Y. H.; LIN, X.; ZHANG, S. Dynamic and size structure of phytoplankton in the costal waters of Singapore. **Journal of Pankton Research**, v. 22, n. 8, p. 1465-1484. 2000.

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

GREGO, C. K. S. **Distribuição Espacial e Sazonal da Composição e Biomassa Fitoplanctônica Correlacionadas com a hidrologia do Estuário do rio Timbó (Paulista, Pernambuco)**. 2004. 117 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; HONORATO DA SILVA, M.; FLORES MONTES, M. de J. Distribuição espacial e sazonal da clorofila *a* fitoplanctônica e hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista, PE). **Tropical Oceanography**, Recife: v. 32. p. 181- 199. 2004.

HASLE, G. R. The current status of the diatom genus *Coscinodiscus* Ehrenberg 1839. **Botanisk Institutts Rapportserie**, Oslo, v. 33, p. 27-32, 1983.

HASLE, G. R.; SYVERTSEN, E. E. Marine diatoms. In: TOMAS, C. R. (Ed.). **Identifying marine diatoms and dinoflagellates**. San Diego: Academic, 1996. p. 596.

HENDEY, N. I. **An introductory of smaller algae of British coastal waters**. Part v: Bacillariophyceae (Diatoms). Fishery Investigations. Serie 4. p. 1-317, 1964.

HERRERA-SILVEIRA, J. A. Nutrient-phytoplankton production relationships in a groundwater – influenced tropical coastal lagoon. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, n.1, p. 373-385,1998.

HEURCK, H. Van. **A treatise on the diatomaceae**. London: Willian Wesley, 1986. 559 p.

HINO, K.; TUNDISI, J. G. **Atlas de algas da Represa do Broa**. UFSCar, São Carlos, 1977,

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

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

HONORATO DA SILVA, M.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; NASCIMENTO-VIEIRA, 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**, Recife, v. 32, p. 89-106, 2004.

HONORATO DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; GREGO, C. K. S. Estrutura do fitoplâncton de um estuário tropical: Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 23, p. 1-14, 2009.

HU, Q. Industrial production of microalgal cell-mass and secondary products – major industrial species: *Arthrospira (Spirulina) platensis*. In: RICHMOND, A. (Ed). **Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology**. Oxford: Blackwell Science, 2004. p. 264-272.

HUANG, L.; JIAN, W.; SONG, X.; HUANG, X.; LIU, S.; QIAN, P.; YIN, K.; WU, M. Species diversity and distribution for phytoplankton of the Pearl river estuary during rainy and dry seasons. **Marine Pollution Bulletin**, v. 49, p. 588-596, 2004.

HUSTEDT, F. **Die Kieselalgen**. Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen ander Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geest e Portig K-G. 1930. 920 p. (L.Rabenhorst, Kryptogamen-Flora an Deustschland, Österreich und der Schweiz, v. 7, a. 1)

HUSTEDT, F. **Die Kieselalgen**. Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen ander Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft. 1959. 845 p. (Kryptogamen-Flora von Deustschland, Österreich und der Schwiz. V.7, pt. 2, n. 1-6).

HUSTEDT, F. **Die Kieselalgen**. Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geest e Portig K-G. 1961-1966. 920 p. (L. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora von Deustschland, Österreich und der Schwiz, v. 7, pt. 3, n. 1-4).

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DE PERNAMBUCO (CONDEPE). **Caracterização do complexo estuarino-lagunar da área de Suape (Pernambuco-Brasil): síntese ecológica**, Recife, v. 1, 1983.

KAMPEL, M. **Estimativa da produção primária e biomassa fitoplanctônica através de sensoriamento remoto da cor do oceano e dados *in situ* na costa sudeste brasileira**. 2003.

279 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

KEITH, D. J.; YODER, J. A.; FREEMAN, S. A. Spatial and temporal distribution of coloured dissolved organic matter (CDOM) in Narragansett Bay, Rhode Island: Implications for phytoplankton in coastal waters. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, p. 705-717, 2002.

KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo da limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1990, 329p.

KLEPPEL, G. S. The State of Florida's estuaries and future needs in estuarine research. **Technical Paper**, Gainesville, v. 85, p. 43-51, 1996.

KOENING, M. L. **Biomassa e fracionamento de fitoplâncton em viveiros de cultivo de peixes na ilha de Itamaracá (Pernambuco – Brasil)** Recife, 1983. 139 f. Dissertação (Mestrado em Criptógamos)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1983.

KOENING, M. L. Phytoplankton biomass in fish culture ponds at Itamaracá Island (Pernambuco, Brazil). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 30, n. 3, p. 437-454, 1987.

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

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E. Biomassa e fracionamento do fitoplâncton em viveiros fertilizados. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 34, n. 7, p. 572-573, 1982. Suplemento.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E. Metodologia empregada no estudo do fitoplâncton em viveiros estuarinos. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 1984, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: INEM, 1984. não paginado.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E. Biomassa e Fracionamento do Fitoplâncton no Estuário do Rio Timbó. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 20, p. 53-76, 1987/89.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.. Aspectos quantitativos do fitoplâncton na área estuarina de Suape (Pernambuco). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4., 1990, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 1991. p. 55-60.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; CARVALHO, F. A. T. Análise ecológica da diatomoflora do estuário do rio Ipojuca. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico**, Recife, v. 24, p. 61-77, 1996.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; FEITOSA, F. A. Biomassa fitoplanctônica da bacia do Pina (PE). In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTANICA, 1990, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1990. p. 27.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACEDO, S. J. Size fractionation of phytoplankton in tropical ecosystem. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 28, n. 3, p. 371-385, 1985.

- KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; MACEDO, S. J. Impactos da construção do Porto de Suape sobre a comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Ipojuca (Pernambuco – Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 407-420, 2002.
- KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; MACEDO, S. J. Impacts of the construction of the Port of Suape on the phytoplankton community in the Ipojuca river estuary. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46, n.1, p. 73-81, 2003.
- KOENING, M. L.; MACEDO, S. J. Hydrology and Phytoplankton Community Structure at Itamaracá-Pernambuco (Northeast Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 42, n. 4, p. 381-392, 1999.
- KOENING, M. L.; MACEDO, S. J.; COSTA, R. A. M. Estudo quantitativo do fitoplâncton do estuário do rio Massangana – Suape – PE. In: REUNÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 19, 1995. Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1995a. P. 131.
- KOENING, M. L.; MACEDO, S. J.; TRAVASSOS, P. E. P. F. Composição fitoplanctônica do estuário do rio Capibaribe-Recife-PE. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA UFPE, 1, 1994, Recife. **Resumos...** Recife: CIMA, 1994, p. 9.
- KOENING, M. L.; MACEDO, S. J. TRAVASSOS, P. E. P. F.; PASSAVANTE, J. Z. O. Biomassa fitoplanctônica no estuário do rio Capibaribe (Recife – Pernambuco – Brasil). **Arquivo Biológico Tecnológico**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 1071-1083, 1995b.
- LACERDA, S. R. **Variação diurna e sazonal do fitoplâncton no estuário do rio Paripe (Itamaracá – Pernambuco – Brasil)**. 1994. 146 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1994.
- LACERDA, S. R. **Série temporal do fitoplâncton no estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco – Brasil)**. 2004. 244 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.
- LACERDA, S. R.; ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L. Variação diurna e sazonal da composição fitoplanctônica no estuário do rio Paripe (Itamaracá – PE). In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA UFPE, 1994, Recife. **Resumos...** Recife: CIMA, 1994. p. 38.
- LACERDA, S. R.; ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L. Composição e variação da flora das diatomáceas do estuário do rio Paripe (Itamaracá-Pernambuco-Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife: v 26, n.2, p.19-30, 1998.
- LACERDA, S. R.; ESKINAZI LEÇA, E.; KOENING, M. L. ; SILVA-CUNHA, M. G. G. Adições a diatomoflora planctônica do estado de Pernambuco. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTANICA, 19., 1995, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1995. p. 127.
- LACERDA, S. R.; KOENING, M. L. Fitoplâncton de áreas de manguezais na região de Itamaracá – PE. In: SIMPOSIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA E TECNOLÓGICA EM PERNAMBUCO, 1989, Recife. **Anais...** Recife: EdUFPE, 1989. p. 117.
- LACERDA, S. R.; KOENING. M. L; ESKINAZI-LEÇA, E. Variação diurna da densidade

- fitoplanctônica no estuário do rio Paripe (Itamaracá – PE). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 45., 1993, Recife. **Anais...** Recife: EdUFPE, 1993. p. 684.
- LACERDA, S. R.; KOENING, M. L.; MARANHÃO, G. M. B. Variação anual do microfitoplâncton no estuário do rio Paripe (Itamaracá – PE). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4., 1990, Recife. **Programas e resumos...** Recife: EdUFPE, 1990. p. 59.
- LACERDA, S. R.; KOENING, M. L.; NEUMANNLEITÃO, S.; MONTES, M. J. F. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá-Pernambuco-Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 64, n. 1, p. 81-94, 2004.
- LANDINGHAM, S. L. Van **Catalogue of the fossil and the recent genera and Species of diatoms and their synonyms**. Lehre: J. Cramer, 1967-1979, v. 8.
- 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. **Sarcia**, Oslo, v. 77, p. 173-187, 1992.
- LEÃO, B. M. **Biomassa, taxonomia e ecologia do fitoplâncton do estuário do rio Igarassu (Pernambuco, Brasil)**. Recife: 2004, 71f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal – Universidade Federal de Pernambuco, 2004.
- 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 Brasilica**, São Paulo, v. 22, p. 711-722, 2008.
- LICEA, L.; MORENO, J. L.; SANTOYO, H.; FIGUEROA, G. **Dinoflagelados del Golfo de California**. Baja California: Universidad Autonoma de Baja Califórnia Sur, 1995. 155 p.
- LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitárias de a fitocenosis planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de a zona central de Chile. **Revista Biología Marina**, Valparaiso, n. 22, p. 1-29, 1986.
- LOSADA, A. P. M.; FEITOSA, F. A. N.; LINS, I. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba (Tamandaré-PE) relacionada com parâmetros hidrológicos. **Tropical Oceanography**, Recife: v. 31, n. 1, p. 1-26, 2003.
- MACEDO, S. J.; COSTA, K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá Pernambuco – Brasil, condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, n. 7, 368 p. 1978.
- MACEDO, S. J.; FLORES MONTES, M. J.; IARA, C. L. **Características abióticas da área**. In: BARROS, H. ; LEÇA, Enide Eskinazi ; MACEDO, S. J. ; LIMA, T. Gerenciamento participativo de estuários e manguezais. Recife: EdUFPE, 2000. p. 7-25.
- MACÊDO, S. J.; KOENING, M. L. Variação diária das condições hidrológicas e biomassa fitoplanctônica em viveiros fertilizados de cultivo de peixes. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 35, n. 7, p. 515, 1983.
- MACÊDO, S. J.; KOENING, M. L. Daily variation of the hydrological parameters and

phytoplanktonic biomass in fertilized fishculture ponds (Itamaracá – Pernambuco – Brazil). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 35, n. 3, p. 595-608, 1992.

MACÊDO, S. J.; KOENING, M. L.; VASCONCELOS-FILHO, A. L. Aspectos hidrológicos e fitoplanctônicos em viveiros estuarinos (Itamaracá – Pernambuco – Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 20, p. 99-124, 1987/89.

MACEDO, S. J.; MUNIZ, K.; FLORES MONTES, M. J. **Hidrologia da região costeira e plataforma continental do Estado de Pernambuco**. In: Eskinazi Leça, E.; Neumann Leitão, S.; Costa, M. F. (Org.). *Oceanografia: um cenário tropical*. Recife: Bagaço, 2004. p. 255-286.

