

ALESSANDRA LARISSA D'OLIVEIRA FONSECA



**COMPOSIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO, VARIABILIDADE
SAZONAL E PRODUÇÃO PRIMÁRIA DO
MICROFITOBENTOS ENTREMARÉS NA BAÍA DE
PARANAGUÁ (PARANÁ, BRASIL)**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Curso de Pós-Graduação em Botânica do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadores: Dr. Frederico P. Brandini
Dra. Eunice C. Machado

CURITIBA
1998

ALESSANDRA LARISSA D'OLIVEIRA FONSECA

**COMPOSIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO, VARIABILIDADE
SAZONAL E PRODUÇÃO PRIMÁRIA DO
MICROFITOBENTOS ENTREMARÉS NA BAÍA DE
PARANAGUÁ (PARANÁ, BRASIL)**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Curso de Pós-Graduação em Botânica do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadores: Dr. Frederico P. Brandini
Dra. Eunice C. Machado

CURITIBA
1998



Ministério da Educação e do Desporto
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

“Composição, distribuição, variabilidade sazonal e produção primária do microfítobentos na Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil)”.

por

ALESSANDRA LARISSA D’OLIVEIRA FONSECA

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre no Curso de Pós-Graduação em Botânica, pela Comissão formada pelos Professores:

Prof. Dr. Frederico Pereira Brandini (Orientador)

Prof. Dr. Bastiaan Adriaan Knoppers (Titular)

Prof. Dr. Luciano Felício Fernandes (Titular)

Curitiba, 09 de outubro de 1998

*“Tudo vai e tudo volta, a roda do ser rola eternamente.
Tudo morre e de novo brota, eternamente esgota a vida.
Tudo se fragmenta e de novo tudo se ajunta; eternamente se constróem os
mesmos seres.
Tudo se divide, todas as coisas saúdam o aparecimento de outras coisas;
o círculo da existência permanece eternamente fiel a si mesmo.
O ser renasce em todos os tempos; em todos os lugares existe o Além.
O centro está em todas as partes.
O caminho da eternidade está subjugado.”*

(Nietzsche)

*À Isar, a nascente desta corredeira vida.
À Mariah e à Áurea, o oceano onde as águas se eternizam.*

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Curso de Pós-Graduação em Botânica e ao Centro de Estudos do Mar pela infra-estrutura.

Ao Dr. Frederico P. Brandini pela orientação e bate-papos que enriqueceram a minha vida pessoal e acadêmica.

À Dr. Eunice C. Machado pela orientação, amizade e constante presença em todos os momentos da tese.

Aos professores Dr. Bastiaan A Knoppers e Dr. Luciano F. Fernandes, pelas correções, sugestões e discussões, que foram imprescindíveis para esta versão final.

Aos funcionários do CEM pela atenção e paciência, em especial aos barqueiros Sr. Carlitos, Abrahão e Josias que também colocaram o pé na lama durante as coletas.

Às super companheiras do Laboratório de Fitoplâncton: Kátia Rezende, Franciane Pellizarii e Katia Gutseit pelos auxílios, discussões, paciência, força e amizade. E aos companheiros Tarcísio Cordeiro, Ariel da Silva e Eduardo Teixeira pelas discussões e auxílios.

Aos companheiros do Laboratório de Biogeoquímica: Nilva Brandini, César Daniel e Ismar Sauaf pela companhia e ajuda durante os experimentos de produção primária e análise de nutrientes. Em especial, à amiga Nilva, por ter colocado a mão na massa em muitas horas do trabalho.

Aos bentólogos Paulo P. Alves, José R. B. Souza, Maurício Camargo pelas discussões sobre análise estatística e revisão do manuscrito e Luciano Lorenzi pelos mergulhos e auxílio durante as coletas.

Ao Rubens Lopes, Rosinei do Vale e Moacir Serafim pelas dicas, discussões e empréstimo do microscópio óptico (Lab. Zooplâncton).

Ao amigo e botânico Paulo H. Evangelista pela correção do manuscrito.

À Alessandra Mantovanelli pelo auxílio com os dados meteorológicos.

À Hedda Kolm pelos empréstimos de materiais, como o super microscópio usado para as fotografias.

Ao pessoal do Laboratório de Ficologia da UFPR, Luciano, Thaís, Nicole, Telma e Dani pelo auxílio e empréstimo de materiais durante a preparação das lâminas permanentes.

Ao Nelson Yoneda pelo acompanhamento e dicas fotográficas.

Ao Iuri Fonseca e Alexandre Alves pelo “scanner” dos negativos, das fotos e confecções das pranchas.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR, especialmente à Prof. Daura.

À Kelly Vargas pela super ajuda com os gráficos do “Surfer”.

Ao Carlos Soares, Marcelo Lamour e Carrilho pelas sugestões, ajuda com o mapa e empréstimos de materiais .

Ao Guilherme Lessa pelas dicas e perfil topográfico.

À Guisi e Marcinha pelas análises sedimentológicas.

À Rosângela, Edna, Josiane e em especial à Carmen, que com o seu trabalho me permitiram vivenciar a finalização da tese com mais tranquilidade.

À família Afonso-Pichorin, Dé, Mauro, Matheus e Gabriel pela amizade e ajuda que me permitiu mais tempo de dedicação à tese.

À família Fonseca, Iedo, Isar, Iuri e Ana Lê, que me acompanhou em todas as etapas da vida, incentivando e estando presente sem medir esforços.

À família Fonseca-Alves, Paulo pelo companheirismo, discussões científicas e incentivo, Mariah e Áurea pelas imensuráveis alegrias e pelos ensinamentos mais simples da vida.

Sumário

Resumo	i
Abstract	ii
1. Introdução	01
1.1. Objetivos	07
2. Material e Métodos	
2.1. Área de estudo	08
2.2. Amostragem	
2.2.1. Distribuição espacial do microfitobentos ao longo da Baía de Paranaguá	11
2.2.2. Distribuição espacial e variação sazonal do microfitobentos na planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga	15
2.2.3. Produção microfitobêntica	16
3. Resultados	
3.1. Distribuição espacial do microfitobentos ao longo da Baía de Paranaguá	21
3.1.1. Inverno	25
3.1.2. Verão	31
3.1.3. Figuras	48
3.1.4. Tabelas	51
3.1.5. Pranchas	
3.2. Distribuição espacial e variação sazonal do microfitobentos na planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga	54
3.2.1. Figuras	60
3.2.2. Tabelas	71
3.3. Produção microfitobêntica	72
3.3.1. Figuras	73
4. Discussão	
4.1. Distribuição espacial do microfitobentos ao longo da Baía de Paranaguá	75
4.2. Distribuição espacial e variação sazonal do microfitobentos na planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga	79
4.3. Produção microfitobêntica	83
4.4. Considerações finais	86
5. Pranchas fotográficas	88
6. Referências Bibliográficas	90
7. Dados Brutos	96

