

PROJETO BAÍA SUL

Fitoplâncton

Responsável: Leonardo Rubi Rörig

## **Introdução**

O presente relatório apresenta os resultados das análises de fitoplâncton (clorofila-a e análises qualitativas e quantitativas) de 48 amostras de coletadas ao longo de 9 campanhas e 6 estações localizadas na área de influência das atividades de dragagem e aterro da rodovia SC-Sul, Saco dos Limões, Florianópolis. As amostragens foram realizadas entre maio de 2005 e agosto de 2007.

O objetivo foi conhecer a variação espacial e temporal do fitoplâncton, para verificar se ocorrem alterações consideráveis na sua estrutura, relacionadas ou não às atividades humanas desenvolvidas no local. Para tanto, os organismos foram classificados ao menor táxon possível e quantificados. Paralelamente foi determinada a concentração de clorofila-a das amostras como indicativo de biomassa fitoplanctônica e calculados índices de diversidade e de equitabilidade para comparação das amostras.

## **Metodologia**

### *a) Amostragem:*

As amostras de água para análise quali e quantitativa do fitoplâncton foram coletadas com garrafa de Nansen de 2 litros, em sub-superfície nas 6 estações definidas para a análise de comunidades planctônicas no projeto. Uma vez coletadas, alíquotas homogêneas de 200ml das amostras foram acondicionadas em frascos de vidro âmbar e fixadas com lugol a 2%. Paralelamente, em cada ponto, foram realizados arrastos verticais com rede de plâncton de malha 30µm, desde alguns centímetros acima do fundo até a superfície. Estas amostras, de caráter apenas qualitativo, foram fixadas com

formol à 2% e tiveram a finalidade de auxiliar na identificação de espécies pouco freqüentes.

*b) Análise qualitativa e quantitativa do fitoplâncton:*

Amostras de 200 ml, coletadas em superfície com balde, foram fixadas com formol a 0,2% e estocadas em frascos de polipropileno devidamente identificados. Em laboratório, cada amostra foi homogeneizada e retiraram-se alíquotas de 10 ml para sedimentação em câmaras de Utermöhl. Após 12 horas de sedimentação as câmaras foram observadas em microscópio invertido sendo os organismos, identificados até o menor táxon possível e quantificados com as devidas correções de volume para densidade de células em valores de *células por litro* (cél./L). Organismos cuja identificação não foi possível até espécie, foram diferenciados ao nível de gênero, família, ordem ou classe, com codificações para diferenciação e anotações de dimensões. As medições de tamanho de célula também foram usadas para caracterizar o tamanho do plâncton analisado, sendo então dividido em microplâncton (20 – 200 µm), nanoplâncton (organismos com 2 – 20 µm) e microrganismos sub-nanoplanctônicos (agrupamento de organismos não identificáveis com tamanho menor que 5 µm). Os taxa também foram caracterizados quanto ao ambiente de origem (límnico e marinho), quanto ao habitat de origem (bênticos ou planctônicos) e quanto à classe taxonômica (Bacillariophyceae, Dinophyceae, Outras).

Para fins de caracterização ecológica das assembléias fitoplanctônicas, bem como para permitir comparações futuras, foram determinados o Índice de Diversidade de Shannon (H', equação 1), o Índice de Equitatividade de Pielou (E<sub>v</sub>, equação 2).

$$H' = - \sum_{i=1}^S [(n_i/N) \ln (n_i/N)] \quad \text{equação 1}$$

onde,

$n_i$  = valor de importância de cada espécie

$N$  = total de valores de importância

$$E_v = H' / \ln (S)$$

equação 2

onde,

H' = Índice de Diversidade de Shannon

S = número total de espécies

c) *Concentração de Clorofila-a:*

Para a análise de clorofila-a, alíquotas de volume conhecido das amostras foram filtradas em filtro de fibra de vidro GF/C com 25 mm de diâmetro, sendo os filtros extraídos com 10 mL de acetona 90% (v/v) por 24 horas no escuro dentro de refrigerador (0°C – 4°C) (Parsons *et al.*, 1989). As amostras assim extraídas foram lidas em cubeta cilíndrica de 1 cm de caminho óptico e 5 ml de volume, em fluorímetro Turner Designs® TD-700, munido de sistema de filtros TD7000-962 com filtro de excitação 10-113 para 436 nm e filtro de emissão 10-115 para 680 nm. Para a calibração do fluorímetro utilizou-se um cultivo da microalga *Skeletonema costatum* em crescimento exponencial. Um volume conhecido desse cultivo foi filtrado, passando pelo mesmo processo de extração e leitura das amostras, porém também foi realizada a determinação espectrofotométrica de clorofila-a do mesmo para a posterior conversão dos valores de fluorescência (conforme Parsons *et al.*, 1989). O cálculo dos valores finais de concentração de clorofila-a foi realizado aplicando-se a equação 2. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ .

