

KARINA BROTTTO REBULI

**CENTRO DE ESTUDOS DO MAR
BIBLIOTECA**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL NUTRITIVO DO SESTON PARA
MARICULTURA DE MAR ABERTO NO ESTADO DO PARANÁ - BR**

**Monografia apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel em
Oceanografia com Habilitação em Pesquisa
Oceanográfica, Centro de Estudos do Mar,
Setor de Ciências da Terra, Universidade
Federal do Paraná.**

Orientador: Prof. Dr. Frederico P. Brandini

Órgão Financiador: CNPq

PONTAL DO PARANÁ

2004

m
544.92098162
R293a
2004
ex-01

M/2004-18

*Dedico este trabalho ao Gabriel
e à Amanda Rebuli.*

Agradecimentos

Ao professor Dr. 'Fred' Brandini, pela oportunidade de realizar este trabalho, por tudo o que me ensinou e pela orientação, incentivo e confiança na minha capacidade.

Ao projeto MILENIO-RECOs pelo suporte financeiro para os trabalhos de campo e análises de laboratório e concessão de bolsa para a realização deste trabalho. Ao coordenador nacional do projeto, Prof. Dr. Jorge Pablo Castello, da Fundação Universidade de Rio Grande (FURG), por viabilizar esse suporte.

A todos do laboratório de Fitoplâncton, Michela Carboni, Luís, Leonardo Cusatis e Germinal Thieme Poca, pela ajuda nas coletas, nas análises de laboratório, e pela agradável companhia no trabalho. Em especial ao Ricardo Queiroz, pelas discussões muito construtivas de sempre e pela ajuda na etapa final deste trabalho.

Aos professores do curso de graduação em Ciências do Mar, que contribuíram para a minha formação e aprendizado.

Aos pesquisadores, funcionários e alunos do Centro de Estudos do Mar, que direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho. Em especial à bibliotecária Mariluci Zanella, por sempre ajudar no acesso à bibliografia necessária.

Ao Prof. Dr. Armando Vieira, da Universidade Federal de São Carlos, pela realização das análises CNH e pela atenção com que sanou minhas dúvidas.

Ao laboratório de Biogeoquímica Marinha, pela disponibilidade de utilizar a infra-estrutura do laboratório, em especial à Nilva Brandini e à Liciane Siqueira.

Às amigas Gabi e Aninha, companheiras na graduação e amigas para o resto da vida, pela companhia, amizade e força nas horas difíceis. E a meus amigos Ale e Éverton, pela compreensão e carinho de sempre.

À toda minha família, a meus irmãos Átila, Alan, Victor e Bele, irmã de coração, e cunhada Vanessa. Em especial a meu pai e minha mãe, que além do exemplo, sempre deram todo amor, apoio e incentivo para que eu pudesse realizar minha graduação.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
RESUMO.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
4. RESULTADOS.....	5
5. DISCUSSÃO.....	7
6. CONCLUSÕES.....	12
REFERÊNCIAS.....	22
APÊNDICES.....	xxvii

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – POSIÇÃO, PROFUNDIDADE E DISTÂNCIA DA COSTA DAS ESTAÇÕES DE COLETA A, B E C NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO ESTADO DO PARANÁ.....	04
TABELA 2 – MÉDIAS E EXTREMOS DA CONCENTRAÇÃO DE SESTON, MATÉRIA ORGÂNICA PARTICULADA (MOP), CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO (COP) E CARBONO DO FITOPLÂNCTON (CFITO) NAS ESTAÇÕES A, B E C, SITUADAS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO ESTADO DO PARANÁ.....	14
TABELA 3 – MÉDIAS E EXTREMOS DAS RAZÕES ENRE MATÉRIA ORGÂNICA PARTICULADA E SESTON (MOP/SESTON), CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO E SESTON (COP/SESTON), CARBONO DO FITOPLÂNCTON E CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO (CFITO/COP) E CLOROFILA A E CARBONO DO FITOPLÂNCTON (CLOROFILA A /CFITO) NAS ESTAÇÕES A, BE E C, SITUADAS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO PARANÁ.....	15
TABELA 4 – CONCENTRAÇÃO DE SESTON, MATÉRIA ORGÂNICA PARTICULADA (MOP), CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO (COP), NITROGÊNIO ORGÂNICO PARTICULADO (NOP), CARBONO DO FITOPLÂNCTON (CFITO) E CLOROFILA A NAS ESTAÇÕES A, B E C, SITUADAS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO ESTADO DO PARANÁ.....	16

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETA, A, B E C, NA PLATAFORMA RASA DO ESTADO DO PARANÁ.....17
- FIGURA 2 – PERFIS DE TEMPERATURA E SALINIDADE NAS ESTAÇÕES DE COLETA DA PLATAFORMA RASA DO ESTADO DO PARANÁ EM DIFERENTES PERÍODOS SAZONAIS.....18
- FIGURA 3 – PERFIS DE RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA, CLOROFILA A E TAXAS DE FOTOSSÍNTESE NAS ESTAÇÕES A, B E C NA PLATAFORMA RASA DO ESTADO DO PARANÁ EM DIFERENTES PERÍODOS SAZONAIS.....19
- FIGURA 4 – ILUSTRAÇÃO DA INTERFERÊNCIA DOS PROCESSOS DE APORTE CONTINENTAL, SEDIMENTAÇÃO, RESSUSPENSÃO DO SEDIMENTO E INTRUSÃO DA ÁGUA CENTRAL DO ATLÂNTICO SUL NA CONCENTRAÇÃO DO MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA PARTICULADA (C_{FITO}/COP) COMO ALIMENTO PARA MOLUSCOS FILTRADORES NA PLATAFORMA RASA DO ESTADO DO PARANÁ.....13

Resumo

A maricultura de mar aberto destaca-se no cenário internacional como uma nova fronteira de utilização do espaço marinho para produção de alimento, sem os conflitos sócio-ambientais da maricultura em áreas costeiras protegidas. Esse trabalho objetivou avaliar a qualidade do seston como alimento para moluscos filtradores na plataforma rasa do Paraná, entre as isóbatas de 10 e 30 m. Foram obtidos dados da hidrografia, clorofila *a* e fotossíntese e amostras de água de superfície, meio e fundo para análises de seston, matéria orgânica particulada (MOP), carbono orgânico particulado (COP) e carbono do fitoplâncton (C_{fito}). A hidrografia revelou a formação da termoclina sazonal no verão e uma coluna d'água homogênea no inverno. As concentrações clorofila *a* foram maiores na superfície e no fundo e foram registrados máximos subsuperficiais de clorofila *a* no verão. A concentração do seston variou de 8,8 a 26,5 mg.l⁻¹, com as maiores concentrações no fundo das áreas costeiras. A MOP e o COP apresentaram uma tendência de decrescer da área mais próxima para a mais afastada da costa e também estiveram mais concentrados no fundo. Suas concentrações variaram respectivamente de 0,1 a 2,17 mg.l⁻¹ de 129,3 a 531,1 µg.l⁻¹. O C_{fito} variou de 1,07 a 54,8 µg.l⁻¹ e esteve mais concentrado no fundo. A fração orgânica do seston foi baixa, de no máximo 8%. A qualidade da MOP, avaliada pela contribuição do C_{fito} para o COP, aumentou em direção ao fundo e à região mais afastada da costa, indicando que a maricultura de mar aberto no Paraná é viável, do ponto de vista da disponibilidade de alimento para moluscos filtradores, desde que os cultivos sejam montados próximo ao fundo e nas áreas mais afastadas da costa.

Palavras-chave: maricultura de mar aberto; seston; matéria orgânica particulada; carbono orgânico particulado; fitoplâncton; plataforma rasa.

1. Introdução

Nas últimas décadas, a maricultura de moluscos no Brasil desenvolveu-se tradicionalmente em regiões costeiras abrigadas, com pouca circulação e renovação da água, aumentando os riscos de impacto ambiental. Cultivos intensivos em áreas com pouca circulação causam eutrofização do sistema bêntico devido ao incremento da carga orgânica em sedimentação (Stenton-Dozey *et al.*, 2001) e aumento da taxa de remineralização dos nutrientes estocados na matéria orgânica particulada, usada como alimento pelos organismos filtradores (Prins & Smaal, 1994). A maior disponibilidade de nutrientes estimula o crescimento do fitoplâncton, contribuindo de mais uma forma para a eutrofização do sistema. Além disso, devido à intensa ocupação humana ao longo da costa brasileira, a maricultura começa a gerar conflitos com outras atividades sócio-econômicas tais como pesca artesanal e industrial, transporte marítimo, turismo, construção e expansão de centros urbanos e atividades portuárias (Brandini *et al.*, 2000). Em contrapartida, o impacto antropogênico dificulta a manutenção dos padrões adequados de qualidade da água para os organismos cultivados.

A solução desses conflitos de uso pelo espaço aquático marinho é fundamental para o gerenciamento costeiro em nosso país. Uma alternativa é o cultivo de mar aberto, que se destaca no cenário internacional como uma nova fronteira de utilização do espaço marinho para produção de alimento, uma vez que se distancia do impacto antropogênico, sobretudo a poluição (Brandini *et al.*, 2000). A plataforma continental rasa (< 50 metros) dispõe de amplo espaço para ocupação, com grande capacidade de dispersar a carga orgânica oriunda dos cultivos. A maior dispersão também evita os predadores naturais, comuns nos habitats nos quais os moluscos geralmente se desenvolvem (Belz, 2001).

No Brasil, essa modalidade de maricultura ainda não está desenvolvida, devido ao elevado custo tecnológico necessário para a construção e manutenção de sistemas ancorados em mar aberto. Encontrar técnicas economicamente viáveis é o primeiro passo para difundir a maricultura de mar aberto no país.

O cultivo de organismos filtradores (*e. g.*, marisco, ostras e vieiras) apresenta a melhor relação custo-benefício na maricultura, com uma produção anual estimada de 10,2 milhões de toneladas (FAO, 2002). Os moluscos alimentam-se capturando o material particulado em suspensão (=seston) em suas brânquias. O seston é o conjunto total de partículas inorgânicas e orgânicas em suspensão, cujas concentrações variam no espaço e no tempo em resposta a processos físicos e biogeoquímicos. A ressuspensão e o transporte de sedimentos por correntes de marés, ondas e descarga continental, associados ao regime meteorológico, e os processos biológicos ao longo da teia alimentar controlam a contribuição relativa dos componentes inorgânicos e biogênicos do seston, alterando sua qualidade como alimento para organismos filtradores (Navarro *et al.*, 1993).

