

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

KELLY JESUS OLIVEIRA CUNHA

VARIAÇÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS DA BIOMASSA
FITOPLANCTÔNICA NO TRECHO FINAL DOS RIOS PIRAQUÊ-AÇU E
PIRAQUÊ-MIRIM, ARACRUZ-ES.

VITÓRIA
2004

KELLY JESUS OLIVEIRA CUNHA

**VARIAÇÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS DA BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA NO
TRECHO FINAL DOS RIOS PIRAQUÊ-AÇU E PIRAQUÊ-MIRIM, ARACRUZ-ES.**

Monografia apresentada à disciplina de Monografia II do Curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Camilo Dias Junior.

VITÓRIA
2004

KELLY JESUS OLIVEIRA CUNHA

**VARIAÇÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS DA BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA NO
TRECHO FINAL DOS RIOS PIRAQUÊ-AÇU E PIRAQUÊ-MIRIM, ARACRUZ-ES.**

Monografia apresentada à disciplina de Monografia II do Curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Aprovada em de de 2004.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Camilo Dias Junior
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Profa. Dra. Ieda Maria Oliveira da Silveira
Universidade Federal do Espírito Santo

Profa. Dra. Valéria de Oliveira Fernandes
Universidade Federal do Espírito Santo

Dedico este trabalho a minha amiga e mãe, Maria Conceição, que apesar de todas as dificuldades sempre procurou me oferecer a melhor formação profissional; e ao meu marido, Lúcio que sempre me encorajou nos momentos mais difíceis.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, que sempre me iluminou e me deu força para superar os obstáculos, e permitiu a realização deste trabalho.

Ao Departamento de Ecologia e Recursos Naturais pela infra-estrutura oferecida.

Ao CNPq, pela disponibilização de bolsa de estágio.

Ao Grupo de Trabalho Qualidade Ambiental e Biodiversidade do Projeto Uso e Apropriação de Recursos Costeiros (RECOS) – Instituto do Milênio, que possibilitou a coleta de dados para realização desse estudo.

Ao Professor Camilo Dias Júnior, pela orientação, atenção e ajuda dispensada durante esses anos de estudo.

À professora Ieda Maria Oliveira da Silveira, pela amizade e ajuda essenciais para realização deste trabalho.

A minha amiga e companheira de estudos, Urçula Rita Fernandes da Cruz, que me ajudou muito na realização deste trabalho, sempre com muita paciência e alegria.

À minha mãe, pelo amor, compreensão e ajuda sempre presentes durante toda minha vida, e que foram especialmente essenciais durante esse período.

À minha filha, Cristina, que mesmo inconscientemente é a pessoa que mais me incentiva a prosseguir.

E finalmente ao meu marido e amigo, Lúcio, que pacientemente participou direta ou indiretamente da realização deste trabalho.

"Não basta ter belos sonhos para realizá-los. Mas ninguém realiza grandes obras se não for capaz de sonhar grande. Podemos mudar o nosso destino, se nos dedicarmos à luta pela realização de nossos ideais. É preciso sonhar; mas com a condição de crer em nosso sonho; de examinar com atenção a vida real; de confrontar nossa observação com nosso sonho, de realizar escrupulosamente nossa fantasia. Sonhos, acredite neles."

Lenin

Resumo

O presente trabalho foi realizado no estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, localizado no município de Aracruz - ES. No período de abril a setembro de 2003 foram coletadas amostras de fitoplâncton a 1 m da superfície e em quatro estações localizadas no trecho final de cada rio. Concomitantemente, foram realizadas medições de uma série de variáveis ambientais: temperatura e transparência da água, salinidade, oxigênio dissolvido e nutrientes.

A contagem das amostras de fitoplâncton foi feita em microscópio invertido utilizando-se o procedimento dos campos aleatórios. Além do número de indivíduos, foram estimados os volumes celulares pelo método da transformação das dimensões lineares das células em volumes de figuras geométricas.

Os resultados indicam que a classe Bacillariophyceae é a numericamente mais importante, em ambos rios, não existindo, entretanto, nenhuma espécie predominante. Três Classes de algas mostraram-se importantes para o biovolume total do fitoplâncton: Bacillariophyceae, Dinophyceae e Chlorophyceae, sendo que as Bacillariophyceae foram as mais representativas para o biovolume total.

O Rio Piraquê-Açu apresentou biomassa superior à do Rio Piraquê-Mirim, no entanto, a diversidade aplicada à biomassa comportou-se de maneira oposta.

Não foi possível observar, durante o período de estudo, um processo de sucessão do biovolume do fitoplâncton, pois a classe Bacillariophyceae foi predominante tanto qualitativamente quanto quantitativamente, em todo o período amostral.

O estudo das variações espaciais e temporais da biomassa do fitoplâncton, bem como os processos de sucessão desta biomassa, permitem uma melhor compreensão do potencial de produção biológica do ambiente.

Abstract

The present work was made in the estuary of the Piraquê-Açu and Piraquê-Mirim rivers, located in the municipal district of Aracruz - ES. In the period of April to September of 2003, phytoplankton samples were collected in four located stations in the end of each river. At the same time, measurements of a series of environmental variables were made: temperature and transparency of the water, salinity, dissolved oxygen and nutrients.

The count of the phytoplankton samples was made in inverted microscope using the procedure of the aleatory fields. The cellular volumes were obtained by the method of the transformation of the lineal dimensions of the cells in volumes of geometric forms.

The results indicate that the Class Bacillariophyceae has numerical dominance in both rivers, not existing, however, any predominant species. Three classes of algae were the most important for the total biovolume of the phytoplankton: Bacillariophyceae, Dinophyceae and Chlorophyceae. Bacillariophyceae was the most representative to the total biovolume.

Piraquê-Açu River showed higher biomass than Piraquê-Mirim River, however, the applied diversity to the biomass was the opposite.

It was not possible to observe, during the study period, a process of succession of the biovolume of the phytoplankton, because the Class Bacillariophyceae was dominant in the whole period, in number and in number of taxa.

The study of the spacial and temporary variations of the biomass of the phytoplankton, as well as the processes of succession of this biomass, allow a better understanding of the potential of biological production of the environment.

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização do estado do Espírito Santo e, neste, do estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, em Aracruz.....	18
Figura 1b - Localização dos pontos amostrais. PA1 a PA4: pontos do Rio Piraquê-Açu. PM1 a PM4: pontos do Rio Piraquê-Mirim.....	19
Figura 2 - Caracterização pluviométrica da área de estudo no ano de 2003.....	23
Figura 3 - Concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) nos oito pontos de amostragem durante as seis campanhas realizadas.....	25
Figura 4 - Transparência medida pelo disco de Secchi nos oito pontos de amostragem durante as seis campanhas realizadas.....	26
Figura 5 - Valores de salinidade (‰) nos oito pontos de amostragem durante as seis campanhas realizadas.....	27
Figura 6 - Valores de temperatura (°C) nos oito pontos de amostragem durante as seis campanhas realizadas.....	28
Figura 7 - Concentrações de fosfato ($\mu\text{g/L}$) nos oito pontos de amostragem nos meses de maio a setembro de 2003.....	30
Figura 8 - Concentrações de sílica ($\mu\text{g/L}$) nos oito pontos de amostragem nos meses de abril a julho.....	31
Figura 9 - Concentrações de nitrito ($\mu\text{g/L}$) nos oito pontos de amostragem nos meses de abril a setembro.....	32
Figura 10 - Concentrações de nitrato ($\mu\text{g/L}$) nos oito pontos de amostragem nos meses de abril a setembro.....	33
Figura 11 – Distribuição da densidade fitoplanctônica (mm^3/L) nos oito pontos de amostragem durante as seis campanhas realizadas.....	45

Figura 12 – Composição quantitativa do fitoplâncton nos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim nos meses de abril e maio.....	46
Figura 13 – Composição quantitativa do fitoplâncton nos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim nos meses de junho e julho.....	47
Figura 14 – Composição quantitativa do fitoplâncton nos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim nos meses de agosto e setembro.....	48
Figura 15 – Distribuição do biovolume total do fitoplâncton (mm^3/L) nos oito pontos de amostragem durante as seis campanhas realizadas.....	49
Figura 16 - Distribuição do biovolume das classes fitoplanctônicas (mm^3/L) dos pontos 1 e 2 do Rio Piraquê-Açu.....	50
Figura 17 - Distribuição do biovolume das classes fitoplanctônicas (mm^3/L) dos pontos 3 e 4 do Rio Piraquê-Açu.....	51
Figura 18 - Distribuição do biovolume das classes fitoplanctônicas (mm^3/L) dos pontos 1 e 2 do Rio Piraquê-Mirim.....	52
Figura 19 - Distribuição do biovolume das classes fitoplanctônicas (mm^3/L) dos pontos 3 e 4 do Rio Piraquê-Mirim.....	53
Figura 20 – Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho nos pontos 1 e 2 do Rio Piraquê-Açu.....	54
Figura 21 - Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho nos pontos 3 e 4 do Rio Piraquê-Açu.....	55
Figura 22 - Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho nos pontos 1 e 2 do Rio Piraquê-Mirim.....	56

Figura 23 - Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho nos pontos 3 e 4 do Rio Piraquê-Mirim.....57

Figura 24 - Distribuição da diversidade específica aplicada ao biovolume (bits/unidade de biovolume) do fitoplâncton nos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim.....58

Figura 25 – Distribuição mensal do biovolume do fitoplâncton integrado horizontalmente nos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim..... 59

Sumário

1. Introdução	12
1.1 Justificativa.....	15
2. Objetivos	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos.....	16
3. Área de Estudo	17
3.1. Localização e Características do Local.....	17
3.2. Cobertura Vegetal.....	17
4. Metodologia	20
5. Resultados	23
5.1. Dados Climatológicos da Área de Estudo.....	23
5.2. Variáveis Físicas e Químicas da Água.....	24
5.3. Composição Qualitativa e Quantitativa da Comunidade Fitoplanctônica.....	34
5.4. Composição do Biovolume da Comunidade Fitoplanctônica.....	42
5.5. Diversidade Específica Aplicada ao Biovolume do Fitoplâncton.....	43
5.6. Biovolume Integrado.....	44

6. Discussão	60
6.1. Variáveis Físicas e Químicas da Água.....	60
6.2. Variações da Biomassa do Fitoplâncton.....	63
7. Conclusões	68
8. Referências	69

1. Introdução

A comunidade fitoplanctônica é constituída por organismos microscópicos, unicelulares isolados, coloniais ou filamentosos, que podem apresentar movimento, porém, sendo incapazes de se contrapor aos movimentos das massas de água. A maior parte do fitoplâncton possui a capacidade de utilizar a radiação luminosa solar como fonte de energia, como também macro e micronutrientes para a produção de matéria orgânica. De acordo com Aidar et al (1993), nas áreas marinhas neríticas e oceânicas o fitoplâncton autotrófico é o principal responsável pela produção de matéria orgânica que é transferida para os consumidores primários e secundários dentro da cadeia alimentar.

Os estuários são ambientes costeiros cujos parâmetros oceanográficos variam em função do seu hidrodinamismo, da sazonalidade e espacialidade. Segundo Melo Magalhães et al (1996), os ecossistemas estuarinos são considerados ambientes de grande produtividade, pois são favorecidos pelos nutrientes carreados pelos rios, sofrendo influência periódica tanto de água doce quanto de água salgada. De acordo com Palmer (1977), dentre as populações fitoplanctônicas estuarinas, as que apresentam maior abundância e, portanto, maior atividade fotossintética, são as diatomáceas. Em segundo lugar, estão os dinoflagelados. Os fitoflagelados nanoplanctônicos (entre 2 μ m e 20 μ m) também parecem ser bastante comuns e abundantes.

O ambiente estuarino apresenta múltiplos usos para o homem. Os ecossistemas litorâneos e costeiros são habitats de uma grande parte dos recursos biológicos marinhos brasileiros, pois são áreas de criação, de refúgio permanente ou temporário de inúmeras espécies de peixes, crustáceos e moluscos capturados pela pesca industrial e artesanal (DIEGUES, 2001). Os estuários também apresentam importância no desenvolvimento da maricultura, turismo, função portuária, pesquisas científicas, recreação e harmonia paisagística. Devido a esse grande número de atividades desenvolvidas nos estuários, os impactos provocados nesse ambiente são quase inevitáveis.

Habitats aquáticos tais como rios, lagos, estuários e oceano aberto, são freqüentemente usados como campos de esgoto, lixo e dejetos industriais, em

detrimento das comunidades biológicas (PRIMACK & RODRIGUES, 2002). Esse impacto antrópico nas bacias de drenagem e/ou nos estuários tem aumentado em todo o mundo nas últimas décadas, devido ao constante crescimento da população humana junto às zonas costeiras.

Por definição, um poluente causa algum prejuízo ao ambiente, incluindo o homem. Quando descartados nos corpos hídricos, a maioria dos poluentes influencia primariamente a zona eufótica, a qual constitui as camadas superiores da coluna d'água, onde a penetração luminosa é suficiente para permitir a produção primária (DYBERN, 1974).

O estudo da composição taxonômica do fitoplâncton, do índice de diversidade, e da sucessão dos componentes dessa comunidade no espaço e no tempo, proporciona informação básica sobre o ecossistema em estudo indicando a existência de gradientes horizontais devidos à eutrofização, à poluição e às variações que ocorrem na ecologia do ambiente no decorrer do tempo (HINO & TUNDISI, 1977). O predomínio de um ou outro grupo geralmente está relacionado às condições ambientais como concentração de nutrientes, localização geográfica e morfologia destes ecossistemas.

A biomassa é uma importante variável, pois mede a quantidade de energia estocada em certo nível trófico da comunidade biológica. Conforme Melo & Suzuki (1995), a produção de biomassa vegetal é um processo relevante relacionado ao funcionamento dos sistemas ecológicos, com conseqüentes implicações para o homem. A densidade desta biomassa depende de processos físicos e antrópicos. Segundo Aidar et al (1993), processos de mistura turbulenta na coluna d'água ou correntes de maré podem promover a ressuspensão dos nutrientes acumulados por regeneração ao nível de sedimento. Quaisquer formas de nitrogênio inorgânico regenerado liberadas pelo sedimento para a zona eufótica levam ao aumento da biomassa fitoplanctônica. De acordo com Branco apud Lucas (2002), a poluição resultante do lançamento de despejos orgânicos pode constituir uma fonte de micronutrientes essenciais a certos tipos de microorganismos aquáticos, e desta forma, contribuir largamente para o enriquecimento em matéria orgânica das águas receptoras.

Há muitas décadas, a comunidade fitoplanctônica vem sendo estudada em diferentes países, destacando-se os trabalhos de Ketchum (1983) no Rio Trent e seus tributários (GB) e Anderson (1998) na Baía de Cheasepeake (USA).

No Brasil, os estudos abrangem desde águas continentais (rios e lagoas) até a região costeira, com poucos estudos na região oceânica. Trabalhos em águas continentais foram realizados por Melo e Suzuki (1995) nas Lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida (RJ); por Dias Jr. (1995) na Lagoa Jacunem (ES). A maioria dos trabalhos recentes sobre a composição e a biomassa do fitoplâncton marinho da região sudeste do Brasil concentra-se nas áreas costeiras (BRANDINI & MORAES, 1986; AIDAR et al, 1993; DIAS JR et al, 2002).

Alguns trabalhos foram realizados em ambientes estuarinos: estudos realizados por Ganesella-Galvão (1982) na Baía de Santos (SP); por Brandini (1995) na Baía de Paranaguá (PR); por Melo Magalhães et al (1996) no sistema estuarino lagunar de Jequiá (AL), por Silva e Ávila (1997) no Parque Estadual Delta do Jacuí, (RS); por Barroso e Dias Jr (1997) e Lucas (2002) no Canal da Passagem/Manguezal do Lameirão - (ES); por Coradini (2003) na região estuarina de Barra Nova (ES). Entretanto, estudos sobre o fitoplâncton estuarino ainda são escassos, na maior parte da costa brasileira, especialmente no Espírito Santo, que possui várias bacias hidrográficas importantes.

A pesca, no estuário de Santa Cruz, representa uma importante atividade econômica para as comunidades nativas. Portanto, estudos sobre a comunidade fitoplanctônica são imprescindíveis, principalmente em áreas sujeitas a impactos causados pelas atividades humanas.

1.1 Justificativa

O presente estudo é uma contribuição no sentido de ampliar os conhecimentos sobre o fitoplâncton do sistema estuarino do Rio Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, uma vez que não existem, nesta região, estudos publicados sobre esse assunto até o presente e trata-se de uma importante região de pesca.

A obtenção de informações sobre a composição das espécies, variações espaciais e temporais e sucessão do fitoplâncton em áreas costeiras é essencial para uma melhor compreensão do potencial de produção biológica do ambiente para o desenvolvimento de atividades pesqueiras e de aquicultura, principalmente quando são abordados os aspectos ligados a sua biomassa.

O estudo sobre a comunidade fitoplanctônica de dois braços de uma mesma bacia hidrográfica em sua porção final permitirá uma melhor compreensão das modificações ambientais de origem antrópica ou não, e dos possíveis efeitos sobre a produtividade da região.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Analisar as variações espaciais e temporais da biomassa fitoplanctônica e da composição e diversidade desta biomassa no trecho final dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim - Aracruz/ES, relacionadas aos diversos fatores ambientais.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar a composição, a biomassa e a diversidade da biomassa fitoplanctônica na região estuarina dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim e suas variações espaciais e temporais em quatro pontos de amostragem ao longo do trecho final de cada rio, durante seis meses (abril a setembro de 2003).
- Descrever as diferenças nas variações da estrutura da comunidade fitoplanctônica entre os dois rios no período estudado.
- Avaliar as possíveis relações dos parâmetros obtidos sobre a biomassa fitoplanctônica com os fatores ambientais atuante em cada trecho desses rios.
- Verificar a existência de um processo de sucessão da biomassa fitoplanctônica durante o período amostral.

3. Área de Estudo

3.1. Localização e Características do Local

O estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim localiza-se no município de Aracruz. Este município faz parte da Região Litoral Norte, que se situa na faixa litorânea centro-norte do Estado do Espírito Santo (Figura 1). Está localizado a uma latitude sul de 19° 49'06", uma longitude oeste de Greenwich de 40° 16'37" e possui uma área de 1.435 km², equivalente a 3,15% do território estadual. Limita-se ao norte com o município de Linhares; ao sul com Fundão; a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Ibiracu e João Neiva, distando de Vitória cerca de 85 km (CALIMAN et al, 1997).

Além da sede, é compreendido pelos distritos de Guaraná, Jacupemba, Riacho e Santa Cruz. A bacia hidrográfica do município é a do Riacho, destacando-se os rios Gimihuna, Piraquê-Açu e Comboios.

O clima é tropical litorâneo, com inverno seco, pouco acentuado. As chuvas são mais freqüentes entre os meses de outubro e janeiro e observam-se estiagens de verão entre janeiro e fevereiro. O índice pluviométrico anual é cerca de 1250 mm (CALIMAN et al, 1997).

Ao longo do município, existem sete unidades de conservação: Reserva Indígena do Pau Brasil, Reserva Indígena de Comboios, Reserva Indígena de Caieiras Velha, Reserva Florestal de Aricanga, Reserva Biológica de Comboios, Reserva Biológica dos Manguezais dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim e a Estação Biológica Marinha.

3.2. Cobertura Vegetal

Historicamente, a área era totalmente coberta por uma densa Mata Atlântica, por uma vegetação de restinga, um mangue exuberante e, nas regiões baixas, campos alagados (CALIMAN et al, 1997).

Hoje, a vegetação primitiva encontra-se restrita a pequenas áreas, devido ao desenvolvimento da base econômica do município ter sido centrado no extrativismo vegetal, com exploração intensa e predatória dos recursos florestais, e ainda, com

implantação da Aracruz Celulose, onde foi necessária, para o desenvolvimento dessa atividade, a utilização de extensas áreas de floresta do município para o plantio do eucalipto.

Destaca-se o manguezal de Aracruz, muito extenso e em bom estado de conservação. É formado nas bacias dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, cujas águas se misturam com as do mar, favorecendo condições ótimas para o desenvolvimento dessa vegetação. Este manguezal é rico em caranguejos, ostras e mariscos. É um ambiente propício para peixes, sendo um verdadeiro berçário da vida marinha. O ecossistema está sendo explorado artesanalmente para pesca e coleta de ostras e caranguejos.

A área de estudo corresponde ao trecho final dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, onde foram determinados 4 pontos de amostragem para cada rio (Figura 1b).

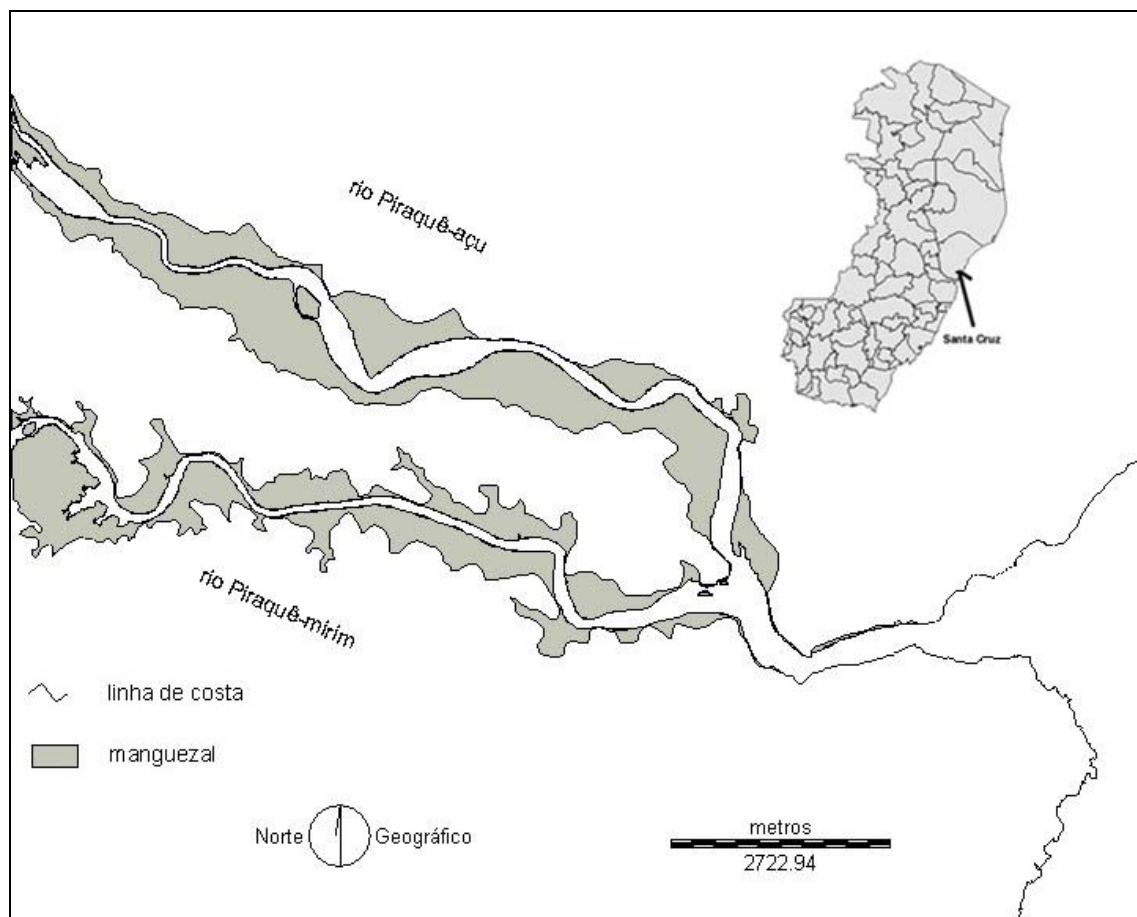


Figura 1 – Localização do estado do Espírito Santo e, neste, do estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, em Aracruz.