MACEDO, S. J. ; NEUMAN-LEITÃO, S.; KOENING, M. L.; ARAUJO FILHO, M.; SCHWANBORN, R.; FEITOSA, F. A. N. ; COSTA, K. M. P.; LACERDA, S. R.; MONTES, M. J. F. Status of the Barra das Jangadas estuary (Northeastern Brazil): na ecological approach. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 81, p. 709-719, 2005.

MAIA, P. R. **Composição e densidade fitoplanctônica na bacia do Pina, Recife, PE**. Recife, 1995. 135 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1995.

MAIA, P. R.; KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E. Densidade fitoplanctônica na bacia do Pina (Recife – PE). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 45., 1993, Recife. **Anais...** Recife: EdUFPE, 1993. p. 683.

MAIA, P. R.; KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E. Composição do microfitoplâncton da bacia do Pina, Recife – PE. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS, Recife, 1994. **Resumos...** Recife: CIMA, 1994. p.8.

MAIA, P. R.; KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; Variação anual da flora das diatomáceas da bacia do Pina. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 19., 1995, Recife. **Resumos...** Recife; Sociedade Botânica do Brasil, 1995. p. 127-128.

MAIA, P. R.; MARANHÃO, G. M. B.; KOENING, G. M. L. Microfitoplâncton da região estuarina de Suape – PE. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO, 1989, Recife, **Resumos...** Recife: EdUFPE, 1989. p. 65.

MARGALEF, R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In: Buzzati-Traverso, A. A. (ed.), **Perspectives in Marine Biology**. Berkeley: Universidade California Press, p. 323-349, 1958.

MARGALEF, R. Diversity. In: SOURNIA, A. (ed.). **Phytoplankton manual**. Paris: UNESCO, 1978. p. 25-260.

MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La Metodologia para el Estudio de la Vegetacion. **Collection de Monografias Cientificas**, [s.l.], n.22, 1982, 168 p.

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**, São Paulo, v.1, n. 1, p. 59-69, 2008.

MELLO, M. V. L. **Parâmetros hidrológicos correlacionados com a biomassa e composição fitoplanctônica na região costeira adjacente à desembocadura do rio**

- Sirinhaém (Pernambuco-Brasil)**. Recife, 2009. 124 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.
- MELO-MAGALHÃES, E. M.; KOENING, M. L.; SANT'ANNA, C. L. Fitoplâncton e variáveis ambientais nos canais do sistema estuarino lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 73-86, 2004.
- MELO, U.; SUMMERHAYES, C. P.; TORNER, L. G. Metodologia para o estudo do material em suspensão na água do mar. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 18, n.3/4, p. 115-127, 1975.
- MILLÁN-NÚÑEZ, E; ORTIZ CORTÉZ, F. J.; ALVAREZ BORREGO, S. Variabilidad temporal y espacial de nutrientes y fitoplancton en una Laguna Costera, a finales de verano. **Ciências Marinas**, México, v.7, n. 1, p. 103-128, 1981.
- MIRANDA, B. M.; CASTRO, B. M.; KJERFEVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: EdUSP, 2002. 411 p.
- MIZUNO, T. **Illustrations of freshwater plankton of Japan**. Higashiku: Hoikusha, 1968. 351 p.
- MONTONE, R. C. **Fundamentos de Oceanografia Química: ciclo do carbono**. São Paulo: LabQOM/IO-USP, 2008. p. 1-12. Disponível em: <[www.labqom.io.usp.br/downloads/IOF-212/ciclo\\_carbono\[1\].pdf](http://www.labqom.io.usp.br/downloads/IOF-212/ciclo_carbono[1].pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2009.
- MOREIRA, M. O. P. **Produção fitoplanctônica em um ecossistema estuarino tropical (estuário do rio Cocó, Fortaleza, Ceará)**. 1994. 338 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- MOREIRA FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. M. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Crysophyta, Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Alagoas, Brasil. **Biologica Brasilica**, Recife, v. 6, n. ½, p. 87-110, 1994/1995.
- MOREIRA FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. T.; 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**, Recife: v.27, n.1, p. 55-90, 1999.
- 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.
- MORENO-RUIZ, J. L.; TAPIA-GARCÍA, M., GONZÁLEZ-MACIAS M. C.; FIGUEROA-TORRES, M. G. Fitoplancton in the Tehuantepec, Oaxaca, México y algunas relaciones biogeográficas. **Revista de Biología Tropical**, Costa Rica, v. 56, n.1, p.27-54, 2008.
- MOSER, G. A. O.; GIANESELLA-GALVÃO, S. M. F. Biological and oceanographic upwelling indicators at Cabo Frio (RJ). **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 45, n. 1/2,

p.11-23, 1998.

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

MOURA, R. T.; PASSAVANTE, J. Z. O. Incubadora para determinação de produção primária do fitoplâncton, fitobentos e perifiton em ambientes aquáticos. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 22, p. 117-130. 1991/93.

MOURA, A. N.; PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Biomassa das algas perifíticas em substrato artificial nos estuários dos rios Paripe e Igarassu, Ilha de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 23, p. 17-23, 1995.

MULLER-MELCHERS, F. C.; FERRANDO, H. J. Técnicas para el estudio de las diatomeas. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v.7, n ½, p. 151-160, 1956.

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

NASCIMENTO, F. C. R.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Variação espacial e temporal da produção fitoplanctônica fracionada na bacia do Pina relacionada com parâmetros hidrológicos (Recife – Pernambuco – Brasil). In: SEMANA NACIONAL DA OCEANOGRAFIA, 12., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n.], 1999. p. 307-309.

NASCIMENTO, F. C. R.; MUNIZ, K.; FEITOSA, F. A. N.; ARAUJO, J. P.; SILVA, R. M. S.; SILVA, G. S.; FLORES-MONTES, M. J. Disponibilidade nutricional da bacia do Pina e rio Tijipió (Recife – PE – Brasil) em relação aos nutrientes e biomassa primária (Setembro/2000). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 30, p. 1-21, 2002.

NASCIMENTO, F. C. R.; MUNIZ, K.; FEITOSA, F. A. N.; ARAÚJO, J. P.; SILVA, R. M. S.; SÔNIA DA SILVA, G.; FLORES MONTES, M. J. Disponibilidade Nutricional da bacia do Pina e rio Tejiipió (Recife, Pernambuco, Brasil) em relação aos nutrientes e biomassa primária (Setembro/2000). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 31, n. 2, p. 149-169, 2003.

NEWELL, G. H.; NEWELL, R. **Marine plankton: a practical guide.** London: Hutchinson Educat, 1963. 221 p.

NORIEGA, C. D.; COSTA, K. M. P.; FEITOSA, F. A. N. FLORES MONTES, M. J.; GREGO, C. K. S.; SOARES, G. S.; SILVA, H. P. Distribuição espacial da biomassa fitoplanctônica e sua relação com os sais nutrientes, no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Pernambuco – Brasil). **Arquivos de Ciência do Mar**, Fortaleza, v. 38, p. 5-18, 2005.

ODEBRECHT, C. Variações espaciais e sazonais do fitoplâncton, protozooplâncton e metazooplâncton na Lagoa da Conceição, ilha de Santa Catarina, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 10, n. 20, p. 20-40, 1998.

OLIVEIRA, D. B. F. **Produção primaria do fitoplâncton no estuário do rio Potengi (Natal**

– RN). 1985. 168 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1985.

OLIVEIRA, D. B. F.; PASSAVANTE, J. Z. O. Biomassa primária do fitoplâncton do estuário do rio Potengi (Natal- Brasil). **Gayana Botânica**, Curitiba, v. 45, n. 1-4, p. 235-240. 1988.

OTTMANN, F.; OKUDA, T.; CAVALCANTI, L. B.; SILVA, O. C.; ARAÚJO, J. V. A.; COELHO, P. A.; PARANAGUÁ, M. N.; ESKINAZI, E. Estudo da Barra das Jangadas Parte V – Efeitos da poluição sobre a ecologia do estuário. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico**, Recife, v. 7/8, p. 7-16, 1967.

PADISAK, J.; REYNOLDS, C. S. & SOMMER, U. **Intermediatic Disturbance Hypothesis in Phytoplankton Ecology**. Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers, 1993. (Developments in Hydrobiology 81) (Reimpresso de Hydrobiologia 249.)

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 do Pará Emílio Goeldi e Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 2, p. 133-146, 2006.

PALTER, J.; COTO, S. L.; BALLESTERO, D. The distribution of nutrients, dissolved oxygen and chlorophyll *a* in the upper Gulf of Nicoya, Costa Rica, a tropical estuary. **Revista de Biología Tropical. International journal of Tropical Biology and Conservation**, Costa Rica, v. 55, n. 2, p. 427-436, 2007.

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

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

PASSAVANTE, J. Z. O. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. XXVI. Biomassa do nano e microfitoplâncton do canal de Santa Cruz. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 16, p. 105-156, 1981.

PASSAVANTE, J. Z. O. Production of phytoplankton in Santa Cruz Channel (Brazil). **Bulletin of Marine Science**, Coral Gables, Fla., v. 37, n. 2, p. 774, 1985.

PASSAVANTE, J. Z. O. Primary production of phytoplankton from Santa Cruz Channel (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 20, p. 155-172, 1987/1989.

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Produção primária do fitoplâncton em viveiros de cultivo de peixes (Itamaracá – PE). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 21, p. 47-58, 1990.

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Variação sazonal da biomassa fitoplanctônica e hidrologia do estuário do rio Botafogo (Itamaracá – Pernambuco – Brasil). In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE FICOLOGIA, 3, REUNION IBEROAMERICANO DE FICOLOGIA, 1, CONGRESSO MEXICANO DE FICOLOGIA, 1, 1993, México. D. F. **Resúmenes...** México D. F.: Sociedade Ficológica da América latina y el Caribe: Sociedade

Ficológica do México: Sociedade Española de Ficologia, 1993. p. 123.

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. (Org.). Oceanografia: um cenário tropical. Recife: Bagaço, 2004. p. 425-439.

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 Científico**, Tamandaré, v. 11., p. p. 1-25, 2003.

PASSAVANTE, J. Z. de O.; KOENING, M. L. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. XXVI. Clorofila a e material em suspensão no estuário do rio Botafogo. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 18, p. 207-230, 1984.

PERAGALLO, H.; PERAGALLO, M. **Diatomacées marines de France et ês districtes maritimes voisins**. Amsterdam: Asher, 1897-1908, v., 540 p.

PERAGALLO, H.; PERAGALLO, M. **Diatomacées marines de France et ês districtes maritimes voisins**. Amsterdam: Asher, 1897-1908, v. 2, 137 p.

PEREIRA FILHO, J.; ACHETTINI, C. A. F.; RÖRIG, L.; SIEGLE, E. Intratidal variation and net transport of dissolved inorganic nutrients, POC and chlorophyll *a* in the Camboriú river estuary, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 53, p. 249-257, 2001.

PEREIRA FILHO, J.; SPILLERE, L. C.; SCHETTINI. Dinâmica de nutrientes na região portuária do estuário do rio Itajaí-Açu, SC. **Atlântica**, Rio Grande, v. 25, n.1, p. 11-20, 2003.

PERISSINOTO, R.; NOZAI S.; KIBIRIGE, I. Spatio-temporal Dynamics of Phytoplankton and Microphytobenthos in a South African Temporarily-open Estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v.55, p. 47-58, 2002.

PHLIPS, E. J.; BADYLAK, S.; GROSSKOPF, T. Factors affecting the abundance of phytoplankton in a restricted subtropical lagoon, the Indian river lagoon, Florida, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 55, p. 385-402. 2002.

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

PINHEIRO, R. V. L.; FARIAS JÚNIOR, L. E. C. Processos Sedimentares do estuário Guajará (PA). In: CONGRESSO DA ABEQUA, 1987, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EdSBG, 1987. p.119-133.

PREGO, R.; BAO, R.; HOWLAND, R. The biogeochemical cycling of dissolved silicate in a Galician Ria. **Ophelia**, Helsingor, v. 42, p.301-318, 1995.

PRESCOTT, G. W. **Algae of the Western great lakes area**. 6. ed., Cranbrook Institute of Science, 1975. 977 p.

