

## 1. INTRODUÇÃO

O fitoplâncton é definido como o coletivo de microrganismos fotossintéticos ou não, adaptados a viver em oceano aberto, em lagos (incluindo reservatórios), estuários e rios, onde contribuem parcialmente ou em grande parte para assimilação pelágica do carbono orgânico e sua transferência na cadeia alimentar. Está constituído por algas microscópicas, unicelulares, isoladas ou coloniais, e filamentosas que flutuam preferencialmente na superfície das águas (Boney, 1975; Bold, 1985; Eskinazi-Leça *et. al.*, 2004). O estudo da comunidade fitoplanctônica é importante uma vez que estes organismos são, em sua grande maioria, dotados de pigmentos fotossintetizantes, como a clorofila *a*, constituindo-se o primeiro elo das cadeias alimentares aquáticas (Odum, 1971).

O desenvolvimento sazonal, espacial e a sucessão das populações fitoplanctônicas sofrem influência de vários fatores ambientais, tais como, luz e nutrientes (Reynolds, 2006). Os parâmetros físicos e químicos da água também têm grande importância e constitui importante ferramenta utilizada no monitoramento de qualidade das águas, a citar entre outros, temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, pH e nutrientes orgânicos e inorgânicos (Harris, 1986).

Nos ecossistemas aquáticos, a magnitude de produção primária é amplamente avaliada através da biomassa fitoplanctônica, expressa em teor de clorofila *a*, e/ou pelo biovolume (volume biológico de algas por volume). Dentre os pigmentos responsáveis pela captura de energia luminosa para a fotossíntese, a clorofila *a* é o único que se encontra na maioria das células vegetais. A determinação da concentração dessa molécula, além de relativamente fácil, pode ser utilizada como estimativa de biomassa fitoplanctônica nos ambientes aquáticos. Contudo, é uma técnica pouco precisa, já que existe, na água, uma variedade de outros resíduos vegetais além das células fitoplanctônicas. Já a metodologia do cálculo do biovolume atribui aos indivíduos de maior tamanho sua devida importância ambiental como contribuidores da biomassa fitoplanctônica (Dias Jr., 1998) e, conseqüentemente, para os demais níveis da teia trófica existente no ambiente

aquático. Análises quantitativas dos organismos fotossintetizantes são de extrema importância para a compreensão de fenômenos ecológicos aquáticos (Parsons, 1984; Paranhos, 1996; Longhurst & Pauly, 2007).

O biovolume de cada espécie do fitoplâncton pode ser estimado através da associação da forma das algas com modelos geométricos aproximados, onde se considera a dimensão média dos indivíduos para fins de cálculo de volume celular (Edler, 1979; Hillebrand *et. al.*, 1999; Sun & Liu, 2003). O cálculo do biovolume das células fitoplanctônicas é importante no estudo da ecologia destes organismos, porém, é um método ainda pouco utilizado entre os pesquisadores, pois falta um conjunto padronizado de formas geométricas e equações para calcular o biovolume, o que causa dificuldades e produzem dados que muitas vezes não comparáveis (Vadrucci *et. al.*, 2007).

No Brasil maioria dos estudos que envolvem avaliações de produtividade primária, biomassa e composição do fitoplâncton e suas relações com as condições hidrográficas em regiões costeiras e oceânicas se concentra nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e em algumas localizações do nordeste. Destes, podem ser destacados os de Brandini & Moraes (1986), Brandini (1988), Brandini *et. al.* (1988), Brandini (1990), Teixeira & Gaeta (1991), Gaeta *et. al.* (1999), Medeiros *et. al.* (1999) e Susini-Ribeiro (1999). No Espírito Santo há vários estudos abrangendo a área costeira bem como a área oceânica, do qual podemos citar Tenenbaum (1995), Dias Jr. & Barroso (1998), Dias Jr. *et. al.* (2002), Oliveira (2005), Brandini *et. al.* (2006), Schaeffer (2007). Porém, pouco se sabe sobre a caracterização fitoplanctônica de águas em profundidades intermediárias com características costeiro-oceânicas.

A morfologia do fundo marinho também exerce um papel importante no processo de intrusão de nutrientes nas camadas superiores da coluna d'água. Fluxos mais profundos podem ser impulsionados ou barrados por feições do relevo submarino, levando a um incremento local na biomassa e na produtividade primária em certas

áreas marinhas (Travassos *et. al.*, 1999). Neste contexto, áreas de recifes naturais ou artificiais, como navios afundados, potencialmente podem aumentar a diversidade, a biomassa e a produção fitoplanctônica (Wilding & Sayer, 2002).

As algas planctônicas podem ser classificadas pelo seu tamanho como: picoplâncton – células com tamanho inferior a 2  $\mu\text{m}$ ; nanoplâncton – células com tamanho entre 2 e 20  $\mu\text{m}$ ; micropoplâncton – células com tamanho entre 20 e 200  $\mu\text{m}$ . Destas frações a do nanoplâncton tem sido apontada como mais produtiva em uma ampla variedade de ambientes aquáticos e a do micropoplâncton em regiões neríticas (Sournia, 1978).

A descoberta do diminuto picoplâncton autotrófico no final da década de 70, em abundância nos ecossistemas marinhos e de água doce, conduziu a um ressurgimento da atividade de pesquisa mundial a respeito da transferência energética entre cadeias alimentares microbiológicas, reciclagem do carbono e entrada de nutrientes em ecossistemas aquáticos.

O picoplâncton inclui organismos procarióticos e eucarióticos, autotróficos e heterotróficos. Os principais contribuintes primários para esta classe de tamanho são as cianobactérias autotróficas e as bactérias heterotróficas. Acreditava-se originalmente que a classe de tamanho picoplanctônica incluía quase que exclusivamente organismos heterotróficos. Porém, pesquisas realizadas nas três últimas décadas mostraram que o picoplâncton contém uma quantidade significativa de componentes fotossintetizantes, como minúsculas cianobactérias da ordem Chroococcales (Johnson & Sieburth, 1979; Waterbury *et. al.*, 1979).

Exemplares cosmopolitas do picoplâncton incluem os gêneros *Prochlorococcus*, *Synechococcus* e *Synechocystis*, comuns e que dominam a comunidade fitoplanctônica em águas superficiais. O seu pequeno tamanho, a alta razão superfície/volume, e sua habilidade de crescimento efetivo em regiões pouco iluminadas lhes dão condições de ocuparem também profundidades maiores e

conseqüentemente terem acesso a águas mais ricas em nitrogênio e a outros nutrientes essenciais. Segundo Foog (1995), o picoplâncton pode ser considerado componente integral da base de uma comunidade fitoplanctônica, pois está sempre presente especialmente em águas oligotróficas. Essas formas são responsáveis por uma grande fração da biomassa fitoplanctônica e produção primária em águas que variam de oligotróficas (oceano aberto) a águas eutróficas costeiras e estuarinas (Foog, 1995; Whitton & Potts, 2000). De acordo com Waterbury *et. al.* (1979) e Wood *et. al.* (1985) há uma forte predominância de cianobactérias picoplanctônicas chroococoides, ricas em ficoeritrina, em regiões oceânicas temperadas e tropicais. Essas cianobactérias desenvolveram adaptações cromáticas para melhorar sua captação luminosa a maiores profundidades onde a luz é escassa.

A contagem do picoplâncton, através da microscopia de epifluorescência adaptada, possibilitou uma separação preliminar entre grupos de procariontes e eucariontes. Antes disso, a microscopia de epifluorescência era utilizada apenas para contagem de bactérias heterotróficas (Caron, 1983; Stockner, 1988). Hoje o uso da microscopia de epifluorescência é importante para revelar a verdadeira fração fotossintética do plâncton. O uso desta técnica pode apenas ser confiável se as circunstâncias operacionais permitirem o armazenamento apropriado e a rápida análise das amostras para evitar a perda da fluorescência da clorofila (e/ou a fluorescência de outros pigmentos acessórios ou colorações que sejam do interesse) (Santos *et. al.*, 2007).

A utilização de outras metodologias como citometria de fluxo (detecção de fluorescência), análises de fotopigmentos e caracterizações imunológicas e moleculares, também auxiliaram e ainda auxiliam significativamente nos estudos relacionados à distribuição espaço-temporal, diversidade genética e descobertas de novas capacidades fisiológicas do picoplâncton marinho (Sieburth, 1978; Johnson & Sieburth, 1979; Campbell *et. al.*, 1983; Booth, 1987; Thompson *et. al.*, 1997; Whitton & Potts, 2000).

A descoberta das cianobactérias picoplanctônicas, como um importante tópico investigativo para limnologistas e oceanógrafos, gerou ampla oportunidade de discussões a respeito da ecologia de comunidades microbiológicas dos diversos ecossistemas aquáticos, à medida que, este grupo pode prover importantes respostas ecológicas a respeito das variações que ocorrem na estrutura dessas comunidades. Mundialmente, vários são os estudos sobre a importância das cianobactérias picoplanctônicas nos ecossistemas aquáticos marinhos, ampliando ainda mais as discussões a respeito desse assunto (Hall & Vincent, 1990; Fahnenstiel *et. al.*, 1994; Giovannoni & Stingl, 2005).

Portanto, o presente trabalho visa aprofundar o conhecimento sobre a comunidade fitoplanctônica na área de afundamento do navio Victory 8B, na costa do Espírito Santo, no que tange a composição por classe de tamanho, distribuição espaço-temporal, diversidade, densidade, biomassa, interações com fatores abióticos, destacando ainda a importância quantitativa das cianobactérias para esse sistema.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 *Objetivo Geral*

Contribuir com informações a respeito das variações quantitativas do fitoplâncton, enfatizando a importância e a contribuição das cianobactérias picoplanctônicas, em termos de biomassa fitoplanctônica total, para uma região marinha de águas oligotróficas intermediárias tropicais, localizada na área de afundamento do navio Victory 8B (Guarapari – ES).

### 2.2 *Objetivos Específicos*

- Identificar as espécies fitoplanctônicas que compõem a microflora do sistema marinho tropical, bem como o seu fracionamento em escala de tamanho.
- Analisar a estrutura desta comunidade, no espaço e no tempo, através da determinação da diversidade específica, densidade e biomassa estimada pelo biovolume, relacionando-as com parâmetros físico-químicos bem como a clorofila *a* e feopigmentos, a fim de diagnosticar a influência desses fatores sobre a composição e a estrutura da comunidade fitoplanctônica.
- Avaliar a importância e a contribuição das cianobactérias picoplanctônicas, em termos de biomassa fitoplanctônica total, para o sistema, através do biovolume e da densidade celular.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na área de afundamento do navio Victory 8B (figura 1), uma estrutura de 89 m de comprimento fundeada a cerca de 30m de profundidade, que se encontra inserida no complexo insular do município de Guarapari – ES (localizado a aproximadamente 50 km da capital Vitória – ES), entre as Ilhas Escalvada e Rasas (DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação). A profundidade média da região está em torno de 32 metros.

#### 3.1 Aspectos Climáticos

A área de estudo encontra-se em uma região de influência predominante do centro de alta pressão do Atlântico Sul, e de menor influência das células de pressão Polar Atlântica, Equatorial Continental e Tropical Continental, respectivamente. Segundo a classificação climática de Köppen, a região meridional do Espírito Santo é marcada por um clima do tipo Aw, definido como tropical chuvoso, com um período de redução da precipitação nos meses de inverno.

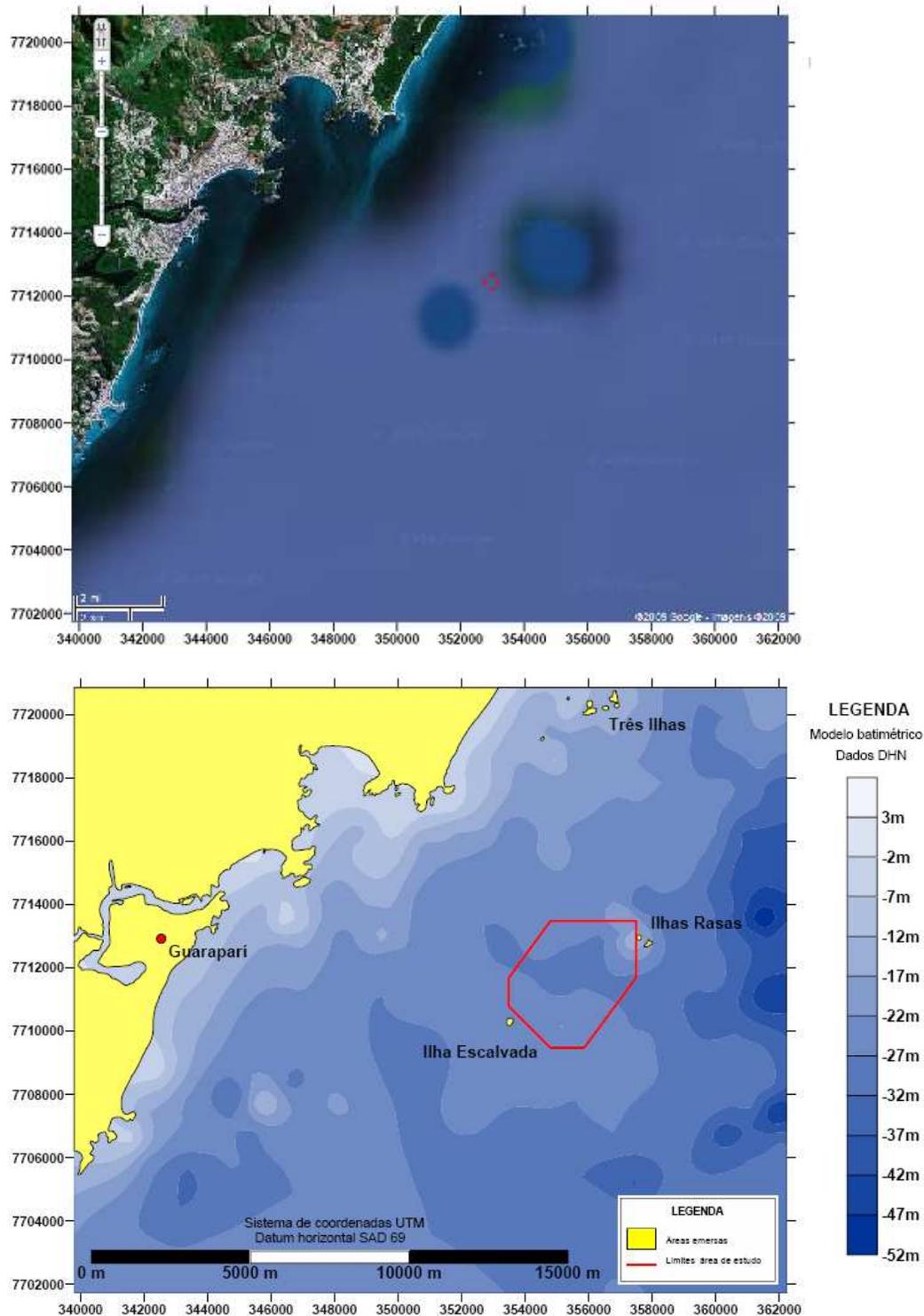
Essas oscilações são influenciadas pelas variações diárias, semanais ou mensais e pela sazonalidade ligada à passagem duas vezes por ano da Convergência Atmosférica Intertropical (ITCA), condicionando alternância de períodos de seca e de chuva. Em regiões tropicais a sazonalidade é definida basicamente pela alternância de períodos chuvosos e períodos em que a precipitação é mais amena, sem necessariamente seguir um padrão estabelecido pela demarcação de estações do ano (Peel *et. al.*, 2007).

No Estado do Espírito Santo, nos meses de março, abril e maio, que compreendem o período do outono, há uma diminuição nos índices pluviométricos e nas temperaturas, devido à incursão de sistemas frontais acompanhados de

massas de ar frio. Já os meses de julho, agosto e setembro, que compreendem o período de inverno, são os meses mais secos do ano.

O principal sistema meteorológico de atuação são as frentes frias, acompanhadas de massas de ar polar, que provocam com a sua passagem, diminuição nas temperaturas. A primavera, estação que compreende os meses de outubro, novembro e dezembro em todo o hemisfério sul, no Estado do Espírito Santo, é caracterizada por ainda haver a passagem de frentes-frias de fraca intensidade acompanhada de massas de ar frio, que provocam quedas ocasionais de temperatura. Nesta época do ano há um aumento gradativo no índice pluviométrico, marcando a passagem da estação seca para a estação chuvosa, onde se iniciam as pancadas de chuva no final da tarde ou à noite devido ao aumento gradativo das temperaturas e dos índices de umidade (CECAM, 2009).

As temperaturas médias estão entre 21 e 29°C, e a precipitação média anual entre 1300 e 1400 mm, com uma umidade relativa do ar média de 80%. Quanto ao padrão de precipitação, Albino *et. al.* (2005) verificaram que os maiores índices de pluviosidade estão associados aos meses de verão, devido à influência do Sistema Tropical Atlântico que, apesar de atuar durante todo o ano, nesta estação tende à instabilidade, favorecendo chuvas intensas e prolongadas – as médias mensais indicam um máximo de 194,3mm em dezembro e um mínimo de 51,3mm em agosto.



**Figura 1:** Imagem de satélite (fonte: <http://maps.google.com.br>) e mapa batimétrico da região costeiro-oceânica ao largo do município de Guarapari – ES, mostrando um círculo referente à localização do navio e um polígono que delimita a área de estudo, situada entre as Ilhas Escalvada e Rasas. Modelo batimétrico gerado a partir de dados DHN (CETTO, 2005).

### 3.2 Aspectos Oceanográficos

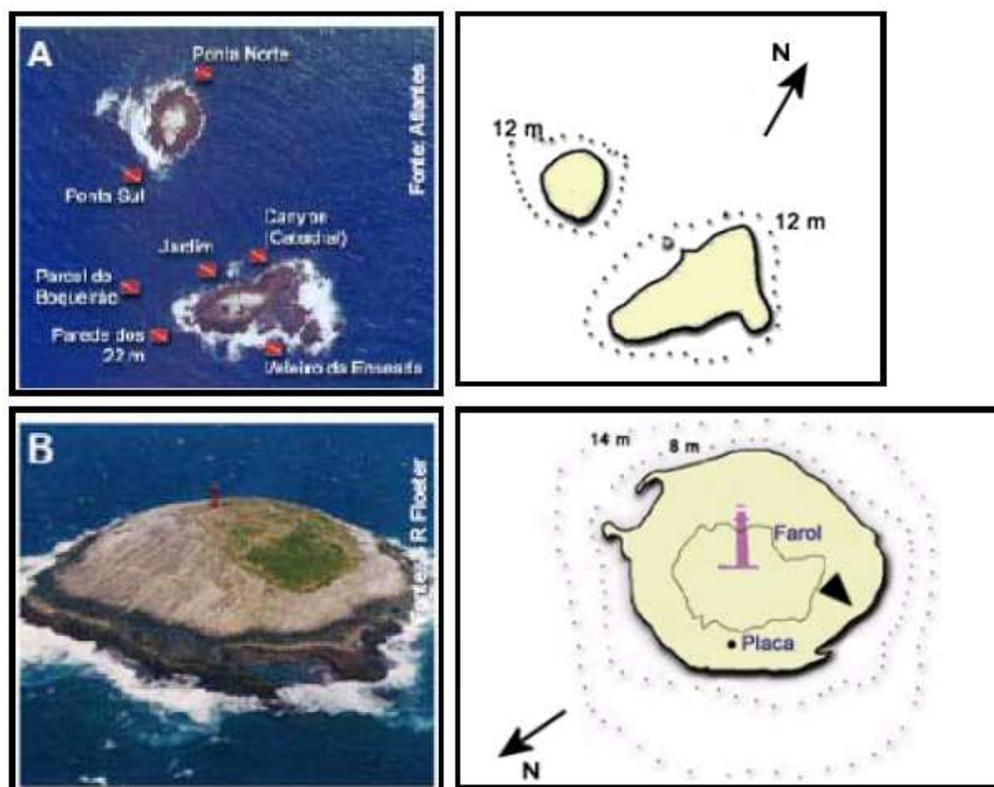
Com relação aos aspectos oceanográficos, a região está sob o domínio de micromarés semidiurnas (marés menores que dois metros de altura na sizígia, oscilando aproximadamente duas vezes ao dia), onde o componente harmônico principal das marés é o harmônico semidiurno lunar (M2). A região está sujeita a ventos provenientes principalmente, dos quadrantes NE-ENE, porém, durante períodos de frentes frias predominam ventos provenientes de SE. Nestes períodos, as ondas, embora sejam menos freqüentes, são mais energéticas do que as do quadrante NE. Entretanto, em período de ação do fenômeno El Niño, as ondas, geradas pelas advecções polares, não atingem o litoral capixaba, o que faz com que as frentes de ondas sejam originadas somente pelos ventos do NE-E (Albino & Gomes, 2005).

A plataforma continental do Espírito Santo caracteriza-se por pequenas variações de temperatura, onde ocorrem três massas de água: Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e, mais próximo à costa, Água Costeira (AC). Na plataforma externa tem-se mistura entre a Água Tropical e a ACAS, enquanto que a plataforma interna é dominada na superfície por água costeira e no fundo, perto da costa, pode ser dominada pela ACAS, principalmente no verão (Castro & Miranda, 1998). De acordo com Castro Filho *et. al.* (1987) *apud* Toffoli (2006), o domínio interno da plataforma continental apresenta sua dinâmica em escala sinótica controlada pelos ventos.

### 3.3 Aspectos Fisiográficos

Em relação à plataforma continental, esta se caracteriza por uma relevante heterogeneidade. Sua fisiografia variável exerce importante influência na formação de barreiras que interferem na hidrodinâmica do Oceano Atlântico Sul Ocidental, podendo, ainda, gerar eventos transitórios como ressurgências ou vórtices ciclônicos, a exemplo do Vórtice de Vitória (Albino & Gomes, 2005).

As ilhas existentes, dentre as quais se destacam as Rasas e a Escalvada, que formam o Arquipélago das Três Ilhas (figura 2), localizam-se numa região de transição biogeográfica onde espécies tropicais e subtropicais se encontram propiciando maior biodiversidade. Gasparini *et. al.* (2000) *apud* Cetto (2005) enfatizam que além da alta diversidade de organismos, as ilhas se destacam por apresentarem espécies raras, vulneráveis e ameaçadas de extinção.



**Figura 2:** Fotos e respectivos mapas das Ilhas Rasas e Ilha Escalvada (A e B: Arquipélago das Três Ilhas). Fonte (fotos): Atlantes. Fonte (mapas): <http://www.guarapas.com.br>

Esse diversificado complexo insular responsável por absorver um importante turismo de mergulho, a partir de 03 de julho de 2003, passou a ser ainda mais freqüentado por mergulhadores devido ao afundamento controlado de um navio de bandeira grega, o Victory 8B. Desde então, vem sendo monitorado com a implantação do Projeto Recifes Artificiais Marinhos (**RAM**).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

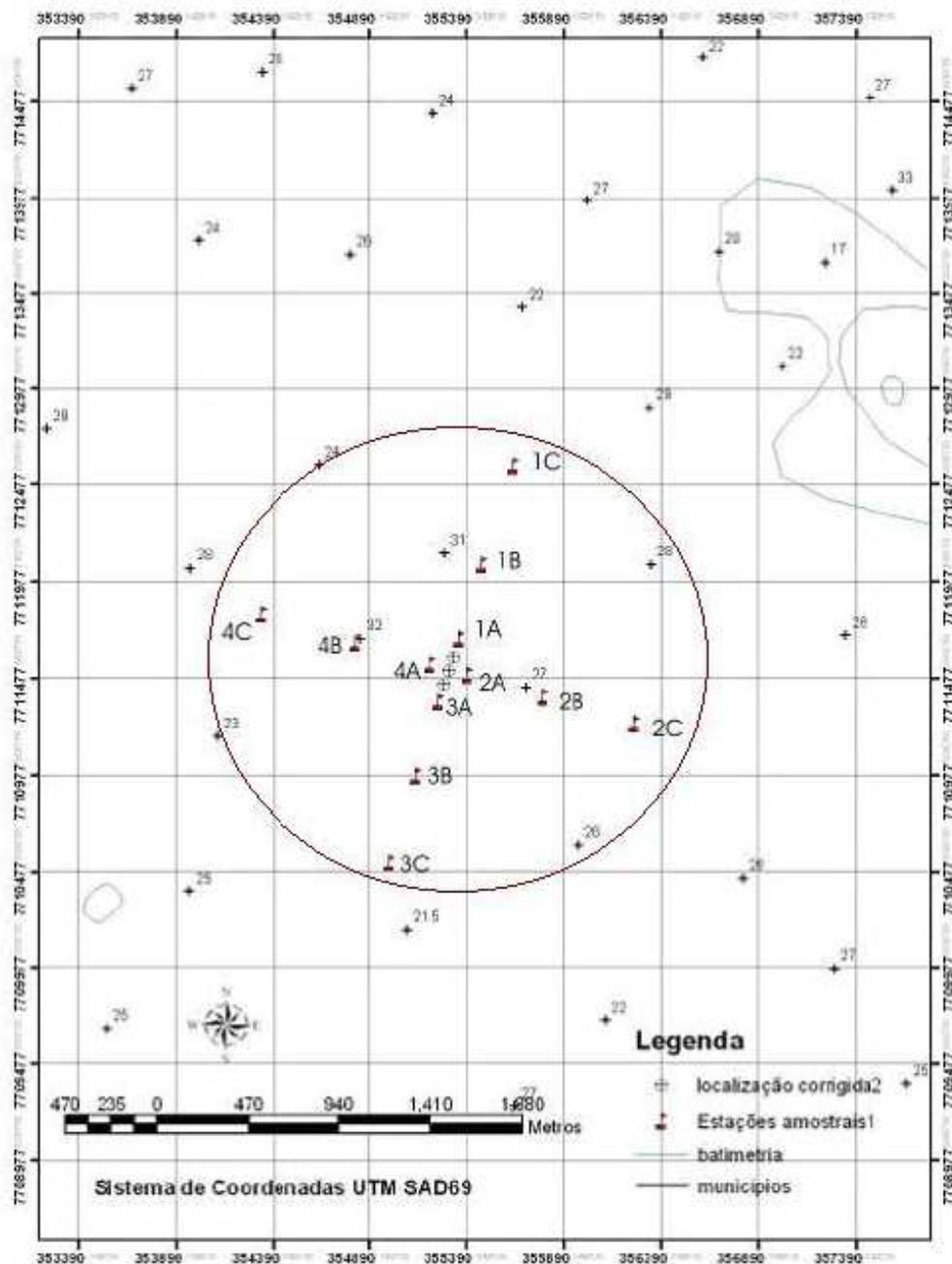
### 4.1 Projeto Recifes Artificiais Marinhos (RAM), Victory 8B e Plano de Amostragem

Em meados de 1997, quando chegou à costa capixaba, o navio de bandeira grega, Victory 8B, atracou no Porto de Vitória e devido ao não pagamento de multas e problemas fiscais foi abandonado em condições precárias por sua tripulação na entrada desse porto. Perante este fato, a Secretaria da Fazenda em 2001 tornou o navio propriedade do Governo do Espírito Santo. Após todo o preparo do navio para seu afundamento, finalmente em 03 de julho de 2003, o litoral sul do estado do Espírito Santo foi contemplado com o naufrágio desse exótico monumento submarinho.

O presente estudo esteve inserido no Projeto “Recifes Artificiais Marinhos (RAM): Victory 8B”, tendo, por esse motivo, coletas e atividades laboratoriais realizadas entre maio (2005) e julho (2006). É importante salientar que tal projeto teve como responsável o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA - ES), em convênio de cooperação técnica com a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), responsável pelo desenvolvimento de atividades de pesquisa concernentes à elaboração e execução do Plano de Monitoramento Ambiental da área do naufrágio do Victory 8B.

As estações de amostragem foram definidas de acordo com a posição do navio, totalizando 12 estações amostrais (1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B, 3C, 4A, 4B e 4C). Tais estações foram dispostas em quatro radiais no entorno do navio num ângulo de 90° entre si, ao passo que os pontos 1 seguem direcionados à popa, os 2 à bombordo, os 3 à proa e por fim os pontos 4 à estibordo (figura 3). A distância dos pontos A, B e C em relação ao navio, em cada radial, são respectivamente: aproximadamente cem metros (100m), quinhentos metros (500m) e mil metros (1000m). As coordenadas das estações de amostragem encontram-se na (Tabela 1). Para viabilizar as coletas de amostragem na área de afundamento do Victory

8B, foram utilizadas as embarcações “Rei dos Atlantes” e “Mar dos Atlantes” da empresa Atlantes Atividades Subaquáticas Ltda (Guarapari – ES).



**Figura 3:** Mapa batimétrico da região do afundamento do navio Victory 8B em Guarapari-ES, destacando a área do local de estudo e a disposição das doze estações de amostragem (Fonte: Projeto RAM: Victory 8B, DERN, 2005).

**Tabela 1:** Coordenadas UTM (SAD 69) das estações de amostragem e suas respectivas distâncias do navio (Fonte: Projeto RAM: Victory 8B, DERN, 2005).

ESTAÇÃO	COORDENADAS UTM / SAD*69		DISTÂNCIA DO VICTORY 8B (m)
	N	S	
1A	7711631	355313	100
1B	7712032	355459	500
1C	7712537	355625	1000
2A	7711490	355396	100
2B	7711377	355780	500
2C	7711239	356249	1000
3A	7711352	355247	100
3B	7710970	355129	500
3C	7710524	354989	1000
4A	7711561	355150	100
4B	7711659	354822	500
4C	7711804	354328	1000

\*SAD: South American Datum.

Devido o presente estudo estar inserido no plano de monitoramento do Projeto RAM, as amostragens para análise dos parâmetros biológicos e físico-químicos foram realizadas trimestralmente, de acordo com a execução do projeto, com o objetivo de acompanhar variações sazonais. As campanhas (C) de monitoramento compreenderam maio (1<sup>a</sup>C), setembro (2<sup>a</sup>C) e dezembro (3<sup>a</sup>C) de 2005; abril (4<sup>a</sup>C) e julho (5<sup>a</sup>C) de 2006, totalizando cinco campanhas de amostragem.

Os parâmetros biológicos foram analisados no Laboratório de Fitoplâncton (LABFITO) da UFES. Já os valores dos parâmetros físico-químicos foram cedidos cordialmente pelo Laboratório de Oceanografia Física e Laboratório de Geoquímica Orgânica e Hidrogeoquímica da UFES, do Departamento de Ecologia e Recursos Naturais - DERN (atual Departamento de Oceanografia e Ecologia - DOC) da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES.

#### *4.2 Amostragens Quantitativas e Qualitativas do Fitoplâncton*

As amostragens quantitativas do fitoplâncton foram feitas na subsuperfície, no primeiro metro superficial da coluna d'água, e no fundo, a pelo menos dois metros do mesmo, com o intuito de evitar a ressuspensão do sedimento, foram realizadas em geral no período da manhã. Utilizou-se uma garrafa de Ninski (5 litros), e em seguida, fixaram-se as amostras com solução de glutaraldeído a 1%.

As amostragens qualitativas foram feitas com arrasto de rede de plâncton com malha de 60  $\mu\text{m}$  à baixa velocidade na superfície dos mesmos pontos. Estas amostras foram fixadas com formaldeído a 2 %.

#### *4.3 Amostragens de Água (Clorofila a e Feopigmentos)*

As amostragens de água para as análises de clorofila a e feopigmentos também foram realizadas utilizando-se garrafa de Niskin (5 litros). Foram feitas nas mesmas profundidades das amostragens do fitoplâncton e das análises químicas. Utilizaram-se amostras de água da mesma garrafa, tanto para futuras análises do fitoplâncton, como para a clorofila a.

Duplicatas de 500 ml de cada amostra foram filtradas e ao final da filtração, os filtros foram acondicionados em envelopes de papel alumínio devidamente identificados, e armazenados em frasco escuro contendo sílica gel. Após cada um desses procedimentos, acondicionaram-se as amostras em caixas térmicas até a chegada ao laboratório.

#### 4.4 Amostragens e Determinação dos Parâmetros Físico-Químicos

Nas diferentes estações de amostragens foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidade, potencial hidrogeniônico (pH) e oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$  e % saturação). Para a medição desses parâmetros utilizou-se um multiparâmetro modelo *YSI 556 MPS*, em duas profundidades: subsuperfície (primeiro metro da coluna d'água), e fundo, respeitando a distância mínima de 2 m do fundo.

Para a determinação de nutrientes dissolvidos foram feitas amostragens de água utilizando-se garrafa de Niskin. As amostras foram armazenadas em garrafas previamente descontaminadas e, em seguida, filtradas. As mesmas foram submetidas à análise de nutrientes inorgânicos dissolvidos ortofosfato, nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total e silicatos.

As filtragens das amostras para as análises de nutrientes dissolvidos foram feitas com a utilização de uma bomba a vácuo e membranas de acetato de celulose, com poro de  $0,45\ \mu\text{m}$  de diâmetro. A metodologia empregada foi baseada em espectrofotometria na faixa de luz visível, utilizando-se um espectrofotômetro *Micronal B-582* com cubetas de vidro de 1 cm e 10 cm de trajeto ótico (TO).

Todos os métodos foram testados com soluções certificadas e os erros foram menores que 15%. As metodologias para a análise dos nutrientes dissolvidos encontram-se em Baumgarten *et. al.* (1996) *apud* Neto *et. al.* (2005). As análises desses nutrientes foram realizadas no *Laboratório de Geoquímica Orgânica e Hidrogeoquímica da UFES*.

## 4.5 Parâmetros Biológicos

### 4.5.1 Análises Qualitativas

O fitoplâncton foi identificado através de chaves de identificação e bibliografias específicas (Lefébure, 1947; Komárek, 1983, Ricard, 1987; UFPE, 1990; Tomas 1997; Calijuri *et. al.*, 2006, entre outros). A identificação das amostras foi realizada através de microscópio óptico (comum e invertido), ambos equipados com ocular micrométrica. As espécies encontradas foram apresentadas em uma *Lista de Espécies*.

### 4.5.2 Análises Quantitativas

*Métodos de avaliação da densidade celular e biomassa fitoplanctônica (Fluorescência, Contagem Total, Clorofila a, Feopigmentos e Biovolume)*

#### 4.5.2.1 Fluorescência e Contagem Total

A contagem do fitoplâncton foi feita utilizando-se câmara de sedimentação de Utermöhl (Utermöhl, 1958) em microscópio invertido com contraste de fase, após um tempo mínimo de 8 horas de sedimentação. O procedimento de contagem em microscópio invertido (Nikon – Eclipse TS 100), equipado com aparelho de epifluorescência foi realizado em duas etapas: células picoplanctônicas (cianobactérias) foram contadas através de fluorescência (Wood, 1956; Booth, 1987) e células fitoplanctônicas maiores que 2  $\mu\text{m}$  sem a utilização desta. A análise com epifluorescência foi realizada com auxílio de um filtro verde (500- 565 nm), o que permitiu a contagem de células que apresentavam como pigmento principal a ficoeritrina. Estes procedimentos foram realizados para a determinação quantitativa das cianobactérias picoplanctônicas. A análise do fitoplâncton total foi realizada nas amostras fixadas sem epifluorescência.

O procedimento de contagem escolhido foi o dos campos aleatórios, descrito por Uehlinger (1964). As coordenadas dos campos foram geradas por computador e estes foram localizados na platina do microscópio. Para cada contagem foi gerado um sistema de campos aleatórios diferente. O critério utilizado para determinação do número de campos a serem 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.

Os resultados foram expressos em células por ml (densidade celular), e calculados segundo a fórmula modificada de Wetzel & Likens (2000):

Onde:

$$N = n \cdot \frac{A}{a} \cdot \frac{1}{V}$$

N = número de células•mL<sup>-1</sup>

n = número de células contadas

A = área total da câmara

a = área do campo no aumento de 400X

V = volume total sedimentado

Durante as contagens os organismos foram classificados por tamanho para serem separados em três frações: picoplâncton (0,2-2,0 µm) relativo às cianobactérias picoplanctônicas, nanoplâncton (2-20 µm) e o microfitoplâncton (20-200 µm). Essa classificação foi feita por visualização e medição.

A partir dos valores da densidade numérica, foi calculado o índice de diversidade específica (bits•células<sup>-1</sup>) para cada amostra, segundo Shannon & Weaver (1963), através da expressão:

Índice de Shannon-Weaver:

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$$

Sendo:  $p_i = n_i / N$

Onde:

H = diversidade específica da amostra

$n_i$  = número de células da espécie i

N = densidade total da amostra

#### 4.5.2.2 Análises de Clorofila a e Feopigmentos

Para a extração da clorofila a, os filtros foram picados e seus pedaços foram colocados em tubos de ensaio (também identificados com o código da amostra), aos quais foi adicionado um volume de 10 ml de acetona 90%. Após 24 horas, o extrato de clorofila foi novamente filtrado, para remover os pedaços de filtro, e levado a um fluorímetro *TD – 700*, para uma primeira leitura. Em uma segunda etapa, foi adicionado ácido clorídrico 0,1 M ao extrato, para a conversão da clorofila a em feopigmentos, e realizada uma nova leitura (Barroso & Littlepage, 1998).

As concentrações finais de clorofila a e feopigmentos foram obtidas através da média aritmética dos valores obtidos, na leitura pelo fluorímetro, das amostras e suas réplicas. Os valores obtidos na leitura no fluorímetro foram transferidos para uma planilha eletrônica, onde os cálculos das concentrações foram automaticamente realizados segundo as fórmulas abaixo. As concentrações finais de clorofila a e feopigmentos foram expressas em  $\mu\text{g. L}^{-1}$ .

$$\text{Clorofila a } (\mu\text{g/L}) = (r/r-1) \cdot (R_a - R_d) \cdot (v/V)$$

$$\text{Feopigmentos } (\mu\text{g/L}) = (r/r-1) \cdot (r R_d - R_a) \cdot (v/V)$$

Onde:

**r**: razão das leituras entre antes e depois da acidificação de uma solução pura de clorofila a (normalmente é um valor próximo a 2,2);

**R<sub>a</sub>**: leitura antes da acidificação;

**R<sub>d</sub>**: leitura depois da acidificação;

**v**: volume do extrato em mL;

**V**: volume da amostra filtrada em mL.

#### 4.5.2.3 Estimativa de Biomassa (*Biovolume Celular*)

O biovolume fitoplanctônico foi estimado a partir dos volumes celulares dos indivíduos encontrados, através do método de transformação das dimensões das células em modelos geométricos tridimensionais, de acordo com o formato dos organismos, conforme metodologias propostas por Edler (1979), Hillebrand *et. al.* (1999), Wetzel & Likens (2000) e Sun & Liu (2003).

No caso de táxons coloniais, foi efetuada a multiplicação do volume de uma célula individual pelo número aproximado de células da colônia. Por outro lado, organismos filamentosos tiveram seu filamento inteiro medido para obtenção do seu volume, desde que não existissem células diferentes no mesmo talo, como heterocitos ou acinetos.

Para a determinação dos volumes celulares individuais foram medidos em cada mês de amostragem, pelo menos 20 indivíduos, tanto para os táxons mais abundantes, quanto para os táxons menos abundantes ao longo de todo período de estudo. As medições dos organismos foram realizadas em microscópios ópticos comum e invertido (aumento de 400x), ambos equipados com ocular micrométrica, durante todo período de estudo. Dependendo da configuração dos microscópios, a utilização de ambos (comum e invertido) é necessária, pois

determinados organismos são visualizados apenas no microscópio invertido após sedimentação devido ao seu pequeno tamanho.

O biovolume de cada táxon foi estimado a partir da multiplicação do biovolume celular ( $\mu\text{m}^3$ ) pela densidade ( $\text{células}\cdot\text{mL}^{-1}$ ), onde o volume de cada táxon foi calculado a partir das médias aritméticas das medições. Como o número obtido é geralmente muito alto, os valores de biovolume foram convertidos em  $\text{mm}^3\cdot\text{L}^{-1}$ .

Segundo Margalef (1983), multiplicando-se os valores numéricos de densidade de uma dada espécie pelo volume médio de sua célula, obtém-se um valor aproximado da sua biomassa. Este pesquisador ressalta que a idade celular e a localidade influenciam na variação do biovolume dentro de uma espécie. O biovolume, expresso em  $\text{mm}^3\cdot\text{L}^{-1}$  foi estimado a partir da seguinte expressão:

$$\text{Biovolume (mm}^3\cdot\text{L}^{-1}) = \text{Densidade do táxon} \times \text{Volume celular médio do táxon (}\mu\text{m}^3) \div 10^6$$

#### 4.6 Análises Estatísticas e de Agrupamento

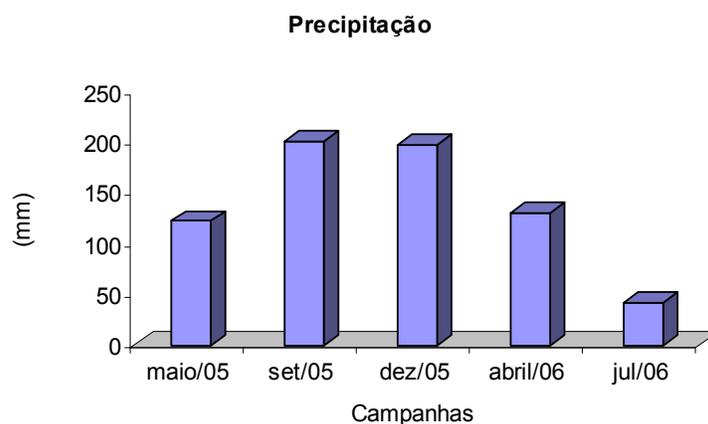
Utilizou-se o teste de Tukey do One-Way ANOVA para verificação da representatividade das diferenças para os parâmetros ambientais e biológicos entre as campanhas. Enquanto que as diferenças significativas entre superfície e fundo foram analisadas através do teste  $F$  do One-Way ANOVA. O programa utilizado normaliza os dados automaticamente no momento do teste. O nível de significância adotado nos testes foi de 0,05.