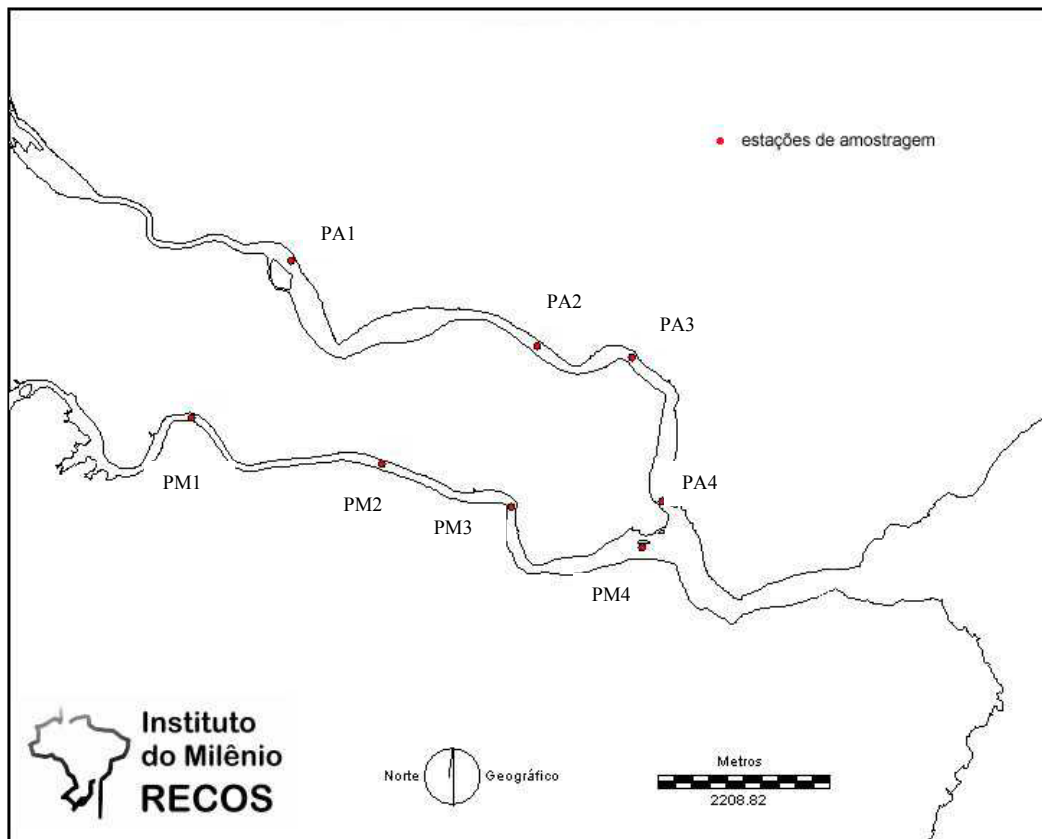


Figura 1b – Localização dos pontos amostrais. PA1 a PA4: pontos do Rio Piraquê-Açu.

PM1 a PM4: pontos do Rio Piraquê-Mirim.

Fonte: Instituto do Milênio/RECOS.

4. Metodologia

Foram realizadas seis campanhas, na área do estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, com periodicidade mensal de abril a setembro de 2003, em 4 pontos de amostragem em cada rio, sempre na maré vazante de quadratura.

As amostragens quantitativas do fitoplâncton foram feitas a 1m de profundidade, com o uso de garrafa de Van Dorn e fixadas com solução formalina a 2 %. Do mesmo modo, foram coletadas amostras para análises químicas realizadas em laboratório. Essas amostras foram posteriormente acondicionadas em gelo, com exceção das amostras para determinação de oxigênio dissolvido, que foram fixadas em campo.

As amostragens qualitativas foram feitas com arrasto de rede de plâncton com de 60 μm de malha, à baixa velocidade, na superfície dos mesmos pontos. Estas amostras também foram fixadas com solução de formalina a 2%.

Alguns parâmetros físicos e químicos, como a temperatura e a salinidade, foram determinados diretamente no ambiente, utilizando medidor multiparâmetros YSI 556 MPS. A transparência da água foi determinada utilizando-se o Disco de Secchi.

As análises químicas foram realizadas para a quantificação dos teores de fósforo, nitrogênio, sílica e oxigênio dissolvido das amostras de água, no laboratório.

Para a determinação do nitrogênio, as amostras foram transformadas em nitrato com persulfato de potássio, seguindo o método de Valderrama (1981). A seguir o nitrato foi dosado para nitrito segundo o método descrito por Baumgarten et al (1996).

A determinação do fósforo foi feita através da transformação do fosfato em ortofosfato, baseado no método descrito por Paranhos (1996).

O silício reativo dissolvido foi determinado de acordo com o método descrito por Baumgarten et al (1996).

A contagem do fitoplâncton foi feita utilizando-se câmara de sedimentação de Uthermöhl (UTHERMÖHL, 1958). O procedimento de contagem foi o de campos aleatórios, descrito por Uehlinger (1964). O critério utilizado para determinação do

número de campos que foram contados foi o que procura alcançar 100 indivíduos da espécie mais abundante. De acordo com Lund et al (1958), isto permite trabalhar com intervalos de confiança de +/- 20% da média, a um nível de significância de 95%, o que é considerado como suficiente para estudos desta natureza.

As análises qualitativas foram realizadas utilizando-se as amostras de rede. Estas análises foram feitas com o uso de microscópio óptico Olympus CX41, equipado com câmara clara e ocular de medição. Os organismos foram identificados analisando-se as suas características morfológicas e morfométricas, utilizando-se bibliografia especializada (TOMAS, 1997; BALECH, 1988; BICUDO, 1995; CATÁLOGO, 1990).

Os volumes celulares do fitoplâncton foram estimados pelo método da transformação das dimensões lineares das células em volumes de figuras geométricas tridimensionais a partir dos resultados de densidade, seguindo a metodologia de Edler (1979). As medidas celulares foram obtidas em microscópio óptico comum equipado com ocular micrometrada.

O procedimento de medição obedeceu aos seguintes critérios:

1. De cada uma das espécies mais abundantes, foram medidos mensalmente 10 indivíduos, para a obtenção das médias mensais das dimensões.
2. De cada uma das espécies menos abundantes, foram medidos 30 indivíduos ao longo do período de estudo.

Todos os indivíduos com mais de uma célula tiveram o seu número de células contado para efeito dos cálculos de volume celular.

As médias mensais foram transferidas para figuras geométricas tridimensionais com formas semelhantes às das células, e determinados seus volumes através de fórmulas conhecidas em geometria espacial, manualmente ou utilizando o programa Biovol 2.1. Assim foi estimado o volume médio mensal de cada espécie, de acordo com Edler, 1979.

Finalmente, as médias de volumes celulares foram multiplicadas pelos resultados obtidos nas contagens mensais do número de indivíduos, chegando-se a uma

estimativa dos biovolumes mensais de cada população, expressos em mm^3/L . Os indivíduos foram separados em quatro classes de tamanho, em relação ao biovolume: Classe I ($< 1.000 \mu\text{m}^3$), Classe II (1.000 a $10.000 \mu\text{m}^3$), Classe III (10.000 a $100.000 \mu\text{m}^3$) e Classe IV ($> 100.000 \mu\text{m}^3$), adaptado de Dias Jr. (1998).

A partir dos valores de densidade e de biovolume do fitoplâncton foram calculados os valores dos índices de diversidade específica (índice de Shannon-Weaver) aplicada à biomassa.

5. Resultados

5.1- Dados Climatológicos da Área de Estudo

A Figura 2 mostra a distribuição pluviométrica ao longo do ano de 2003 para a região estudada. As maiores precipitações ocorreram no verão, sendo que o mês de dezembro apresentou o maior valor (141,3 mm) e o mês de junho, o menor (13 mm). O clima dessa região é caracterizado como tropical litorâneo, com inverno seco, pouco acentuado, e as chuvas são mais freqüentes entre os meses de outubro e janeiro (CALIMAN et al, 1997). Portanto, pôde-se observar que o inverno deste ano foi atípico, uma vez que no mês de julho houve um alto índice pluviométrico (90,9 mm).

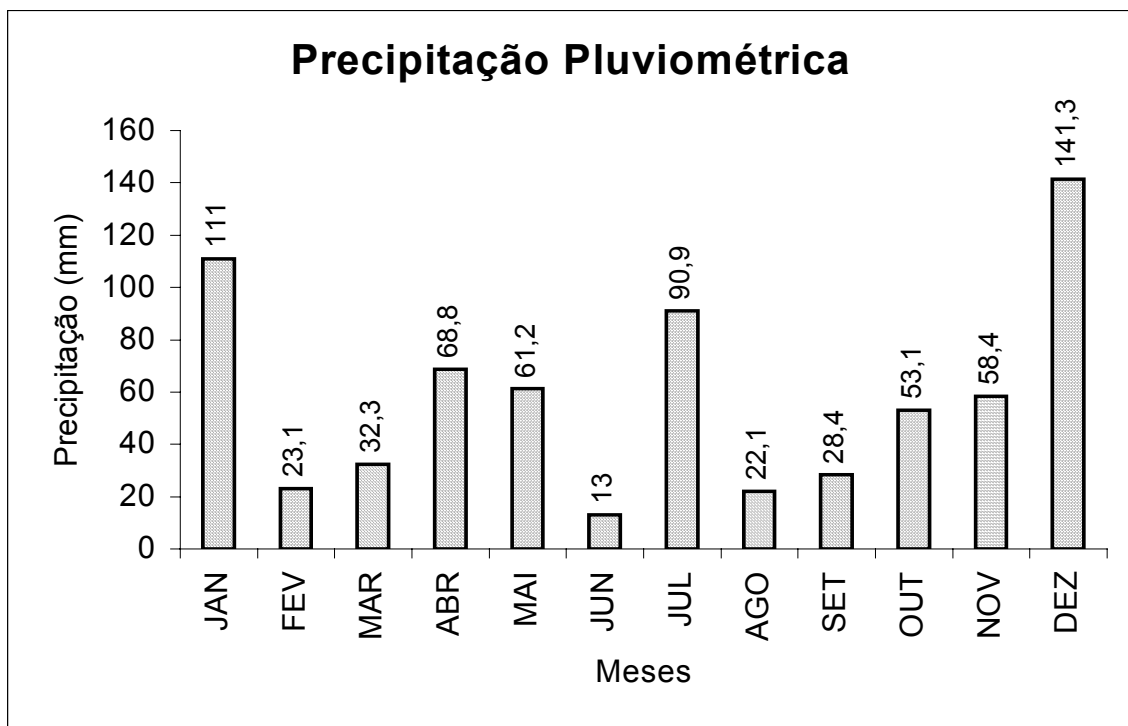


Figura 2: Caracterização pluviométrica da área de estudo no ano de 2003.
Fonte: Aracruz Celulose S.A.

5.2- Variáveis Físicas e Químicas da Água

Examinando-se a Figura 3, nota-se que as variações nos teores de oxigênio foram pequenas entre os rios, oscilando entre 0,64 mg/L e 5,07 mg/L no Rio Piraquê-Açu e 0,64 mg/L e 5,05 mg/L no Rio Piraquê-Mirim. Em relação à variação temporal, houve um aumento pronunciado das concentrações de oxigênio, em ambos rios, nos meses de maio, junho e julho. Houve pouca variação na concentração deste gás entre os pontos de coleta.

A Figura 4 mostra os valores de transparência da água (Secchi) nos pontos amostrais. No Rio Piraquê-Mirim a variação foi de 0,8 a 2 m, e no Piraquê-Açu foi de 0,95 a 1,7 m. Houve uma variação espacial da transparência da água no Rio Piraquê-Mirim, com pequena tendência de diminuição em direção ao ponto 4, principalmente, no mês de setembro. A mesma tendência não foi observada no Rio Piraquê-Açu, que parece não apresentar nenhuma variação espacial.

A Figura 5, mostra as variações de salinidade dos quatro pontos de amostragem de cada rio, durante as seis campanhas realizadas. Os valores de salinidade variaram entre 32,1 a 36,8 no Rio Piraquê-Mirim e de 24,17 a 37,6 no Rio Piraquê-Açu. Nota-se que há uma variação espacial em ambos rios, com aumento da salinidade em direção ao ponto 4, sendo que esta variação é mais nítida no Rio Piraquê-Açu. A temperatura da água (Figura 6) também variou pouco entre os rios e entre as estações de amostragem. No Rio Piraquê-Açu, os valores ficaram entre 22,8 e 28,5 °C, e no Rio Piraquê-Mirim, a variação foi de 22,5 a 28,9 °C. As temperaturas mais altas foram registradas no mês de abril e as mais baixas, no mês de julho.

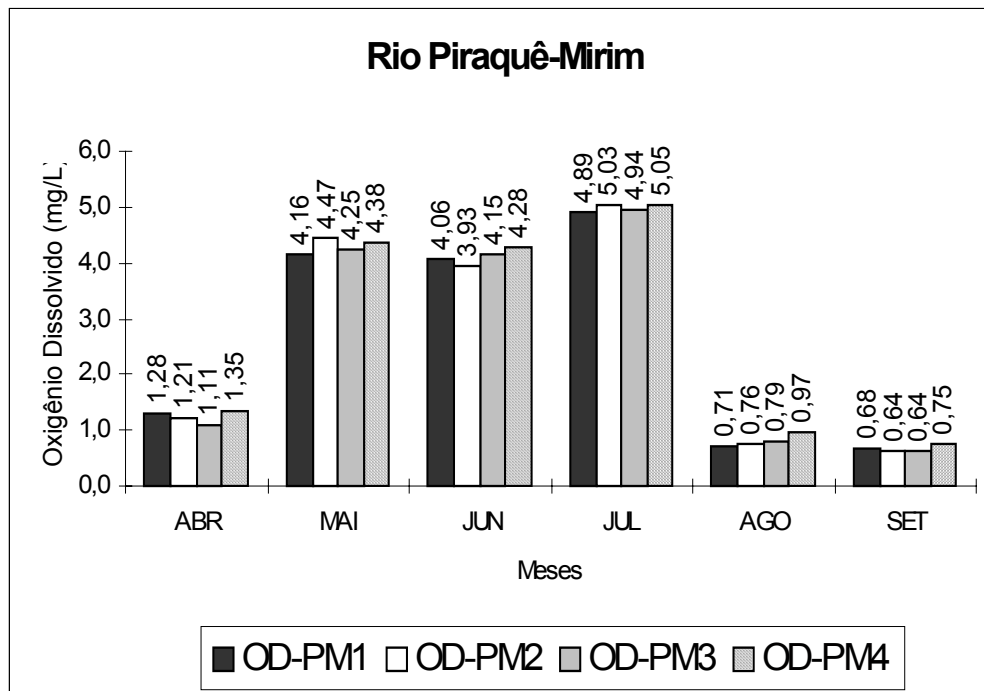
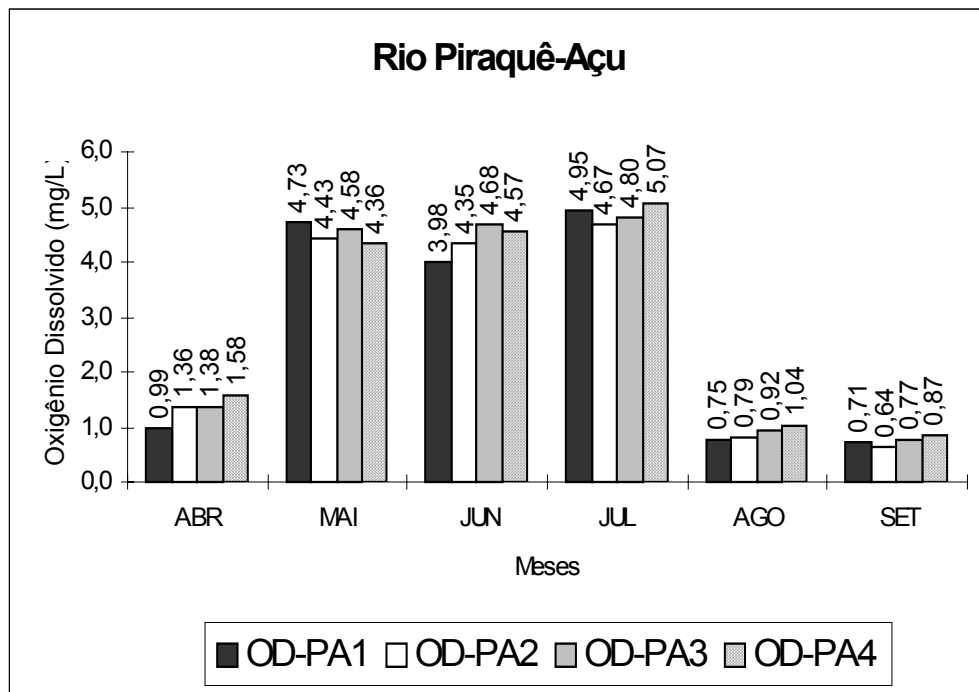


Figura 3 - Concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) nos oito pontos de amostragem durante as seis campanhas realizadas.

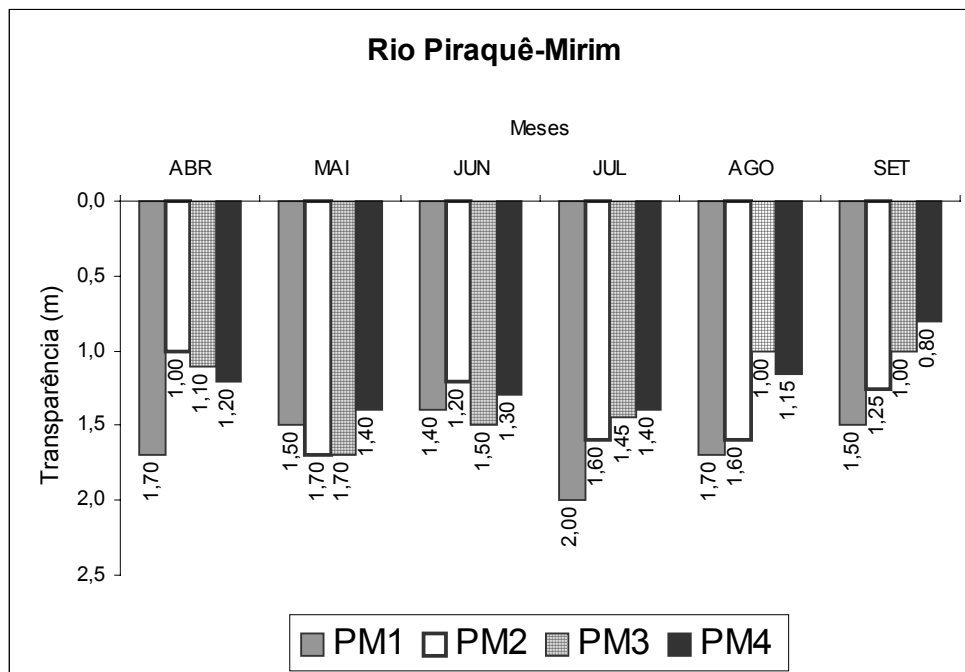
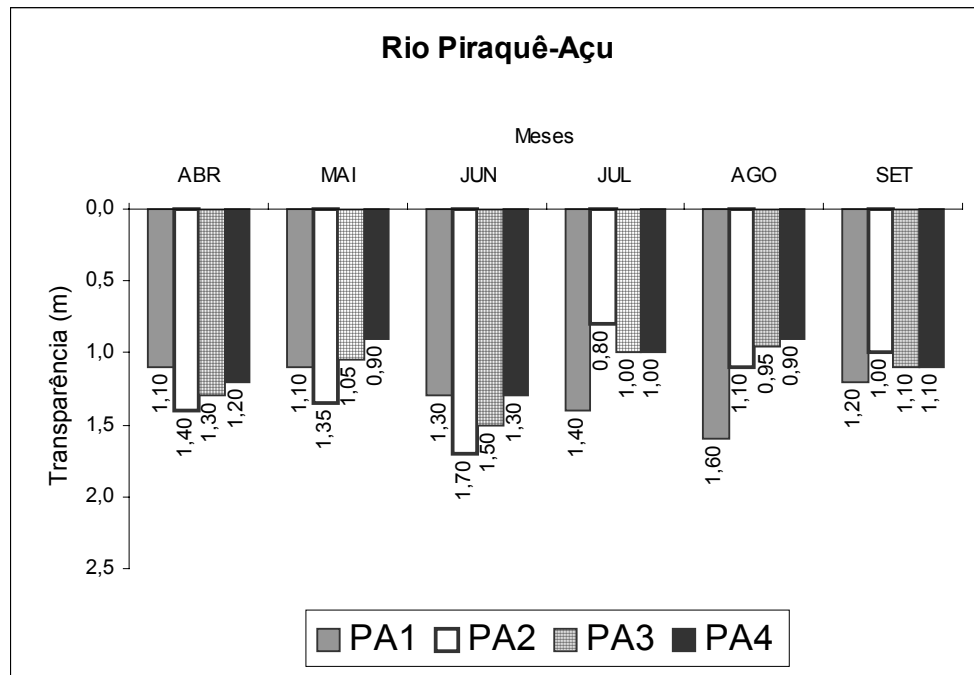


Figura 4 – Transparência da água medida pelo Disco de Secchi nos oito pontos de amostragem durante as seis campanhas realizadas.