$$\text{Clorofila-a } \mu\text{g.L}^{-1} = \text{FC} * \text{R} * \text{v/V}$$

equação 2

onde,

FC= fator de calibração do fluorímetro;

R= leitura de fluorescência da amostra extraída;

v= Volume de acetona em mL

V= Volume de amostra filtrada em mL

## **Resultados**

Foram registrados, no total de amostras, 64 taxa de organismos fitoplanctônicos, sendo 47 até o nível de espécie e 17 até gênero (Tabela 1).

Em relação às classes de microalgas as diatomáceas (Bacillariophyceae) foram sempre dominantes. Os dinoflagelados (Dinophyceae) foram freqüentes, mas sempre em pequenas proporções do total de organismos. Além desses dois grupos, em eventos raros apareceram cianobactérias e clorofíceas (Figura 1A). Em relação ao tamanho das células, percebe-se um padrão de variação interanual, onde a importância do microplâncton foi visivelmente maior nas amostragens de 2006 quando comparadas a amostras de antes e depois desse período. Entretanto, na média o microplâncton foi mais importante em todo o período analisado (Figura 1).

Tabela 1. Lista de táxons de microalgas e suas características.

Fitoplâncton (cel/L)	habitat	classe	ambiente	tamanho
<i>Actinoptycus senarius</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Alexandrium fraterculus</i>	planctônica	Dinophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Amphiprora sp.</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Anabaena sp.</i>	planctônica	Cyanophyceae	límnico	microplânctonica
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	planctônica	Chlorophyceae	límnico	nanoplanctônica
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Bacillaria paxillifera</i>	bêntica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Bacteriastrum sp.</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Cerataulina pelagica</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Ceratium furca</i>	planctônica	Dinophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Ceratium trichoceros</i>	planctônica	Dinophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Chaetoceros sp.</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Chaetocerus didymus</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Chaetorecus peruvianus</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Coscinodiscus sp.</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Cylindrotheca closterium</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Dactyliosolen fragillissimus</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Detonula pumila</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Dictyocha fibula</i>	planctônica	Chrysophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Ditylum brightwellii</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Eucampia cornuta</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Fragillariopsis doliolus</i>	bêntica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Gomphonema brasiliensis</i>	bêntica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Grammatophora angulosa</i>	bêntica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Guinardia delicatula</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Guinardia flacida</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Guinardia stolterforthii</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Guinardia striata</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Gyrosigma sp.</i>	bêntica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Haslea sp.</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Haslea wawriake</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Hemiaulus sp.</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Leptocylindrus danicus</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Leptocylindrus minimus</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Licmophora abbreviata</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Lyrella lyra</i>	bêntica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Navicula sp.</i>	bêntica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Nitzschia constricta</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Nitzschia delicatissima</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Nitzschia lorenziana</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Nitzschia nitzschiella</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Noctiluca scintillans</i>	planctônica	Dinophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Oxytoxum sceptrum</i>	planctônica	Dinophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Paralia sulcata</i>	bêntica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Pleurosigma sp.</i>	bêntica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Prorocentrum gracile</i>	planctônica	Dinophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Protoperidinium sp.</i>	planctônica	Dinophyceae	marinho	microplânctonica

Tabela 1. Continuação.