Realizou-se também análise multivariada fatorial por componentes principais (ACP) para verificação dos agrupamentos entre as variáveis, tanto físicas, químicas, físico-químicas e biológicas, tendo sido antes, todas as variáveis submetidas à normalização para viabilizar a análise. O nível de significância foi de 0,7. Além dessa, realizou-se também análise de agrupamento do tipo *linkage* e o teste de correlação de Spearman.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Pluviosidade

A figura 4 apresenta a variação da pluviosidade total referente a cada mês em que as campanhas de amostragem foram realizadas. Os maiores valores registrados (> 200 mm) ocorreram nos meses de setembro e dezembro (2005), correspondentes à 2ªC e 3ªC, respectivamente. O menor valor encontrado foi em julho/2006 (5ªC), onde foi registrada precipitação total menor que 50 mm.



**Figura 4:** Variações da pluviosidade total correspondente aos meses em que as campanhas de amostragem foram realizadas. Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA.

### 5.2 Variáveis físico-químicas.

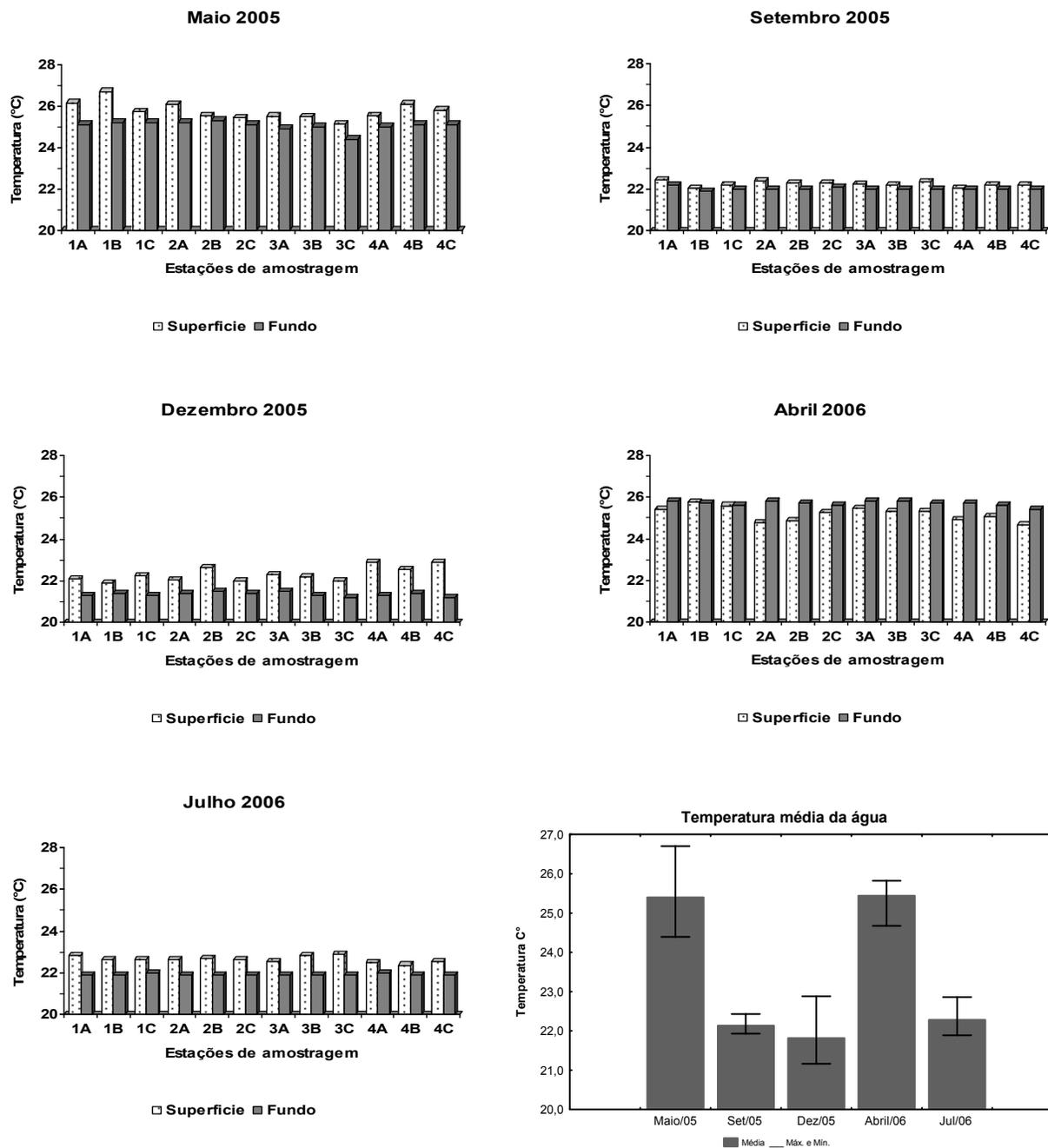
As figuras 5 a 9 apresentam os resultados obtidos para os seguintes parâmetros: temperatura da água, salinidade, oxigênio dissolvido, % de saturação de oxigênio dissolvido e pH (potencial hidrogeniônico), respectivamente. Também são apresentados valores médios para as campanhas, assim como, máximos e mínimos.

### 5.2.1 Temperatura da água

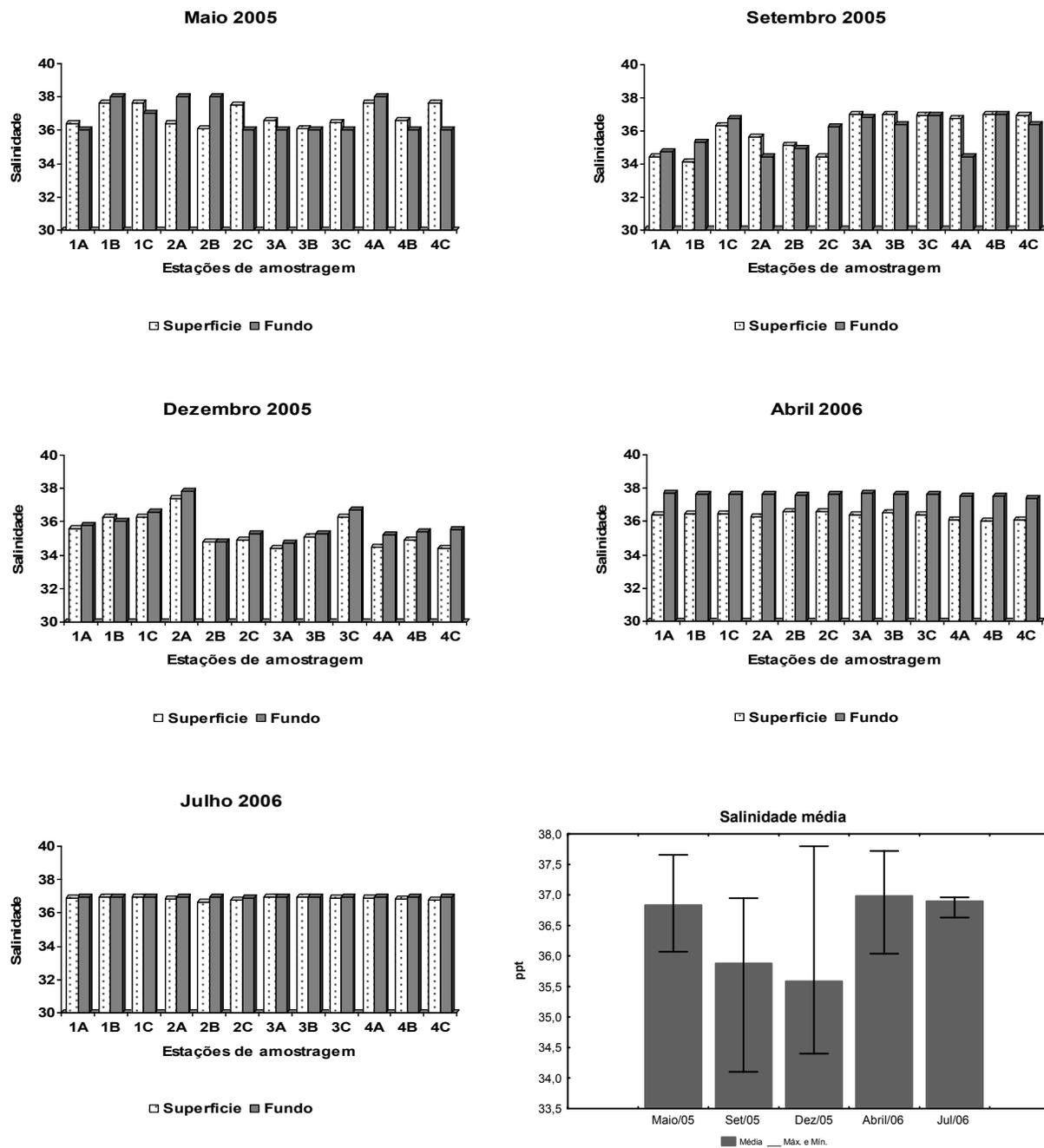
A figura 5 apresenta a variação da temperatura durante o período de estudo. Observou-se diferença significativa entre a temperatura dos meses de maio/05 e abril/06 em relação aos demais (Anova,  $p < 0,05$ ). Essas campanhas (1<sup>a</sup>C e 4<sup>a</sup>C) apresentaram temperaturas mais altas. O mínimo registrado em todo o local e período de amostragem foi de 21,1 °C e ocorreu na 3<sup>a</sup>C (fundo 3C). O valor máximo registrado foi de 26,7 °C (superfície da estação 1B) na 1<sup>a</sup>C. A maior média foi registrada na 4<sup>a</sup>C com 24,4 °C. A menor média 21,8°C foi registrada na 3<sup>a</sup>C. De acordo com o teste *F da One-Way ANOVA*, não houve variação significativa nem entre os pontos amostrais, nem entre superfície e fundo. No entanto, foi possível observar algumas tendências de valores de fundo serem superiores a valores de superfície, como na 4<sup>a</sup>C.

### 5.2.2 Salinidade

A figura 6 mostra a variação dos valores de salinidade em todo o período de estudo. De acordo com o teste de Tukey da One-Way ANOVA, entre a 3<sup>a</sup>C e a 1<sup>a</sup>C, 4<sup>a</sup>C e 5<sup>a</sup>C foi encontrada diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ). O mesmo teste estatístico não apresentou significância entre estações dentro de cada campanha, mas foi possível identificar maior variabilidade entre as estações da 3<sup>a</sup>C em relação às demais, além de valores mais baixos. O mínimo registrado em todo o período de amostragem foi de 34,1 e ocorreu na 2<sup>a</sup>C, superfície da estação 1B. O máximo (37,8) foi registrado na 3<sup>a</sup>C, fundo da estação 2A. Já a média mais elevada entre as campanhas (37) foi registrada na 4<sup>a</sup>C e a menor média (35,6) na 3<sup>a</sup>C.



**Figura 5:** Variações da temperatura da água (°C), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05, set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.



**Figura 6:** Variações da salinidade, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05, set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.

### 5.2.3 Oxigênio Dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ )

A figura 7 mostra a variação das concentrações de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) durante todo período de estudo. Estatisticamente houve diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) entre a 1ªC e a 2ªC e 3ªC. As menores médias (6,71 e 6,64  $\text{mg.L}^{-1}$ ) foram registradas na 1ªC e 5ªC, respectivamente. Esta última campanha apresentou o valor mínimo para todo o período de estudo (4,66  $\text{mg.L}^{-1}$ ), fundo da estação 4C. Já na 2ªC foi registrada a maior média (7,96  $\text{mg.L}^{-1}$ ) e o valor máximo (9,66  $\text{mg.L}^{-1}$ ), registrado no fundo da estação 1A.

Houve diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) entre as concentrações de oxigênio dissolvido da superfície e do fundo na 5ªC e foi possível observar valores nitidamente mais elevados na superfície.

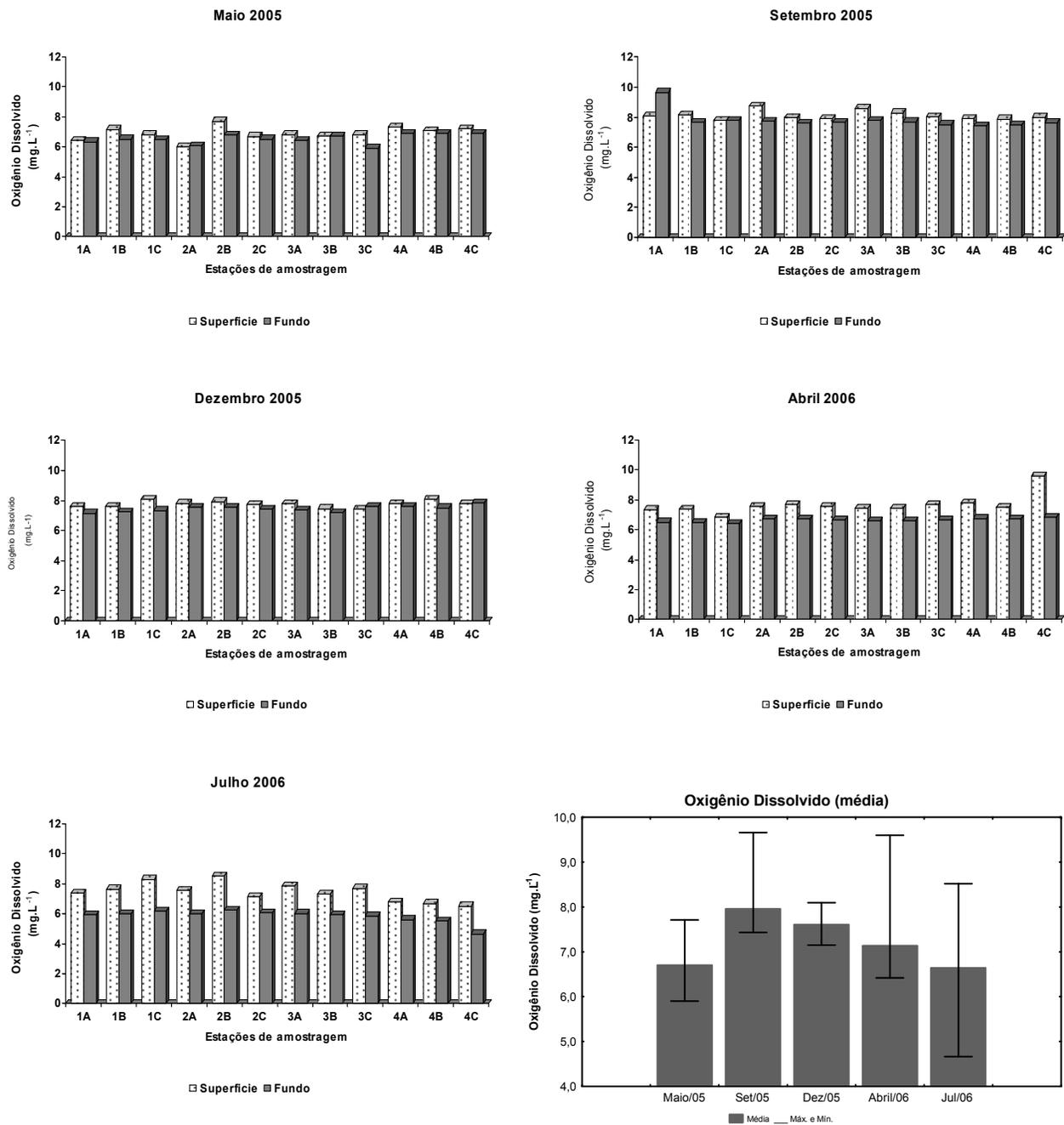
### 5.2.4 Oxigênio Dissolvido (% saturação)

Os teores de oxigênio dissolvido, em porcentagem de saturação, são apresentados na figura 8. Os valores variaram significativamente (Anova,  $p < 0,05$ ) entre a 1ªC e as 2ªC, 3ªC e 4ªC campanhas. A 1ªC e a 5ªC apresentaram médias semelhantes. No entanto, na 5ªC, os valores de superfície apresentaram-se significativamente ( $p < 0,05$ ) mais elevados registrando máximo de 145,0% (superfície da estação 2B). O valor mínimo registrado ao longo de todas as campanhas (66,0%) também foi referente à 5ªC (fundo da estação 4C). A 3ªC apresentou a maior média entre as demais (107,6%) e a menor média (94,3%) foi registrada na 1ªC.

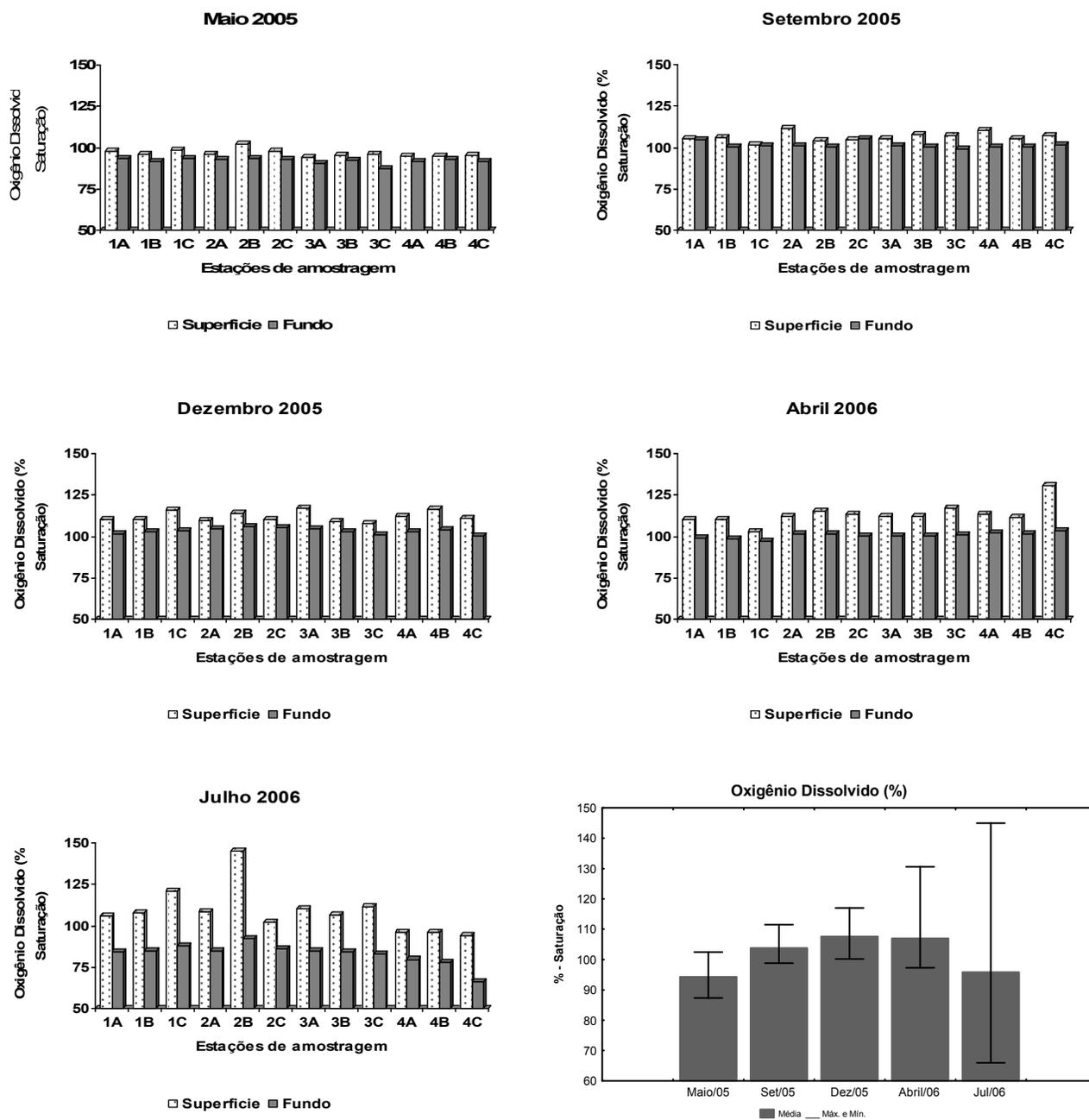
### 5.2.5 pH (Potencial Hidrogeniônico)

A figura 9 apresenta as variações ocorridas nos valores de pH em todo o período de estudo. Na 4ªC foram registrados valores extremos (máximo de 9,5 e média 9,4) indicando erros de calibração do aparelho utilizado em campo (notificado durante a amostragem). Os valores de pH referentes à 1ªC não foram avaliados

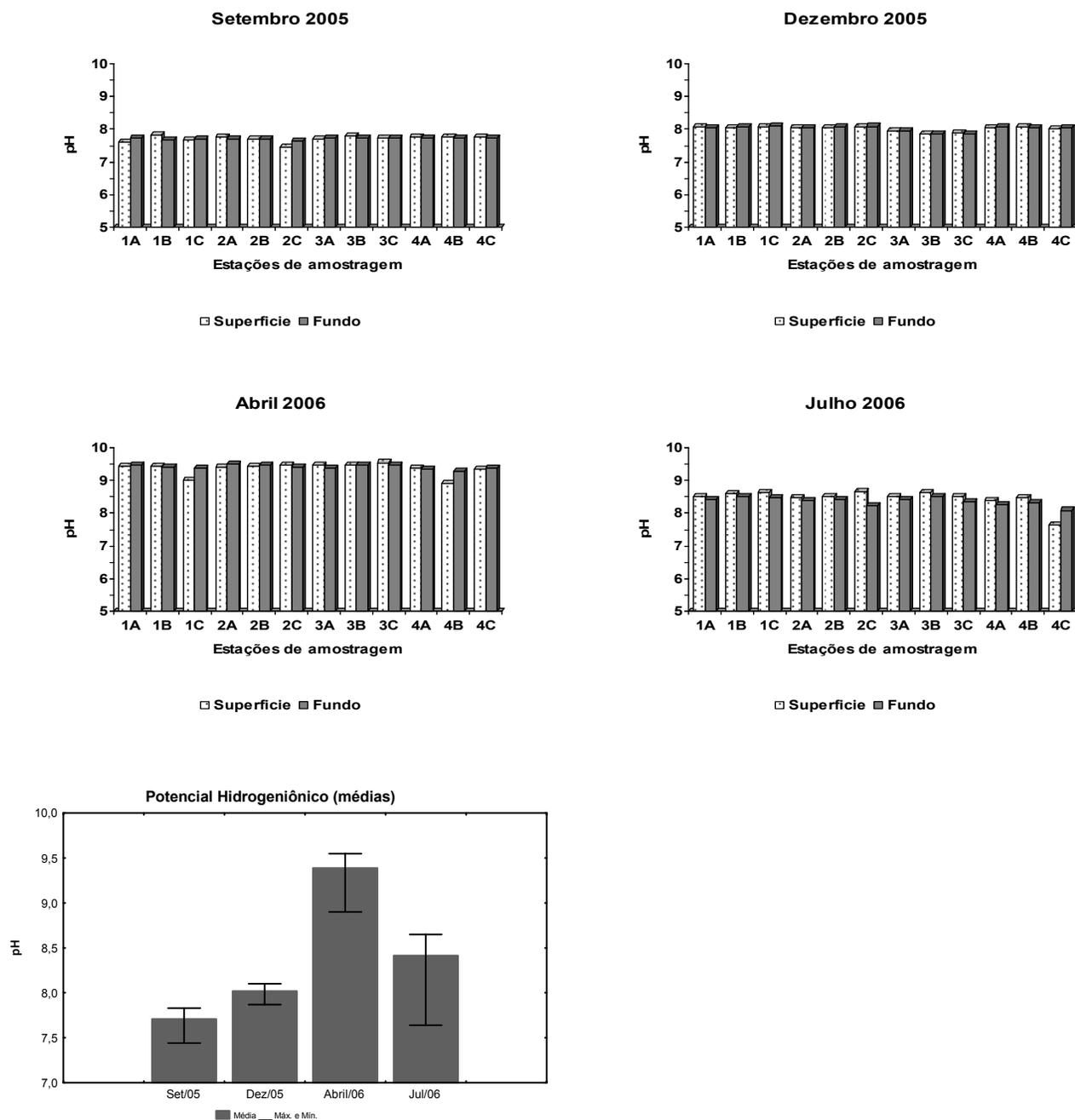
devido a mesmo motivo. O mínimo (7,4) foi registrado na 2ªC (superfície da estação 2C). A menor média também foi registrada nesta campanha (7,7). De modo geral, os valores apresentaram tendência alcalina. O teste de Tukey da One-Way ANOVA não foi aplicado para esta variável.



**Figura 7:** Concentrações de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05, set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.



**Figura 8:** Variações do oxigênio dissolvido, porcentagem de saturação (%), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05, set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.



**Figura 9:** Variações do pH, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.

### 5.2.6 Nutrientes

As figuras 10 a 14 apresentam os resultados obtidos para silicatos, ortofosfato, nitrato, nitrogênio amoniacal e nitrogênio total, respectivamente. Também são apresentados valores médios para as campanhas de amostragem, assim como máximos e mínimos.

#### *Silicatos*

A figura 10 apresenta os resultados das concentrações de silicatos. Entre as campanhas houve diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) entre os valores de silicatos da 2ªC e as demais. Nesta campanha foram registradas as maiores concentrações de silicatos para todo período de estudo, com máximo de 172,23  $\mu\text{M}$  (superfície da estação 1C). Estes valores altos provavelmente indicam aporte terrestre. Não houve diferença significativa de silicatos entre superfície e fundo, conforme o teste *F da One-Way ANOVA*.

As demais campanhas apresentaram valores mais baixos. O valor mínimo foi de 0,17  $\mu\text{M}$ , registrado na 4ªC, no fundo da estação 2B. A maior média (74,6  $\mu\text{M}$ ), em relação a todas as campanhas, foi registrada na 2ªC, e a menor média (2,04  $\mu\text{M}$ ) na 4ªC. Este parâmetro foi o único que registrou correlação negativa (Spearman) com a temperatura ( $r = -0,62$ ;  $p < 0,05$ ), provavelmente devido à relação dos silicatos com a chuva (falta de sol), ocasionando diminuição da temperatura.

#### *Ortofosfato*

A figura 11 apresenta os resultados das concentrações de ortofosfato. Houve diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) entre a concentração de ortofosfato da 5ªC e as demais. Essa campanha apresentou elevadas concentrações desse nutriente. Apesar de não ter havido diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre superfície e fundo, conforme o teste *F da One-Way ANOVA*, observou-se que nesta

campanha os valores de fundo foram em geral, mais elevados que os de superfície.

O maior valor registrado em todo o local e período de amostragem foi 1,79  $\mu\text{M}$ , na 5ªC, na superfície da estação 4C. O menor valor (0,03  $\mu\text{M}$ ) foi registrado nas duas primeiras campanhas (1ªC e 2ªC). Já a maior média (1,19  $\mu\text{M}$ ), foi registrada na 5ªC, e a menor média (0,08  $\mu\text{M}$ ) na 2ªC.

### *Nitrato*

A figura 12 apresenta os resultados das concentrações de nitrato. Houve diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) entre os valores de nitrato da 3ªC e as demais. A 1ªC e a 2ªC apresentaram, além de valores mais homogêneos, também valores mais baixos. A 3ªC apresentou as maiores variações entre as estações, apesar de estatisticamente não ter havido significância. O maior valor registrado foi 31,41  $\mu\text{M}$  na 3ªC, no fundo da estação 1B. Esse alto valor é provavelmente devido à entrada de água mais salina e mais rica em nutrientes nas camadas mais profundas. O menor valor registrado foi de 0,48  $\mu\text{M}$  na 2ªC, no fundo da estação 2C e superfície da estação 3A. A maior média (15,42  $\mu\text{M}$ ), foi registrada na 3ªC e a menor média (0,77  $\mu\text{M}$ ), na 2ªC. Não houve diferença significativa de nitrato entre superfície e fundo, conforme o teste *F da One-Way ANOVA*.

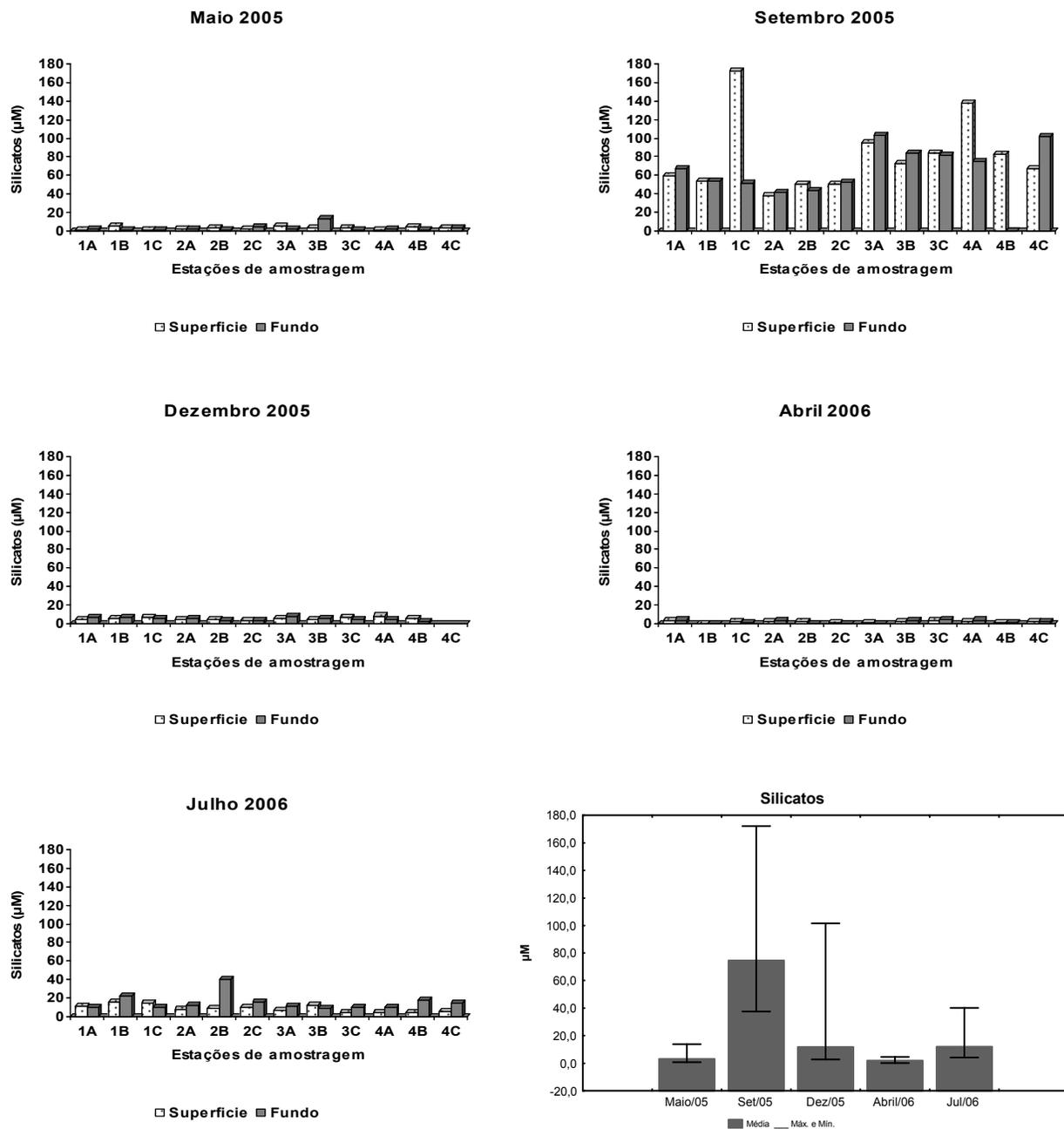
### *Nitrogênio Amoniacal*

A figura 13 apresenta os resultados das concentrações de nitrogênio amoniacal. Apesar de não apresentar variação estatisticamente significativa (Anova) entre superfície e fundo, é possível perceber nítidas variações das concentrações de nitrogênio amoniacal entre as estações e profundidades, principalmente na 3ªC e 5ªC. A 1ªC não é apresentada na figura 13, já que os baixos valores ficaram abaixo do limite de detecção do método ( $< 0,05 \mu\text{M}$ ). Foi encontrada diferença significativa entre os valores de amônia da 1ªC e as demais, de acordo com o

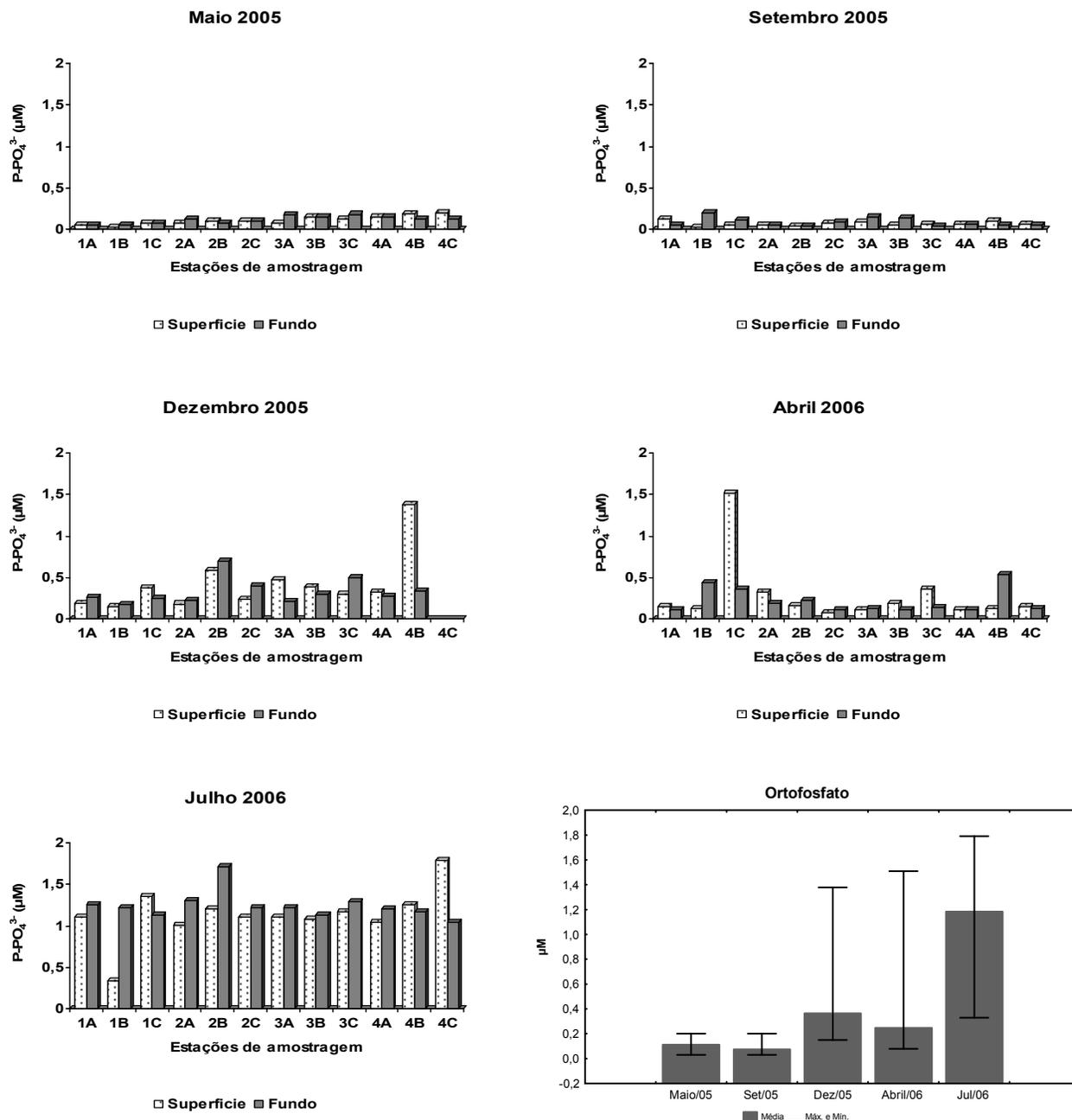
teste de Tukey da One-Way ANOVA. O valor máximo registrado foi de 76,20  $\mu\text{M}$  na 3ªC, superfície da estação 1A. A maior média (12,09  $\mu\text{M}$ ) foi registrada na 3ªC, e a menor (2,53  $\mu\text{M}$ ) foi registrada na 2ª C.

### *Nitrogênio Total*

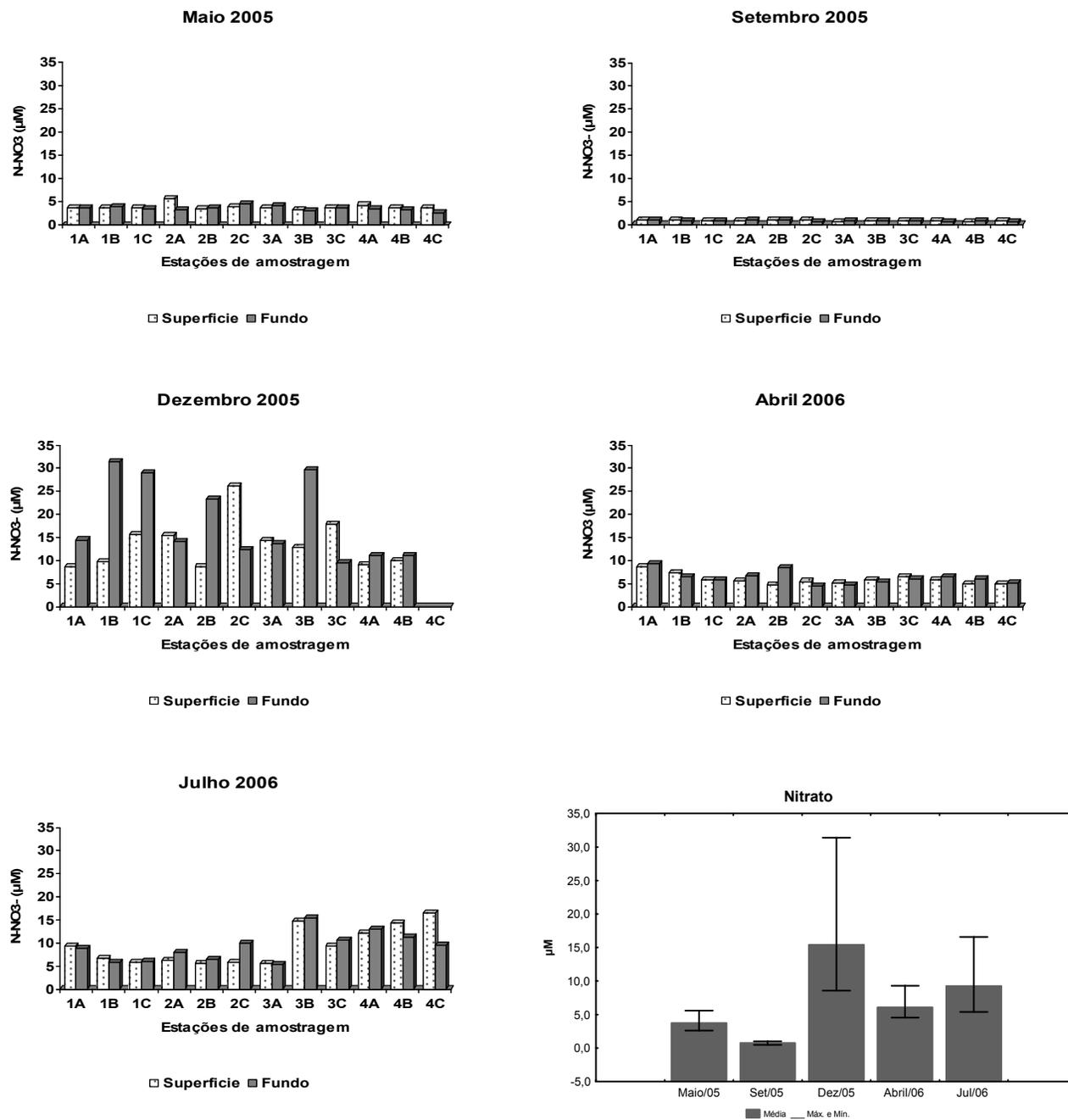
A figura 14 apresenta os resultados das concentrações de nitrogênio total. De acordo com o teste de Tukey da One-Way ANOVA, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a 3ªC e a 1ªC, 2ªC e 4ªC campanhas. A 3ªC e a 5ªC apresentaram os maiores valores em relação às demais. O valor máximo (294,97  $\mu\text{M}$ ) foi registrado na 5ªC, no fundo da estação 2C. O mínimo (6,62  $\mu\text{M}$ ) foi registrado na 2ªC, no fundo e superfície da estação 3A. A maior média (157,78  $\mu\text{M}$ ) foi registrada na 5ªC e a menor média (11,73  $\mu\text{M}$ ) na 2ªC. A variação sazonal do nitrogênio total foi semelhante à variação do nitrato e do nitrogênio amoniacal, o que já era de se esperar. Não houve diferença estatística (Anova,  $p < 0,05$ ) entre superfície e fundo. Observou-se que os valores apresentaram-se mais homogêneos na 1ªC, 2ªC e 4ªC campanha, tanto em relação às variações horizontais, quanto às verticais.