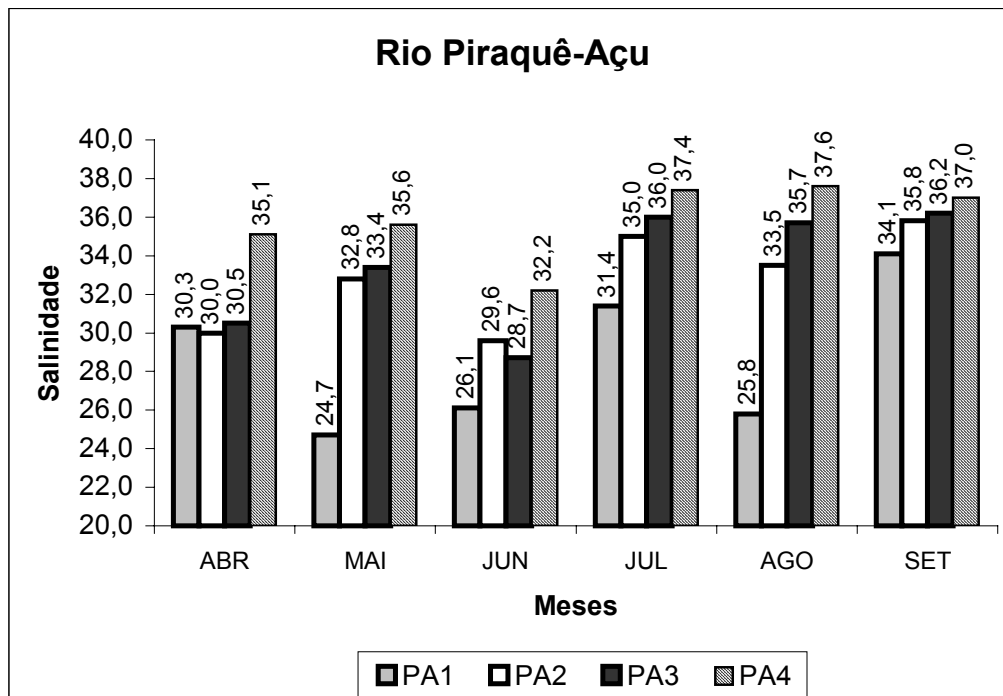
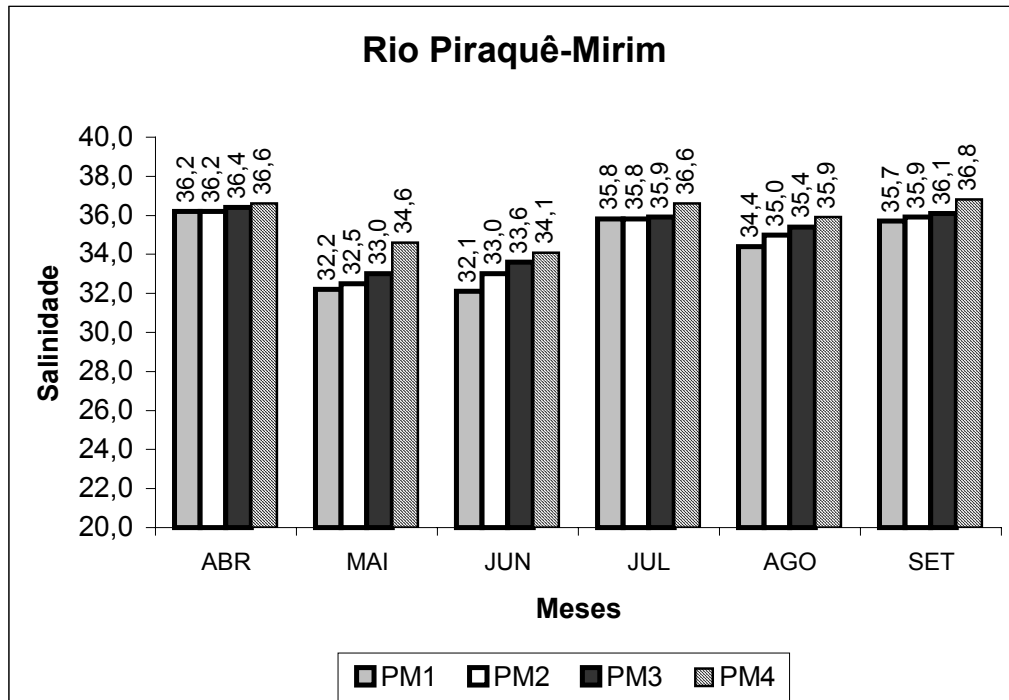


Figura 5 – Valores de salinidade nos oito pontos de amostragem durante as seis campanhas realizadas.

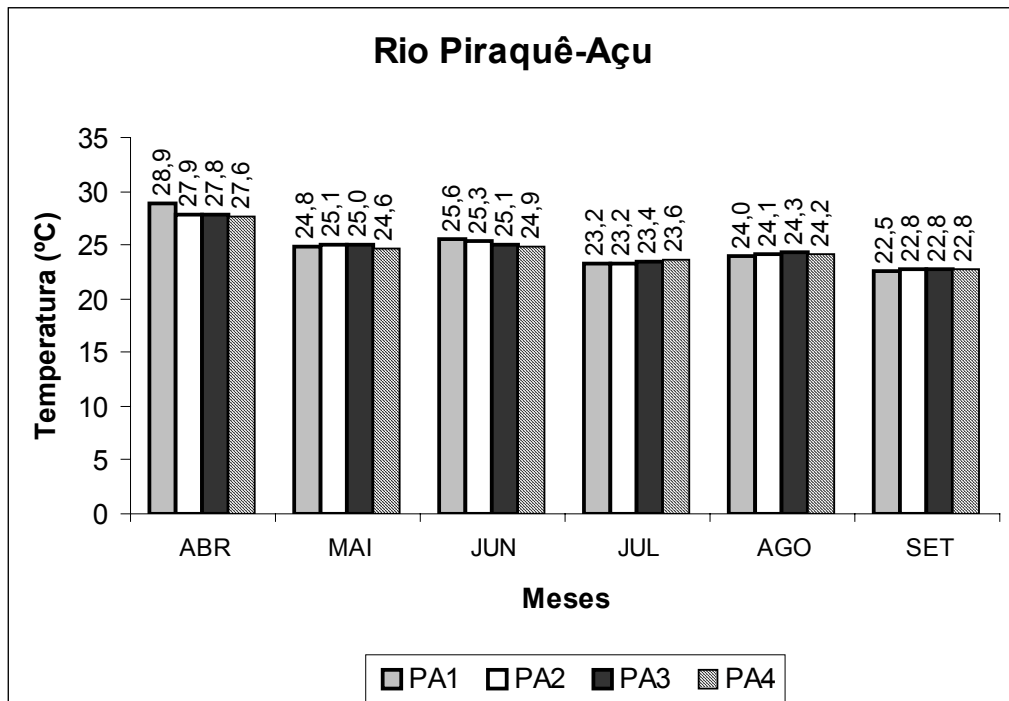
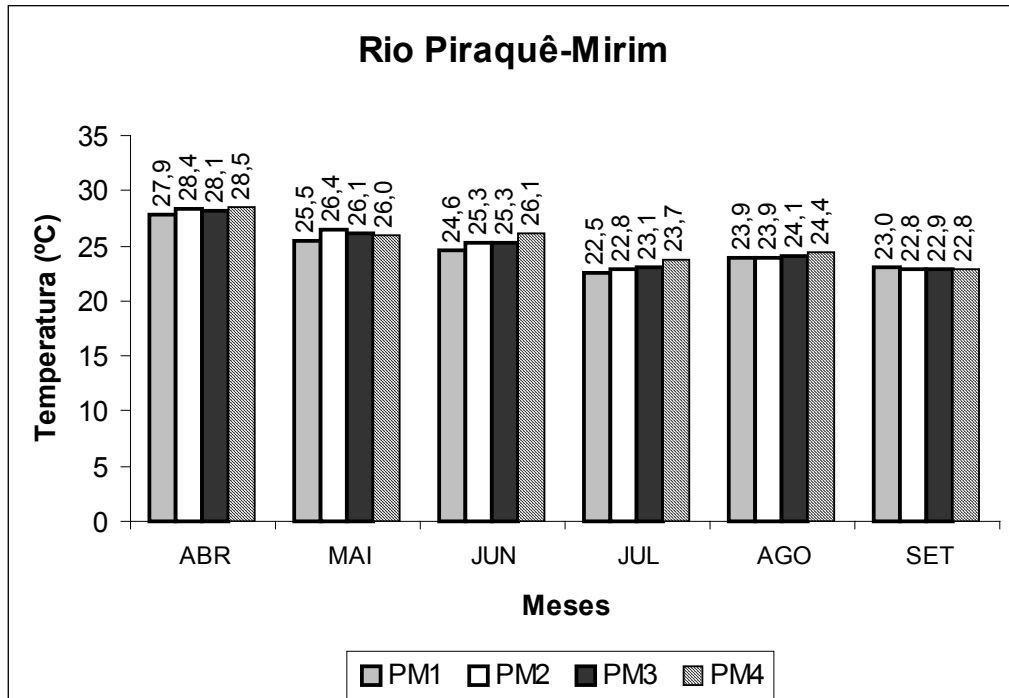


Figura 6 – Valores de temperatura (°C) nos oito pontos de amostragem durante as seis campanhas realizadas.

A Figura 7 mostra as variações de fosfato dissolvido ocorrida nos pontos de amostragem dos dois rios, durante o período estudado. Não foi possível a determinação da concentração desse nutriente no mês de abril. No Rio Piraquê-Açu a variação registrada foi de 0 a 35,48 $\mu\text{g/L}$ e no Rio Piraquê-Mirim as concentrações variaram de 1,97 a 24,82 $\mu\text{g/L}$, sendo que as maiores concentrações tenderam a ocorrer no mês de agosto e as menores, em maio.

A partir das concentrações de sílica dissolvida, mostradas na Figura 8, pôde-se observar que a variação foi de 28,72 a 415,26 $\mu\text{g/L}$ no Rio Piraquê-Mirim e de 72,95 a 696,58 $\mu\text{g/L}$ no Rio Piraquê-Açu, onde os menores valores ocorreram próximo à desembocadura (ponto 4) em todos os meses, com exceção do ponto 3, em maio. Em relação à variação temporal, foi possível verificar tendência de aumento na concentração desse nutriente no mês de julho, em ambos rios. Não foi possível obter dados para os meses de agosto e setembro.

Em relação às concentrações de nitrito dissolvido (Figura 9), pôde-se observar que houve uma variação de 1,36 a 8,17 $\mu\text{g/L}$ no Rio Piraquê-Açu, com maiores concentrações no mês de setembro, exceto no ponto 1. No Rio Piraquê-Mirim, a variação foi de 2,05 a 7,32 $\mu\text{g/L}$, com um aumento das concentrações do ponto 1 ao ponto 4, em abril, e diminuição destas concentrações do ponto 1 ao ponto 4, nos meses de maio e junho.

Quanto às concentrações de nitrato dissolvido (Figura 10), registrou-se variações de 11,56 a 93,65 $\mu\text{g/L}$ no Rio Piraquê-Mirim e de 11,02 a 95,12 $\mu\text{g/L}$ no Rio Piraquê-Açu. Os dois rios apresentaram um aumento na concentração desse nutriente nos meses de agosto e setembro.

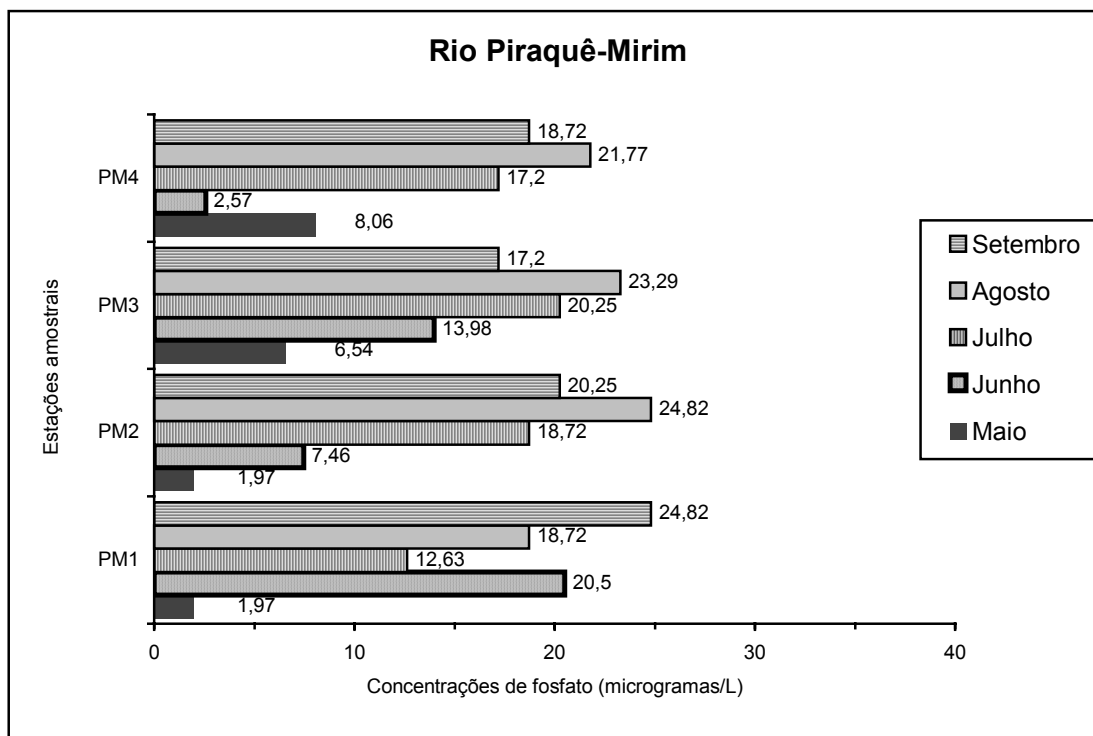
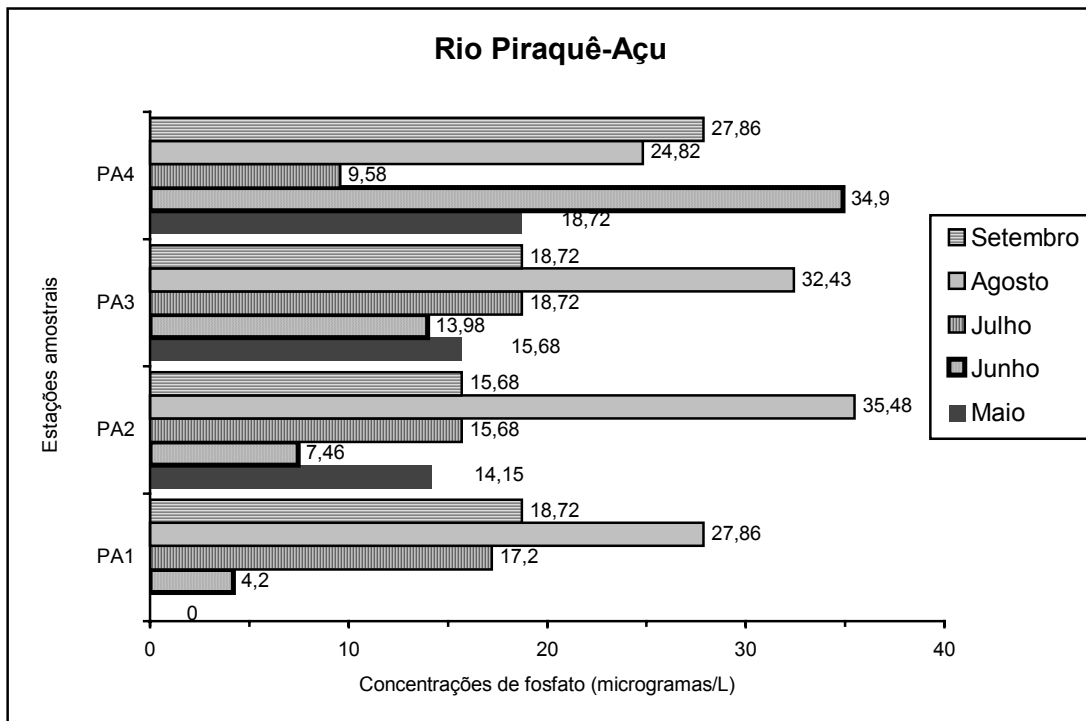


Figura 7 - Concentrações de fosfato dissolvido ($\mu\text{g/L}$) nos oito pontos de amostragem nos meses de maio a setembro.

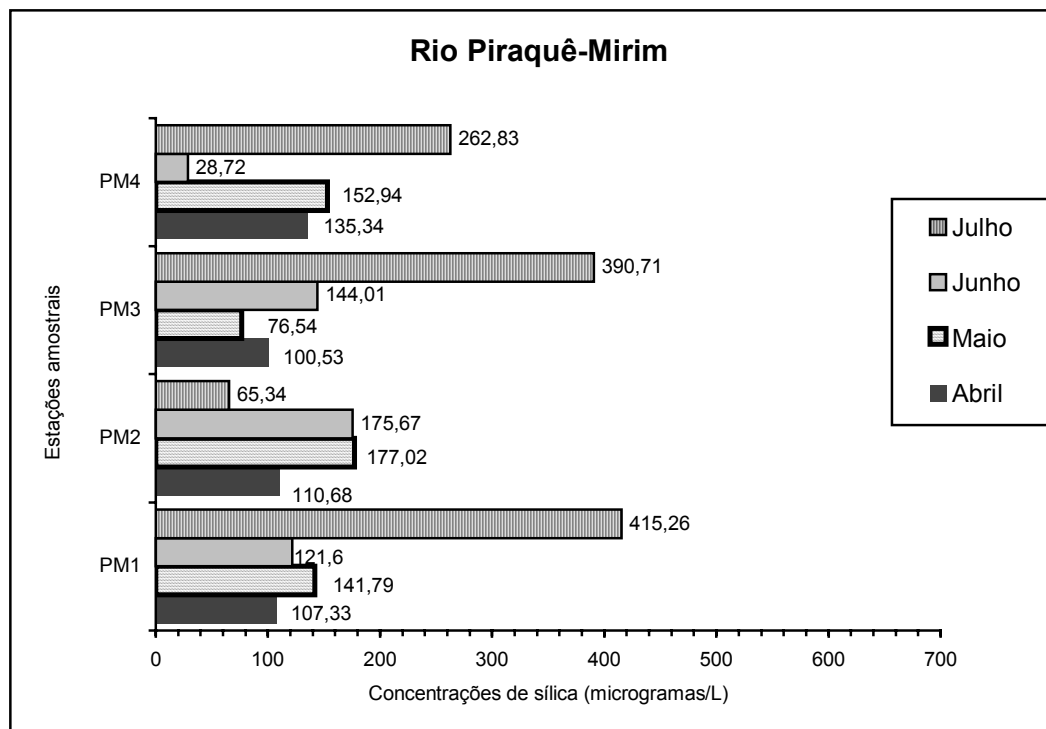
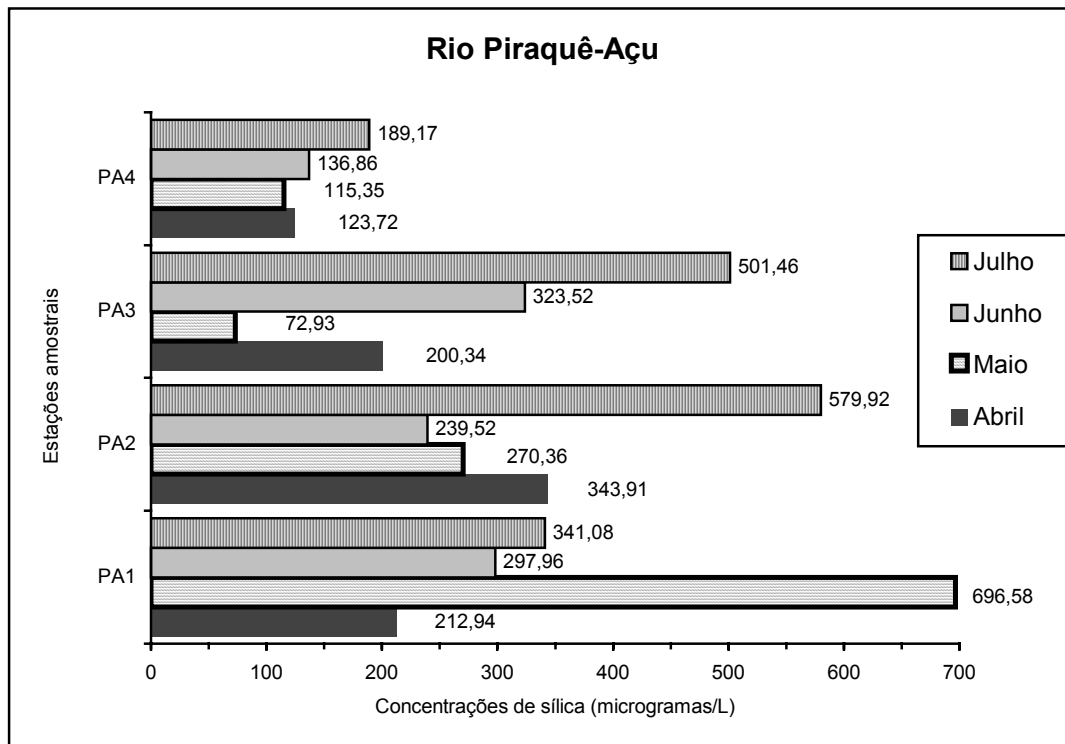


Figura 8 - Concentrações de sílica dissolvida ($\mu\text{g/L}$) nos oito pontos de amostragem nos meses de abril a julho.

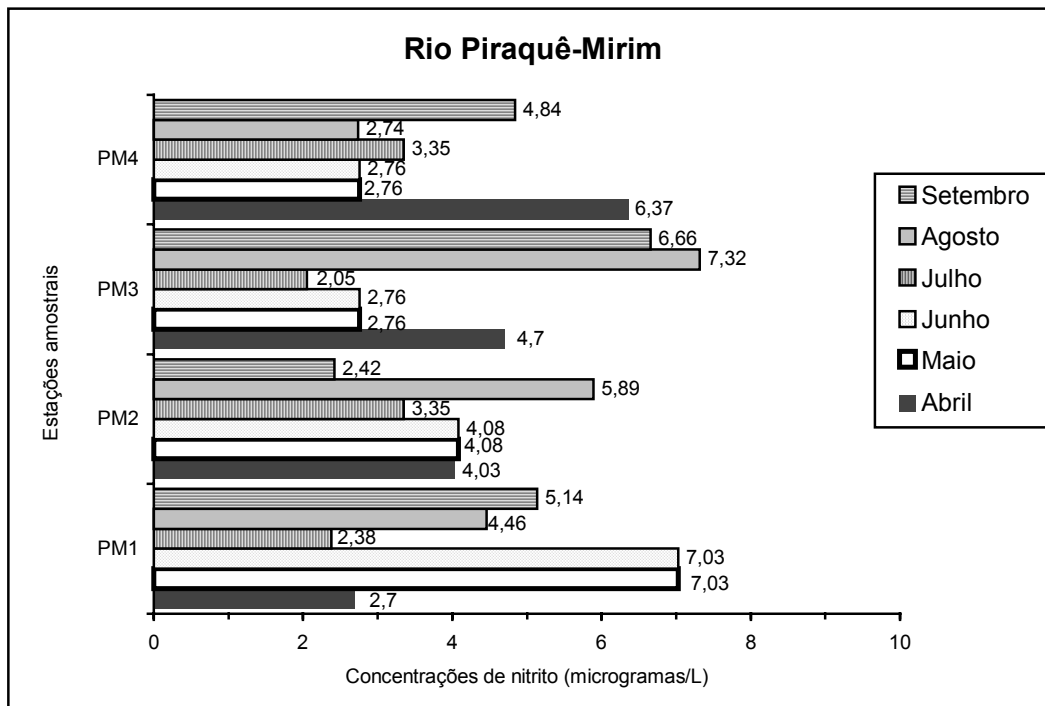
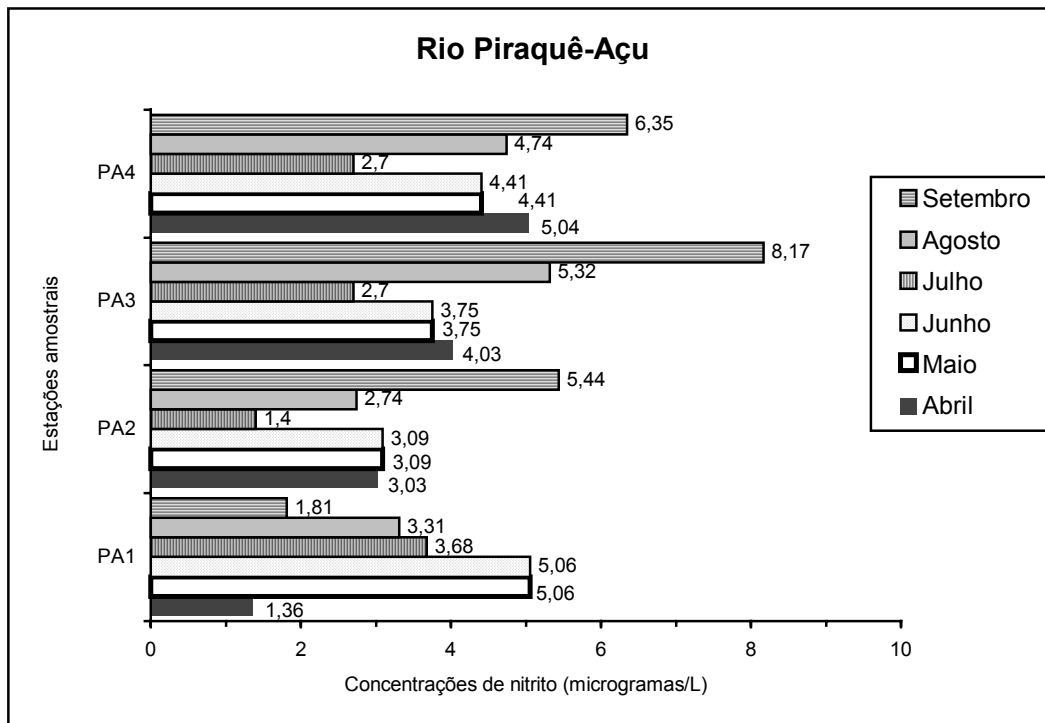


Figura 9 - Concentrações de nitrito dissolvido ($\mu\text{g/L}$) nos oito pontos de amostragem nos meses de abril a setembro.