As taxas de crescimento e fecundidade dos moluscos dependem diretamente da quantidade e da qualidade de alimento disponível (Brown & Hartwick, 1988; Hawkins & Bayne, 1992; Øie *et al.*, 2002). A qualidade do seston como alimento depende da composição de sua fração orgânica, formada por microalgas, microheterótrofos, agregados orgânicos e detritos oriundos da degradação de plantas vasculares ou macroalgas (Huang *et al.*, 2003), os quais apresentam diferentes qualidades nutricionais, dependendo de sua composição bioquímica (Navarro *et al.*, 1993).

A maricultura no litoral do Paraná é ainda desenvolvida em pequena escala nas porções mais internas das baías de Paranaguá e Guaratuba, por comunidades de pescadores artesanais, principalmente como um recurso pesqueiro alternativo nas épocas de defeso e de baixa produtividade da pesca extrativista. Os principais moluscos cultivados são ostras (*Crassostrea spp.*) e mariscos (*Perna perna*).

A plataforma continental rasa do Estado do Paraná é um ambiente bastante dinâmico. Além da descarga continental da desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá, a incidência de ondas de vento e maré e a ressuspensão do sedimento em áreas de plataforma contribuem para o aumento da concentração do material particulado em suspensão e da disponibilidade de nutrientes próximo à costa. Em direção ao mar aberto, a influência desses processos decresce e as partículas em

suspensão vão sedimentando. Com a menor turbulência da coluna d'água e a escassez de nutrientes em áreas mais afastadas, as células do fitoplâncton sedimentam e se acumulam no fundo. Além disso, o regime hidrográfico na plataforma continental do Estado do Paraná, com as intrusões da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) entre outubro e abril nas porções mais afastadas da plataforma rasa, favorece a formação de máximos subsuperficiais de clorofila *a* (MSC), que originam agregados orgânicos nessas áreas (Brandini, 1988).

A principal hipótese desse trabalho é a de que os moluscos cultivados em áreas da plataforma mais distantes da costa podem se beneficiar destes processos, tendo acesso a uma dieta com melhor qualidade nutricional, rica em células do fitoplâncton e com menor contribuição relativa de detritos e partículas inorgânicas, tais como silte, argila e detritos terrígenos, se comparado a regiões costeiras.

2. Objetivos

O objetivo do presente estudo foi comparar a quantidade e a qualidade do material particulado em suspensão em áreas próximas e distantes da costa ao longo da plataforma continental interna (<50 m) do Estado do Paraná a fim de subsidiar uma proposta de cultivo de mar aberto de moluscos marinhos.

3. Material e Métodos

Foram realizadas coletas em três estações (Tabela 1), dispostas em um transecto perpendicular à linha de costa (Fig. 1), em setembro e novembro de 2003 e fevereiro e junho de 2004.

Tabela 1 – Posição, profundidade e distância da costa das estações de coleta, A, B e C, na plataforma continental rasa do Estado do Paraná.

Estação	Longitude W	Latitude S	Profundidade (m)	Distância (km)
A	48°25'	25°43'	11	1,6
B	48°20'	25°44'	18	19
C	48°05'	25°48'	28	40

Em cada estação, foram registrados perfis verticais contínuos de salinidade e temperatura com um mini-CTD (Falmouth). Também foram obtidos perfis de temperatura, radiação fotossinteticamente ativa (RFA), fotossíntese e clorofila *a* com um perfilador de fluorescência natural PNF-300 Biospherical.

Amostras de água do mar foram coletadas com garrafa Hydrobios na superfície, meio e fundo para análises de seston, matéria orgânica particulada (MOP), carbono orgânico particulado (COP), nitrogênio orgânico particulado (NOP) e carbono do fitoplâncton (C_{fito}).

Volumes variando entre 300 e 500 ml foram filtrados em laboratório em filtros de fibra de vidro Whatman GF/C ($\Phi = 25$ mm) pré-incinerados em mufla por uma hora a 450°C. Os filtros foram armazenados a -10°C até o momento das análises.

O seston foi pesado com os filtros inteiros segundo o método gravimétrico de Strickland & Parsons (1972) com balança Metler H5 1AR, com precisão de 0,01 mg.

Os filtros foram divididos ao meio com lâminas de aço descartáveis. Uma metade foi incinerada em mufla por uma hora a 450°C e a matéria orgânica particulada foi calculada com base na diferença entre os pesos antes e depois da incineração.

A outra metade do filtro foi usada para análises de Carbono e Nitrogênio com um analisador CHN da Universidade de São Carlos (SP), realizadas de acordo com Strickland and Parsons (1972).

Alíquotas de 60 ml foram fixadas em solução de Lugol a 1,6% para análises do fitoplâncton total com a técnica de sedimentação de Utermöhl (1958) em microscópio invertido ZEISS, modelo 03. Os procedimentos de sedimentação e contagem seguiram

as sugestões de Hasle (1978). As células fitoplanctônicas foram contadas, medidas e classificadas de acordo com sua forma geométrica.

O biovolume foi calculado com as fórmulas trigonométricas descritas em Hillebrand *et al.* (1999) e o volume plasmático foi estimado de acordo com Smayda (1978). A conversão do volume plasmático para carbono orgânico foi feita de acordo com Montagnes *et al.* (1994), com a seguinte relação entre o carbono celular (pgC.cél^{-1}) e o volume plasmático (μm^3) para o fitoplâncton:

$$\text{Carbono celular} = 0,109 * (\text{volume plasmático})^{0,991}$$

4. Resultados

A temperatura variou de 19,1 a 28,2 °C na estação A, mais costeira, de 19,0 a 27,7 °C na B, intermediária, e de 18,7 a 26,5 °C na C, mais afastada da costa. Os valores mínimos foram registrados no fundo em setembro de 2003 e os máximos na superfície em fevereiro de 2004 (Fig. 2). A termoclina sazonal esteve bem definida em fevereiro de 2004.

A salinidade variou de 31,3 a 35,1 na estação A, de 31,4 a 35,7 na B e de 31,6 a 36,8 na C. Os menores valores foram observados na superfície da estação mais próxima da costa e os maiores no fundo da mais afastada (Fig. 2). Nos meses de novembro de 2003 e fevereiro de 2004, a salinidade foi menor na superfície do que no fundo. Os registros da salinidade na estação B em julho de 2004 indicavam salinidade decrescente com a profundidade, até o valor mínimo de 1,0 a 14,5 metros, e foram descartados.

Nas três estações, a coluna d'água esteve fisicamente homogênea em setembro de 2003 e junho de 2004 e estratificada, com a formação da termoclina sazonal, em novembro de 2003 e fevereiro de 2004 (Fig. 2).

As concentrações de clorofila *a* variaram de 0,2 a 1,6 $\mu\text{g.l}^{-1}$ na estação A, de 0,2 a 1,3 $\mu\text{g.l}^{-1}$ na B e de 0,1 a 2,1 $\mu\text{g.l}^{-1}$ na C. De modo geral, as maiores concentrações de clorofila *a* foram registradas no fundo e na superfície e os menores no meio da coluna d'água em todas as estações (Fig. 03 a, b e c).

Máximos subsuperficiais de clorofila *a* (MSC) foram registrados na estação C em novembro de 2003 e nas três estações em fevereiro de 2004. Em novembro de 2003, o MSC não alterou o padrão geral de distribuição vertical da clorofila *a* registrado nos demais perfis, tendo sido observado entre 22 e 25 metros de profundidade, com concentração máxima de 0,69 $\mu\text{g.l}^{-1}$. Os MSC's de fevereiro de 2004 foram mais espessos, estendendo-se até o fundo da coluna d'água e alterando o padrão de distribuição vertical da clorofila *a* descrito acima. Na estação A, a concentração máxima de clorofila *a* foi de 1,1 $\mu\text{g.l}^{-1}$ a 12,7 metros. Na B, o MSC foi registrado próximo ao fundo, com concentrações de 1,0 $\mu\text{g.l}^{-1}$ a 16 metros. Na C, o MSC foi registrado a 24 metros, com concentração de 1,4 $\mu\text{g.l}^{-1}$.

A taxa de fotossíntese foi maior na superfície e decresceu com o aumento da profundidade em todas as estações (Fig. 3 a, b e c). A taxa máxima foi de 260,5 $\mu\text{gC.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$ na estação A, de 192,8 $\mu\text{gC.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$ na B e de 125,9 $\mu\text{gC.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$ na C. Com exceção da estação A, nas estações onde ocorreram a formação dos MSC's, foi registrado um acréscimo da taxa de fotossíntese na camada de fundo, formando picos subsuperficiais secundários de produção coincidindo com os picos de clorofila *a*. A taxa de fotossíntese nesses picos secundários variou 8,6 a 76,0 $\mu\text{gC.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$, respectivamente em novembro de 2003 a 22 metros e em fevereiro de 2004 a 22,5 metros, ambos na estação C.

Os dados pontuais, de seston, matéria orgânica particulada (MOP), carbono orgânico particulado (COP), nitrogênio orgânico particulado (NOP) e carbono do fitoplâncton (C_{fito}), não foram analisados sazonalmente. Ainda que tenha sido realizada uma coleta em cada estação do ano, elas foram consideradas réplicas da estação de coleta, devido à sua baixa frequência.

A concentração de seston variou de 10,5 a 22,3 mg.l⁻¹ na estação A, de 8,8 a 26,5 mg.l⁻¹ na B e de 9,5 a 12,9 mg.l⁻¹ na C (Tabela 2). A maior diferença entre as estações foi encontrada na camada de fundo, onde a diferença entre as médias das estações A e C foi de 5,7 mg.l⁻¹, enquanto na superfície foi de 2,0 mg.l⁻¹ e no meio de 1,9 mg.l⁻¹. Nas estações A e B, houve uma tendência de aumentar a concentração de seston no fundo, enquanto na estação C não houve diferença entre as profundidades.

A concentração de matéria orgânica particulada variou de 0,1 a 2,17 mg.l⁻¹ na estação A, de 0,1 a 1,51 mg.l⁻¹ na B e de 0,3 a 1,0 mg.l⁻¹ na C (Tabela 2), tendo sido maior na estação A, com média de 0,8 mg.l⁻¹, do que nas B e C, cujas médias foram de 0,6 e 0,5 mg.l⁻¹, respectivamente. Nas estações A e B as maiores concentrações foram encontradas no fundo e na estação C, na superfície.

O carbono orgânico particulado decresceu da estação A em direção à C, variando de 207,6 a 450,8 µgC.l⁻¹ na estação A, de 151,8 a 531,1 µgC.l⁻¹ na B e de 129,3 a 307,4 µgC.l⁻¹ na C (Tabela 2). Nas três estações, as maiores concentrações foram encontradas no fundo.

As concentrações de nitrogênio orgânico particulado foram muito baixas e apenas em sete amostras seus valores ficaram acima do limite de detecção da técnica (Tabela 4). Esse número foi considerado não representativo e seus dados não foram incluídos nas análises.