Resumo

A distribuição e a composição das diatomáceas bênticas foram estudadas em 17 planícies entremarés ao longo do gradiente físico da Baía de Paranaguá durante o inverno de 1995 e verão de 1996. A variação sazonal da biomassa (1995-1996) e a produção primária (1996-1997) do microfitobentos foram estudadas numa planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga, localizada a jusante da baía (Canal da Galheta), região mais exposta à energia ambiental. A biomassa microalgal ao longo da baía foi estimada de acordo com a concentração de clorofila e com o carbono celular, ambos por gramas de sedimento seco, enquanto que a biomassa celular foi estimada apenas em termos de clorofila durante o estudo sazonal na Ilha Rasa da Cotinga. O padrão de distribuição da clorofila microfitobêntica no inverno e no verão ao longo da baía está associado com as diferenças na energia ambiental e no período de precipitação, respectivamente. No inverno, a maior concentração ocorreu nas planícies entremarés a montante, dominadas por sedimento de granulometria mais fina (ex. silte e argila). Durante o verão, a clorofila microfitobêntica foi maior nas planícies entremarés localizadas a jusante da baía, áreas dominadas por areia e normalmente próximas a desembocadura de rios. A composição das diatomáceas bênticas também estiveram relacionadas ao gradiente físico encontrado ao longo da baía. As espécies epipsâmica dominaram nos sedimentos arenosos das planícies localizadas a jusante da baía, enquanto que as espécies epipélicas foram mais abundantes nas planícies de sedimento mais fino à montante da baía. A variação sazonal da biomassa microfitobêntica na planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga foi relacionada ao regime meteorológico e possivelmente à herbivoria dos invertebrados bênticos. A produção primária do microfitobentos, medida através de incubação *in situ* com “bell-jars” e técnica de Winkler, apresentou diferentes taxas entre a porção superior, mediana e inferior do entremarés da Ilha Rasa da Cotinga, devido a diferenças na radiação incidente e no tempo de exposição do sedimento durante a maré baixa. O padrão sazonal da produção primária, usualmente maior durante o verão em todas as porções da planície, foi regulada pelo acúmulo da biomassa microalgal, incidência diária de luz e turbidez da água. Em comparação a outros ecossistemas estuarinos, o microfitobentos das planícies a jusante da Baía de Paranaguá pode ser considerado altamente produtivo. O papel destas algas no fluxo de carbono da baía foi discutido.

Abstract

The distribution and the composition of benthic diatoms were studied in 17 intertidal flats in relation to physical gradients in the Bay of Paranaguá during winter 1995 and summer 1996. The seasonal variation of biomass (1995-1996) and primary production (1996-1997) of microphytobenthos were also studied in an intertidal flat of Rasa da Cotinga Island, near the main entrance of the bay (Galheta Channel), more exposed to environmental energy. Microalgal biomass along the bay was estimated as chlorophyll concentrations and cell carbon per grams of dry sediment, whereas cell biomass was estimated only as chlorophyll during the seasonal study in the Cotinga flat. Winter and summer distributional patterns of chlorophyll in the sediments were associated with differences in environmental energy and precipitation periods, respectively. In winter, the highest concentrations occurred in the inner intertidal flats, dominated by fine grain sediments (e.g., silt, clay). During summer, benthic chlorophyll biomass was highest in the external intertidal flats, dominated by sand, mainly near river mouths. The composition of benthic microalgae was also related to physical gradients along the bay. Epipsammic and epipellic species dominated the sand bottoms of jusante intertidal flats, and the fine grain sediments of montante intertidal flats, respectively. The seasonal variation of microphytobenthic abundance in the Cotinga flat was related to meteorological regime and, possibly, grazing by benthic invertebrates. The microbenthic primary production, as measured by bell jars incubations and Winkler techniques, showed different rates in upper, median and lower portions of the Cotinga flat, due to differences in incident radiation and exposition time of sediments at low tides. The seasonal pattern of primary production, usually higher during summer in all sections of the flat, was regulated by algal biomass accumulation, daily incident light and water turbidity. In comparison to other estuarine ecosystems, the microphytobenthos of the outer intertidal flats of the Bay of Paranaguá may be considered highly productive. Its role in the carbon flux of the bay was discussed.

1. Introdução

Planícies entremarés são áreas de deposição do material particulado proveniente do estuário e do meio terrestre. A variação da maré é a característica física determinante destes ambientes, expondo a planície ao meio aéreo durante a maré baixa e às condições marinhas durante a imersão. A extensão da planície a ser exposta na maré baixa e a frequência de exposição são dependentes da topografia e da amplitude da maré local. A circulação turbulenta transporta e seleciona as partículas de sedimento, determinando sua distribuição, estabilidade e composição (Reise, 1985).

A variabilidade e o estresse ambiental regem a comunidade que habita este sistema. Durante a baixa-mar, o habitat é exposto às condições climáticas, ocasionando variações de temperatura, salinidade e dessecação da superfície do sedimento. A ressuspensão do sedimento por ação da maré e por ocasião de ventos intensos desestabiliza a comunidade que habita esta camada, aumentando o material particulado na água adjacente (Gabrielson & Lukatelich, 1985; Jonge & van Beusekom, 1992)

Planícies entremarés têm dois papéis fundamentais na dinâmica de ecossistemas costeiros: contribuem substancialmente para a produtividade primária e servem como ambientes de deposição do material orgânico particulado proveniente do estuário, onde é diretamente utilizado por invertebrados e mineralizado por processos microbianos (Reise, 1985). Em regiões tropicais e subtropicais são colonizadas por marismas, mangues e microfitobentos, que constituem os produtores primários deste ecossistema. A marisma e o mangue situam-se na porção superior da planície, enquanto que o microfitobentos se distribui em manchas (“patches”) ao longo de toda a região. A impalatabilidade das plantas formadoras da marisma e do mangue faz com que o carbono sintetizado em suas folhas se torne disponível à outros níveis tróficos através da cadeia detritívora. Em contraposição, o

microfitobentos é nutritivo e mais palatável, sendo rapidamente utilizado pelo micro e meiobentos, que impedem o acúmulo de biomassa destes produtores (Peterson, 1981; Underwood & Paterson, 1993). O estudo efetuado por Asmus & Asmus (1985) demonstrou que o microfitobentos pode contribuir com até um terço da produção primária na baía de *Königshafen* no Mar do Norte.

Diatomáceas bênticas dominam o microfitobentos, juntamente com cianofíceas e fitoflagelados (Leach, 1970; Asmus & Asmus, 1985; Delgado, 1989). Quando associadas ao sedimento, as diatomáceas podem estar livres se deslocando sobre este, através dos tubos de muco (epipélicas), ou aderidas aos grãos que o formam (epipsâmicas). As espécies epipélicas podem representar de 70% a 95% da população de diatomáceas bênticas (Admiraal *et al.*, 1982) e contribuem com 60% da produção primária microfitobêntica (Souza, 1983). O mucopolissacarídeo extracelular, além de aumentar a estabilidade da superfície do sedimento, contribui com até 20% de todo o carbono microalgal do substrato (Grant *et al.*, 1986). O transporte de microalgas bênticas é um fenômeno complexo, devido ao enterramento subsuperficial no sedimento, à ressuspensão e à migração vertical (Grant *et al.*, 1986). A mobilidade é uma estratégia de sobrevivência das diatomáceas epipélicas, que desta forma evitam o soterramento (Hay *et al.*, 1993). Segundo Reise (1992), a locomoção ocasiona um deslocamento vertical e horizontal no sedimento, de acordo com os regimes diários de maré e insolação. Pinckney & Zingmark (1991) sugeriram que a variabilidade diária da produção primária microfitobêntica no estuário de *North Inlet* se deve ao deslocamento das diatomáceas epipélicas.