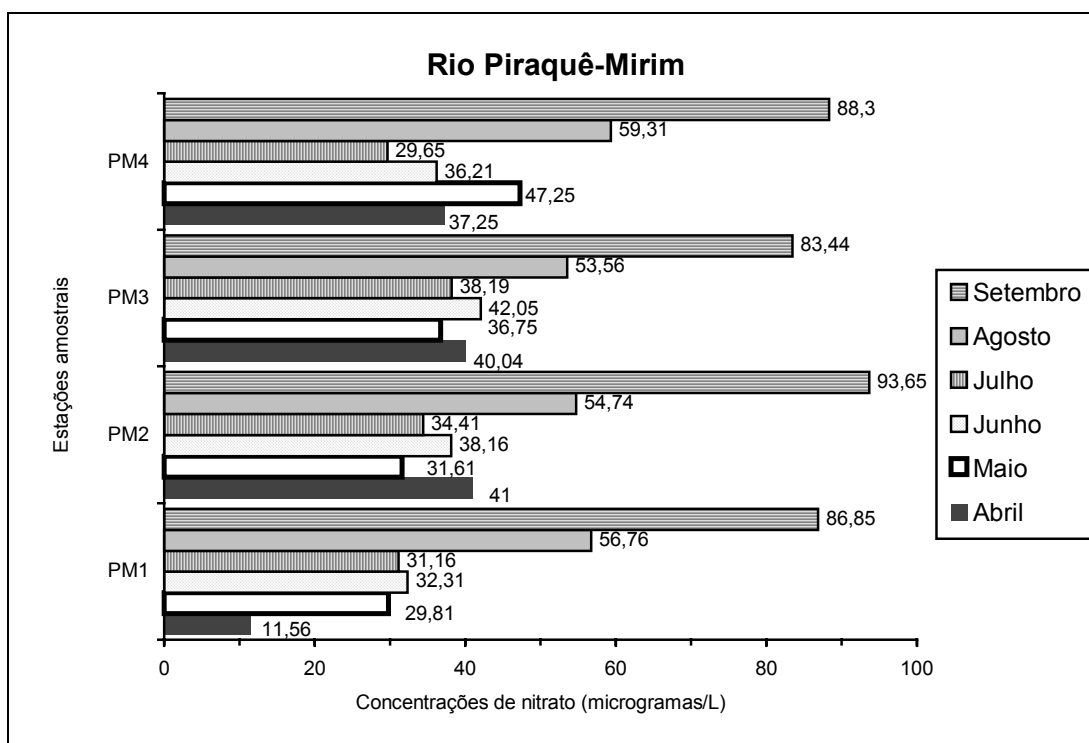
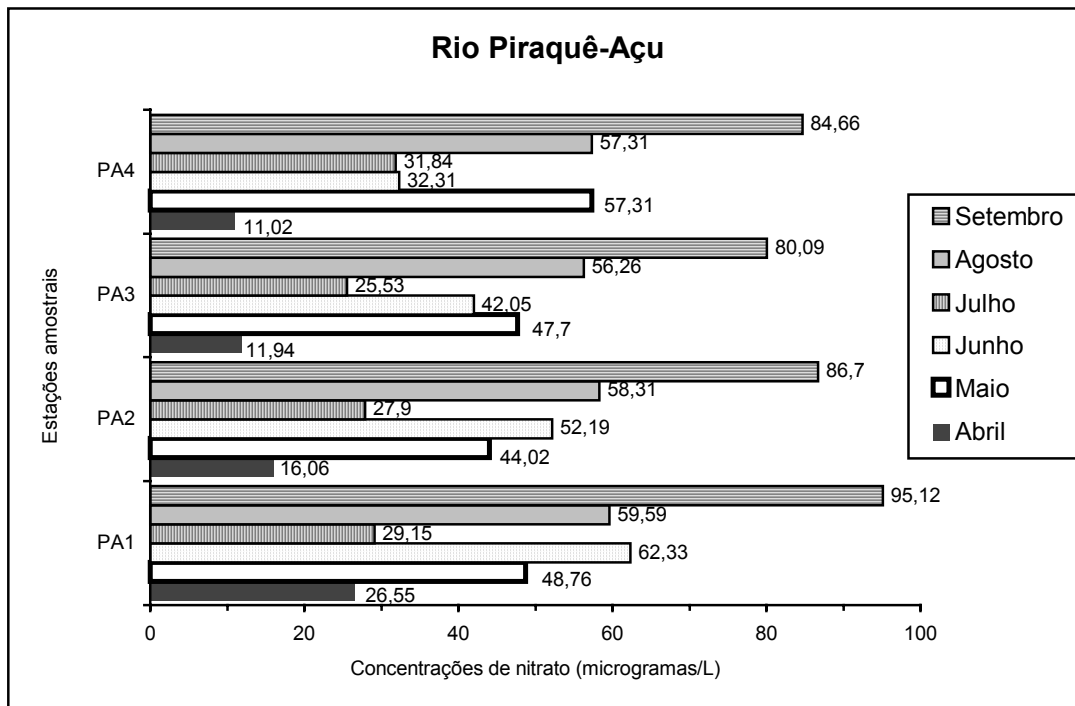


Figura 10 - Concentrações de nitrato dissolvido ($\mu\text{g/L}$) nos oito pontos de amostragem durante os meses de abril a setembro.

5.3 – Composição Qualitativa e Quantitativa da Comunidade Fitoplanctônica

A Tabela 1 mostra a relação de taxa identificados em cada rio, durante o período de estudo, juntamente com o seu biovolume médio. Para a identificação das espécies foram utilizadas as amostras quantitativas, porque para o cálculo do biovolume são consideradas apenas as espécies numericamente representativas. Muitos taxa estão classificados em nível de gênero, ou até mesmo de classe, pois exigem um tempo maior para identificação em nível de espécie, devido ao detalhamento morfológico, o qual nem sempre é possível de se obter utilizando somente microscópio óptico comum.

A flora numericamente significativa do Rio Piraquê-Mirim foi composta por 58 taxa, distribuídos da seguinte maneira: 32 taxa pertencentes à Classe Bacillariophyceae, 1 à Classe Dinophyceae, 2 à Classe Cyanophyceae, 7 à Classe Chlorophyceae e 16 fitoflagelados ainda não identificados.

O Rio Piraquê-Açu apresentou uma flora numericamente representativa composta por 65 taxa, distribuídos da seguinte maneira: 34 taxa pertencentes à Classe Bacillariophyceae, 3 à Classe Dinophyceae, 1 à Classe Cyanophyceae, 10 à Classe Chlorophyceae, 1 à Classe Zygnemaphyceae e 16 fitoflagelados ainda não identificados.

Considerando os dois rios, a composição foi de 42 taxa pertencentes à Classe Bacillariophyceae, 5 à Classe Dinophyceae, 7 à Classe Cyanophyceae, 12 à Classe Chlorophyceae, 1 à Classe Dytiochophyceae e 14 fitoflagelados ainda não identificados, totalizando 81 taxa.

A Figura 11 mostra os resultados da densidade fitoplanctônica expressos em indivíduos/mL. No Rio Piraquê-Açu, os valores da densidade numérica oscilaram entre 35, no ponto 4 e 1883 no ponto 1. No Rio Piraquê-Mirim foi observado uma variação entre 91 no ponto 1, e 1292 no ponto 2. Nota-se que os maiores valores de densidade ocorreram no mês de abril, em ambos rios, e que os menores valores foram observados no mês de setembro, em toda a área estudada, com exceção do ponto 2 do Rio Piraquê-Mirim e do ponto 1 do Piraquê-Açu. As densidades fitoplanctônicas foram maiores no Rio Piraquê-Mirim na maioria dos pontos e dos meses.

As Figuras 12 a 14 mostram a composição quantitativa do fitoplâncton dos oito pontos de amostragem, nos seis meses amostrados.

Cinco grupos de algas fitoplanctônicas foram representativos quanto ao número de indivíduos: Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae e os fitoflagelados.

As Bacillariophyceae mostraram-se abundantes na maioria dos pontos, chegando a um máximo de 87% do total de indivíduos no ponto 4 (Rio Piraquê-Mirim), em setembro. As Chlorophyceae, foram o segundo grupo mais representativo, com 73% do total de indivíduos do ponto 1 (Rio Piraquê-Mirim) no mês de abril. Os fitoflagelados, terceiro grupo mais abundante, apresentaram 41% do total de indivíduos do ponto 1 (Rio Piraquê-Açu) no mês de abril. As Dynophyceae foram, das cinco Classes, as que apareceram em menor quantidade, entretanto, apresentaram-se representativas no mês de agosto, chegando a um valor máximo de 25%, no ponto 3 (Rio Piraquê-Açu). Nos dois rios observou-se uma variação temporal na composição das Classes. A Classe Chlorophyceae, que foi mais abundante nos primeiros meses (abril e maio), foi sendo substituída pela Classe Bacillariophyceae no restante dos meses de amostragem.

Tabela 1 – Lista de espécies numericamente representativas identificadas no Rio Piraquê-Mirim e Piraquê-Açu, nas seis campanhas realizadas, bem como o seu biovolume médio.

BACILLARIOPHYCEAE (Diatomácea)	Biovolume μm^3	Rio Piraquê -Mirim	Rio Piraquê -Açu	Ambos
<i>Achnantes exigua</i> Grunow	37.7		X	
<i>Asterionella japonica</i> Cleve	29263.87			X
Centrales sp1	18.85			X
Centrales sp2	169.65			X
Centrales sp3	169.65			X
Centrales sp4	25132.74		X	
Centrales sp5	1005.31	X		
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	7125.13		X	
<i>Chaetoceros cf curvisetus</i> Cleve	459.6		X	
<i>Chaetoceros mitra</i> Cleve	1444.46	X		
<i>Chaetoceros teres</i> Cleve	5654.87			X
<i>Chaetoceros</i> sp1	452.39	X		
<i>Chaetoceros</i> sp2	15393.81		X	
<i>Chaetoceros</i> sp3	8143.01	X		
<i>Climacodium</i> sp	22619.47		X	
<i>Cocconeis placentula</i> (Ehrenberg) Cleve	1570.8	X		
<i>Cocconeis</i> sp	62.83	X		
<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg	3393.06	X		
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg	47289.77			X
<i>Coscinodiscus</i> sp	1886.92			X
<i>Cymbella</i> sp1	2881.67	X		
<i>Cymbella</i> sp2	257.33			X
<i>Cymbella</i> sp3	504.0			X
<i>Cymbella</i> sp4	6314.67	X		
<i>Cymbella</i> sp5	1088.0		X	
<i>Cymbella</i> sp6	1466.67	X		
<i>Diploneis</i> sp7	3141.59	X		
<i>Diploneis</i> sp8	2155.13			X
<i>Frustulia</i> sp1	113.1		X	
<i>Frustulia</i> sp2	339.29			X
<i>Frustulia</i> sp3	282.74	X		
<i>Guinardia delicatula</i> Botes	31808.65	X		
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Cleve	10429.3	X		
<i>Gyrosigma</i> sp1	20357.52	X		
<i>Gyrosigma</i> sp2	15280.71			X
<i>Lauderia borealis</i> Gran	271296.0		X	
<i>Lichmophora</i> sp	495.0			X
<i>Melosira nummuloides</i> (Dillwyn) Agardh	923.63	X		
<i>Melosira sulcata</i> (Ehrenberg) Kützing	3619.12	X		
<i>Melosira</i> sp1	84.23			X
<i>Melosira</i> sp2	25.13			X
<i>Navicula didyma</i>	6107.26	X		
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	577.27			X

Tabela 1 – Lista de espécies numericamente representativas identificadas no Rio Piraquê-Mirim e Piraquê-Açu, nas seis campanhas realizadas, bem como o seu biovolume médio.

Continuação...

<i>Navicula radiosa</i>	31.42			X
<i>Navicula</i> sp1	125.66	X		
<i>Navicula</i> sp2	9424.78		X	
<i>Navicula</i> sp3	87.97		X	
<i>Navicula</i> sp4	715.34			X
<i>Navicula</i> sp5	278.82			X
<i>Navicula</i> sp6	22518.94			X
<i>Navicula</i> sp7	6785.64	X		
<i>Navicula</i> sp8	87.97			X
<i>Navicula</i> sp9	1105.84		X	
<i>Navicula</i> sp10	249253.2		X	
<i>Navicula</i> sp11	2356.2		X	
<i>Navicula</i> sp12	5654.87		X	
<i>Navicula</i> sp13	1608.5		X	
<i>Navicula</i> sp14	1272.35			X
<i>Navicula</i> sp15	1570.8		X	
<i>Navicula</i> sp16	3769.91			X
<i>Navicula</i> sp17	75.4			X
<i>Navicula</i> sp18	1333.33		X	
<i>Navicula</i> sp19	70.69	X		
<i>Navicula</i> sp20	6283.19	X		
<i>Nitzschia delicatissima</i> Gran	2028.21			X
<i>Nitzschia longissima</i> (Brebisson) Ralfs	13069.03		X	
<i>Nitzschia obtusa</i> Wm. Smith	3732.21	X		
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith	420.97	X		
<i>Nitzschia</i> sp1	3337.94		X	
<i>Nitzschia</i> sp2	527.79			X
<i>Nitzschia</i> sp3	226.2			X
<i>Nitzschia</i> sp4	1092.88			X
<i>Nitzschia</i> sp5	955.05			X
<i>Nitzschia</i> sp6	1206.37			X
<i>Nitzschia</i> sp7	1130.97		X	
<i>Nitzschia</i> sp8	124.69			X
<i>Nitzschia</i> sp9	34.56	X		
<i>Nitzschia</i> sp10	201.06	X		
<i>Nitzschia</i> sp11	1130.97	X		
<i>Nitzschia</i> sp12	201.06	X		
<i>Odontella pulchela</i> Gray.	1458.0		X	
Pennales sp1	70.99			X
Pennales sp2	14137.17		X	
Pennales sp3	282.74			X
Pennales sp4	34.56	X		
<i>Pinnularia</i> sp	6283.19		X	
<i>Pleurosigma elogatum</i> W. Smith	1080.13		X	

Tabela 1 – Lista de espécies numericamente representativas identificadas no Rio Piraguê-Mirim e Piraguê-Açu, nas seis campanhas realizadas, bem como o seu biovolume médio.

Continuação...

<i>Pleurosigma</i> sp1	6785.84			X
<i>Pleurosigma</i> sp2	21991.15		X	
<i>Pleurosigma</i> sp3	2890.27		X	
<i>Pleurosigma</i> sp4	34557.52		X	
<i>Pleurosigma</i> sp5	3141.59			X
<i>Pleurosigma</i> sp6	1644.89			X
<i>Pseudo-Nitzschia seriata</i> Cleve	439.82		X	
<i>Pseudo-Nitzschia</i> sp2	65.97			X
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	36191.15		X	
<i>Rhizosolenia</i> sp	113040.0		X	
<i>Sellaphora</i> sp	125.66			X
<i>Stauroneis</i> sp1	424.12		X	
<i>Stauroneis</i> sp2	753.98			X
<i>Stenopterobia intermedia</i> Lewis	22515.65			X
<i>Surirella</i> sp1	628.32	X		
<i>Surirella</i> sp2	20843.62			X
<i>Surirella</i> sp3	5881.06		X	
<i>Surirella</i> sp4	4084.07	X		
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grunow	829.38			X
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (Grunow) Grunow	236.82	X		
CHLOROPHYCEAE				
<i>Chlorella</i> sp1	4.19			X
<i>Chlorella</i> sp2	33.51			X
<i>Chlorella</i> sp3	523.63		X	
<i>Chlorella</i> sp4	179.6			X
<i>Chlorella</i> sp5	523.63			X
<i>Chlorella</i> sp6	65.45			X
<i>Chlorella</i> sp7	58.64	X		
Chlorococcales sp1	55.23		X	
Chlorococcales sp2	50.27		X	
Clorofíceea sp1	113.1		X	
Clorofíceea sp2	113.1			X
Clorofíceea sp3	804.25		X	
Clorofíceea sp4	301.59	X		
Clorofíceea sp5	523.63			X
Clorofíceea sp6	12.57			X
Clorofíceea sp7	33.51			X
Clorofíceea sp8	47.12		X	
Clorofíceea sp9	83.78		X	
Clorofíceea sp10	733.04	X		
Clorofíceea sp11	167.55	X		

Tabela 1 – Lista de espécies numericamente representativas identificadas no Rio Piraquê-Mirim e Piraquê-Açu, nas seis campanhas realizadas, bem como o seu biovolume médio.

Continuação...

<i>Cosmarium</i> sp2	1325.36		X	
<i>Cosmarium</i> sp1	678.58			X
<i>Cosmarium</i> sp2	65453.13		X	
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	134.05	X		
<i>Crucigenia</i> sp	16.76		X	
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. West) Schmidle	3.67			X
<i>Kirchneriella</i> sp1	9.16			X
<i>Kirchneriella</i> sp2	37.7	X		
CYANOPHYCEAE				
<i>Chroococcus</i> sp	16.36			X
Cianofíceia sp1	127.24			X
Cianofíceia sp2	8.38		X	
Cianofíceia sp3	113.1			X
Cianofíceia sp4	67.02	X		
Cianofíceia sp5	37.7	X		
<i>Lyngbia</i> sp	23.56			X
<i>Oscillatoria</i> sp	339.29			X
<i>Spirulina</i> sp	13,61	X		
<i>Syneococcus</i> sp	8.38			X
<i>Syneocystis</i> sp	4.85			X
DINOPHYCEAE				
<i>Ceratium furca</i> Ehrenberg	26372.75			X
<i>Gonyaulax</i> sp	18545.13			X
<i>Gonyaulax spinifera</i> Balech	9203.22			X
<i>Heterodinium murrayi</i> Balech	13442.7		X	
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	16281.83		X	
<i>Prorocentrum</i> sp	1596.34		X	
<i>Protoberidinium</i> sp1	3053.78			X
<i>Protoberidinium</i> sp2	1098.12			X
<i>Protoberidinium</i> sp3	1436.83	X		
DYCTIOCHOPHYCEAE				
<i>Dictyocha</i> sp	160.48			X
ZYGNEMATOPHYCEAE				
<i>Staurastrum</i> sp	50.27		X	

Tabela 1 – Lista de espécies numericamente representativas identificadas no Rio Piraquê-Mirim e Piraquê-Açu, nas seis campanhas realizadas, bem como o seu biovolume médio.

Continuação...

FITOFLAGELADOS				
Fitoflagelado sp1	37.68		X	
Fitoflagelado sp2	113.1			X
Fitoflagelado sp3	733.04		X	
Fitoflagelado sp4	220.9		X	
Fitoflagelado sp5	65.45			X
Fitoflagelado sp6	16.76		X	
Fitoflagelado sp7	381.72			X
Fitoflagelado sp8	150.8		X	
Fitoflagelado sp9	150.8		X	
Fitoflagelado sp10	58.64		X	
Fitoflagelado sp11	143.8		X	
Fitoflagelado sp12	189.03		X	
Fitoflagelado sp13	179.6	X		
Fitoflagelado sp14	58.64			X
Fitoflagelado sp15	18.85	X		
Fitoflagelado sp16	150.8	X		
Fitoflagelado sp17	65.45	X		
Fitoflagelado sp18	67.02		X	
Fitoflagelado sp19	65.45			X
Fitoflagelado sp20	33.51		X	
Fitoflagelado sp21	188.5			X
Fitoflagelado sp22	91.63		X	
Fitoflagelado sp23	188.5			X
Fitoflagelado sp24	50.27			X
Fitoflagelado sp25	143.8	X		
Fitoflagelado sp26	23.56		X	
Fitoflagelado sp27	33.51			X
Fitoflagelado sp28	67.02			X
Fitoflagelado sp29	64.45			X
Fitoflagelado sp30	18.85			X
Fitoflagelado sp31	67.02		X	
Fitoflagelado sp32	113.1			X
Fitoflagelado sp33	18.85		X	
Fitoflagelado sp34	75.34		X	
Fitoflagelado sp35	18.85			X
Fitoflagelado sp36	8.38	X		
Fitoflagelado sp37	14.14	X		
Fitoflagelado sp38	50.27	X		
Fitoflagelado sp39	113.1	X		
Fitoflagelado sp40	150.8	X		
Fitoflagelado sp41	47.72	X		

Fitoflagelado sp42	65.45	X		
--------------------	-------	---	--	--

Tabela 1 – Lista de espécies numericamente representativas identificadas no Rio Piraquê-Mirim e Piraquê-Açu, nas seis campanhas realizadas, bem como o seu biovolume médio.

Continuação...

Fitoflagelado sp43	268.1	X		
Fitoflagelado sp44	23.56	X		
Fitoflagelado sp45	33.51	X		
Fitoflagelado sp46	150.8	X		

5.4 - Composição do Biovolume da Comunidade Fitoplanctônica

Na figura 15 estão representados os valores referentes à composição do volume celular (biovolume) total, representados em mm^3/L , da comunidade fitoplanctônica nos oito pontos de amostragem, durante o período de estudo.