A concentração do carbono do fitoplâncton foi maior nas estações A e C, tendo variado de 13,5 a 46,8 µgC.l⁻¹ na estação A, de 8,7 a 27,0 µgC.l⁻¹ na B e de 1,1 a 54,8 µgC.l⁻¹ na C (Tabela 2). Os maiores valores foram encontrados no fundo nas três estações.

5. Discussão

O regime hidrográfico revelou os mesmos padrões sazonais descritos em trabalhos anteriores (Brandini *et al.*, 1988; Brandini, 1990; Silva, 2001). A coluna d'água tende a ser verticalmente homogênea nos meses de inverno e fisicamente

estratificada nos meses quentes, com a formação da termoclina sazonal a partir de outubro até o fim do verão. A estratificação térmica é, em parte, devido à intrusão ortogonal da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), caracterizada por temperaturas menores de 20°C e salinidades entre 35 e 36,4 (Castro-Filho & Miranda, 1998). Próximo à costa, a estratificação halina está associada ao regime de chuvas. Com base em uma imagem de satélite Landsat7-ETM+ obtida após um período de dez dias sem precipitação, Noernberg (2001) demonstrou que a influência da pluma estuarina na desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá pode chegar a 25 km da costa. Em períodos de maior precipitação no litoral do Estado, a influência do aporte de água continental na plataforma interna deve atingir áreas ainda mais afastadas da costa (Codina, 2002), diminuindo a salinidade nas camadas superficiais da coluna d'água, já que a água menos densa da pluma estuarina tende a fluir sobre a água costeira mais densa. Isso pôde ser observado no presente estudo, com as menores salinidades tendo sido encontradas na superfície da região mais próxima da costa.

Os registros do perfilador de fluorescência natural revelaram aumentos na concentração de clorofila *a* próximo ao fundo, o mesmo padrão descrito por Rezende (2001). Quando os nutrientes são esgotados na superfície, as células fitoplanctônicas não podem mais realizar fotossíntese e esgotam suas reservas energéticas (Falkowski & Raven, 1997). Isso as torna mais densas e as faz sedimentar. Quando chegam ao fundo, as células, que ainda têm potencial para crescer, encontram mais nutrientes e se adaptam à menor disponibilidade de luz, aumentando a concentração intracelular de clorofila *a*, processo conhecido como fotoaclimação, particularmente comum a comunidades fitoplanctônicas costeiras, freqüentemente sujeitas às variações na disponibilidade de luz (Strezepek and Harrison, 2004). Assim, na camada de fundo, a concentração deste pigmento pode aumentar tanto pelo acúmulo de biomassa fitoplanctônica em sedimentação como pelo aumento da concentração intracelular de clorofila *a* devido à fotoaclimação. Além disso, o aumento da biomassa fitoplanctônica na camada de fundo pode estar associado à ressuspensão do microfítobentos, processo freqüentemente observado na plataforma rasa do Paraná

(Queiroz *et al.*, 2004). Neste caso, a concentração de seston próximo ao fundo também aumenta, pois a ressuspensão traz para a coluna d'água, além do microfitobentos, outras células e partículas inorgânicas presentes no sedimento. Tanto nas regiões mais próximas como nas mais afastadas da costa, a biomassa fitoplanctônica (C_{fito}) e a concentração intracelular de clorofila *a* (Clorofila *a*/ C_{fito}) foram maiores no fundo (Tabelas 2 e 3), indicando que os incrementos de clorofila *a* na camada de fundo estavam associados tanto à maior concentração do pigmento por célula como a um aumento na biomassa da comunidade fitoplanctônica. Entretanto, a concentração do seston na região mais afastada não foi maior no fundo, indicando que o aumento da biomassa fitoplanctônica no fundo parece estar mais relacionado ao acúmulo de células por sedimentação e ao crescimento do fitoplâncton com a intrusão da ACAS. Nas regiões mais próximas, a maior concentração de seston próximo ao fundo evidenciou a ressuspensão de sedimento e o aporte continental. Assim, além da sedimentação do fitoplâncton, a ressuspensão do microfitobentos parece estar contribuindo para a composição da biomassa fitoplanctônica na camada de fundo das regiões mais costeiras.

Nos pontos onde a estratificação vertical da coluna d'água esteve bem definida, a formação de máximos subsuperficiais de clorofila *a* esteve associada a incrementos na fotossíntese. Neste caso, o aumento na concentração de clorofila *a* representa um crescimento local da comunidade fitoplanctônica, viabilizado pelo aporte de nutrientes oriundos da ACAS, consistindo, assim, de produção primária nova na região mais afastada da costa (Metzler *et al.*, 1997). A natureza do material particulado em suspensão nessa região é alterado, tornando-se rico em células do fitoplâncton, o que evidencia a importância deste processo para a qualidade do seston e para a rede trófica pelágica da plataforma costeira.

Os resultados mostraram uma tendência de acúmulo de matéria orgânica no fundo da plataforma rasa nas regiões mais próximas à costa e de carbono orgânico particulado tanto em áreas costeiras como nas mais afastadas. Isso foi particularmente

evidente no caso do carbono do fitoplâncton, cujas concentrações médias no fundo chegaram a ser 2 a 4 vezes maior do que na superfície.

As razões entre as concentrações do material orgânico e inorgânico e entre os componentes orgânicos do seston são úteis para interpretar as condições tróficas do ecossistema e a origem da matéria orgânica. Como em todo ambiente costeiro raso, sujeito à constante ressuspensão de sedimento, a contribuição relativa da fração orgânica e do carbono orgânico particulado para o seston foi baixa em todas as estações, representando no máximo 8 e 4 % do total do seston, respectivamente (Tabela 3). Devido a essa baixa concentração relativa do material orgânico do seston, as concentrações do nitrogênio orgânico particulado foram muito baixas e não puderam ser detectadas.

Os moluscos filtradores podem controlar a abertura das valvas a fim de regular a quantidade de material particulado a ser filtrado (Barillé *et al.*, 1993). A quantidade de alimento disponível depende da quantidade de material orgânico particulado em suspensão. Quando a concentração do seston é alta mas com baixa contribuição de material orgânico, os moluscos podem não conseguir filtrar alimento suficiente, pois quanto maior a contribuição da fração orgânica (maior MOP/Seston e maior COP/Seston), maior será a quantidade de alimento disponível e menor o gasto energético dos moluscos com a produção de pelotas fecais (Widdows *et al.*, 1979; Bayne, 1998).. Soletchnik *et al.* (1999) encontraram que a mortalidade de *Crassostrea gigas* registrada no verão de 1996 na baía Marennes-Oléron (França) foi 20-25% maior nos cultivos montados próximo ao fundo do que nos suspensos devido à elevada concentração de seston próximo ao fundo. Os resultados do presente estudo mostraram que no fundo da região mais costeira foi encontrada a maior concentração de seston, mas também a maior contribuição da fração orgânica (Tabela 3), indicando que esta região é onde há mais alimento para organismos filtradores.

Entretanto, além da quantidade, a qualidade do alimento é fundamental para os animais. A fim de balancear a dieta à sua demanda nutricional, os moluscos respondem fisiologicamente. Podem, por exemplo, produzir enzimas flexibilizando as eficiências de digestão e absorção de alguns alimentos (Bayne, 1998). Entretanto, essas adaptações têm seu custo energético e seus limites. Diversos estudos têm sido realizados em ambientes costeiros protegidos a fim de avaliar a qualidade nutritiva do material particulado em suspensão para organismos filtradores (Danovaro & Fabiano, 1997; Huang *et al.*, 2003; Keeger & Newell, 2001; Souchu *et al.*, 1997; Navarro *et al.*, 1993).

De acordo com Poulet *et al.* (1986), a razão Carbono Orgânico Particulado/Nitrogênio Orgânico Particulado (COP/NOP) está relacionada à quantidade de material vivo em relação à de detrito no material particulado em suspensão. Como a remineralização bacteriana de proteínas é mais rápida do que a de carboidratos, a relação COP/ NOP tende a ser maior quando o seston, dominado por detritos, perde nitrogênio orgânico (Copin-Montegut & Copin-Montegut, 1983; Prins & Smaal, 1994).

Como as concentrações de nitrogênio orgânico particulado foram muito baixas, a ponto de não poderem ser detectadas com a técnica utilizada, a análise da qualidade da matéria orgânica particulada em suspensão foi baseada na sua origem, *i. e.*, em quanto do total de carbono orgânico particulado é carbono do fitoplâncton ($C_{\text{fito}}/\text{COP}$). O fitoplâncton é alimento altamente nutritivo para organismos filtradores (Huang *et al.*, 2003) e quando o material orgânico particulado é rico em células do fitoplâncton, a razão COP/NOP diminui (Hill & Wheeler, 2002), melhorando a qualidade nutricional do seston (*i.e.* maior quantidade de nitrogênio).

Foram observados dois gradientes da contribuição do fitoplâncton para o carbono orgânico particulado do seston. Um aumentado em direção ao fundo e outro com a distância da costa, de modo que a menor contribuição foi na superfície da região mais costeira, e a maior no fundo da região mais afastada (Tabela 3). A qualidade nutricional do material particulado em suspensão aumentou em resposta à diminuição da influência do aporte continental e da ressuspensão do sedimento. Assim, mesmo

que a estação mais costeira tenha maior disponibilidade de alimento, sua qualidade é inferior à encontrada na matéria orgânica particulada da região mais afastada.