A distribuição do microfitobentos ao longo de um gradiente ambiental é o resultado da complexa interação entre as variáveis ambientais e a competição interespecífica (Underwood, 1994). A biomassa microfitobêntica está diretamente associada às

características do sedimento, tais como: teor de umidade, granulometria, estabilidade e coesão superficial. Por exemplo, as planícies de sedimento siltico-arenoso possuem maior concentração de clorofila do que as planícies arenosas (Fielding, *et al.*, 1988; Brotas *et al.*, 1995). Muitas diatomáceas bênticas apresentam boa tolerância à grandes variações de salinidade (Underwood, 1994). Experimentos em laboratório demonstraram que a composição específica da comunidade microalgal variava consideravelmente em salinidade abaixo de 1 (Admiraal & Peletier, 1980). Além disso, muitas espécies algais perdem a sua capacidade de produção quando expostas por muito tempo às condições anaeróbicas com elevada concentração de gás sulfídrico, enquanto outras toleram bem esta condição, resultando em um acúmulo diferenciado de biomassa microfitobêntica ao longo do gradiente ambiental (Admiraal & Peletier, 1979). No estuário australiano *Peel-Harvey*, a distribuição espacial microfitobêntica é fortemente influenciada pela presença de macroalgas, que afetam a quantidade de luz incidente no sedimento (Lukatelich & McComb, 1986). Diferentes porções deste estuário apresentam sazonalidade distinta para o teor de clorofila, como resposta à heterogeneidade ambiental - física e biológica (Gabrielson & Lukatelich, 1985).

A variação sazonal do microfitobentos é evidente em regiões temperadas, onde o inverno é rigoroso e a planície entremarés congela (Admiraal & Peletier, 1980; Colijn & Dijkema, 1981; Herndl *et al.*, 1989). A comunidade apresenta maior biomassa e produtividade nos períodos mais quentes e de maior luminosidade, podendo ocorrer picos durante todo ano, que caracterizam a rápida resposta do microfitobentos às condições favoráveis do meio (Underwood & Paterson, 1993). Em áreas tropicais, Souza (1983) não verificou variação sazonal na produção primária microfitobêntica. Enquanto que Bergesch

(1995) observou maiores concentrações de clorofila no sedimento da Lagoa dos Patos, região subtropical.

do Brasil, no inverno e início do verão. A sazonalidade de comunidades bênticas de zonas tropicais é influenciada pela pluviosidade (Alongi, 1990). O aumento da drenagem continental em períodos chuvosos causa ressuspensão e erosão do sedimento, desestruturando ou matando a maioria da fauna bêntica. Nas regiões em que a evaporação excede a precipitação, a alta temperatura, a salinidade e a dessecação controlam a comunidade bêntica de áreas rasas e do entremarés. Em determinadas épocas do ano a herbivoria controla o microfitobentos, suprimindo o acúmulo de biomassa e reduzindo a taxa de produção primária (Asmus & Asmus, 1985; Reise, 1992; Underwood & Paterson, 1993; Santos *et al.*, 1995).

Ao longo da planície entremarés, diferentes zonas são caracterizadas de acordo com o hidrodinamismo, nível de maré e sequência de habitats (Reise, 1985). As maiores concentrações de clorofila ocorrem em regiões da planície com baixo hidrodinamismo (David, 1997). A lavagem e a ressuspensão do sedimento durante a variação da maré são os principais fatores que podem impedir a estabilidade da comunidade microalgal. O estresse, causado pela exposição da planície às condições climáticas, é a principal força na competição interespecífica (Underwood, 1994). As microalgas bênticas são mais abundantes e menos diversificadas na porção superior da planície, como resposta à estabilidade e ao estresse ambiental (Paterson *et al.*, 1990; Underwood & Paterson, 1993; Underwood, 1994). Brotas *et al.* (1995) encontraram um decréscimo na razão entre feofitina e clorofila em direção à porção inferior da planície no estuário do rio *Tagus* (Portugal), apesar das baixas concentrações de clorofila. Entretanto, Fielding *et al.* (1988) encontraram um maior acúmulo de clorofila na porção superior da planície apenas no setor

mais exposto do estuário *Langebaan Lagoon* (África do Sul). Já nas planícies mais protegidas estes autores observaram o inverso.

O conhecimento da produtividade primária de um sistema é de grande importância para o entendimento dos processos e das trocas energéticas do ambiente (Grontved, 1960). As variações da luz incidente, da disponibilidade de nutrientes e do estado fisiológico algal resultam em diferentes taxas na produção primária microfitobêntica. Em áreas rasas, a luminosidade que chega na superfície do sedimento é dependente da profundidade local e do material em suspensão na coluna da água. No sedimento, a penetração da luz é rapidamente atenuada, cerca de três ordens de grandeza a mais do que na água (Colijn, 1982; McIntire & Cullen, 1995). Nestas áreas, a produção do microfitobentos é limitada aos milímetros superiores do sedimento, por conter a maior porcentagem da biomassa produtora e a luminosidade necessária (McIntire & Cullen, 1995). A radiação que chega na superfície do sedimento no período de emersão é muito maior do que aquela que incide no sedimento quando a planície está imersa, resultando numa maior produtividade do microfitobentos durante a maré baixa (Grontved, 1962; Asmus, 1982; Reise, 1985; Guarini *et al.*, 1997).

A alta concentração de nutrientes parece ser uma característica da maioria das planícies entremarés, por serem estes ambientes de deposição e de intensa remineralização da matéria orgânica. Hillebrand *et al.* (1997), através de experimentos com enriquecimento de nutrientes em substrato artificial na Baía de *Kiel*, observaram uma limitação de compostos nitrogenados durante todo o ano e de fósforo na primavera para o desenvolvimento das microalgas bênticas. Pinckney & Zingmark (1993) sugeriram que a alta produtividade do microfitobentos em regiões de marisma do estuário de *North Inlet* é causada pela maior disponibilidade de nutrientes em comparação com o restante do

entremarés. Admiraal *et al.* (1982) observaram que as concentrações de nutrientes nas planícies do estuário dos rios *Ems-Dollard* não são limitantes para a produção microalgal.

O estudo do microfitobentos no Brasil iniciou na década de 60 com enfoque estritamente taxonômico (Moreira Filho *et al.*, 1961, 1962 e 1963), sendo esta a linha de pesquisa com maior abordagem até hoje (Fernandes *et al.*, 1990; Felício-Fernandes *et al.*, 1994; Felício-Fernandes & Souza-Mousimann, 1994). Já a quantificação da produção primária e da clorofila microfitobêntica e a sua contribuição para o sistema pelágico têm sido pouco investigada (Sousa, 1983; Berguesch *et al.*, 1995; Sousa & David, 1996; David, 1997).

1.1. Objetivos

Para se conhecer o funcionamento de um ecossistema é necessário avaliar a estrutura e a produção de cada comunidade que o compõe e sua dinâmica espaço-temporal em relação aos parâmetros ambientais. Este trabalho pretende contribuir para um melhor conhecimento ecológico da comunidade microfitobêntica da Baía de Paranaguá. O trabalho teve os seguintes objetivos específicos:

- i. Quantificar, em termos de clorofila α e carbono celular, o microfitobentos das planícies entremarés ao longo dos setores (euhalino, mesohalino e oligohalino) da Baía de Paranaguá, PR. Relacionando-o aos parâmetros físico-químicos e geológicos, em dois períodos do ano (chuvoso e seco).
- ii. Descrever a composição taxonômica do microfitobentos do entremarés nos setores da Baía de Paranaguá, PR.
- iii. Estudar a variação sazonal da comunidade microfitobêntica, em termos de clorofila α , na planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga – setor euhalino da Baía de Paranaguá, PR.
- iv. Estimar a taxa de produção primária do microfitobentos no entremarés da Ilha Rasa da Cotinga, em diferentes meses do ano.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A interiorização da Serra do Mar no litoral paranaense permitiu a formação de extensas planícies costeiras e duas grandes baías, Guaratuba e Paranaguá. O complexo estuarino semi-fechado da Baía de Paranaguá, 25°20'S-25°35'S e 48°20'W-48°45'W, abrange cinco bacias hidrográficas, dentre as quais a Baía de Paranaguá e a de Antonina, que se localizam ao sul (Fig. 1). O clima regional é subtropical úmido mesotérmico, com duas estações bem definidas: a chuvosa no verão e a seca no inverno (Bigarella *et al.*, 1978). A pluviosidade média anual é de 1988 mm. As maiores taxas de precipitação diária, em média 100 mm, ocorrem no verão. A temperatura média varia de 18°C no inverno à 30°C no verão. Os ventos predominantes são do quadrante leste e nordeste no verão e sul e sudeste no inverno, com valores médios máximos de 25 m/s (S-SSW) e mínimos de 4 m/s (www.cem.ufpr.br/fisica/BPgua.htm).