PULZ, O.; GROSS, W. Valuable products from biotechnology of microalgae. **Applied Microbiology Biotechnology**, v.65, p. 635-648, 2004.

QUINLAN E. L.; PHLIPS, 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.

RAVEN, J.A. Limits to growth. In: BOROWITZKA, M.A.; BOROWITZKA, L.J. (Ed.). **Micro-algal biotechnology**. Cambridge: Cambridge University, 1988. p. 331-356.

RAVEN, P. H.; RAY, F.; EVERT, S. E.; EICHHORN, E. **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

RICARD, M. **Atlas du Phytoplancton Marin**. Diatomophycées. Paris: Centro National Recherche Scientifique, 1987, 296 p.

ROHLF, F. J.; FISHER, D. L. Test for hierarchical structure in random data sets. **Systematical Zoology**, v. 17, p. 107-112, 1968.

ROSEVEL DA SILVA, M. **Variação espacial e temporal da comunidade microfitoplanctônica em ecossistemas costeiros localizados no litoral sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil**. 2005, 147 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

ROSEVEL DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A. N. Diversidade e riqueza das espécies da flora planctônica na baía de Tamandaré, litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Arquivo do Instituto de Biológico**, São Paulo, v. 71, n.1, p. 1-5, 2004.

ROSEVEL DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Estrutura da comunidade fitoplanctônica na baía de Tamandaré (Pernambuco, nordeste do Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 2, p. 157-175, 2005.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The Diatoms Biology e Morfology of the Genera**. Cambridge: University Press, 1990. 747 p.

SANTOS, E. D.; ABREU, P.C.; THOMPSON, F.L.; HICKENBICK, G.R.; ALMEIDA, M.T.A.; BAUMGARTEN, M.G. Poluição orgânica e condições sanitárias das águas próximas à cidade do Rio Grande – RS, Brasil (verão de 1996). **Atlântica**, v. 19, p.5-18, 1997.

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

SANTOS-FERNANDES, T. L.; PASSAVANTE, J. Z. O.; KOENING, M. L.; MACÊDO, S. J. Fitoplâncton do estuário do rio Jaguaribe (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): Biomassa. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 26, n. 2, p. 1-18, 1998.

SANTOS-FERNANDES, T. L. S.; PASSAVANTE, J. Z. O.; KOENING, M. L.; MACÊDO, S. J.; LINS, I. C. Fitoplâncton do estuário do rio Jaguaribe, (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): Produção e hidrologia. **Revista de Ecologia Aquática Tropical**, Natal, v. 10, p.1- 45, 2000.

SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. (Org.). **Geo Brasil 2002: Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**, Brasília: IBAMA, 2002, 440p.

SATÔ, S.; PARANAGUÁ, M. N.; ESKINAZI, E. On the Mechanism of Red Tide of

*Trichodesmium* in Recife Northeastern Brazil, with Some Considerations of the Relation to the Human Disease "Tamandaré Fever". **Trabalhos do Instituto Oceanográfico**. Recife, v. 5 – 6, 1963/64. p. 7 – 50.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **The Bell System Technical Journal**, Illinois, v. 27, p. 379-423, 1948.

SILVA-CUNHA, M. G. G. **Estrutura e dinâmica da flora planctônica no canal de Santa Cruz – Itamaracá – Pernambuco – Nordeste do Brasil**. 2001. 246 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E.; ALMEIDA, C. D. P. Taxonomia e Ecologia do Microfitoplâncton do estuário do rio Timbó. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 20, p. 35-52, 1987/89.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco**. Recife: SUDENE, 1990. 318 p.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A. N.; ALMEIDA, C. D. A. Diatomáceas da bacia do Pina (PE). In: REUNIÃO NORDESTINA DA BOTÂNICA, 14., 1990, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Nordestina de Botânica, 1990. p. 28.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN LEITÃO, S. ; FLORES MONTES, M. J. Efeito da salinidade na estrutura de populações de microalgas planctônicas em ecossistema estuarino de Pernambuco – Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 1-5, 2004

SILVA, I. G. **Variação sazonal e espacial da produção, biomassa e densidade fitoplancônica no estuário do rio Paripe (Itamaracá – Pernambuco – Brasil)**. 1992. 153 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, I. G.; KOENING, M. L. Variação sazonal e espacial da densidade fitoplancônica no estuário do rio Paripe – Itamaracá – Pernambuco- Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 45., 1993, Recife. **Anais...** Recife: SBPC, 1993. p. 685.

SILVA, I. G.; KOENING, M. L.; PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Variação sazonal diurna da clorofila a e feopigmentos no estuário do rio Paripe (Itamaracá – PE). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4., 1990, Recife. **Programa e resumos...** Recife: EdUFPE, 1990. p. 46.

SILVA, J. V. **Produção primária do fitoplâncton do estuário do rio Timbó (Paulista-PE)**. Recife, PE: 1989. 83 f. Dissertação (Mestrado em Criptógamos) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, 1989

SMAYDA, T. J. Biogeographical studies of marine phytoplankton. **Oikos**, Copenhagen, v. 9, n.2, p.158 - 191. 1958.

SMAYDA, T. J. The phytoplankton of estuaries. In: KETCHUM, B. H. (Ed.) **Estuaries and enclosed seas – Ecosystems of the world**. Amsterdam: ELSEVIER, 1983. v. 25, p. 65-102,

1983.

SMETACEK, V. S. Plankton characteristics. In: H. Postma e J.J. Zijlstra (eds.). **Ecosystems of the world: continental shelveers**. Amsterdam: Elsevier, 1988. p. 93-130.

SMITH, V. H. Using primary productivity as an index of coastal eutrophication: the units of measurement matter. **Journal of Plankton Research**, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2007.

SNOW, G. C.; ADAMS J. B.; BATE G. C. Effect of river flow on estuarine microalgal biomass and distribution. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 51, p. 255-266, 2000.

SOURNIA, A. Le genre *Ceratium* (Peridinien Planctonique) dans le Canal Mozambique. Contribution a une révision mondiale. **Vie Milleu**, Paris, Ser. A., n° 2/3, p. 375-499, 1967.

SOURNIA, A. **Atlas du phytoplancton marin**: introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, 1986. 220 p. V. 1.

SOUSA, E. B.; COSTA, V. B.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Microfitoplâncton de águas costeiras amazônicas: ilha Canela (Bragança, PA, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 626-636, 2008.

SOUZA, G. S.; COCENTINO, A. L. M. Macroalgas como Indicadoras da Qualidade Ambiental da praia de Piedade PE. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 32, p. 1-22, 2004.

SOUZA, M. F. L., COUTO, E. C. G. Short-term changes and longitudinal distribution of carbon metabolism in the Piauí River Estuary (Sergipe, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, n.02, p.195-202. 1999.

SOUZA E SILVA, E. O microplâncton de superfície nos meses de setembro e outubro na Estação Inhaca (Moçambique). Lisboa: **Memórias da Junta de Investigação Ultramar**. 2ª série. N. 18, 1960, 56 p.

STAATS, N.; DECKERE, E.; KORNMAN, B.; LEE, W. van der; TERMAAT, R; TERWINDT, J.; WINDER, B. Observations on suspended particulate matter (SPM) and microalgae in the Dollard estuary, the Netherlands: importance of late winter ice cover of the intertidal flats. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 53, p.297-306, 2001.

STEEMANN-NIELSEN, E. The use of radio-active carbon ( $^{14}\text{C}$ ) for measuring organic production in the sea. **Journal du Conseil Permanent International Pour L'Exploration de le Mer**, Copenhage, v. 18, n. 2, p. 117-140, 1952.

STEIDINGER, K. A.; TANGEN, K. Dinoflagellates. In: TOMAS, C. R. **Identifying marine phytoplankton** .San Diego: Academic Press, 1997. 387-589 p.

STEVENSON, R. J.; SMOL, J. P. 2003. Use of algae in environmental assessments. In: WEHR, J. D.; SHEATH, R. G. (eds.). **Freshwater Algae in North America**: Classification and Ecology, San Diego, Academic Press, 2003, p. 775-804.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. 2 Ed.

**Bulletin Fisheries Research board of Canada**, Ottawa, n. 167, p. 1 – 211, 1972.

SUDENE. **Região do Nordeste do Brasil: Sirinhaém** (1:25000). **Mapa** : s.n., 1974, (folha SC.25-V-A-V-2-NE; SC.25-VA-VI-1-NO).

TEIXEIRA, C. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 22, p. 59-92, 1973.

TENENBAUM, D. R. **O fitoplâncton numa região tropical costeira impactada pelo efluente de uma fábrica de celulose (Espírito Santo, Brasil)**. 1995. 243 f. Tese (Doutorado em Ciências biológicas) Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 1995.

TOMAS, C. R. **Marine Phytoplankton: a guide to naked flagellates and coccolithophorids**. London: Academic Press Limited, 1993. 262 p.

TOMASELLI, L. The microalgal cell. In: RICHMOND, A. (Ed). **Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology**. Oxford: Blackwell Science, 2004. p.3-19.

TORGAN, L. C.; BIANCAMANO, M. I. Catálogo das Diatomáceas (Bacillariophyceae) referidas para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil, no período de 1973 a 1990. **Caderno Pesquisa, Série Botânica**, Santa Cruz do Sul, v. 3, n. 1, p. 1-201, 1991.

TRAVASSOS, P. E. P. F. **Hidrologia e biomassa do fitoplâncton no estuário do rio Capibaribe, Recife-Pernambuco**. 1991. 288 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1991.

TRAVASSOS, P. E. P. F.; MACÊDO, S. J.; KOENING, M. L. Biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Capibaribe – Recife – PE. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA UFPE, 1994, Recife. **Resumos...** Recife: CIMA, 1994. p. 6.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Produção orgânica em ecossistemas aquáticos. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, n. 8, p. 861-867, 1976.

UNCLES, R.J.; HOWLAND, R.J.M.; EASTON, A.E.; GRIFFITHS, M.L.; HARRIS, C.; KING, R.S.; MORRIS, A.W.; PLUMMER, D.H.; WOODWARD, E.M.S. Concentrations of dissolved nutrients in tidal Yorkshire Ouse river and Humber estuary. **Science of the Total Environment**, v. 210-211, p. 377-388, 1998.

UNESCO. **Determination of photosynthetic pigments in sea waters**. Report of SCOR/UNESCO working group 17 with meet from 4 to 6 June 1964, Paris: s.n., 1966. 69 p. (Monographys on Oceanology Methodology).

UNESCO. **International Oceanographic Table**. Wormly: UNESCO, 1973. 141 p. v. 2.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 177 p.

VALENTIN, J. L.; MACÊDO-SAIDAH, F. E.; TENENBAUM, D. R.; SEIVA, N. L. A. Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicação ao Ecossistema de ressurgência de Cabo Frio (RJ). **Nerítica**, Pontal do Sul, v. 6, n. ½, p. 7-26, 1991.

VARELA, M.; PREGO, R. Hydrography and phytoplankton in an isolated and non-pristine

ria area: the A Coruña Harbour (NW Spain). **Acta Oecologica**, v. 24, p. 113-124, 2003.

VOLLENWEIDER, R. A.; TALLING, J. T.; WESTLAKE, D.F. 1974. **A manual an method for measuring primary production in aquatic environment**. 2 ed. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1974. 225 p.

WASMUND, N.; ZALEWKI, M.; BUSCH, M. Phytoplankton in the large river plumes in the Baltic Seas. **Journal of Marine Science**, Oxford, n. 56, p. 23-32, 1999.

WATANABE, S. **Glossário de ecologia**. 2 ed. São Paulo: ACIESP, 1997. 352 p.

WOOD. E. J. F. **Dinoflagellates of the Caribbean Sea and adjacents areas**. Flórida: University of Miami Press, 1968. 143 p.