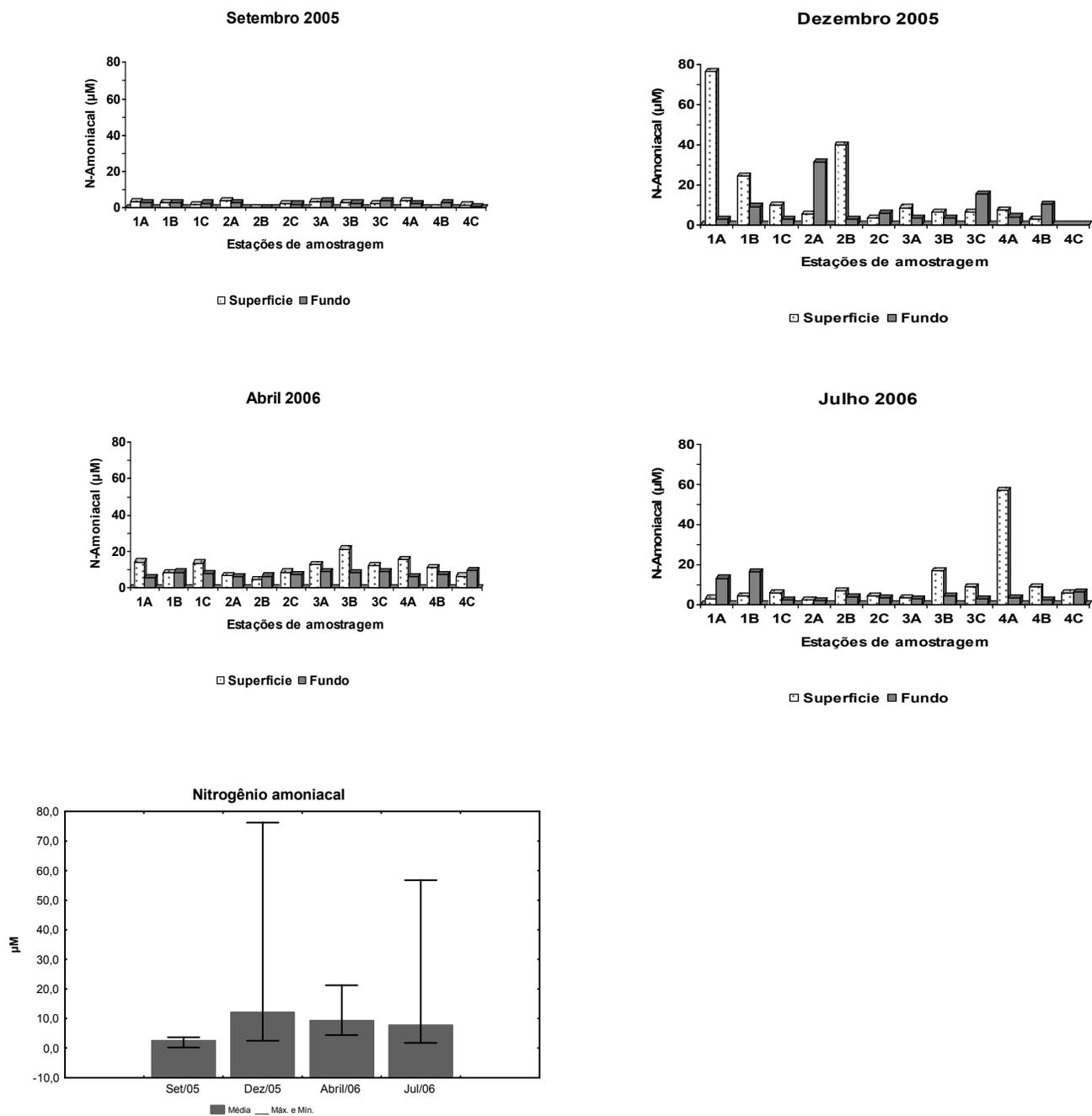
**Figura 10:** Concentrações de silicatos, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05, set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.



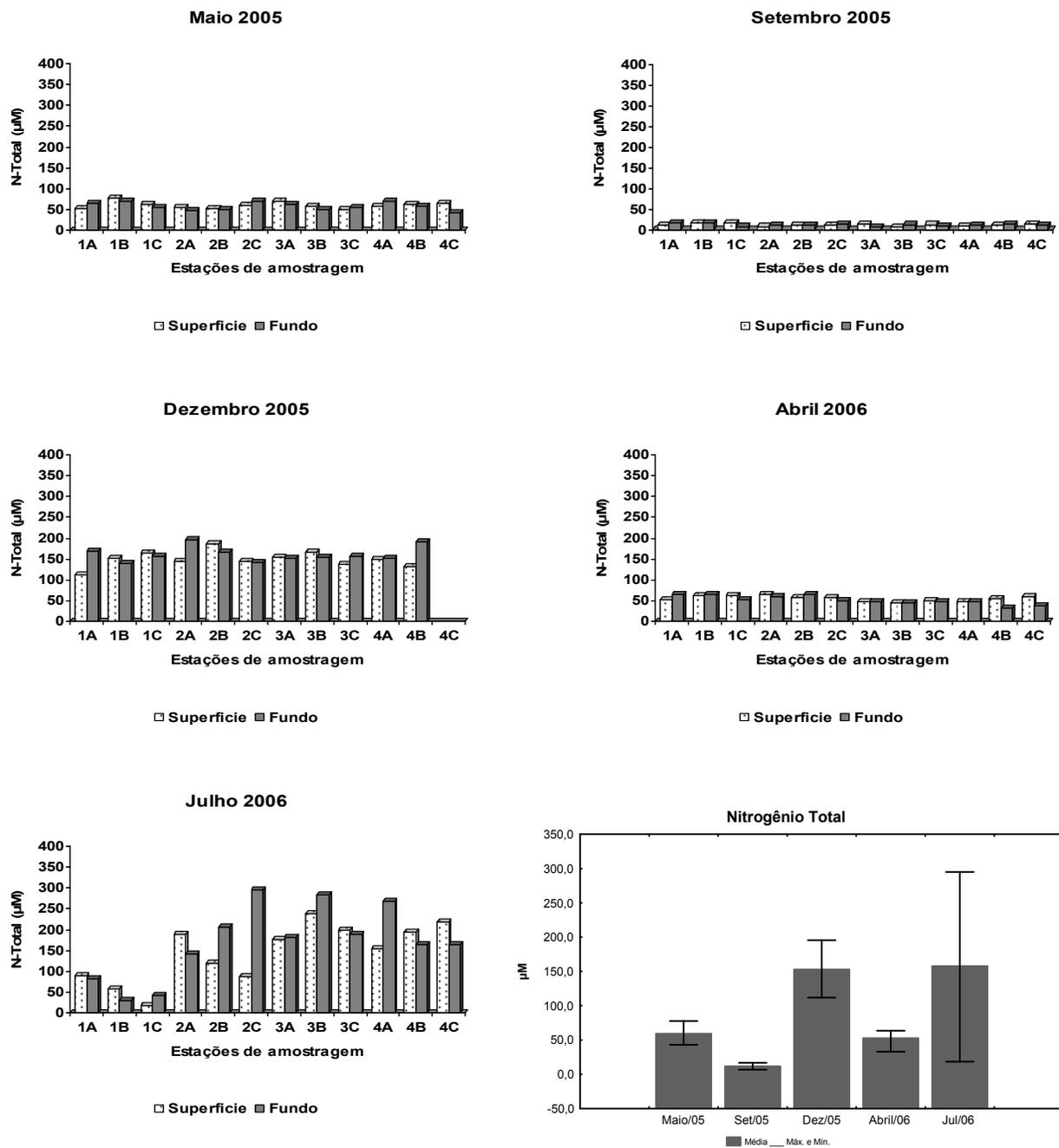
**Figura 11:** Concentrações de ortofosfato ( $\mu\text{M PO}_4^{3-}/\text{L}$ ), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05, set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.



**Figura 12:** Concentrações de nitrato ( $\mu\text{M N-NO}_3/\text{L}$ ), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05, set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.



**Figura 13:** Concentrações de nitrogênio amoniacoal ( $\mu\text{M}$ ,  $\text{N-NH}_3/\text{L}$ ), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05 (<limite de detecção do método), set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.

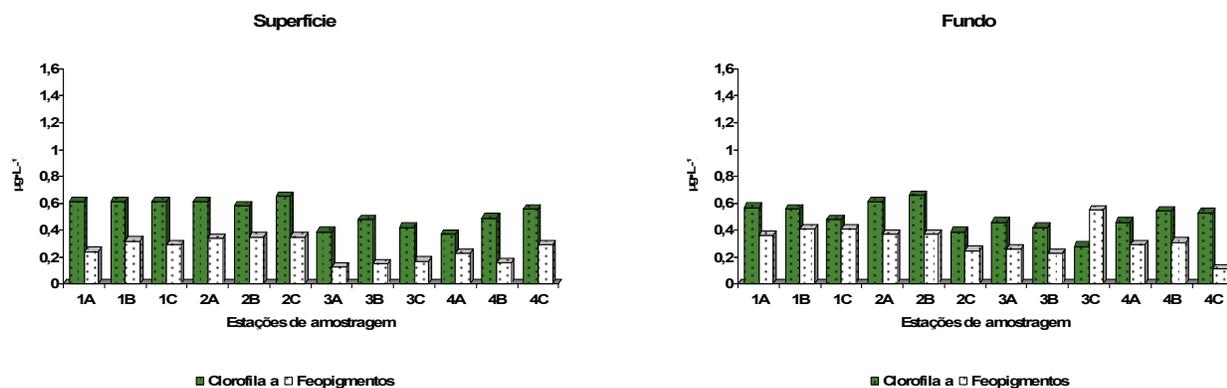


**Figura 14:** Concentrações de nitrogênio total ( $\mu\text{M}$ ), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05, set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.

### 5.3 Parâmetros Biológicos

#### 5.3.1 Clorofila *a* e Feopigmentos

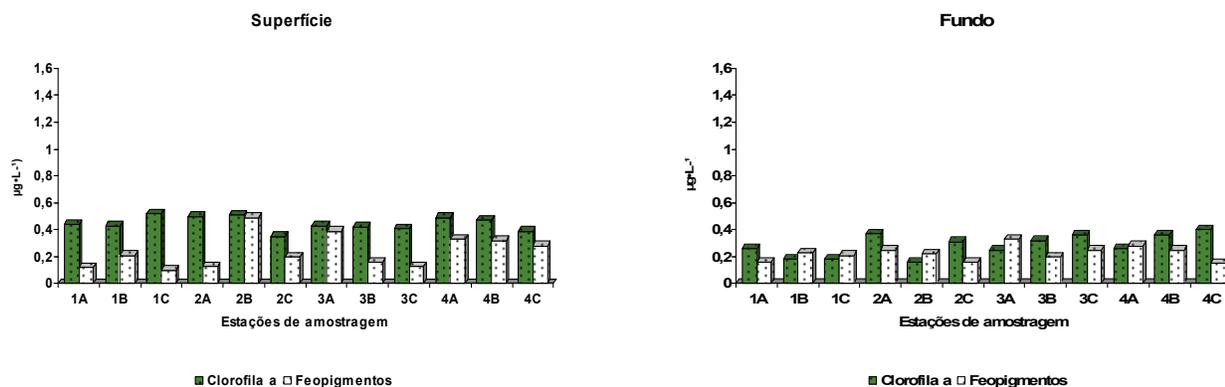
A figura 15 mostra as variações nas concentrações de clorofila *a* e feopigmentos na superfície e fundo durante a 1<sup>a</sup>C. Observou-se que os valores da concentração de clorofila *a*, apresentaram-se quase sempre mais elevados do que as concentrações de feopigmentos. Apenas no fundo da estação 3C, a concentração de feopigmentos superou a concentração de clorofila *a*. Os máximos de clorofila *a* e feopigmentos referentes à 1<sup>a</sup>C foram 0,66  $\mu\text{g. L}^{-1}$  e 0,55  $\mu\text{g. L}^{-1}$ , no fundo da estação 2B e fundo da estação 3C, respectivamente. Os mínimos de clorofila *a* e feopigmentos foram 0,28  $\mu\text{g. L}^{-1}$  e 0,11  $\mu\text{g. L}^{-1}$ , no fundo da estação 3C e fundo da estação 4C, respectivamente.



**Figura 15:** Concentrações de clorofila *a* ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ) e feopigmentos ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), para a campanha referente a maio/05.

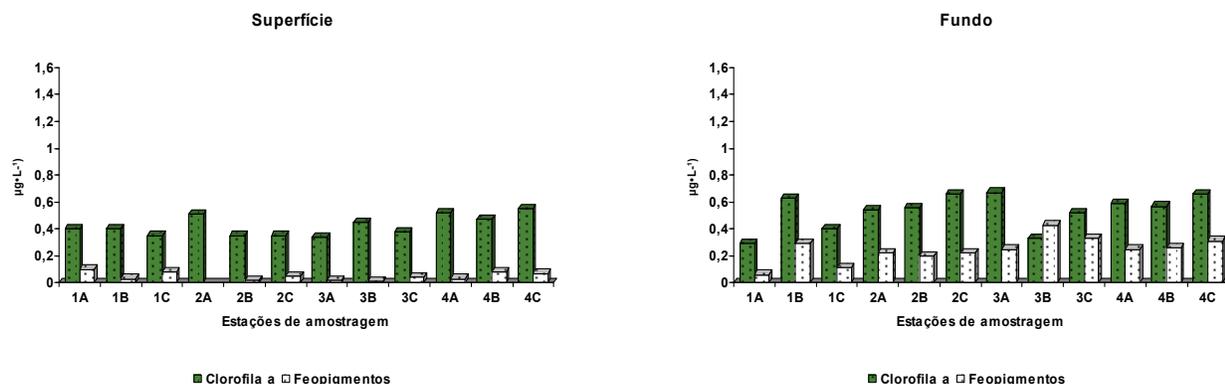
A figura 16 mostra as variações nas concentrações de clorofila *a* e feopigmentos na superfície e fundo durante a 2<sup>a</sup>C. Observou-se que os valores da concentração de clorofila *a* nas estações de superfície apresentaram-se quase sempre mais elevados do que as concentrações de feopigmentos. Os máximos de clorofila *a* e feopigmentos para a 2<sup>a</sup>C foram 0,52  $\mu\text{g. L}^{-1}$  e 0,49  $\mu\text{g. L}^{-1}$ , na superfície da estação 1C e na superfície da estação 2B, respectivamente. Os mínimos de

clorofila *a* e feopigmentos foram  $0,16 \mu\text{g. L}^{-1}$  e  $0,10 \mu\text{g. L}^{-1}$ , no fundo da estação 2B e na superfície da estação 1C, respectivamente.



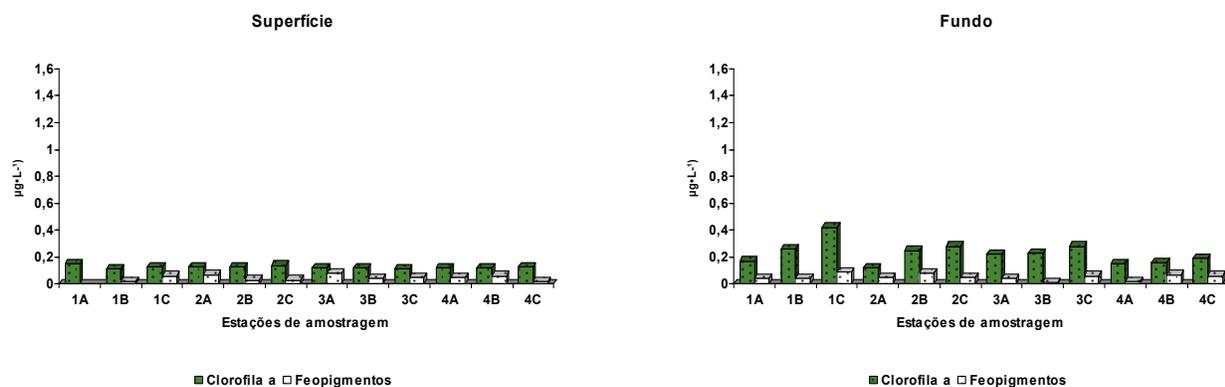
**Figura 16:** Concentrações de clorofila *a* ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ) e feopigmentos ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), para a campanha referente a setembro/05.

A figura 17 apresenta as variações nas concentrações de clorofila *a* e feopigmentos na superfície e fundo durante a 3ªC. Observou-se que os valores da concentração de clorofila *a* nas estações de superfície, apresentaram-se quase sempre mais elevados do que as concentrações de feopigmentos. Apenas no fundo da estação 3B, a concentração de feopigmentos superou a de clorofila *a*. Os máximos de clorofila *a* e feopigmentos para a 3ªC foram  $0,67 \mu\text{g. L}^{-1}$  e  $0,43 \mu\text{g. L}^{-1}$ , no fundo da estação 3A e no fundo da estação 3B, respectivamente. Os mínimos de clorofila *a* e feopigmentos foram  $0,29 \mu\text{g. L}^{-1}$  e  $0,01 \mu\text{g. L}^{-1}$ , no fundo da estação 1A e na superfície da estação 3B, respectivamente.



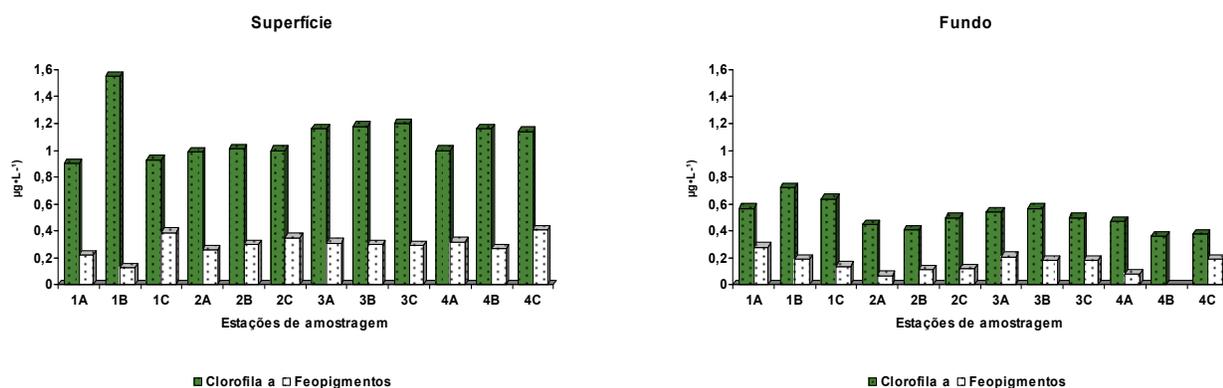
**Figura 17:** Concentrações de clorofila *a* ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), para a campanha referente a dezembro/05.

A figura 18 mostra as variações nas concentrações de clorofila *a* e feopigmentos na superfície e fundo durante a 4<sup>a</sup>C. Observou-se que os valores da concentração de clorofila *a*, apresentaram-se quase sempre mais elevados do que as de feopigmentos. Os máximos de clorofila *a* e feopigmentos para 4<sup>a</sup>C foram 0,42  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  e 0,09  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , no fundo da estação 1C e no fundo da estação 1C, respectivamente. Os mínimos de clorofila *a* e feopigmentos foram 0,11  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  e 0,01  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , na superfície da estação 1B e 3C e no fundo da estação 3B, respectivamente.



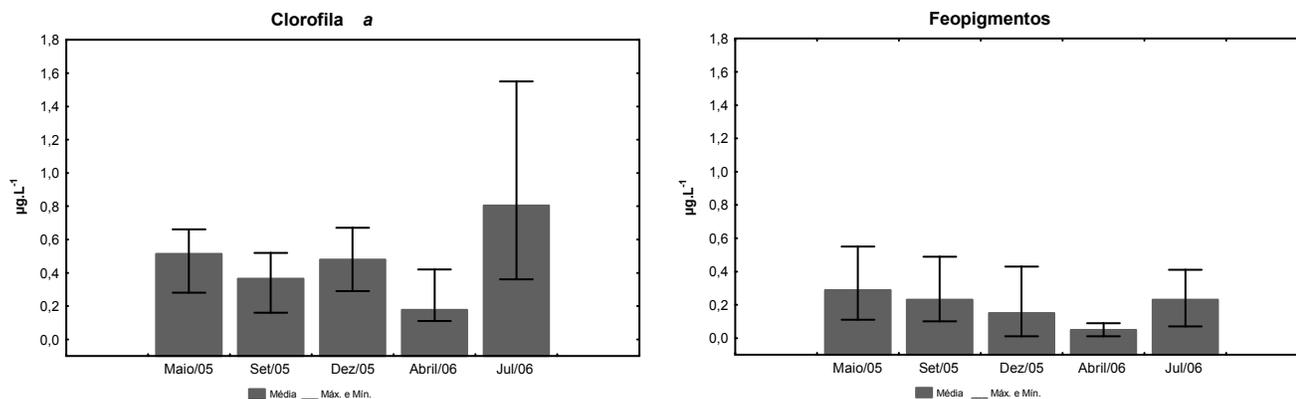
**Figura 18:** Concentrações de clorofila *a* ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), para a campanha referente a abril/06.

A figura 19 mostra as variações nas concentrações de clorofila *a* e feopigmentos na superfície e fundo durante a 5ªC. Observou-se que os valores da concentração de clorofila *a*, apresentaram-se quase sempre mais elevados do que as concentrações de feopigmentos. Os máximos de clorofila *a* e feopigmentos foram  $1,55 \mu\text{g. L}^{-1}$  e  $0,41 \mu\text{g. L}^{-1}$ , na superfície da estação 1B e na superfície da estação 4C, respectivamente. Os mínimos de clorofila *a* e feopigmentos foram  $0,36 \mu\text{g. L}^{-1}$  e  $0,07 \mu\text{g. L}^{-1}$ , no fundo da estação 4B e no fundo da estação 2A, respectivamente.



**Figura 19:** Concentrações de clorofila *a* ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ) e feopigmentos ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), para a campanha referente a julho/06.

A figura 20 apresenta as variações das médias, máximos e mínimos, em relação às concentrações da clorofila *a* e feopigmentos, para as cinco campanhas realizadas. Os valores médios da clorofila *a* apresentaram-se sempre superior às médias de feopigmentos. As maiores médias de clorofila *a* ( $0,81 \mu\text{g. L}^{-1}$ ) e feopigmentos ( $0,29 \mu\text{g. L}^{-1}$ ), foram registradas na 5ªC e 1ªC, respectivamente. Já as menores médias de clorofila *a* ( $0,18 \mu\text{g. L}^{-1}$ ) e feopigmentos ( $0,05 \mu\text{g. L}^{-1}$ ), foram registradas na 4ªC. O valor máximo de clorofila *a* ( $1,55 \mu\text{g. L}^{-1}$ ) e feopigmentos ( $0,55 \mu\text{g. L}^{-1}$ ) para todas as campanhas, foram registrados na 5ªC e 1ªC, respectivamente. Já os mínimos de clorofila *a* ( $0,11 \mu\text{g. L}^{-1}$ ) e feopigmentos ( $0,01 \mu\text{g. L}^{-1}$ ), foram registrados na 4ªC.



**Figura 20:** Valores médios registrados, incluindo máximos e mínimos de clorofila *a* ( $\mu\text{M}$ ) e feopigmentos ( $\mu\text{M}$ ), relativos às campanhas de amostragem: maio/05, setembro/05, dezembro/05, abril/06 e julho/06.

Foi encontrada diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) entre as concentrações de clorofila *a* da 1<sup>a</sup>C e da 3<sup>a</sup>C com as demais. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre superfície e fundo. Os mesmos testes aplicados aos feopigmentos apontaram diferença significativa, entre a 5<sup>a</sup>C e as demais. Essa mesma diferença não foi verificada entre superfície e fundo, para esse parâmetro.

### 5.3.2 Composição Qualitativa do Fitoplâncton

A tabela 2 apresenta a lista com os táxons de algas identificados em todo o período de estudo. Foram identificados 270 táxons pertencentes a 9 Classes taxonômicas, sendo alguns organismos flagelados não identificados reunidos em um grupo denominado fitoflagelados. Do total de táxons identificados, 127 pertencem à Classe Bacillariophyceae, 48 à Classe Dinophyceae, 19 à Classe Cyanophyceae, 30 à Classe Chlorophyceae, 2 à Classe Cryptophyceae, 2 à Classe Dycytochophyceae, 1 à classe Euglenophyceae, 1 à Classe Prymnesiophyceae e 1 à Classe Prasinophyceae, além de 39 fitoflagelados não identificados. Considerando as cinco campanhas, o maior número de táxons foi registrado na 5<sup>a</sup>C, com 169 táxons. Na 1<sup>a</sup>C foram registrados 164, na 2<sup>a</sup>C (155), na 3<sup>a</sup>C (158), e na 4<sup>a</sup>C foram registrados 117, quando foi registrado o menor número de táxons.

**Tabela 2:** Lista com os táxons identificados em toda a área de estudo para as cinco campanhas realizadas (maio/05; setembro/05; dezembro/05; abril/06 e julho/06).

TÁXONS	CAMPANHAS				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<b>BACILLARIOPHYCEAE (Diatomáceas)</b>					
<i>Acananthes longipes</i> Agardh	X				
<i>Actinoptychus splendens</i> (Shadbolt) Ralfs		X			
<i>Actinoptichus undulatus</i> (Bailey) Ralfs	X	X	X		
<i>Asterionella japonica</i> Cleve		X		X	X
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve	X	X	X	X	X
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder	X	X	X	X	X
<i>Ballerochea malleus</i> Brightwell	X		X		X
<i>Biddulphia regia</i> (Schultze) Ostenfeld					X
<i>Campylodiscus clypeus</i> Ehrenberg		X			
<i>Cerataulina pelagica</i> Cleve	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros tortissimus</i> Gran	X	X			
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cleve	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros coartactus</i> Lauder	X	X		X	X
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder			X	X	X
<i>Chaetoceros tortissimus</i> Gran			X		
<i>Chaetoceros teres</i> Cleve	X	X			
<i>Chaetoceros</i> sp1	X	X		X	X
<i>Chaetoceros</i> sp2	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros</i> sp3	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros</i> sp4	X		X	X	
<i>Chaetoceros</i> sp5				X	X
<i>Chaetoceros</i> sp6					X
<i>Chaetoceros</i> sp7					X
<i>Chaetoceros</i> sp8					X
<i>Chaetoceros</i> sp9					X
<i>Climacosphenia moniligera</i> Ehrenberg	X		X	X	
<i>Compylodiscus clypeus</i> Ehrenberg			X		
<i>Corethron hystrix</i> Hensen	X				X
<i>Coscinodiscus centrales</i> Ehrenberg	X	X	X	X	X
<i>Coscinodiscus lineatus</i> Ehrenberg	X	X		X	X
<i>Coscinodiscus osculosiridis</i> Ehrenberg	X	X		X	X

Continua...

Continuação

TÁXONS	CAMPANHAS				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<i>Climacosphenia monbiligera</i> Ehrenberg					X
<i>Cyclotella kuetzingiana</i> Thwaites		X	X		
<i>Cylindrotheca closterium</i> Lewin & Reimann	X	X	X	X	
<i>Cymbella</i> sp	X	X	X	X	
<i>Diploneis</i> sp1	X				X
<i>Diploneis</i> sp2	X	X			X
<i>Diploneis</i> sp3	X	X	X	X	X
<i>Diploneis</i> sp4	X		X		
<i>Diploneis</i> sp5		X			
<i>Ditylum brightwelli</i> Grunow	X				X
<i>Ethmodiscus gazellae</i> Hustedt	X	X			
<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow	X		X		
<i>Fragilaria</i> sp1	X	X	X		
<i>Fragilaria</i> sp2		X			
<i>Guinardia tubiformis</i> Hasle	X				
<i>Guinardia</i> sp	X				X
<i>Hemiaulus indicus</i> Karsten	X		X	X	X
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve	X		X	X	X
<i>Hemiaulus sinesis</i> Greville			X		X
<i>Hemidiscus hardmanianus</i> (Greville) Mann	X	X	X		
<i>Hyalodiscus</i> sp			X		
<i>Isthmia enervis</i> Ehrenberg	X	X			
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	X	X	X	X	X
<i>Melchersiella hexagonalis</i> C. Teixeira	X	X			
<i>Melosira sulcata</i> Ehrenberg	X	X	X		X
<i>Melosira</i> sp1	X	X			X
<i>Melosira</i> sp2	X	X			
<i>Navicula lyra</i> Ehrenberg	X	X			
<i>Navicula</i> sp1	X				X
<i>Navicula</i> sp2	X	X	X		X
<i>Navicula</i> sp3	X	X			X
<i>Navicula</i> sp4	X	X			X
<i>Navicula</i> sp5		X		X	
<i>Navicula</i> sp6		X	X	X	
<i>Navicula</i> sp7		X			
<i>Navicula</i> sp8		X		X	
<i>Navicula</i> sp9		X	X		

Continua...

Continuação

TÁXONS	CAMPANHAS				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<i>Nitzschia pungens</i> Cleve	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia</i> sp1	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia</i> sp2	X				X
<i>Nitzschia</i> sp3		X	X		X
<i>Nitzschia</i> sp4		X			X
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) C. A. Aghardh		X	X		
<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow	X	X	X		X
<i>Odontella pulchella</i> Gray	X	X	X		X
<i>Odontella tridens</i> Ehrenberg	X	X	X		
<i>Pennales</i> sp1	X		X		X
<i>Pennales</i> sp2		X	X		X
<i>Pennales</i> sp3			X		X
<i>Pennales</i> sp4			X		X
<i>Pennales</i> sp5			X		X
<i>Pennales</i> sp6			X		X
<i>Penalles</i> sp7			X		X
<i>Penalles</i> sp8			X		X
<i>Pinnularia distans</i> W. Smith	X	X			
<i>Pinnularia</i> sp	X				
<i>Pleurosigma angulatum</i> (W. Smith) Van Heurck	X	X	X		
<i>Pleurosigma directum</i> Grunow	X	X			
<i>Pleurosigma</i> sp1	X		X		X
<i>Pleurosigma</i> sp2	X	X	X	X	X
<i>Pleurosigma</i> sp3	X	X			
<i>Pleurosigma</i> sp4	X	X		X	
<i>Podocystis adriaticum</i> Kützing		X			
<i>Pseudonitzschia paradoxa</i> Gmelin	X	X			X
<i>Pseudonitzschia seriata</i> (Cleve) H. Peragallo					X
<i>Pseudoguinaridia recta</i> Von Stosch	X		X	X	X
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing	X	X			
<i>Rhabdonema punctatum</i> (Harvey & Bailey) Stodder			X		
<i>Rhaphoneis amphiceros</i> Ehrenberg		X			
<i>Rhizosolenia acuminata</i> (Péragallo) Gran	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>indica</i> Ostenfeld	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia calcar avis</i> Max Schultze	X	X		X	
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i> Hensen		X	X	X	X
<i>Rhizosolenia imbricata</i> var. <i>schrubsolei</i> Schröde	X	X		X	X

Continua...

Continuação

TÁXONS	CAMPANHAS				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<i>Rhizosolenia robusta</i> Norman	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell			X	X	X
<i>Rhizosolenia shrubsolii</i> Cleve			X		
<i>Rhizosolenia stolterfortti</i> H. Péragallo	X				X
<i>Rhizosolenia</i> sp1			X	X	X
<i>Rhizosolenia</i> sp3			X	X	X
<i>Rhizosolenia</i> sp4			X	X	X
<i>Rhizosolenia</i> sp5			X	X	X
<i>Rhizosolenia</i> sp6					X
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	X		X	X	X
<i>Streptotecha thamensis</i> Shrubsolei	X	X	X	X	X
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) Agardh					
<i>Surirella fastuosa</i> Schmidt	X	X			
<i>Surirella nervata</i> (Grunow) Mereschkowsky	X		X		X
<i>Talassionema nitzschooides</i> (Grunow) Van Heurck	X	X			X
<i>Thalassiosira hyalina</i> Grunow	X				X
<i>Triceratium antediluvianum</i> (Ehrenberg) Grunow	X	X	X		
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg	X	X	X	X	
<b>DYNOPHYCEAE (Dinoflagelados)</b>					
<i>Alexandrium</i> cf. <i>fraterculus</i> (Balech) Balech			X		X
<i>Ceratium arietinum</i> Sournia	X			X	X
<i>Ceratium candelabrum</i> (Ehrenberg) Stein			X		
<i>Ceratium contrarium</i> Gourret					X
<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Caparède & Lachmann	X	X	X	X	X
<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin	X	X	X	X	X
<i>Ceratium gibberum</i> Gourret	X		X		X
<i>Ceratium hexacantum</i> Gourret	X	X		X	X
<i>Ceratium horridum</i> (Cleve) Gran	X		X		X
<i>Ceratium horridum</i> var. <i>molle</i> (Kofoid) Jörgensen		X			
<i>Ceratium lineatum</i> (Ehrenberg) Cleve	X	X	X	X	X
<i>Ceratium lunula</i> (Schimper) Jörgensen			X	X	X
<i>Ceratium macroceros</i> (Ehrenberg) Vanhöffen	X	X	X	X	X
<i>Ceratium pentagonum</i> Gourret	X	X		X	X
<i>Ceratium pulchellum</i> Schröder			X		
<i>Ceratium symmetricum symmetricum</i>	X	X		X	
<i>Ceratium symmetricum</i> Pavillard	X	X	X	X	

Continua...

Continuação

TÁXONS	CAMPANHAS				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid	X	X	X	X	X
<i>Ceratium tripos</i> (O. F. Miller) Nitzsch	X	X	X	X	X
<i>Ceratium</i> sp			X		
<i>Dinophyceae</i> sp1			X		
<i>Dinophyceae</i> sp2			X		
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann	X	X	X	X	X
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent	X	X	X		X
<i>Diplopeltopsis minor</i> (Paulsen) Pavillard	X		X		X
<i>Goniaulax</i> sp1	X	X		X	X
<i>Gonyaulax</i> sp2		X		X	X
<i>Gonyaulax spinifera</i> (Claparède & Lachmann) Diesing	X	X	X	X	X
<i>Gymnodinium catenatum</i> Graham	X	X	X	X	X
<i>Ornithocercus steinii</i> Schütt	X				
<i>Proocentrum emarginatum</i> Fukuyo			X		
<i>Proocentrum gracile</i> Schütt	X	X			
<i>Proocentrum micans</i> Ehrenberg	X	X	X		X
<i>Protoperidinium bispinum</i> (Schiller) Balech		X			X
<i>Protoperidinium conicum</i> (Gran) Balech	X	X		X	X
<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech	X	X	X		X
<i>Protoperidinium hispidum</i> (Schiller) Balech					X
<i>Protoperidinium obtusum</i> (Karsten) Parke & Dodge	X				
<i>Protoperidinium oceanicum</i> (VanHöffen) Balech	X		X	X	
<i>Protoperidinium ovatum</i> Pouchet	X		X	X	X
<i>Protoperidinium ovum</i> Schiller	X	X	X		X
<i>Protoperidinium pentagonum</i> (Gran) Balech	X	X	X	X	X
<i>Protoperidinium pyriforme</i> Paulsen	X	X	X	X	X
<i>Protoperidinium vulgare</i> Balech	X		X		X
<i>Protoperidinium</i> sp1		X	X		X
<i>Protoperidinium</i> sp2			X		X
<i>Protoperidinium</i> sp3			X		X
<i>Protoperidinium</i> sp4			X	X	X
<b>CYANOPHYCEAE (cianofíceas)</b>					
<i>Anabaena</i> sp				X	X
Cianofíceas sp1	X	X			X
Cianofíceas sp2	X	X	X	X	X
Cianofíceas sp3	X	X	X	X	X

Continua...

Continuação

TÁXONS	CAMPANHAS				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Cianofíceia sp4	X	X	X	X	
Cianofíceia sp5	X				
Cianofíceia sp6		X	X		
Cianofíceia sp7		X			
Cianofíceia sp8				X	
<i>Lyngbya</i> sp	X	X	X	X	X
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	X	X		X	X
<i>Oscillatoria</i> sp1	X	X	X	X	X
<i>Oscillatoria</i> sp2	X	X	X	X	
<i>Oscillatoria</i> sp3				X	
<i>Spirulina</i> sp	X	X		X	X
<i>Synechococcus aeruginosus</i> Nägeli	X	X	X	X	X
<i>Synechocystis cf aquatilis</i> Sauvageau			X		X
<i>Synechocystis</i> sp1	X	X		X	
<i>Synechocystis</i> sp2				X	
<b>CHLOROPHYCEAE</b>					
<i>Actinastrum</i> sp			X	X	
<i>Actinastrum</i> sp1					X
<i>Actinastrum</i> sp2					X
<i>Chlamydomonas coccoides</i> Butcher	X	X	X		X
<i>Chlorella cf minutissima</i> Fott et Nováková	X	X	X	X	X
<i>Chlorella</i> sp					X
<i>Chlorella</i> sp1	X	X		X	
<i>Chlorella variegata</i> Zahlbr	X	X	X	X	X
Chlorococcales sp1	X	X	X		
<i>Chlorococcales</i> sp2	X	X	X		
<i>Chlorococcales</i> sp3				X	
<i>Chlorococcum humicola</i> (Naeg.) Rabenh.	X				
Chlorophyceae sp1	X	X	X	X	X
Chlorophyceae sp2	X		X	X	X
Chlorophyceae sp3	X	X	X	X	X
Chlorophyceae sp4	X		X		X
Chlorophyceae sp5	X			X	X
Chlorophyceae sp6	X				X
Chlorophyceae sp7	X	X	X	X	X

Continua...

Continuação

TÁXONS	CAMPANHAS				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Chlorophyceae sp8	X				X
Chlorophyceae sp9	X	X	X	X	X
Chlorophyceae sp10		X	X		X
Chlorophyceae sp11		X	X		
Chlorophyceae sp12		X	X		
Chlorophyceae sp13		X			
Chlorophyceae sp14			X	X	
Chlorophyceae sp15			X	X	
Chlorophyceae sp16				X	
<i>Kirchneriella</i> sp		X	X		X
<i>Tetraselmis wettsteinii</i> Schiller					X
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>					
<i>Cryptomonas</i> sp				X	X
<i>Rhynomonas</i> sp	X	X	X	X	
<b>DICTYOCOPHYCEAE</b>					
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	X				X
<i>Dictyocha staurodon</i> Ehrenberg	X	X	X	X	X
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>					
Euglenales sp			X		X
<b>PRYMNESIOPHYCEAE</b>					
<i>Phaeocystis pouchetii</i> (Hariot) Lagerheim	X	X	X		X
<b>PRASINOPHYCEAE</b>					
<i>Tetraselmis wettsteinii</i> (Schiller) Throndsen			X		
<b>FITOFLAGELADOS</b>					
Fitoflagelado sp1	X	X	X		X

Continua...

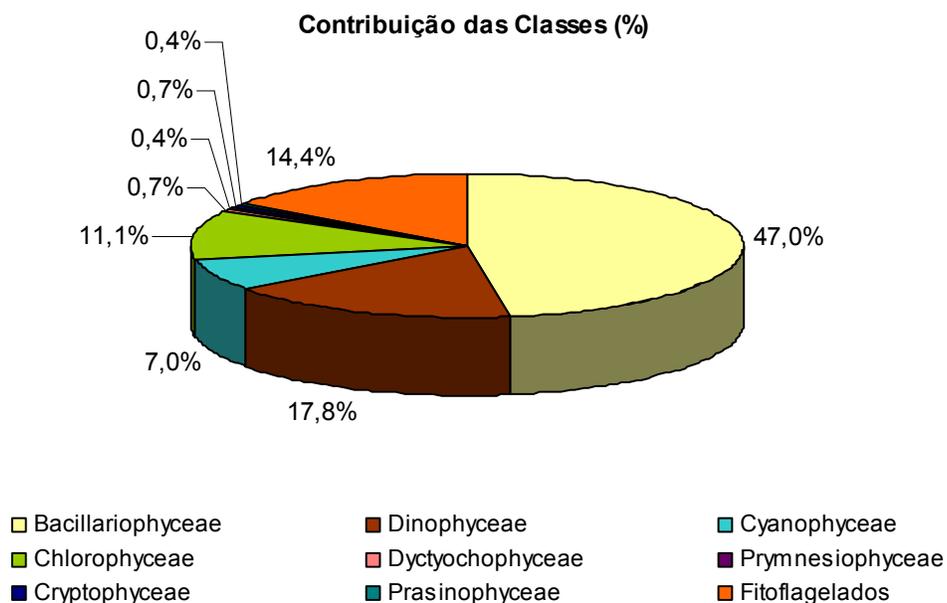
Continuação

TÁXONS	CAMPANHAS				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Fitoflagelado sp2	X	X			X
Fitoflagelado sp3	X	X	X		X
Fitoflagelado sp4	X	X	X		X
Fitoflagelado sp5	X	X	X	X	X
Fitoflagelado sp6	X	X		X	X
Fitoflagelado sp7	X				X
Fitoflagelado sp8	X	X	X		X
Fitoflagelado sp9	X	X	X		X
Fitoflagelado sp10	X	X	X		X
Fitoflagelado sp11	X	X			X
Fitoflagelado sp12	X	X			X
Fitoflagelado sp13	X	X	X	X	X
Fitoflagelado sp14	X				X
Fitoflagelado sp15	X	X	X		X
Fitoflagelado sp16	X	X	X	X	X
Fitoflagelado sp17	X				X
Fitoflagelado sp18	X				X
Fitoflagelado sp19	X	X			X
Fitoflagelado sp20	X		X		X
Fitoflagelado sp21	X			X	X
Fitoflagelado sp22		X	X	X	X
Fitoflagelado sp23		X	X		X
Fitoflagelado sp24		X	X		X
Fitoflagelado sp25		X	X	X	
Fitoflagelado sp26		X	X		
Fitoflagelado sp27		X	X		
Fitoflagelado sp28		X	X		
Fitoflagelado sp29			X	X	
Fitoflagelado sp30			X		
Fitoflagelado sp31			X	X	
Fitoflagelado sp32			X	X	
Fitoflagelado sp33			X		
Fitoflagelado sp34				X	
Fitoflagelado sp35				X	
Fitoflagelado sp36				X	
Fitoflagelado sp37				X	
Fitoflagelado sp38				X	
Fitoflagelado sp39				X	

...conclusão

### 5.3.3 Contribuição Qualitativa Total do Fitoplâncton (%)

A figura 21 apresenta a contribuição das classes de algas fitoplanctônicas (%), em relação à riqueza de táxons, para as cinco campanhas realizadas. A Classe Bacillariophyceae dominou entre as demais classes, com cerca de 47,0% do total de todos os organismos identificados. A Classe Dinophyceae teve a segunda maior representatividade (17,8%), seguida do grupo dos fitoflagelados (14,4 %). A Classe Chlorophyceae foi a terceira mais representativa, com 11,1% do total de táxons identificados. Já a Classe Cyanophyceae contribuiu com cerca de 7,0% e as Classes Dyctyochophyceae, Prymnesiophyceae, Cryptophyceae, Prasinophyceae e Euglenophyceae apresentaram juntas, 2,6% dos táxons identificados e não identificados.



**Figura 21:** Contribuição das classes de algas fitoplanctônicas (%), em relação à riqueza táxons, referente as cinco campanha de amostragem (maio/05; setembro/05; dezembro/05; abril/06 e julho/06).