<b>Fitoplâncton (cel/L)</b>	<b>habitat</b>	<b>classe</b>	<b>ambiente</b>	<b>tamanho</b>
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Rhizosolenia pungens</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Rhizosolenia setigera</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	planctônica	Dinophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Skeletonema costatum</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	nanoplanctônica
<i>Stephanopyxis turris</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Striatella interrupta</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Surirella sp.</i>	bêntica	Bacillariophyceae	límnico	microplânctonica
<i>Synedra undulata</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Talassionema nitzschioides</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Thalassionema sp.</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Thalassiosira gravida</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Thalassiosira sp</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica
<i>Thalassiothrix sp.</i>	planctônica	Bacillariophyceae	marinho	microplânctonica

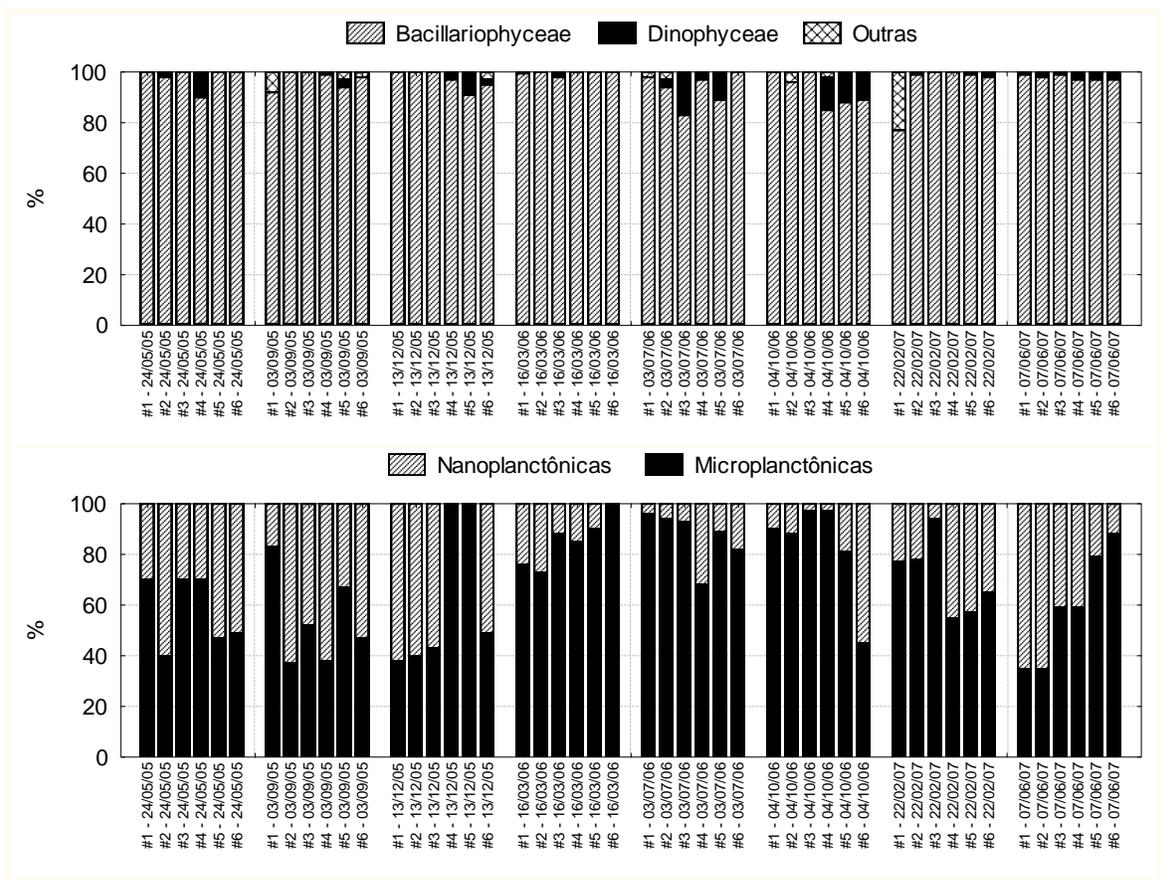


Figura 1. Distribuição percentual das espécies fitoplanctônicas em relação à classe taxonômica e tamanho celular entre maio de 2005 e junho de 2007 no Saco dos Limões, Baía Sul, Florianópolis – SC.

Em relação ao ambiente de origem das microalgas, com raras exceções, houve amplo predomínio de espécies marinhas (Figura 2). Isso indica a característica costeira ou estuarina desse ambiente, onde a contribuição de águas continentais é bastante restrita. Quanto ao habitat, foram detectadas predominantemente espécies planctônicas, embora espécies bênticas sempre estivessem presentes (Figura 2). Tais espécies podem ser definidas como ticipelágicas, ou seja, espécies bênticas que eventualmente encontram-se na

coluna de água por processo de ressuspensão natural (ondas e maré) ou antropogênica (obras).