WU, J. T.; CHOU, T. L. Silicate as the limiting nutrient for phytoplankton in a subtropical eutrophic estuary of Taiwan. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, London, v. 58, p.155–162, 2003.

YAMAMOTO, T.; HATTA, G. Pulsed nutrient supply as a factor inducing phytoplankton diversity. **Ecological Modelling**, Towson, v.171, p. 247–270, 2004.

# **ANEXO**

**Anexo A.** Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) registrada na estação Meteorológica de Porto de Galinhas (Ipojuca – Pernambuco) durante os anos de 1991 a 2006.

<b>Ano</b> <b>Mês</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>MÉDIA</b>
<b>Janeiro</b>	-	141,3	20,1	140,5	19,8	94,2	19,9	42,8	33,6	193,4	48,8	164,0	64,0	208,0	11,0	22,00	82,0
<b>Fevereiro</b>	7,4	212,1	25,9	96,2	18,1	38,8	88,2	20,3	27,3	83,4	38,7	219,8	188,0	321,0	68,0	55,0	94,0
<b>Março</b>	153,3	277,5	119,9	132,4	237,6	209,5	175,5	113,9	110,7	115,1	177,0	237,7	257,0	215,0	25,0	84,0	165,0
<b>Abril</b>	224,3	242,1	179,4	199,8	169,4	394,2	446,9	83,3	5,6	452,9	149,9	125,5	110,0	200,0	110,0	209,0	206,0
<b>Mai</b>	479,4	87,8	157,0	523,2	435,7	160,3	397,7	56,2	135,8	134,3	9,6	192,8	114,0	245,0	426,0	411,0	248,0
<b>Junho</b>	211,0	401,8	203,4	509,8	500,2	262,7	161,9	136,1	121,3	689,8	380,6	446,7	365,0	495,0	464,0	415,0	360,0
<b>Julho</b>	296,1	226,7	169,6	321,3	323,3	318,4	168,6	162,2	173,6	635,0	218,9	175,5	175,0	297,0	118,0	172,0	247,0
<b>Agosto</b>	199,0	147,9	94,3	143,5	71,2	199,7	113,2	212,2	91,4	35,0	136,3	161,5	128,0	187,0	208,0	141,0	142,0
<b>Setembro</b>	35,2	149,2	24,0	200,2	18,3	153,9	16,7	32,7	28,0	207,0	22,6	26,0	97,0	85,0	18,0	45,0	72,0
<b>Outubro</b>	113,3	35,6	37,2	31,6	9,8	49,1	35,5	31,9	91,4	18,6	80,0	40,8	61,0	6,0	49,0	4,0	43,0
<b>Novembro</b>	10,9	45,6	45,0	17,3	107,9	59,9	85,4	9,9	26,8	15,2	28,7	65,0	9,0	19,0	9,0	28,0	36,0
<b>Dezembro</b>	2,3	11,5	46,8	22,8	0,7	26,2	94,4	16,2	71,7	83,6	28,4	20,0	47,0	8,0	171,0	53,0	44,0
<b>TOTAL</b>	<b>1.732,2</b>	<b>1.979,1</b>	<b>1.122,6</b>	<b>2.338,6</b>	<b>1.912,0</b>	<b>1.966,9</b>	<b>1.803,9</b>	<b>917,7</b>	<b>917,2</b>	<b>2.663,3</b>	<b>1.319,5</b>	<b>1.875,3</b>	<b>1.615,0</b>	<b>2.286,0</b>	<b>1.677,0</b>	<b>1.639,0</b>	<b>1.735,0</b>

# APÊNDICES

**Apêndice A.** Variação sazonal da biomassa fitoplanctônica ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) nos pontos de coleta, no estuário do rio Sirinhaém-PE, durante a baixa-mar e preamar.

MESES/ANO	BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA					
	( $\text{mg.m}^{-3}$ )					
	Ponto de Coleta 1		Ponto de Coleta 2		Ponto de Coleta 3	
	Baixa-mar	Preamar	Baixa-mar	Preamar	Baixa-mar	Preamar
Julho/2005	56.58	39.05	39.23	20.39	20.39	39.05
Agosto/2005	25.24	15.16	20.84	35.05	35.05	15.16
Setembro/2005	3.39	1.10	11.12	9.12	9.12	1.10
Outubro/2005	0.87	0.62	0.46	0.62	0.62	0.62
Novembro/2005	5.48	5.39	2.07	4.25	4.25	5.39
Dezembro/2005	2.08	0.41	1.44	0.87	0.87	0.41
Janeiro/2006	2.71	6.35	3.37	5.23	5.23	6.35
Fevereiro/2006	11.20	10.31	12.35	10.00	10.00	10.31
Março/2006	10.92	4.42	12.59	6.37	6.37	4.42
Abril/2006	11.06	6.80	15.37	3.77	3.77	6.80
Mai/2006	45.70	10.84	18.74	7.73	7.73	10.84
Junho/2006	9.58	6.47	11.29	8.32	8.32	6.47
<b>Média</b>	<b>15.40</b>	<b>8.91</b>	<b>12.41</b>	<b>5.51</b>	<b>9.31</b>	<b>5.12</b>

**Apêndice B.** Variação sazonal da Produção fitoplanctônica ( $\text{mgC.m}^{-3}.\text{h}^{-1}$ ) nos pontos de coleta, no estuário do rio Sirinhaém-PE, durante a baixa-mar e preamar.

MESES/ANO	PRODUÇÃO FITOPLANCTÔNICA ( $\text{mgC.m}^{-3}.\text{h}^{-1}$ )		
	Ponto de Coleta 1	Ponto de Coleta 2	Ponto de Coleta 3
	Baixa-mar	Baixa-mar	Baixa-mar
Julho/2005	15.55	9.18	10.17
Agosto/2005	34.38	16.09	20.04
Setembro/2005	32.76	33.35	25.71
Outubro/2005	16.58	8.14	3.25
Novembro/2005	23.96	22.53	6.51
Dezembro/2005	41.28	22.22	8.02
Janeiro/2006	30.43	35.08	20.71
Fevereiro/2006	191.69	140.17	23.74
Março/2006	120.30	147.47	94.36
Abril/2006	12.86	16.11	5.11
Mai/2006	6.17	5.82	5.15
Junho/2006	8.42	9.69	10.93
<b>Média</b>	<b>44.53</b>	<b>38.82</b>	<b>19.48</b>

**Apêndice C.** Variação sazonal da taxa de assimilação nos pontos de coleta, no estuário do rio Sirinhaém-PE, durante a baixa-mar e preamar.

MESES/ANO	TAXA DE ASSIMILAÇÃO DO FITOPLÂNCTON		
	Ponto de Coleta 1	Ponto de Coleta 2	Ponto de Coleta 3
	Baixa-mar	Baixa-mar	Baixa-mar
Julho/2005	0.27	0.23	0.50
Agosto/2005	1.36	0.77	0.57
Setembro/2005	9.65	3.00	2.82
Outubro/2005	19.06	17.54	5.23
Novembro/2005	4.37	10.91	1.53
Dezembro/2005	19.85	15.45	9.22
Janeiro/2006	11.22	10.40	3.96
Fevereiro/2006	17.12	11.35	2.37
Março/2006	11.01	11.71	14.81
Abril/2006	1.16	1.05	1.36
Mai/2006	0.14	0.31	0.67
Junho/2006	0.88	0.86	1.31
<b>Média</b>	8.01	6.96	3.70

## Apêndice D. Sinopse dos táxons identificados no estuário do rio Sirinhaém – PE, Brasil.

<b>CYANOPHYTA</b>	<i>Ceratium massiliense</i> (Gourret) Jörgensen
<b>CYANOPHYCEAE</b>	<i>Ceratium pentagonum</i> Gourret
<b>CHROOCOCCALES</b>	<i>Ceratium porrectum</i> Karsten
<b>CHROOCOCCACEAE</b>	<i>Ceratium tripos</i> (O. F. Muller) Nitzsch.
<i>Merismopedia punctata</i> Meyer	<i>Ceratium teres</i> Kofoid
<b>OSCILLATORIALES</b>	<i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid
<b>PHORMIDIACEAE</b>	<i>Ceratium tripos</i> var. <i>pulchellum</i> (Schröd.) López
<i>Spirulina</i> sp	<i>Ceratium</i> sp.
<b>OSCILLATORIACEAE</b>	<b>PERIDINIACEAE</b>
<i>Oscillatoria princeps</i> Vancher & Gomont	<i>Protoperidinium conicum</i> (Gran) Balech
<i>Oscillatoria brevis</i> (Kütz. Ex Gomont) Gomont =	<i>Protoperidinium</i> sp <sub>1</sub>
<i>Phormidium breve</i> (Kütz. Ex Gomont) Anagnost.	<b>PYROPHACEAE</b>
& Komárek	<i>Pyrocystis lunula</i> (Schütt) Schütt
<i>Oscillatoria formosa</i> Bory	<b>BACILLARIOPHYTA</b>
<i>Oscillatoria</i> sp <sub>1</sub>	<b>COSCINODISCOPHYCEAE</b>
<i>Oscillatoria</i> sp <sub>2</sub>	<b>THALASSIOSIRALES</b>
<i>Planktothrix</i> sp	<b>THALASSIOSIRACEAE</b>
<b>(NOSTOCALES)</b>	<i>Thalassiosira decipiens</i> (Grunow) Jorgensen
<b>NOSTOCACEAE</b>	<i>Thalassiosira subtilis</i> (Ostenfeld) Gran
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler	<b>CHRYSANTHEMODISCALES</b>
<i>Anabaena</i> sp	<b>CHRYSANTHEMODISCACEAE</b>
<i>Geitlerinema</i> sp	<i>Melchersiella hexagonalis</i> C. Teixeira
<i>Nodularia</i> sp	<b>MELOSIRALES</b>
<b>EUGLENOPHYTA</b>	<b>MELOSIRACEAE</b>
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>	<i>Melosira dubia</i> Kützing
<b>EUGLENALES</b>	<i>Melosira moniliformis</i> (O. F. Muller) Agardh
<b>EUGLENACEAE</b>	<i>Melosira undulata</i> var. <i>undulata</i> (Ehrenberg)
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	Kützing
<i>Euglena gracilis</i> Klebs	<b>PARALIALES</b>
<i>Phacus anacoleus</i> Stokes	<b>PARALIACEAE</b>
<i>Phacus</i> sp	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve
<b>DINOPHYTA</b>	= <i>Melosira sulcata</i> (Ehrenberg) Kützing
<b>DINOPHYCEAE</b>	<b>COSCINODISCALES</b>
<b>PROROCENTRALES</b>	<b>COSCINODISCACEAE</b>
<b>PROROCENTRACEAE</b>	<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg
<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt	<i>Coscinodiscus oculusiridis</i> Ehrenberg
<b>DINOPHYSALES</b>	<i>Coscinodiscus nitidus</i> Gregory
<b>DINOPHYSACEAE</b>	<i>Coscinodiscus kutzingii</i> A. Schmidt
<i>Dinophysis caudata</i> Saville Kent	<i>Coscinodiscus</i> sp
<b>PERIDINIALES</b>	<b>AULACODISCACEAE</b>
<b>CERATIACEAE</b>	<i>Aulacodiscus kitonii</i> Arnott
<i>Ceratium carriense</i> (Gourret) var. <i>carriense</i>	<b>HEMIDISCACEAE</b>
<i>Ceratium declinatum</i> (Karsten) Jörgensen	<i>Hemidiscus hardmannianus</i> (Greville) Mann
<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparède &	<b>HELIOPELTACEAE</b>
Lachmann	<i>Actinoptychus splendens</i> (Shaldbolt) Ralfs
<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardim	<i>Actinoptychus undulatus</i> (Bailey) Ralfs.
<i>Ceratium fusus</i> seta (Ehrenberg) Jörgensen	<b>ETHMODISCALES</b>
<i>Ceratium lineatum</i> (Ehrenberg) Cleve	<b>ETHMODISCACEAE</b>
<i>Ceratium horridum</i> (Cleve) Gran	<i>Ethmodiscus gazellae</i> (Janisch ex Grunow)
<i>Ceratium macroceros</i> (Ehrenberg) Vänhoffen	Hustedt

Continua...