#### 5.3.4 *Diversidade Específica*

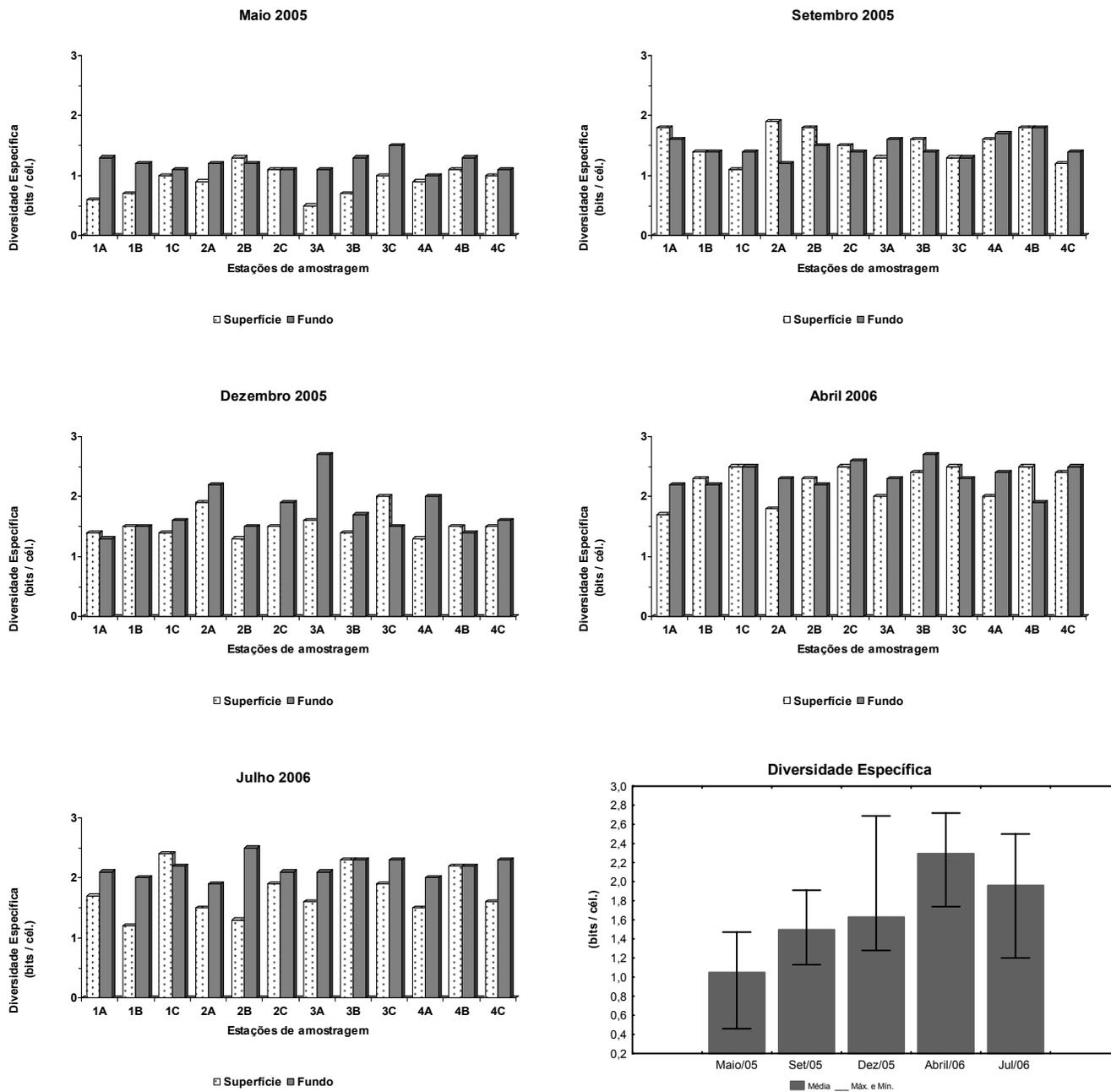
As variações na diversidade específica para as estações, juntamente com as médias, máximos e mínimos para todas as campanhas podem ser observadas na figura 22.

Observou-se variação espacial entre superfície e fundo (Anova,  $p < 0,05$ ). De acordo com o teste de Tukey da One-Way ANOVA, foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores de diversidade da 2ªC e 3ªC com as demais. Houve tendência de aumento da diversidade específica da 1ªC para a 5ªC. Os valores de fundo, relativos a todas as campanhas, foram frequentemente mais elevados que os valores de superfície, semelhante ao padrão observado para a densidade celular. Os maiores valores de diversidade ocorreram na 4ªC, na qual, foi registrado o valor máximo (2,7 bits/células), no fundo da estação 3B. O mínimo registrado (0,5 bits/células) ocorreu na 1ªC, na superfície da estação 3A. A maior média (2,29 bits/células) foi registrada na 4ªC e a menor média (1,05 bits/células) na 1ª C.

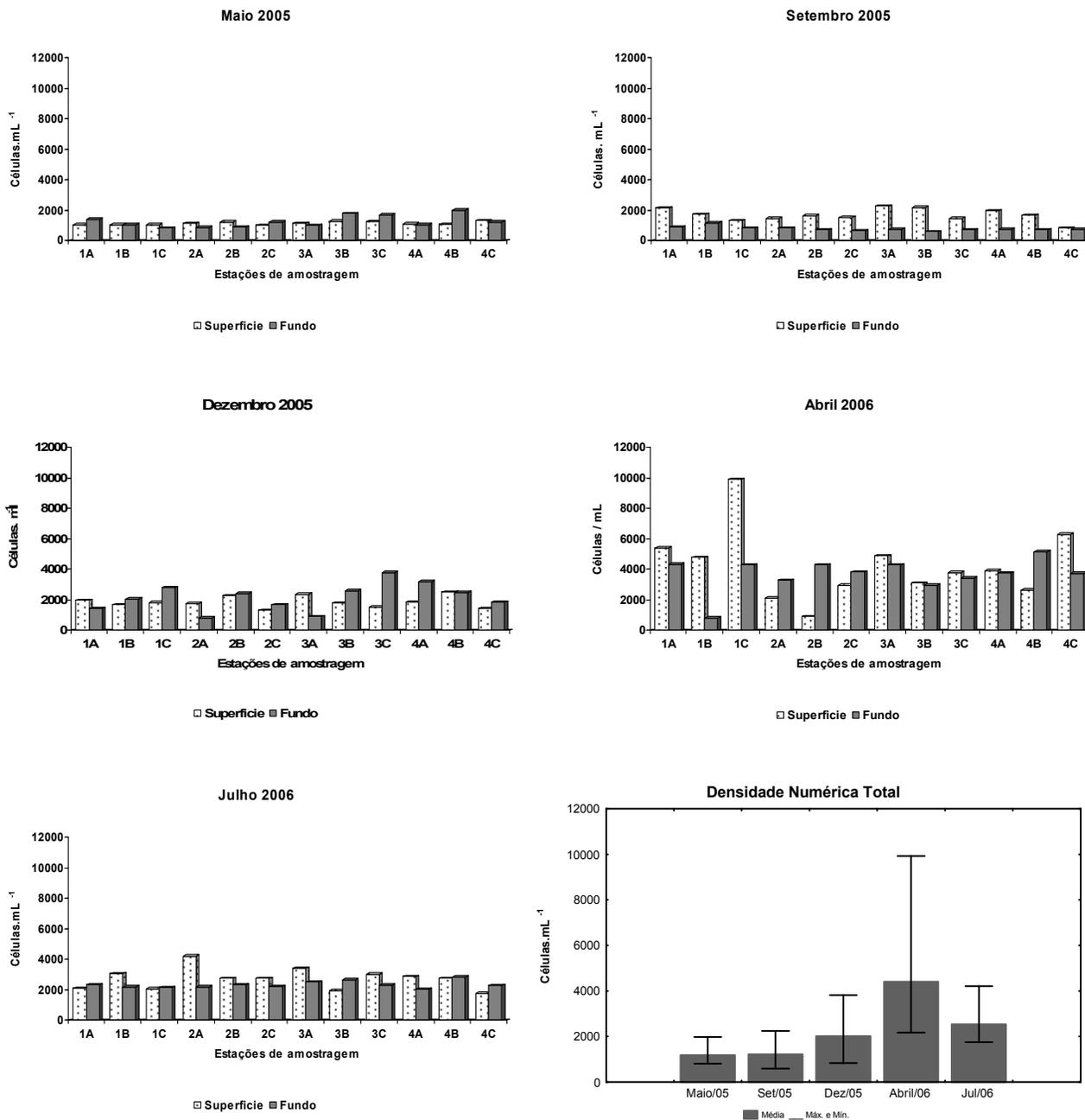
#### 5.3.5 *Densidade Fitoplanctônica Total*

As variações na densidade total nas estações, juntamente com as médias, máximos e mínimos de todas as campanhas podem ser observadas na figura 23.

Os valores de fundo para a densidade fitoplanctônica total, relativos à 1ªC, 3ªC, 4ªC e 5ªC foram frequentemente mais elevados que os de superfície. O valor máximo (9931 células. mL<sup>-1</sup>), foi registrado na 4ªC, na superfície da estação 1C. O mínimo (587 células. mL<sup>-1</sup>) foi registrado na 2ªC, no fundo da estação 3B. A maior média (4405 células. mL<sup>-1</sup>) foi registrada na 4ªC e a menor média (1184 células. mL<sup>-1</sup>) foi registrada na 1ªC. De acordo com o teste de Tukey da One-Way ANOVA, a 4ªC apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) com as demais. Já em relação à superfície e fundo não houve diferença significativa.



**Figura 22:** Variações da diversidade específica (bits/cél.) aplicada aos valores de densidade numérica na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05, set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.



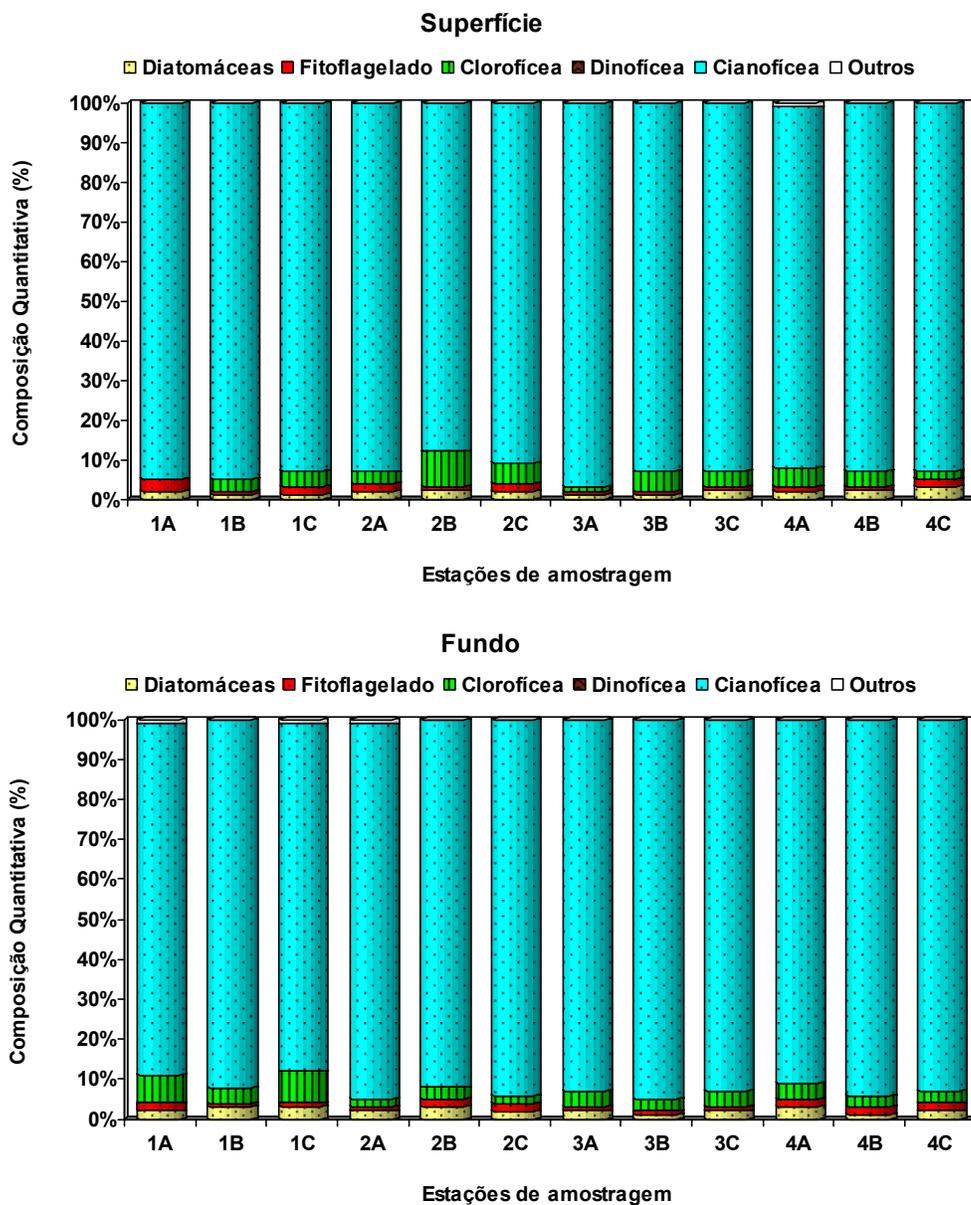
**Figura 23:** Variações da densidade numérica total (células. mL<sup>-1</sup>), na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05, set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.

### 5.3.6 Contribuição Quantitativa (%) das diversas Classes Taxonômicas para a Densidade Fitoplanctônica Total

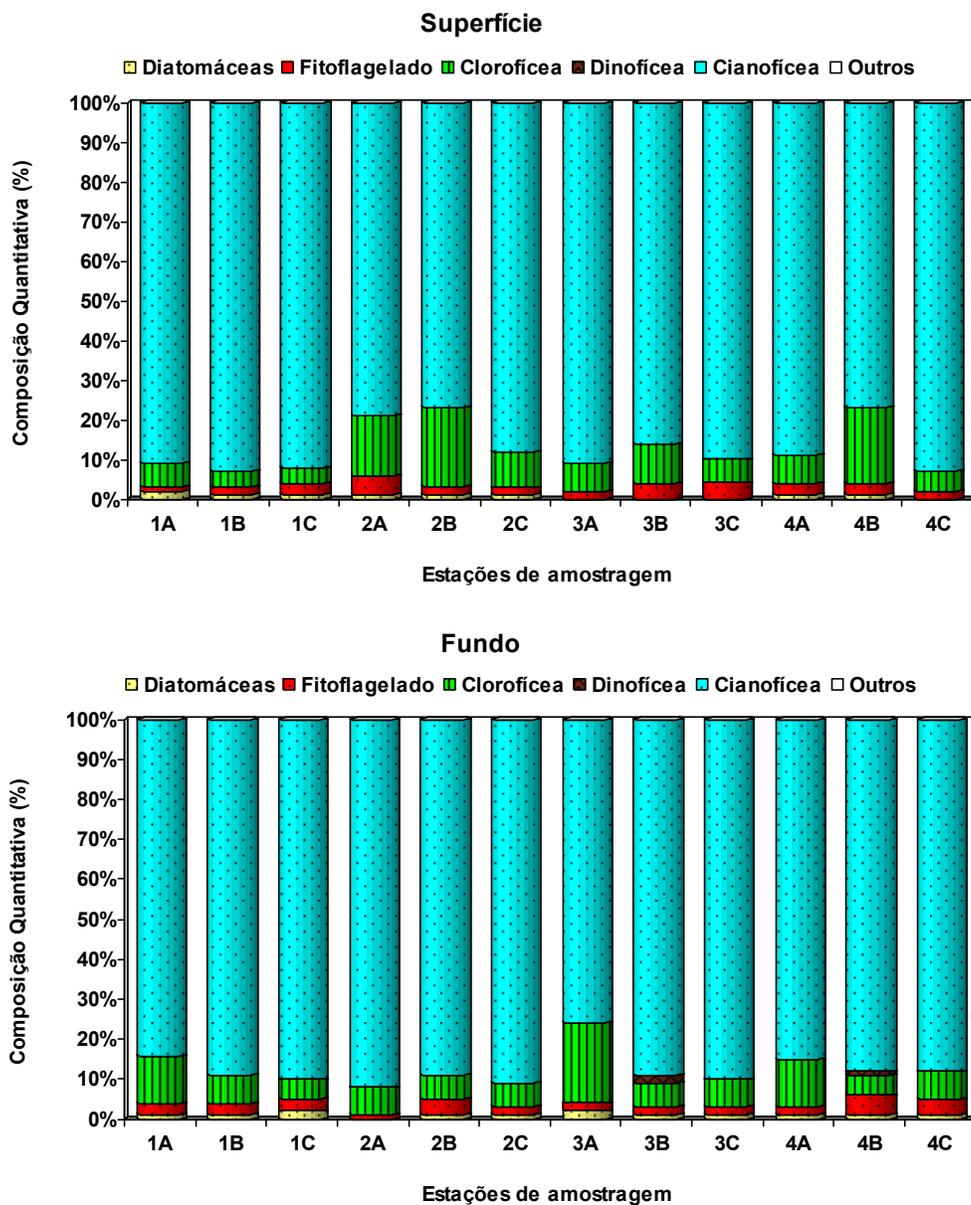
As figuras 24 a 28 mostram a contribuição quantitativa (%) das diversas Classes taxonômicas do fitoplâncton em relação à densidade fitoplanctônica total. De um modo geral, a Classe Cyanophyceae apresentou a maior contribuição quantitativa, considerando a densidade celular e todas as campanhas realizadas. Durante a 4ªC sua contribuição chegou ao máximo de 100% na superfície das estações 3A e 4C (figura 27), quando apresentaram a maior representatividade e um mínimo de 43% na superfície da estação 2A (figura 28). Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para os valores de densidade de cianobactérias entre 4ªC e as demais. Já entre superfície e fundo esse diferença não foi verificada.

As Chlorophyceae foram a segunda Classe com maior representatividade neste estudo, com máximo de 20% na 2ªC, nas estações 2B e 3A, respectivamente. As Bacillariophyceae foi a terceira Classe mais representativa para a densidade fitoplanctônica total. O máximo de contribuição desta Classe (56%) foi registrado na superfície da estação 2A, na 5ªC, quando também apresentaram a maior contribuição em relação a todo período de estudo. Houve diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) na densidade de espécies de diatomáceas entre a 5ªC e as demais. Do mesmo modo ocorreu diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) entre superfície e fundo, conforme o teste *F da One-Way ANOVA*.

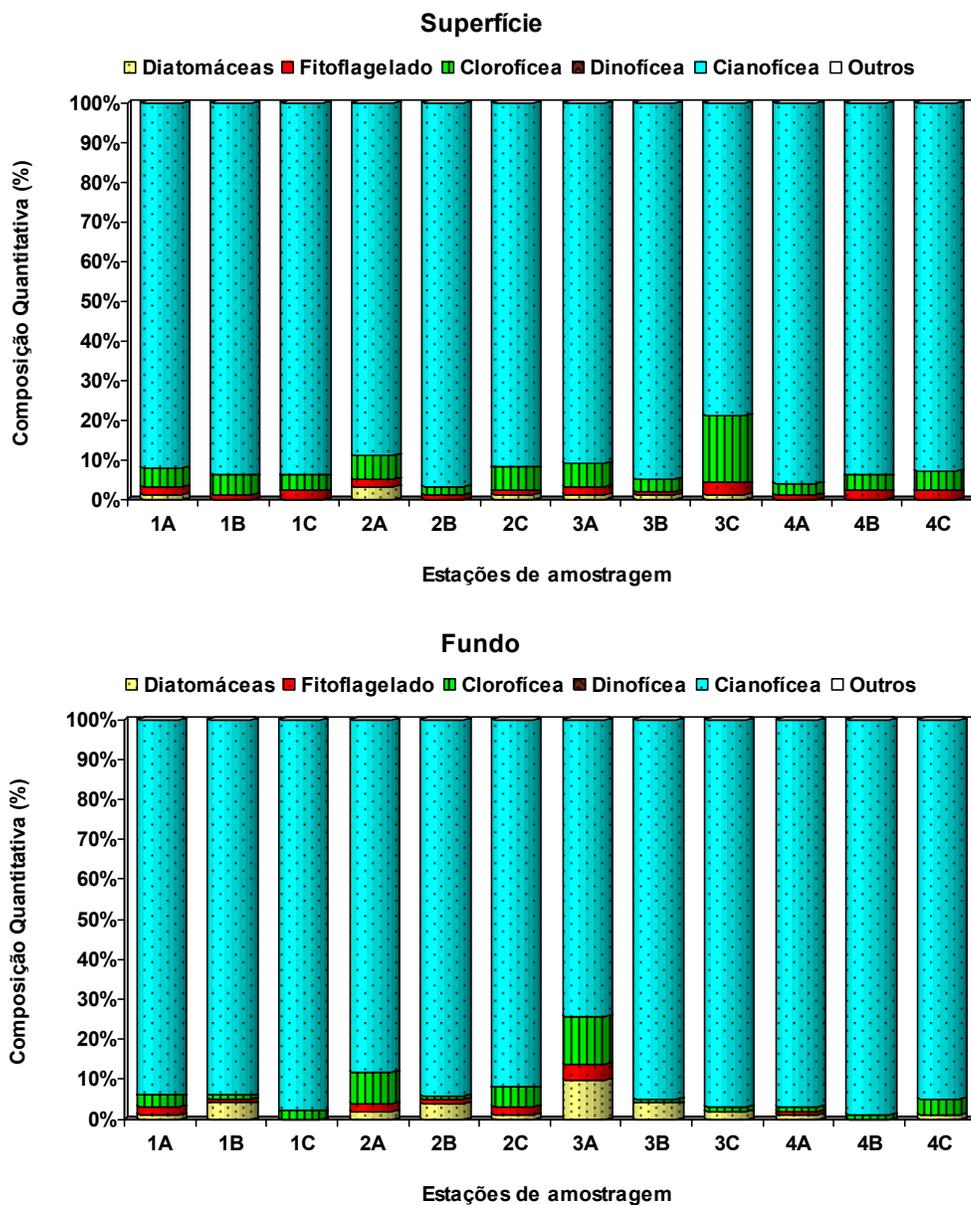
Organismos como os fitoflagelados ainda não identificados apresentaram maior representatividade na 2ªC, com máximo de 5% na superfície e fundo das estações 2A e 4B, respectivamente.



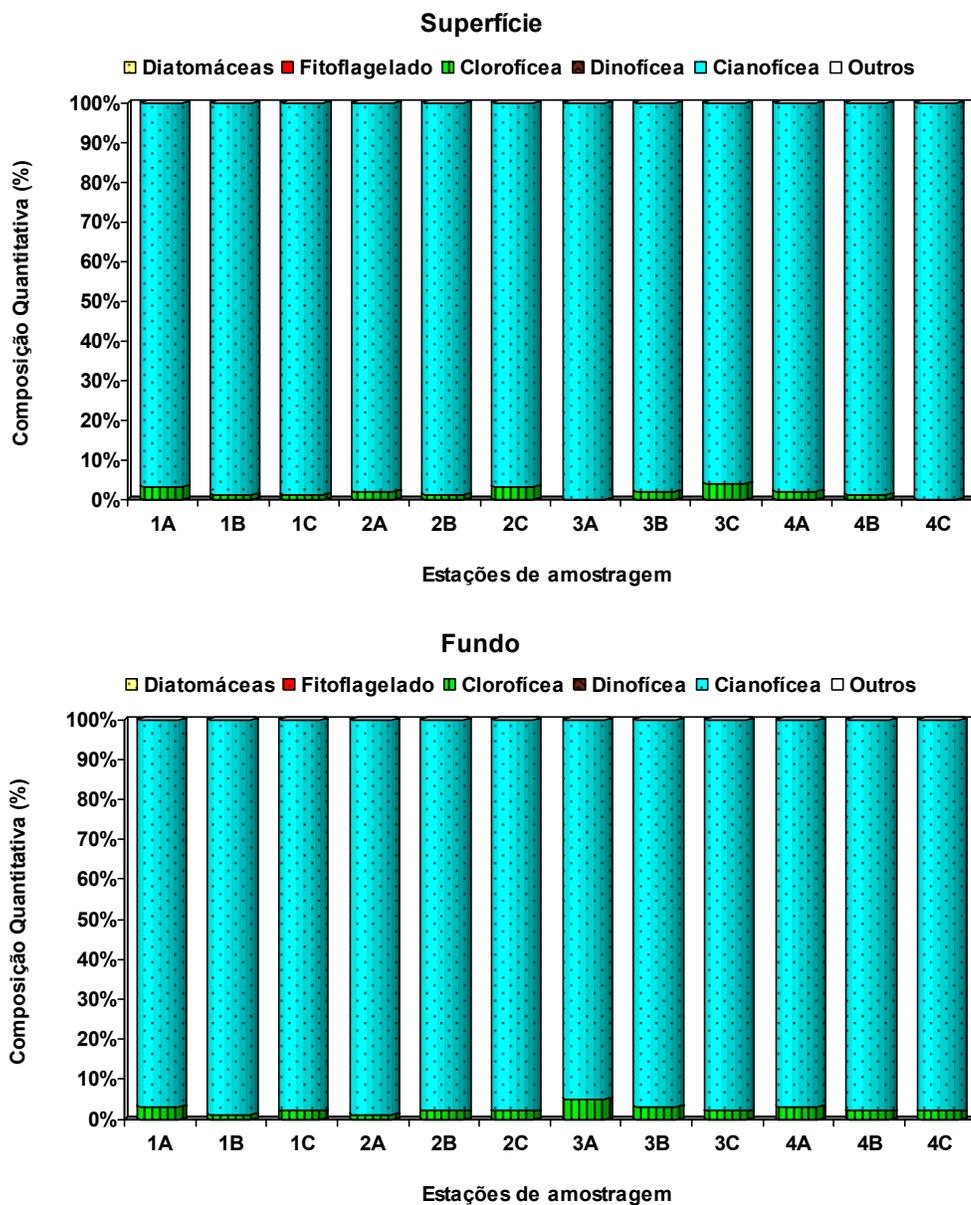
**Figura 24:** Contribuição quantitativa (%) das diversas classes taxonômicas, em relação à densidade total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em maio/05.



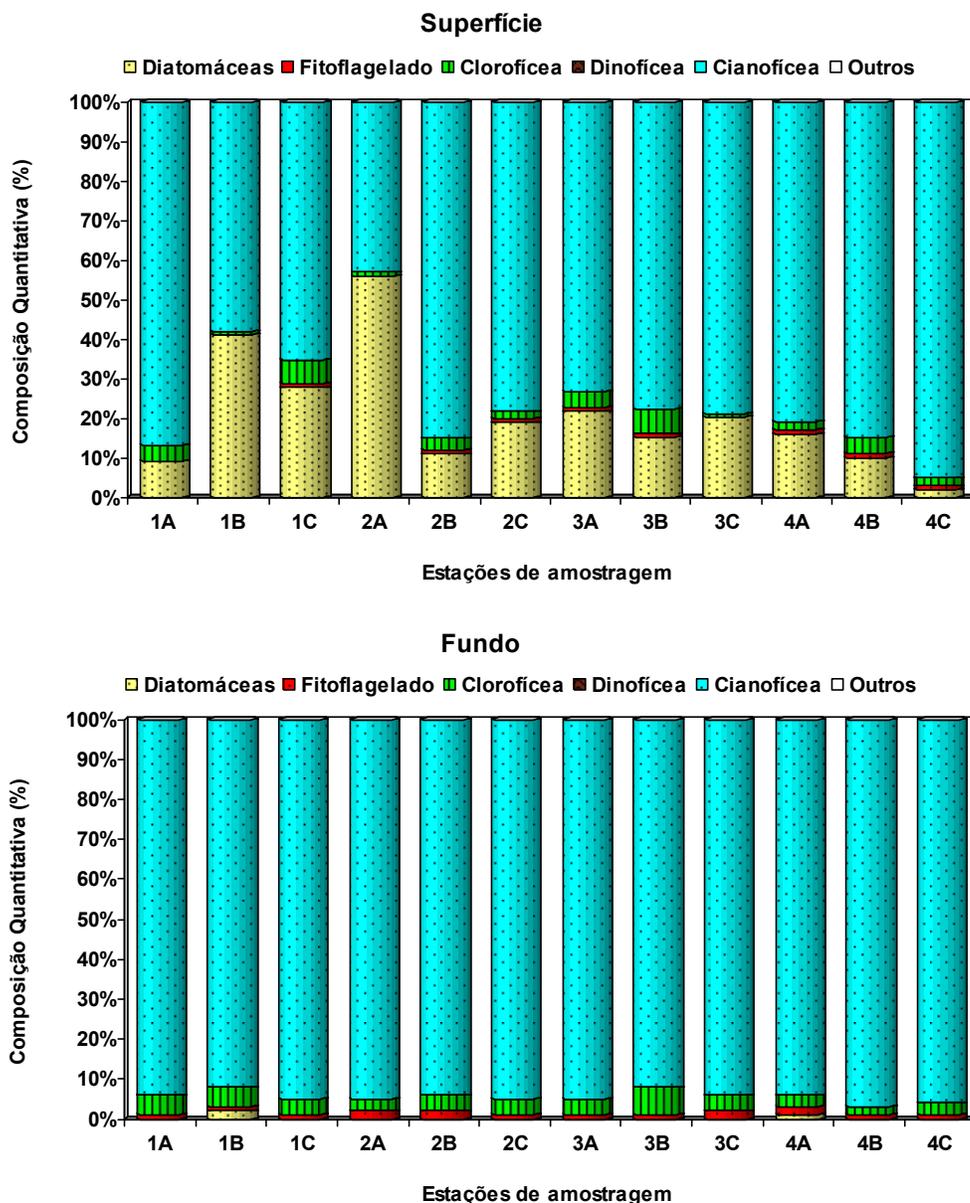
**Figura 25:** Contribuição quantitativa (%) das classes taxonômicas, em relação à densidade total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em setembro/05.



**Figura 26:** Contribuição quantitativa (%) das classes taxonômicas, em relação à densidade total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em dezembro/05.



**Figura 27:** Contribuição quantitativa (%) das classes taxonômicas, em relação à densidade total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em abril/06.



**Figura 28:** Contribuição quantitativa (%) das classes taxonômicas, em relação à densidade total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em julho/06.

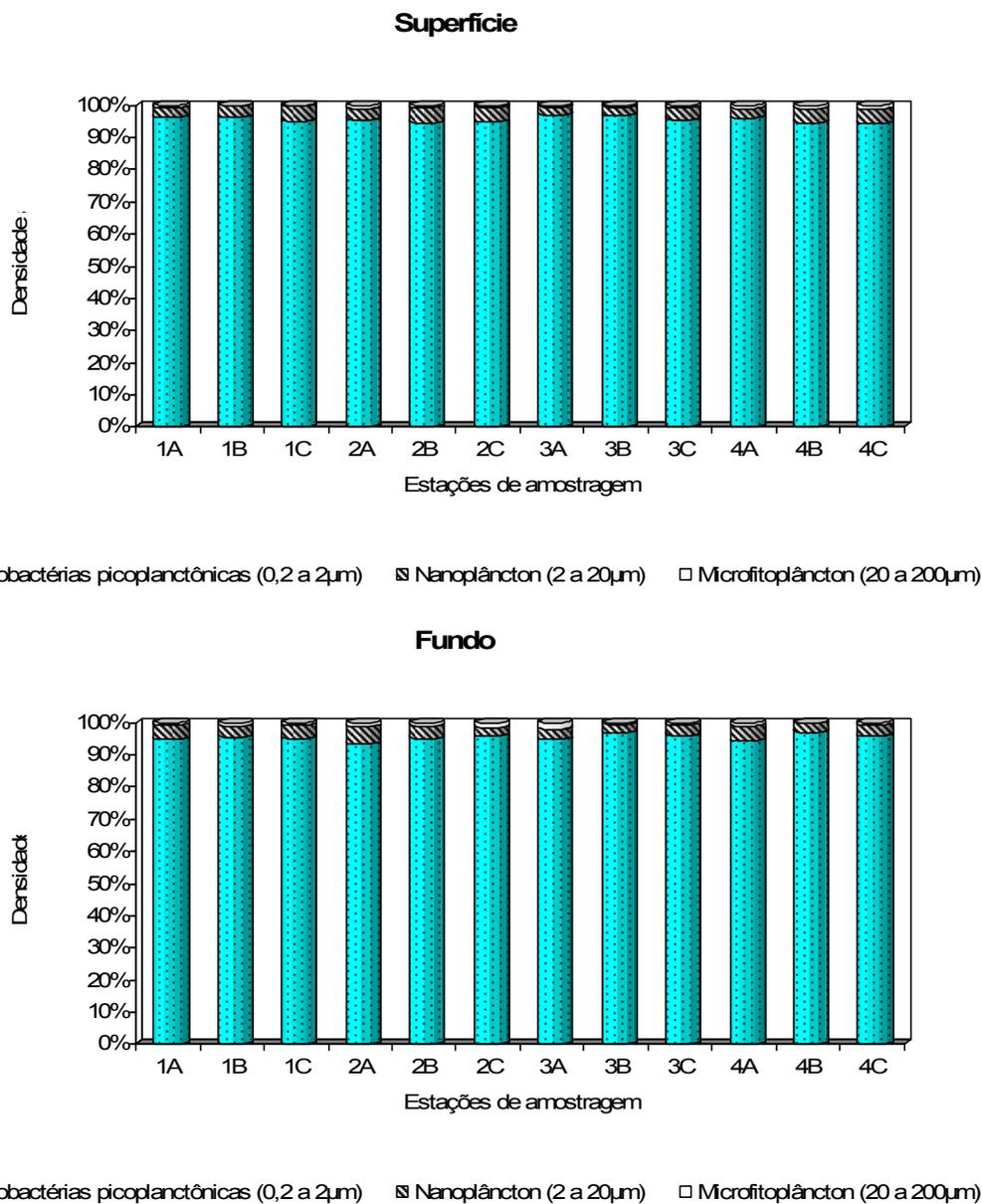
### *5.3.7 Contribuição Quantitativa (%) das diversas Classes de Tamanho para Densidade Fitoplanctônica Total*

As figuras 29 a 33 mostram a contribuição (%) das três classes de tamanho: cianobactérias picoplanctônicas (0,2 a 2 $\mu$ m), nanoplâncton (2 a 20 $\mu$ m) e o microfitoplâncton (20 a 200 $\mu$ m), em relação à densidade total do fitoplâncton.

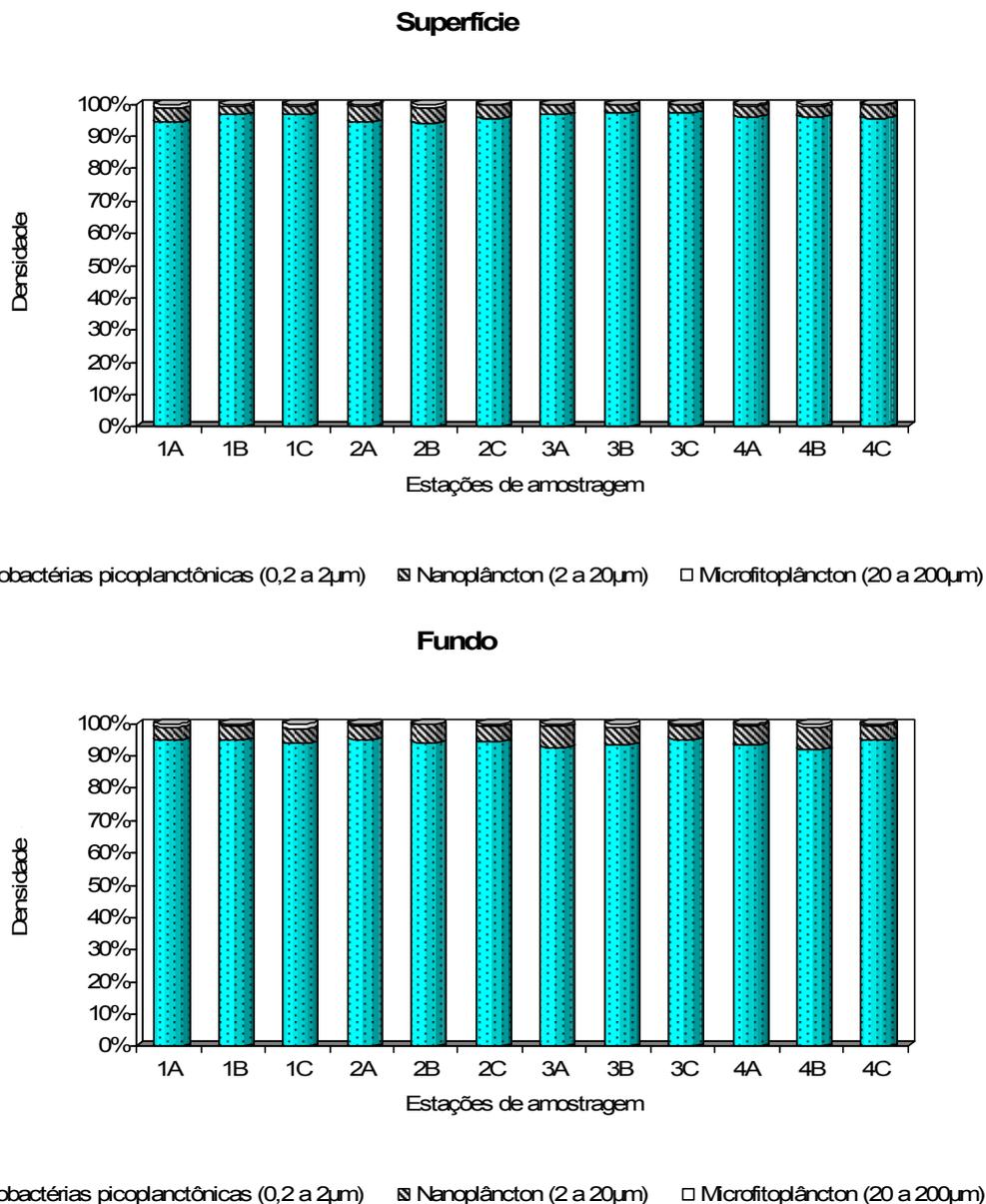
A classe de tamanho referente às cianobactérias picoplanctônicas apresentou a maior contribuição, em termos de densidade total, em todo o período de estudo. Apenas na 4<sup>a</sup>C, o nanoplâncton superou a contribuição desta classe, em percentual. As cianobactérias picoplanctônicas chegaram a representar 99% da densidade total na 3<sup>a</sup>C, no fundo da estação 2C (figura 31). O valor mínimo observado foi de 27% na 4<sup>a</sup>C, no fundo da estação 3B (figura 32).

O nanoplâncton foi a segunda classe de tamanho com maior contribuição para a densidade fitoplanctônica total, apresentando máximo de 68% na 4<sup>a</sup>C, no fundo da estação 3B e mínimo de 0,04%, na 3<sup>a</sup>C, no fundo da estação 2C. A 4<sup>a</sup>C e 5<sup>a</sup>C apresentaram padrões semelhantes, com maior contribuição dessa classe de tamanho.

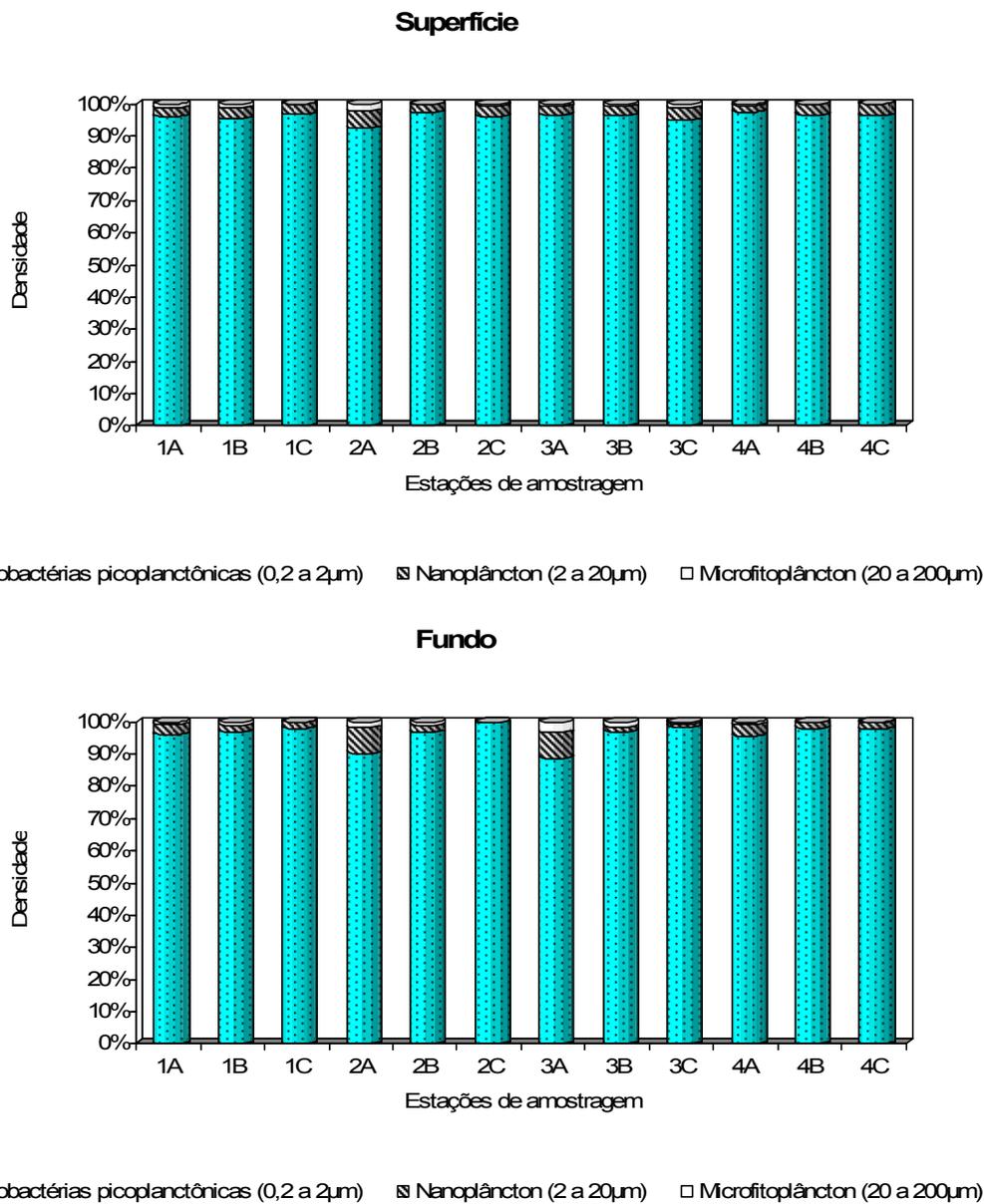
Já em relação aos organismos pertencentes à classe do microfitoplâncton, as maiores contribuições ocorreram na 4<sup>a</sup>C e 5<sup>a</sup>C. Esta classe representou no máximo 9% da densidade fitoplanctônica total, valor registrado na superfície da estação 4B, durante a 4<sup>a</sup>C, e o valor mínimo de 0,1%, no fundo da estação 4C.