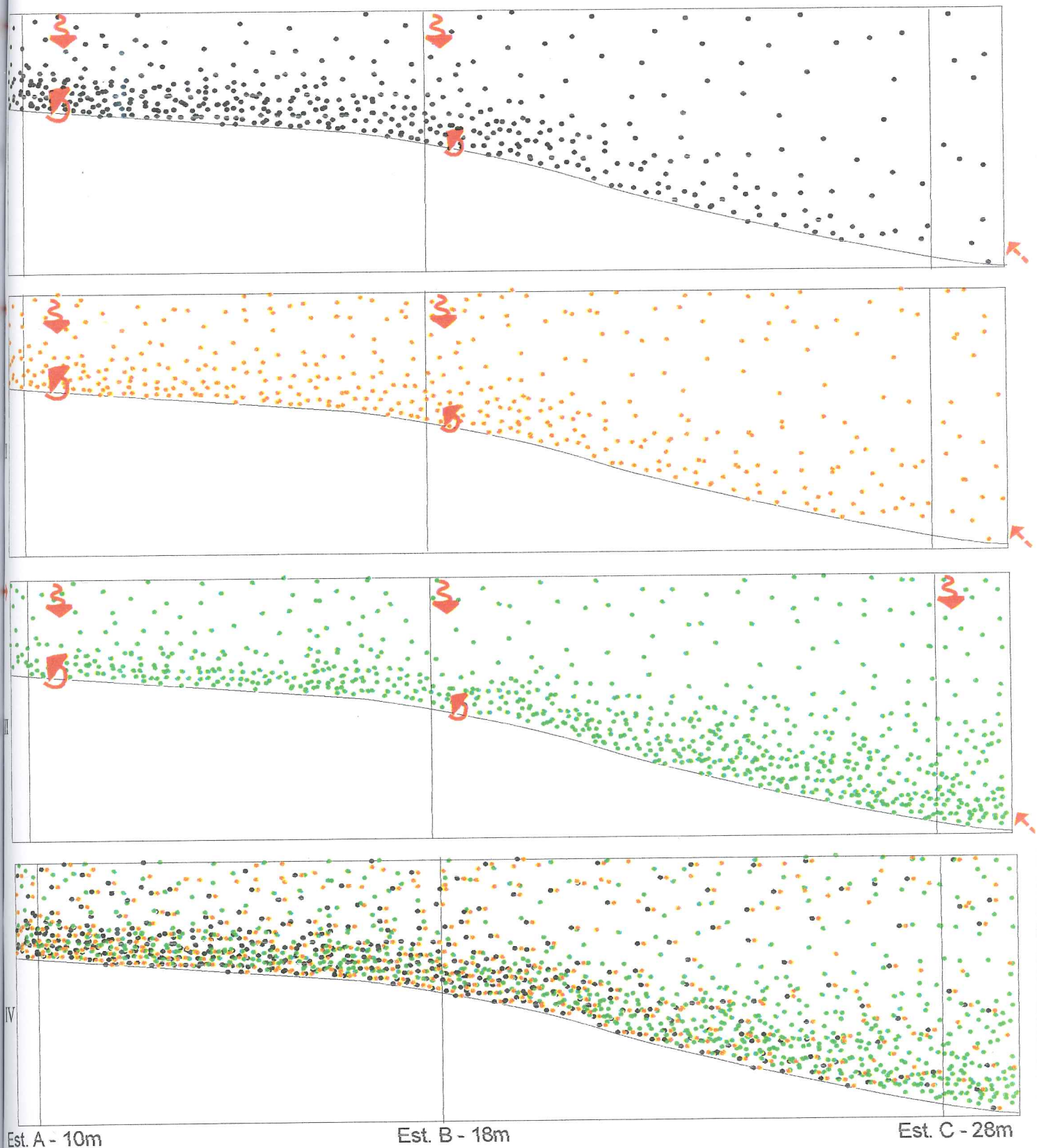
O resultado deste trabalho corrobora a hipótese inicial. Ou seja, cultivos de molusco em mar aberto no Paraná são viáveis, do ponto de vista da disponibilidade de alimento, desde que ancorados próximo ao fundo, uma vez que a contribuição do fitoplâncton para a fração orgânica do material particulado em suspensão é relativamente maior nesta profundidade em áreas afastadas da costa.

6. Conclusões

A Figura 4, na página seguinte, ilustra os principais resultados encontrados no presente trabalho e os processos e eles associados.

- As concentrações mais elevadas de seston no fundo nas áreas mais costeiras evidenciaram a influência da drenagem continental e da ressuspensão do sedimento nessa região.
- As maiores concentrações da biomassa fitoplanctônica foram encontradas no fundo da Plataforma rasa do Paraná.
- Nas regiões costeiras, essa concentração foi relacionada à ressuspensão do microfitobentos e à sedimentação do fitoplâncton e nas regiões mais afastadas da costa, à sedimentação do fitoplâncton e à intrusão da ACAS.
- A qualidade da matéria orgânica particulada aumentou na camada de fundo, devido à maior concentração da biomassa fitoplanctônica, e nas áreas mais afastadas da costa, devido à sedimentação e ao crescimento do fitoplâncton e à menor influência da drenagem continental e da ressuspensão do sedimento.

Os resultados indicam a viabilidade da maricultura de moluscos de mar aberto em áreas afastadas da plataforma costeira paranaense, sob o ponto de vista da disponibilidade de alimento, requisito fundamental para a viabilidade econômica do cultivo de organismos filtradores.



Legenda

- Aporte continental
- ↺ Ressuspensão do sedimento
- ⌞ Sedimentação
- ↗ Intrusão da ACAS
- Matéria inorgânica em suspensão
- Matéria orgânica em suspensão
- Carbono do fitoplâncton

Fig. 4. Ilustração da interferência dos processos de aporte continental, sedimentação, ressuspensão e intrusão da Água Central do Atlântico Sul na concentração do material inorgânico (I) e orgânico (II) em suspensão e do carbono do fitoplâncton (III) e na composição relativa do seston (IV) na Plataforma rasa do Estado do Paraná.

Tabela 2 – Médias e extremos da concentração de seston, matéria orgânica particulada (MOP), carbono orgânico particulado (COP) e carbono do fitoplâncton (C_{fito}) nas estações A, B e C, na Plataforma continental interna do estado do Paraná.

Estação	Seston (mg.l ⁻¹)	MOP (mg.l ⁻¹)	COP (µg.l ⁻¹)	C _{fito} (µg.l ⁻¹)	n	
A	Sup	12,32 (10,9 - 14,92)	0,62 (0,38 - 0,89)	294,86 (207,57 - 450,82)	7,37 (4,84 - 10,53)	3
	Meio	12,06 (10,46 - 14,92)	0,48 (0,10 - 0,85)	265,79 (268,76 - 299,00)	9,85 (3,72 - 16,74)	4
	Fnd	16,04 (11,72 - 22,31)	1,15 (0,57 - 2,17)	337,05 (280,64 - 422,02)	23,90 (13,48 - 46,84)	4
B	Sup	11,07 (8,82 - 13,88)	0,59 (0,13 - 0,93)	225,57 (151,78 - 336,81)	10,39 (3,31 - 15,06)	4
	Meio	12,930 (10,74 - 11,92)	0,48 (0,23 - 0,79)	229,41 (149,89 - 319,36)	13,58 (3,76 - 16,22)	4
	Fnd	15,54 (10,68 - 26,48)	0,73 (0,33 - 1,51)	309,84 (175,09 - 531,13)	19,04 (8,69 - 27,05)	4
C	Sup	10,33 (9,76 - 11,28)	0,66 (0,30 - 0,98)	151,00 (129,35 - 185,27)	6,84 (2,60 - 13,26)	4
	Meio	10,19 (9,52 - 11,40)	0,39 (0,28 - 0,57)	199,18 (131,52 - 307,37)	5,92 (1,47 - 11,86)	5
	Fnd	10,33 (10,10 - 12,86)	0,50 (0,37 - 0,54)	213,54 (149,42 - 253,95)	23,03 (1,07 - 54,80)	4

Tabela 3 – Médias e extremos das razões entre matéria orgânica particulada e seston (MOP/Seston), carbono orgânico particulado e seston (COP/Seston), carbono do fitoplâncton e carbono orgânico particulado ($C_{\text{fito}}/\text{COP}$) e clorofila *a* e carbono do fitoplâncton (Clorofila *a*/ C_{fito}) nas estações A, B E C, na Plataforma continental interna do estado do Paraná.

Estação	MOP/Seston	COP/Seston	C _{fito} /COP	n	Clorofila <i>a</i> /C _{fito} ¹	n	
A	Sup	0,05 (0,04 - 0,06)	0,02 (0,02 - 0,04)	0,03 (0,01 - 0,05)	3	27,73 (10,96 - 66,01)	3
	Meio	0,04 (0,01 - 0,07)	0,02 (0,01 - 0,03)	0,04 (0,02 - 0,06)	4	20,08 (4,43 - 46,73)	4
	Fnd	0,08 (0,04 - 0,19)	0,02 (0,02 - 0,02)	0,07 (0,01 - 0,11)	3	83,77 (65,10 - 102,12)	2
B	Sup	0,05 (0,01 - 0,09)	0,02 (0,02 - 0,02)	0,05 (0,01 - 0,08)	4	44,75 (22,33 - 64,54)	3
	Meio	0,03 (0,02 - 0,04)	0,02 (0,01 - 0,03)	0,05 (0,03 - 0,07)	4	17,34 (8,28 - 24,39)	4
	Fnd	0,04 (0,03 - 0,06)	0,02 (0,01 - 0,03)	0,07 (0,05 - ,010)	4	47,92 (28,54 - 80,18)	3
C	Sup	0,06 (0,03 - 0,09)	0,01 (0,01 - 0,02)	0,05 (0,01 - 0,10)	4	12,54 (7,28 - 17,31)	2
	Meio	0,04 (0,03 - 0,05)	0,02 (0,01 - 0,03)	0,04 (0,01 - 0,09)	5	9,51 (1,10 - 17,41)	4
	Fnd	0,04 (0,04 - 0,05)	0,02 (0,01 - 0,02)	0,10 (0,01 - 0,23)	4	78,27 (2,47 - 149,09)	2

¹NOTA: mgClorofila *a*/μgC_{fito}

Tabela 4 – Concentração de seston, matéria orgânica particulada (MOP), carbono orgânico particulado (COP), nitrogênio orgânico particulado (NOP), carbono do fitoplâncton (C_{fito}) e clorofila a nas estações A, B e C, na Plataforma continental interna do estado do Paraná.

Estação	Seston (mg.l ⁻¹)	MOP (mg.l ⁻¹)	COP (µg.l ⁻¹)	NOP (µg.l ⁻¹)	C _{fito} (µg.l ⁻¹)	Clorofila <i>a</i> (µg.l ⁻¹)	
A	Sup	10,900	0,384	207,572	*	4,839	0,47
		11,400	0,588	450,822	11,462	6,769	0,41
		14,650	0,886	226,181	*	10,529	1,42
	Meio	12,240	0,852	299,005	41,365	5,424	0,50
		10,620	0,389	275,407	*	16,740	0,58
		10,460	0,100	268,765	*	3,724	0,32
		14,925	0,569	219,989	*	13,527	0,76
	Fnd	17,790	0,752	-	-	17,967	0,75
		12,320	0,570	308,488	*	13,482	-
		11,720	2,171	280,642	*	17,320	1,06
		22,314	1,120	422,024	*	46,844	0,92
	B	Sup	10,600	0,935	240,479	*	3,311
8,820			0,484	151,784	*	8,692	0,39
13,880			0,792	336,811	*	17,241	1,06
11,000			0,135	173,225	*	27,054	0,77
Meio		11,920	0,420	319,363	3,894	16,225	0,48
		10,740	0,366	181,852	*	13,057	0,29
		11,200	0,225	149,891	*	3,759	0,33
		11,280	0,362	187,028	*	7,067	0,42
Fnd		12,300	0,329	356,799	30,058	23,168	0,54
		12,700	0,438	175,091	*	8,692	-
		10,680	0,651	176,324	*	17,241	0,82
		26,484	1,508	531,131	*	27,054	0,56
C	Sup	9,820	0,743	152,460	*	1,070	-
		9,760	0,614	129,348	*	10,523	0,16
		10,440	0,295	136,909	*	13,170	0,18
		11,280	0,977	185,273	*	2,595	0,520
	Meio	10,180	0,276	150,056	*	1,149	-
		9,920	0,350	307,375	3,153	1,472	0,23
		9,520	0,472	131,522	*	11,863	0,19
		11,400	0,571	184,960	*	6,769	0,15
		9,940	0,297	221,965	*	8,357	0,38
	Fnd	10,100	0,371	216,263	9,399	1,070	0,50
		12,760	0,539	253,948	2,806	22,982	0,92
		11,240	0,544	149,422	*	13,260	1,68
12,860		0,542	234,525	*	54,803	-	

*concentração abaixo do limite de detecção da técnica.