Os valores máximos de biovolume total foram obtidos no Rio Piraquê-Açu, sendo de 0,88; 2,70; 1,36 mm^3/L nos pontos 1, 2, e 3, respectivamente, durante o mês de julho, e 1,34 mm^3/L , no ponto 4 (junho). No Rio Piraquê-Mirim, os valores máximos ocorreram nos meses de julho a setembro, chegando a 0,33; 0,73; 0,69 e 0,59 mm^3/L nos respectivos pontos. A partir desses valores, é possível constatar que a biomassa fitoplanctônica do Rio Piraquê-Mirim é inferior a do Rio Piraquê-Açu. É possível notar que o Rio Piraquê-Açu apresentou uma tendência de aumento dos valores de biovolume de abril a julho, com um decréscimo acentuado a partir desse mês até setembro. Já o Rio Piraquê-Mirim apresentou outro tipo de comportamento temporal, onde o aumento ocorreu de julho a setembro.

Sete Classes de algas apresentaram representatividade no biovolume, em maior ou menor grau, destacando-se a contribuição das Classes Dinophyceae, Bacillariophyceae e Chlorophyceae, sendo que as Cyanophyceae, Zygnemaphyceae, Dictyophyceae e os fitoflagelados não atingiram biovolume suficiente para representação (Figuras 16 a 19).

No Rio Piraquê-Açu, houve uma predominância do biovolume de Bacillariophyceae em todos os pontos, especialmente das diatomáceas penadas, com valor máximo no ponto 2 em agosto. De uma maneira geral, nos meses de abril e maio, ocorreu uma baixa representatividade dessa Classe em todos os pontos. O grupo das Dinophyceae também foi expressivo nos pontos 2 e 3, principalmente no mês de julho e abril, respectivamente. As Chlorophyceae freqüentemente apresentaram baixa contribuição em biomassa se comparada às demais, contudo, houve uma expressividade um pouco maior dessa Classe no ponto 3, no mês de maio. A Classe das Bacillariophyceae foi a que mais contribuiu para a biomassa dos quatro pontos do Rio Piraquê-Mirim, no entanto o ponto 1 apresentou uma baixa biomassa em

todos os meses, principalmente em julho. As Dinophyceae apenas foram expressivas no ponto 3, principalmente em agosto.

As Figuras 20 a 23 mostram a variação percentual mensal do biovolume das quatro classes de tamanho das algas do fitoplâncton.

As duas classes que mostraram maior contribuição percentual foram as classes III (10.000 - 100.000 μm^3) e a IV (> 100.000 μm^3). As classes III e IV, representadas pelas Dinophyceae e Bacillariophyceae, foram as de maior contribuição em todos os pontos, de junho a setembro, com exceção do ponto 1 do Rio Piraquê-Mirim, que também apresentou uma grande contribuição da classe IV, no mês de maio. As classes I e II, representadas pelas Chlorophyceae e Cyanophyceae, e em muito menor quantidade, pelas Dictyophyceae e Zygnemaphyceae, foram mais representativas na maioria dos pontos em abril e maio.

5.5 - Diversidade Específica Aplicada ao Biovolume do Fitoplâncton

Os valores do Índice de diversidade específica aplicada ao biovolume (biomassa) do fitoplâncton, estão representados na figura 24, em bits/unidade de biovolume. Esses valores oscilaram entre 0,22 a 2,92 bits/u.b. no Rio Piraquê-Açu e de 0,43 a 3,19 bits/u.b. no Rio Piraquê-Mirim. O Piraquê-Açu apresentou uma tendência de decréscimo da diversidade de abril a junho, com tendência à estabilização nos meses posteriores. Os valores da diversidade do Piraquê-Mirim mantiveram-se mais homogêneos ao longo dos meses. De maneira geral, a diversidade do fitoplâncton no Rio Piraquê-Mirim foi maior do que a do Rio Piraquê-Açu.

5.6 - Biovolume Integrado

Os valores dos biovolumes dos quatro pontos de amostragem de cada rio foram integrados horizontalmente, como pode ser visto na Figura 25, obtendo-se assim uma variação mensal média para os trechos finais dos dois rios e tentando-se identificar um possível processo de sucessão entre as principais Classes de algas. Os gráficos mostram apenas as Classes Bacillariophyceae, Dinophyceae e Chlorophyceae, que foram as mais representativas para o biovolume total.

No período amostrado, não foi possível observar uma sucessão nítida do fitoplâncton, no entanto, apenas o Rio Piraquê-Açu apresentou uma tendência de favorecimento das clorófitas nos primeiros meses, devido a menor biomassa das diatomáceas e dinofíceas. Nos meses seguintes, estas aumentaram muito em biomassa, em detrimento das clorófitas.

O Rio Piraquê-Açu apresentou um aumento expressivo da biomassa das diatomáceas e dinofíceas a partir de junho, ocorrendo um pico no biovolume das Dinophyceae nesse mês. No Rio Piraquê-Mirim o aumento da biomassa ocorreu a partir de julho, havendo uma predominância bem marcante da biomassa das diatomáceas.

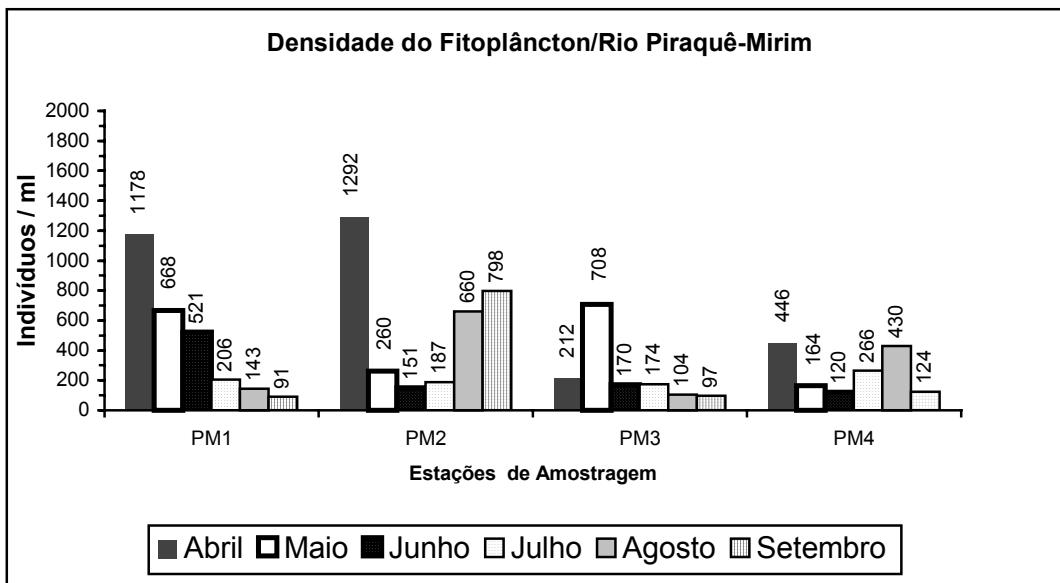
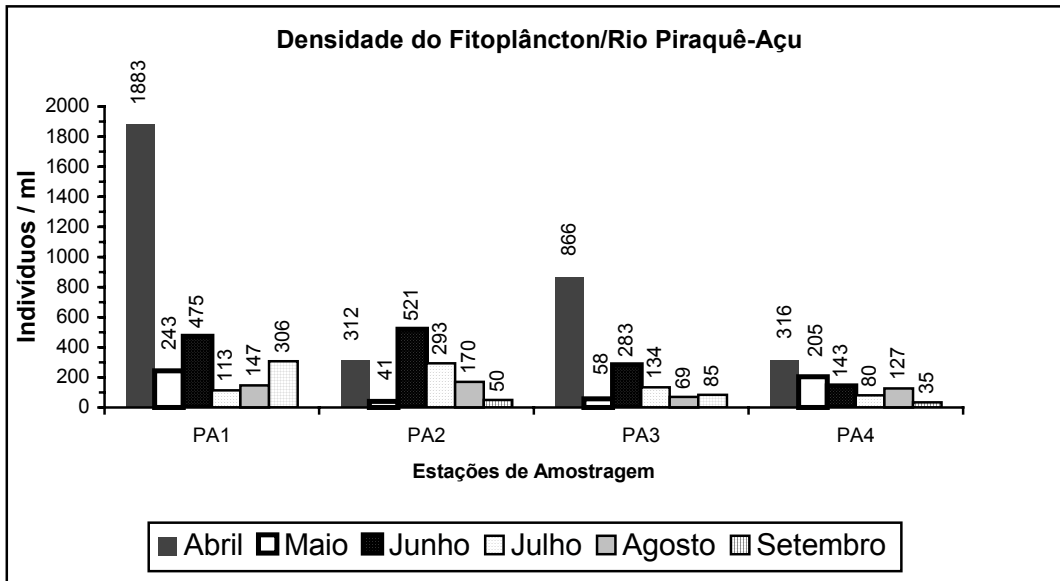


Figura 11: Distribuição da densidade fitoplanctônica (indivíduos/ml) dos oito pontos de amostragem nas seis campanhas realizadas.

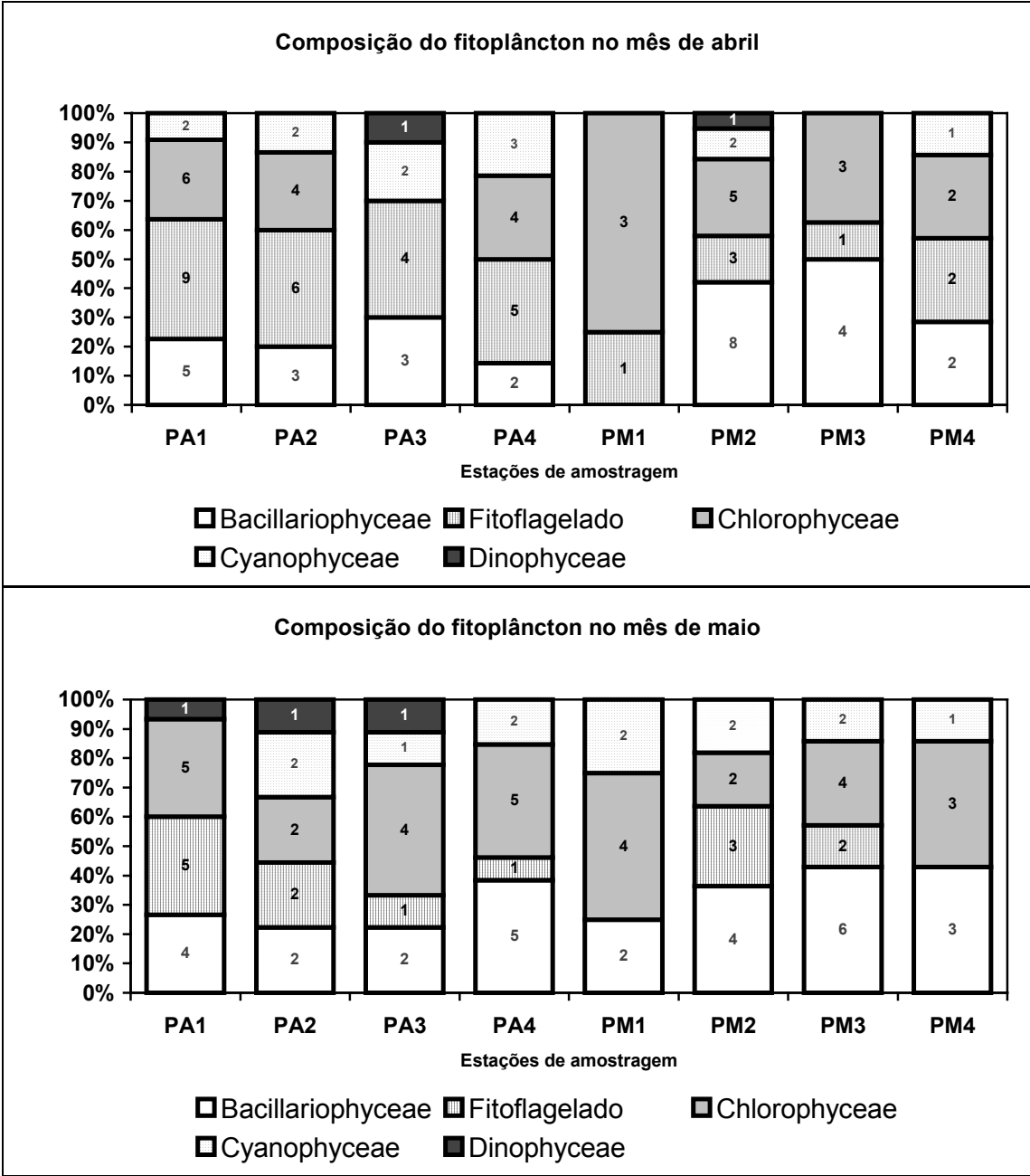


Figura 12: Composição quantitativa do fitoplâncton dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim nos meses de abril e maio.

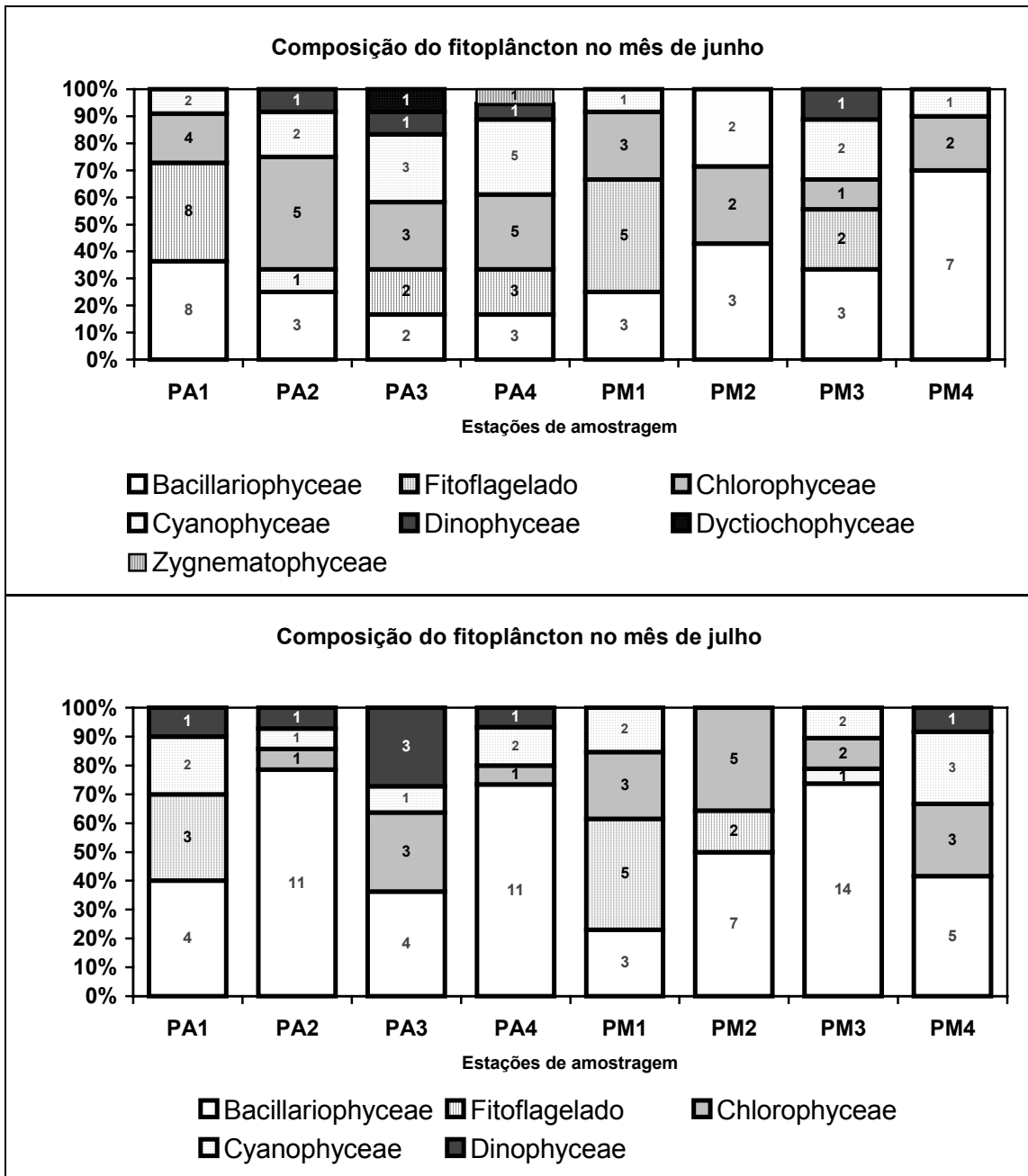


Figura 13: Composição quantitativa do fitoplâncton dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim nos meses de junho e julho.

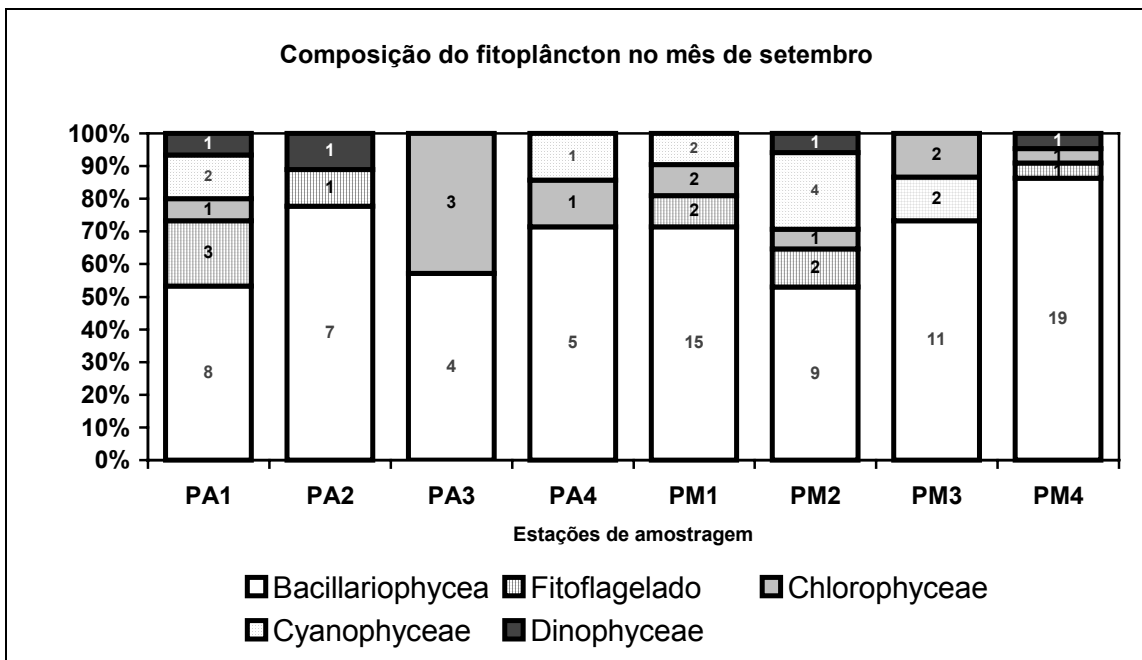
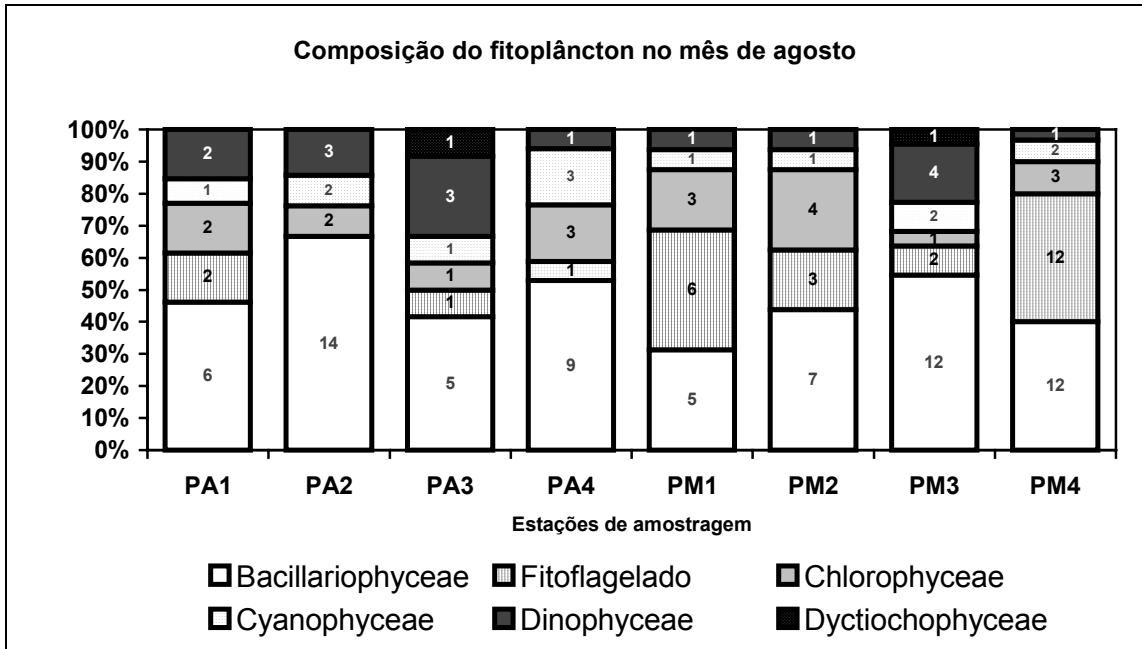


Figura 14: Composição quantitativa do fitoplâncton dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim nos meses de agosto e setembro.

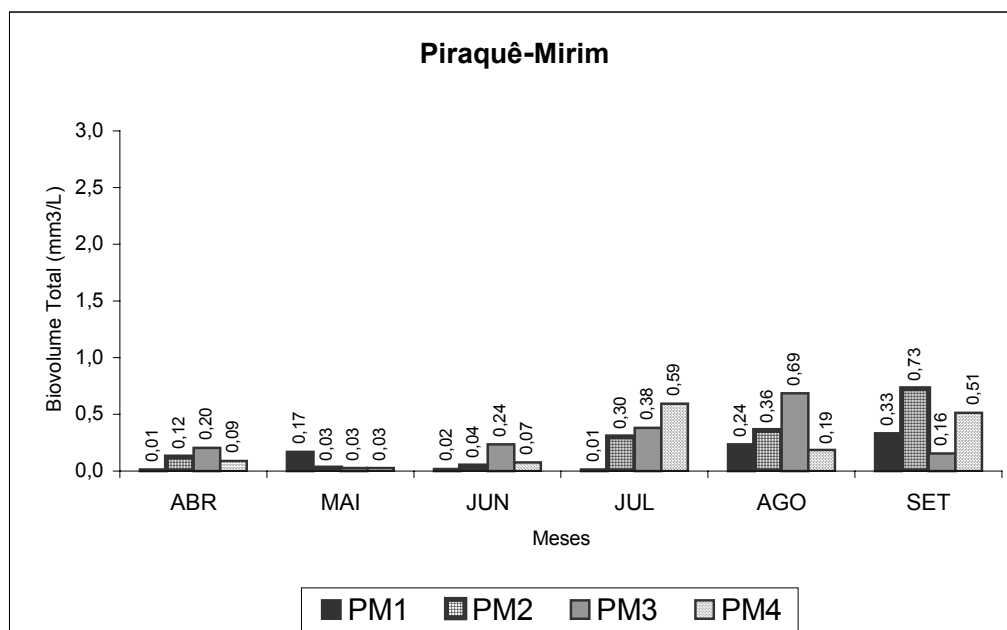
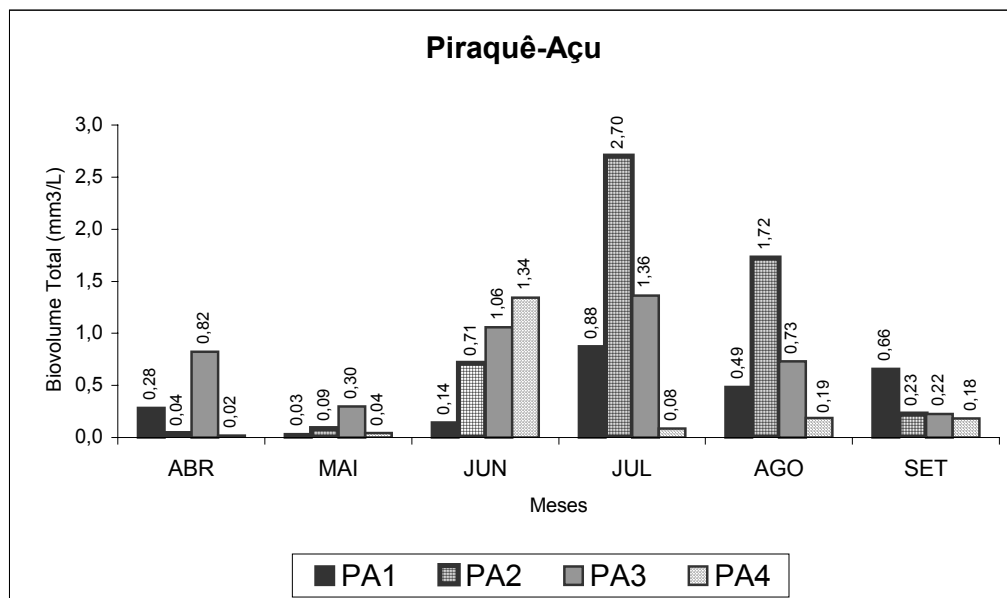


Figura 15: Distribuição do biovolume total do fitoplâncton (mm³/L) dos pontos de amostragem.