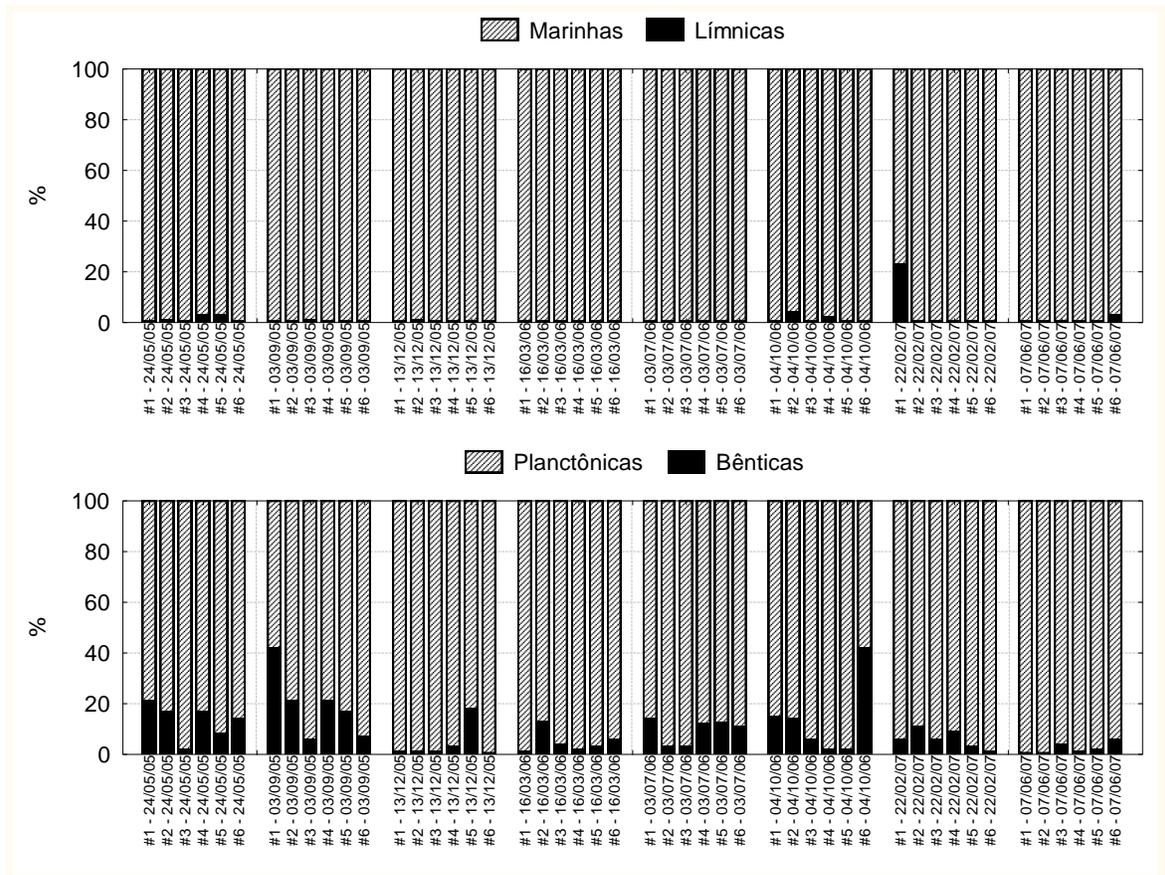


Figura 2. Distribuição percentual das espécies fitoplanctônicas em relação ao ambiente e ao habitat de origem entre maio de 2005 e junho de 2007 no Saco dos Limões, Baía Sul, Florianópolis – SC.

As características ecológicas gerais do fitoplâncton indicam períodos com densidades elevadas (dezembro de 2005, março de 2006, fevereiro e junho de 2007) e outros com densidades muito baixas (maio e setembro de 2005, julho e outubro de 2006) (Figura 3). Não há uma explicação clara ainda para este padrão, mas provavelmente haja influência sazonal, com tendência a maiores densidades de células no verão; interanual, com anos onde a pluviosidade foi mais intensa

gerando maiores densidades; ou mesmo padrões aleatórios. Geralmente as estações #1, #2 e #3 foram as que apresentaram maiores densidades de células. Esses dados, entretanto, devem ser confrontados com os valores de clorofila-a, apresentados mais adiante, pois nas quantificações de fitoplâncton aqui realizadas os organismos menores que 5 micrômetros podem ter sido subestimados em função da dificuldade de visualização ao microscópio, uma vez que as amostras apresentaram em geral bastante material em suspensão.