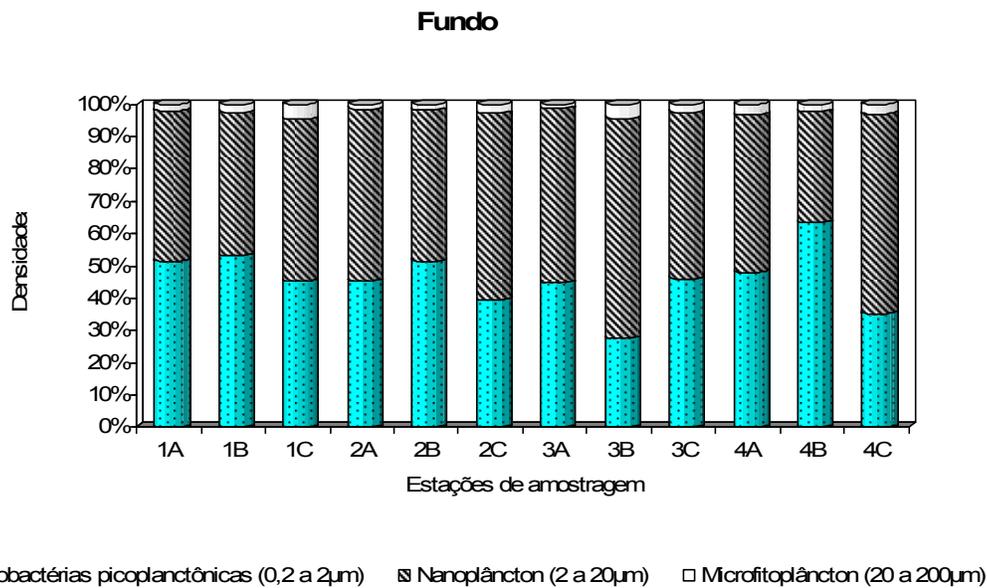
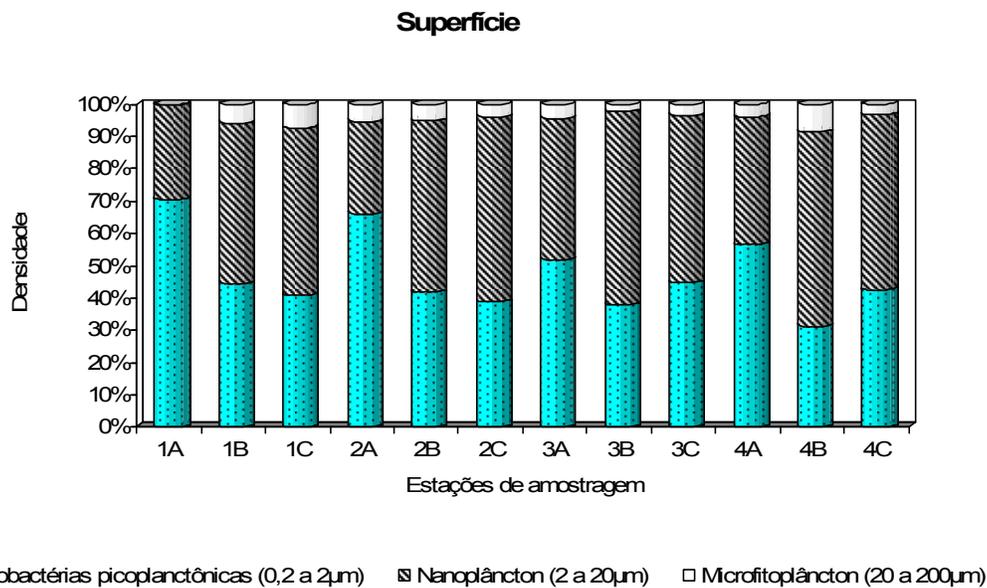
**Figura 29:** Contribuição quantitativa (%) das classes de tamanho, em relação à densidade total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em maio/05.



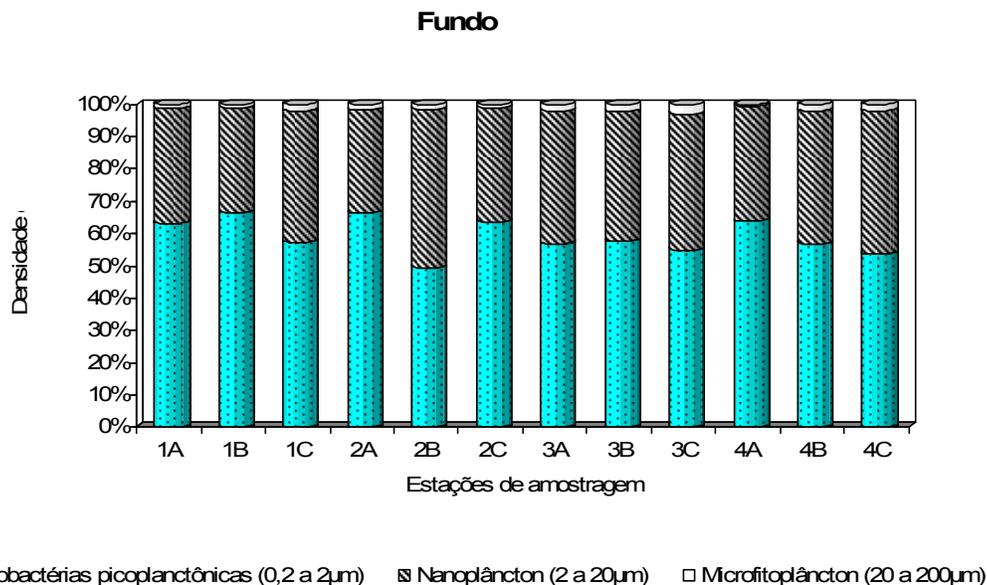
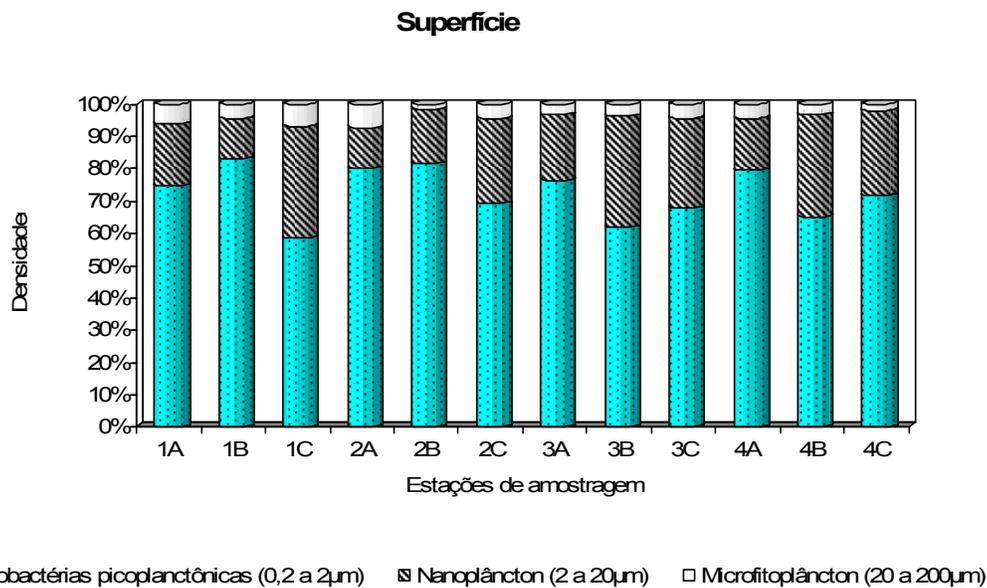
**Figura 30:** Contribuição quantitativa (%) das classes de tamanho, em relação à densidade total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em setembro/05.



**Figura 31:** Contribuição quantitativa (%) das classes de tamanho, em relação à densidade total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em dezembro/05.



**Figura 32:** Contribuição quantitativa (%) das classes de tamanho, em relação à densidade total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em abril/06.

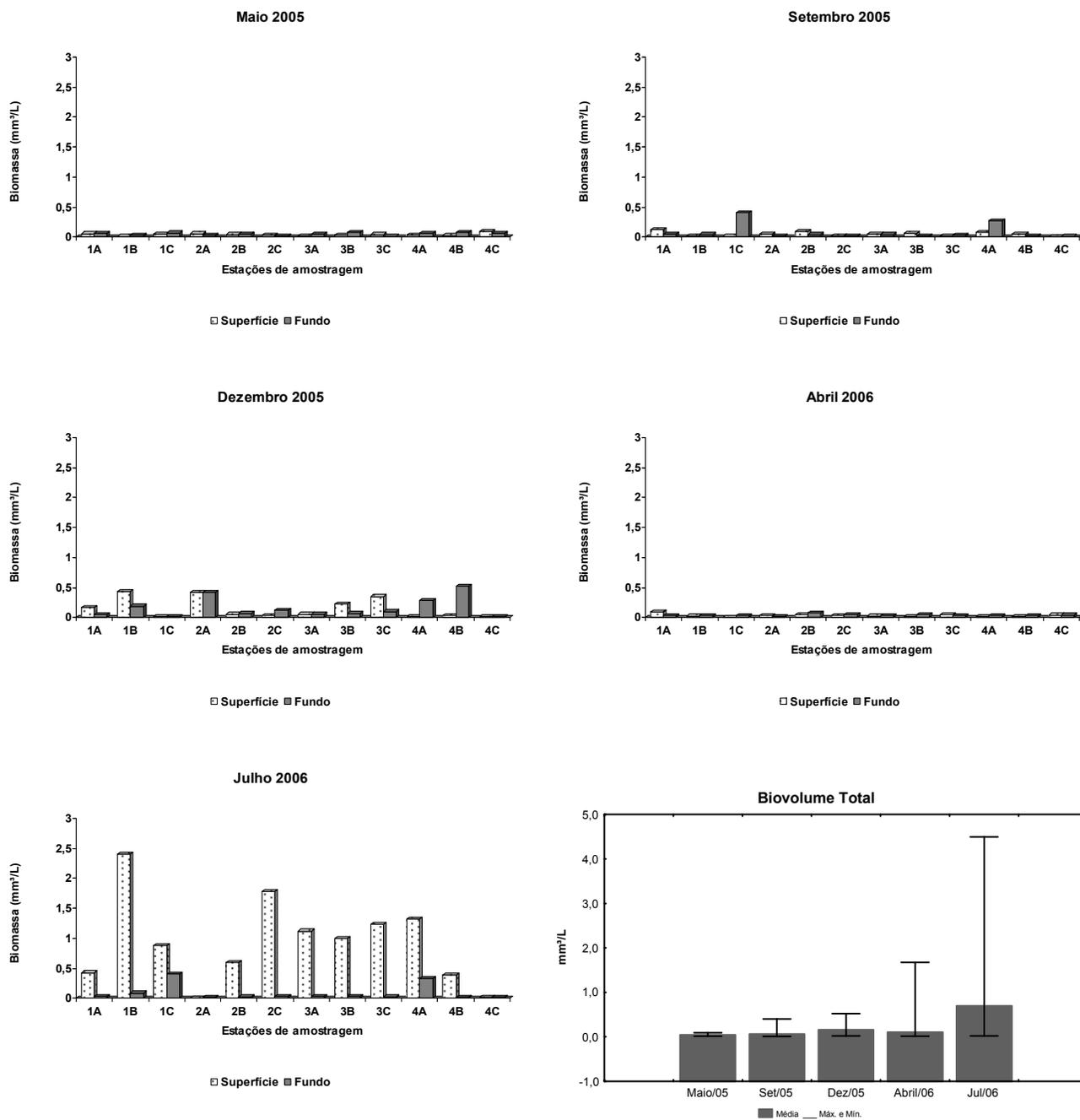


**Figura 33:** Contribuição quantitativa (%) das classes de tamanho, em relação à densidade total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em julho/06.

### 5.3.8 Biomassa Total Expressa em Biovolume

As variações na biomassa total do fitoplâncton ( $\text{mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ ), expressa em biovolume, para as estações, juntamente com as médias, máximos e mínimos para todas as campanhas, podem ser observadas na figura 34.

Em relação ao biovolume total, houve diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) entre a 5ªC e as demais. Os maiores valores foram registrados na 3ªC e 5ªC. Nesta última, os valores de superfície foram mais elevados que os de fundo. O mínimo ( $0,010 \text{ mm}^3/\text{L}$ ) foi registrado na 2ªC, na superfície da estação 4C e o máximo ( $4,49 \text{ mm}^3/\text{L}$ ) na 5ªC, na superfície da estação 2A. Entre as campanhas, a maior média ( $0,698 \text{ mm}^3/\text{L}$ ) foi registrada na 5ªC, relacionada à maior contribuição de espécies de tamanho maior. A menor média ( $0,047 \text{ mm}^3/\text{L}$ ) foi registrada na 1ªC. Houve diferenças significativas (Anova,  $p < 0,05$ ) entre superfície e fundo, conforme o teste *F da One-Way ANOVA*.



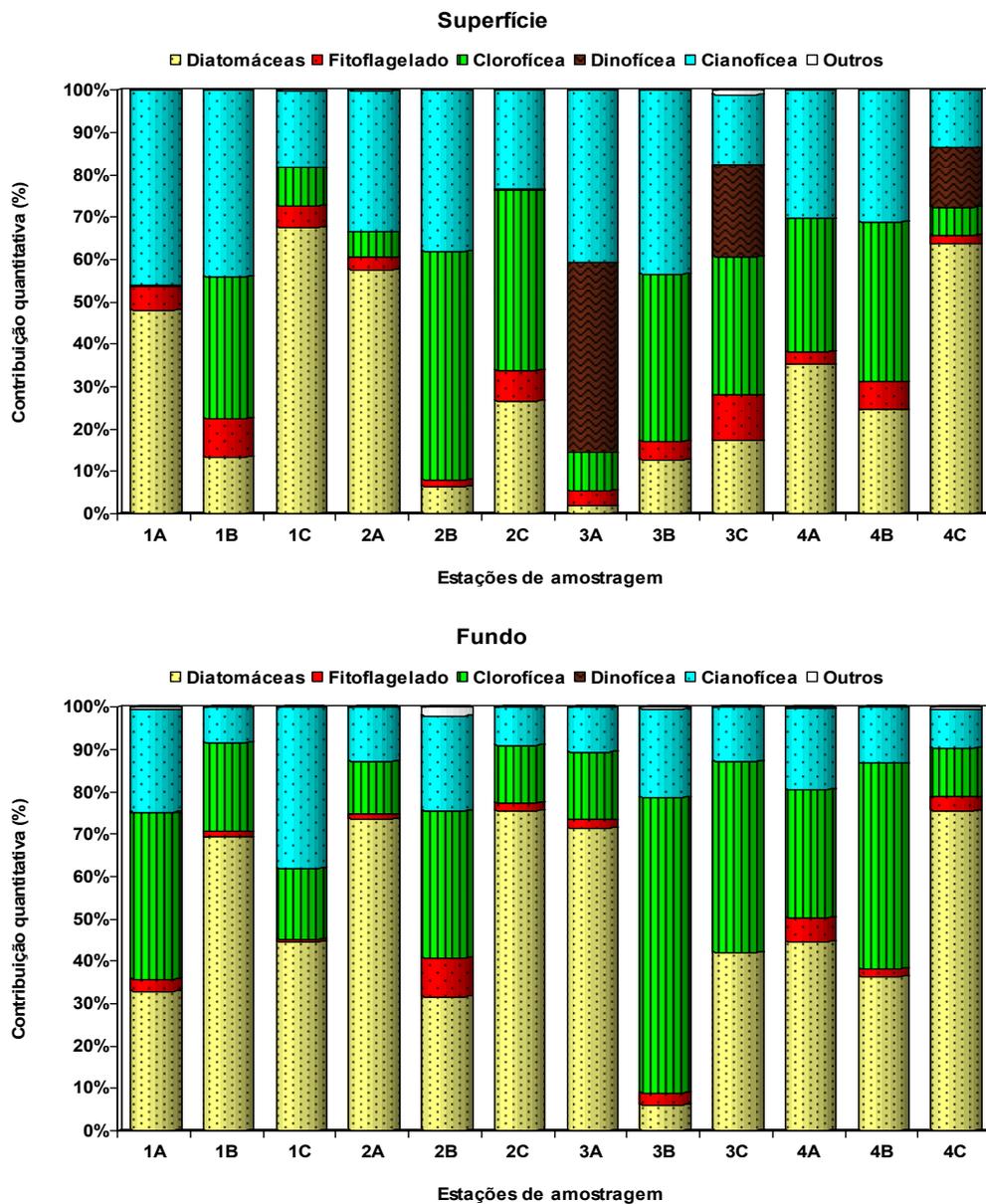
**Figura 34:** Variações da biomassa fitoplantônica total ( $\text{mm}^3/\text{L}$ ) na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), e média dos valores de cada campanha incluindo mínimos e máximos: maio/05, set/05, dez/05, abril/06 e julho/06.

### *5.3.9 Contribuição Quantitativa (%) das diversas Classes Taxonômicas (Biomassa Total Expressa em Biovolume)*

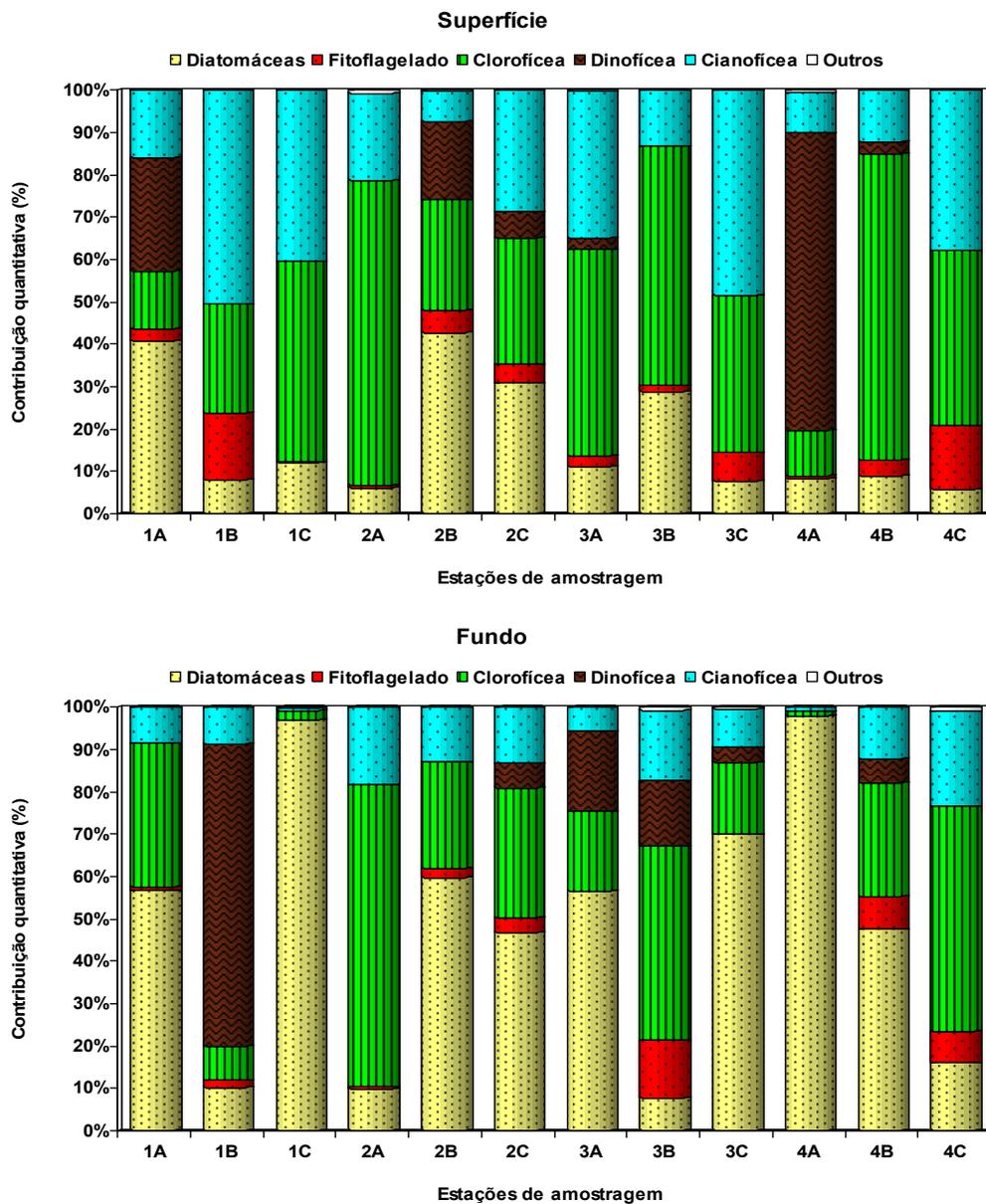
As figuras 35 a 39 mostram a contribuição quantitativa (%) das diversas classes taxonômicas do fitoplâncton para a biomassa total (expressa em biovolume).

De modo geral, as Bacillariophyceas foram a Classe que apresentou a maior representatividade para o biovolume total. O máximo (98,5%) foi registrado na 5<sup>a</sup>C, na superfície da estação 1B. Os mínimos (0%) foram encontrados em sua maioria na 4<sup>a</sup>C, quando essa classe não chegou a ser registrada.

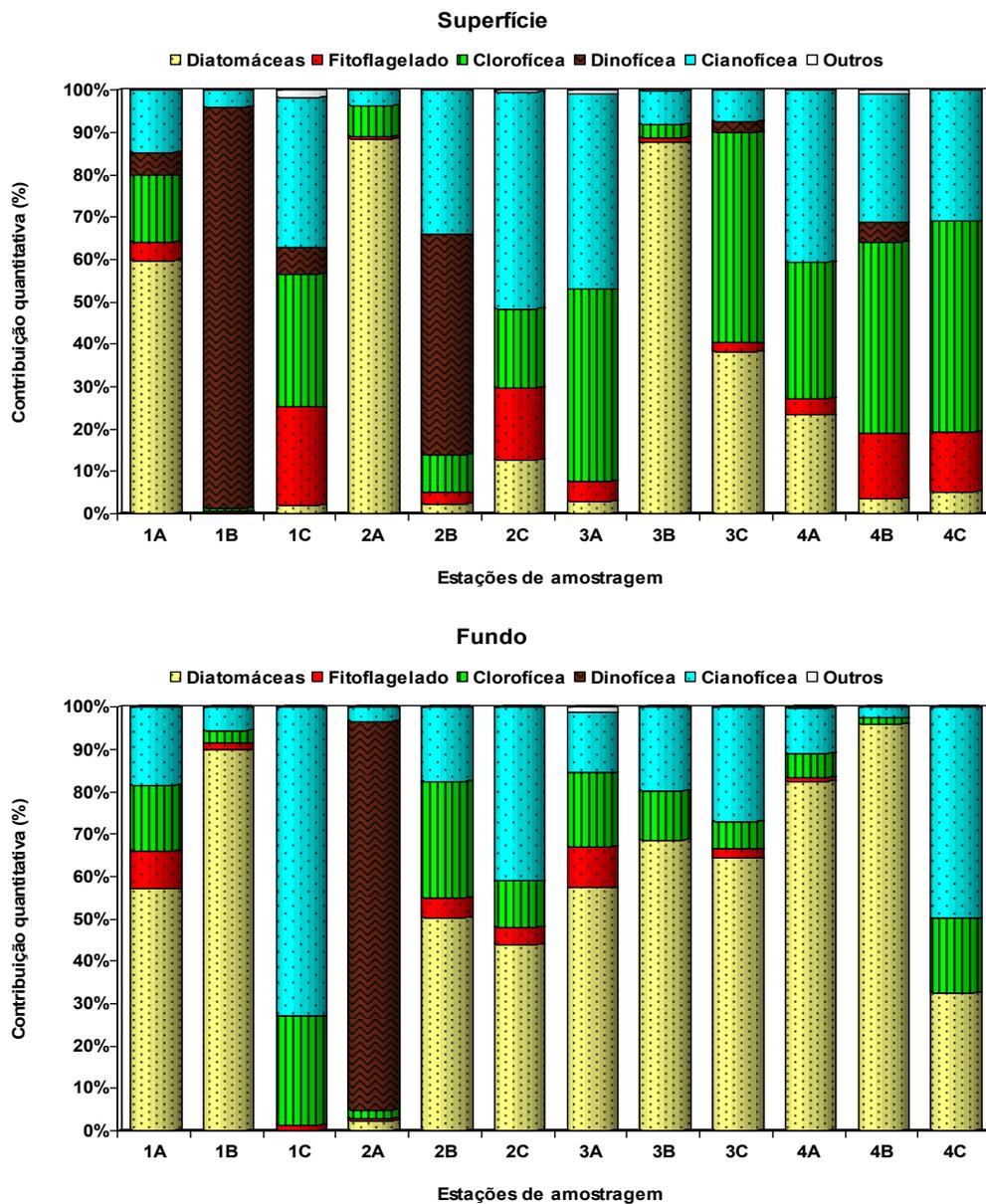
As Chlorophyceae foram a segunda Classe com maior contribuição para o biovolume, representando no máximo 72,4% do biovolume total na 2<sup>a</sup>C, na superfície da estação 4B. As Cyanophyceae foram a terceira Classe com maior representatividade. O valor máximo (99,7%) foi registrado na 4<sup>a</sup>C, na superfície da estação 1C. Já o mínimo (0,2%) foi registrado na 5<sup>a</sup>C, na superfície da estação 2A. Organismos como os fitoflagelados ainda não identificados apresentaram maior representatividade na 2<sup>a</sup>C, com máximo de 5% na superfície e fundo das estações 2A e 4B, respectivamente.



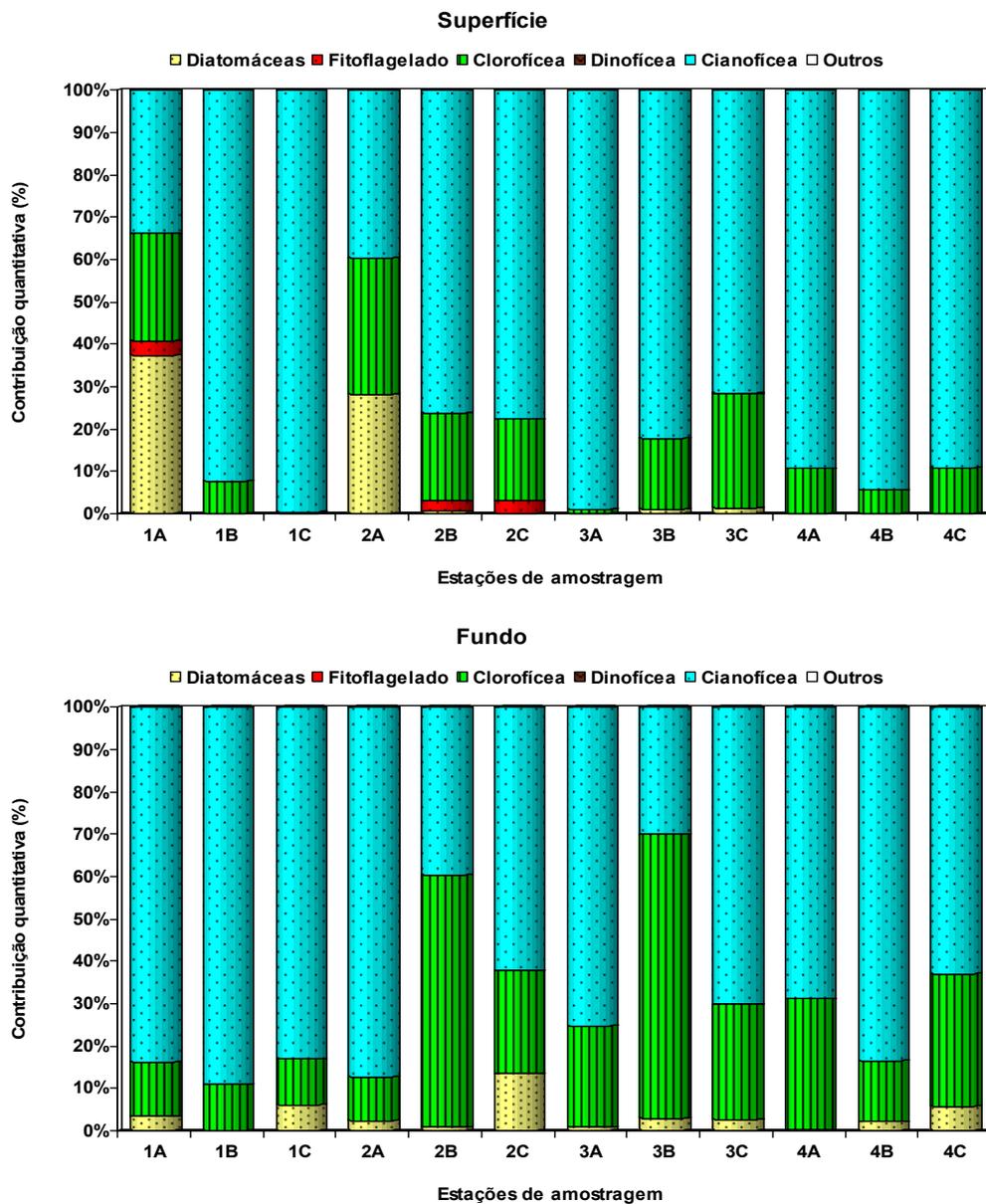
**Figura 35:** Contribuição (%) das classes taxonômicas para o biovolume total na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em maio/05.



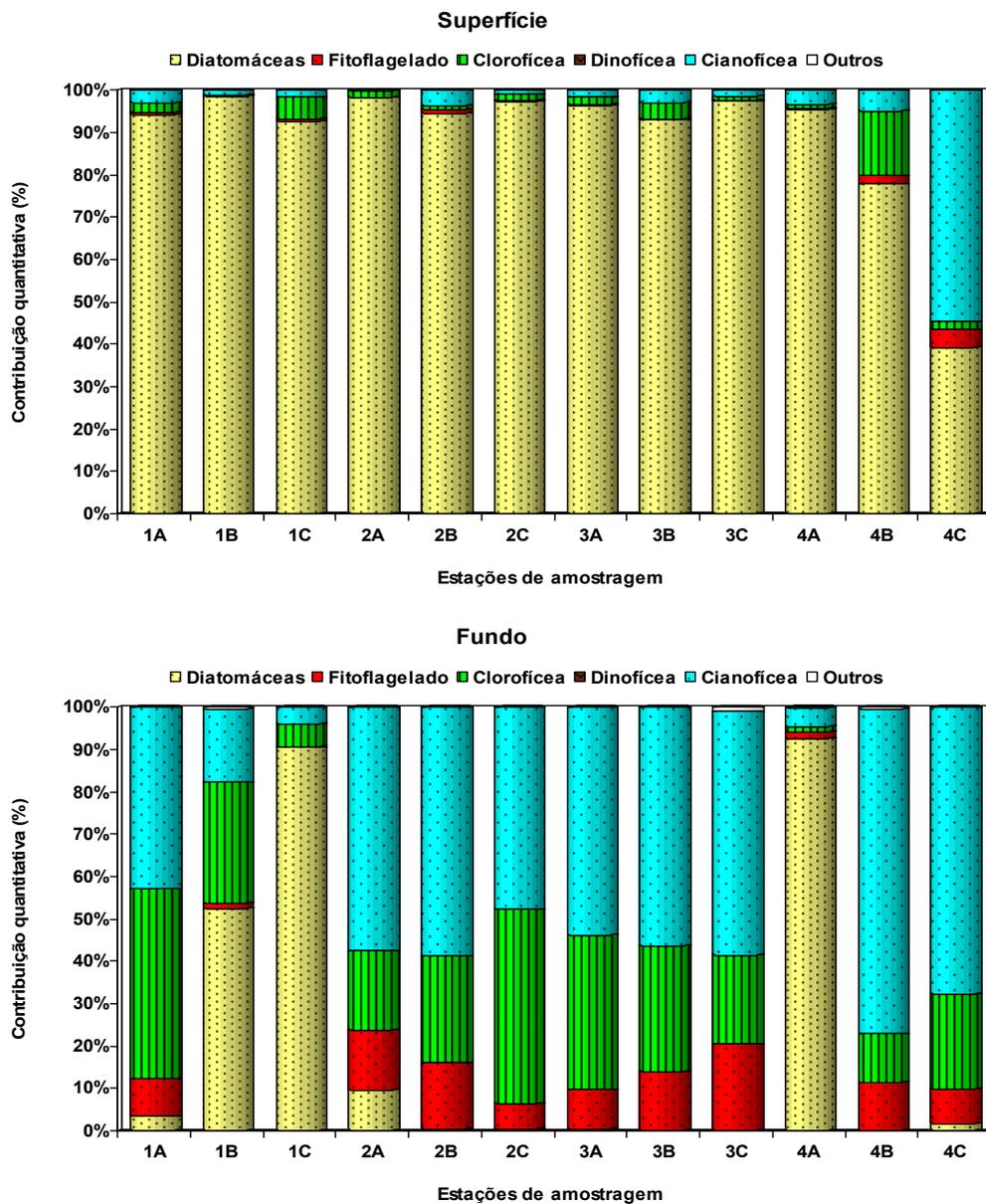
**Figura 36:** Contribuição (%) das classes taxonômicas para o biovolume total na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em setembro/05.



**Figura 37:** Contribuição (%) das classes taxonômicas para o biovolume total na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em dezembro/05.



**Figura 38:** Contribuição (%) das classes taxonômicas para o biovolume total na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em abril/06.



**Figura 39:** Contribuição (%) das classes taxonômicas para o biovolume total na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em julho/06.

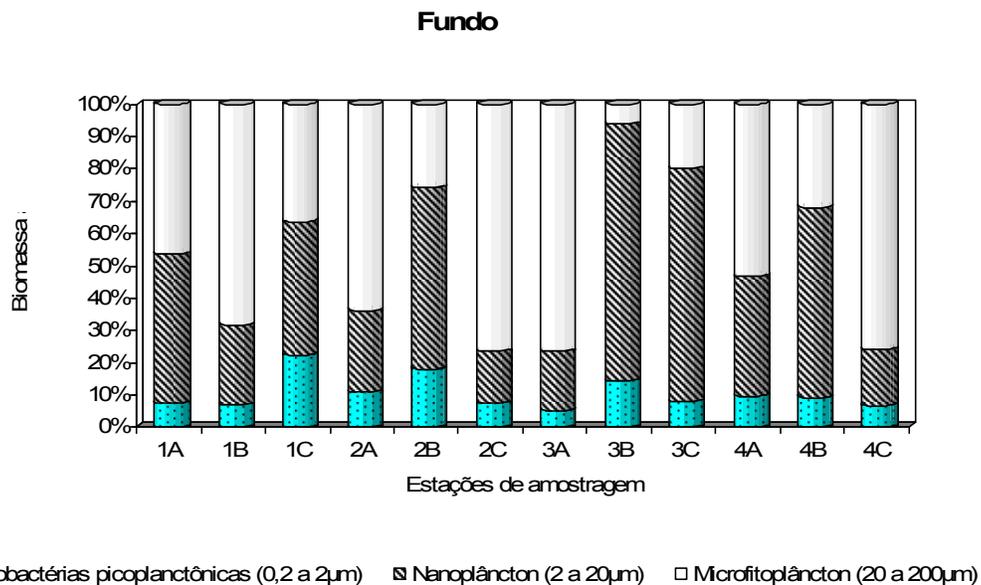
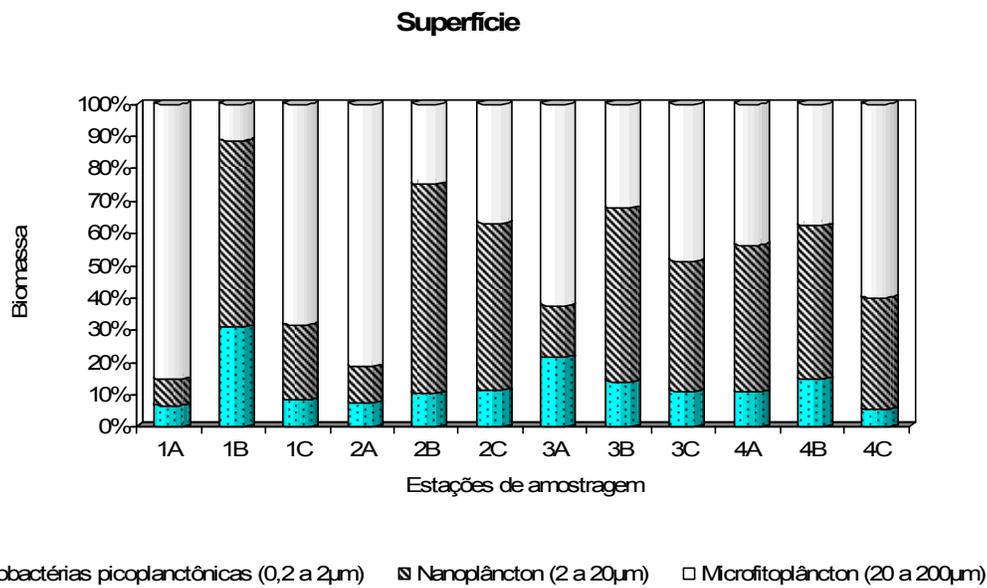
### *5.3.10 Contribuição Quantitativa (%) das diversas Classes de Tamanho (Biomassa Total Expressa em Biovolume)*

As figuras 40 a 44 mostram a contribuição (%) das três classes de tamanho: cianobactérias picoplanctônicas (0,2 a 2 $\mu$ m), nanoplâncton (2 a 20 $\mu$ m) e o microfitoplâncton (20 a 200 $\mu$ m), em relação à biomassa total do fitoplâncton.

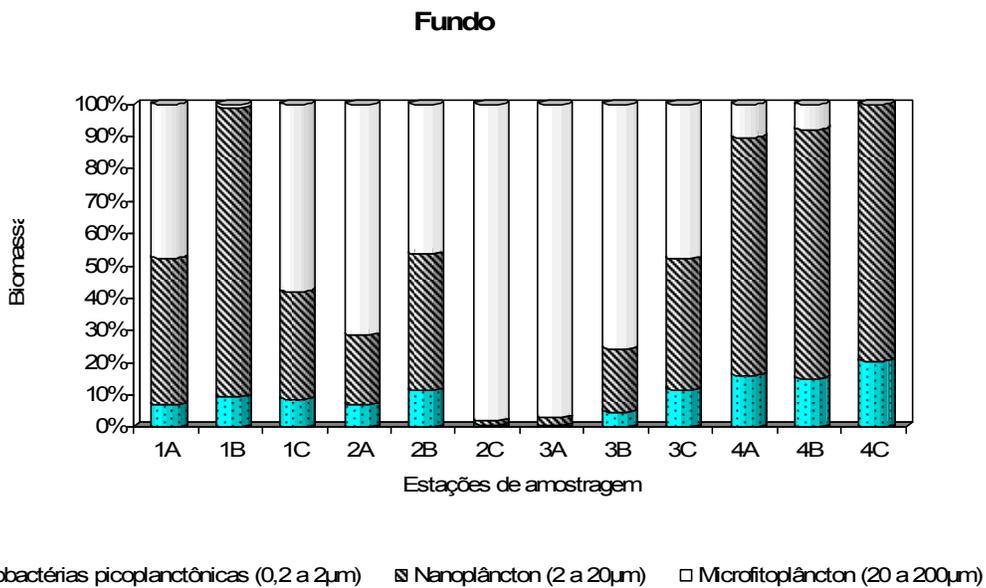
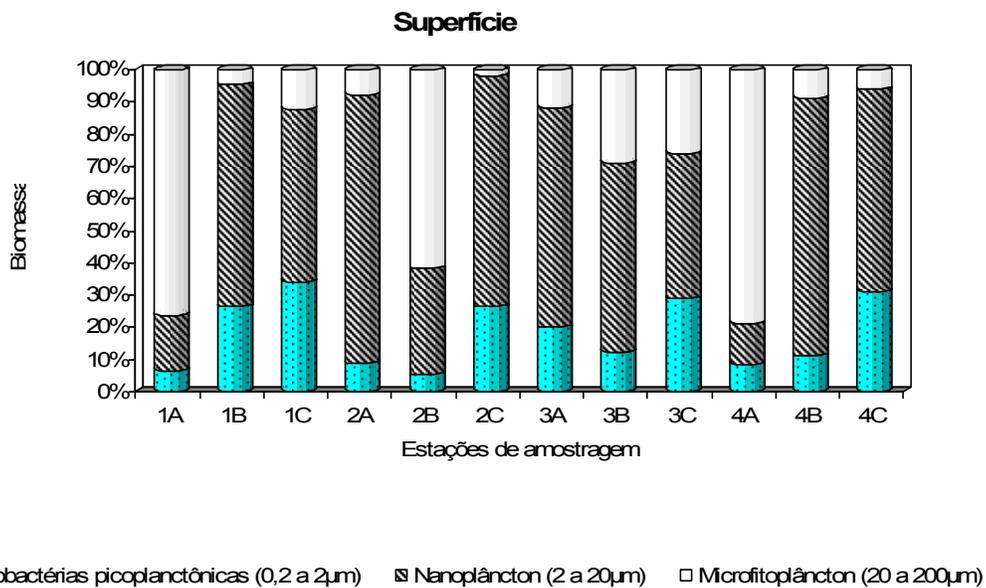
A classe de tamanho referente às cianobactérias picoplanctônicas apresentou maior contribuição, em termos de biovolume total, na 4<sup>a</sup>C. O mínimo (0,1%) foi registrado na 5<sup>a</sup>C, na superfície da estação 2A e o máximo (59,7%) na 4<sup>a</sup>C na superfície da estação 3A.

A classe de tamanho referente ao nanoplâncton superou em média a contribuição das cianobactérias picoplanctônicas. O máximo (99,1%) foi registrado na 4<sup>a</sup>C, na superfície da estação 1C. Já o mínimo (0,62%) foi registrado na 5<sup>a</sup>C, na superfície da estação 1B.