A Baía de Paranaguá propriamente dita, incluindo a região de Antonina, ocupa uma área de 256 km², estendendo-se até cerca de 50 km continente adentro com um volume de 1,79 km³ (Bigarella *et al.*, 1978; Marone, com. pess.). A porção leste, a jusante, é dominada por águas da plataforma continental adjacente, enquanto que a porção oeste tem maior influência fluvial. O grande aporte de rios ocorrem na margem sul e a montante da baía. A vazão média de água doce é de 200 m³/s, alcançando valores mais elevados no período de intensa precipitação (www.cem.ufpr.br/fisica/BPgua.htm).

A maré é do tipo semidiurno com desigualdade diurna. A amplitude de maré aumenta da porção leste para a montante do estuário, onde a variação média está em torno de 2,2 m. A amplitude da maré de quadratura corresponde a 80 % daquela de sizígia

(Soares *et al.*, 1997). A amplificação da maré pode ser causada por ventos fortes e constantes do quadrante sul, que geralmente ocorrem no inverno (Marone e Camargo, 1994).

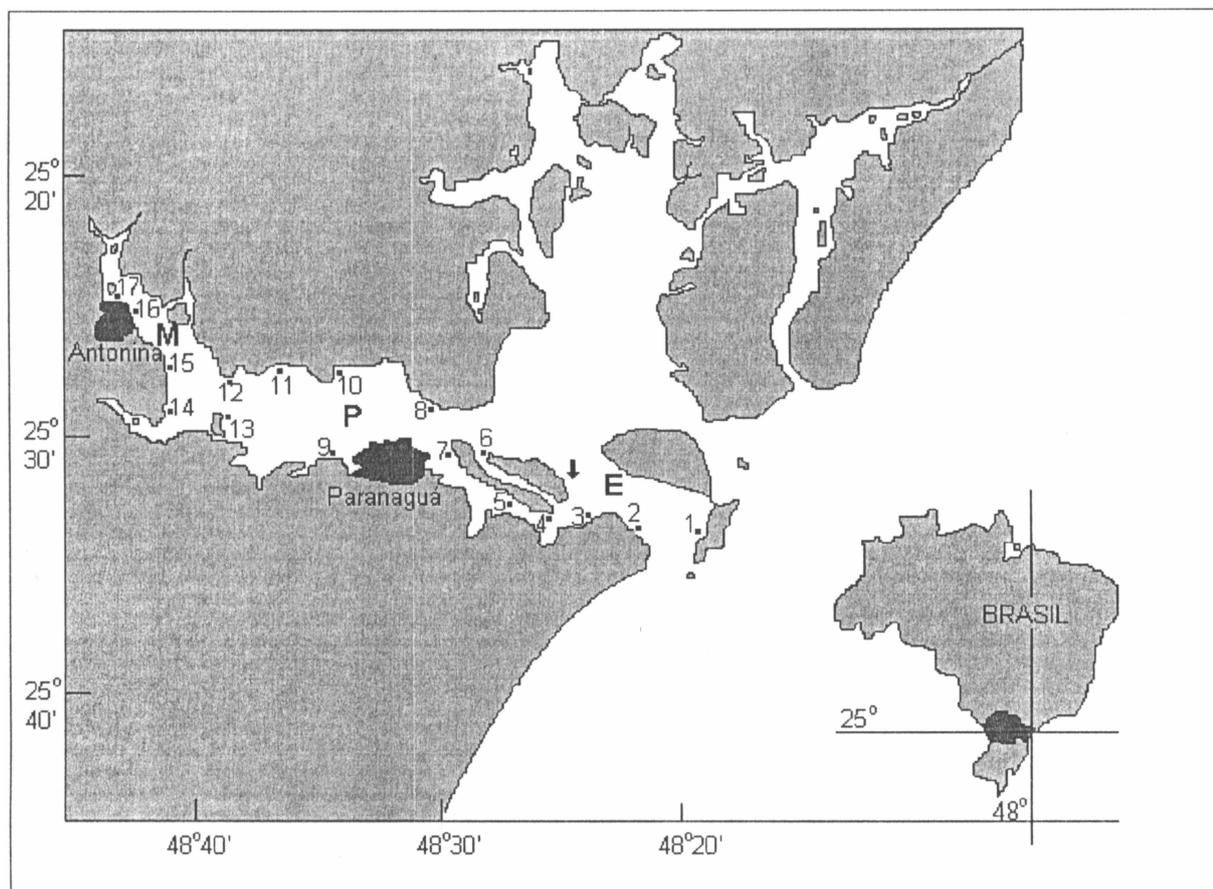


Figura 1. Complexo estuarino da Baía de Paranaguá - Paraná, localizando as estações (■) e o perfil amostral da Ilha Rasa da Cotinga (▼). Em negrito a posição dos setores: Euhalino (1-6), Polihalino (7-11) e Mesohalino (12-17).

Em geral, a estratificação vertical da salinidade aumenta da jusante para a montante do estuário, enquanto que a salinidade superficial decresce neste mesmo sentido. A variação média da salinidade é de 12 a 29 no verão e de 20 a 34 no inverno (Marone *et al.*, subm.). As salinidades mais baixas são observadas na Baía de Antonina nos meses de elevada precipitação e as mais altas ocorrem na parte jusante durante o inverno (Brandini,

1985; Knoppers *et al.*, 1987; Machado *et al.*, no prelo). A transparência da água apresenta dinâmica similar a da salinidade.

As maiores concentrações de nutrientes ocorrem na região média e na montante do estuário, durante o período de maior precipitação (Knoppers *et al.*, 1987; Brandini *et al.*, 1988; Machado *et al.*, no prelo). Diferentemente do silicato, o nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) e o ortofosfato apresentam um comportamento não conservativo. A porção média do estuário constitui uma área de perda de NID, provavelmente pela intensa demanda biológica, e uma fonte de ortofosfato, devido à descarga de efluentes domésticos e industriais da cidade de Paranaguá (Knoppers *et al.*, 1987; Machado *et al.*, no prelo). As concentrações de amônio são maiores no fundo devido à mineralização no sedimento. A razão N:P apresenta uma variabilidade espaço-temporal, com valores mais altos na parte montante do estuário na época de elevada precipitação, possivelmente pelo aporte de nitrogênio através dos rios (Machado *et al.*, no prelo) e pelo alto teor de matéria orgânica remineralizante encontrado no sedimento desta região (Brandini, com. pess.). Em média, a razão N:P é baixa, demonstrando que o nitrogênio é potencialmente limitante para a produção primária no sistema. De acordo com o suprimento anual de carbono orgânico, o estado trófico do estuário apresenta uma variação espaço-temporal (Machado *et al.*, no prelo): de oligotrófico na porção jusante durante o inverno para eutróficos nas parte mediana e a montante no verão. Segundo estes autores, a rápida renovação da água no estuário retarda o processo de eutrofização no sistema.