Os números de taxa se mantiveram numa média de 12 por amostra, não variando muito acima ou abaixo desse valor, indicando a não ocorrência de eventos de floração nem uma ampla distribuição de nichos (Figura 3). A análise dos índices descritivos da estrutura ecológica confirma essa tendência, pois não houve em todo o período valores extremos de diversidade ou equitatividade seja ao longo do tempo ou das estações amostradas (Figura 4). Um única situação ou pouco divergente dessa tendência foi verificada na amostragem de dezembro de 2005, nas estações #4 e #5, que apresentaram baixas diversidades. Esse caso pode ser explicado mais pela baixa densidade de células do que por algum processo de floração, já que a biomassa nessas situações foi relativamente baixa (Figuras 3 A, 5, 6 e 7).

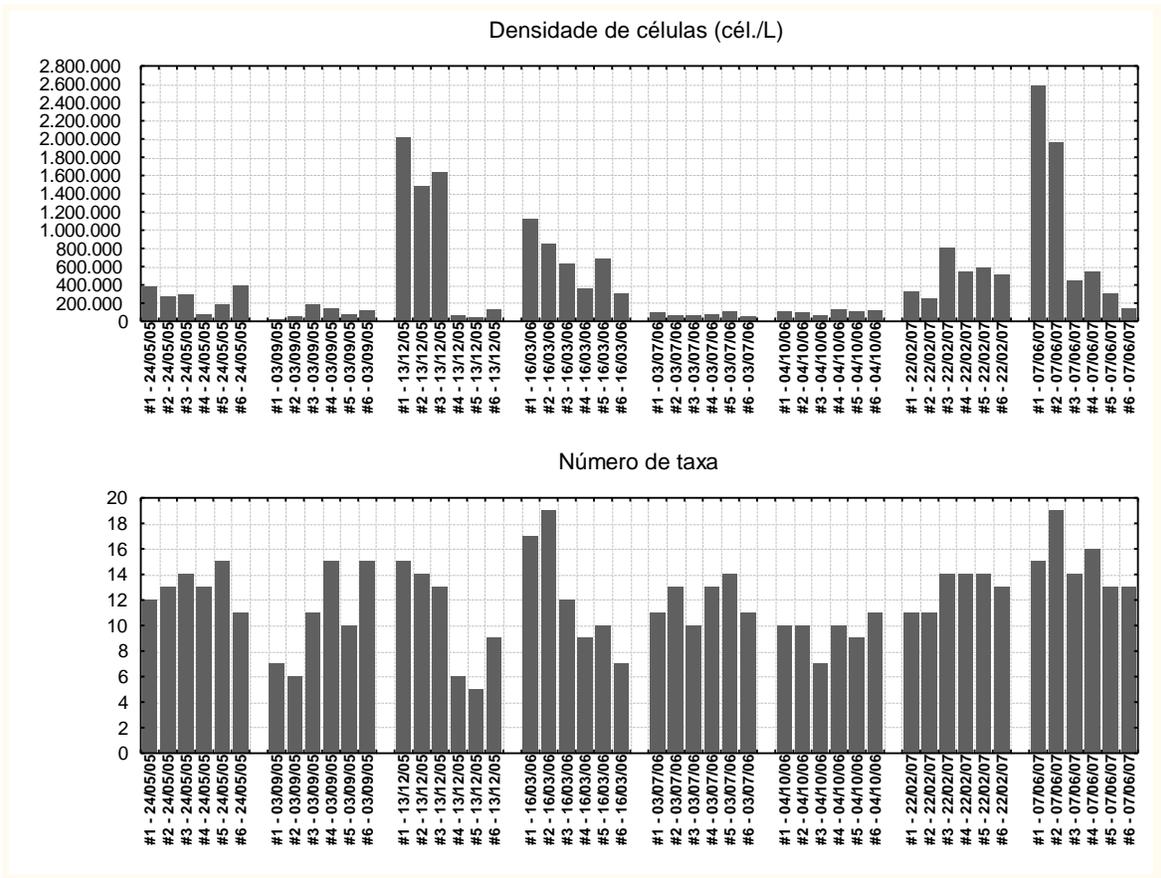


Figura 3. Dados quantitativos gerais sobre os organismos fitoplanctônicos entre maio de 2005 e junho de 2007 no Saco dos Limões, Baía Sul, Florianópolis – SC.