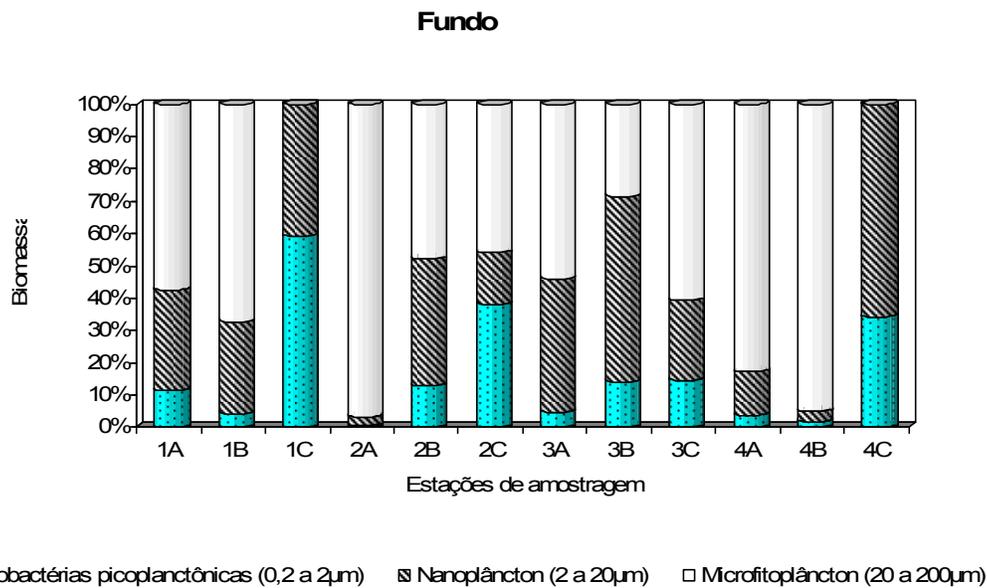
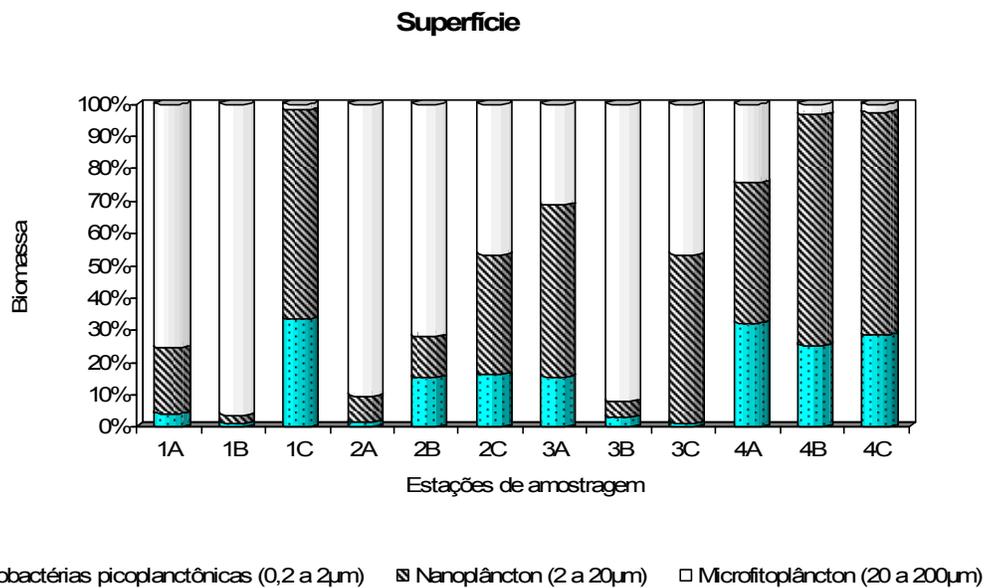
Os organismos pertencentes à classe de tamanho do microfitoplâncton apresentaram as maiores contribuições em relação ao biovolume total. O valor máximo (99,1%) foi registrado na 5<sup>a</sup>C, na superfície da estação 1B e o mínimo (0,0%), representando a ausência desses organismos, foram verificados em sua maioria a 4<sup>a</sup>C.



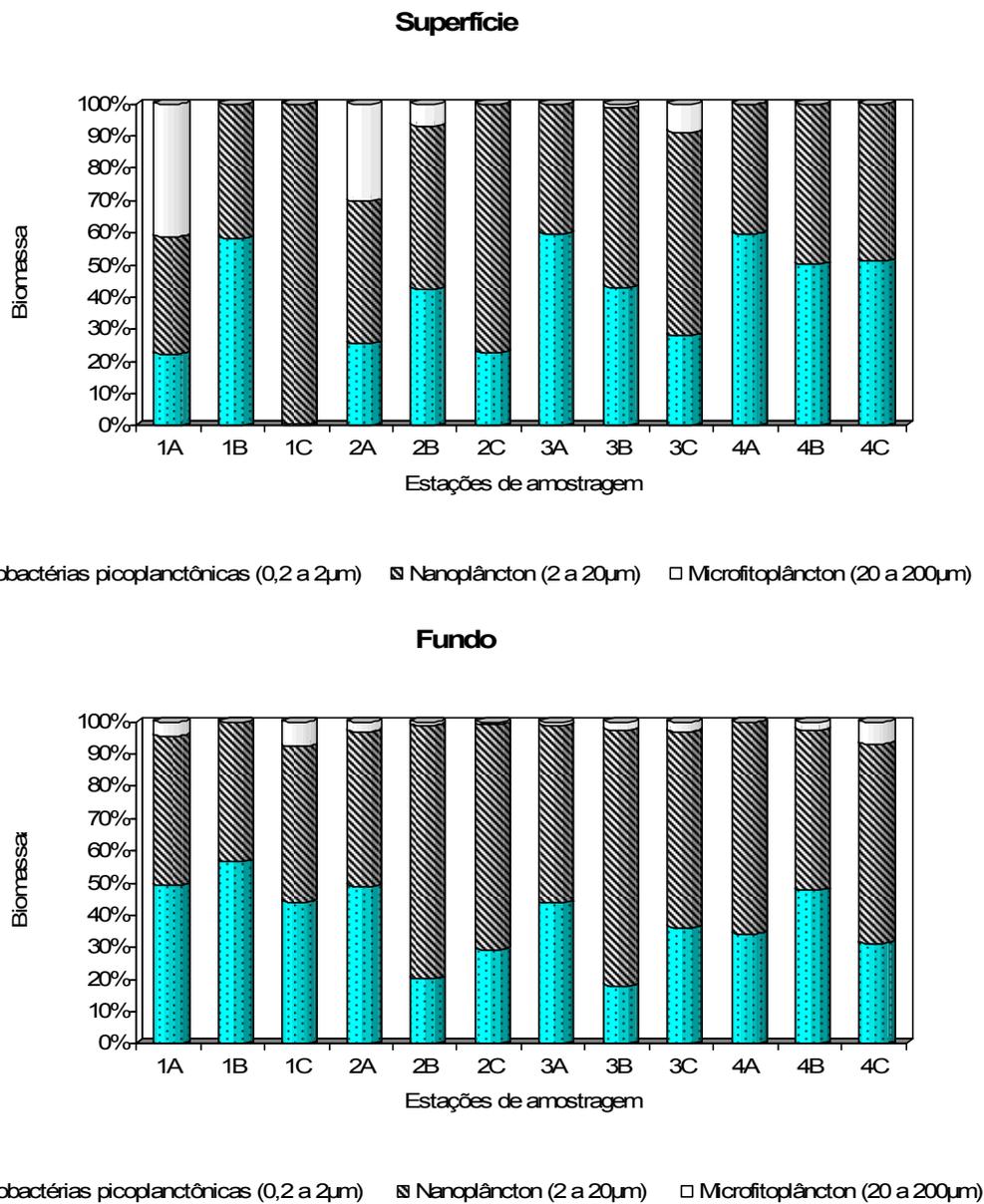
**Figura 40:** Contribuição quantitativa (%) das classes de tamanho, em relação à biomassa total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em maio/05.



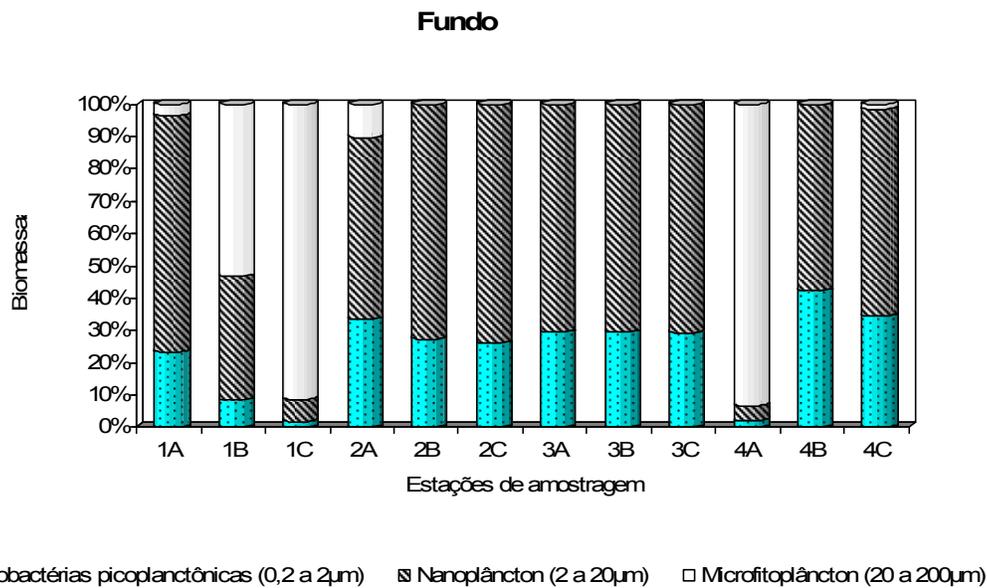
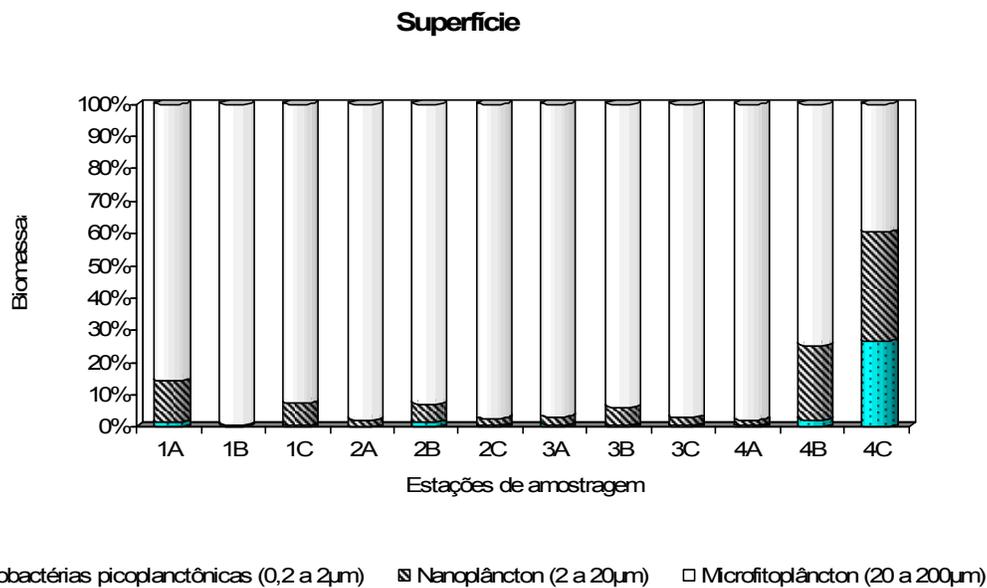
**Figura 41:** Contribuição quantitativa (%) das classes de tamanho, em relação à biomassa total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em setembro/05.



**Figura 42:** Contribuição quantitativa (%) das classes de tamanho, em relação à biomassa total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em dezembro/05.



**Figura 43:** Contribuição quantitativa (%) das classes de tamanho, em relação à biomassa total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em abril/06.

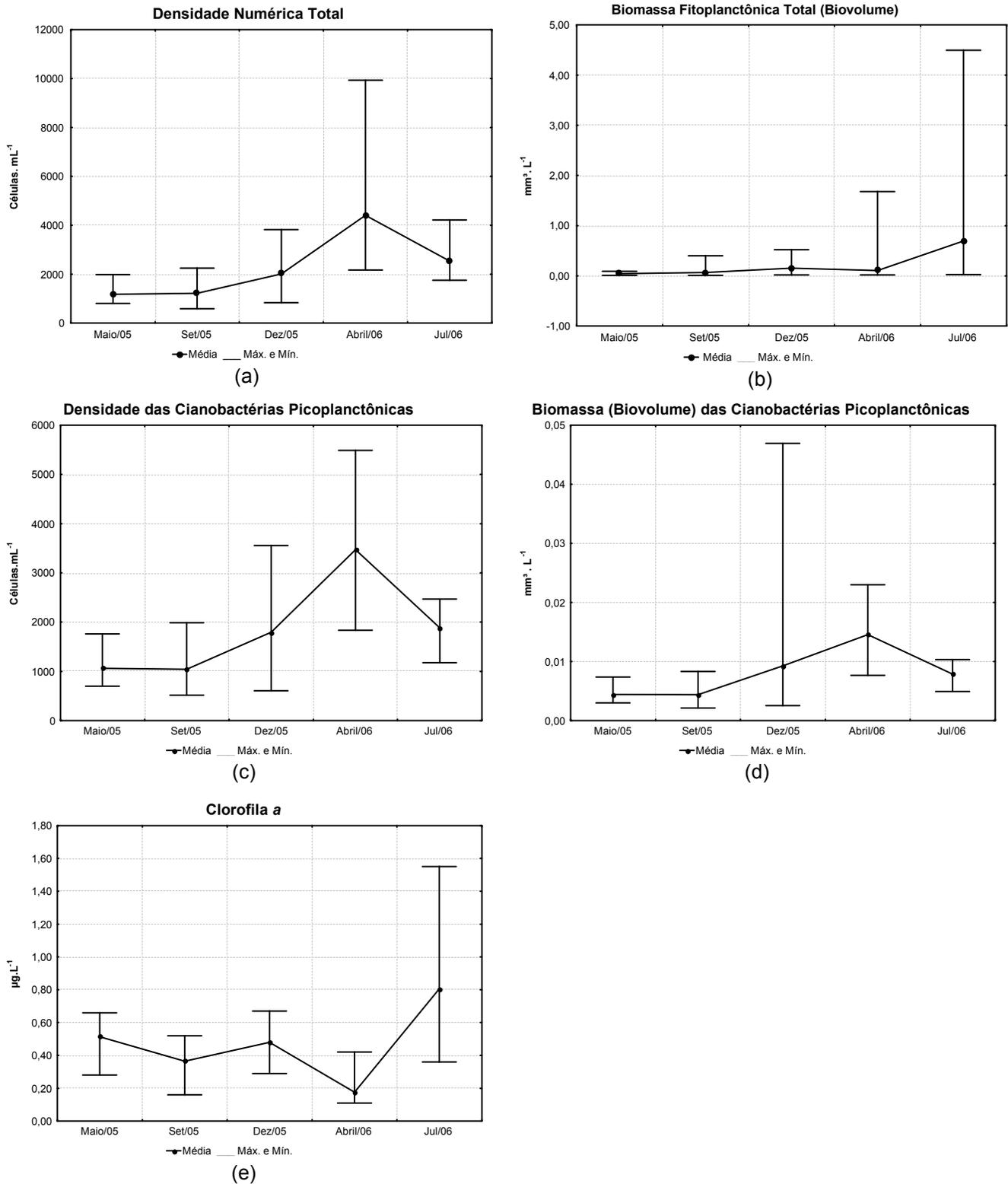


**Figura 44:** Contribuição quantitativa (%) das classes de tamanho, em relação à biomassa total, na superfície e fundo das estações amostrais (1A; 1B; 1C; 2A; 2B; 2C; 3A; 3B; 3C; 4A; 4B e 4C), na campanha amostral realizada em julho/06.

### *5.3.11 Variações médias entre Densidade e Biovolume Totais, Densidade e Biovolume de Cianobactérias Picoplanctônicas e Clorofila a.*

Na figura 45, observou-se que quase sempre a densidade e o biovolume das cianobactérias picoplanctônicas acompanharam os padrões de variação da densidade total. Já a variação entre as médias do biovolume total e da clorofila *a* foram semelhantes, diferenciando-se apenas na 1<sup>a</sup>C e 2<sup>a</sup>C.

Houve diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) da densidade das cianobactérias picoplanctônicas entre a 4<sup>a</sup>C e as demais. Já entre superfície e fundo não houve essa diferença. Esses mesmos testes foram aplicados ao biovolume de cianobactérias picoplanctônicas, nos quais, também apresentou diferença significativa, entre a 4<sup>a</sup>C e as demais. Também não houve diferença significativa entre superfície e fundo, conforme o teste *F* da One-Way ANOVA.



**Figura 45:** Comparação entre as variações (médias, mínimos e máximos) da: (a) Densidade Numérica Total; (b) Biomassa Fitoplanctônica Total (biovolume); (c) Densidade de Cianobactérias Picoplanctônicas; (d) Biomassa de Cianobactérias Picoplanctônicas (biovolume) e Clorofila a, relativas às cinco campanhas de amostragem ( $\pm$  0,95 Lim. Conf.).

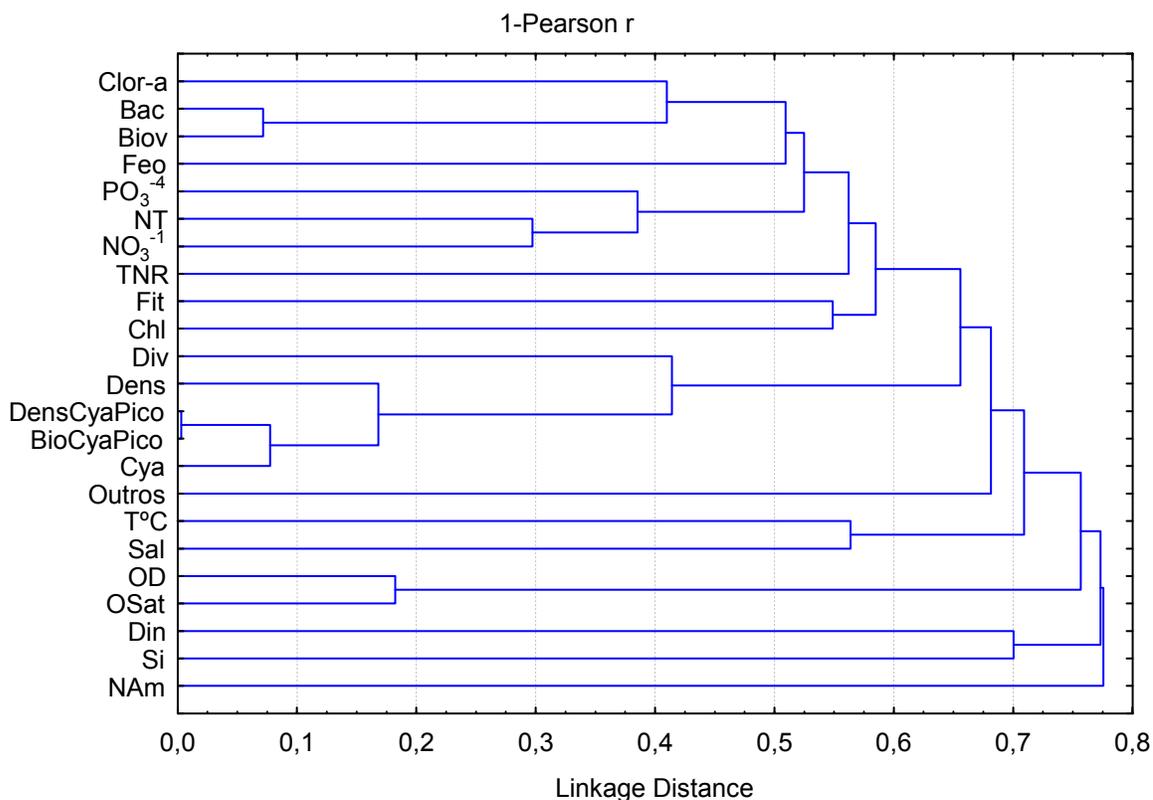
## 5.4 Análises Multivariadas

### 5.4.1 Análise de Agrupamento e Análise de Componentes Principais (ACP)

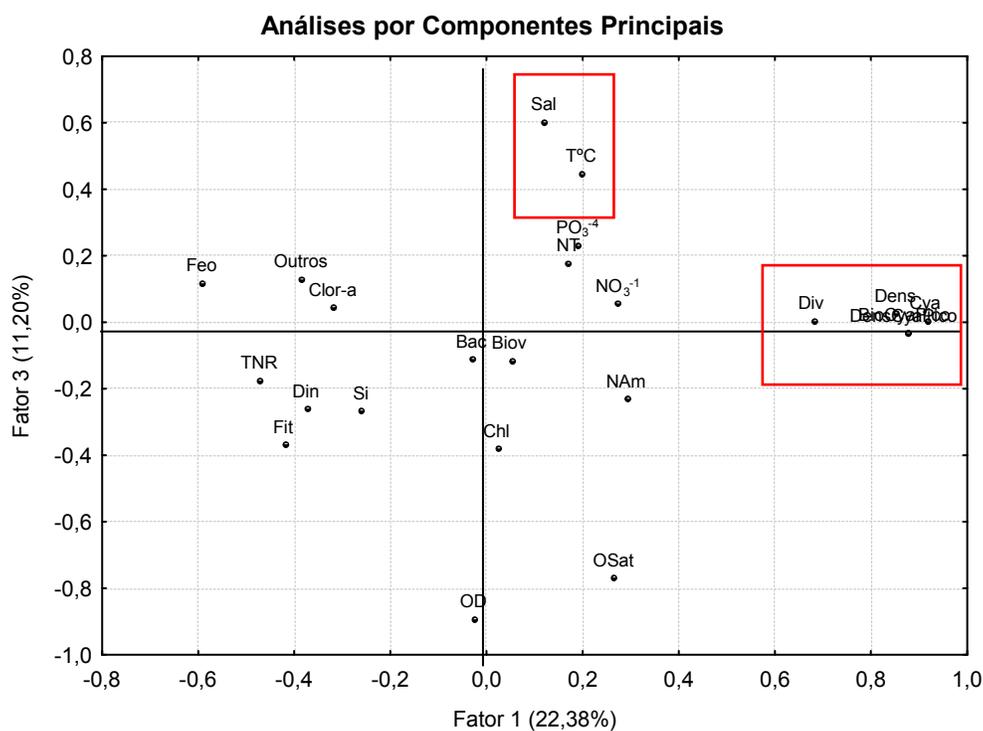
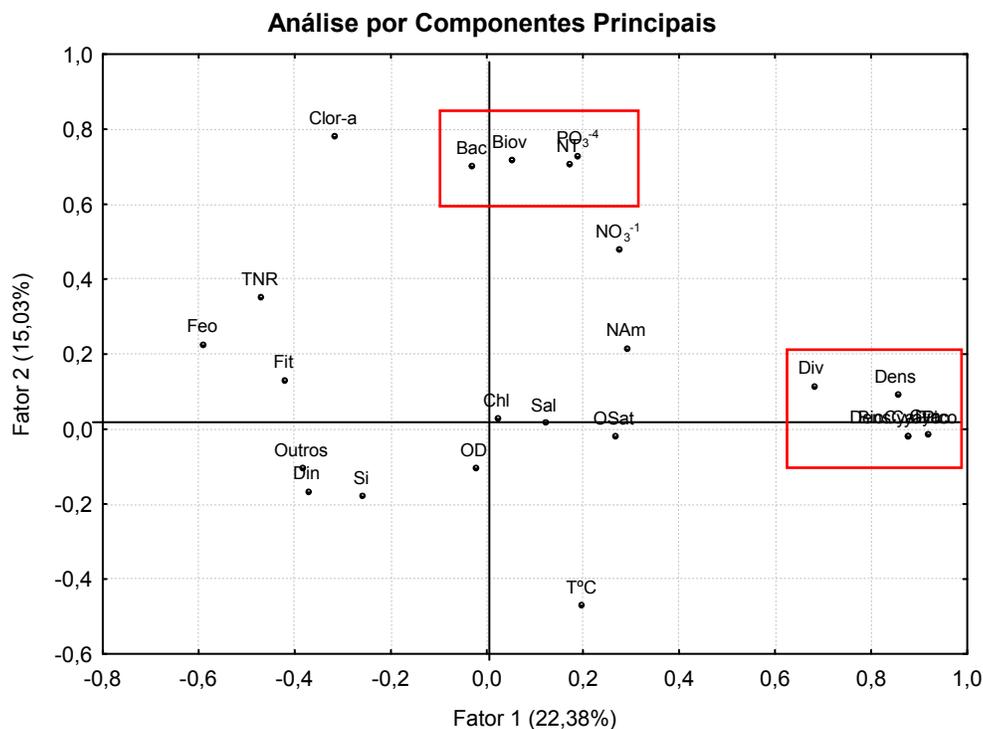
A análise geral do tipo *linkage* (figura 46) mostra relações mais próximas entre: a densidade fitoplanctônica total com o biovolume e a densidade das cianobactérias picoplanctônicas e além dessas, entre a densidade de diatomáceas com o biovolume fitoplanctônico total.

De acordo com a ACP, dentre os fatores analisados, os biológicos e os químicos foram os controladores do sistema, sendo responsáveis por 37,41% das variações, já os fatores físico-químicos representaram apenas 11,20% (figura 47). As variáveis que mais influenciaram o Fator 1 (22,38%) foram a densidade e o biovolume das cianobactérias picoplanctônicas, a densidade fitoplanctônica total, a densidade das cianobactérias, a diversidade específica, e os feopigmentos. Já para o Fator 2 (15,03%), as variáveis que mais influenciaram foram o biovolume total, a densidade das diatomáceas, a clorofila *a* e os nutrientes e para o Fator 3 (11,20%) a salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido. Juntos, os três fatores são responsáveis por 48,61% das variações espaços-temporais. A tabela 3 apresenta mais detalhadamente a correlação das variáveis que mais contribuíram para os fatores 1, 2, e 3.

## Análise de Agrupamento



**Figura 46:** Análise de agrupamento tipo *linkage* – Dendrograma: Projeções das variáveis. Clor-a: clorofila a; Feo: feopigmentos; TNR: táxons numericamente representativos; Div: diversidade aplicada à densidade; Dens: densidade numérica total; Biov: biovolume total; DensCyaPico: densidade das cianobactérias picoplanctônicas; BioCyaPico: biovolume das cianobactérias picoplanctônicas; Bac: dens. diatomáceas; Fit: dens. fitoflagelados; Cya: dens. cianobactérias picoplanctônicas; Chl: dens. clorófitas; Outros: dens. de outros táxons; T°C: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; OSat: oxigênio saturado; Si: silício; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>: ortofosfato; NT: nitrogênio total; NO<sub>3</sub><sup>2-</sup>: nitrato; Nam: nitrogênio amoniacal.



**Figura 47:** Análise por Componentes Principais (ACP): Projeção das variáveis. Clor-a: clorofila a; Feo: feopigmentos; TNR: táxons numericamente representativos; Div: diversidade aplicada à densidade; Dens: densidade numérica total; Biov: biovolume total; DensCyaPico: densidade das cianobactérias picoplanctônicas; BioCyaPico: biovolume das cianobactérias picoplanctônicas; Bac: dens. das Bacillariophyceas; Fit: dens. dos fitoflagelados; Cya: dens. das cianobactérias picoplanctônicas;  $T^{\circ}C$ : temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Osat: oxigênio saturado; Si: silício;  $PO_4^{3-}$ : ortofosfato; NT: nitrogênio total;  $NO_3^{-2}$ : nitrato; Nam: nitrogênio amoniacal.

**Tabela 3:** Correlação das variáveis ambientais e biológicas do fitoplâncton com os fatores 1, 2, e 3, que influenciaram na Análise por Componentes Principais (ACP).

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Clor-a		0,782	
Feo	0,591		
Div	0,679		
Dens	0,853		
Bac		0,702	
DensCyaPico	0,875		
Cya	0,917		
BioCyaPico	0,874		
Biov		0,720	
T°C		0,469	
Sal			0,605
OD			0,890
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>		0,730	
NT		0,708	
NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup>		0,479	

**Abreviações:** Clor-a: clorofila a; Feo: feopigmentos; Div: diversidade aplicada à densidade; Dens: densidade fitoplanctônica total; Biov: biovolume total; DensCyaPico: Densidade das cianobactérias picoplanctônicas; BioCyaPico: Biovolume das cianobactérias picoplanctônicas; Bac: densidade das Bacillariophyceas; Cya: densidade das cianobactérias picoplanctônicas; T°C: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>: ortofosfato; NT: nitrogênio total; NO<sub>3</sub><sup>-2</sup>: nitrato.

#### 5.4.2 Coeficiente de Correlação de Spearman

Analisando a matriz formada a partir do cálculo do coeficiente de correlação de Spearman (tabela 4), observou-se que, a maioria das correlações significativas ( $p < 0,05$ ) foi positiva sendo registrada apenas uma correlação negativa significativa, que ocorreu entre a temperatura e o silício ( $r = - 0,62$ ).

**Tabela 4:** Correlação de Spearman para as variáveis abióticas e bióticas da região de estudo. São apresentados apenas os coeficientes estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ).

<b>Correlação de Spearman (<math>p &lt; 0,05</math>; <math>n=120</math>)</b>		
<b>Variáveis*</b>	<b>r</b>	<b>t (n-2)</b>
Clor-a & Feo	0,60	8,21
Clor-a & Bac	0,65	9,31
Div & Dens	0,66	9,54
Div & DensCyaPico	0,62	8,60
Div & Cya	0,66	9,56
Div & BioCyaPico	0,61	8,38
Div & Nam	0,64	9,16
Dens & DensCyaPico	0,95	33,80
Dens & Cya	0,96	38,86
Dens & BioCyaPico	0,94	29,83
Dens & Nam	0,64	9,15
Bac & TNR	0,71	11,01
Bac & Biov	0,59	7,84
DensCyaPico & Nam	0,63	8,76
T°C & Si	-0,62	-8,64
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> & NT	0,69	10,43
NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup> & Cya	0,50	6,28

**Variáveis\*:** Clor-a: clorofila a; Feo: feopigmentos; TNR: táxons numericamente representativos; Div: diversidade aplicada à densidade; Dens: densidade numérica total; Biov: biovolume total; Bac: dens. das Bacillariophyceas; Cya: dens. das cianobactérias picoplanctônicas; T°C: temperatura; Si: silício; PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>: ortofosfato; NT: nitrogênio total; NO<sub>3</sub><sup>-2</sup>: nitrato; Nam: nitrogênio amoniacal; DensCyaPico: densidade das cianobactérias picoplanctônicas; BioCyaPico: biovolume das cianobactérias picoplanctônicas.

## 6. DISCUSSÃO

Considerando as características sazonais da região em estudo, que segundo Moraes (1974) dividem-se basicamente em duas estações climáticas: estação seca no outono e no inverno (abril a setembro) e estação chuvosa na primavera e no verão (outubro a março), pode-se dizer que a distribuição das campanhas de amostragem, realizadas trimestralmente, procurou compreender padrões sazonais. No entanto, a partir da análise conjunta das observações de campo, análise das características climáticas típicas da região de estudo e dos dados pluviométricos, foi possível identificar três situações distintas: período de baixa precipitação, com temperaturas altas, representadas pela 1ªC e 4ªC, período de alta precipitação com quedas eventuais de temperaturas, por passagens de frentes frias, representados pela 2ªC e 3ªC e período de baixa precipitação e temperatura, representado pela 5ªC. Tais padrões descritos apresentam irregularidades que particularizam as características da época em que foram efetuadas as amostragens.

Ecossistemas marinhos tropicais são altamente influenciados pelas bruscas variações de temperatura e salinidade dentre outros parâmetros. Servem de base para a diferenciação de massas d'água no oceano e interpretação de fenômenos hidrodinâmicos que ocorrem na coluna d'água (Longhurst & Pauly, 2007).

Segundo Esteves (1988), a temperatura da água influencia os processos biológicos, as reações químicas e bioquímicas que ocorrem na coluna d'água, e, além disso, a viscosidade da água depende tanto da temperatura, quanto dos sais nela dissolvidos, sendo assim, a temperatura torna-se um parâmetro essencial a ser analisado, principalmente a respeito de estudos da comunidade fitoplanctônica, pois podem influenciar na flutuabilidade, locomoção e respiração dos organismos.

A 1ªC, além de registrar as maiores temperaturas (máx. 26,7°C), em relação às outras campanhas, apresentou também, em algumas estações, maior diferença de temperatura entre superfície e fundo (chegando a 2,31 °C, na superfície da estação 1B), o que revela uma possível estratificação térmica na camada superior da coluna d'água, com um gradiente mais forte nos primeiros metros.

Segundo Boney (1975) a estratificação térmica pode limitar a produtividade se esta condição se prolongar, por causa da depleção dos nutrientes nas camadas mais superficiais. O grau de estratificação determinará a força da mistura e a profundidade até a qual esta ocorre. Quando muito acentuado, há estabelecimento também de um gradiente de densidade, que age como uma barreira à circulação de água, impedindo a reposição dos nutrientes pelas massas de água profundas e frias, ricas nestes compostos.

Apesar da 3ªC e 5ªC também registrarem diferenças entre superfície e fundo, com temperaturas mais altas na superfície, em quase todas as estações, as temperaturas foram baixas (< 22,8 °C) se comparadas com a 1ªC e a 4ªC.

Nas constatações feitas por Neto *et. al.* 2005 e Dias Jr. *et. al.* 2005 no período de estudo, percebeu-se que justamente no outono houve maior insolação aliada aos ventos fracos, favorecendo, uma maior penetração dos raios solares e naturalmente, aquecendo a camada superficial da água. Já na 2ªC, 3ªC e 5ªC, foram registrados os valores mais baixos de temperatura (< 22,8 °C). A menor insolação, os ventos mais fortes, os maiores índices pluviométricos e a conseqüente agitação das águas possivelmente promoveram a diminuição da temperatura.

A salinidade variou de 34,1 a 37,8 (mínimo e máximo) respectivamente, a redução nos valores de salinidade, comparando-se as cinco campanhas realizadas, pode ser possivelmente explicada pela ocorrência de chuvas esporádicas na região nos dias precedentes a coleta. A região de estudo não apresenta cursos de água de

volume considerável, e apesar de estar localizada na região de plataforma interna, é influenciada pela Corrente do Brasil, cuja salinidade máxima observada na literatura (Brandini, 1988; Brandini, 1990; Tenenbaum *et. al.*, 2006), atinge valores superiores a 37 na região do Espírito Santo.

A 2<sup>a</sup>C e a 3<sup>a</sup>C apresentaram as médias mais baixas, de salinidade em todo o período de estudo (35,0 e 35,6) respectivamente, que coincidiram com os valores mais altos de precipitação na região (> 200 mm). A diluição por precipitação seria possivelmente o fator identificado como causa para a diminuição da salinidade na superfície. De acordo com Stowe (1987), a variação da salinidade em águas superficiais é maior que em camadas profundas, devido às flutuações ocorrer primariamente por interações na interface atmosfera-oceano.

A temperatura tem efeitos marcantes na concentração de oxigênio dissolvido na água, e isto, se deve às propriedades do gás, cuja solubilidade aumenta com o decréscimo da temperatura (Silva, 2004). Com base em tal afirmativa, observou-se que as concentrações de oxigênio dissolvido (4,66 a 9,66 mg. L<sup>-1</sup>) mínimo e máximo, respectivamente, tenderam a serem mais elevadas nas campanhas em que os valores de temperatura da água foram mais baixos (2<sup>a</sup>C e 3<sup>a</sup>C). Esses padrões foram semelhantes aos encontrados por Schaeffer (2007), em uma região costeira influenciada pela atividade de malacocultura, próxima ao local do presente estudo (Anchieta/ES), apresentando uma variação de 5,21 a 10,16 mg.L<sup>-1</sup> mínimo e máximo, respectivamente. Segundo Pereira & Soares-Gomes (2002) águas quentes e superficiais dos oceanos tropicais apresentam concentrações próximas a 4,0 mg. L<sup>-1</sup> de oxigênio dissolvido.

Houve diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) entre as concentrações de oxigênio dissolvido na 1<sup>a</sup>C e na 2<sup>a</sup>C e 3<sup>a</sup>C. As menores médias (6,71 e 6,64 mg.L<sup>-1</sup>) foram registradas na 1<sup>a</sup>C e 5<sup>a</sup>C, respectivamente. Na 1<sup>a</sup>C as temperaturas mais altas e os ventos fracos possivelmente proporcionaram a menor solubilidade deste gás. Já na 5<sup>a</sup>C a diferença significativa (Anova,  $p < 0,05$ ) entre profundidades (menores

concentrações nas estações de fundo) é um indício de que no fundo está havendo um processo de consumo de oxigênio como degradação da matéria orgânica. Segundo Mann & Lazier (1996), fatores externos, tais como agitação da superfície por ação dos ventos, ascensão de águas profundas subsaturadas, assim como, a liberação do oxigênio para a atmosfera nas águas que se tornaram supersaturadas também podem alterar a dinâmica desses processos.

Em relação ao pH, os resultados mostram valores de caráter básico (em torno de 8,0) na maioria das campanhas, exceto na 4ªC, quando os valores foram extremamente alcalinos. Tais valores são justificados por erros de calibração do aparelho em campo (notificado no dia da coleta).

O fitoplâncton autotrófico, da mesma forma que todos os demais vegetais fotossintetizantes, apresentam necessidades nutricionais bem definidas, que identificadas, podem auxiliar o entendimento da sua dinâmica de crescimento no oceano. Alguns estudos relacionam as baixas taxas de crescimento do fitoplâncton em águas oceânicas pela falta de fósforo e de nitrogênio inorgânicos dissolvidos na camada mais superficial, caracterizando estas águas como oligotróficas (Harris, 1986).

Rezende *et. al.*, (2006) descrevem maiores e menores concentrações de nutrientes nas regiões costeiras e oceânicas, respectivamente, sendo o silicato-Si de grande importância para o desenvolvimento de certos organismos fitoplanctônicos (diatomáceas), que utilizam este elemento nutritivo na produção de seu envoltório celular. Após a morte de tais organismos, esses envoltórios afundam e se depositam sobre o assoalho marinho. Correntes de fundo que remobilizam o sedimento acabam disponibilizando o silicato para a coluna d'água. Segundo Brandini (1988) pode haver, secundariamente, uma relação entre as concentrações de silício e a quantidade de diatomáceas e silicoflagelados.

As concentrações de silicatos apresentaram amplitude considerável, em relação aos outros nutrientes dissolvidos, oscilando entre 0,17 e 172,23  $\mu\text{M}$ . As maiores concentrações foram verificadas na 2ªC e podem ser possivelmente explicadas pela ocorrência de maior aporte continental, através de correntes de fundo que remobilizaram o sedimento e acabaram disponibilizando o silicato para a coluna d'água ou até mesmo um reflexo das condições meteorológicas, como chuvas proporcionando maior aporte continental (run-off), o qual foi registrado neste período (entrada de frente fria) provocando maior mistura da coluna d'água com efeitos na mobilização de sedimentos. Com exceção dessa, nas demais campanhas foram registradas médias mais baixas (2,04 a 12,07  $\mu\text{M}$ ) semelhantes as encontradas por Rezende *et. al.*, 2006 para águas oligotróficas.

O ortofosfato é a fração do fósforo que assume maior relevância, por ser a principal forma de fósforo assimilada pelos organismos fotossintetizantes aquáticos (Mann & Lazier, 1996). Os valores variaram de 0,03 a 1,76  $\mu\text{M}$ . Estudos realizados por Tenenbaum (1995) em uma região tropical costeira (Aracruz-ES) apresentaram variação similar (0,08 a 2,70  $\mu\text{M}$ ). A absorção desse nutriente pelos produtores primários e pelas bactérias é a principal causa de baixas concentrações desse elemento nas áreas superiores da zona eufótica. O seu tempo de residência em água oligotrófica é de apenas alguns minutos e, portanto, o fósforo presente na água se encontra principalmente sob a forma particulada. No sedimento o processo de regeneração do íon fosfato é tão intenso quanto no meio pelágico e os movimentos advectivos aumentam a disponibilidade desse elemento na coluna d'água (Aidar *et. al.*, 1993; Reynolds, 2006).

Na 5ªC as concentrações de ortofosfato foram consideravelmente mais elevadas quando comparadas às demais. Além disso, anteriormente à realização desta amostragem, foi registrada a passagem de uma frente fria no local, que resultou em uma forte ressaca na região, cerca de algumas semanas antes. Esta ressaca, possivelmente, gerou turbulência suficiente na coluna d'água para que os sedimentos fossem remobilizados e alterados, aumentando a disponibilidade

desse elemento na coluna d'água. A quantidade de lama, na 5ªC, aumentou significativamente em algumas estações (Neto *et. al.*, 2006). Ainda, as maiores concentrações encontradas nas estações de fundo corroborariam as considerações anteriores.

As concentrações de nitrato variaram entre 0,48 e 31,41  $\mu\text{M}$  e a concentração média registrada em todas as campanhas foi característica de região de plataforma (média 7,05  $\mu\text{M}$ ), no entanto, valores superiores aos encontrados por Brandini (1990) foram registrados. Este encontrou em regiões de plataforma no sudeste brasileiro, valores entre 0,49 e 8,96  $\mu\text{M}$ . Na 3ªC este nutriente apresentou as maiores variações entre as estações, apesar de estatisticamente não ter havido significância.

Segundo Pereira & Soares-Gomes (2002), a amônia é a principal fonte nitrogenada inorgânica disponível para o fitoplâncton. As maiores concentrações deste nutriente e também de nitrato, registradas no período em que foi realizada a 3ªC (principalmente nas estações de fundo) possivelmente favoreceram o aumento gradual da densidade fitoplanctônica e a presença de espécies de maior biovolume. Os resultados referentes à contribuição das diversas classes taxonômicas para a densidade e o biovolume total reforçam essa consideração. Observou-se também que houve correlação significativa (Spearman) entre a densidade fitoplanctônica total e o nitrogênio amoniacal ( $r= 0,64$ ). Aidar *et. al.*, (1993), realizando estudos em uma região costeira (Ubatuba, SP) sugeriram relação semelhante.