**Apêndice D.** Sinopse dos táxons identificados no estuário do rio Sirinhaém – PE, Brasil.

Continuação...

<b>TRICERATIALES</b>	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve
<b>TRICERATIACEAE</b>	<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve
<i>Triceratium alternans</i> Bailey	<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve
= <i>Biddulphia alternans</i> (Bailey) van Heuck	<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow
<i>Triceratium pentacrinus</i> Ehrenberg	<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brighwell
<i>Triceratium repletum</i> Greville	<i>Chaetoceros subtilis</i> Cleve
<i>Odontella aurita</i> (Lyngd.) Agardh	<i>Chaetoceros</i> sp
= <i>Biddulphia aurita</i> (Lyngd.) Brèb. & Godey	<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve
<i>Odontella longicuris</i> (Greville) Holan	<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder
= <i>Biddulphia longicuris</i> Greville	<b>FRAGILARIOPHYCEAE</b>
<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow	<b>FRAGILARIALES</b>
= <i>Biddulphia mobiliensis</i> Grunow	<b>FRAGILARIACEAE</b>
<i>Odontella regia</i> (Schultz.) Hendey	<i>Dimerogramma marinum</i> (Gregory) Ralfs
= <i>Biddulphia regia</i> (M. Schultz.) Ostenfeld	<i>Fragilaria capuccina</i> Desmazières
<i>Eupodiscus antiquus</i> (Cox) Hanna	<i>Fragilaria</i> sp
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Campère	<i>Bleakeleya notata</i> (Grunow) Round
= <i>Biddulphia laevis</i> Ehrenberg	<i>Synedra affinis</i> var. <i>affinis</i> Kützing
<i>Cerataulus turgidus</i> Ehrenberg	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg
<b>BIDDULPHIALES</b>	<i>Synedra</i> sp
<b>BIDDULPHIACEAE</b>	<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round
<i>Biddulphia biddulphiana</i> Smith	= <i>Asterionella japonica</i> Cleve et Moll.
= <i>Biddulphia puchella</i> Gray	<i>Podocystis adriatica</i> (Kützing) Ralfs
<i>Biddulphia tridens</i> Ehrenberg	<i>Staurosira</i> sp
= <i>Biddulphia tuomeyii</i> (J. W. Bailey) Roper	<b>LICMOPHORALES</b>
<i>Hydrosera triquetra</i> G. C. Wall	<b>LICMOPHORACEAE</b>
<i>Isthmia enervis</i> Ehrenberg	<i>Licmophora abbreviata</i> Agardh
<i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg	<b>THALASSIONEMATALES</b>
<b>HEMIAULALES</b>	<b>THALASSIONEMATACEAE</b>
<b>HEMIAULACEAE</b>	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> Grunow
<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	= <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> Grunow
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grunow
<b>BELLEROCHEACEAE</b>	<b>RHABDONEMATALES</b>
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) van Heurck	<b>RHABDONEMATACEAE</b>
<b>STREPTOTHECACEAE</b>	<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing
<i>Helicotheca tamesis</i> Shrubsole (Ricard)	<i>Rhabdonema punctatum</i> (Harvey & Barley)
= <i>Streptotheca thamensis</i> Shrubsole	Stodder
<b>RHIZOLENIALES</b>	<b>STRIATELLALES</b>
<b>RHIZOLENIACEAE</b>	<b>STRIATELLACEAE</b>
<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell	<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	<b>CLIMACOSPHEIALES</b>
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell	<b>CLIMACOSPHEIACEAE</b>
<b>RHIZOLENIACEAE</b>	<i>Climacosphenia moniligera</i> (Lyng.) Kützing.
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>
= <i>Rhizosolenia alata</i> Brightwell	<b>EUNOTIALES</b>
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	<b>EUNOTIACEAE</b>
= <i>Guinardia stolterfothii</i> (Péragallo) Hasle	<i>Eunotia monodon</i> Ehrenberg
<b>CHAETOCEROTALES</b>	<i>Actinella</i> sp.
<b>CHAETOCEROTACEAE</b>	<b>LYRELLALES</b>
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	<b>LYRELLACEAE</b>
<i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder	<i>Lyrella lyra</i> (Ehrenberg) Karayeva
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder	= <i>Navicula lyra</i> Ehrenberg

Continua...

## Apêndice D. Sinopse dos táxons identificados no estuário do rio Sirinhaém - PE, Brasil.

Continuação...

<b>MASTOGLOIALES</b>	<i>Surirella tenera</i> W. Gregory
<b>MASTOGLIACEAE</b>	<i>Surirella</i> sp.
<i>Mastogloia splendida</i> (Gregory) Cleve	<b>BACILLARIACEAE</b>
<b>ACHNANTHALES</b>	<i>Campylodiscus biangulatus</i> Greville
<b>ACHNANTHACEAE</b>	<i>Campylodiscus clypeus</i> Ehrenberg
<i>Achnanthes brevipes</i> C. Agardh.	<i>Campylodiscus</i> sp
<b>COCCONEIDACEAE</b>	<b>CHLOROPHYTA</b>
<i>Campyloneis grevillei</i> (Smith) Grunow	<b>CHLOROPHYCEAE</b>
<b>NAVICULALES</b>	<b>VOLVOCALES</b>
<b>AMPHIPLEURACEAE</b>	<b>VOLVOCEAE</b>
<i>Frickea lewisiana</i> (Greville) Heiden	<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg
<b>PINNULARIACEAE</b>	<i>Pleodorina</i> sp
<i>Pinnularia crucifera</i> Cleve-Euler	<b>CHLOROCOCCALES</b>
<i>Pinnularia</i> sp	<b>HYDRODICTYACEAE</b>
<b>PLEUROSIGMATACEAE</b>	<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini
<i>Pleurosigma</i> sp	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>Pediastrum</i> sp
<b>BACILLARIALES</b>	<b>SCENEDESMACEAE</b>
<b>BACILLARIACEAE</b>	<i>Scenedesmus quadricauda</i> Turpin
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O. F. Müller) Hendey	<i>Coelastrum sphaericum</i> Naegeli
= <i>Bacillaria paradoxa</i> Gmelin	<b>ULOTRICHALES</b>
<i>Hanitzschia amphioxus</i> (Ehrenberg) Grunow	<b>MICROSPORACEAE</b>
<i>Psammodictyon panduriforme</i> (Greg.) D. G. Mann = <i>Nitzschia panduriformis</i> Greg.	<i>Microspora</i> sp
<i>Nitzschia distans</i> Gregory	<b>CHAETOPHORALES</b>
<i>Nitzschia insignis</i> Gregory	<b>CHAETOPHORACEAE</b>
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Grunow	<i>Chaetophora</i> sp
<i>Nitzschia obtusa</i> Wn Smith	<i>Stigeoclonium</i> sp
<i>Nitzschia scalaris</i> (Ehrenberg) Wm. Smith	<b>OEDOGONALES</b>
<i>Nitzschia sigma</i> (Kutzing) Wm. Smith	<b>OEDOGONIACEAE</b>
<i>Nitzschia spathulata</i> Brébisson	<i>Oedogonium</i> sp.
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reiman Lewis	<b>CLADOPHORALES</b>
= <i>Nitzschia closterium</i> (Her.) Wm. Smith	<b>CLADOPHORACEAE</b>
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden	<i>Cladophora</i> sp.
<i>Pseudonitzschia pungens</i> Grunow	<i>Rhizoclonium</i> sp.
= <i>Nitzschia pungens</i> var. <i>atlantica</i> Cleve	<b>ZYGNEMATALES</b>
<b>SURIRELLALES</b>	<b>ZYGNEMATACEAE</b>
<b>ENTOMONEIDACEAE</b>	<i>Mougeotia</i> sp.
<i>Entomoneis alata</i> Ehrenberg	<i>Spirogyra</i> sp.
= <i>Amphiprora alata</i> (Ehrenberg) Kutzing	<b>MESOTAENIACEAE</b>
<i>Entomoneis paludosa</i> (W. M.) C. W. Reimer	<i>Gonatozygon pilosum</i> Wolle
<b>SURIRELLACEAE</b>	<i>Gonatozygon</i> sp
<i>Petrodictyon gemma</i> (Her.) D. G. Mann	<b>DESMIDIACEAE</b>
= <i>Surirella gemma</i> Ehrenberg	<i>Closterium costatum</i> Corda
<i>Surirella fastuosa</i> var. <i>Fastuosa</i>	<i>Closterium ehrenbergii</i> Meneghini
<i>Surirella febigerii</i> Lewis	<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs
<i>Surirella ovata</i> Kutzing	<i>Closterium intermedium</i> Ralfs
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	<i>Closterium kutzingii</i> Brébisson
<i>Surirella striatula</i> Turpin	<i>Closterium leibleinii</i> Kutzing
	<i>Closterium lineatum</i> Ehrenberg var. <i>lineatum</i>
	<i>Closterium lunula</i> (O. F. Mueller) J. Ralfs

Continua...

**Apêndice D.** Sinopse dos táxons identificados no estuário do rio Sirinhaém – PE, Brasil.

Continuação...

*Closterium moniliferum* Ehrenberg ex Ralfs  
*Closterium parvulum* Naefeli  
*Closterium rostratum* Ehrenberg  
*Closterium setaceum* Ehrenberg  
*Closterium striatula* Ehrenberg  
*Closterium striolatum* Ehrenberg  
*Closterium* sp  
*Cosmarium denticulatum* Borge  
*Desmidium* sp  
*Micrasterias borgei* Krieg  
**RHODOPHYTA**  
**RHODOPHYCEAE**  
**NEMALIONALES**  
**BATRACHOSPERMACEAE**  
*Batrachospermum* sp.



**Apêndice F.** Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém-PE, ocorrentes no ponto de coleta 1 durante o período de estiagem.