As Baías de Paranaguá e de Antonina possuem amplas planícies entremarés, formadas por manguezais, marismas e bancos não vegetados. A dinâmica destes sistemas é fortemente influenciada pelas marés e correntes de marés, sobrepujando o efeito dos fluxos fluviais adjacentes (Bigarella *et al.*, 1978). Netto & Lana (1996) classificaram este estuário

em três setores de acordo com os parâmetros físico-químicos, as características do sedimento entremarés e o regime hidrodinâmico. O setor euhalino de alta energia situa-se entre a Ilha do Mel e a Ilha da Cotinga. Os sedimentos são constituídos de areia fina bem selecionada e os teores de matéria orgânica e de umidade são os menores encontrados no estuário. O setor polihalino, situado entre o final da Ilha da Cotinga e a Ilha das Pedras, é caracterizado por sedimentos com areia muito fina e mal selecionada, exceto em planícies próximas a desembocadura de rios de grande energia, onde predominam sedimentos grosseiros com a presença de grânulos e seixos. O setor mesohalino está localizado na região montante do estuário, compreendendo a Baía de Antonina, sendo caracterizado por baixa energia e por sedimento fluído siltico-argiloso. Suas planícies entremarés apresentam os maiores teores de matéria orgânica e umidade, conferindo um baixo grau de compactação aos sedimentos.

2.2 Amostragem

2.2.1. Distribuição espacial do microfítobentos ao longo da Baía de Paranaguá

Duas campanhas de amostragem foram realizadas em 17 estações localizadas em distintas planícies entremarés ao longo dos setores da Baías de Paranaguá e de Antonina (Fig. 1): uma no inverno, entre 28 e 30/07/1995, e a outra no verão, entre 06 e 08/02/1996. Para padronizar a amostragem, foi estabelecida como área de coleta a faixa da planície situada logo após a linha da água na maré baixa de sizígia.

Os dados meteorológicos, chuva e vento, foram retirados da estação fixa do Centro de Estudos do Mar, que é monitorada permanentemente pelo laboratório de física marinha.

A temperatura foi medida diretamente no sedimento e na água adjacente com termômetro químico padrão. A salinidade e as concentrações de nutrientes inorgânicos foram determinadas tanto na água intersticial do sedimento como na água adjacente de cada planície entremarés. Amostras da água intersticial foram coletadas com uma seringa plástica, acoplada a uma pedra porosa de aquário. Esta foi introduzida no sedimento até a profundidade de 1 cm e então puxou-se cuidadosamente o êmbolo da seringa até o volume de 5 cm³. Este procedimento foi repetido várias vezes até se completar um volume de água de 20 cm³, o qual foi estocado em frascos de polietileno. A água adjacente à planície foi amostrada diretamente com um frasco de polietileno. As amostras resultantes, intersticial e adjacente, foram filtradas com filtro Millipore com porosidade de 0,45 µm. A salinidade foi medida com refratômetro manual ATAGO mod. s/Mill. As concentrações de nitrato+nitrito, amônio, ortofosfato e silicato, foram determinadas por técnicas colorimétricas de acordo com Grasshoff *et al.* (1983).

A porcentagem de matéria orgânica, a concentração de carbonato e o teor de umidade do sedimento foram quantificados em três réplicas sedimentológicas de cada planície entremarés. As amostras do sedimento foram coletadas manualmente com um testemunhador de 100 mm de diâmetro e 50 mm de profundidade, estocadas em sacos plásticos e mantidas no escuro até a chegada no laboratório. A porcentagem de matéria orgânica foi estimada pela diferença de peso do sedimento antes e depois de incinerado em mufla a 550 °C por 60 min (Carver, 1970). A concentração de carbonato e o teor de umidade foram inferidos pelo método de acidificação com HCl (10%) e pela diferença entre o peso úmido e seco, respectivamente. Uma das três amostras coletadas em cada estação foi utilizada para análise granulométrica, a qual foi efetuada pelo método de

pipetagem e peneiramento (Carver, 1970). A matéria orgânica destas amostras foi previamente queimada com água oxigenada.

Três réplicas de sedimento para a análise do microfitobentos foram coletadas em cada estação. O centímetro superior do sedimento foi retirado com um testemunhador de 20 mm de diâmetro. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos escuros e mantidas em baixa temperatura. Em laboratório, o sedimento contido em cada saco plástico foi homogeneizado manualmente. A seguir, retirou-se uma sub-amostra para a microscopia e o restante foi congelado para posterior análise dos pigmentos.

Para estimar a concentração dos pigmentos microfitobênticos, 2 cm³ do sedimento homogeneizado foram colocados em tubo de ensaio, acrescentando água do mar filtrada até lavar o medidor e o funil. A amostra foi centrifugada por 5 min em 4000 rpm e o sobrenadante foi descartado. Ao sedimento depositado adicionou-se 10 cm³ de acetona 90%. Então, a amostra foi misturada e mantida em freezer (-12 °C) por 24 horas para a extração dos pigmentos. Em seguida, centrifugou-se novamente a amostra e o sobrenadante foi utilizado para a leitura das absorvâncias a 665 e 750 nm com um espectrofotômetro Micronal B380. As concentrações de clorofila *a* e feofitina *a* foram calculadas pela equação de Lorenzen (1967). Para estimar as concentrações dos pigmentos em grama de sedimento seco (g sed⁻¹), outros 2 cm³ do sedimento foram secados em estufa a 80 °C até o peso constante. O peso do sedimento seco foi usado como o denominador na equação de Lorenzen (1967).

A clorofila *a* e a feofitina *a* do fitoplâncton adjacente à planície entremarés foram quantificadas através do procedimento descrito em Strickland & Parsons (1972) e da equação de Lorenzen (1967).

Amostras para análises microscópicas foram preparadas logo após a coleta de campo nas estações 2, 4, 8, 9, 11, 13, 15 e 17. Uma alíquota de 2 cm³ de sedimento homogeneizado foi transferida para frasco âmbar, diluída com 40 cm³ de água do mar filtrada da área de coleta e fixada com formol até a concentração de 2%. As amostras foram guardadas no escuro até contagem posterior. O grande teor de detritos existente no sedimento exigiu uma maior diluição das amostras. Após homogeneização, 1 cm³ da amostra do frasco âmbar foi diluída até 10 cm³. Desta segunda diluição retirou-se uma alíquota de 1 cm³, a qual foi novamente diluída com água do mar filtrada até o volume de 10 cm³ e colocada em cuba de sedimentação por 12h. Para amostras com pouca quantidade de detritos não se efetuou a terceira diluição. As amostras foram coradas com rosa de bengala e os espécimes foram contados em microscópio invertido Zeiss ID 03. Células maiores que 36 µm foram contadas e medidas na cuba inteira, com aumento de 100x. As células menores que 36 µm foram contadas e medidas em quatro transectos, com o aumento de 400x. A estimativa do carbono celular foi baseada nas fórmulas geométricas de Edler (1979) e a medida da camada citoplasmática foi feita segundo Smayda (1978). O número de células e a concentração de carbono por grama de sedimento seco foram calculados com base nos pesos aferidos para os pigmentos. Os organismos quantificados foram classificados em classes de acordo com o comprimento celular: 1-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60, 61-70, 71-80, 81-90, 91-100, 101-200, 201-300, 301-400 e 401-500 µm. Para a identificação dos organismos até o nível de espécie foram preparadas lâminas permanentes. As amostras foram oxidadas com permanganato de potássio e preservadas em meio Hyrax. Os seguintes trabalhos foram consultados para a identificação dos organismos: Moreira Filho (1960, 1961 e 1966); Moreira Filho & Momoli (1963); Moreira Filho *et al.* (1967); Navarro *et al.* (1989); Felício-Fernandes *et al.* (1994); Felício-

Fernandes & Souza-Mousimann (1994); Felício-Fernandes *et al.* (1996); Fernandes *et al.* (1990).