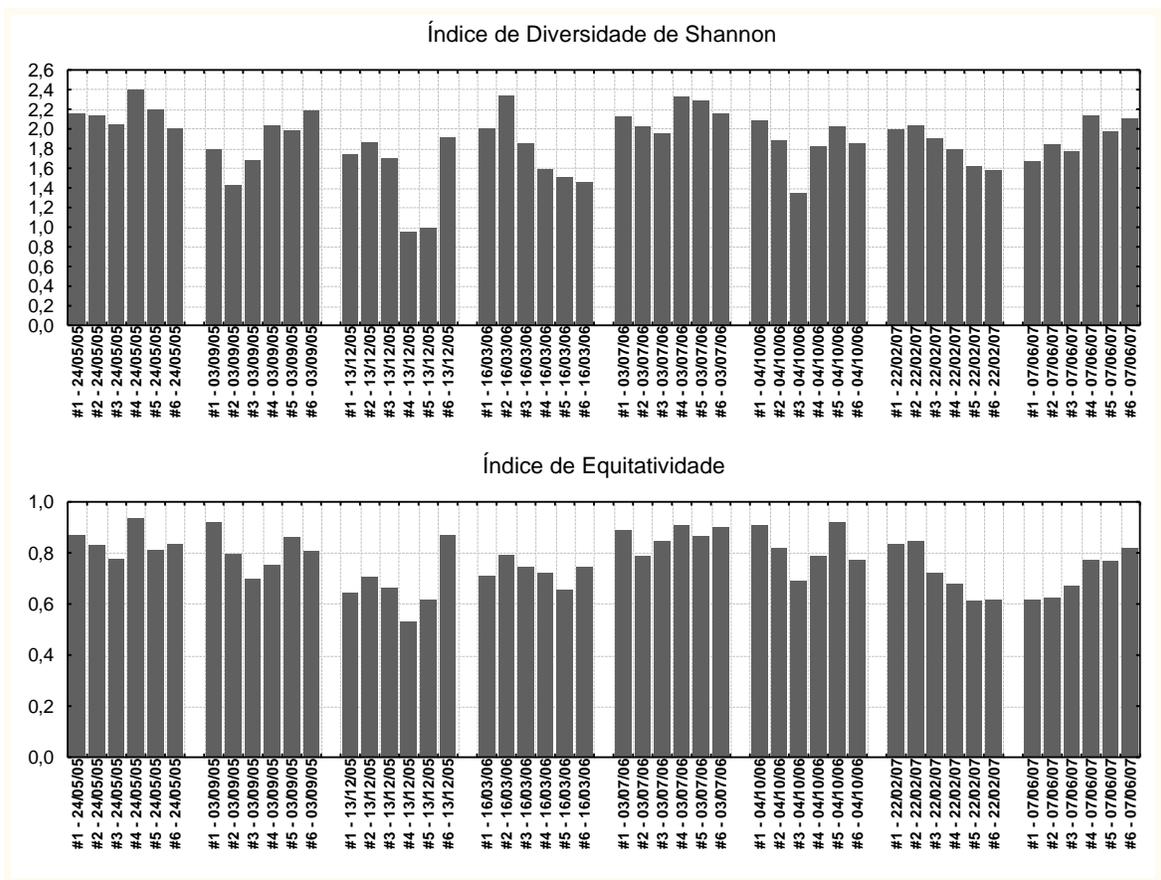


Figura 4. Características ecológicas do fitoplâncton entre maio de 2005 e junho de 2007 no Saco dos Limões, Baía Sul, Florianópolis – SC.

Em relação à clorofila-a, um indicativo químico seguro da biomassa de microalgas, observaram-se algumas incongruências com os dados de densidade de células. Os maiores valores foram registrados na amostragem de maio de 2005 (Figura 5), ocasião em que as densidades de células não foram muito elevadas (Figura 3). Por outro lado, em dezembro de 2005, houve bom paralelismo entre essas variáveis. Em junho de 2007, novamente registraram-se valores relativamente baixos de clorofila-a, mas densidades de células bastante elevadas. Essas relações inversas costumam ocorrer por duas razões básicas: (a) a presença de células de microalgas em mau estado fisiológico, resultando em densidades elevadas mas baixos valores de clorofila-a e; (b) a subestimação de organismos

picoplantônicos (menores que 2 micrômetros) nas contagens, os quais respondem muitas vezes por elevadas concentrações de clorofila-a.