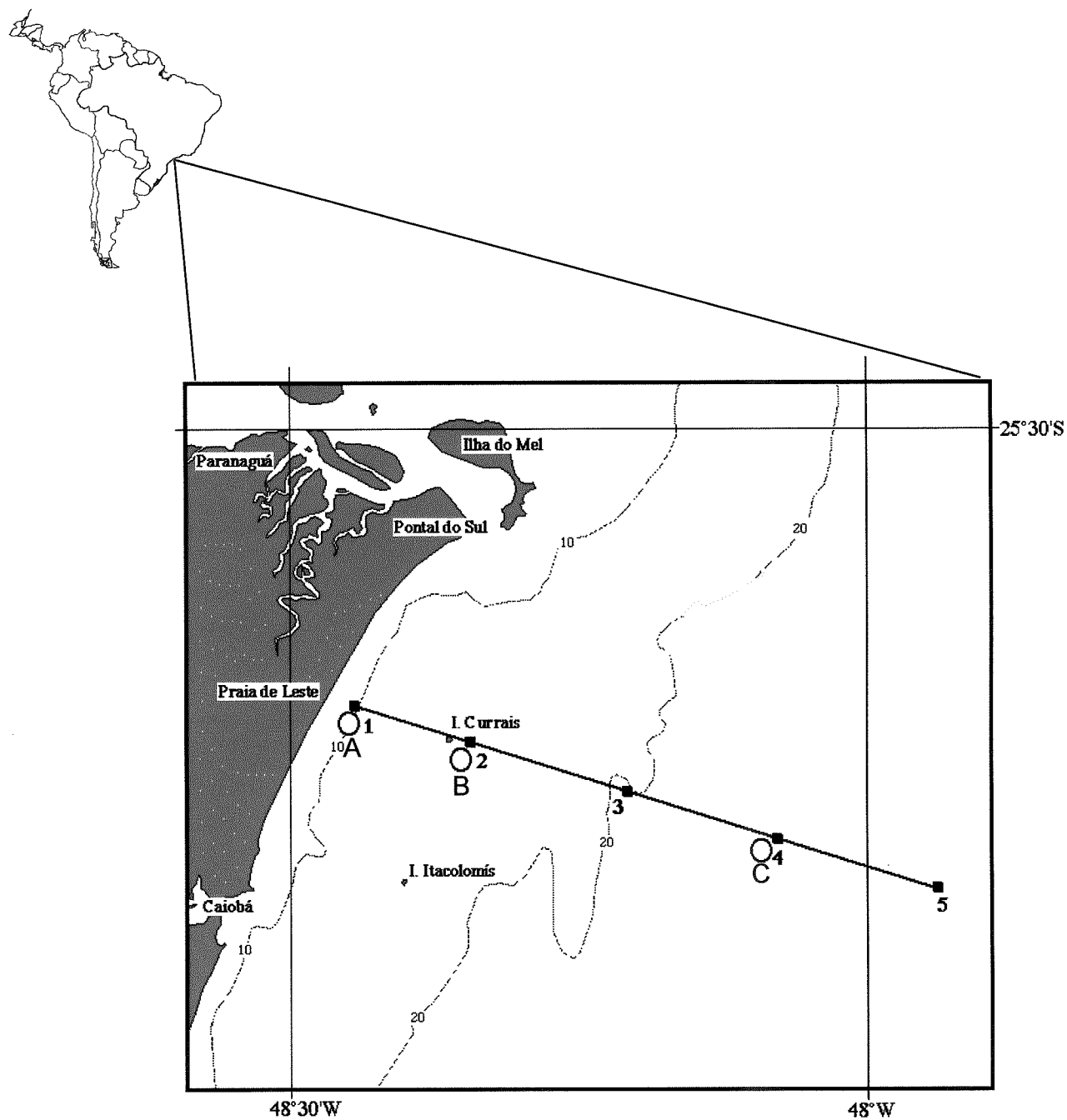


Fig. 1. Mapa de localização das estações de coleta (A, B e C) na plataforma rasa do Estado do Paraná.

Temperatura (°C) e Salinidade

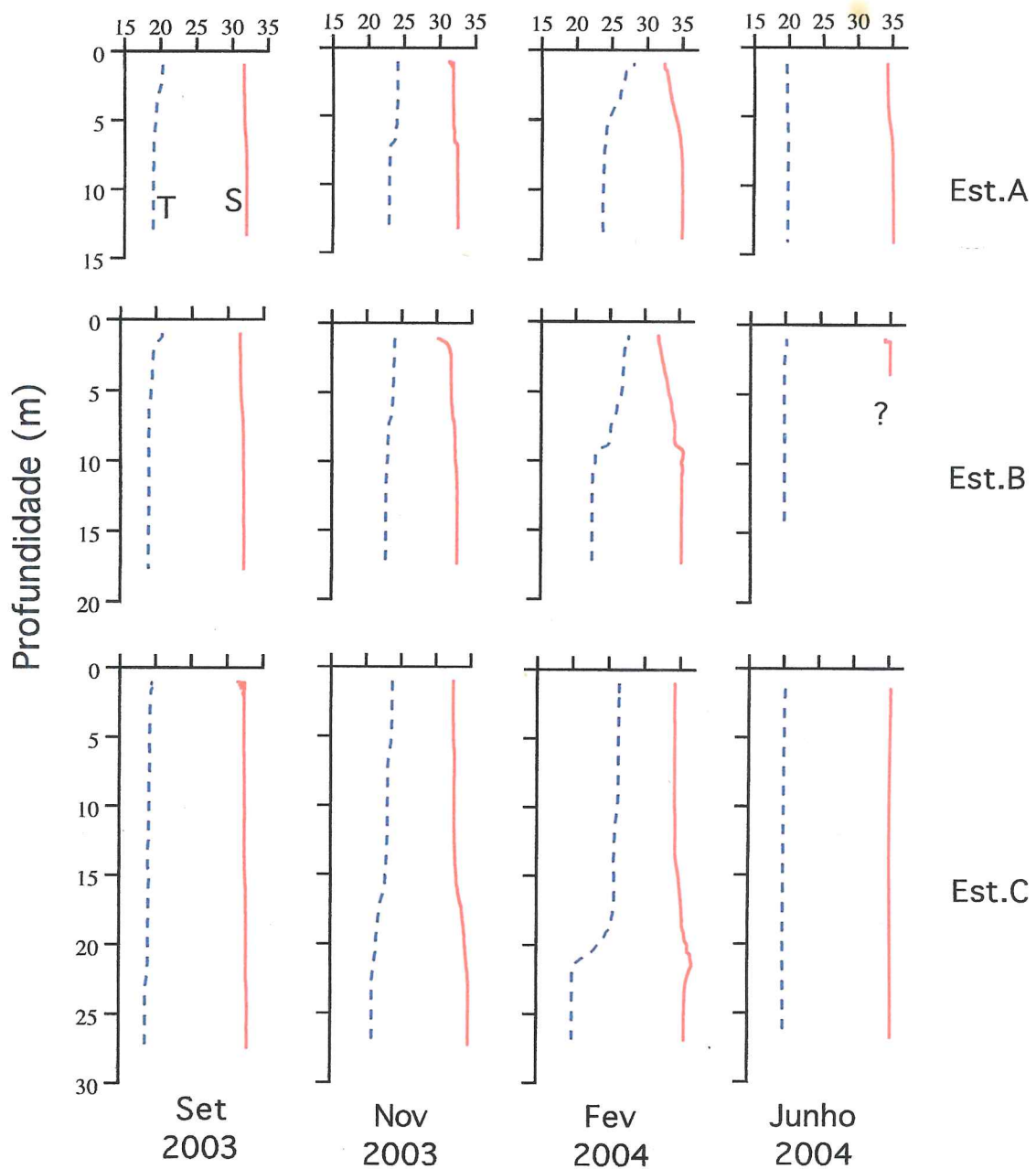


Fig.2. Perfis de temperatura e salinidade nas estações de coleta da plataforma rasa do Estado do Paraná em diferentes períodos sazonais.

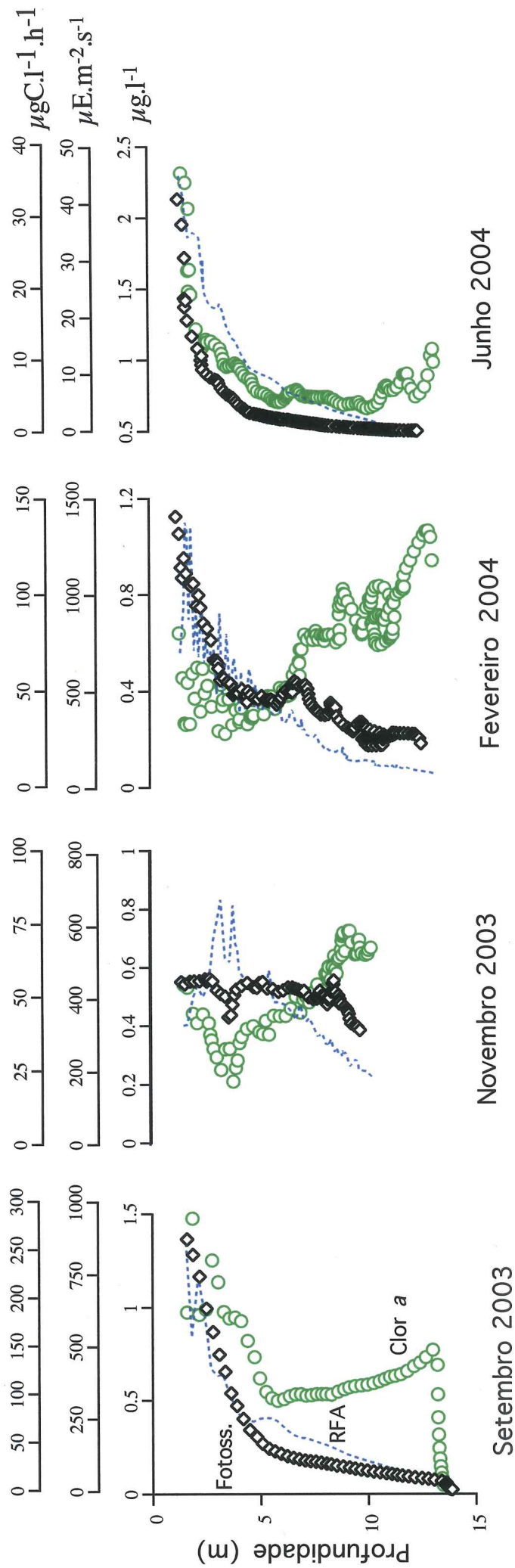


Fig. 3a. Perfis de clorofila *a* (○), radiação fotossinteticamente ativa (---) e taxas de fotossíntese (◇) na estação A da plataforma rasa do Estado do Paraná em diferentes períodos sazonais.