TÁXONS	Ponto de coleta 1											
	Setembro/05		Outubro/05		Novembro/05		Dezembro/05		Janeiro/06		Fevereiro/06	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<b>CYANOPHYTA</b>												
<i>Anabaena constricta</i>							0.38					
<i>Anabaena</i> sp										0.05		
<i>Geitlerinema</i> sp		0.34			5.88	0.62			1.72			
<i>Merismopedia punctata</i>										0.03		
<i>Oscillatoria brevis</i>											8.86	7.54
<i>Oscillatoria formosa</i>						1.86	2.66	2.73	10.34	0.05	2.53	10.71
<i>Oscillatoria princeps</i>									6.90	0.13		
<i>Oscillatoria</i> sp <sub>1</sub>	2.41		1.00		5.88	1.24	12.17		17.24		8.86	3.17
<i>Oscillatoria</i> sp <sub>2</sub>						0.62					8.86	
<i>Plankothrix</i> sp									8.62		3.80	
<i>Spirulina</i> sp												3.57
<b>EUGLENOPHYTA</b>												
<i>Euglena acus</i>	2.41							1.52				
<i>Phacus</i> sp					2.94							
<b>DINOPHYTA</b>												
<i>Ceratium declinatum</i>							1.24					
<i>Ceratium fusus</i>										0.05		
<i>Ceratium macroceros</i>				1.08			2.48					
<i>Ceratium</i> sp <sub>1</sub>							0.62					
<i>Ceratium trichoceros</i>							1.24					
<i>Ceratium tripos</i>				1.08			0.62					
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>pulchellum</i>												0.40
<i>Dinophysis caudata</i>												0.79
<i>Protoperidinium conicum</i>				1.80								
<i>Pyrocystis lunula</i>										0.05		0.79
<b>BACILLARIOPHYTA</b>												
<i>Asterionellopsis glacialis</i>			1.49									
<i>Bacillaria paxillifera</i>	18.07	94.08	1.00		5.88	11.18		29.09		0.51		11.90
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>			0.50									
<i>Bellerophon malleus</i>						9.94						
<i>Biddulphia biddulphiana</i>			1.49									
<i>Bleakeleya notata</i>					5.88	4.35						
<i>Campylodiscus</i> sp			1.49									
<i>Cerataulina pelágica</i>							0.62					
<i>Ceratulus turgidus</i>			27.36	1.80	29.41	5.59		3.64				7.94
<i>Chaetoceros affinis</i>			11.94	13.31						1.27		
<i>Chaetoceros coarctatus</i>										5.33		
<i>Chaetoceros curvisetus</i>			10.95									
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>			5.97							0.51		
<i>Chaetoceros peruvianus</i>				2.52						0.08		
<i>Chaetoceros</i> sp				61.87						40.64		
<i>Climacosphaenia monilifera</i>					2.94	1.24						1.19
<i>Coscinodiscophyceae</i> (não identificada)		0.68										
<i>Coscinodiscus centralis</i>							9.32			13.87		
<i>Coscinodiscus nitidus</i>							1.86					
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>	3.61			8.99	11.76	18.63		35.45		36.09		
<i>Coscinodiscus</i> sp				1.44		2.48		9.09				37.30
<i>Dimerogramma marinum</i>			0.50									
<i>Entomoneis akata</i>				1.08								
<i>Fragilaria capucina</i>			1.49									4.76
<i>Grammatophora marina</i>				2.16								
<i>Gyrosigma balticum</i>										0.05		0.79
<i>Hemiaulus sinensis</i>												0.40
<i>Melosira dubia</i>			1.00									
<i>Melosira moniliformis</i>												0.79
<i>Nitzschia longissima</i>						1.86						
<i>Nitzschia sigma</i>		0.68	2.49		8.82	16.15		4.55		0.10		3.97
<i>Odontella aurita</i>			1.00									
<i>Odontella longicruris</i>			1.00									
<i>Odontella mobiliensis</i>			1.99	0.72		2.48				0.13		
<i>Petrodictyon gemma</i>			6.97		5.88							
<i>Pinnularia</i> sp								0.38				3.80
<i>Pleurosigma</i> sp					2.94							
<i>Pleurosira laevis</i>	27.71											
<i>Surirella fastuosa</i>						1.86						
<i>Surirella ovata</i>	2.41											
<i>Surirella</i> sp				0.72								0.40
<i>Surirella tenera</i>	2.41											
<i>Synedra affinis</i> var. <i>affinis</i>		1.02										
<i>Synedra</i> sp		0.51										
<i>Synedra ulna</i>	8.43								7.76			0.79
<i>Terpsinoe musica</i>	28.92		7.46		11.76		1.52	0.91	4.31			1.59
<i>Thalassionema nitzschioides</i>				1.44								
<b>CHLOROPHYTA</b>												
<i>Chaetophora</i> sp			12.44									
Chlorophyceae (não identificada)		0.68	0.50									
<i>Closterium costatum</i>											15.19	0.79
<i>Closterium gracile</i>								0.91			1.27	
<i>Closterium intermedium</i>									0.38		1.27	0.40
<i>Closterium kützingeri</i>		0.17						0.38				
<i>Closterium lineatum</i> var. <i>lineatum</i>											15.19	
<i>Closterium moniliferum</i>	3.61	0.34							0.86		12.66	
<i>Closterium rostratum</i>									0.86			
<i>Closterium setaceum</i>		1.18										

Continua...





**Apêndice H.** Abundância relativa (%) das espécies do microfítotoplâncton do estuário do rio Sirinhaém-PE, ocorrentes no ponto de coleta 2 durante o período de estiagem.

TÁXONS	Ponto de coleta 1											
	Setembro/05		Outubro/05		Novembro/05		Dezembro/05		Janeiro/06		Fevereiro/06	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<b>CYANOPHYTA</b>												
<i>Anabaena</i> sp			3.13		0.78							
<i>Merismopedia punctata</i>							1.04	5.97	0.18			
<i>Oscillatoria brevis</i>										2.78		
<i>Oscillatoria formosa</i>							14.77	4.69	28.36	4.63	4.08	
<i>Oscillatoria</i> sp <sub>1</sub>		1.52			40.00		25.32	1.04	2.99	0.09	12.04	8.16
<i>Oscillatoria</i> sp <sub>2</sub>							2.95				13.89	
<i>Planktothrix</i> sp											4.63	
<i>Spirulina</i> sp											0.93	
<b>EUGLENOPHYTA</b>												
<i>Euglena acus</i>					20.00		0.42					
<b>DINOPHYTA</b>												
<i>Ceratium furca</i>				0.65				2.08				4.08
<i>Ceratium fusus</i>									0.28			
<i>Ceratium macroceros</i>						0.78		2.08				
<i>Ceratium pentagonum</i>				0.65								
<i>Ceratium porrectum</i>						0.78						
<i>Ceratium trichoceros</i>						1.55						
<i>Ceratium tripos</i>						0.39						
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>pulchellum</i>												2.04
<i>Dinophysis caudata</i>												4.08
<i>Protoperidinium conicum</i>				0.98								
<i>Pyrocystis lunula</i>										0.05		
<b>BACILLARIOPHYTA</b>												
<i>Actinocyclus undulatus</i>	2.06											
<i>Asterionellopsis glacialis</i>			3.26									
<i>Bacillaria paxillifera</i>	52.58	19.01					2.53		0.32	4.63		
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>		1.52										
<i>Bacteriastrium lyalinum</i>		1.52										
<i>Bellerophon malleus</i>		16.35										
<i>Biddulphia biddulphiana</i>				0.65		0.78			0.23		4.08	
<i>Biddulphia tridens</i>		1.14				0.78						
<i>Bleakeleya notata</i>						65.89		54.69	2.99	1.79	2.78	48.98
<i>Ceratulus turgidus</i>		3.42	31.25	9.77	9.77					19.09		
<i>Chaetoceros affinis</i>									2.99			
<i>Chaetoceros coarctatus</i>									4.48	4.64		
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>										1.06		
<i>Chaetoceros peruvianus</i>			1.63							70.22		
<i>Chaetoceros</i> sp			51.79							0.14		4.08
<i>Climacospaenia monilifera</i>								1.56				
<i>Coscinodiscophyceae</i> (não identificada)		2.28										
<i>Coscinodiscus centralis</i>		1.52										
<i>Coscinodiscus nitidus</i>		4.18										
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>		7.60		2.28		3.49	0.42	7.81	2.99	0.28		
<i>Coscinodiscus</i> sp				1.30								4.08
<i>Cylindrotheca closterium</i>			12.50			0.78						
<i>Fragilaria capucina</i>		14.45		5.21		3.88		6.25		0.32		
<i>Fragilaria</i> sp			15.63									
<i>Grammatophora marina</i>								1.04		0.28		
<i>Gyrosigma balticum</i>				1.63		0.78						
<i>Mastogloia splendida</i>										0.09		4.08
<i>Melosira dubia</i>										0.18		
<i>Nitzschia insignis</i>				0.65								
<i>Nitzschia longissima</i>				1.30		0.78						
<i>Nitzschia sigma</i>					20.00	1.55		1.56				4.08
<i>Odontella aurita</i>		0.38				1.16				0.14		
<i>Odontella longicruris</i>		5.32										
<i>Odontella mobilensis</i>		6.46		0.65		0.78						
<i>Odontella regia</i>		1.52										
<i>Paralia sulcata</i>						9.69				0.23		
<i>Petrodictyon gemma</i>			6.25			0.78		1.04				
<i>Pinnularia</i> sp	3.09						0.42	0.52				
<i>Pleurosigma</i> sp				0.65								
<i>Pleurosira laevis</i>	2.06			0.65		1.16						
<i>Podocystis adriatica</i>										0.09		
<i>Rhizosolenia setigera</i>				0.65								
<i>Stausosira</i> sp								10.55				
<i>Surirella fastuosa</i>				0.65								
<i>Surirella</i> sp	1.03							1.04				
<i>Surirella tenera</i>	1.03					0.78						
<i>Synedra ulna</i>	4.12					0.78	0.42	1.04	5.97		4.08	
<i>Terpsinoe musica</i>	29.90		15.63		20.00	0.78		4.69		0.32		4.08
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		9.51		3.91								
<i>Triceratium pentacrinus</i>		0.76		0.65		0.39						
<b>CHLOROPHYTA</b>												
<i>Chlorophyceae</i> (não identificada)						0.78						
<i>Cladophora</i> sp				0.65				2.11	2.99			
<i>Closterium costatum</i>											8.33	
<i>Closterium ehrenbergii</i>								0.42				
<i>Closterium kutzingii</i>			15.63									

Continua...



**Apêndice I.** Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém - PE, ocorrentes no ponto de coleta 3 durante o período chuvoso.

TÁXONS	Ponto de coleta 1											
	Julho/05		Agosto/05		Março/06		Abril/06		Maio/06		Junho/06	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<b>CYANOPHYTA</b>												
<i>Cyanophyceae</i> (não identificada)												4.14
<i>Geitlerinema</i> sp			1.24		0.34							
<i>Oscillatoria brevis</i>					0.68	3.51						
<i>Oscillatoria formosa</i>					3.08							
<i>Oscillatoria</i> sp <sub>1</sub>		23.61		1.07	3.08	7.02	0.59			0.13		2.96
<i>Oscillatoria</i> sp <sub>2</sub>		12.88										
<i>Spirulina</i> sp					0.68		0.59	0.26				
<b>EUGLENOPHYTA</b>												
<i>Euglena acus</i>					0.34		1.18					
<b>DINOPHYTA</b>												
<i>Ceratium carriense</i> var. <i>carriense</i>										0.06		
<i>Ceratium furca</i>					1.37							
<i>Ceratium fusus</i>		0.43						1.03		0.13		
<i>Ceratium fusus seta</i>												0.40
<i>Ceratium horridum</i>				0.31								
<i>Ceratium macroceros</i>		0.43										1.59
<i>Ceratium massiliense</i>												0.79
<i>Ceratium teres</i>								0.52		0.32		
<i>Ceratium trichoceros</i>		0.43								0.06		
<i>Ceratium tripos</i>										0.45		0.40
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>pulchellum</i>								0.52				
<i>Ceratium porrectum</i>		2.58										
<i>Dinophysis caudata</i>												0.79
<i>Prorocentrum gracile</i>												0.40
<b>BACILLARIOPHYTA</b>												
<i>Actinocyclus splendens</i>		0.43					0.59				1.18	
<i>Asterionellopsis glacialis</i>												3.17
<i>Aulacodiscus kitonii</i>				0.61								
<i>Bacillaria paxillifera</i>			15.53	0.61	15.41		3.55	20.62	2.08			
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	5.00											
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>		4.29								0.25		0.40
<i>Bellerophon malleus</i>				5.52								
<i>Biddulphia biddulphiana</i>		1.72	4.97	0.61		12.28		0.52				
<i>Biddulphia tridens</i>				0.61								
<i>Campylodiscus biangulatus</i>						1.75						
<i>Campylodiscus</i> sp				0.61				0.52				
<i>Cerataulina pelagica</i>										0.64		
<i>Ceratulus turgidus</i>	15.00	25.32	16.77	69.63	7.53	64.91	7.10	18.81	4.47	2.48	8.88	29.76
<i>Chaetoceros affinis</i>	5.00	0.43							2.53	26.16		
<i>Chaetoceros compressus</i>									0.37	0.13		
<i>Chaetoceros curvisetus</i>									1.94	27.82		
<i>Chaetoceros diversus</i>									1.12	7.26		
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	5.00	0.43					0.30		6.63	2.23		
<i>Chaetoceros</i> sp		0.43					0.59			23.68		
<i>Chaetoceros subtilis</i>										0.07		
<i>Climacospaenia moniligera</i>									0.52	0.32		
<i>Coscinodiscus centralis</i>		0.43		1.84	5.14			0.30	3.87	25.24	1.59	6.51
<i>Coscinodiscus nitidus</i>						5.26						0.79
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>		13.73	2.48	2.91	15.41		50.59	23.71	51.75	4.20	29.59	33.73
<i>Coscinodiscus</i> sp		10.00			35.96		20.71	21.91	0.89	0.25	19.53	
<i>Cylindrotheca closterium</i>						3.51						
<i>Dimerogramma marinum</i>										0.07	8.88	
<i>Entomoneis alata</i>										0.30		
<i>Ethmodiscus gazellae</i>												0.40
<i>Eunotia monodon</i>							0.30				1.18	
<i>Fragilaria capucina</i>		1.72	3.11	5.52				1.80				0.79
<i>Fragilaria</i> sp			1.24					0.26				
<i>Frickea lewisiana</i>							0.59		0.30			
<i>Grammatophora marina</i>		5.58						1.29				
<i>Gyrosigma balticum</i>	10.00		1.24		1.37		1.48		0.52			
<i>Hantzschia amphioxus</i>								0.52				
<i>Hemidiscus hardmannianus</i>												13.89
<i>Hydrosera triquetra</i>								0.59				
<i>Isthmia enervis</i>		0.43		0.31								
<i>Melosira dubia</i>					2.40			0.30				
<i>Melosira undulata</i> var. <i>undulata</i>												0.40
<i>Nitzschia insignis</i>			5.59		0.68						2.37	
<i>Nitzschia longissima</i>				0.31			1.18	0.77				
<i>Nitzschia sigma</i>			2.48	0.31	2.40		1.48		0.67	0.45		2.78
<i>Odontella longicruris</i>				1.07								
<i>Odontella mobilensis</i>	5.00	1.29	1.24	0.61					0.30			0.79
<i>Odontella regia</i>				0.15								0.79
<i>Paralia sulcata</i>			2.48	4.60								
<i>Pinnularia crucifera</i>		0.43										
<i>Pinnularia</i> sp	5.00			0.62				0.30				
<i>Pleurosigma</i> sp				2.48								
<i>Psammodictyon panduriforme</i>				2.48								
<i>Rhabdonema adriaticum</i>								0.59				
<i>Rhizosolenia imbricata</i>			1.24									
<i>Rhizosolenia styliformis</i>										0.13		
<i>Surirella fastuosa</i>				5.59				0.59		0.52		1.59
<i>Surirella febigerii</i>				1.24								
<i>Surirella robusta</i>		0.86										
<i>Surirella</i> sp			0.62		0.34			1.48		0.22		1.78
<i>Surirella striatula</i>	15.00				0.68			1.18				
<i>Synedra affinis</i> var. <i>affinis</i>	10.00			0.31								
<i>Synedra ulna</i>			1.24		0.68	1.75	1.48	0.52				2.96