Analisando-se as médias temporais de concentração de clorofila-a (Figura 6) verifica-se que os maiores valores de biomassa foram registrados na amostragem de maio de 2005, seguidos pelas amostragens de dezembro/2005 e março/2005 e depois pela amostragem de junho de 2007. As demais amostragens mostraram valores médios menores que 8  $\mu\text{g/L}$ , considerados relativamente baixos para sistemas costeiros com forte aporte de nutrientes continentais. Valores acima de 10  $\mu\text{g/L}$ , entretanto, verificados em maio e dezembro de 2005 podem já ser considerados valores típicos de áreas costeiras tropicais com considerável aporte de poluição orgânica. Não foi possível assegurar em que época do ano as biomassas são maiores, embora parece haver uma tendência de maiores valores em período de verão. Outra tendência geral é que não há uma diferença muito grande entre as biomassas de fitoplâncton das diferentes estações amostrais numa mesma amostragem, evidenciando uma certa homogeneidade de distribuição do fitoplâncton na Saco dos Limões. Ao analisar as médias espaciais de clorofila-a, ou seja, as médias por estação considerando todo o período, verificam-se valores médios similares entre as estações, exceto para a estação #4, com valor mais baixo que as demais (Figura 6). Entretanto a variabilidade (erro padrão) entre essas médias é muito grande, indicando que fatores sazonais ou interanuais têm maior impacto sobre a distribuição e biomassa do fitoplâncton do que os fatores locais associados à posição das estações na no Saco dos Limões.