De maneira geral, em relação aos nutrientes inorgânicos dissolvidos, foram encontradas concentrações superiores aos de águas de plataforma (Brandini, 1988; Brandini, 1990), no entanto, alternando com períodos de oligotrofia. Constatou-se que a 1ªC e a 4ªC foram caracterizadas por águas mais oligotróficas. Já a 2ªC foi caracterizada por águas com alto teor de silicatos, indicando provável aporte continental, enquanto, que a 3ªC foi caracterizada por

águas mais ricas em nutrientes, (destaque para o nitrato), e biomassa fitoplanctônica e a 5°C, apresentando características nutricionais semelhantes à 3°C, porém apresentando características termohalinas mais homogêneas.

Segundo Neto *et. al.* (2006) na 5°C as concentrações de nutrientes e matéria orgânica foram consideradas elevadas se comparadas com as demais. A possível explicação de tal processo pode ser atribuída à passagem de uma frente fria na região algumas semanas antes da coleta. Esse evento de alta energia provavelmente gerou turbulência suficiente na coluna d'água para que os sedimentos fossem remobilizados e alterados contribuindo assim para a redistribuição de nutrientes na coluna d'água. Aliado a este fenômeno, correntes de sudeste também podem ter contribuído para as altas concentrações de nutrientes dissolvidos encontradas (Neto *et. al.*, 2006). Com sentido preferencial da costa para o oceano, as correntes podem ter transportado considerável suprimento de nutrientes da zona costeira para a região ao entorno do navio Victory 8B.

Contudo, os nutrientes apresentaram diferenças temporais (Anova,  $p < 0,05$ ), no entanto, não apresentaram nenhum padrão estatisticamente significativo de distribuição horizontal e vertical. Os resultados para as campanhas evidenciam que algumas tendências na distribuição dos nutrientes, seriam atribuídas em sua maior parte, aos processos físicos, principalmente correntes e frentes frias. De modo geral, a alternância nos valores das concentrações de nutrientes indica influência de aporte costeiro.

Bastos *et. al.*, (2005) e Ghisolfi *et. al.*, (2006) estudando a mesma região, especularam ainda, que a presença de águas mais frias e o aumento da concentração de nutrientes na região seja resultado do desenvolvimento de uma ressurgência costeira. Embora haja indícios dessa ocorrência, ainda não há descrição bibliográfica sobre tal. Além disso, há de se verificar se a presença da estrutura do navio junto ao fundo não está de alguma forma alterando as correntes

locais, forçando uma subida de água mais rica em nutrientes para a superfície. A topografia irregular do fundo marinho, como a existência de ilhas ou bancos pode promover um distúrbio no fluxo das correntes resultando em eventos localizados de ressurgência com subsequente aumento de nutrientes em águas superficiais (Lalli & Parsons, 1997). Acima de tudo, é preciso cautela, pois, ainda não foi nem certificada nem refutada a hipótese da influência do navio na redistribuição de nutrientes para a coluna de água ou em outros parâmetros.

Para melhor verificar os efeitos do navio na distribuição dos nutrientes seria necessário ampliar a resolução da malha amostral com mais pontos, principalmente próximos ao navio, e utilizar marcadores químicos de sedimentos marinhos, bem como, diminuir o intervalo entre as amostragens. A falta de pontos controle distantes da área amostrada e a falta de estudos prévios ao afundamento do navio também prejudicam a comparação dos resultados e suas variações. Esses evidenciam que a região de estudo, tal qual situada em uma região de plataforma interna, apresenta características de águas oceânicas oligotróficas com interferência de águas costeiras mais ricas em nutrientes.

Geralmente a estrutura da comunidade fitoplanctônica em região de plataforma continental, é composta tanto de espécies de microalgas costeiras, quanto oceânicas, tornando-se difícil a sua caracterização. No entanto, esta composição não é apenas uma simples mistura de populações litorâneas e oceânicas. O fato das plataformas continentais possuírem características físicas e químicas bastante peculiares faz dessas regiões um verdadeiro ecossistema, que confere caráter próprio às comunidades, que fazem deste, seu hábitat (Smetacek, 1988 *apud* Oliveira; 2005).

Em relação ao número de táxons, a comunidade fitoplanctônica da região de estudo apresentou uma elevada biodiversidade (270 taxa), número próximo aos 276 encontrados por Tenenbaum (1995) em seu estudo sobre o fitoplâncton em uma região marinha impactada por efluentes industriais, em Aracruz/ES, e

superiores aos 135 encontrados por Schaeffer (2007) em seu estudo sobre a comunidade fitoplanctônica em área costeira destinada a malacultura no município de Anchieta/ES. O número total de espécies encontradas na área estudada pode ser considerado elevado para águas que em determinados períodos apresenta características oligotróficas.

As Bacillariophyceae (diatomáceas) contribuíram com o maior número de táxons (127), em todo período de estudo, representando cerca de 47,0% do total de táxons observados. A segunda Classe mais representativa foi Dinophyceae, com cerca de 17,8% de contribuição qualitativa. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Andrade (1987) em estudo sobre a comunidade fitoplanctônica a 5 e 20 metros de profundidade, na região compreendida entre Cabo Frio (RJ) e Abrolhos (BA), onde identificou 110 táxons de diatomáceas e 23 de dinoflagelados.

Apesar das diatomáceas estarem presentes tanto em ambientes costeiros, quanto oceânicos, segundo Eskinazi-Leça *et. al.* (2004) esta classe tem mais representatividade em regiões costeiras e estuarinas. A grande ocorrência de espécies de diatomáceas e também de clorofíceas na área de estudo revela que a região ainda é influenciada por águas costeiras. Apesar da abundância de microalgas costeiras e continentais, verificadas neste estudo, a maioria das espécies são caracteristicamente oceânicas, sendo representadas principalmente por diatomáceas e dinoflagelados. Apenas 43 dos 270 táxons ocorreram em todas as campanhas, mostrando que existiu considerável variação qualitativa ao longo do ciclo e que o número elevado de táxons se deveu também à esta variabilidade.

Verificou-se então, que a composição específica encontrada para a região de estudo, constitui-se de formas típicas tanto de zona oceânica como da zona costeira. Nota-se então, que de uma maneira geral, esta região apresenta particularidades de uma região costeira tropical influenciada por aportes continentais, como identificado nos padrões de nutrientes.

Em ecossistemas tropicais a diversidade específica geralmente é alta. Segundo Margalef (1983), valores de diversidade específica que variam de 1,0 a 2,5 bits.cél.<sup>-1</sup> caracterizariam regiões costeiras, podendo ser especialmente baixos em estuários, comunidades em início de sucessão e ambientes poluídos. Valores entre 3,5 e 4,5 bits.cél.<sup>-1</sup> caracterizariam regiões oceânicas ou comunidades costeiras em etapas mais avançadas de sucessão.

Os valores de diversidade específica obtidas para a região de estudo, apresentaram variação entre 0,46 a 2,72 bits.cél.<sup>-1</sup> e média igual a 1,7 bits.cél.<sup>-1</sup>, relativa a todas as campanhas de amostragem. Tais resultados, de acordo com a classificação de Margalef (1983), caracterizariam a área de estudo como uma região costeira, no entanto, algumas campanhas como a 4ªC e a 5ªC, apresentaram valores quase sempre acima de 2,0 bits.cél.<sup>-1</sup>, o que tenderia à características de regiões oceânicas.

Em comparação com outros resultados de diversidade específica obtidos em regiões costeiras, e próximas à região de estudo, destaca-se Tenenbaum (1995) que estudando a comunidade fitoplanctônica ao largo da região costeira de Aracruz (ES), impactada por efluente industrial, observou variação entre 0,12 e 4,12 bits.cél.<sup>-1</sup>, e atribuiu a alta diversidade específica, essencialmente às variações temporais, que resultaram em uma estrutura amplamente diversificada da comunidade. Schaffer (2007) estudando uma região de cultivo (malacocultura) em Anchieta/ES observou variação entre 1,0 a 3,8 bits.cél.<sup>-1</sup>, e atribuiu a alta diversidade específica à presença do Rio Benevente, bastante preservado. Wanderley (2006), avaliando o microfitoplâncton na costa de Pernambuco, registrou diversidades entre 0,71 e 3,46 bits/células e associou os baixos valores de diversidade à dominância numérica de *Trichodesmium erythraeum*. Tal constatação foi semelhante ao encontrado no presente estudo, onde a fração picoplânctônica encontrada deveu-se principalmente a *Synechocystis cf aquatilis*.

Nota-se, quando se observa os dados de composição por classes de tamanho, que as cianobactérias picoplanctônicas apresentaram na maior parte dos pontos e campanhas, porcentagens de até 99% da densidade total, o que resultou em baixos valores de diversidade. Assim, sua alta densidade, composta por poucas espécies, fez resultar em algumas campanhas, valores mais baixos de diversidade específica.

Em relação às variações espaço-temporais, não houve diferença significativa entre as estações, mas houve entre profundidades. Os valores de diversidade específica foram quase sempre maiores no fundo. Esse fato está possivelmente ligado à menor predominância de cianobactérias picoplanctônicas no fundo das estações. Além disso, pode ser notada uma tendência de aumento da diversidade específica da 1ªC para as duas últimas campanhas (4ªC e 5ªC), podendo ser este aumento, um reflexo da maior abundância dos organismos das classes de tamanho nanoplanctônica (4ªC) e microfitoplanctônica (5ªC), classes especificamente mais diversas.

A estimativa da biomassa fitoplanctônica através de dados de clorofila *a* é muito usada, até mesmo por sensoriamento remoto (Ciotti *et. al.*, 2007) e é uma ferramenta para se compreender o estado trófico de um ambiente. No presente estudo, a biomassa expressa em teor de clorofila *a* variou entre 0,11 e 1,55  $\mu\text{g. L}^{-1}$ . Em comparação com outros estudos realizados em águas costeiras e oceânicas, destacam-se Teixeira & Gaeta (1991), estudando a região costeira de Ubatuba (SP), observaram variação entre 0,60 e 2,10  $\mu\text{g. L}^{-1}$ , Tenenbaum (1995) estudando a comunidade fitoplanctônica (Aracruz-ES), observou variação entre 0,01 e 3,45  $\mu\text{g. L}^{-1}$  na costa do Espírito Santo e Ciotti *et. al.* (2007) estudando uma região oceânica (de Salvador ao Cabo de São Tomé) observaram variação entre não detectável ( $<0,02 \mu\text{g. L}^{-1}$ ) e 2,81  $\mu\text{g. L}^{-1}$ . Os valores registrados e comparados a esses estudos mostram que na região, os valores de clorofila *a* podem ser considerados como baixos e típicos de regiões oceânicas oligotróficas.

Em relação às variações espaço-temporais das concentrações da clorofila *a* observou-se diferença significativa (ANOVA,  $p < 0,05$ ) entre a 1ªC e 3ªC e as demais campanhas. Essas duas campanhas apresentaram concentrações médias semelhantes ( $0,51$  e  $0,48 \mu\text{g. L}^{-1}$ ) respectivamente. A 3ªC e a 4ªC apresentaram valores de fundo quase sempre maior que os de superfície, essas variações foram significativas e confirmadas pela análise estatística. Isso possivelmente demonstra que nas camadas superficiais há pouca disponibilidade de nutrientes. Além disso, a radiação solar intensa pode fotoinibir as taxas de crescimento celular em camadas mais superficiais (Mann & Lazier, 1996).

Comparando-se a variação dos valores médios entre as campanhas, observou-se que a maior concentração média de clorofila *a* ( $0,81 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) coincidiu com a maior concentração média de biomassa fitoplanctônica total estimada pelo biovolume ( $0,698 \text{ mm}^3. \text{L}^{-1}$ ) (5ªC) e a menor concentração média de clorofila *a* ( $0,18 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) coincidiu com a maior média da densidade numérica total ( $4.405 \text{ células. mL}^{-1}$ ) (4ªC). Essa relação inversa entre os valores de clorofila *a* e densidade fitoplanctônica é entendida pela grande densidade de organismos de tamanho reduzido que foi encontrada principalmente na 4ªC (dominância do pico e nanoplâncton), sugerindo que a baixa biomassa encontrada é condizente com a pouca biomassa individual destes organismos.

Calvo-Díaz *et. al.*, (2004) estudando a estrutura da comunidade picoplanctônica ao longo da margem continental de uma plataforma de águas temperadas (costa norte e noroeste da Península Ibérica), observou que as picocianobactérias (principalmente *Synechococcus*) dominaram em baixas concentrações de clorofila *a*. É importante frisar que a biomassa fitoplanctônica total estimada pelo biovolume apresentou relação significativa com a densidade numérica das diatomáceas (correlação de Spearman,  $r = 0,59$ , ACP e *Linkage*), como era de se esperar. Organismos em sua maioria de maior tamanho e conseqüentemente maior biovolume, onde, mesmo estes não predominando nas amostras, podem apresentar altas concentrações desse pigmento.

Os valores de feopigmentos registrados no presente estudo estiveram quase sempre mais baixos do que os valores da clorofila *a*, com poucas exceções, e acompanharam as variações médias desta. A relação entre os feopigmentos e a clorofila *a* pode indicar as condições fisiológicas da comunidade fitoplanctônica por ser o produto da degradação da clorofila *a* (Esteves, 1988). Os valores de feopigmentos permaneceram em níveis quantitativos sempre mais baixos que a clorofila *a*, como dito anteriormente, o que possibilitou perceber o bom estado fisiológico da comunidade em questão.

Em relação à densidade fitoplanctônica, não houve diferença significativa entre superfície e fundo (Anova), o que demonstrou maior homogeneidade ao longo da coluna d'água. Na 5ªC, houve um aumento significativo da densidade de diatomáceas na maioria das estações, principalmente na superfície, (máximo de 56%). De acordo com Smayda (1980) *apud* Tenenbaum (1995) e Alongi (1998) em ecossistemas costeiros, as diatomáceas podem apresentar uma grande expressividade em termos quantitativos e qualitativos. Esse sucesso reflete a instabilidade típica de tais ambientes, onde a energia externa (advecção e turbulência) tende a manter a coluna d'água homogênea e enriquecida, além de diminuir a sedimentação do fitoplâncton para zonas menos iluminadas. Tal afirmação possivelmente corrobora os resultados encontrados na 5ªC, já que há indícios, da atuação de correntezas e entradas de frentes frias, que conseqüentemente contribuíram para efeitos de advecção e turbulência na região.

De modo geral, os resultados de densidade fitoplanctônica encontrados neste estudo, podem ser considerados como elevados, se comparados a estudos que não levaram em consideração a fração picoplanctônica. Tenenbaum (1995), por exemplo, estudando a densidade celular fitoplanctônica, estimada a partir do somatório das frações do microfitoplâncton e do nanoplâncton na região costeira de Aracruz-ES, observou média de  $2,0 \times 10^2$  células. mL<sup>-1</sup>. Em contrapartida, resultados de estudos que consideram a fração picoplanctônica, apontariam essa densidade como baixa. Tenenbaum *et. al.* (2001), comparando a densidade

celular fitoplanctônica (somatório das frações do microfitoplâncton, do nanoplâncton e do pico autotrófico e heterotrófico) de regiões costeiras e oceânicas, observaram valores absolutos de densidade fitoplanctônica entre  $10^7$  e  $10^9$  células. mL<sup>-1</sup> (região costeira) e  $10^6$  células.mL<sup>-1</sup> (região oceânica).

Devido ao seu pequeno tamanho as células picoplanctônicas ou de tamanho próximo a elas são muitas vezes desconsideradas nas quantificações da densidade fitoplanctônica (Johnson & Sieburth, 1979; Stockner, 1988). Entretanto, a importância destes organismos tem sido muito ressaltada principalmente em águas oceânicas tropicais. Susini-Ribeiro (1999), estudando as frações pico, nano e microfitoplanctônica na região de Abrolhos (BA) encontrou valores de densidade entre 1.570 e 502.512 células. mL<sup>-1</sup>, a maioria pertencente ao picoplâncton e aos fitoflagelados de pequeno tamanho. Neste último trabalho, caso estes pequenos organismos tivessem sido desconsiderados, as densidades não ultrapassariam a 98 células. mL<sup>-1</sup>. Logo, nota-se a importância de se quantificar a contribuição dessa classe de tamanho em relação à densidade fitoplanctônica total.

A contribuição das cianobactérias picoplanctônicas (até 99%) para a densidade fitoplanctônica total apresentou semelhanças com estudos realizados por Calvo-Díaz *et. al.*, (2004) que estudando a estrutura da comunidade picoplanctônica ao longo da margem continental de uma plataforma de águas temperadas (costa norte e noroeste da Península Ibérica), observou que as picocianobactérias (principalmente *Synechococcus*) contribuíram, em termos de densidade fitoplanctônica total, com cerca de 73 a 99% . Tenenbaum *et. al.*, 2001, estudando regiões oceânicas (REVIZZE), observaram contribuição do componente picoplanctônico autotrófico variando entre 68 e 98%. É importante ressaltar, mais uma vez, que são escassos os estudos que abordam a contribuição de cianobactérias picoplanctônicas para a biomassa fitoplanctônica total, em regiões de transição (costeiro-oceânica).

A densidade de cianobactérias picoplanctônicas (em percentagem de contribuição das classes de tamanho para a densidade total) não apresentou variação significativa entre superfície e fundo e entre as estações (Anova), mas apenas entre as campanhas, mais especificamente entre a 4ªC e as demais. Observando-se a contribuição das classes de tamanho para a densidade fitoplanctônica, verificou-se o predomínio das cianobactérias picoplanctônicas nas três primeiras campanhas (1ªC, 2ªC e 3ªC). Já nas duas últimas campanhas (4ªC e 5ªC) as classes de tamanho nanoplanctônica e microfitoplanctônica apresentaram um importante aumento percentual. Esse aumento de densidade das outras classes de tamanho estaria possivelmente relacionado à massas d'águas mais ricas em nutrientes.

A predominância das cianobactérias picoplanctônicas para a densidade total, em maior ou menor grau, pode ser considerada como um quadro normal, já que, principalmente quando nos afastamos um pouco mais da costa e atingimos águas oligotróficas, a escala de tamanho característico do fitoplâncton tende a diminuir, favorecendo organismos de menor tamanho e mais capaz de sobreviver nestas águas pobres em nutrientes (Li, 1994; Whitton & Potts, 2000). Tenenbaum *et. al.* (2001) analisando a estrutura microbiana de dois ambientes marinhos distintos (costeiro e oceânico) no Estado do Rio de Janeiro, verificou a tendência de aumento da densidade de organismos de menor tamanho, a medida que analisava dados de estações mais afastadas da costa. Em relação à região de estudo, essa tendência torna-se difícil de identificar, devido a disposição da malha amostral e a proximidade dos pontos amostrais.

No presente estudo, os gêneros que mais colaboraram para a elevada densidade fitoplanctônica total foram *Synechocystis* e *Synechococcus*. A espécie que se destacou foi a cianofícea picoplanctônica *Synechocystis* cf *aquatilis*, que segundo Shastri & Morgan (2005) é uma cianobactéria unicelular que pode crescer autotroficamente, utilizando dióxido de carbono e luz, bem como, osmotroficamente, com a utilização de glucose, sendo característica de águas

mesotróficas. De acordo com Dias Jr. *et. al.*, (2005) são extremamente abundantes em águas marinhas, incluindo a área de estudo. Campbell *et. al.* (1994) em seus estudos sobre cianobactérias picoplanctônicas marinhas, mostraram que estas tendem a predominar em mais de 80% da densidade fitoplanctônica total. Já entre as clorofíceas, a espécie que mais contribuiu para a abundância total foi *Chlorella cf minutíssima* (2-3  $\mu\text{m}$ ), que também se encontra próxima a classe de tamanho picoplanctônica.

Atualmente pesquisadores estão buscando quantificar os organismos fitoplanctônicos através da estimativa da biomassa por meio do volume celular (biovolume). Dias Jr. & Barroso (1998) argumenta que o número de indivíduos atribui importância excessiva aos organismos pequenos e não potencializa a grande importância ecológica dos organismos maiores como principais contribuidores da biomassa do fitoplâncton. Logo, a biomassa é uma importante variável, pois mede a quantidade de energia estocada em certo nível trófico da comunidade biológica.

De acordo com Vollenweider (1968) o valor mínimo de 0,01 e o máximo de 1,58  $\text{mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$  seriam os valores de biovolume fitoplanctônico total correspondentes a ambientes oligotróficos. Na região de estudo, apesar de observados valores mais altos que a faixa de variação proposta, verificou-se que os valores médios foram sempre baixos.

A tendência dos maiores valores de biomassa fitoplanctônica serem registrados na 3<sup>a</sup>C e 5<sup>a</sup>C podem ser possivelmente atribuídos a fatores físicos e químicos relacionados ao período em que estas campanhas foram realizadas, tais quais, foram caracterizadas por massas d'água mais frias e ricas em nutrientes, além de ocorrência de ressacas antes das realizações das coletas, com períodos de maior turbulência e ressuspensão, fato este, que pode ter favorecido a acentuada permanência de diatomáceas na superfície da maioria das estações,

principalmente na 5ªC. Segundo Reynolds (2006) este grupo depende da turbulência para prolongar a sua suspensão na coluna d'água.

A Classe taxonômica que mais contribuiu para a biomassa fitoplanctônica total foi a Classe Bacillariophyceae, com exceção da 4ªC, onde a Classe das Cyanophyceae foi a maior contribuinte. A maior contribuição das diatomáceas para o biovolume total esteve relacionada principalmente ao tamanho que representantes desta classe possuem em relação aos indivíduos da Classe Cyanophyceae. As diatomáceas apresentaram em todo o período de estudo uma biomassa relevante, devido ao fato, de quase sempre estarem presentes nas amostras analisadas, mesmo em baixas densidades.

A grande quantidade de indivíduos sem pigmentos ressuspensos encontrados aponta que realmente estes podem ter sido trazidos por correntezas, mas tenderam a não sobreviver em águas com características oligotróficas. Apesar disso, a maioria das espécies encontradas é caracteristicamente marinha e as análises de agrupamento reforçam a relação entre o aumento da densidade das diatomáceas com a clorofila *a*, mostrando que o maior tamanho dessas células está relacionado com a maior quantidade deste pigmento.

É importante destacar que no Brasil, em regiões costeiras e oceânicas ainda há poucas bibliografias sobre biomassa fitoplanctônica estimada por biovolume celular, como os trabalhos de Schaefer (2007), no estudo que associa biomassa fitoplanctônica estimada em uma área costeira influenciada pela Malacocultura (Anchieta/ES), e Felip & Catalan (2000) no estudo da relação entre o biovolume do fitoplâncton e a clorofila *a*. Mais escassos ainda, são estudos realizados à respeito da contribuição de cianobactérias picoplanctônicas, em termos de biomassa fitoplanctônica total.

Observando as variações espaço-temporais da contribuição (%) das classes de tamanho para a biomassa fitoplanctônica total, nota-se que a classe de tamanho

referente às cianobactérias picoplanctônicas, apresentou sua maior contribuição, na 4ªC (máximo de 59,7%) com poucas diferenças entre superfície e fundo. Este fato coincidiu com a alta densidade total e o baixo biovolume total registrado neste período. A classe de tamanho nanoplanctônica também se mostrou representativa nesta campanha, registrando máxima de 99,1%, mas que foi influenciador dos valores mais altos de diversidade específica.

Neste estudo observou-se que a densidade celular atribuiu importância excessiva às cianobactérias picoplanctônicas e não potencializou a grande importância ambiental dos organismos maiores, como principais contribuidores da biomassa do fitoplâncton, representados aqui, principalmente pelas diatomáceas e dinoflagelados, indicando que a biomassa estimada pelo biovolume celular é uma importante variável, pois mede a real contribuição de energia estocada em certo nível trófico da comunidade biológica. No entanto, isso não inibiu a importância das cianobactérias picoplanctônicas para esta região de característica oligotrófica, em termos de características da comunidade fitoplanctônica, sendo as cianobactérias picoplanctônicas, importantes fontes de biomassa quando células maiores nem sempre estão presentes.

Altas densidades fitoplanctônicas foram encontradas nesta região, contudo, por apresentarem dominância de organismos muito pequenos, em especial das cianobactérias picoplanctônicas e organismos nanoplanctônicos de tamanho próximo ao do picoplâncton, acabam refletindo em baixos valores de clorofila *a* e de biovolume. Os resultados para as concentrações de nutrientes indicam aporte costeiro, já os resultados relativos à comunidade fitoplanctônica indicam características de ambiente oceânico. Assim foi possível perceber características de ambiente oligotrófico, porém, ainda influenciado por massa de água costeira.

## 7. CONCLUSÕES

A região de afundamento do navio Victory 8B identifica-se como parte de um ecossistema marinho tropical. Os resultados para as campanhas evidenciam que algumas tendências na distribuição dos nutrientes, seriam atribuídas em sua maior parte, aos processos físicos, principalmente correntes e frentes frias. De modo geral, a alternância nos valores das concentrações de nutrientes indica influência de aporte costeiro.

O fitoplâncton na área de afundamento do navio Victory 8B está representado, em sua maioria, por espécies de habitats marinhos, porém ainda, com ocorrência considerável de espécies estuarinas e costeiras. A grande ocorrência de algumas espécies de diatomáceas e também de clorófitas na área de estudo revela que a região ainda é influenciada por águas costeiras. Mas, a maioria das espécies são caracteristicamente oceânicas, sendo representadas principalmente por diatomáceas e dinoflagelados.

Apenas 43 dos 270 táxons ocorreram em todas as campanhas, mostrando que existiu considerável variação qualitativa ao longo do ciclo e que o número elevado de táxons se deveu também a esta variabilidade.

A diversidade foi considerada baixa, e tal fato está relacionado com as poucas espécies que contribuíram com altas densidades. Os gêneros que mais colaboraram para esses resultados foram *Synechosystis* e *Synechococcus*. Apesar da alta densidade, os valores de clorofila *a* e de biovolume se apresentaram baixos, justamente pelo tamanho diminuto dos organismos mais numerosos, como as cianobactérias picoplanctônicas. O biovolume foi associado a densidade das diatomáceas, espécies maiores que contribuem mais com o biovolume, bem como, com a clorofila *a*.

Os valores de feopigmentos permaneceram em níveis quantitativos sempre mais baixos que a clorofila *a*, como dito anteriormente, o que possibilitou perceber o bom estado fisiológico da comunidade em questão.

Verificou-se que a densidade numérica atribuiu importância excessiva as cianobactérias picoplanctônicas e não potencializou a grande importância ambiental dos organismos maiores, como principais contribuidores da biomassa do fitoplâncton, representados aqui, principalmente pelas classes de tamanho nano e microfitoplanctônica. No entanto, isso não inibiu a importância das cianobactérias picoplanctônicas para esta região, sendo as cianobactérias picoplanctônicas, importantes fontes de biomassa quando células maiores nem sempre estão presentes.

Os resultados para as concentrações de nutrientes indicam aporte costeiro, já os resultados relativos à comunidade fitoplanctônica indicam características de ambiente oceânico. Assim foi possível perceber um ambiente com características oligotróficas, porém, ainda influenciado por massa de água costeira.

## 8. RECOMENDAÇÕES

- Realizar estudos mais completos sobre as relações de herbivoria e transferência de energia entre o zooplâncton e o fitoplâncton.
- Estudar a contribuição, em termos de biomassa e produtividade primária dos demais grupos que compõe o picoplanctônico marinho.
- Estudar mais detalhadamente as evidências que suportam a hipótese de desenvolvimento de uma provável ressurgência costeira na região de estudo e a da influência do navio no sistema.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aidar, E.; Gaeta, S. A.; Giancesella-Galvão, S. M. F.; Kutner, M. B. B., & Teixeira, C., 1993. **Ecosistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP.** Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, (10): 9 – 43 p.
- Albino, J. & Gomes, R. C., 2005. **Descrição dos Aspectos Oceanográficos do Litoral do Espírito Santo.** Vitória: Instituto do Milênio – RECOS. Modelagem, monitoramento, erosão e ocupação costeira – MMOC/ES. Relatório Técnico.
- Albino, J.; Vale, C. C.; Gomes, R. C., 2005. **Descrição Climática do Litoral do Espírito Santo.** Vitória: Instituto do Milênio – RECOS. Modelagem, monitoramento, erosão e ocupação costeira – MMOC/ES.
- Alongi, D. M., 1998. **Coastal ecosystem processes.** Ed: CRC Press: Queensland. 255 – 321p.
- Andrade, L.P.L.S., (1987). **Avaliação das comunidades fitoplanctônicas a 20m de profundidade da região compreendida entre Cabo Frio (RJ) e o Arquipélago de Abrolhos (BA), Brasil.** Relatório Final. 27p. Bolsa de aperfeiçoamento (CNPQ – Proc. 107672-84).
- Barroso, G. F. & Littepage, J., 1998. **Protocolo para análise de clorofila-a e feopigmentos pelo método fluorimétrico (Fluorímetro TD-700).** Programa Brasileiro de Intercâmbio em Maricultura – Monitoramento Ambiental. Vitória. ES. Universidade Federal do Espírito Santo / University of Victoria: (s.n.), 21p.
- Bastos, A. C.; Cetto P. C.; Veronez V. Jr. & Moscon D. M.C., 2005. Estudo Morfológico. In: **Monitoramento Ambiental. Projeto Recifes Artificiais Marinhos (RAM) Victory 8B.** 1º- 8º Relatórios (2005-2007). Departamento de Ecologia e Recursos Naturais (DERN). Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).
- Bold, H. C., 1985. **Introduction to the algae: Structure and Reproduction.** Ed.:2ª. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Boney, A. D., 1975. **Phytoplankton.** Edward Arnold, London. Institute of Biology's Studies in Biology. (52): 116p.
- Booth, B. C., 1987. The use of autofluorescence for analysing oceanic phytoplankton communities. **Botânica Marina.** (30): 101-108.

- Brandini, F. P. & Moraes, C. L. B., 1986. Composição e distribuição do fitoplâncton em áreas costeiras e oceânicas do sudeste do Brasil. **Nerítica**. 3: (1) 9-19.
- Brandini, F. P., 1988. Composição e distribuição do fitoplâncton na Região Sueste do Brasil e suas relações com as massas de água (Operação Sueste – julho/agosto 1982). **Ciência e Cultura**. 4: (40), 334-341.
- Brandini, F. P.; Moraes, C. L. B.; Thamm, C. A. C., 1988. Shelf break upwelling, subsurface maxima of chlorophyll and nitrite, and vertical distribution of a subtropical nano and microplankton community off southeastern Brazil (November 1985). In: **Memórias do III Encontro Brasileiro de Plâncton**. Caiobá, Paraná.
- Brandini, F. P., 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984). **Hydrobiologia**. Curitiba. 196: 111-148.
- Brandini, F. P.; Siqueira, A.; Kolm, H. E., 2006. Offshore distribution patterns of the cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* ehrenberg and associated phyto- and bacterioplankton in the southern Atlantic coast (Paraná, Brazil). **Braz. Arch. Biol. Technol.**, 49: (2).
- Calijuri, M. do C.; Alves, M. S. A.; Santos, A. C. A., 2006. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos: RiMa (Chaves de identificação).
- Calvo-Díaz, A.; Morán X. A. G.; Nogueira E.; Bode A.; and Varela M., 2004. Picoplankton community structure along the northern Iberian continental margin in late winter–early spring. **Journal of Plankton Research**. 26 (9): 1068-1081.
- Campbell, L.; Carpenter E. J. & Iacono V. J., 1983. Identification and enumeration of marine chroococcoid cyanobacteria by immunofluorescence. **Appl. Environ. Microbiol.** 46 (3): 553-559.
- Campbell, L.; Nolla, H. A.; Voulot, D., 1994. The importance of *Prochlorococcus* to community structure in central North Pacific Ocean. **Limnol. Oceanogr.**, 39: 954-958.
- Caron, A. D., 1983. "Technique for Enumeration of Heterotrophic and Phototrophic Nanoplankton, Using Epifluorescence Microscopy, and Comparison with Other Procedures." **Appl. Environ. Microbiol.** 46: (2), 491-498.
- Castro, B.M. & Miranda, L. B. 1998. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S coastal segment (4°W). In:

- Robinson, A.R. and Brink, K.H.,(eds.), **The sea**. John Wiley and Sons, New York. 209-251p.
- CECAM, 2009. Centro Capixaba de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://cecam.incaper.es.gov.br/index.php>. Acesso em: 27 abril de 2009.
- Cetto, P. H., 2005. Sonografia e faciologia da plataforma continental interna situada entre as ilhas escalvada e rasa, Guaraparí-ES. **Monografia de graduação (Bacharelado)**. Programa de Graduação em Oceanografia. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, UFES.
- Ciotti, A. M.; Gonzáles-Rodriguez, E.; Andrade, L.; Paranhos, R.; Carvalho, W. F., 2006. Massas d' Água. In: Valentin J.L. (Ed) **Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao cabo de São Tomé, RJ)**. Jean Louis Valentin, organizador. Brasília: Ideal Gráfica e Editora. p. 21 – 29 (Série Documentos REVIZEE/SCORE Central).
- Dias Jr., C. Estudo do fitoplâncton em um reservatório de águas ácidas na região litorânea do Espírito Santo (Reservatório Águas Claras, Aracruz, ES). 1998. **Tese**. (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP.
- Dias Jr.; C. D. & Barroso, G. F., 1998. Limnological studies of coastal lagoons in the south of Espírito Santo State (Brazil). **Verh. Internat. Verein. Limnol.** Stuttgart. (26): 1433 - 1437.
- Dias Jr., C.; Cunha, K. J. O.; Rocha, S. L., 2002. **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.
- Dias Jr.; Lima B. C. R. & Oliveira F. R. A., 2005 a 2007. Estudo da Comunidade Fitoplanctônica. In: **Monitoramento Ambiental. Projeto Recifes Artificiais Marinhos (RAM) Victory 8B**. 1º- 8º Relatórios (2005-2007). Departamento de Ecologia e Recursos Naturais (DERN). Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).
- Edler, L., 1979. Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea: phytoplankton and chlorophyll. **Baltic. Marine Biologist**. (9): 5 - 38.
- Eskinazi-Leça, E.; Koenig, M. L.;Silva-Cunha, M. G. G., 2004. Estrutura e Dinâmica da Comunidade Fitoplanctônica. In.: **Oceanografia: Um cenário tropical** / Org. por Eskinazi-Leça; Sigrid Neumann-Leitão; Mônica Ferreira da Costa. Recife: Bagaço. UFPE. Centro de Tecnologia e Geociências. Departamento de Oceanografia. 353 – 373 p.

- Esteves, F. A., 1988. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência.
- Fahnenstiel, G. L.; Redalje, D. G.; Lohrenz, S. E., 1994. Has the importance of photoautotrophic picoplankton been overestimated?. **Limnol. Oceanogr.** 39 (2): 432 – 438.
- Felip, M. & Catalan, J., 2000. The relationship between phytoplankton biovolume and chlorophyll in a deep oligotrophic lake: decoupling in their spatial and temporal maxima. **Journal of Plankton Research**. 22: (1), 91-105.
- Foog, G. E., 1995. Some comments on picoplankton and its importance in the pelagic ecosystem. **Aquatic Microbial Ecology**. (9): 33 - 39.
- Gaeta, S. A.; Lorenzetti, J. A.; Miranda, L. B.; Susini-Ribeiro, S. M. M.; Pompeu, M.; Araújo, C. E. S., 1999. The Vitória Eddy and its relation to the phytoplankton biomass and primary productivity during the austral fall of 1995. **Arch. Fish. Mar. Res.** (47): 253-270.
- Giovannoni, S. J & Stingl, U., 2005. Molecular diversity and ecology of microbial plankton. **Nature**. (437): 343 – 348.
- Ghisolfi, R. D.; Guitolini P. B. Toffoli M. R., 2006. Estudo do Campo Termohalino – Estudo dos Processos Dinâmicos. In: **Monitoramento Ambiental. Projeto Recifes Artificiais Marinhos (RAM) Victory 8B**. 4°- 8° Relatórios (2006-2007). Departamento de Ecologia e Recursos Naturais (DERN). Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).
- Hall, J. A., & Vincent, W. F., 1990. Vertical and horizontal structure in the picoplankton communities of a coastal upwelling system. **Marine Biology**. (106): 465 – 471.
- Harris, G. P., 1986. **Phytoplankton Ecology**. Londres: Chapman and Hall.
- Hillebrand H.; Dürselen C. D. ; Kirschtel D.; Zohary T.; Pollinger U., 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. **J. Phycol.** (35): 403 – 424.
- Johnson, P.W. & Sieburth, J.M., 1979. Chroococcoid cyanobacteria in the sea: a ubiquitous and diverse photosynthetic biomass. **Limnol. Oceanogr.** (24): 928-935.
- Lalli, C. M. Parsons, T. R., 1997. **Biological Oceanography**: an Introduction. 2 ed. Oxford: Butterworth-Heinemann.

- Lefébure, P. 1947. **Atlas pour la détermination des diatomées. Laboratoire de micrographie.** Paris – França. (chave de identificação).
- Li, W. K. W., 1994. Primary production of prochlorophytes, cyanobacteria and prokaryotic ultraphytoplankton measurements from flow cytometric sorting. **Limnol. Oceanogr.**, (39): 169-174.
- Longhurst, A. R., & Pauly, D., 2007. **Ecologia dos Oceanos Tropicais.** São Paulo: Edusp. 45-107 p.
- Lund, J.W.; Kipling, C.; Le Cren, D., 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. **Hydrobiologia**, 11: 143-170p.
- Komárek, J., 1983. **Das Phytoplankton des Süswassers: Chlorococcales.** Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. (chave de identificação).
- Mann, K. H. & Lazier, J. R. N. 1996. **Dynamics of Marine Ecosystems: Biological-Physical Interactions in the Oceans.** 2ª ed. Ed: Blackwell Science.
- Margalef, R., 1983. **Limnologia.** Barcelona. Ed.: Omega.
- Medeiros, C.; Macedo, S.; Feitosa, F. A. N.; Koenig, M. L., 1999. Hydrology and phytoplankton biomass of the north-eastern Brazilian waters. **Arch. Fish. Mar. Res.** (47):133-151.
- Moraes, C., 1974. **Geografia do Espírito Santo.** Vitória: Fund. Cult. do Espírito Santo.
- Neto, R. R.; Gaigher L. P.; Pavani F. C.; Oliveira C. M. S.; Costa E. S.; Flores R. M.; Andrade R. R., 2005. Estudo Químico. **In: Monitoramento Ambiental. Projeto Recifes Artificiais Marinhos (RAM) Victory 8B.** 1º, 2º e 3º Relatórios. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais (DERN). Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).
- Neto, R. R.; Gaigher L. P.; Pavani F. C.; Oliveira C. M. S.; Costa E. S.; Flores R. M.; Andrade R. R., 2006. Estudo Químico. **In: Monitoramento Ambiental. Projeto Recifes Artificiais Marinhos (RAM) Victory 8B.** 4º, 5º Relatórios. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais (DERN). Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).
- Odum, E. P., 1971. **Fundamentos de Ecologia.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. p. 927.

- Oliveira, F. R. A., 2005. Caracterização da comunidade fitoplanctônica em uma área de Recifes Artificiais Marinhos (Guarapará – ES). **Monografia de graduação (Bacharelado)**. Programa de Graduação em Oceanografia. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, UFES.
- Paranhos, R., 1996. **Alguns métodos para análise da água**. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ.
- Parsons, T. R.; Takahashi, M. & Hargrave, B. 1984. **Biological oceanographic processes**. Ed. 3<sup>a</sup>. Pergamon Press, Oxford. 332 p.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., and McMahon, T. A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth Syst. Sci.** (11): 1633–1644.
- Pereira, R. C & Soares-Gomes, A., 2002. **Biologia Marinha**. Interciência. Rio de Janeiro. 382 p.
- Rezende, C. E.; Andrade, L.; Suzuki, M. S.; Faro, B. C. M. T. ; Paranhos, R., 2006. Hidroquímica. In: **Valentin J.L. (Ed) Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao cabo de São Tomé, RJ)**. Jean Louis Valentin, organizador. Brasília: Ideal Gráfica e Editora. p. 31 – 60 (Série Documentos REVIZEE/SCORE Central).
- Reynolds, C., 2006. **The Ecology of Phytoplankton**. Cambridge. 535p.
- Ricard, M. 1987. **Atlas du phytoplankton Marin. Diatomophycées**. Vol. 2. Paris-França. (chave de identificação).
- Santos, V. S.; Villac, M. C., Tenenbaum, D. R. Paranhos, R., 2007. Auto- and heterotrophic nanoplankton and filamentous bacteria of Guanabara Bay (RJ, BRAZIL): estimates of cell/filament numbers versus carbon content. **Braz. J. Ocean.**, v. 55, n. 2, p. 133-143.
- Schaeffer, L. R., 2007. Distribuição espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica em uma área de malacultura no município de Anchieta – ES. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal (Área: Fisiologia Vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória – ES, 124f.
- Shannon, C. E. & Weaver, W., 1963. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press.
- Shastri & Morgan, 2005. Flux Balance Analysis of Photoautotrophic Metabolism. **Biotechnol. Prog.** (21): 1617-1626.

- Sieburth, J., 1978. "Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions." **Limnol. Oceanogr.** 23: (6), 1256-1263.
- Silva, C. A. R., 2004. **Análises físico-químicas de sistemas marginais marinhos**. Rio de Janeiro: Interciência.
- Sournia, A., 1978. **Phytoplankton Manual**. Paris: UNESCO. 337p.
- Stockner, John G., 1988. Phototrophic picoplankton: An overview from marine and freshwater ecosystems. **Limnol. Oceanogr.** (33): 765 - 775.
- Stowe, K. 1987. **Essentials of Ocean Science**. John Wiley & Sons, New York.
- Sun, J., Liu, D., 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. **Journal of Plankton Research.** 25 (2): 1331 - 1346.
- Susini - Ribeiro, S. M. M., 1999. Biomass distribution of pico, nano and microplankton on the continental shelf of Abrolhos, East Brazil. **Arch. Fish. Mar. Res.** (47): 271-284.
- Teixeira, C. & Gaeta, S. A., 1991. Contribution of picoplankton to primary production in estuarine, coastal and equatorial waters of Brazil. **Hydrobiologia.** (209): 117 - 122.
- Tenenbaum, D. R., 1995. O fitoplâncton numa região tropical costeira impactada pelo efluente de uma fábrica de celulose (Espírito Santo, Brasil). **Tese** – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).
- Tenenbaum, D. R.; Villac, M.C.; Gomes, E. A. T.; Cupelo, A. C. & Santos, V.S., 2001. A new "sight" on microbial plankton ecology: Coastal X Oceanic System in Brazil. p. 133 – 152. In: Faria, B. M.; Farjalla, V. F. & Esteves, F. A. (eds). Aquatic Microbial Ecology in Brazil. **Series Oecologia Brasiliensis**, Vol. IX. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Tenenbaum, D. R.; Gomes E. A. T.; Guimarães G. P., 2006. Microorganismos Planctônicos: Pico, Nano e Micro. **In: Valentin, J. L. (Ed.) Características hidrobiológicas da região central da Zona Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ)**. Brasília: Ideal Gráfica e Editora. 83-124p. (Série Documentos REVIZEE/SCORE Central).
- Thompson, J. B.; Schultze-Lam S.; & Beveridge T. J., 1997. Whiting events: Biogenic origin due to the photosynthetic activity of cyanobacterial picoplankton. **Limnol. Oceanogr.** 42 (1): 133 - 141.