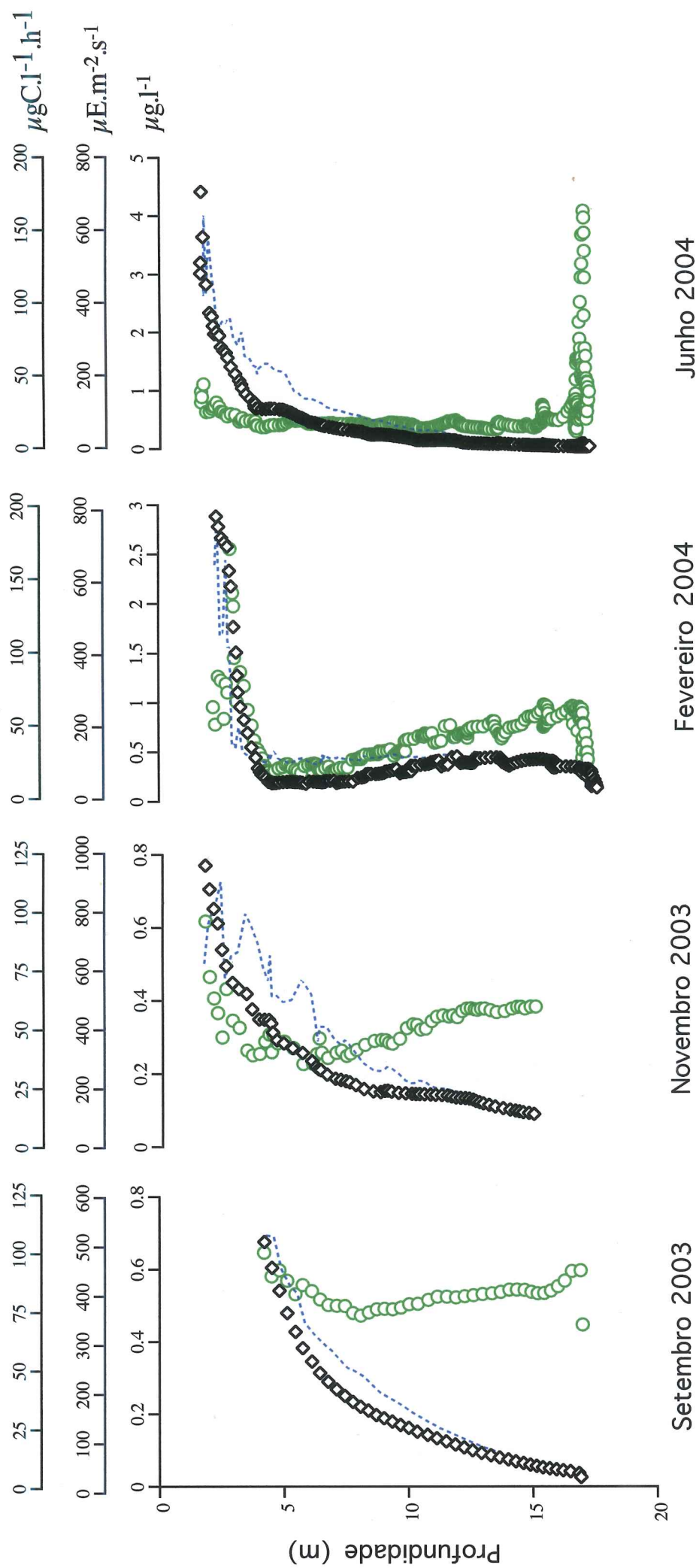


Fig. 3b. Perfis de clorofila *a* (○), radiação fotossinteticamente ativa (---) e taxas de fotossíntese (◇) na estação B da plataforma rasa do Estado do Paraná em diferentes períodos sazonais.

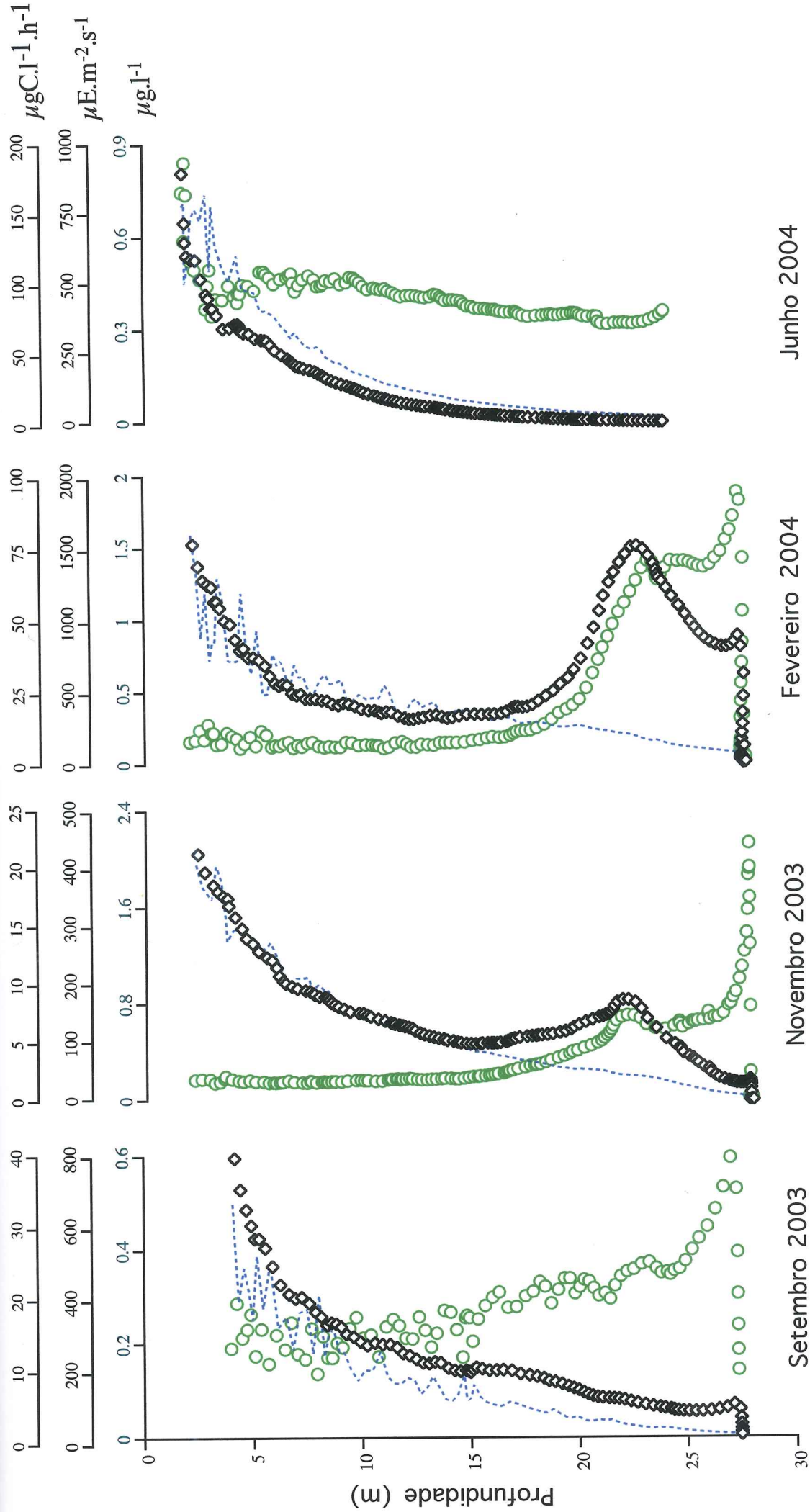


Fig. 3c. Perfis de clorofila *a* (○), radiação fotossinteticamente ativa (---) e taxas de fotossíntese (◇) na estação C da plataforma rasa do Estado do Paraná em diferentes períodos sazonais.

REFERÊNCIAS

- BARILLÉ, L.; PROU, J.; HÉRAL, M.; BOURGRIER, S. 1993. No influence of food quality, but ration-dependent retention efficiencies in the Japanese oyster *Crassostrea gigas*. **Journal of Experimental Marine Biology Ecology**, v. 171, p. 91-106.
- BAYNE, B. L. 1998. The physiology of suspension feeding by bivalve molluscs: an introduction to the Plymouth "TROPHEE" workshop. **Journal of Experimental Marine Biology Ecology**, v. 219, p. 1-19.
- BELZ, C. E. 2001. **Cultivo consorciado da ostra do mangue *Crassostrea rizophorae* com camarões marinhos em viveiro**. Dissertação de mestrado. Setor de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 61p.
- 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-microplankton community off southeastern Brazil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 3, Caiobá, Paraná. **Memórias...** Curitiba: Fundação da UFPR. P. 477-55.
- 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**, v. 196, p. 111-148.
- BRANDINI, F. P.; SILVA, A. S. E.; PROENÇA, L. A. O. 2000. Oceanografia e maricultura. In: VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A. E.; BORGHETTI, J. R. (Ed.) **Aqüicultura no Brasil**. Brasília: CNPq / Ministério da Ciência e Tecnologia. p. 105-141.
- BROWN, J. R.; HARTWICK, E. B. 1988. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. II. Condition index and survival. **Aquaculture**, v. 70, p. 253-267.
- CASTRO-FILHO, B. M. & MIRANDA, L. B. 1998. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N e 34°S. In: Robinson, A. L. & Brink, K. H. (eds.) **The Sea**. v. 11, p. 209-251.
- COPIN-MONTEGUT, C.; COPIN-MONTEGUT, G. 1983. Stoichiometry of carbon, nitrogen and phosphorus in marine particulate matter. **Deep Sea Research**, v. 36, p. 223-240.