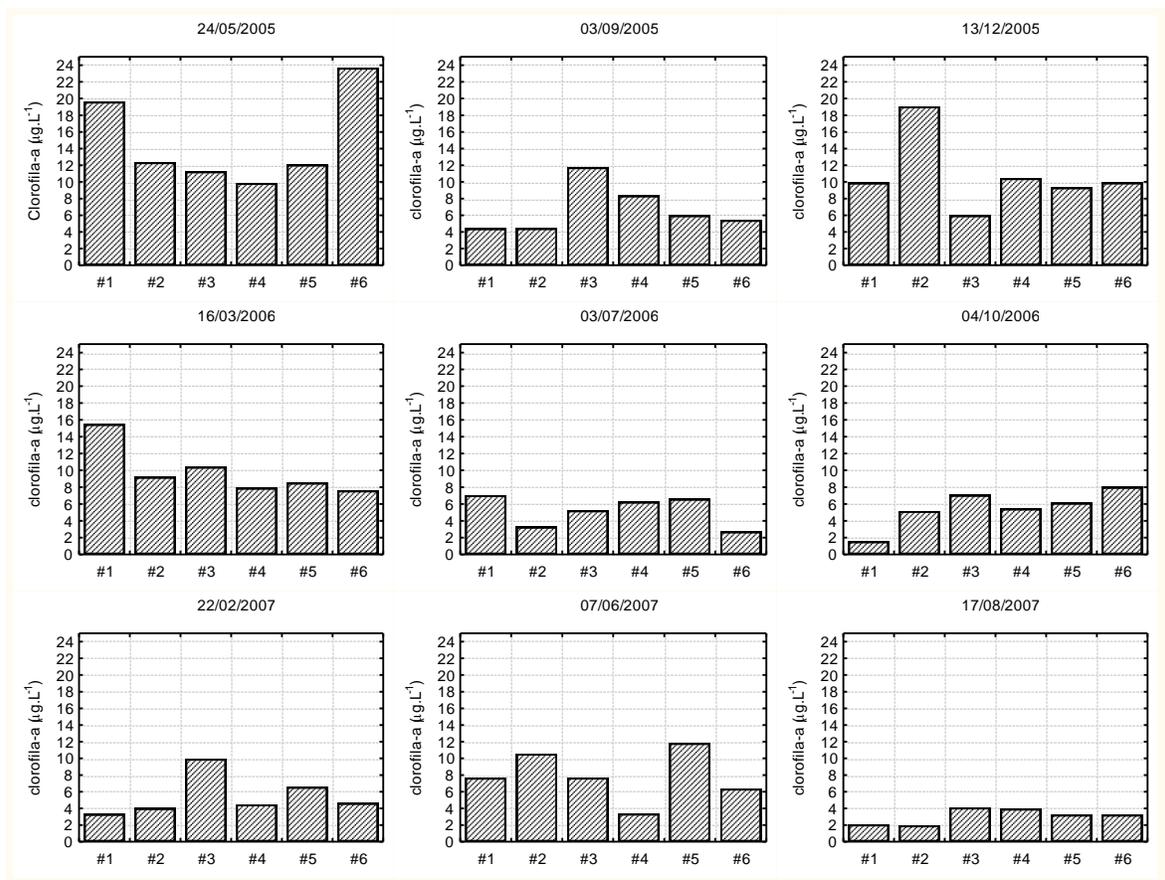


Figura 5. Concentração de clorofila-a nas seis estações de amostragem do Saco dos Limões, Baía Sul, Florianópolis – SC, entre maio de 2005 e agosto de 2007.

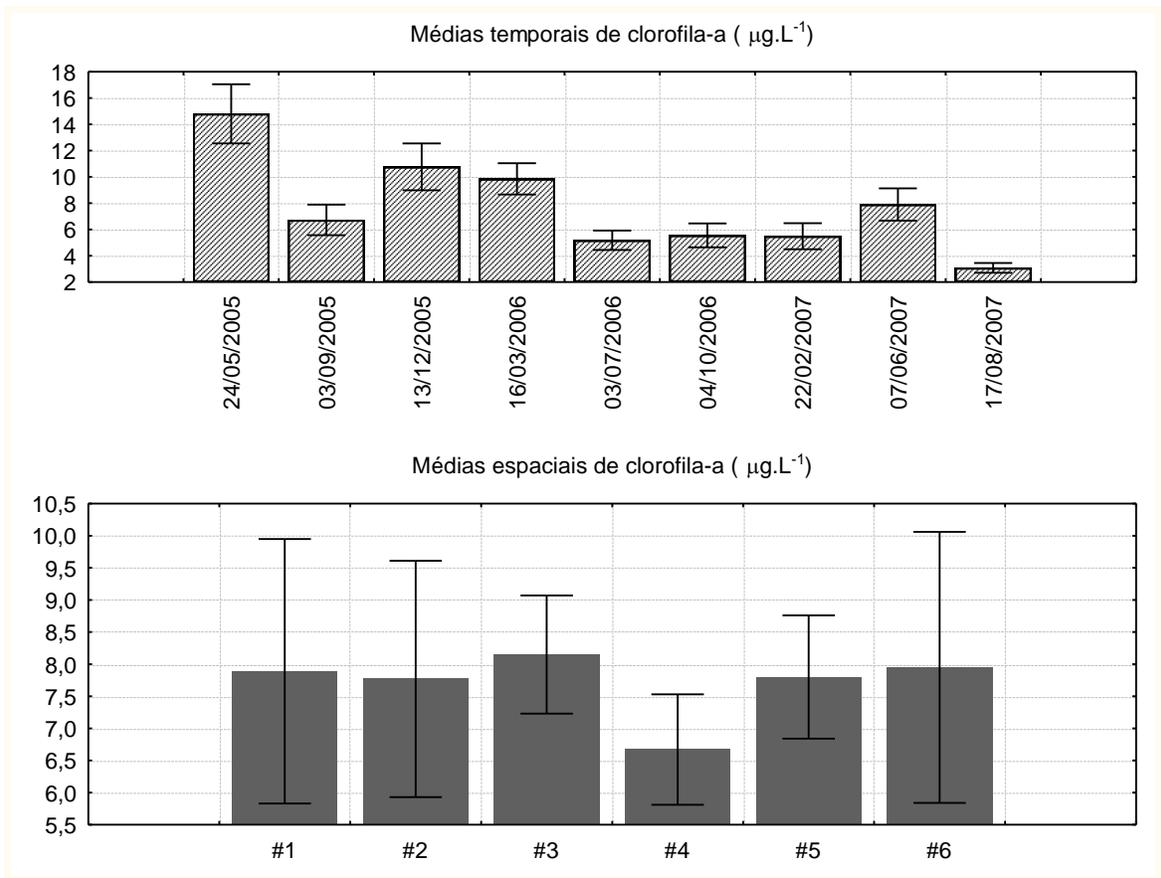


Figura 6. Valores médios de clorofila-a para seis estações de amostragem do Saco dos Limões, Baía Sul, Florianópolis – SC, entre maio de 2005 e agosto de 2007. (Acima) Médias temporais; (Abaixo) médias espaciais.