- Toffoli, M. R., 2006. Análise da Estrutura Tridimensional de Correntes na Região de Afundamento do Victory 8B, Guarapari/ES. **Monografia (Graduação em Oceanografia)** – Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- Tomas, C. R., 1997. **Identifying marine phytoplankton**. San Diego: Academic Press. (chave de identificação).
- Travassos, P.; Hazin, F. H. V.; Zagaglia, J. R.; Advíncula, R.; Schober, J., 1999. Thermohaline structure around seamounts and islands off North-Eastern Brazil. **Arch. Fish. Mar. Res.** n. 47, p. 211-222. Recife, Brasil.
- Uehlinger, V., 1964. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. **Arch. Sci.**, 17 : 121-123p.
- UFPE, 1990. **Universidade Federal de Pernambuco. Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco**. Recife: Depto de Oceanografia da UFPE. (chave de indentificação).
- Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Metodik. **Mitt. Int. Ver. Theor. Argew. Limnology.** (9): 1-38.
- Vadrucci, M. R.; Cabrini, M.; Basset, A., 2007. Biovolume determination of phytoplankton guilds in transitional water ecosystems of Mediterranean Ecoregion. **Transitional Waters Bulletin (TWB).** (2): 83-102.
- Vollenweider, R. A. 1968. **Scientific Fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication**. OECD, Paris. Tech. Rpt. DA 5/SCI/68.27. 250p.
- Wanderley, B. E., 2006. **Microfitoplâncton das águas neríticas e oceânicas do Estado de Pernambuco, Brasil**. Dissertação. (Mestrado em Oceanografia) Universidade Federal de Pernambuco.
- Waterbury, J.B., S.W. Watson, R.L. Guillard & L.E. Brand. 1979. Widespread occurrence of a unicellular, marine planktonic cyanobacterium. **Nature.** (227): 293-294.
- Wetzel, R. G. & Likens, G. E., 2000. **Limnological analysis**. Philadelphia: WB Saunders CO.
- Wilding, T. A.; Sayer, M. D. J., 2002. Evaluating artificial reef performance: approaches to pre and post-deployment research. **Journal of Marine Science.** n. 59, p. 222-230.

Whitton, B. A & Potts M., 2000. **The Ecology of Cyanobacteria** : Their Diversity in Time and Space. Kluwer Academic Publishers.

Wood, E. J. F., 1956. **Fluorescent microscopy in marine microbiology**. J. Cons. Perm. Int. Explor. (21): 6 - 7.

Wood, A. M; Horan P. K.; Muirhead K.; Phinney D. A.; Yentsch C. M.; Waterbury J. B., 1985. Discrimination between types of pigments in marine *Synechococcus* spp. by scanning spectroscopy, epifluorescence microscopy, and flow cytometry. **Limnol. Oceanogr.**, 30 (6): 1303-1315.

## ANEXOS

**Tabela 1:** Datas das atividades de amostragens para as cinco campanhas realizadas durante o monitoramento ambiental do projeto Recifes Artificiais Marinhos – Victory 8B. (Fonte: Projeto RAM: Victory 8B, DERN, 2005 e 2006).

<b>Campanha</b>	<b>Data</b>	<b>Atividades</b>	<b>Observações</b>
1 <sup>a</sup>	20/5/2005	Amostragem de água para análises químicas e planctônicas	Caracterização da área de estudo.
2 <sup>a</sup>	22/9/2005	Amostragem de água para análises químicas e planctônicas	
3 <sup>a</sup>	2/12/2005	Amostragem de água para análises químicas e planctônicas	
4 <sup>a</sup>	6/4/2006	Amostragem de água para análises químicas e planctônicas	
5 <sup>a</sup>	13/7/2006	Amostragem de água para análises químicas e planctônicas	

**Tabela 2:** Estatística descritiva referente à 1ª campanha (maio/05).

	<b>1ª Campanha (maio/05)</b>				
	<b>Média</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>CV (%)</b>
Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,51	0,66	0,28	0,10	19,50
Feofitina ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,29	0,55	0,11	0,10	35,78
TNR	26	37	20	4,83	18,47
Diversidade (bits.cél. $^{-1}$ )	1,05	1,47	0,46	0,24	22,64
Dens. Num. Total (cél.ml $^{-1}$ )	1184	1981	812	285,94	24,16
Dens. Diatomáceas (cél.ml $^{-1}$ )	22	44	6	8,37	38,79
Dens. Fitoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	18	34	8	7,82	42,90
Dens. Clorofíceas (cél.ml $^{-1}$ )	45	104	0	24,30	53,75
Dens. Dinoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	1	4	0	1,33	131,46
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml $^{-1}$ )	1063	1760	700	249,00	23,43
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml $^{-1}$ )	1095	1876	704	274,67	25,07
Dens. Outros (cél.ml $^{-1}$ )	2	8	0	2,61	111,23
Biovol. Ciano. Pico. ( $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$ )	0,00	0,01	0,00	0,00	23,38
Biovol. Total ( $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$ )	0,05	0,09	0,01	0,02	46,08
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	25,4	26,7	24,4	0,50	1,97
Salinidade	36,8	37,7	36,0	0,63	1,71
pH	-	-	-	-	-
Oxigênio Dis. (mg/l)	6,71	7,71	5,90	0,42	6,28
Oxigênio Dis. (% sat.)	94,28	102,40	87,30	3,10	3,29
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	3,09	13,89	0,74	2,68	86,80
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	0,11	0,20	0,03	0,05	43,79
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	59,19	77,64	42,91	8,77	14,82
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	3,73	5,59	2,60	0,56	14,95
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )	-	-	-	-	-

**Tabela 3:** Estatística descritiva referente à 2ª campanha (setembro/05).

	<b>2ª Campanha (Setembro/05)</b>				
	<b>Média</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>CV (%)</b>
Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,37	0,52	0,16	0,11	29,21
Feofitina ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,23	0,49	0,10	0,09	40,35
TNR	22	39	15	5,73	25,78
Diversidade (bits.cél. <sup>-1</sup> )	1,50	1,91	1,13	0,22	14,51
Dens. Num. Total (cél.ml <sup>-1</sup> )	1221	2254	587	552,43	45,24
Dens. Diatomáceas (cél.ml <sup>-1</sup> )	10	36	2	6,72	67,29
Dens. Fitoflagelados (cél.ml <sup>-1</sup> )	32	85	6	20,54	63,26
Dens. Clorofíceas (cél.ml <sup>-1</sup> )	110	326	34	84,66	77,27
Dens. Dinoflagelados (cél.ml <sup>-1</sup> )	2	10	0	2,30	145,34
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml <sup>-1</sup> )	1044	1989	517	477,14	45,70
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml <sup>-1</sup> )	1067	2040	529	488,41	45,77
Dens. Outros (cél.ml <sup>-1</sup> )	1	4	0	1,23	213,73
Biovol. Ciano. Pico. ( $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$ )	0,00	0,01	0,00	0,00	45,70
Biovol. Total ( $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$ )	0,07	0,40	0,01	0,09	136,45
Temperatura (°C)	22,1	22,4	21,9	0,14	0,62
Salinidade	35,9	36,9	34,1	1,06	2,95
pH	7,7	7,8	7,4	0,07	0,96
Oxigênio Dis. (mg/l)	7,96	9,66	7,43	0,49	6,11
Oxigênio Dis. (% sat.)	103,81	111,50	98,80	3,45	3,32
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	74,61	172,23	37,56	32,08	43,00
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	0,08	0,20	0,03	0,04	55,84
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	11,73	16,86	6,62	3,08	26,27
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	0,77	1,00	0,48	0,16	20,82
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )	2,53	3,63	0,30	0,77	30,42

**Tabela 4:** Estatística descritiva referente à 3ª campanha (dezembro/05).

	<b>3ª Campanha (Dezembro/05)</b>				
	<b>Média</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>CV (%)</b>
Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,48	0,67	0,29	0,12	24,70
Feofitina ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,14	0,43	0,00	0,12	86,15
TNR	22	33	9	5,64	25,16
Diversidade (bits.cél.-1)	1,63	2,69	1,28	0,34	20,79
Dens. Num. Total (cél.ml <sup>-1</sup> )	2016	3820	832	676,66	33,56
Dens. Diatomáceas (cél.ml <sup>-1</sup> )	31	114	0	33,48	108,79
Dens. Fitoflagelados (cél.ml <sup>-1</sup> )	21	56	0	14,51	67,90
Dens. Clorofíceas (cél.ml <sup>-1</sup> )	75	297	12	57,74	76,81
Dens. Dinoflagelados (cél.ml <sup>-1</sup> )	1	6	0	1,45	195,72
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml <sup>-1</sup> )	2214	11198	607	2024,10	91,42
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml <sup>-1</sup> )	2291	11220	738	2025,00	88,40
Dens. Outros (cél.ml <sup>-1</sup> )	1	6	0	1,96	195,60
Biovol. Ciano. Pico. (mm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> )	0,01	0,05	0,00	0,01	91,42
Biovol. Total (mm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> )	0,16	0,52	0,02	0,16	102,02
Temperatura (°C)	21,8	22,9	21,2	0,56	2,55
Salinidade	35,6	37,8	34,4	0,93	2,60
pH	7,60	8,10	7,87	0,07	0,92
Oxigênio Dis. (mg/l)	7,61	8,10	7,15	0,26	3,40
Oxigênio Dis. (% sat.)	107,56	117,00	100,20	5,09	4,73
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	11,87	101,56	2,74	22,99	193,63
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	0,37	1,38	0,15	0,25	69,47
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	153,03	195,59	111,86	20,14	13,16
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	15,42	31,41	8,58	7,09	46,01
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )	12,09	76,20	2,52	16,63	137,56

**Tabela 5:** Estatística descritiva referente à 4ª campanha (abril/06).

	<b>4ª Campanha (Abril/06)</b>				
	<b>Média</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>CV (%)</b>
Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,18	0,42	0,11	0,08	43,29
Feofitina ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,05	0,09	0,00	0,02	49,62
TNR	17	29	12	3,52	20,65
Diversidade (bits.cél.-1)	2,29	2,72	1,74	0,25	10,79
Dens. Num. Total (cél.ml <sup>-1</sup> )	4405	9931	2169	1597,95	36,28
Dens. Diatomáceas (cél.ml <sup>-1</sup> )	4	16	0	4,04	111,99
Dens. Fitoflagelados (cél.ml <sup>-1</sup> )	2	26	0	5,43	303,68
Dens. Clorofíceas (cél.ml <sup>-1</sup> )	80	200	18	45,39	56,87
Dens. Dinoflagelados (cél.ml <sup>-1</sup> )	0	0	0	0,00	-
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml <sup>-1</sup> )	3471	5487	1836	1006,90	29,01
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml <sup>-1</sup> )	4320	9863	2119	1601,48	37,08
Dens. Outros (cél.ml <sup>-1</sup> )	0	0	0	0,00	-
Biovol. Ciano. Pico. (mm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> )	0,01	0,02	0,01	0,00	29,01
Biovol. Total (mm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> )	0,11	1,68	0,02	0,33	309,10
Temperatura (°C)	25,4	25,8	24,7	0,35	1,36
Salinidade	36,9	37,7	36,0	0,65	1,76
pH	9,39	9,55	8,90	0,14	1,57
Oxigênio Dis. (mg/l)	7,14	9,60	6,42	0,70	9,75
Oxigênio Dis. (% sat.)	106,98	130,60	97,30	7,99	7,47
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	2,04	4,61	0,17	1,31	64,18
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	0,25	1,51	0,08	0,29	118,68
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	52,51	63,61	33,03	8,78	16,73
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	6,06	9,29	4,55	1,28	21,04
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )	9,27	21,28	4,45	3,89	41,92

**Tabela 6:** Estatística descritiva referente à 5ª campanha (julho/06).

	<b>5ª Campanha (Julho/06)</b>				
	<b>Média</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>CV (%)</b>
Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,81	1,55	0,36	0,33	41,48
Feofitina ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,22	0,41	0,00	0,11	47,92
TNR	24	37	15	5,78	23,96
Diversidade (bits.cél. <sup>-1</sup> )	1,96	2,50	1,20	0,36	18,27
Dens. Num. Total (cél.ml <sup>-1</sup> )	2534	4215	1753	542,75	21,42
Dens. Diatomáceas (cél.ml <sup>-1</sup> )	322	2342	0	538,13	167,27
Dens. Fitoflagelados (cél.ml <sup>-1</sup> )	22	54	2	11,26	50,32
Dens. Clorofíceas (cél.ml <sup>-1</sup> )	85	181	32	35,73	42,24
Dens. Dinoflagelados (cél.ml <sup>-1</sup> )	0	2	0	0,56	338,80
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml <sup>-1</sup> )	1886	2469	1177	315,90	16,75
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml <sup>-1</sup> )	2105	2754	1346	327,96	15,58
Dens. Outros (cél.ml <sup>-1</sup> )	0	2	0	0,41	489,90
Biovol. Ciano. Pico. (mm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> )	0,01	0,01	0,00	0,00	16,75
Biovol. Total (mm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> )	0,70	4,49	0,02	1,04	148,53
Temperatura (°C)	22,3	22,9	21,9	0,38	1,70
Salinidade	36,9	36,9	36,6	0,08	0,23
pH	8,41	8,65	7,64	0,20	2,4
Oxigênio Dis. (mg/l)	6,64	8,52	4,66	0,97	14,67
Oxigênio Dis. (% sat.)	95,88	145,00	66,00	16,84	17,57
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	12,07	40,15	4,14	7,43	61,56
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	1,19	1,79	0,33	0,26	22,02
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	157,78	294,97	18,49	78,54	49,78
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	9,25	16,58	5,39	3,56	38,47
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )	7,79	56,78	1,75	11,25	144,39

**Tabela 7:** Apresenta a estatística descritiva para todas as variáveis analisadas em todo o período de estudo (maio/05; setembro/05; dezembro/05; abril/06 e julho/06).

<b>Campanhas (1ª A 5ªC)</b>					
<b>Variáveis</b>	<b>Média</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>CV (%)</b>
Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,47	1,55	0,11	0,27	57,41
Feopigmentos ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,19	0,55	0,01	0,12	65,26
TNR	22	39	9	5,93	26,46
Diversidade Específica (bits.cél. $^{-1}$ )	1,69	2,72	0,46	0,51	30,18
Dens. Num. Total (cél.ml $^{-1}$ )	2272	9931	587	1455,90	64,08
Dens. Diatomáceas (cél.ml $^{-1}$ )	78	2342	0	267,08	344,48
Dens. Fitoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	19	85	0	16,25	84,43
Dens. Clorófitas (cél.ml $^{-1}$ )	79	326	0	56,72	71,91
Dens. Dinoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	1	10	0	1,47	210,06
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml $^{-1}$ )	1936	11198	517	1366,94	70,62
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml $^{-1}$ )	2175	11220	529	1668,41	76,69
Dens. Outros (cél.ml $^{-1}$ )	1	8	0	1,77	220,28
Biovol. Ciano. Pico. ( $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$ )	0,0081	0,0469	0,0022	0,01	70,66
Biovol. Total ( $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$ )	0,2155	4,4949	0,0100	0,54	252,77
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	23,41	26,70	21,16	1,70	7,26
Salinidade (ppt)	36,44	37,80	34,10	0,94	2,58
pH	8,38	9,55	7,44	0,65	7,76
Oxigênio Diss. ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	7,21	9,66	4,66	0,80	11,03
Oxigênio Diss. (% sat.)	101,70	145,00	66,00	10,38	10,21
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	20,28	172,23	0,17	32,23	158,90
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	0,40	1,79	0,03	0,46	115,50
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	86,85	294,97	6,62	68,78	79,19
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	7,05	31,41	0,48	6,17	87,56
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )	6,34	76,20	0,00	10,04	158,43





Superfície	2ª CAMPANHA - SETEMBRO/05											
	1			2			3			4		
	AS	BS	CS	AS	BS	CS	AS	BS	CS	AS	BS	CS
Clorofila a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,44	0,43	0,52	0,50	0,51	0,35	0,43	0,42	0,41	0,49	0,47	0,39
Feopigmentos ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,12	0,21	0,10	0,13	0,49	0,20	0,39	0,16	0,13	0,33	0,32	0,28
TNR	39	22	20	27	30	22	31	23	17	28	21	17
Diversidade Específica (bits.cél. $^{-1}$ )	1,83	1,43	1,13	1,91	1,81	1,51	1,32	1,57	1,31	1,60	1,79	1,2
Dens. Num. Total (cél.ml $^{-1}$ )	2151	1718	1307	1453	1639	1515	2254	2161	1465	1953	1651	818
Dens. Diatomáceas (cél.ml $^{-1}$ )	36	12	8	12	18	8	10	8	6	12	10	2
Dens. Fitoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	32	38	34	75	26	32	46	85	59	60	46	16
Dens. Clorofíceas (cél.ml $^{-1}$ )	122	62	46	214	326	131	154	210	93	140	320	38
Dens. Dinoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	2	0	4	2	2	0	0	4	2	0
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml $^{-1}$ )	1903	1503	1191	1096	1237	1336	1989	1850	1301	1719	1268	748
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml $^{-1}$ )	1961	1606	1215	1148	1265	1342	2040	1858	1307	1733	1274	762
Dens. Outros (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	2	4	0	0	2	0	0	4	0	0
Biovol. Ciano. Pico. (mm $^3$ .L $^{-1}$ )	0,0080	0,0063	0,0050	0,0046	0,0052	0,0056	0,0083	0,0077	0,0054	0,0072	0,0053	0,0031
Biovol. Total (mm $^3$ .L $^{-1}$ )	0,1244	0,0238	0,0147	0,0530	0,0971	0,0211	0,0464	0,0628	0,0189	0,0843	0,0475	0,0100
Temperatura (°C)	22,43	22,04	22,19	22,37	22,29	22,27	22,25	22,21	22,32	22,05	22,19	22,19
Salinidade (ppt)	34,40	34,10	36,30	35,60	35,10	34,40	36,95	36,95	36,89	36,70	36,95	36,88
pH	7,62	7,83	7,66	7,76	7,70	7,44	7,71	7,79	7,74	7,77	7,75	7,76
Oxigênio Dis. (mg/l)	8,09	8,16	7,80	8,74	7,98	7,90	8,60	8,30	8,02	7,92	7,88	8,00
Oxigênio Dis. (% sat.)	105,55	106,00	101,80	111,50	104,10	104,50	105,50	108,00	106,92	110,30	105,20	107,00
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	59,56	53,56	172,23	37,56	50,23	50,23	95,56	72,90	83,56	137,56	82,23	67,56
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	0,12	0,03	0,05	0,05	0,04	0,07	0,09	0,05	0,06	0,06	0,10	0,06
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	11,21	16,81	16,86	7,37	11,99	11,45	12,98	6,62	12,42	8,85	11,13	12,72
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	0,95	0,95	0,81	0,83	0,88	1,00	0,48	0,71	0,83	0,71	0,55	0,69
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )*	3,10	2,56	1,70	3,63	2,30	2,13	3,10	2,77	2,24	3,63	2,50	1,38

2ª CAMPANHA - SETEMBRO/05												
Fundo	1			2			3			4		
	AF	BF	CF									
Clorofila a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,26	0,18	0,18	0,37	0,16	0,31	0,25	0,32	0,36	0,26	0,36	0,40
Feopigmentos ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,16	0,23	0,21	0,25	0,22	0,16	0,33	0,20	0,25	0,28	0,25	0,15
TNR	19	27	23	18	19	15	21	17	16	20	24	17
Diversidade Específica (bits.cél. $^{-1}$ )	1,56	1,36	1,4	1,21	1,46	1,42	1,64	1,42	1,27	1,65	1,75	1,35
Dens. Num. Total (cél.ml $^{-1}$ )	888	1155	823	813	713	629	739	587	694	740	705	738
Dens. Diatomáceas (cél.ml $^{-1}$ )	8	10	16	2	8	6	12	4	6	6	10	10
Dens. Fitoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	24	30	24	6	26	14	14	10	12	12	34	26
Dens. Clorofíceas (cél.ml $^{-1}$ )	104	80	44	60	44	36	147	34	46	91	36	52
Dens. Dinoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	2	2	2	0	0	10	2	0	4	0
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml $^{-1}$ )	739	981	726	714	619	555	558	517	626	613	617	650
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml $^{-1}$ )	753	1035	738	742	633	573	564	529	628	631	621	650
Dens. Outros (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Biol. Ciano. Pico. (mm $^3$ .L $^{-1}$ )	0,0031	0,0041	0,0030	0,0030	0,0026	0,0023	0,0023	0,0022	0,0026	0,0026	0,0026	0,0027
Biol. Total (mm $^3$ .L $^{-1}$ )	0,0447	0,0433	0,4004	0,0160	0,0439	0,0228	0,0442	0,0170	0,0355	0,2696	0,0227	0,0132
Temperatura (°C)	22,18	21,93	21,99	22,01	22,04	22,07	22,03	22,02	22,03	22,04	22,02	21,98
Salinidade	34,70	35,30	36,70	34,40	34,90	36,23	36,80	36,32	36,88	34,40	36,95	36,32
pH	7,72	7,67	7,70	7,70	7,70	7,63	7,72	7,72	7,72	7,74	7,74	7,73
Oxigênio Dis. (mg/l)	9,66	7,66	7,78	7,71	7,60	7,67	7,77	7,69	7,52	7,43	7,48	7,64
Oxigênio Dis. (% sat.)	104,50	100,50	100,90	101,00	100,10	105,50	100,80	100,50	98,80	100,20	100,60	101,60
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	66,90	53,56	51,56	40,90	43,56	52,23	102,90	83,56	81,56	74,90	-	101,56
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	0,05	0,20	0,11	0,05	0,04	0,09	0,15	0,14	0,04	0,06	0,05	0,05
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	16,81	16,86	7,37	11,99	11,45	12,98	6,62	12,42	8,85	11,13	12,72	11,91
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	0,95	0,81	0,83	0,88	1,00	0,48	0,71	0,83	0,71	0,55	0,69	0,55
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )*	2,77	2,77	2,45	2,77	2,70	1,81	3,53	2,34	3,63	2,02	2,67	0,30

Superfície	3ª CAMPANHA - DEZEMBRO/05											
	1			2			3			4		
	AS	BS	CS	AS	BS	CS	AS	BS	CS	AS	BS	CS
Clorofila a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,40	0,40	0,35	0,51	0,35	0,35	0,34	0,45	0,38	0,52	0,47	0,55
Feopigmentos ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,10	0,03	0,08	-	0,02	0,05	0,02	0,01	0,04	0,03	0,08	0,07
TNR	32	24	21	28	23	21	30	23	28	16	25	20
Diversidade Específica (bits.cél. $^{-1}$ )	1,35	1,47	1,42	1,94	1,34	1,47	1,58	1,4	2	1,28	1,47	1,47
Dens. Num. Total (cél.ml $^{-1}$ )	1973	1682	1807	1793	2284	1344	2438	1786	1702	1847	1974	1449
Dens. Diatomáceas (cél.ml $^{-1}$ )	22	8	4	48	10	16	20	22	18	6	8	6
Dens. Fitoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	38	14	28	30	26	20	44	10	56	9	38	24
Dens. Clorofíceas (cél.ml $^{-1}$ )	97	90	80	111	51	82	142	55	297	54	85	79
Dens. Dinoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	2	6	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml $^{-1}$ )	1804	1486	1684	1580	2155	1188	2164	1671	1160	1730	1827	1334
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml $^{-1}$ )	1814	1564	1688	1604	2195	1224	2228	1695	1330	1779	1837	1340
Dens. Outros (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	6	0	0	2	2	4	0	0	4	0
Biovol. Ciano. Pico. (mm $^3$ .L $^{-1}$ )	0,0076	0,0062	0,0071	0,0066	0,0090	0,0050	0,0091	0,0070	0,0049	0,0072	0,0077	0,0056
Biovol. Total (mm $^3$ .L $^{-1}$ )	0,1701	0,4389	0,0211	0,4177	0,0590	0,0305	0,0584	0,2321	0,3530	0,0226	0,0301	0,0195
Temperatura (°C)	22,10	21,90	22,22	22,05	22,63	22,00	22,31	22,19	21,99	22,87	22,54	22,88
Salinidade (ppt)	35,60	36,30	36,30	37,40	34,80	34,90	34,40	35,10	36,30	34,50	34,90	34,40
pH	8,07	8,05	8,07	8,05	8,05	8,06	7,95	7,87	7,89	8,05	8,06	8,02
Oxigênio Dis. (mg/l)	7,61	7,61	8,10	7,82	7,93	7,72	7,80	7,46	7,43	7,80	8,10	7,79
Oxigênio Dis. (% sat.)	110,40	110,30	116,00	109,70	113,80	110,50	117,00	108,80	107,60	112,00	116,20	110,80
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	4,60	5,82	7,17	4,41	4,28	3,19	5,31	4,86	6,40	8,38	5,31	67,56
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	0,19	0,15	0,37	0,18	0,58	0,23	0,47	0,39	0,30	0,32	1,38	0,30
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	111,86	150,62	163,18	143,44	187,34	145,35	155,28	165,57	136,14	149,78	131,60	120,00
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	8,58	9,70	15,66	15,35	8,58	26,16	14,24	12,83	17,78	9,09	10,00	13,00
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )*	76,20	24,20	9,87	5,36	39,90	3,30	8,50	6,15	6,34	7,22	2,71	5,20

3ª CAMPANHA - DEZEMBRO/05												
Fundo	1			2			3			4		
	AF	BF	CF									
Clorofila a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,29	0,63	0,40	0,54	0,56	0,66	0,67	0,33	0,52	0,59	0,57	0,66
Feopigmentos ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,06	0,29	0,11	0,22	0,20	0,22	0,25	0,43	0,33	0,25	0,26	0,31
TNR	24	18	13	23	23	18	33	22	19	26	19	9
Diversidade Específica (bits.cél. $^{-1}$ )	1,3	1,49	1,63	2,24	1,54	1,92	2,69	1,66	1,5	1,97	1,38	1,57
Dens. Num. Total (cél.ml $^{-1}$ )	1422	2060	2791	832	2432	1664	989	2608	3820	3204	2624	1859
Dens. Diatomáceas (cél.ml $^{-1}$ )	11	88	0	14	90	17	94	114	58	46	8	12
Dens. Fitoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	28	12	4	16	14	30	38	0	6	18	10	0
Dens. Clorofíceas (cél.ml $^{-1}$ )	50	12	57	64	28	87	114	36	24	16	22	72
Dens. Dinoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml $^{-1}$ )	1257	1930	2709	607	2255	11198	681	2397	3555	2711	2335	1719
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml $^{-1}$ )	1332	1942	2730	738	2300	11220	743	2458	3732	3124	2584	1775
Dens. Outros (cél.ml $^{-1}$ )	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biovol. Ciano. Pico. ( $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$ )	0,0053	0,0081	0,0113	0,0025	0,0094	0,0469	0,0029	0,0100	0,0149	0,0114	0,0098	0,0072
Biovol. Total ( $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$ )	0,0463	0,1920	0,0191	0,4146	0,0736	0,1233	0,0582	0,0714	0,1011	0,2884	0,5231	0,0211
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	21,26	21,38	21,30	21,40	21,47	21,41	21,45	21,28	21,16	21,28	21,36	21,21
Salinidade	35,80	36,00	36,60	37,80	34,80	35,30	34,70	35,30	36,70	35,20	35,40	35,50
pH	8,05	8,07	8,10	8,05	8,06	8,09	7,95	7,87	7,87	8,06	8,04	8,03
Oxigênio Dis. (mg/l)	7,15	7,26	7,34	7,56	7,53	7,44	7,36	7,19	7,60	7,62	7,52	7,84
Oxigênio Dis. (% sat.)	101,80	102,90	103,20	104,80	105,70	105,00	104,80	102,50	100,90	102,70	103,80	100,20
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	6,40	6,59	6,08	5,43	3,06	3,19	8,19	5,88	4,02	4,54	2,74	101,56
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	0,26	0,17	0,25	0,22	0,69	0,40	0,21	0,30	0,50	0,27	0,33	0,30
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	168,20	140,09	156,36	195,59	165,57	142,36	151,22	153,85	156,36	150,98	191,88	140,00
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	14,44	31,41	28,99	14,04	23,23	12,32	13,74	29,70	9,59	11,01	11,11	9,50
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )*	2,81	8,99	2,52	31,17	2,91	5,56	3,30	3,11	15,40	3,99	10,26	5,20

Superfície	4ª CAMPANHA - ABRIL/06											
	1			2			3			4		
	AS	BS	CS	AS	BS	CS	AS	BS	CS	AS	BS	CS
Clorofila a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,15	0,11	0,13	0,13	0,13	0,14	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,13
Feopigmentos ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	-	0,02	0,06	0,07	0,03	0,03	0,08	0,04	0,05	0,05	0,06	0,02
TNR	29	12	18	16	18	20	12	19	21	14	14	16
Diversidade Específica (bits.cél. $^{-1}$ )	1,74	2,32	2,47	1,81	2,32	2,51	2,04	2,44	2,51	2,00	2,52	2,36
Dens. Num. Total (cél.ml $^{-1}$ )	5408	4777	9931	2169	6368	3667	4907	3091	3794	3922	2644	6350
Dens. Diatomáceas (cél.ml $^{-1}$ )	16	0	0	6	2,477	0	2	4	0	0	0	0
Dens. Fitoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	26,37	0	2,024	0	2,477	6	1,962	0	0	0	2	0
Dens. Clorofíceas (cél.ml $^{-1}$ )	171	46	66	44	39	118	18	64	134	76	24	22
Dens. Dinoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml $^{-1}$ )	5079	4045	2888	1836	5487	2167	3847	2676	3111	3485	2102	5373
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml $^{-1}$ )	5195	4731	9863	2119	6324	3543	4885	3023	3660	3846	2618	6328
Dens. Outros (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biovol. Ciano. Pico. ( $\text{mm}^3\text{.L}^{-1}$ )	0,0213	0,0169	0,0121	0,0077	0,0230	0,0091	0,0161	0,0112	0,0130	0,0146	0,0088	0,0225
Biovol. Total ( $\text{mm}^3\text{.L}^{-1}$ )	0,0947	0,0291	1,6776	0,0300	0,0541	0,0398	0,0270	0,0261	0,0465	0,0244	0,0175	0,0440
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	25,44	25,76	25,59	24,79	24,89	25,25	25,46	25,34	25,30	24,94	25,05	24,67
Salinidade (ppt)	36,42	36,49	36,49	36,29	36,56	36,56	36,40	36,51	36,40	36,07	36,04	36,10
pH	9,45	9,43	9,01	9,4	9,45	9,47	9,48	9,48	9,55	9,38	8,9	9,35
Oxigênio Dis. (mg/l)	7,35	7,37	6,84	7,55	7,68	7,54	7,44	7,42	7,67	7,80	7,50	9,60
Oxigênio Dis. (% sat.)	110,5	110,3	102,6	112,4	115,4	113,1	112,2	112,0	116,8	113,4	111,3	130,6
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	3,46	0,21	2,29	1,90	1,90	1,26	1,08	1,72	3,01	2,78	1,58	2,07
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	0,15	0,12	1,51	0,32	0,16	0,08	0,11	0,19	0,36	0,11	0,12	0,15
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	51,97	61,63	61,88	63,61	55,79	58,27	47,08	43,96	48,81	45,68	54,16	60,25
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	8,74	7,31	5,77	5,65	4,78	5,47	5,24	5,77	6,55	5,70	4,87	4,98
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )*	13,97	8,05	13,48	6,65	4,45	8,54	12,78	21,28	12,14	15,36	11,01	6,28

4ª CAMPANHA - ABRIL/06												
Fundo	1			2			3			4		
	AF	BF	CF									
Clorofila a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,17	0,26	0,42	0,12	0,25	0,28	0,22	0,23	0,28	0,15	0,16	0,19
Feopigmentos ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,04	0,04	0,09	0,05	0,08	0,05	0,04	0,01	0,06	0,02	0,07	0,06
TNR	15	15	16	15	17	21	17	16	15	19	16	18
Diversidade Específica (bits.cél. $^{-1}$ )	2,2	2,15	2,45	2,27	2,24	2,55	2,34	2,72	2,3	2,35	1,90	2,51
Dens. Num. Total (cél.ml $^{-1}$ )	4332	5579	4280	3284	4295	3826	4287	2755	3416	3733	5159	3739
Dens. Diatomáceas (cél.ml $^{-1}$ )	12	0	0	4	6	6	4	6	4	4	4	6
Dens. Fitoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	2,045	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dens. Clorofíceas (cél.ml $^{-1}$ )	112	42	88	42	93	82	200	91	76	104	98	66
Dens. Dinoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml $^{-1}$ )	3797	4788	3459	2887	3731	3204	3645	2297	2839	3018	4368	3168
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml $^{-1}$ )	4208	5537	4190	3238	4196	3738	4083	2658	3336	3625	5057	3667
Dens. Outros (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biol. Ciano. Pico. ( $\text{mm}^3\text{.L}^{-1}$ )	0,0159	0,0201	0,0145	0,0121	0,0156	0,0134	0,0153	0,0096	0,0119	0,0126	0,0183	0,0133
Biol. Total ( $\text{mm}^3\text{.L}^{-1}$ )	0,0324	0,0355	0,0329	0,0248	0,0774	0,0457	0,0348	0,0537	0,0329	0,0370	0,0383	0,0424
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	25,79	25,67	25,64	25,82	25,66	25,57	25,82	25,80	25,72	25,67	25,55	25,38
Salinidade	37,72	37,61	37,62	37,64	37,60	37,62	37,69	37,66	37,65	37,53	37,52	37,40
pH	9,47	9,41	9,37	9,5	9,48	9,42	9,39	9,48	9,48	9,36	9,28	9,37
Oxigênio Dis. (mg/l)	6,50	6,48	6,42	6,70	6,70	6,64	6,59	6,59	6,65	6,75	6,71	6,85
Oxigênio Dis. (% sat.)	99,0	98,4	97,3	101,8	101,5	100,5	100,3	100,2	100,8	102,3	101,6	103,3
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	3,90	0,43	1,30	3,25	0,17	0,34	0,18	3,49	4,61	3,91	1,58	2,46
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	0,11	0,44	0,36	0,19	0,22	0,11	0,12	0,11	0,14	0,11	0,53	0,13
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	63,61	63,61	51,54	59,39	63,61	49,56	48,16	44,22	45,62	47,96	33,03	36,74
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	9,29	6,55	5,70	6,62	8,51	4,55	4,75	5,35	5,95	6,39	6,00	5,05
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )*	5,31	8,48	7,52	5,9	6,33	6,98	8,59	8,11	8,91	6,01	7,14	9,29

5ª CAMPANHA - JULHO/06												
Superfície	1			2			3			4		
	AS	BS	CS									
Clorofila a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,90	1,55	0,93	0,99	1,01	1,00	1,16	1,18	1,20	1,00	1,16	1,14
Feopigmentos ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	0,22	0,13	0,39	0,26	0,30	0,35	0,31	0,30	0,29	0,32	0,27	0,41
TNR	32	21	25	32	29	30	28	32	26	27	37	15
Diversidade Específica (bits.cél. $^{-1}$ )	1,70	1,20	2,40	1,50	1,30	1,90	1,60	2,30	1,90	1,50	2,20	1,60
Dens. Num. Total (cél.ml $^{-1}$ )	2081	3083	2054	4215	2748	2761	3399	1995	3015	2927	2705	1753
Dens. Diatomeáceas (cél.ml $^{-1}$ )	190	1273	572	2342	308	514	746	308	606	476	260	30
Dens. Fitoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	10	2	16	12	18	30	28	22	14	16	26	12
Dens. Clorofíceas (cél.ml $^{-1}$ )	81	34	120	44	72	48	124	121	32	68	113	34
Dens. Dinoflagelados (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml $^{-1}$ )	1608	1646	1177	1601	2161	1933	2353	1288	2124	2163	2023	1482
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml $^{-1}$ )	1800	1774	1346	1817	2350	2169	2499	1544	2363	2367	2302	1676
Dens. Outros (cél.ml $^{-1}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Biol. Ciano. Pico. ( $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$ )	0,0067	0,0069	0,0049	0,0067	0,0091	0,0081	0,0099	0,0054	0,0089	0,0091	0,0085	0,0062
Biol. Total ( $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$ )	0,4288	2,4073	0,8808	4,4949	0,6032	1,7816	1,1215	1,0015	1,2295	1,3251	0,3881	0,0233
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	22,81	22,64	22,63	22,63	22,68	22,63	22,55	22,85	22,86	22,46	22,36	22,54
Salinidade (ppt)	36,88	36,95	36,95	36,81	36,63	36,75	36,95	36,93	36,89	36,88	36,84	36,76
pH	8,51	8,59	8,62	8,47	8,50	8,65	8,52	8,63	8,50	8,38	8,48	7,64
Oxigênio Dis. (mg/l)	7,36	7,64	8,31	7,54	8,52	7,14	7,87	7,31	7,71	6,78	6,68	6,50
Oxigênio Dis. (% sat.)	106,00	108,00	121,10	108,50	145,00	102,00	110,00	106,80	111,70	96,20	96,20	94,00
Silicatos ( $\mu\text{M}$ )	10,71	15,60	14,73	8,00	8,91	10,09	6,97	11,93	4,51	4,14	4,64	6,07
Ortofosfato ( $\mu\text{M}$ )	1,10	0,33	1,36	1,01	1,20	1,10	1,10	1,08	1,17	1,04	1,26	1,79
Nitrogênio Total ( $\mu\text{M}$ )	88,96	58,44	18,49	188,15	119,93	87,16	177,38	238,42	198,02	154,04	195,33	217,77
Nitrato ( $\mu\text{M}$ )	9,28	6,66	5,74	6,33	5,59	5,72	5,57	14,68	9,21	12,13	14,40	16,58
N. Amoniacal ( $\mu\text{M}$ )*	3,00	4,43	5,86	2,37	6,75	4,07	3,18	16,57	8,89	56,78	8,80	5,77

5ª CAMPANHA - JULHO/06												
Fundo	1			2			3			4		
	AF	BF	CF									
Clorofila a (µg.L <sup>-1</sup> )	0,57	0,72	0,64	0,45	0,41	0,50	0,54	0,57	0,50	0,47	0,36	0,38
Feopigmentos (µg.L <sup>-1</sup> )	0,28	0,19	0,14	0,07	0,11	0,12	0,21	0,18	0,18	0,08	-	0,19
TNR	21	25	24	18	17	21	21	18	20	23	18	19
Diversidade Específica (bits.cél. <sup>-1</sup> )	2,10	2,00	2,20	1,90	2,50	2,10	2,10	2,30	2,30	2,00	2,20	2,30
Dens. Num. Total (cél.ml <sup>-1</sup> )	2325	2187	2150	2199	2321	2224	2528	2666	2309	2024	2848	2290
Dens. Diatomáceas (cél.ml <sup>-1</sup> )	6	46	6	4	2	2	2	0	0	22	0	6
Dens. Fitoflagelados (cél.ml <sup>-1</sup> )	24	18	12	36	40	26	16	20	54	34	28	22
Dens. Clorofíceas (cél.ml <sup>-1</sup> )	109	115	82	63	97	95	100	181	100	64	66	66
Dens. Dinoflagelados (cél.ml <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dens. Ciano. Pico. (cél.ml <sup>-1</sup> )	2005	1794	1833	1919	1883	1911	2187	2222	1872	1697	2469	1920
Dens. Cianobactérias (com pico) (cél.ml <sup>-1</sup> )	2186	2008	2050	2096	2182	2101	2410	2465	2155	1904	2754	2196
Dens. Outros (cél.ml <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biol. Ciano. Pico. (mm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> )	0,0084	0,0075	0,0077	0,0080	0,0079	0,0080	0,0092	0,0093	0,0078	0,0071	0,0103	0,0080
Biol. Total (mm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> )	0,0357	0,0879	0,4018	0,0240	0,0287	0,0306	0,0311	0,0315	0,0267	0,3320	0,0245	0,0233
Temperatura (°C)	21,89	21,91	21,95	21,94	21,92	21,91	21,91	21,94	21,90	21,95	21,93	21,92
Salinidade	36,95	36,94	36,94	36,94	36,94	36,91	36,95	36,95	36,96	36,95	36,95	36,94
pH	8,43	8,51	8,49	8,40	8,41	8,24	8,42	8,50	8,35	8,27	8,33	8,09
Oxigênio Dis. (mg/l)	5,94	6,01	6,18	6,00	6,23	6,06	6,02	5,93	5,86	5,61	5,51	4,66
Oxigênio Dis. (% sat.)	84,10	84,90	87,80	85,00	92,20	86,10	85,00	84,10	82,90	79,50	78,00	66,00
Silicatos (µM)	10,43	22,24	10,37	12,21	40,15	15,48	11,09	8,63	9,53	9,93	18,25	14,95
Ortofosfato (µM)	1,26	1,22	1,13	1,31	1,72	1,22	1,22	1,13	1,29	1,20	1,17	1,04
Nitrogênio Total (µM)	82,23	28,81	40,93	141,92	205,65	294,97	180,97	282,85	187,70	269,39	164,36	164,81
Nitrato (µM)	8,76	5,89	5,94	7,99	6,38	9,92	5,39	15,49	10,57	12,94	11,33	9,55
N. Amoniacal (µM)*	13,00	16,03	2,37	1,75	3,53	3,09	2,55	4,07	2,82	3,09	2,11	6,12