CODINA, J. C. U. 2002. **Dinâmica Sazonal das larvas de moluscos na plataforma continental interna do Estado do Paraná – Brasil**. Dissertação de Mestrado. Setor de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 61 p.

DANOVARO, R.; FABIANO, M. 1997. Seasonal changes in quality and quantity of food available for benthic suspension-feeders in the Golfo Marconi (North-western Mediterranean). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 44, p. 723-736.

FALKOWSKI, P. G.; RAVEN, J. A. 1997. **Aquatic photosynthesis**. Blackwell Sciences. Massachusetts.

FAO. 2002. **The state of world fisheries and aquaculture**. Rome: Editorial Group - FAO Information Division.

HASLE, G. R. 1978. Using the inverted microscope. In: Sournia, A. (ed.) **Phytoplankton Manual. Monogr. oceanogr. methodol.**, U.N., v. 6, p. 191-196.

HILL, J. K.; WHEELER, P. A. 2002. Organic carbon and nitrogen in the northern California current system: comparison of offshore, river plume, and coastally upwelled waters. **Progress in Oceanography**, v. 53, p. 369-387.

HILLEBRAND, H.; DÜRSELEN, C. D.; KIRSCHTEL, D.; PLLONGHER, U.; ZOHARY, T. 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. **Journal of Phycology**, v. 35, p. 403-421.

HUANG, S. C.; KREEGER, D. A.; NEWELL, R. I. E. 2003. Seston available as a food resource for the ribbed mussel (*Geukensia demissa*) in a North American, mid-Atlantic saltmarsh. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 56, p. 561-571.

KREEGER, D. A.; NEWELL, R. I. E. 1993. Seasonal utilization of detritus and bacteria as food sources by two bivalve suspension-feeders, the oyster *Crassostrea virginica* and the mussel *Geukensia demissa*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 58, p. 299-303.

MAKAREVICH, P. R.; LARIONOV, V. V.; DRUZHKOVA, N. V.; DRUZHKOVA, E. I. 2003. The Role of phytoplankton from the Ob River in biological productivity of the Ob–Yenisei Shoal. **Russian Journal of Ecology**, v. 34 (2), p. 86–90.

METZLER, P. M.; GLIBERT, P. M.; GAETA, S. A.; LUDLAM, J. M. 1997. New and regenerated production in the South Atlantic off Brazil. **Deep-Sea Research I**, v. 44, p. 363-384.

MONTAGNES, D. J. S.; BERGES, J. A.; HARRISON, P. J.; TAYLOR, F. J. R. 1994. Estimating carbon, nitrogen, protein and chlorophyll *a* from volume in marine phytoplankton. **Limnology and Oceanography**, v. 39, n. 5, p. 1044-1060.

NAVARRO, J. M.; CLASING, E.; URRITA, G.; ASECIO, G.; STEAD, R.; HERRERA, C. 1993. Biogeochemical composition and nutritive value of suspended particulate matter over a tidal flat of Southern Chile. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 37, p. 59-73.

NOERNBERG, M. A. 2001. **Processos morfodinâmicos no complexo estuarino de Paranaguá – Paraná – Brasil: Um estudo a partir de dados in situ e Landsat – TM**. Tese de Doutorado. Setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 180 p.

ØIE, G.; REITAN, K. I.; VADSTEIN, O.; REINERTSEN, H. 2002. Effect of nutrient supply on growth of the blue mussels (*Mytilus edulis*) in a landlocked bay. **Hydrobiologia**, v. 484, p. 99-109.

POULET, S. A.; COSSA, D.; MARTY, J. C. 1986. Combined analyses of the size spectra and biochemical composition of particles in the St. Lawrence estuary. **Marine Ecology Progress Series**, v. 30, p. 205-214.

PRINS, T. C.; SMAAL, A. C. 1994. The role of the blue mussel *Mytilus edulis* in the cycling of nutrients in the Oosterhelde estuary (The Netherlands). **Hydrobiologia**, v. 282/283, p. 413-429.

QUEIROZ, R. L. V.; BRANDINI, F. P.; PELLIZARI, F. M. 2004. Dynamics of microalgal communities in the water-column/sediment interface of the inner shelf off Parana State, southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**. No prelo.

REZENDE, K. R. V. 2001. **Distribuição sazonal da biomassa e composição do fitoplâncton da plataforma continental interna do Estado do Paraná**. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo. São Paulo, 219.

SILVA, A. S. 2001. **Estrutura e dinâmica das comunidades epilíticas de habitats artificiais e suas relações com os fatores ambientais na plataforma rasa do Estado do Paraná**. Tese de doutorado. Setor de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 166 p.

SMAYDA, T. J. 1978. From phytoplankters to biomass. In: Sournia, A. (ed.) **Phytoplankton Manual. Monogr. oceanogr. methodol.**, U.N., v. 6, p. 273-279.

SOLETCHNIK, P.; LE MOINE, O.; FAURY, N.; RAZET, D.; GEAIRON, P.; GOULLETQUER, P. 1999. Mortalité de l'huître *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Olléron: étude de la variabilité spatiale de son environnement et de sa biologie par un système d'informations géographiques (SIG). **Aquatic Living Resources**, v. 12(2), p. 131-143.

SOUCHU, P., GASC, A., CACHET, G., VAQUER, A., COLLOS, Y.; DESLOUS-PAOLI, J. M. (1997). Biogeochemical composition of Mediterranean waters outside Thau Lagoon. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 44, p. 275-284.

STENTON-DOZEY, J.; PROBIN, T.; BUSBY, A. 2001. Impact of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) raft-culture on benthic macrofauna, in situ oxygen uptake, and nutrient fluxes in Saldanha Bay, South Africa. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 58(5), p. 1021-1031.

STRICKLAND, J. L. H.; PARSONS, T. R. (1972). **A practical handbook of seawater analysis**. Bul. Res. Board. Canada.

UTERMÖL, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton methodic. **Mitt. Int. theor. Angew. Limnol.** v.9, p. 1-38.

WIDDOWS, P. F.; WORRAL, C. M. 1979. Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. **Marine Biology**, v. 50, p. 195-207.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Dados da contagem das células do fitoplâncton.

EST. A		Volume celular (μm^3)	Densidade (células.l ⁻¹)	Carbono celular ($\mu\text{gC.l}^{-1}$)	
Fnd	Set/03	Diatomáceas cêntricas	5450828,57	14140250,11	10,27
		Diatomáceas penadas	236949,60	47692,43	6,57
		Flagelados	11947,83	276,31	0,22
		Dinoflagelados	147405,82	350,49	0,90
		Total	5847131,82	14188569,34	17,97
	Nov/03	Diatomáceas cêntricas	1653000,68	5074064,58	9,82
		Diatomáceas penadas	69847,52	29131,56	0,79
		Flagelados	8681,97	486,40	0,42
		Dinoflagelados	49031,79	726,40	2,46
		Total	1780561,96	5104408,93	13,48
	Fev/04	Diatomáceas cêntricas	48824,66	21342,08	1,28
		Diatomáceas penadas	5325,96	15351,32	0,52
		Flagelados	0,00	5616,34	14,27
		Dinoflagelados	13680,78	2620,96	1,24
		Total	84777,41	44930,69	17,32
	Jun/04	Diatomáceas cêntricas	1180355,34	24686,97	28,29
		Diatomáceas penadas	193261,97	7225,99	2,79
		Flagelados	0,00	0,00	0,00
		Dinoflagelados	68437,31	2987,04	15,77
		Total	1442054,61	34899,99	46,84
Meio	Set/03	Diatomáceas cêntricas	496090,46	7970435,07	2,55
		Diatomáceas penadas	88351,37	28515,12	1,41
		Flagelados	20490,56	470,00	0,54
		Dinoflagelados	41069,30	820,95	0,74
		Total	646001,69	8000241,13	5,24
	Nov/03	Diatomáceas cêntricas	1570854,39	8058029,05	14,45
		Diatomáceas penadas	58977,45	27409,03	0,42
		Flagelados	0,00	0,00	0,00
		Dinoflagelados	75645,13	2672,20	1,87
		Total	1705476,97	8088110,28	16,74
	Fev/04	Diatomáceas cêntricas	355178,69	8752115,54	1,84
		Diatomáceas penadas	25382,10	14087,20	0,19
		Flagelados	11754,60	760,00	0,88
		Dinoflagelados	54823,83	1680,00	0,81
		Total	447139,23	8768642,75	3,72
	Jun/04	Diatomáceas cêntricas	1537300,36	3812095,77	12,37
		Diatomáceas penadas	91631,38	24632,79	0,79
		Flagelados	0,00	0,00	0,00
		Dinoflagelados	93257,49	124,21	0,37
		Total	1722189,23	3836852,77	13,53

Sup	Nov/03	Diatomáceas cêntricas	824606,49	6232,27	1,94
		Diatomáceas penadas	85247,58	256385,62	0,13
		Flagelados	0,00	0,00	0,00
		Dinoflagelados	36151,02	5726,95	2,77
		Total	946005,09	268344,84	4,84
	Fev/04	Diatomáceas cêntricas	299020,61	10696964,42	5,53
		Diatomáceas penadas	118893,89	12032,01	0,49
		Flagelados	19773,38	111,89	0,16
		Dinoflagelados	18860,82	727,31	0,59
		Total	456548,71	10709835,64	6,77
	Jun/04	Diatomáceas cêntricas	514498,06	7254802,13	2,83
		Diatomáceas penadas	93641,36	18558,93	0,53
		Flagelados	0,00	1318,23	1,80
		Dinoflagelados	1073964,62	1787,24	5,38
		Total	1698124,89	7276466,53	10,53

EST. B		Volume celular (μm^3)	Densidade (células.l ⁻¹)	Carbono celular ($\mu\text{gC.l}^{-1}$)	
Fnd	Set/03	Diatomáceas cêntricas	294798,99	5170614,16	3,12
		Diatomáceas penadas	306338,58	20731,24	0,70
		Flagelados	35823,62	4620,81	16,39
		Dinoflagelados	354606,96	483,20	2,96
		Total	991568,15	5196449,41	23,17
	Nov/03	Diatomáceas cêntricas	712525,63	8586295,44	7,56
		Diatomáceas penadas	79148,35	20807,19	1,02
		Flagelados	4090,61	212,80	0,11
		Dinoflagelados	0,00	0,00	0,00
		Total	795764,60	8607315,43	8,69
	Fev/04	Diatomáceas cêntricas	1374865,60	7234333,95	8,85
		Diatomáceas penadas	49258,88	67008,86	3,51
		Flagelados	9660,18	4846,29	4,28
		Dinoflagelados	48568,73	1228,85	0,60
		Total	1482353,39	7307417,95	17,24
Jun/04	Diatomáceas cêntricas	772375,30	27874074,86	23,56	
	Diatomáceas penadas	55421,89	33211,18	2,48	
	Flagelados	0,00	2268,80	2,38	
	Dinoflagelados	385813,86	1214,40	1,01	
	Total	1224205,98	27908500,44	27,05	
Meio	Set/03	Diatomáceas cêntricas	298270,68	8458165,79	2,12
		Diatomáceas penadas	329970,84	153291,46	7,53
		Flagelados	7329,11	2723,21	1,98
		Dinoflagelados	294752,45	1721,21	4,60
		Total	930323,08	8615901,67	16,22
	Nov/03	Diatomáceas cêntricas	1479683,00	6350778,85	11,94
		Diatomáceas penadas	64205,91	20886,05	0,35
		Flagelados	9202,79	243,20	0,22
		Dinoflagelados	138554,51	80,00	0,55
		Total	1691646,21	6371988,10	13,06