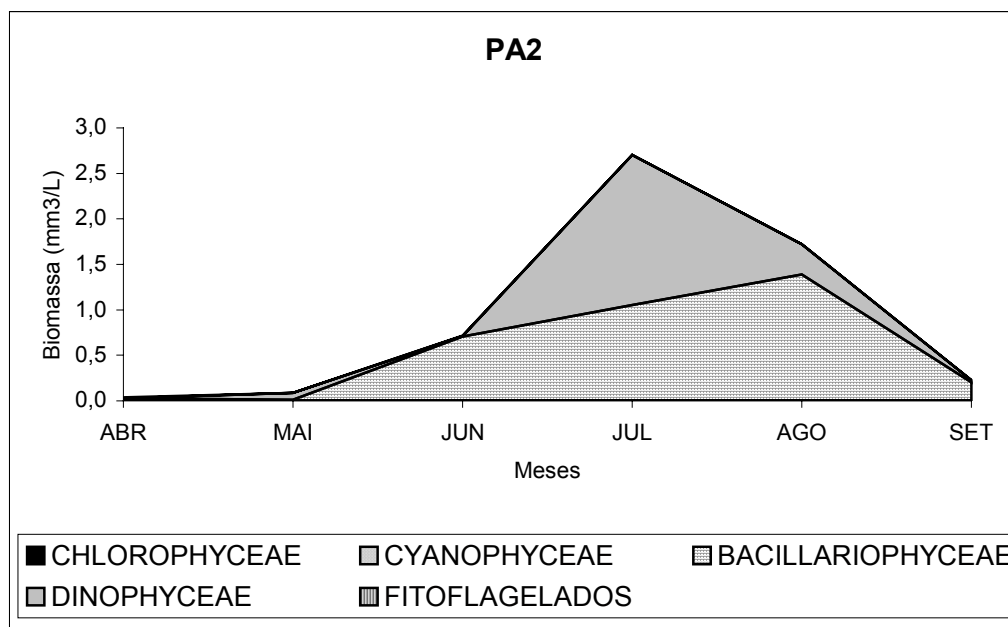
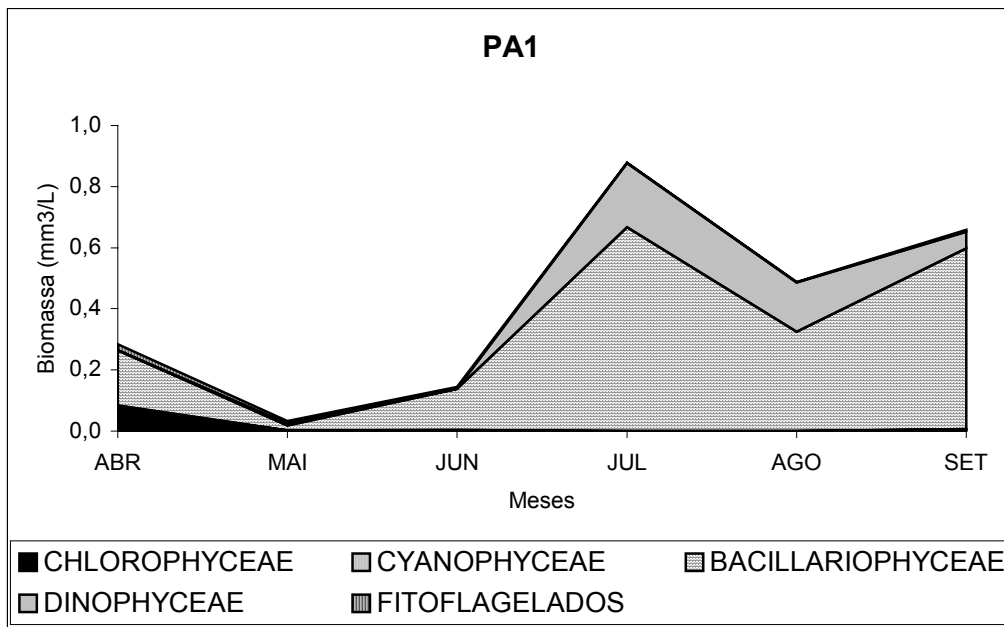


Figura 16: Distribuição do biovolume das classes fitoplanctônicas (mm³/L) dos pontos 1 e 2 do Rio Piraquê-Açu.

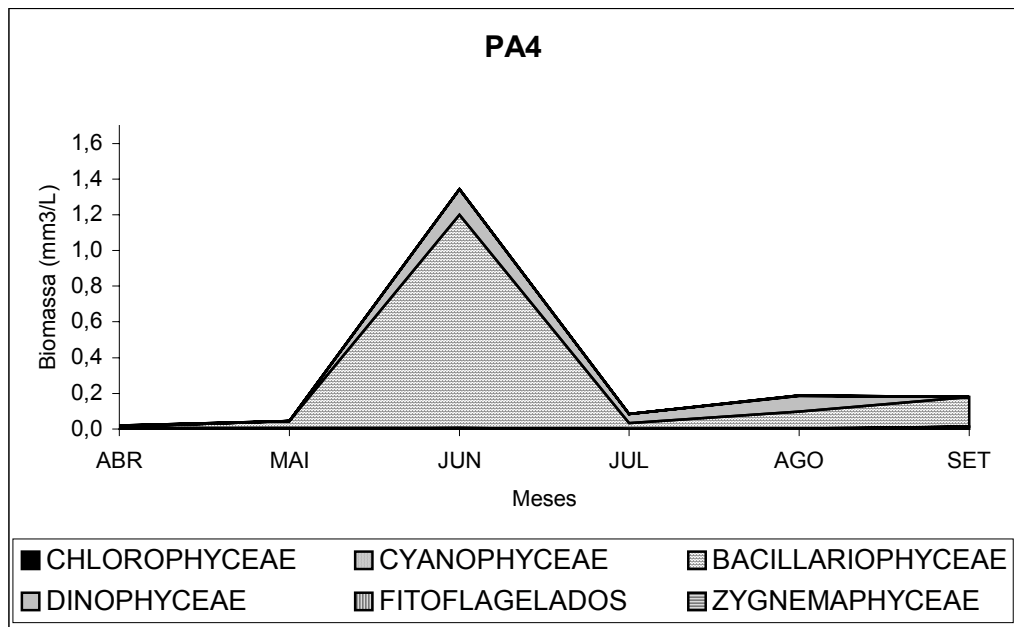
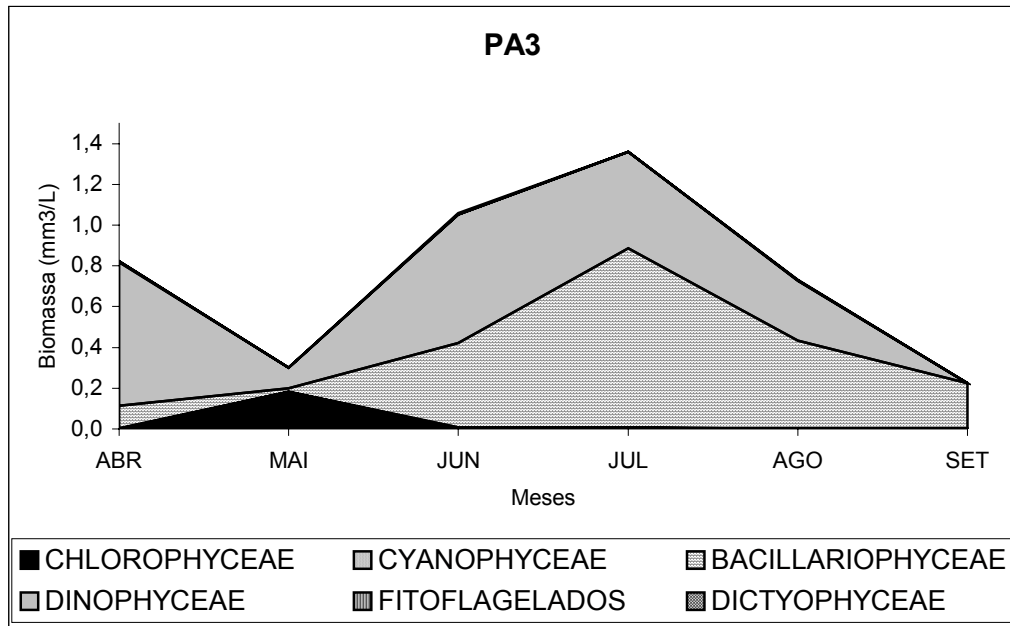


Figura 17: Distribuição do biovolume das classes fitoplanctônicas (mm³/L) dos pontos 3 e 4 do Rio Piraquê-Açu..

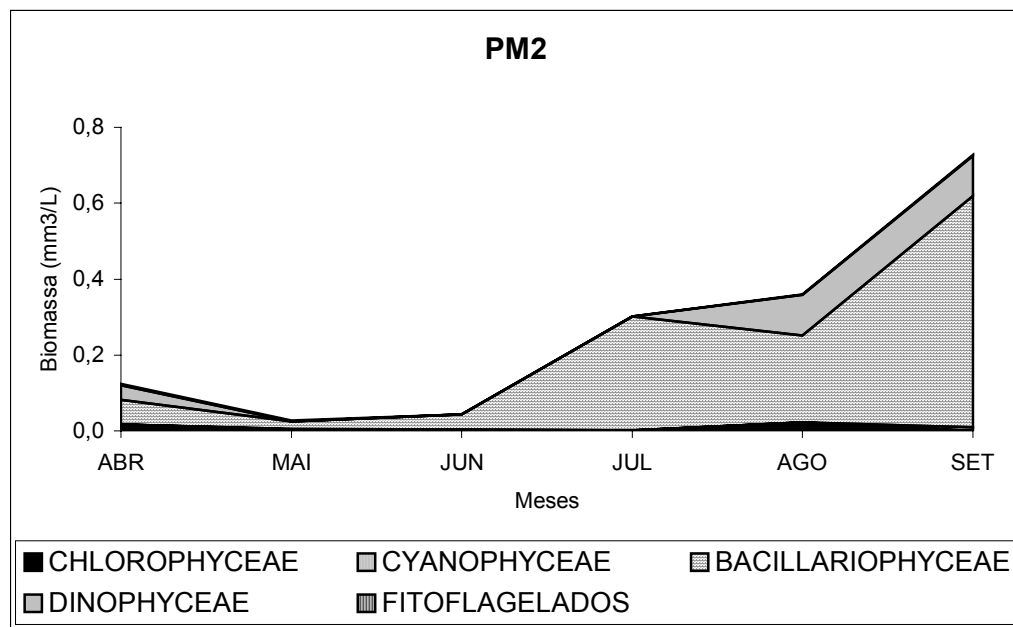
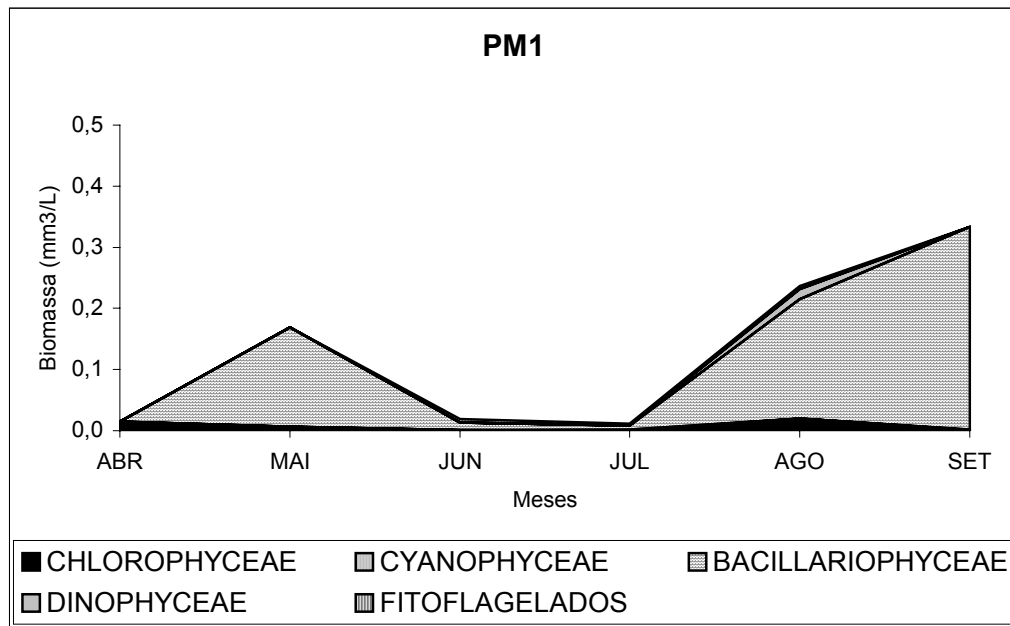


Figura 18: Distribuição do biovolume das classes fitoplanctônicas (mm³/L) dos pontos 1 e 2 do Rio Piraguê-Mirim.

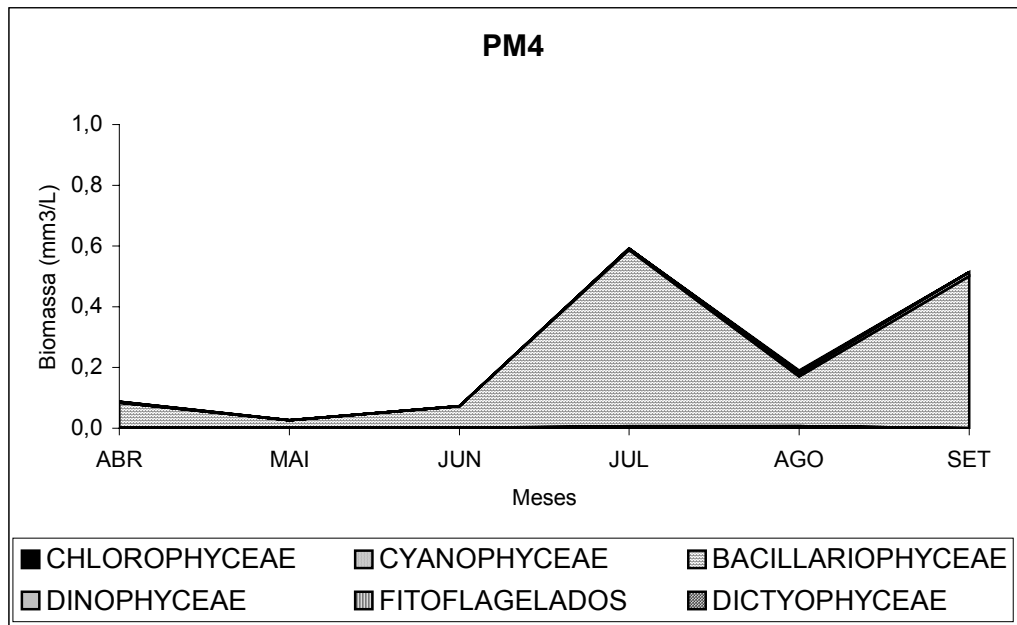
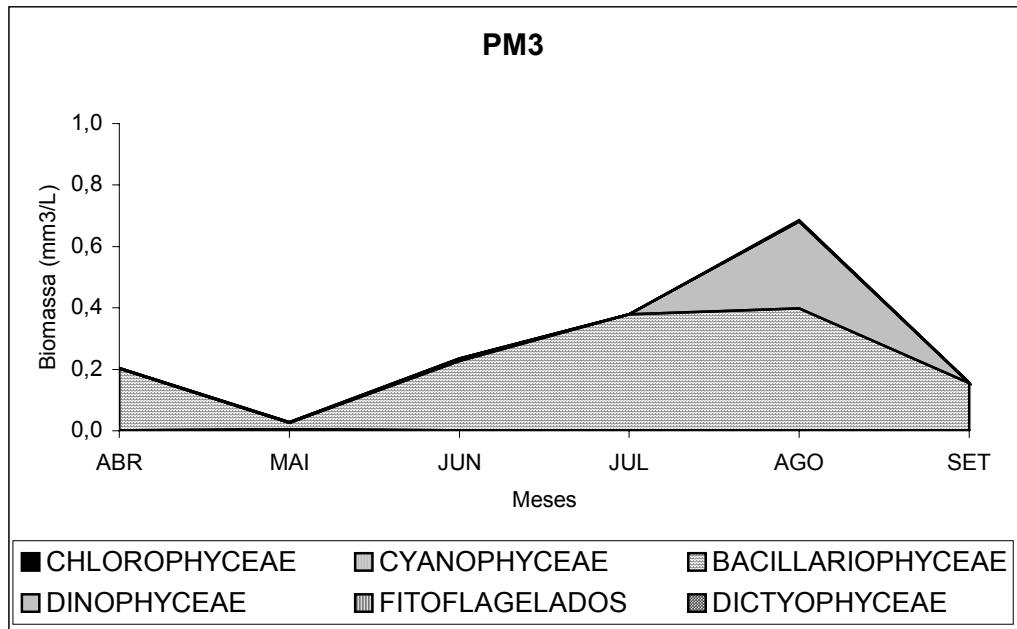


Figura 19: Distribuição do biovolume das classes fitoplancônicas (mm³/L) dos pontos 3 e 4 do Rio Piraquê-Mirim.

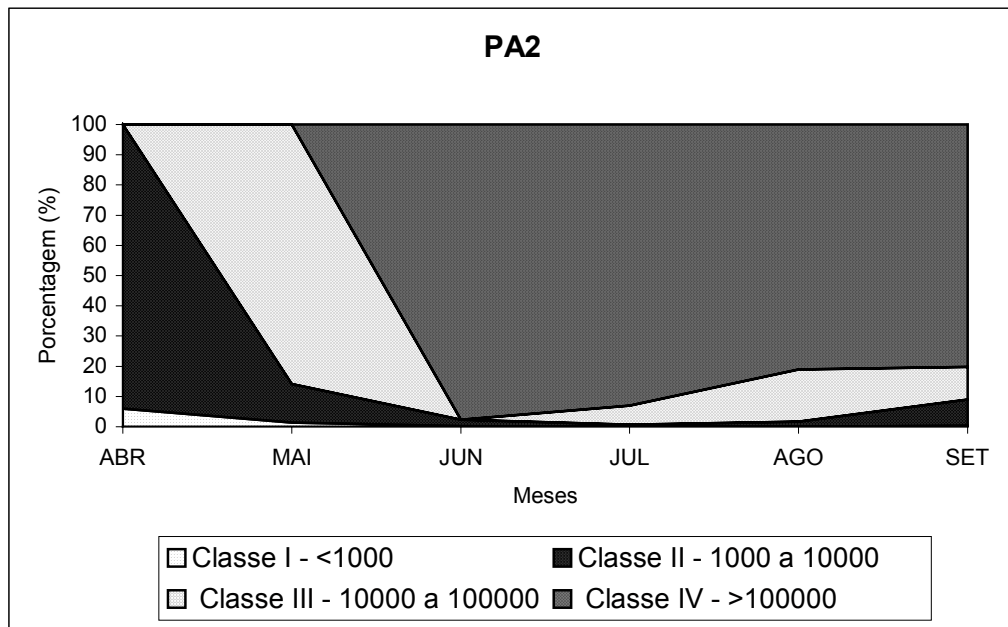
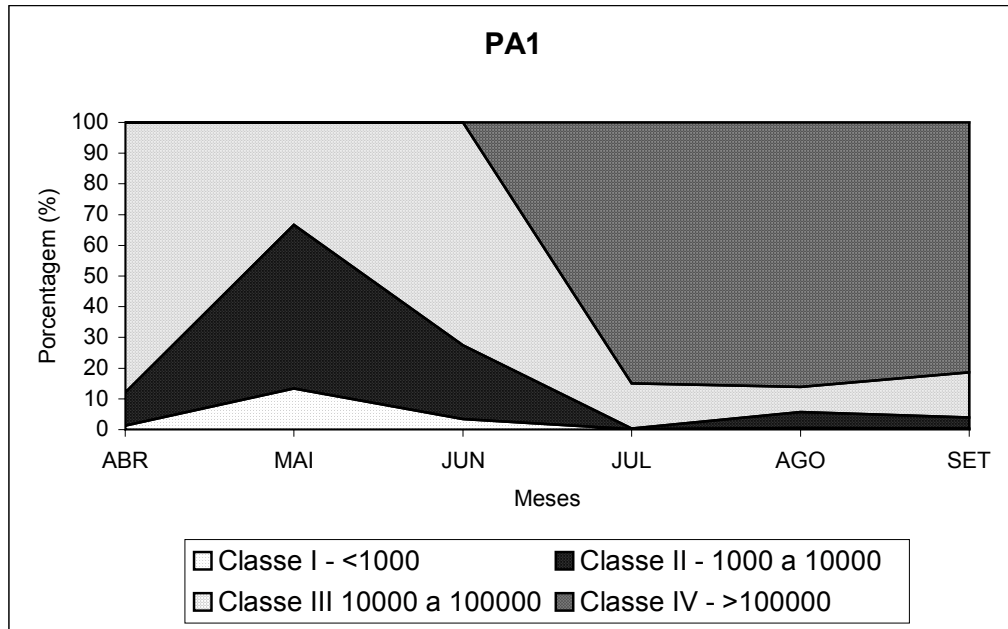


Figura 20: Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho dos pontos 1 e 2 do Rio Piraquê-Açu.