Continua...



**Apêndice J.** Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Sirinhaém - PE, ocorrentes no ponto de coleta 3 durante o período de estiagem.

TÁXONS	Ponto de coleta 1											
	Setembro/05		Outubro/05		Novembro/05		Dezembro/05		Janeiro/06		Fevereiro/06	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<b>CYANOPHYTA</b>												
<i>Anabaena</i> sp	0.99											
Cyanophyceae (não identificada)	0.28											
<i>Geitlerinema</i> sp	4.24											
<i>Merismopedia punctata</i>	2.51											
<i>Nodularia</i> sp	1.09											
<i>Oscillatoria formosa</i>	2.19											
<i>Oscillatoria princeps</i>	4.24											
<i>Oscillatoria</i> sp <sub>1</sub>	0.89		0.99	0.14	0.55	1.64	3.03	0.72	0.07		3.04	3.17
<i>Oscillatoria</i> sp <sub>2</sub>		0.54					3.03				9.80	3.17
<i>Planktothrix</i> sp	8.45											
<b>EUGLENOPHYTA</b>												
<i>Euglena gracilis</i>	1.09											
<b>DINOPHYTA</b>												
<i>Ceratium declinatum</i>	0.54											
<i>Ceratium furca</i>	0.57											
<i>Ceratium fuscum</i>	0.83											
<i>Ceratium lineatum</i>	0.55											
<i>Ceratium macroceros</i>	0.14											
<i>Ceratium massiliense</i>	0.57											
<i>Ceratium trichoceros</i>	1.39											
<i>Ceratium tripos</i>	1.11											
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>pulchellum</i>	0.55											
<i>Dinophysis caudata</i>												
<i>Protoperidinium</i> sp <sub>1</sub>	0.99											
<b>BACILLARIOPHYTA</b>												
<i>Actinocyclus splendens</i>	1.21											
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	7.88											
<i>Aulacodiscus ktonii</i>	3.40											
<i>Bacillaria paxillifera</i>	60.44	4.04	8.37		0.55	2.73	3.03	4.67			26.69	
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	2.43											
<i>Bellerophon malleus</i>	3.23											
<i>Biddulphia biddulphiana</i>	4.58											
<i>Biddulphia trilens</i>	2.16											
<i>Campylodiscus clypeus</i>	1.39											
<i>Campylodiscus</i> sp	1.89											
<i>Campyloneis grevillei</i>	0.28											
<i>Ceratulus turgidus</i>	9.78	22.91	11.82	5.53	70.64	33.33	30.30	4.49	2.20	18.58	14.29	
<i>Chaetoceros affinis</i>		0.81	3.45	28.79				1.62	7.45			
<i>Chaetoceros coarctatus</i>	0.54											
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	11.82											
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	1.78	0.54	2.46	0.57				6.28	9.31	2.36		
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	2.46											
<i>Chaetoceros sp</i>	1.99											
<i>Chaetoceros</i> sp	6.90											
<i>Climacosphaenia monilifera</i> Ehrenberg	1.89											
<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg	0.99											
<i>Coscinodiscus nitidus</i> Gregory	3.23											
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Ehrenberg	1.33	0.81	1.97		33.33	0.55		7.27	4.85	1.68	5.74	3.17
<i>Coscinodiscus</i> sp	0.28											
<i>Entomoneis alata</i>	0.54											
<i>Entomoneis paludosa</i>												
<i>Eupodiscus antiquus</i>	1.09											
<i>Fragilaria capucina</i>	5.39											
<i>Fragilaria</i> sp	1.48											
<i>Grammatophora marina</i>	1.89											
<i>Gyrosigma balticum</i>	1.08											
<i>Isthmia enervis</i>	0.81											
<i>Licmophora abbreviata</i>												
<i>Lyrella lyra</i>	0.54											
<i>Mekchersiella hexagonalis</i>	0.55											
<i>Melosira dubia</i>												
<i>Nitzschia insignis</i>	0.89										3.38	
<i>Nitzschia longissima</i>	1.89											
<i>Nitzschia scalaris</i>	0.89		4.43		0.55						0.68	
<i>Nitzschia sigma</i>	0.81											
<i>Odontella aurita</i>	1.08											
<i>Odontella longicirris</i>	3.23											
<i>Odontella mobilensis</i>	4.04											
<i>Paralia sulcata</i>	2.43											
<i>Petrodictyon gemma</i>	1.78		4.93					0.61				
<i>Pinnularia</i> sp	1.78				11.11	0.28	0.55	1.21				
<i>Pleurosigma</i> sp	0.28											
<i>Pleurosira laevis</i>	4.89	1.08										
<i>Podocystis adriatica</i>												
<i>Psammodictyon panduriforme</i>	0.99											
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i>	0.99											
<i>Pseudonitzschia pungens</i>	1.08											
<i>Rhabdonema punctatum</i>	0.81											
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0.99											
<i>Surirella febigerii</i>	0.99											
<i>Surirella</i> sp	2.22		1.97	0.28	11.11		1.09				0.68	
<i>Surirella striatula</i>												
<i>Surirella tenera</i>	0.99											
<i>Synedra</i> sp												
<i>Synedra ulna</i>	3.11		0.99	0.28		0.55	0.55		0.07		0.68	6.35
<i>Terpsinoe musica</i>	9.78	0.54	10.84	0.57	2.77	2.19	2.42					3.17
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	19.95											

Continua...



**Apêndice K.** Lista de espécies, frequência de ocorrência, local e habitat do fitoplâncton presente nos três pontos de coletas do estuário do rio Sirinhaém-PE. MF = Muito Frequente, F = Frequente, PF = Pouco Frequente, E = Esporádica, PO = Planctônica Oceânica, PN = Planctônica Nerítica, TN = Ticoplanctônica Nerítica, TE = Estuarina ticoplanctônica, TD = Ticoplanctônica Dulcícola, PD = Planctônica Dulcícola. 1, 2, 3 = Pontos de coletas em que o táxon foi registrado.

Táxons	Frequência (%) / Categoria		Ponto de coleta	Ecologia
<b>CYANOPHYTA</b>				
<i>Anabaena constricta</i>	1.39	E	1	PD
<i>Anabaena sp</i>	5.56	E	1,2,3	---
<i>Geitlerinema sp.</i>	13.89	PF	1,2,3	---
<i>Merismopedia punctata</i>	6.94	E	1,2,3	PD
<i>Nodularia sp.</i>	2.78	E	3	---
<i>Oscillatoria brevis</i>	12.50	PF	1,2,3	PD
<i>Oscillatoria formosa</i>	33.33	PF	1,2,3	PD
<i>Oscillatoria princeps</i>	4.17	E	1,3	PD
<i>Oscillatoria sp<sub>1</sub></i>	61.11	F	1,2,3	---
<i>Oscillatoria sp<sub>2</sub></i>	16.67	PF	1,2,3	---
<i>Planktothrix sp.</i>	8.33	E	1,2,3	---
<i>Spirulina sp.</i>	9.72	E	1,2,3	---
<b>EUGLENOPHYTA</b>				
<i>Euglena acus</i>	8.33	E	1,2,3	PD
<i>Euglena gracilis</i>	1.39	E	3	PD
<i>Phacus anacoleus</i>	1.39	E	1	PD
<i>Phacus sp</i>	2.78	E	1,2	---
<b>DINOPHYTA</b>				
<i>Ceratium carriense</i> var. <i>carriense</i>	1.39	E	3	PO
<i>Ceratium declinatum</i>	5.56	E	1,3	PO
<i>Ceratium furca</i>	8.33	E	2,3	PN
<i>Ceratium fusus</i>	15.28	PF	1,2,3	PO
<i>Ceratium fusus seta</i>	1.39	E	3	PO
<i>Ceratium horridum</i>	1.39	E	3	PO
<i>Ceratium lineatum</i>	1.39	E	3	PN
<i>Ceratium macroceros</i>	13.89	PF	1,2,3	PO
<i>Ceratium massiliense</i>	2.78	E	3	PO
<i>Ceratium pentagonum</i>	2.78	E	2	PO
<i>Ceratium porrectum</i>	1.39	E	2	PO
<i>Ceratium sp<sub>1</sub></i>	1.39	E	1	---
<i>Ceratium teres</i>	4.17	E	1,3	PO
<i>Ceratium trichoceros</i>	8.33	E	1,2,3	PO
<i>Ceratium tripos</i>	9.72	E	1,2,3	PO
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>pulchellum</i>	6.94	E	1,2,3	PO
<i>Dinophysis caudata</i>	5.56	E	1,2,3	PN
<i>Prorocentrum gracile</i>	1.39	E	3	PO
<i>Protoperidinium conicum</i>	2.78	E	1,2	PN
<i>Protoperidinium sp<sub>1</sub></i>	1.39	E	3	---
<i>Pyrocystis lunula</i>	4.17	E	1,2	PO
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Achmanthes brevipes</i>	1.39	E	2	TE
<i>Actinella sp.</i>	1.39	E	1	---
<i>Actinoptychus splendens</i>	11.11	PF	1,2,3	TN
<i>Actinoptychus undulatus</i>	2.78	E	1,2	TN

Continua...