2.2.2. Distribuição espacial e variação sazonal do microfítobentos na planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga

O ciclo sazonal foi acompanhado em uma planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga, no setor euhalino da Baía de Paranaguá (Fig. 1). Entre setembro de 1995 e agosto de 1996 foram feitas coletas mensais sobre um perfil situado no entremarés da região mais extensa da planície, com 450 m de extensão. O perfil topográfico foi aferido com um nível Nikon (mod. AZ-25A), a partir do qual foram estabelecidos 10 pontos amostrais equidistantes, o primeiro posicionado na linha inferior da maré baixa de sizígia e o último em frente à marisma (Fig. 2). As coletas foram feitas durante a maré baixa de sizígia.

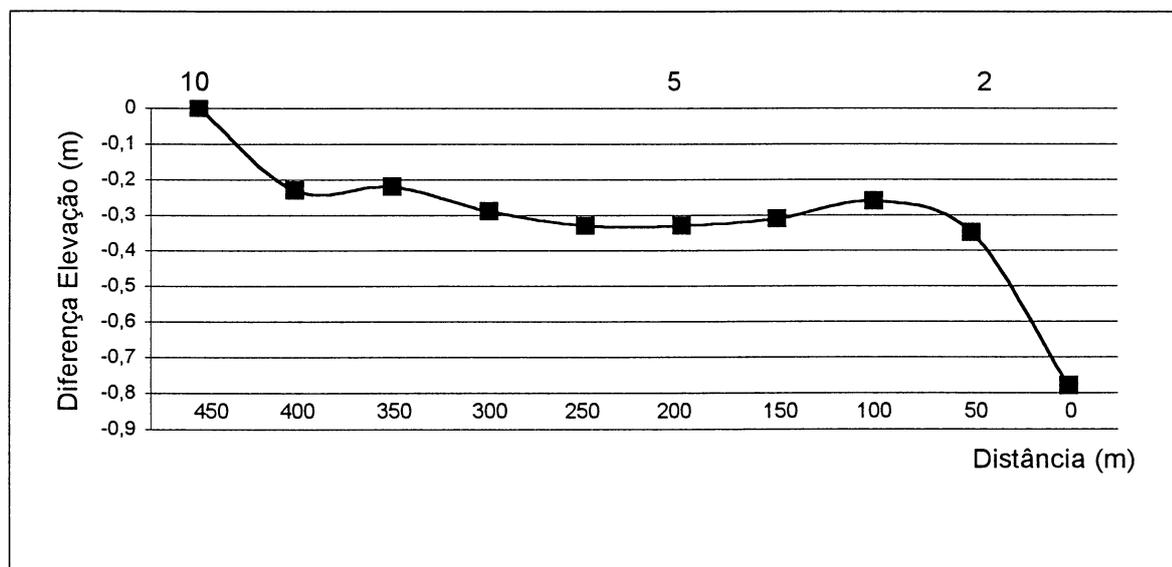


Figura 2. Topografia do perfil no entremarés da Ilha Rasa da Cotinga, indicando a localização dos pontos amostrais (■). Em destaque a posição dos pontos 2, 5 e 10.

Todos os parâmetros físico-químicos e geológicos de cada ponto amostral foram coletados e analisados como descrito anteriormente. A água adjacente à planície também foi monitorada de acordo com a metodologia já citada.

A comunidade microfitobêntica e a fitoplanctônica adjacente foram caracterizadas de acordo com as concentrações de clorofila *a* e a feofitina *a*. Todos os procedimentos, desde a amostragem até os cálculos foram feitos como descrito anteriormente.

2.2.3. Produção Microfitobêntica

No perfil da Ilha Rasa da Cotinha foram estipuladas três regiões para avaliar a produção primária microfitobêntica: os pontos 2, 5 e 10, com hidrodinamismo muito alto, alto à moderado e moderado, respectivamente (Fig. 2). Os experimentos foram feitos durante a maré de quadratura nos meses de abril, maio, julho, setembro e dezembro de 1996 e nos meses de janeiro, fevereiro e março de 1997. Não foi possível fazer o experimento de produção no ponto 2 em setembro.

A produção primária microfitobêntica foi estimada através de experimentos “in situ” utilizando-se campânulas de acrílico do tipo “bell-jars”, com volume de 1,87 dm³ e uma área de 0,04 m². Duas campânulas translúcidas e duas opacas foram utilizadas para avaliar as taxas de produção e de respiração, respectivamente. Cada campânula dispunha de um agitador manual para homogeneização da água interna durante o experimento, que era efetuada a cada 5 min., e um orifício com mangueira e rolha para a retirada das amostras de água, a qual foi efetuada com auxílio de uma seringa.

As campânulas foram introduzidas no sedimento até a profundidade de 10 cm e fixadas com três hastes de ferro em forma de bengala, com 50 cm de comprimento. Apesar do cuidado no momento da fixação das campânulas, verificou-se pequena perturbação local e ressuspensão do sedimento. As campânulas foram fechadas e o experimento foi iniciado somente depois do reestabelecimento do sedimento local. O tempo de incubação foi padronizado entre 30 a 60 minutos, em razão dos volumes e áreas das campânulas. Os

experimentos foram colocados no ambiente por mergulho autônomo, assim como a retirada das amostras e a homogeneização da água interna das campânulas .

O método de Winkler, descrito por Strickland & Parsons (1972), foi usado para estimar os valores de oxigênio dissolvido nos experimentos. As amostras foram retiradas com uma seringa de 60 cm³, após a homogeneização da água interna dos “bell-jars”, sendo transferidas para os frascos de oxigênio com volume de até 50 cm³ e fixadas imediatamente com 0,5 cm³ de cada reagente.

A radiação solar fotossinteticamente ativa diária e durante o período de incubação foram medidas com um sensor BIOSPHERICAL QSR-240, instalado no Centro de Estudos do Mar, próximo ao local dos experimentos. Os dados foram utilizados para construir a curva de luz e estimar as taxas diárias de produção microfitobêntica.

Ao final de cada experimento, 4 amostras de sedimento foram retiradas para quantificar os pigmentos fotossintetizantes do microfitobentos, utilizando-se um amostrador de polietileno preto (de 30 mm de diâmetro e 50 mm de altura), com uma das extremidades vazada para o escoamento da água suprajacente ao sedimento no momento da amostragem. Cada amostra foi acondicionada em um amostrador, o qual foi etiquetado, envolvido em Parafilme e resfriado em caixa térmica. No laboratório, as amostras foram congeladas à -15 °C. Os três milímetros superiores do sedimento foram seccionados com lâmina cortante. Esta parcela de sedimento foi sub-amostrada com auxílio do tubo de ensaio (10 mm de diâmetro) utilizado para a extração de pigmentos. O restante da metodologia de extração de pigmentos seguiu como descrito anteriormente.

A taxa de produção primária bruta foi calculada de acordo com as seguintes etapas:

1. Determinação da concentração de oxigênio dissolvido (OD) nas campânulas no final do experimento:

$$\text{mg O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} = [(\text{V} \cdot \text{cf}) / (\text{A} \cdot \text{T})] \quad (1)$$

onde,

V = vol. campânula (dm^3)

cf = conc. final oxigênio dissolvido ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) dentro das campânulas.

A = área da campânula (m^2)

T = tempo do experimento (h)

2. As médias das concentrações de OD em $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ obtidas nas campânulas escuras foram subtraídas às médias encontradas nas campânulas claras.