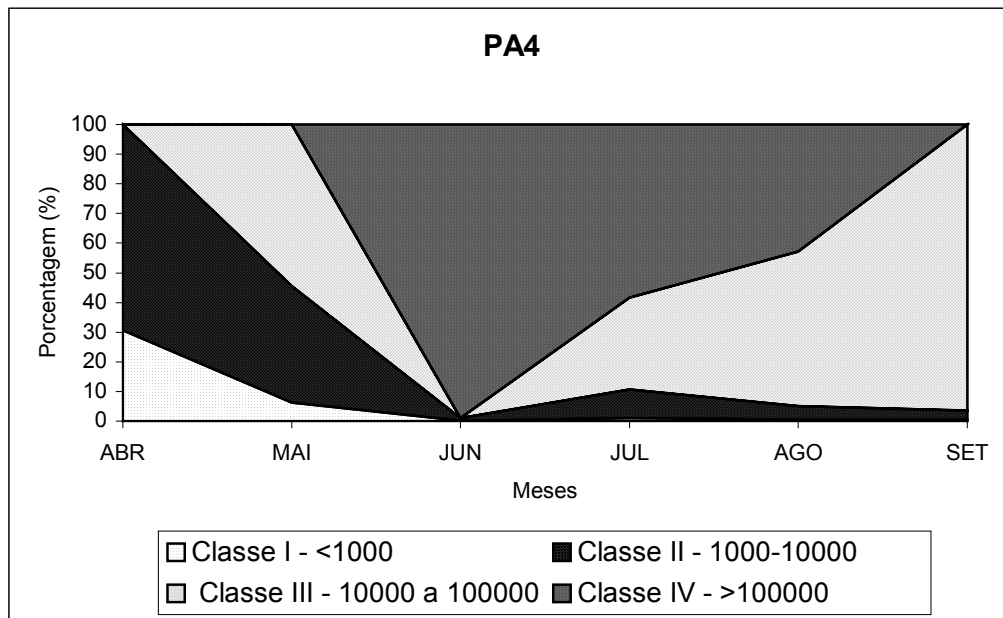
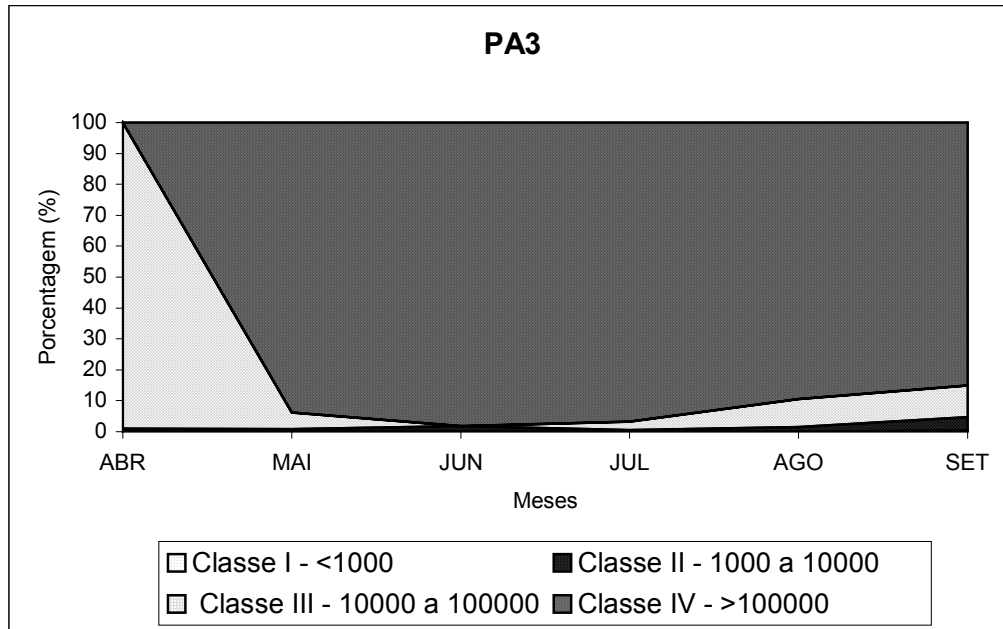


Figura 21: Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho dos pontos 3 e 4 do Rio Piraquê-Açu.

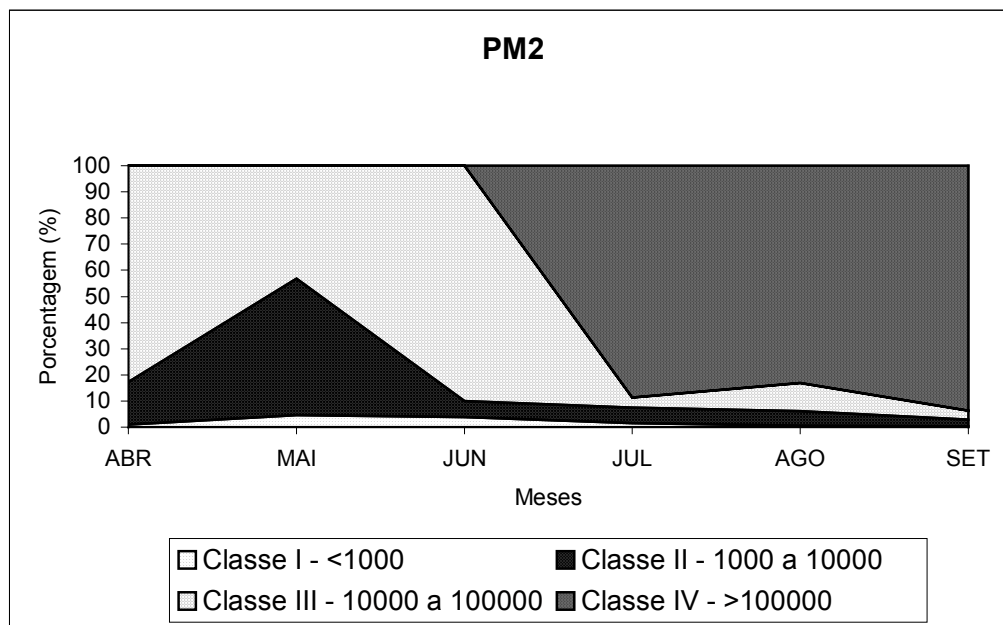
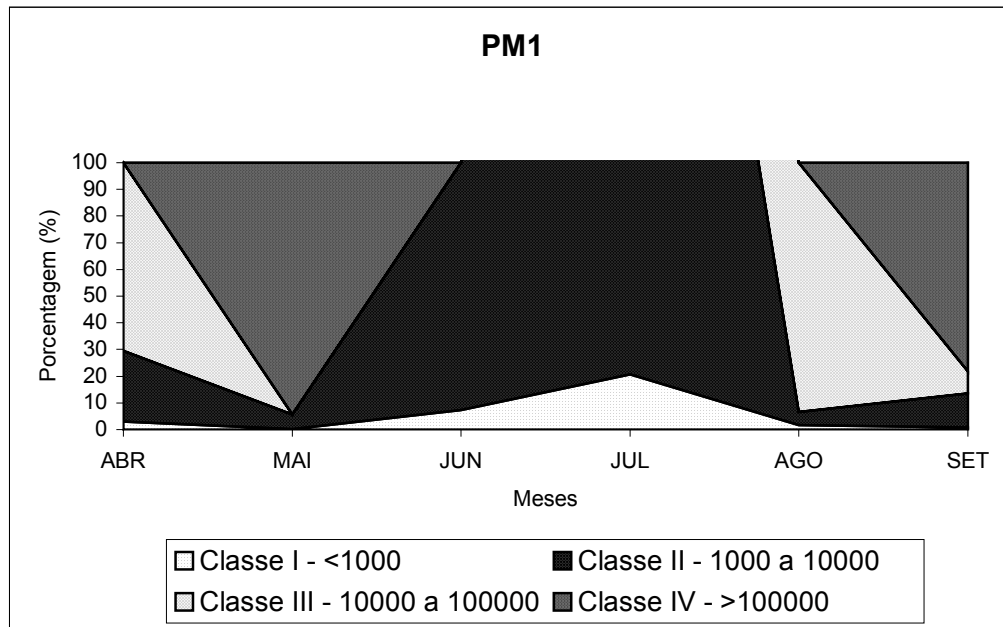


Figura 22: Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho dos pontos 1 e 2 do Rio Piraquê-Mirim.

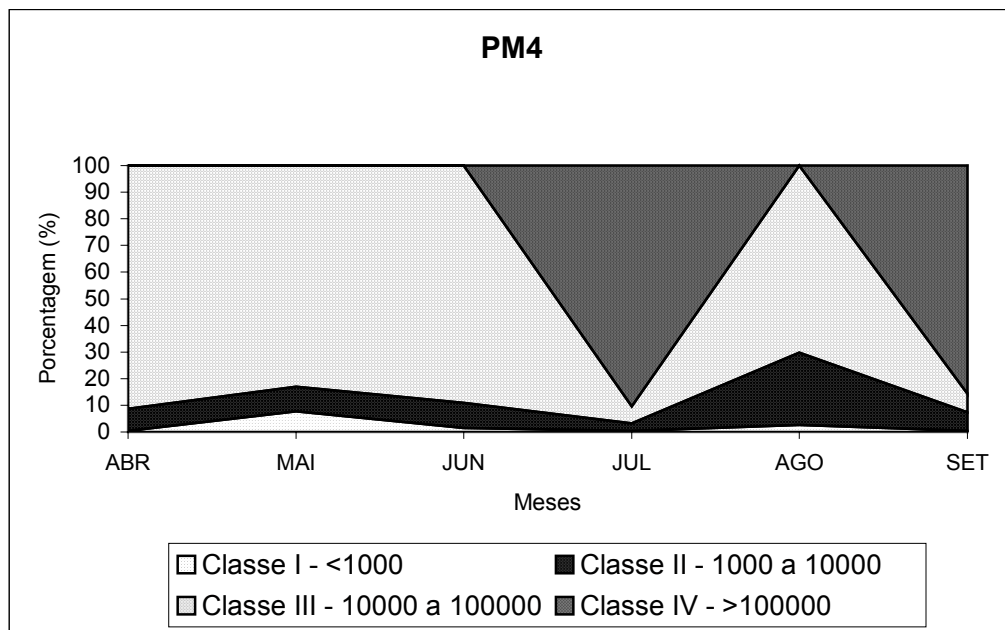
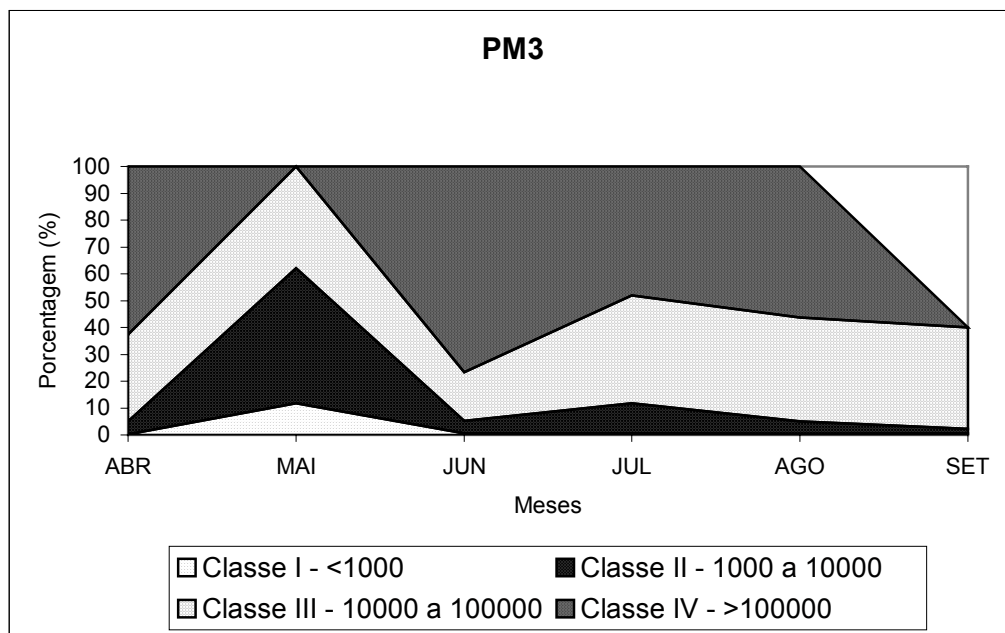


Figura 23: Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho dos pontos 3 e 4 do Rio Piraquê-Mirim.

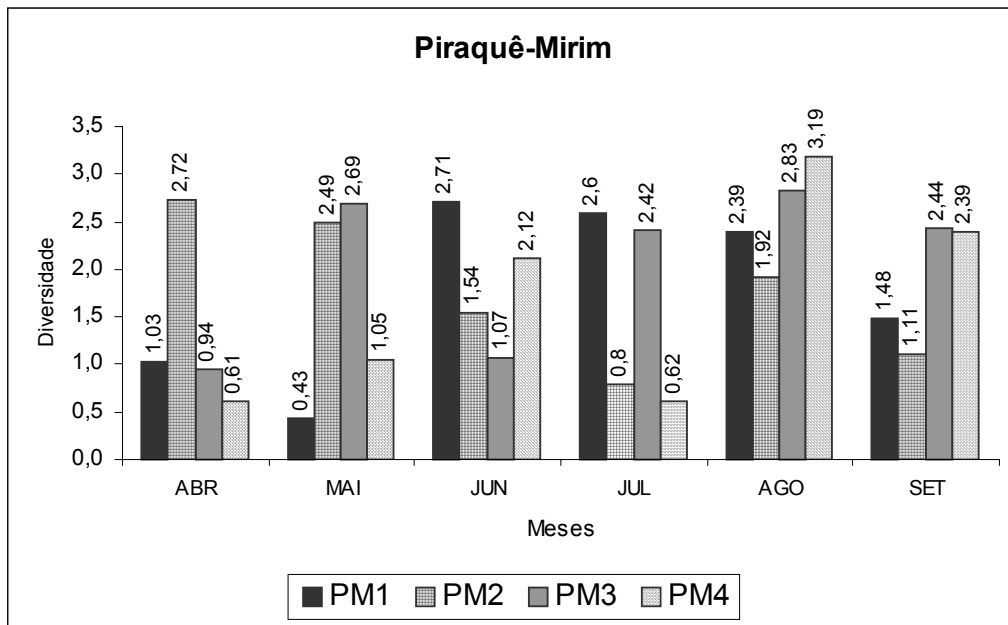
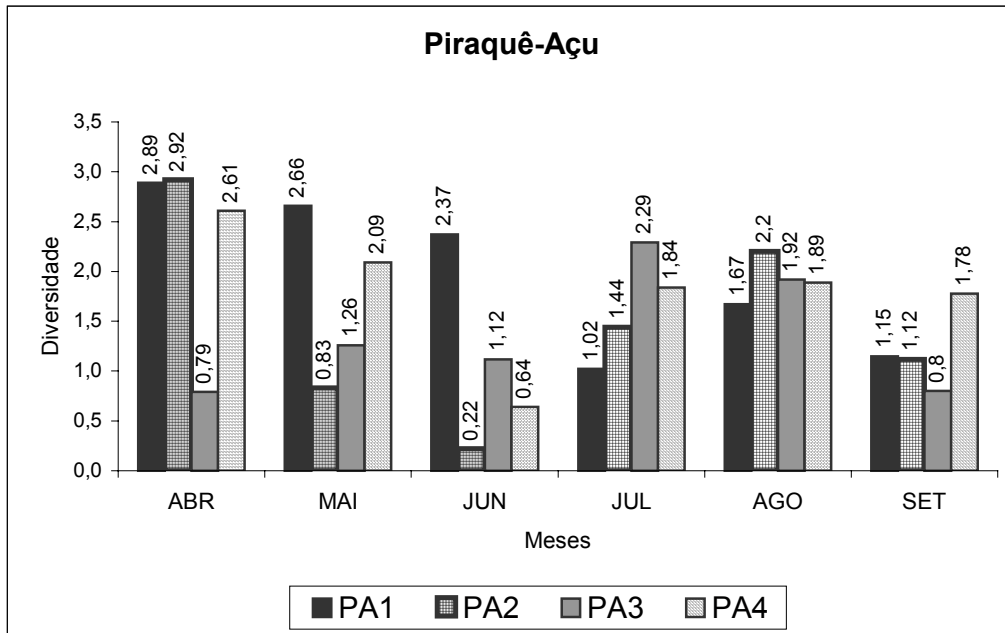


Figura 24: Distribuição da diversidade aplicada ao biovolume do fitoplâncton nos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim.

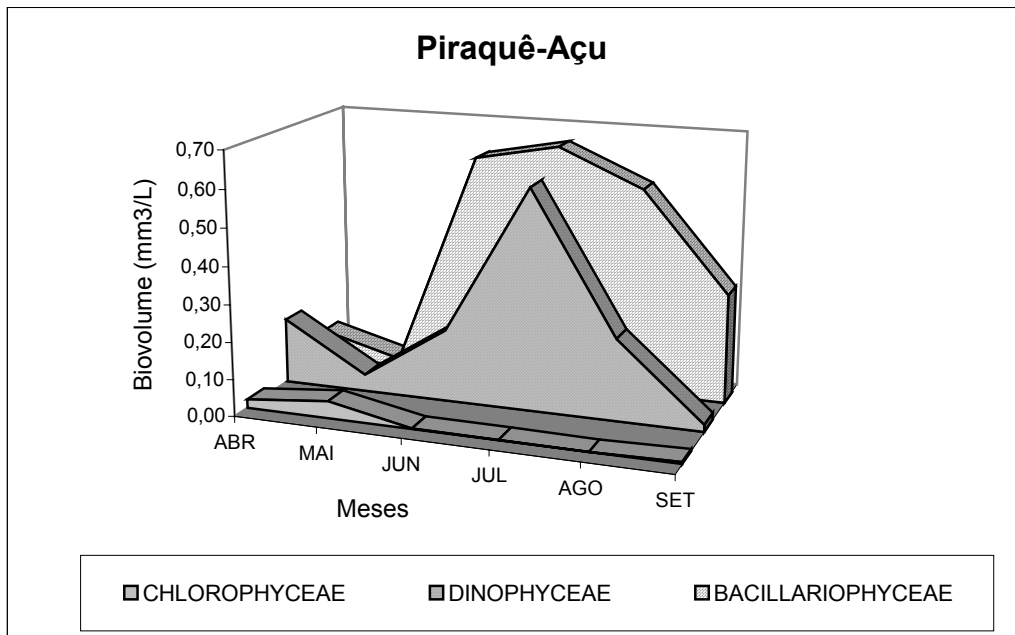
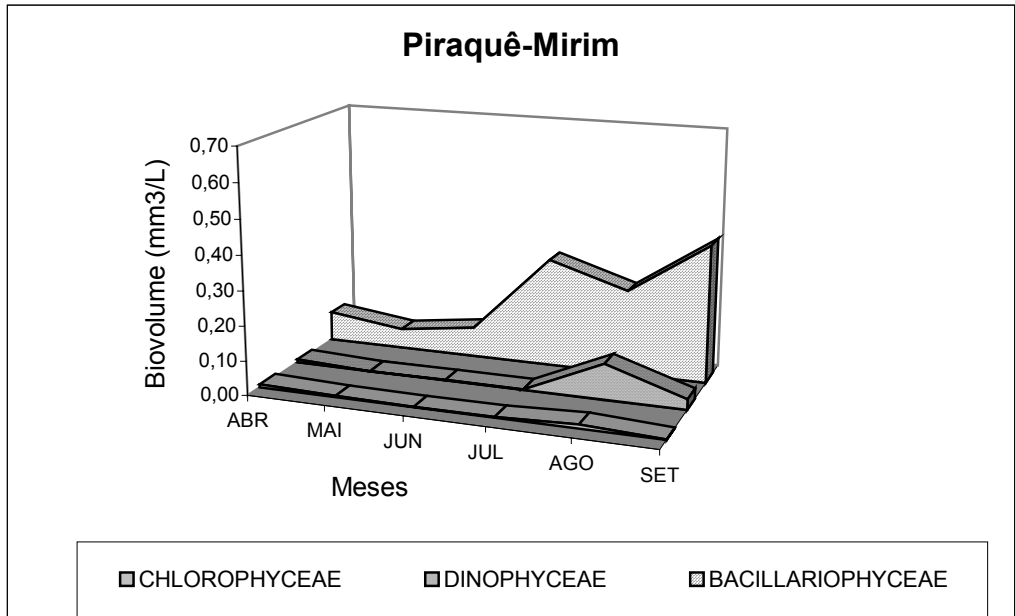


Figura 25: Distribuição mensal do biovolume integrado do fitoplâncton nos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim.

6 . Discussão

6.1. Variáveis Físicas e Químicas da Água

O estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim praticamente não apresentou variações nos teores de oxigênio entre os rios (Figura 3), podendo ser consideradas baixas quando comparadas às observadas por Livingston (2000), que encontrou valores superiores a 4 mg/L em áreas estuarinas rasas de Elevenmile Creek - Golfo do México (prof. até 2 m).

Eskinazi-Leça et al (1980), ao estudar o estuário do Rio Igarassu - PE, verificou que as menores concentrações de oxigênio dissolvido (4,73 mg/L) ocorreram em consequência da grande quantidade de material em suspensão transportado pelo rio, provavelmente relacionada ao regime de chuvas. Esse padrão não foi constatado para a área estudada, visto que os menores valores foram observados em setembro, quando a pluviosidade foi muito baixa. As maiores concentrações de oxigênio dissolvido ocorreram no mês de julho, esse fato pode ter ocorrido em razão das baixas temperaturas que favoreceram um aumento da solubilidade do oxigênio, e uma diminuição nas taxas de regeneração dos sais nutrientes através da oxidação bacteriana, que aumenta o consumo de oxigênio. Em relação à variação espacial, os pontos amostrais parecem estar sujeitos a fatores externos, como a agitação da superfície da água pela ação dos ventos e a circulação promovida pela corrente de maré, uma vez que não foi possível notar um gradiente horizontal em relação aos teores de oxigênio. Assim sendo, a fotossíntese promovida pelo fitoplâncton parece não ter muita influência sobre as concentrações de oxigênio dissolvido ao longo dos pontos amostrais durante o período estudado.

As profundidades de transparência da água (Figura 4) observadas na região estuarina dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, foram similares às verificadas por Lucas (2002), que encontrou valores entre 1 e 1,2 m ao estudar o Canal da Passagem - Vitória (ES). Como as profundidades de amostragem estavam a 1 m da superfície, pode-se constatar que as mesmas se encontravam na zona eufótica,

logo, a disponibilidade de luz não foi limitante para a ocorrência da fotossíntese do fitoplâncton.

A grande atenuação da luz em águas estuarinas resulta da absorção da mesma por altas concentrações de partículas em suspensão introduzidas no sistema através de descargas fluviais e de processos de mistura provocados pelas correntes de maré (KETCHUM, 1967). Apesar de ter existido, durante o período amostral, uma grande variação pluviométrica – principal determinante das descargas fluviais - não foi constatada uma variação temporal nítida da transparência da água. Uma ligeira variação espacial foi observada, onde os pontos mais próximos ao mar apresentaram profundidades de transparência mais baixas, talvez, devido à ressuspensão dos sedimentos promovida pelas correntes de maré.