**Apêndice K.** Lista de espécies, frequência de ocorrência, local e habitat do fitoplâncton presente nos três pontos de coletas do estuário do rio Sirinhaém-PE. MF = Muito Frequente, F = Frequente, PF = Pouco Frequente, E = Esporádica, PO = Planctônica Oceânica, PN = Planctônica Nerítica, TN = Ticoplanctônica Nerítica, TE = Estuarina ticoplanctônica, TD = Ticoplanctônica Dulcícola, PD = Planctônica Dulcícola. 1, 2, 3 = Pontos de coletas em que o táxon foi registrado.

Continuação

Táxons	Frequência (%)/ Categoria		Ponto de coleta	Ecologia
<b>BACILLARIOPHYTA</b>	----	----	-----	-----
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	11.11	PF	1,2,3	PN
<i>Aulacodiscus kitonii</i>	2.78	E	3	TN
<i>Bacillaria paxillifera</i>	54.17	F	1,2,3	PO
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	4.17	E	1,2,3	PO
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	9.72	E	2,3	PO
<i>Bellerochea malleus</i>	9.72	E	1,2,3	PN
<i>Biddulphia biddulphiana</i>	23.61	PF	1,2,3	TN
<i>Biddulphia tridens</i>	5.56	E	2,3	PN
<i>Bleakeleya notata</i>	4.17	E	1,2	PN
<i>Campylodiscus biangulatus</i>	1.39	E	3	TN
<i>Campylodiscus clypeus</i>	2.78	E	2,3	TN
<i>Campylodiscus sp.</i>	6.94	E	1,3	---
<i>Campyloneis grevillei</i>	1.39	E	3	TN
<i>Cerataulina pelagica</i>	4.17	E	1,2,3	PO
<i>Cerataulus turgidus</i>	69.44	F	1,2,3	TN
<i>Chaetoceros affinis</i>	23.61	PF	1,2,3	PO
<i>Chaetoceros coarctatus</i>	4.17	E	1,2,3	PO
<i>Chaetoceros compressus</i>	2.78	E	3	PO
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	9.72	E	1,2,3	TN
<i>Chaetoceros danicus</i>	1.39	E	1	TN
<i>Chaetoceros diversus</i>	6.94	E	1,2,3	PO
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	26.39	PF	1,2,3	PN
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	13.89	PF	1,2,3	PO
<i>Chaetoceros sp.</i>	19.44	PF	1,2,3	---
<i>Chaetoceros subtilis</i>	1.39	E	3	PN
<i>Climacosphaenia moniligera</i>	20.83	PF	1,2,3	TN
<i>Coscinodiscus centralis</i>	30.56	PF	1,2,3	PO
<i>Coscinodiscus kutzingii</i>	1.39	E	2	PO
<i>Coscinodiscus nitidus</i>	8.33	E	1,2,3	PN
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>	68.06	F	1,2,3	PN
<i>Coscinodiscus sp.</i>	37.50	PF	1,2,3	---
<i>Cylindrotheca closterium</i>	5.56	E	2,3	TN
<i>Dimerogramma marinum</i>	6.94	E	1,2,3	TN
<i>Entomoneis alata</i>	11.11	PF	1,2,3	TE
<i>Entomoneis paludosa</i>	1.39	E	3	TE
<i>Ethmodiscus gazellae</i>	1.39	E	3	PO
<i>Eunotia monodon</i>	5.56	E	1,2,3	TD
<i>Eupodiscus antiquus</i>	1.39	E	3	PN
<i>Fragilaria capucina</i>	23.61	PF	1,2,3	TD
<i>Fragilaria sp.</i>	8.33	E	2,3	---
<i>Frickea lewisiana</i>	2.78	E	3	TE
<i>Grammatophora marina</i>	9.72	E	1,2,3	TN
<i>Guinardia striata</i>	1.39	E	2	PO
<i>Gyrosigma balticum</i>	16.67	PF	1,2,3	TE
<i>Hantzschia amphyxus</i>	2.78	E	1,3	TE
<i>Helicotheca tamesis</i>	1.39	E	2	PN
<i>Hemiaulus sinensis</i>	1.39	E	1	PN
<i>Hemidiscus hardmannianus</i>	1.39	E	3	PN

Continua...

**Apêndice K.** Lista de espécies, frequência de ocorrência, local e habitat do fitoplâncton presente nos três pontos de coletas do estuário do rio Sirinhaém-PE. MF = Muito Frequente, F = Frequente, PF = Pouco Frequente, E = Esporádica, PO = Planctônica Oceânica, PN = Planctônica Nerítica, TN = Tícoplanctônica Nerítica, TE = Estuarina tícoplanctônica, TD = Tícoplanctônica Dulcícola, PD = Planctônica Dulcícola. 1, 2, 3 = Pontos de coletas em que o táxon foi registrado.

Continuação

Táxons	Frequência (%)/ Categoria		Ponto de coleta	Ecologia
<b>BACILLARIOPHYTA</b>	-----	-----	-----	-----
<i>Hydrosera triquetra</i>	5.56	E	1,2,3	TN
<i>Isthmia enervis</i>	6.94	E	3	TN
<i>Licmophora abbreviata</i>	1.39	E	3	TN
<i>Lyrella lyra</i>	4.17	E	2,3	TN
<i>Mastogloia splendida</i>	2.78	E	2	TN
<i>Melchersiella hexagonalis</i>	2.78	E	1,3	PN
<i>Melosira dubia</i>	6.94	E	1,2,3	TN
<i>Melosira moniliformis</i>	1.39	E	1	TN
<i>Melosira undulata</i> var. <i>undulata</i>	2.78	E	2,3	D_
<i>Nitzschia distans</i>	1.39	E	1	PO
<i>Nitzschia insignis</i>	19.44	PF	1,2,3	TN
<i>Nitzschia longissima</i>	16.67	PF	1,2,3	TN
<i>Nitzschia obtusa</i>	1.39	E	1	TE
<i>Nitzschia scalaris</i>	5.56	E	1,3	TN
<i>Nitzschia sigma</i>	40.28	PF	1,2,3	TN
<i>Nitzschia spathulata</i>	1.39	E	2	TN
<i>Odontella aurita</i>	6.94	E	1,2,3	TN
<i>Odontella longicuris</i>	6.94	E	1,2,3	PN
<i>Odontella mobiliensis</i>	20.83	PF	1,2,3	PN
<i>Odontella regia</i>	4.17	E	2,3	PN
<i>Paralia sulcata</i>	8.33	E	2,3	TN
<i>Petrodictyon gemma</i>	11.11	PF	1,2,3	TN
<i>Pinnularia crucifera</i>	1.39	E	3	TD
<i>Pinnularia</i> sp.	29.17	PF	1,2,3	---
<i>Pleurosigma</i> sp.	6.94	E	1,2,3	---
<i>Pleurosira laevis</i>	13.89	PF	1,2,3	PN
<i>Podocystis adriatica</i>	2.78	E	2,3	TN
<i>Prosbocia alata</i>	2.78	E	1	PO
<i>Psammodictyon panduriforme</i>	2.78	E	3	TN
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i>	1.39	E	3	PO
<i>Pseudonitzschia pungens</i>	2.78	E	3	PN
<i>Rhabdonema adriaticum</i>	1.39	E	3	TN
<i>Rhabdonema punctatum</i>	1.39	E	3	TN
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	1.39	E	3	PN
<i>Rhizosolenia setigera</i>	2.78	E	2,3	PO
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	1.39	E	3	PO
<i>Staurosira</i> sp.	2.78	E	2	---
<i>Surirella fastuosa</i>	12.50	PF	1,2,3	TN
<i>Surirella febigerii</i>	6.94	E	1,2,3	TN
<i>Surirella ovata</i>	2.78	E	1,2	TE
<i>Surirella robusta</i>	2.78	E	2,3	TD
<i>Surirella</i> sp.	27.78	PF	1,2,3	---
<i>Surirella striatula</i>	6.94	E	2,3	TE
<i>Surirella tenera</i>	8.33	E	1,2,3	TD
<i>Synedra affinis</i> var. <i>affinis</i>	9.72	E	1,2,3	TD

Continua...

**Apêndice K.** Lista de espécies, frequência de ocorrência, local e habitat do fitoplâncton presente nos três pontos de coletas do estuário do rio Sirinhaém-PE. MF = Muito Frequente, F = Frequente, PF = Pouco Frequente, E = Esporádica, PO = Planctônica Oceânica, PN = Planctônica Nerítica, TN = Ticoplanctônica Nerítica, TE = Estuarina ticoplanctônica, TD = Ticoplanctônica Dulcícola, PD = Planctônica Dulcícola. 1, 2, 3 = Pontos de coletas em que o táxon foi registrado.

Continuação

Táxons	Frequência (%)/ Categoria		Ponto de coleta	Ecologia
<b>BACILLARIOPHYTA</b>	-----	-----	-----	-----
<i>Synedra</i> sp	8.33	E	1,2,3	---
<i>Synedra ulna</i>	43.06	PF	1,2,3	TD
<i>Terpsinoe musica</i>	63.89	F	1,2,3	TE
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	1.39	E	3	PO
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	18.06	PF	1,2,3	PO
<i>Thalassiosira decipiens</i>	2.78	E	2,3	PN
<i>Thalassiosira subtilis</i>	2.78	E	3	PO
<i>Triceratium alternans</i>	1.39	E	3	TN
<i>Triceratium pentacrinus</i>	11.11	PF	2,3	TN
<i>Triceratium repletum</i>	1.39	E	3	TN
<b>CHLOROPHYTA</b>	-----	-----	-----	-----
<i>Chaetophora</i> sp	5.56	E	1,3	---
<i>Cladophora</i> sp	8.33	E	2,3	---
<i>Closterium costatum</i>	9.72	E	1,2,3	PD
<i>Closterium ehrenbergii</i>	1.39	E	2	PD
<i>Closterium gracile</i>	4.17	E	1,2	PD
<i>Closterium intermedium</i>	4.17	E	1	PD
<i>Closterium kutzingii</i>	12.50	PF	1,2,3	PD
<i>Closterium leibleinii</i>	1.39	E	3	PD
<i>Closterium lineatum</i> var. <i>lineatum</i>	2.78	E	1,2	PD
<i>Closterium lunula</i>	2.78	E	1,2	PD
<i>Closterium moniliferum</i>	13.89	PF	1,2,3	PD
<i>Closterium parvulum</i>	2.78	E	2,3	PD
<i>Closterium rostratum</i>	2.78	E	1,2	PD
<i>Closterium setaceum</i>	9.72	E	1,2	PD
<i>Closterium</i> sp	8.33	E	1,2,3	---
<i>Closterium striatula</i>	1.39	E	3	PD
<i>Closterium striolatum</i>	1.39	E	1	PD
<i>Coelastrum sphaericum</i>	1.39	E	2	PD
<i>Cosmarium denticulatum</i>	1.39	E	2	PD
<i>Desmidium</i> sp	1.39	E	1	---
<i>Eudorina elegans</i>	1.39	E	2	PD
<i>Gonatozygon pilosum</i>	1.39	E	1	TD
<i>Gonatozygon</i> sp	1.39	E	1	---
<i>Micrasteria borgei</i>	1.39	E	3	TD
<i>Microspora</i> sp	9.72	E	1,2,3	---
<i>Mougeotia</i> sp	13.89	PF	1,2,3	---
<i>Oedogonium</i> sp	9.72		1,2,3	---
<i>Pediastrum boryanum</i>	1.39	E	2	PD
<i>Pediastrum duplex</i>	4.17	E	1	PD
<i>Pediastrum</i> sp	1.39	E	2	---
<i>Pleodorina</i> sp	1.39	E	1	---
<i>Rhizoclonium</i> sp	2.78	E	1,2	---
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1.39	E	1	PD
<i>Spirogyra</i> sp	15.28	PF	1,2,3	---
<i>Stigeoclonium</i> sp	1.39	E	3	---
<b>RHODOPHYTA</b>	-----	-----	-----	-----
<i>Batrachospermum</i> sp	1.39	E	3	---