3. Converteu-se a concentração de oxigênio (mg O_2) em carbono (mg C), adotando-se um quociente fotossintético (QF) igual a 1,2 (por átomo), com base em Asmus (1982).

4. A determinação da taxa de produção bruta por dia, $\text{mgC} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, foi extrapolada com base na produção durante o experimento. Considerou-se a radiação integrada do experimento e do dia para cada profundidade.

OBS. A luz incidente no sedimento durante cada experimento foi calculada pela equação:

$$I_z = I_o \cdot e^{-k \cdot z} \quad (2)$$

onde, I_z = radiação no plano horizontal da profundidade z (m)

I_o = radiação que chega na superfície da água durante o experimento

K = coef. de atenuação da luz ($1,7 / \text{Secchi}_m$)

Z = profundidade (m)

Para cada ponto amostral foram medidos a profundidade e a transparência por disco de Secchi no início e no final do experimento. A média de cada parâmetro foi aplicada à equação 2.

A taxa de produção primária pelágica não foi considerada por dois motivos: i) Segundo MacIntyre & Cullen (1995), a camada de água próxima ao sedimento de região rasa é constituída principalmente de microalgas bênticas ressuspensas. ii) o volume e a altura de água dentro das câmpulas usadas para os experimentos eram muito pequenos (1,87 dm³ e 150 mm, respectivamente) .

Análise Estatística

Para quantificar o grau de associação entre as estações ao longo da Baía de Paranaguá e entre os pontos amostrais do perfil da Ilha Rasa da Cotinga foi utilizada a análise de ordenação. A relação entre as estações e entre os pontos amostrais foi calculada através dos coeficientes de similaridade de Bray & Curtis (1957) e da distância euclidiana normalizada, para os descritores bióticos e abióticos, respectivamente. A biomassa microfitobêntica, expressa em mg Clor.*a* e mg Feo.*a* . g sed⁻¹, foi tomada como descritor biológico, sem nenhuma transformação prévia.

Para a análise de ordenação foi utilizado o escalonamento multidimensional (MDS), que é uma representação gráfica, ou um “mapa”, da similaridade (ou distância) entre as estações. O *stress* é um índice resultante da análise de MDS e representa o ajuste necessário para representar a comunidade em poucas dimensões: um *stress* < 0,1 corresponde a uma boa ordenação (Clarke, 1993).

Para averiguar se há diferenças significativas ($p < 0,05$ ou 5%) entre as similaridades dos setores (neste caso as estações compreendidas entre os setores poli e mesohalino foram separadas em três setores) e dos dois períodos amostrais, na distribuição espacial da Baía de Paranaguá, aplicou-se a análise de similaridade ANOSIM bi-fatorial (Clarke e Warnick, 1994). A hipótese nula (H_0), de que não há diferenças entre os setores, foi testada pelo método de permutação a partir das matrizes de similaridade dos fatores. Neste método, as

similaridades são rearranjadas aleatoriamente e o teste estatístico recalculado por diversas vezes, para cada par de interação. As médias dos dados gerados e a dos dados observados são comparados e o resultado é dado em % de significância de acordo com H_0 . Padronizou-se 5000 permutações para obter um intervalo de confiança com $\alpha=0,01$. Os quatro setores utilizados nesta análise são: setor 1 formado pelas estações 1, 2, 3, 4 e 5; o setor 2 representado pelas estações 6, 7, 8 e 9; o setor 3 formado pelas estações 10, 11, 12 e 13; e o último setor representado pelas estações 14, 15, 16 e 17.

Todas as análises citadas acima foram geradas pelo pacote estatístico PRIMER (*Plymouth Routine in Multivariate Ecological Research – Plymouth University*).

Para a análise sedimentológica da Baía de Paranaguá e da Ilha Rasa da Cotinga, foram calculados os parâmetros estatísticos de Folk & Ward. Utilizou-se o diagrama triangular de Pejrup (1988) para classificar os sedimentos da planície da Ilha Rasa da Cotinga de acordo com a hidrodinâmica local e com os teores de areia, silte e argila. Estas análises foram rodadas no programa SysGran 2.0.

Com o intuito de facilitar a visualização do resultado da hidrodinâmica para o perfil da Ilha Rasa da Cotinga, o resultado do diagrama de Pejrup foi apresentado sob um gráfico “grid” do programa surfer. A partir de cada diagrama

3. Resultados

3.1. Distribuição espacial ao longo da Baía de Paranaguá

3.1.1. Inverno

Climatologia

A pluviosidade média diária em julho foi de 4,5 mm, sendo que o máximo, de 12 mm, ocorreu uma semana antes da coleta. Nos outros dias não ocorreram chuvas (Fig. 3).

Variáveis Ambientais

A salinidade da água intersticial do sedimento variou de 15 a 30, com mínimo na estação 17 e 12 aumentando gradativamente até o máximo na estação 2 (Fig. 4). A temperatura variou de 20 a 26 °C, apresentando um gradiente crescente para o interior da baía, com mínimo nas estações de 1 a 4 e máximo na estação 17.

Em geral, as concentrações de silicato nas águas intersticiais aumentaram para o interior da baía, enquanto que as concentrações de ortofosfato, nitrato+nitrito e amônio foram maiores na porção mediana do sistema (Fig. 5). A concentração de silicato oscilou entre 26,9 a 201,9 μM , com mínimo na estação 2 e máximo na 14. Dois picos na concentração de ortofosfato foram verificados: um na estação 2 (6,7 μM) e o outro na estação 6 (4,9 μM). As menores concentrações foram 0,8 μM (estação 1) e 0,9 μM (estações 3 e 16). A concentração de nitrato+nitrito variou de 0,5 a 10,5 μM , com mínimo nas estações 3 e 17 e máximo na estação 11. A concentração de amônio variou de 5,4 a 44,7 μM , nas estações 17 e 14, respectivamente.

A salinidade da água adjacente à planície entremarés variou de 12 a 29, com mínimo na estação 17 aumentando gradativamente até o máximo na estação 1. A

temperatura aumentou para o interior da baía, com a mínima de 19 °C (estação 1) e a máxima de 24 °C (estações 13 e 17) (Fig. 4).

Em geral, as concentrações dos nutrientes da água adjacente aumentaram para o interior da baía, exceto as concentrações de amônio que não apresentaram um padrão regular (Fig. 5). A concentração de silicato oscilou entre 10,7 e 97,2 μM , com o mínimo na estação 6 e o máximo na estação 16. A concentração de ortofosfato variou de 0,4 a 1,2 μM , com o mínimo na estação 1 e o máximo na estação 14. A concentração de nitrato+nitrato variou de 0,3 μM (estação 2) a 4,0 μM (estação 16). A concentração de amônio variou de 2,6 a 14,7 μM , com o mínimo na estação 8 e o máximo na estação 3.

A matéria orgânica, o teor de umidade e o carbonato do sedimento, em média, aumentaram para o interior da baía (Fig. 6). A matéria orgânica variou de 0,8 % (estação 2) a 21,8 % (estação 14). O teor de umidade oscilou entre 53,3 e 90,8 %, com mínimo na estação 2 e máximo na estação 11. A porcentagem de carbonato variou de 2,4 a 14,5 %, nas estações 8 e 14, respectivamente.

Em contraposição ao padrão verificado para a argila e o silte, a porcentagem de areia diminuiu para o interior da baía, exceto nas estações 12, 13, 16 e 17 (Fig. 7). A areia variou de 5,5 a 98,5 %, com mínimo na estação 11 e máximo na estação 2. O silte oscilou de 1,5 % (estação 2) a 89,0 % (estação 11). A argila não foi detectada na estação 2, sendo que o máximo de 11,5 % ocorreu na estação 10.