		Diatomáceas cêntricas	358490,84	8833731,80	1,85
		Diatomáceas penadas	25618,80	14218,57	0,19
	Fev/04	Flagelados	11864,22	767,09	0,89
		Dinoflagelados	55335,08	1695,67	0,82
		Total	451308,94	8850413,13	3,76
		Diatomáceas cêntricas	24353302,24	24353302,24	5,81
		Diatomáceas penadas	40994,27	40994,27	0,48
	Jun/04	Flagelados	200,00	200,00	0,27
		Dinoflagelados	520,00	520,00	0,78
		Total	24394816,51	24394816,51	7,07
		Diatomáceas cêntricas	65089,55	9635932,17	1,48
		Diatomáceas penadas	7264,16	16924,80	0,09
	Set/03	Flagelados	8479,30	1600,00	1,34
		Dinoflagelados	74964,09	200,00	0,39
		Total	155797,10	9654656,97	3,31
		Diatomáceas cêntricas	704444,58	4264640,28	7,85
		Diatomáceas penadas	59875,66	5728,87	0,33
	Nov/03	Flagelados	8483,13	200,87	0,36
		Dinoflagelados	28327,40	119,31	0,15
		Total	801130,76	4270689,33	8,69
Sup		Diatomáceas cêntricas	1386960,97	4643979,21	13,19
		Diatomáceas penadas	16518,49	7840,02	0,16
	Fev/04	Flagelados	17197,49	1040,00	1,22
		Dinoflagelados	66068,03	3282,41	0,49
		Total	1486744,98	4656141,63	15,06
		Diatomáceas cêntricas	8158548,21	8158548,21	13,24
		Diatomáceas penadas	15259,61	15259,61	0,38
	Jun/04	Flagelados	234,69	234,69	0,25
		Dinoflagelados	234,69	234,69	0,26
		Total	8174042,52	8174042,52	13,88

EST. C		Volume celular (μm^3)	Densidade (células. l^{-1})	Carbono celular ($\mu\text{gC.l}^{-1}$)
Fnd	Diatomáceas cêntricas	9612,33	3773199,74	0,49
	Diatomáceas penadas	69232,94	19837,24	0,40
Set/03	Flagelados	8181,25	170,00	0,14
	Dinoflagelados	2782,20	170,00	0,05
	Total	89808,72	3793376,98	1,07
Nov/03	Diatomáceas cêntricas	526818,98	5672201,10	12,00
	Diatomáceas penadas	112420,98	108242,28	4,98
	Flagelados	5203,72	1701,60	0,88
	Dinoflagelados	1295480,56	80,00	5,13
	Total	1939924,24	5782224,98	22,98

Fev/04	Diatomáceas cêntricas	1767309,99	32517830,28	11,15
	Diatomáceas penadas	61783,34	24813,07	1,38
	Flagelados	0,00	212,32	0,24
	Dinoflagelados	123518,80	29,95	0,49
	Total	1961217,19	32542885,62	13,26
Jun/04	Diatomáceas cêntricas	27856341,30	27856341,30	12,35
	Diatomáceas penadas	7600,01	7600,01	0,33
	Flagelados	640,00	640,00	0,68
	Dinoflagelados	520,00	520,00	41,44
	Total	27865101,31	27865101,31	54,80
Meio	Diatomáceas cêntricas	8388,71	144897,24	0,03
	Diatomáceas penadas	679,33	787,16	0,01
	Flagelados	314,15	6,53	0,01
	Dinoflagelados	357736,87	11,14	1,42
	Total	367119,06	145702,07	1,47
	Diatomáceas cêntricas	238105,39	2389527,03	11,61
	Diatomáceas penadas	15282,85	12268,07	0,09
	Flagelados	3481,41	176,86	0,07
	Dinoflagelados	7477,15	210,11	0,09
	Total	264346,80	2402182,07	11,86
	Diatomáceas cêntricas	418568,56	5412744,57	5,01
	Diatomáceas penadas	51345,25	27795,38	0,91
	Flagelados	0,00	0,00	0,00
	Dinoflagelados	35906,04	640,59	0,85
	Total	505819,86	5441180,54	6,77
Jun/04	Diatomáceas cêntricas	897720,13	220,01	8,29
	Diatomáceas penadas	6390,44	220,01	0,07
	Flagelados	0,00	0,00	0,00
	Dinoflagelados	0,00	0,00	0,00
	Total	904110,58	440,03	8,36
Sup	Diatomáceas cêntricas	195821,57	1480,00	0,46
	Diatomáceas penadas	20243,98	60884,60	0,03
	Flagelados	0,00	0,00	0,00
	Dinoflagelados	8584,88	1360,00	0,66
	Total	224650,43	63724,59	1,15
	Diatomáceas cêntricas	1046958,90	1590024,29	2,18
	Diatomáceas penadas	7626,65	948,72	0,08
	Flagelados	0,00	59,53	0,06
	Dinoflagelados	56529,49	81,85	0,28
	Total	1112876,84	1591114,40	2,60
	Diatomáceas cêntricas	9612,33	3773199,74	0,49
	Diatomáceas penadas	69232,94	19837,24	0,40
	Flagelados	8181,25	170,00	0,14
	Dinoflagelados	2782,20	170,00	0,05
	Total	89808,72	3793376,98	1,07

XXX

	Diatomáceas cêntricas	40291,14	6075260,08	9,63
	Diatomáceas penadas	13973,74	17252,05	0,04
Fev/04	Flagelados	10306,02	756,80	0,77
	Dinoflagelados	19232,78	80,00	0,08
	Total	83803,68	6093348,93	10,52
	Diatomáceas cêntricas	635280,35	2981950,38	6,86
	Diatomáceas penadas	4452,02	28249,65	4,04
Jun/04	Flagelados	8181,24	40,00	0,03
	Dinoflagelados	298983,47	640,00	2,24
	Total	946897,08	3010880,03	13,17

APÊNDICE II – Dados da pesagem do seston.

Estação		Peso vazio (g)	Vol filtrado (ml)	Peso filtrado (g)	Seston (mg/L)
A	Fnd	0,025	380	0,00676	17,789
		0,02449	500	0,00616	12,320
		0,02444	500	0,00586	11,720
		0,02499	350	0,00781	22,314
	Meio	0,02538	500	0,00612	12,240
		0,0245	500	0,00531	10,620
		0,02469	500	0,00523	10,460
		0,02521	400	0,00597	14,925
		0,02437	500	0,00545	10,900
		Sup	0,02444	500	0,00570
	0,02536		400	0,00586	14,650
	B	Fnd	0,02521	500	0,00615
0,024			500	0,00635	12,700
0,02413			500	0,00534	10,680
0,02514			310	0,00821	26,484
Meio		0,02538	500	0,00596	11,920
		0,02464	500	0,00537	10,740
		0,02433	500	0,00560	11,200
		0,02515	500	0,00564	11,280
		0,02358	500	0,00530	10,600
		Sup	0,02432	500	0,00441
0,02409			500	0,00694	13,880
		0,024	500	0,00550	11,000
C	Fnd	0,02391	500	0,00505	10,100
		0,02554	500	0,00638	12,760
		0,02436	500	0,00562	11,240
		0,0255	500	0,00643	12,860
	Meio	0,02331	500	0,00496	9,920
		0,02442	500	0,00476	9,520
		0,02446	500	0,00570	11,400
		0,02512	500	0,00497	9,940
		0,02388	500	0,00509	10,180
		0,02343	500	0,00491	9,820
	Sup	0,02468	500	0,00488	9,760
		0,02478	500	0,00522	10,440
		0,0254	500	0,00462	9,240

APÊNDICE III – Dados da incineração e pesagem da matéria orgânica particulada (MOP).

		Peso I	Peso II	Diferença	Orgânico / Total
		(g)	(g)	(g)	
A	Fnd	0,01538	0,01473	0,00065	0,04226
		0,01471	0,01403	0,00068	0,04626
		0,01529	0,01247	0,00283	0,18521
	Mcio	0,01456	0,01384	0,00073	0,05021
		0,01423	0,01324	0,00099	0,06957
		0,01450	0,01396	0,00053	0,03660
		0,01473	0,01459	0,00014	0,00952
		0,01655	0,01593	0,00063	0,03811
		0,01506	0,01451	0,00053	0,03526
	Sup	0,01304	0,01235	0,00067	0,05154
		0,01357	0,01277	0,00082	0,06047
B	Fnd	0,01608	0,01565	0,00043	0,02674
		0,01511	0,01456	0,00052	0,03451
		0,01515	0,01420	0,00092	0,06093
	Mcio	0,01598	0,01510	0,00091	0,05695
		0,01391	0,01342	0,00049	0,03523
		0,01385	0,01335	0,00047	0,03403
		0,01347	0,01317	0,00027	0,02012
		0,01402	0,01360	0,00045	0,03210
		0,01327	0,01210	0,00117	0,08817
	Sup	0,01371	0,01293	0,00075	0,05486
		0,01495	0,01407	0,00085	0,05705
		0,01471	0,01456	0,00018	0,01224
C	Fnd	0,01282	0,01234	0,00047	0,03669
		0,01708	0,01632	0,00072	0,04228
		0,01411	0,01339	0,00068	0,04840
	Mcio	0,01615	0,01548	0,00068	0,04216
		0,01402	0,01363	0,00038	0,02712
		0,01333	0,01285	0,00047	0,03529
		0,01418	0,01343	0,00070	0,04958
		0,01526	0,01444	0,00076	0,05007
		0,01407	0,01367	0,00042	0,02987
	Sup	0,01322	0,01221	0,00100	0,07570
		0,01518	0,01417	0,00095	0,06287
		0,01601	0,01549	0,00045	0,02827
		0,01559	0,01426	0,00135	0,08665