Os valores de salinidade (Figura 5) encontrados em todos os pontos do Rio Piraquê-Mirim foram mais próximos aos observados em ambientes marinhos, como verificado por Coradini (2003) na região estuarina de Barra Nova - São Mateus (ES), que encontrou pequenas variações, cuja média foi de 35,5, durante o mês de outubro nos pontos mais próximos ao mar.

O Rio Piraquê-Açu apresentou um gradiente horizontal de salinidade, com valores crescentes em direção à boca do estuário. Esse comportamento é comum em outras regiões estuarinas, como foi observado por Branco et al (2000) no Estuário da Barra das Jangadas-PE. Através dessas observações, verificou-se que a influência marinha é mais intensa que a fluvial no estuário estudado. Entretanto, a existência de gêneros de algas características de água doce, como *Chlorella* sp, *Synecoccus* sp, *Synecocystis* sp, *Kirchneriella* sp, evidenciam a atuação da descarga fluvial, como é de se esperar nos estuários.

Analisando os dados de temperatura da água (Figura 6), observou-se uma nítida estabilidade térmica horizontal, em ambos rios. No que se refere à variação temporal, foi possível notar que as temperaturas mais altas ocorreram no mês de abril e as mais baixas, no mês de julho. Essas baixas temperaturas foram compatíveis com as detectadas no estuário do Canal da Passagem por Figueiredo (2000), que obteve uma média de 24°C em maio e agosto; e por Lucas (2002), que

também observou, no período seco (julho/agosto), valores de temperatura bem próximos (média de 22°C) aos observados anteriormente.

A maior parte dos nutrientes, fósforo, nitrogênio e sílica, existem em maiores concentrações na água doce do que na água do mar, e os estuários são, geralmente, mais enriquecidos em relação às águas oceânicas devido a influências locais da drenagem continental e da poluição (Kennish, 1990).

As maiores concentrações de fosfato dissolvido, em ambos rios, ocorreram em agosto e as menores em maio (Figura 7). Essas altas concentrações observadas em agosto, podem ser explicadas em virtude dos altos índices pluviométricos registrados em julho. Macedo (1982), ao estudar o estuário do Rio Botafogo - PE, também verificou que as concentrações de fosfato foram bem mais evidenciadas no período chuvoso, devido ao carreamento de grande quantidade de material alóctone para dentro dos cursos d' água.

A sílica é um nutriente predominantemente de origem continental, sendo assim, espera-se que sua concentração nos corpos d'água aumente em períodos chuvosos, devido ao aumento do aporte de sedimentos terrígenos carreados pela chuva. Esse fato foi constatado no estuário estudado, onde as maiores concentrações de sílica dissolvida (Figura 8) ocorreram no mês mais chuvoso (julho). Machado et al (1997), ao estudar as Baías de Guanabara, Sepetiba e litoral de Ipanema (RJ), encontrou valores mínimos de 24 µg/L na região oceânica, e máximo de 636 µg/L nas estações mais ao fundo dos estuários, confirmando a influência dos aportes continentais. Esse mesmo comportamento foi verificado para o estuário dos rios Piraquê-Açu e Mirim.

As concentrações de nitrito dissolvido (Figura 9) estiveram abaixo de 8 mg/L no estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim. Silva et al (1988) encontrou valores inferiores a 14,4 µg/L nas águas costeiras do litoral Fluminense (RJ) e García de Emiliani (1973) ao estudar a laguna del Vilá (Espanha) obteve concentrações de nitrito que variaram de 0,1 a 6,1 µg/L. Portanto, é possível perceber que os valores para nitrito dissolvido, observados no estuário em estudo foram semelhantes à de outros estuários, e essas baixas concentrações são normais, uma vez que o nitrito é um composto intermediário no processo biológico.

As concentrações de nitrato dissolvido (Figura 10) nos rios Piraquê-Mirim e Piraquê-Açu foram superiores às observadas por Macêdo et al (1982) no estuário do Rio Botafogo (PE) e muito inferiores às observadas por Lucas (2002), ao estudar o Canal da Passagem/Vitória (ES), um estuário altamente impactado por lançamentos de esgoto doméstico *in natura*. Foram verificadas, na área de estudo, concentrações de nitrato dissolvido, maiores do que as de nitrito, devido à oxidação desse à nitrato, quando há concentrações suficientes de oxigênio dissolvido.

6.2. Variações da Biomassa do Fitoplâncton

A área estudada apresentou predominância de diatomáceas, inclusive quando cada rio foi analisado separadamente. O Rio Piraquê-Açu apresentou 34 taxa, o Piraquê-Mirim, 32 taxa e em ambos rios foram encontrados 42 taxa, desse grupo. Cruz (2004), no mesmo local e período, também verificou a predominância dessa Classe, contudo, o número de taxa encontrados foi superior, uma vez que, para a elaboração da lista de espécies foram utilizadas amostras qualitativas e quantitativas, o que não foi o caso deste estudo, que baseou-se em amostras quantitativas para fins de cálculo de biovolume.

As diatomáceas foram predominantes na composição quantitativa da comunidade fitoplanctônica da área de estudo (Figuras 12 a 14), chegando a um máximo de 87% no Rio Piraquê-Mirim (ponto 4), sendo os gêneros mais representativos: *Nitzschia*, *Navicula*, *Lichmophora*, *Melosira*, dentre outras. As clorofíceas chegaram a uma representatividade máxima de 73% também no Rio Piraquê-Mirim (ponto 1), sendo representadas pelos gêneros *Chlorella* e *Kirchneriella*. Os fitoflagelados apresentaram uma contribuição máxima de 41% no Rio Piraquê-Açu (ponto 1). Figueiredo (2000), ao estudar o Canal da Passagem - Vitória (ES), também observou uma predominância das diatomáceas (71,1%), representadas principalmente por *Skeletonema costatum*. Os fitoflagelados chegaram a 70,3% e as clorofíceas a 41,4%, representadas por *Chorella* cf *minutissima*. Lucas (2002), estudando o mesmo estuário observou novamente a predominância de diatomáceas (40%), apresentando grande variedade de espécies; as clorofíceas foram o segundo

grupo com maior número de gêneros e espécies, tais como *Chlorella vulgaris*, *Crucigenia retangularis* e *Monoraphidium contortum*. Ao estudar o estuário do Canal de Santa Cruz - PE, Eskinazi-Leça et al (2000), também observaram que as diatomáceas foram o grupo mais importante, chegando a representar cerca de 80% de toda a flora, destacando-se as espécies eurialinas, que são características do ambiente costeiro adjacente.

O método do volume celular (biovolume) foi escolhido para quantificar o fitoplâncton, pois trata-se de um dado importante em razão da diversidade dos tamanhos das células segundo a espécie. No entanto, existe uma grande dificuldade para comparação desse parâmetro com outros trabalhos. Isso ocorre porque muitos autores preferem estimar a biomassa fitoplanctônica baseada nos valores de clorofila *a*, que é um método mais simples, porém menos confiável, já que existe, na água, uma variedade de outros resíduos vegetais além das células fitoplanctônicas.

Os valores máximos de biovolume do estuário estudado chegaram a 2,7 mm³/L no Rio Piraquê-Açu e a 0,73 mm³/L no Rio Piraquê-Mirim. A partir desses máximos, é possível perceber que o biovolume total do Piraquê-Açu é maior que o do Piraquê-Mirim. Figueiredo (2000) verificou valores oscilando entre 0,02 e 30,9 mm³/L para o Canal da Passagem - Vitória (ES). Em sistemas estuarinos, como na Lagoa dos Patos, Bergesch e Odebrecht (1997) obtiveram valores entre 0,79 e 82,6 mm³/L. Garcia de Emiliani (1983) encontrou valores de biovolume variando entre 0,67 e 5,26 mm³/L no Rio Paraná; e nas águas ácidas do Reservatório de Águas Claras, Dias Jr. (1998) verificou uma variação para o biovolume de 0,01 a 1,58 mm³/L. Portanto, os valores encontrados no estuário dos rios Piraquê-Mirim e Piraquê-Açu podem ser considerados baixos quando comparados aos valores máximos observados nos estuários acima citados, que apresentam um elevado grau de poluição.

O número de indivíduos (densidade) é uma medida satisfatória da comunidade fitoplanctônica, porém valoriza a importância de organismos pequenos e não potencializa a grande importância ambiental dos organismos maiores como principais contribuidores da biomassa fitoplanctônica (LUCAS, 2002). A variação temporal do biovolume total dos rios Piraquê-Mirim e Açu pode ser justificada pela variação temporal da densidade fitoplanctônica e da composição qualitativa da comunidade, simultaneamente. Os maiores valores de densidade (Figura 11)

ocorreram no mês de abril, em ambos rios, e que os menores valores foram observados, na sua maioria, no mês de setembro, com exceção do ponto 2 do Rio Piraquê-Mirim e do ponto 1 do Piraquê-Açu. A partir das análises dos dados de biovolume total (Figura 15), foi observado que o Rio Piraquê-Açu apresentou uma tendência de aumento dos valores de biovolume de abril a julho, com um decréscimo acentuado a partir desse mês até setembro. Essa tendência pode ser explicada pelo decréscimo das densidades, em conjunto com o aumento gradual da presença de indivíduos maiores de abril a julho. De julho a setembro, houve a predominância mais acentuada de espécies de maior tamanho (marinhas), porém em menor densidade, fazendo com que o biovolume total diminuísse. Já o Rio Piraquê-Mirim apresentou outro tipo de comportamento temporal, onde o aumento do biovolume total ocorreu de julho a setembro, provavelmente, devido ao aumento da presença de espécies com maior biovolume.

A análise dos dados em relação às classes de biovolume (Figuras 20 a 23), mostra a predominância das classes III (10.000 - 100.000 μm^3) e IV (> 100.000 μm^3), em ambos rios. Estas classes estiveram representadas pelas Dinophyceae e Bacillariophyceae, que foram as de maior contribuição em todos os pontos, de junho a setembro. As classes I e II, representadas pelas Chlorophyceae e Cyanophyceae, e em muito menor quantidade, pelas Dictyophyceae e Zygnemaphyceae, foram mais representativas na maioria dos pontos em abril e maio. Portanto, não foi observada uma diferença espacial marcante nas classes do biovolume, e sim uma variação temporal, com um aumento desses valores a partir de julho.

Dias Jr (1998) também observou uma variação temporal na distribuição das classes de biovolume, no Reservatório de Águas Claras, sendo que as classes I (<100 μm^3) e III (1.000 - 10.000 μm^3) foram às que mostraram maior contribuição percentual. A classe III era representada pelas Dinophyceae, Cryptophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae e ainda algumas Zygnemaphyceae de menor tamanho e a classe I, representada pelas pequenas Chlorophyceae e, em muito menor quantidade, pelas Cyanophyceae. O estuário dos rios Piraquê-Açu e Mirim apresentou uma predominância das classes de biovolume de maior tamanho (maior que 10.000 μm^3), enquanto que no reservatório de águas ácidas a predominância foi das classes

menores que $10.000 \mu\text{m}^3$. Provavelmente, esse fato deve-se à presença, no estuário, de diatomáceas e dinoflagelados de maior tamanho.

Os valores de diversidade aplicada ao biovolume (Figura 24) obtidos no Rio Piraquê-Mirim foram similares aos encontrados por Figueiredo (2000), no Canal da Passagem - Vitória (ES), que atingiram um valor mínimo de 0,9 bits/u.b. e um máximo de 3,5 bits/u.b.. As diversidades obtidas nos no estuário estudado foram inferiores às encontradas por GARCIA DE EMILIANI et al (1983), ao estudar o Rio Paraná, que obteve um valor máximo de 4,19 bits/u.b.

Os valores de diversidade aplicada à biomassa foram inferiores aos de diversidade específica aplicada à densidade, observados por Cruz (2004), que encontrou variações de 1,6 a 3,76 bits/indivíduo no Rio Piraquê-Açu e de 0,21 a 4,31 bits/indivíduo no Rio Piraquê-Mirim. Isso ocorreu, porque a diversidade específica é uma função do número de indivíduos e da equitabilidade (número de indivíduos e sua distribuição entre as espécies); enquanto que a diversidade aplicada à biomassa também leva em consideração o número de indivíduos, além de seu biovolume, bem como a distribuição desse biovolume entre as espécies.

As variações da biomassa foram feitas com o intuito de verificar um possível processo de sucessão. Cruz (2004) ao estudar a composição quantitativa das classes fitoplanctônicas, no mesmo local, observou uma tendência de substituição das clorofíceas em favor das diatomáceas durante o mesmo período de estudo. O mesmo foi observado para o biovolume, principalmente no Rio Piraquê-Açu. Nesse rio, durante os primeiros meses, a menor ocorrência de diatomáceas possibilitou o aparecimento de clorofíceas, que praticamente deixaram de contribuir para o biovolume total quando o biovolume das diatomáceas e em segundo lugar, das dinofíceas teve um aumento expressivo. Essa tendência pode ser justificada pelo aumento nas concentrações de nitrato e principalmente de sílica, acompanhado do aumento da pluviosidade no mês de julho. Apesar dessa tendência de substituição, não houve um processo nítido de sucessão, visto que as diatomáceas sempre estiveram presentes como grupo dominante durante todo o período amostral.

Baseado nos parâmetros físicos (temperatura e transparência) e oxigênio dissolvido, o sistema estuarino dos rios Piraquê-Açu e Mirim está caracterizado pela forte

influência marinha, com grande contribuição das diatomáceas de maior tamanho no biovolume total. No que se refere aos dados obtidos a partir do biovolume, os dois estuários apresentam variações temporais distintas, além de variações quantitativas, já que o Rio Piraquê-Açu apresentou biomassa superior à do Rio Piraquê-Mirim. Portanto, devido às poucas variações espaciais e temporais dos parâmetros físicos e químicos entre os rios, os estudos de biovolume foram importantes na caracterização mais precisa do trecho estuarino desses rios.

7. Conclusões

Sintetizando os resultados avaliados e discutidos neste estudo, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- Os parâmetros físicos (salinidade, transparência da água, temperatura) medidos na área de estudo, apresentaram uma certa homogeneidade durante o período de abril a setembro de 2003.
- A menor variação de salinidade detectada no Rio Piraquê-Mirim demonstra que a influência marinha no trecho final desse rio é maior quando comparado ao Piraquê-Açu.
- As diatomáceas apresentaram maior representatividade numérica na área estudada, inclusive quando cada rio foi analisado separadamente. No entanto, nenhuma espécie apresentou dominância, pois a flora foi bastante variada.
- Os valores de biovolume total, encontrados no estuário dos rios Piraquê-Açu e Mirim foram considerados baixos se comparados a outros estuários que apresentam forte influência antrópica.
- A biomassa do Rio Piraquê-Açu foi superior a do Rio Piraquê-Mirim enquanto a diversidade aplicada à biomassa comportou-se de maneira oposta.
- As classes de biovolume que mais contribuíram para biomassa foram as superiores a $10.000 \mu\text{m}^3$, estando representadas pelas diatomáceas e dinoflagelados.
- Não houve um processo de sucessão da comunidade fitoplanctônica durante o período de estudo.

8. Referências

AIDAR, E. et al. Ecosistema Costeiro Subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila *a* e suas relações com as condições oceanográficas da região de Ubatuba, SP. **Publção esp. Inst. Oceanogr.**, S. Paulo, (10): 9-43, 1993.

ANDERSON, J. T. The effect of seasonal variability on the germination and vertical transport of a cyst forming dinoflagellate, *Gyrodinium* sp., on the Cheasepeake Bay. **Ecological Modelling**, p.85-109, 1998. Num. 112.

BALECH, E. **Los Dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental**. Madrid: Ruan, n.1, 1988.

BARROSO, G. F., DIAS JR, C. **Avaliação preliminar da qualidade da água no Canal da Passagem/Manguezal do Lameirão**. Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia, São Carlos, v.1, 1997.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROCHA, J. M. B.; NIENCHESKI, L. F. H. **Manual de análises em oceanografia química**. Rio Grande: Editora da FURG, 1996.

BERGESCH, M., ODEBRECHT, C. Análise do Fitoplâncton, Protozooplâncton e de alguns fatores abióticos no Estuário da Lagoa dos Patos. **Atlântica**, p. 31-50, 1997. Número19.

BICUDO, C. E. M.; PARRA, O. O. **Introducción a la biología y sistemática de las algas de aguas continentales**. Santiago: Andes, 1995.

BRANCO, E. S. et al. **Relação da Composição Microfitoplanctônica com fatores abióticos no Estuário da Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes - PE, Brasil)**. Anais da XIII Semana Nacional de Oceanografia, Itajaí, p. 487- 488. 2000.

BRANDINI, F. P. Seasonal succession of the phytoplankton in the Bay of Paranaguá (Paraná State - Brazil). **Rev. Brasil. Biol.**, Rio de Janeiro, 45(4): 687-694, nov. 1995.

BRANDINI, F. P., MORAES, C. L. B. Composição e distribuição do fitoplâncton em áreas costeiras e oceânicas da região sueste do Brasil. **Nerítica**, Pontal do Sul, PR, 1(3): 9-19, Dezembro 1986.

CATÁLOGO das Diatomáceas (Bacillariophyceae) da Plataforma Continental de Pernambuco. Depto de Oceanografia da UFPE, Recife, 1990.

CORADINI, M. R. **Estudo da comunidade fitoplâncton em três pontos da região estuarina de Barra Nova (São Mateus - ES)**. 2003. 59f. Monografia - Curso de Especialização em Avaliação Processos Ambientais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2003.

CRUZ, U. R. F. **Caracterização da Comunidade Fitoplanctônica no Trecho Final dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz-ES**. 2004. 70f. Monografia - Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004.

DIAS JR, C. **Caracterização do fitoplâncton e possibilidade de seu uso como indicador das condições ambientais da Lagoa Jacunem**. Caderno de Pesquisa da UFES, Vitória, n. 4, p. 27-35, jun, 1995.

DIAS JR, C. **Estudo do fitoplâncton em um reservatório de águas ácidas na região litorânea do Espírito Santo - Reservatório de Águas Claras (Espírito Santo, Brasil)**. 1998. 150f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1998.

DIAS JR, C. et al. **Estudo da comunidade fitoplanctônica nas principais áreas portuárias do Município de Vitória e suas possíveis modificações devido à interferência antrópica**. 2002. 26f. Trabalho Acadêmico - Programa de Iniciação Científica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2002.

DIEGUES, A. C. **Ecologia humana e planejamento costeiro**. 2 ed. São Paulo: Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas em Áreas Úmidas Brasileiras, USP, 2001.

DYBERN, B. Water pollution - a problem with global dimensions. **AMBIO**, v. 3, n3-4, p. 139-145, 1974.

EDLER, L. Recommendations on phytoplankton and chlorophyll. W. C., **Baltic Marine Biologist**, 9, p.59, 1979.

ESKINAZI-LEÇA, E., et al. Composição do microfitoplâncton do Estuário do Rio Igarassu (PE). **Bolm. Inst. Oceanogr.**, 29(2): 163-167. 1980.

FIGUEIREDO, C. J. A. **Estudo da comunidade fitoplanctônica em dois pontos do trecho final do Canal da Passagem (Vitória-ES)**. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Univ. Fed. do Espírito Santo - UFES, 48 p. 2000.

GARCIA de EMILIANI, M. O. Fitoplancton de la Laguna del Vilá (Gerona, España). **Oecol. Aquat.**, 1: 107-155. 1973.

GARCIA de EMILIANI, M. O., ANSEMI de MANAVELLA, M. I. **Fitoplâncton de los principales cauces y tributarios del Valle Aluvial del Rio Paraná: Tramo Goya-Diamante, II**. Santa Fé: Revista de la Asociacion de Ciências Naturales del Litoral, 14:217-237. 1983.

GIANESELA-GALVÃO, S. M. F. Standing-stock and potential of phytoplankton production in the Bay of Santos, Brazil. **Bolm Inst. Oceanogr.**, S. Paulo, 31 (2): 85-94, 1982.

HINO, K., TUNDISI, J. **Atlas de algas da Represa do Broa**. Série Atlas: Volume II. São Carlos: Departamento de Ciências Biológicas da UFSCar, 1977.

KENNISH, M. J. **Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects**. CRC Press, Boca Raton, Boston - USA. FL, 1: 494 pp. 1990.

KETCHUM, B. H. **Phytoplankton nutrients in estuaries**. In: Lauff, G. H. (Ed.), Estuaries. American Association for the Advancement of Science, The Horn-Shafer Company, Washington DC, 83:329-335. 1967.

KETCHUM, B. H. (ED.) **Estuaries and Enclosed Seas**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing, 1983, CSP.

LIVINGSTON, R. J. **Eutrophication Processes in Coastal Systems: Origin and Succession of Plankton Blooms and Effects on Secondary production in Gulf Coast Estuaries**. Boca Raton: CRC Press. 327p. 2000.

LUCAS, P. S. **Influência de uma estação de tratamento de esgoto sobre um sub-sistema estuarino (Canal da Passagem, Vitória, ES): comunidade fitoplanctônica e nutrientes**. 2002. 120f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2002.

LUND, J.W., KIPLING, C., Le CREN, D. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. **Hydrobiologia**, 11: 143-170. 1958.

MACEDO, S. J. et al. Estudos ecológicos da região de Itamaracá - PE - Brasil. XXIII. Condições hidrológicas do Estuário do Rio Botafogo. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**. 17: 81-122. 1982.

MACHADO, M. C. et al. **Qualidade da água e biomassa fitoplanctônica de três ecossistemas marinhos com diferentes graus de eutrofização: Baía de Guanabara, Baía de Sepetiba e Litoral de Ipanema (RJ)**. Inst. Ciências Bio. e Amb. Universidade Santa Ursula. Rio de Janeiro. 1997.

MELO MAGALHÃES, E. M. M. et al. Composição fitoplanctônica do sistema estuarino lagunar de Jequiá, AL. **Bol. Estud. Ciênc. Mar.**, n. 9, p. 1-18, 1996.

MELO, S., SUZUKI, M. S. **Variações temporais e espaciais do fitoplâncton das Lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida.** Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). p. 179-203, 1995.

PALMER, M. C., SQUARE, K. **Algae and water pollution.** Cincinnati: Municipal Environmental Research Lab, 1977.

PARANHOS, R. **Alguns métodos para análise da água.** Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1996.

PRIMACK, R. B., RODRIGUES, E. **Biologia da conservação.** Londrina: E. Rodrigues. 3 ed. 2002.

SILVA, N. M. L., et al. O microfitoplâncton das águas costeiras do Litoral Fluminense (RJ): Lista de espécies e aspectos ecológicos. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, 36(1/2): 1-16. 1988.

SILVA, S. M. A., AVILA, I. R. Levantamento florístico das Euglenaceae pigmentadas do Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **IHERINGIA, Sér. Bot.**, Porto Alegre, n. 48, p. 85-102, mai. 1997.

STRICKLAND, J. D. H. e PARSONS, T. R. **A practical handbook of seawater analysis.** Fisheries Research Board of Canada. 2. ed. Ottawa: Bulletin 167. 311 p. 1972.

TOMAS, C. K. **Identifying Marine Phytoplankton.** San Diego: Academic Press, 1997.

UEHLINGER, V. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. **Arch. Sci.**, 17(2): 121-123. 1964.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik. **Mitt. Int. Ver. Theor. Argew. Limnol.**, 9: 1-38. 1958.

VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. **Marine Chemistry**, 10: 109-122, 1981.