Variáveis Biológicas

As concentrações de clorofila e feofitina α no sedimento aumentaram para o interior da baía (Fig. 8). A clorofila variou de 1,5 a 53,4 mg.g sed^{-1} , com o mínimo na estação 11 e o máximo na estação 16. A feofitina variou de 1,4 a 67,7 mg.g sed^{-1} , com o mínimo na estações 2 e o máximo na estação 15.

Em geral, a clorofila a da água adjacente foi maior na porção mediana da baía, enquanto que a feofitina a não apresentou um padrão regular (Fig. 9). A clorofila oscilou entre 0,7 e 20,5 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, nas estações 1 e 8, respectivamente. A feofitina variou de 0,5 a 54,6 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, com mínimo na estação 1 e o máximo na estação 13.

A abundância microfitobêntica diminuiu para o interior da baía, enquanto que a concentração de carbono microalgal apresentou um padrão espacial inverso (Tab. 1). O número de células variou de 30 a 344×10^{15} $\text{g}\cdot\text{sed}^{-1}$, com o mínimo na estação 13 e o máximo na estação 2. A concentração do carbono microfitobêntico variou de 55 a 430 $\text{mgC}\cdot\text{g}\cdot\text{sed}^{-1}$, com mínimo na estação 2 e máximo na estação 15.

A contribuição de cada classe de tamanho para o carbono microfitobêntico variou ao longo das estações. As menores classes tiveram uma grande contribuição para o carbono das estações 2, 4, 8, 9, 11 e 13, sendo que as classes acima de 100 μm foram representativas nas estações 15 e 17 (Tab. 1).

Na estação 2, os indivíduos entre 11 e 20 μm contribuíram com 25 $\text{mgC}\cdot\text{g}\cdot\text{sed}^{-1}$ (46%) do carbono microfitobêntico. As classes entre 91 a 200 μm apresentaram a menor concentração de carbono, de 0,1 $\text{mgC}\cdot\text{g}\cdot\text{sed}^{-1}$ (0,1 %). Não foram encontrados organismos na classe de 81 a 90 μm e maiores que 201 μm . As espécies *Thalassionema* sp₁ e *Paralia sulcata* foram as mais abundantes.

Na estação 4, os indivíduos da classe de 11 a 20 μm contribuíram com 25 $\text{mgC}\cdot\text{g}\cdot\text{sed}^{-1}$ (39 %), sendo que a classe entre 61 e 70 μm contribuiu com o mínimo de 0,1 $\text{mgC}\cdot\text{g}\cdot\text{sed}^{-1}$ (0,1%). Não foram encontrados organismos na classe de 91 a 100 μm e maiores que 201 μm . *Thalassionema* sp₁ e *Cocconeis* sp. foram os organismos dominantes.

Na estação 8 foram encontradas células entre 1 a 200 μm . A classe de 31 a 40 μm contribuiu com 38% do carbono (59 $\text{mgC}\cdot\text{g}\cdot\text{sed}^{-1}$), enquanto que a classe de 1 a 10 μm

contribuiu com o mínimo de 0,5 mgC. gsed⁻¹ (0,3 %). A espécie *Gyrosigma balticum* foi a mais abundante nas classes acima de 80 µm.

Na estação 9, as células entre 1 e 10 µm contribuíram com 43 % do carbono (49 mgC. gsed⁻¹). As classes entre 11 e 30 µm e entre 61 e 80 µm apresentaram em média a mesma concentração de carbono, de 10 mgC. gsed⁻¹ (4,5 %). As outras classes apresentaram valores inferior a este, sendo que não ocorreram indivíduos maiores que 200 µm. A espécie *Skeletonema costatum* foi a mais abundante na classe de tamanho entre 1 e 11 µm.

Na estação 11, as classes entre 11 e 40 µm contribuíram em média com 20 mgC.gsed⁻¹ de carbono, somando um total de 67 % do carbono. A classe de 71 a 80 µm apresentou o mínimo de 1,3 mgC.gsed⁻¹ de carbono (1,4 %). Não ocorreram células nas classes de 1 a 10, 81 a 90 e acima de 300 µm. Não foi possível destacar nenhuma espécie dominante.

Na estação 13, a classe de 1 a 10 µm contribuiu com 77 % do carbono (92 mgC. gsed⁻¹). A concentração de carbono microfitobêntico decresceu para as classes de maior tamanho, sendo que o mínimo de 0,1 mgC. gsed⁻¹ (0,1 %) foi detectado na classe de 91 a 100 µm. Não foi detectado espécies maiores que 200 µm. A espécie *S. costatum* foi representante da classes de tamanho de 1 a 10 µm.

Na estação 15, a classe de 101 a 200 µm contribuiu com 151 mgC. gsed⁻¹ do carbono microfitobêntico (35 %). O mínimo, de 0,6 mgC. gsed⁻¹, foi encontrado na classe de 81 a 90 µm. Nas classes de 1 a 10 e 71 a 80 µm não ocorreram células. *Paralia sulcata* foi representativa nas classes entre 21 e 40 µm. *Nitzchia sigma* e *N. obtusa* foram abundantes nas classes entre 101 e 400 µm e *Pleurosigma formosum* foi a única representante da classe de 401 a 500 µm.

Na estação 17 foram encontradas células entre 11 e 400 μm . A classe de 201 a 300 μm contribuiu com 48 % do carbono (186 mgC. gsed^{-1}). A classe de 41 a 50 μm contribuiu com o mínimo de 1,5 mgC. gsed^{-1} (0,4 %). Não ocorreram organismos na classe de 61 a 70 μm . As espécies *Nitzchia obtusa*, *N. sigma* e *N. longissima* dominaram o microfítobentos desta estação.

3.1.2. Verão

Climatologia

A pluviosidade total dos quinze dias que antecederam o final da coleta de fevereiro foi de 229 mm, sendo que o máximo, de 59 mm, ocorreu no primeiro dia de coleta. No segundo dia de coleta choveu 28 mm e no último dia 14 mm (Fig. 3).

Variáveis Ambientais

A salinidade da água intersticial do sedimento variou de 2 a 28, com mínimo na estação 16 e aumentando gradativamente até o máximo na estação 3 (Fig. 10). A temperatura variou de 26 a 36 °C, apresentando um gradiente crescente para o interior da baía (exceto nas estações 16 e 17) com mínimo nas estações 1 e 16 e máximo na estação 15.

Em geral, não foi verificado um padrão espacial definido para a concentração de nutrientes na água intersticial ao longo da baía, exceto o silicato que aumentou para o interior (Fig. 11). A concentração de silicato oscilou entre 30,1 a 362 μM , com o mínimo na estações 3 e o máximo na estação 14. Um pico na concentração de ortofosfato foi verificado na estação 11 (40,2 μM), enquanto que na estação 9 não foi detectado pelo método analítico. A concentração de nitrato+nitrito variou de 0,3 a 5,9 μM , com mínimo nas estações 1 e 13 e o máximo na estação 14. A concentração de amônio variou de 3,9 a 137,8 μM , nas estações 13 e 11, respectivamente.

A salinidade da água adjacente à planície entremarés variou de 1 a 30, com mínimo nas estações 16 e 17 e aumentando gradativamente até o máximo na estação 2 (Fig. 10). Em geral a temperatura aumentou para o interior da baía, com o mínimo na estação 3 (25 °C) e o máxima na estação 15 (36 °C) (Fig. 10).

Em média, as concentrações dos nutrientes da água adjacente aumentaram para o interior da baía, exceto as concentrações de amônio que não apresentaram um padrão regular (Fig. 11). A concentração de silicato variou de não detectável a 359,9 μM , com mínimo na estação 9 e máximo na estação 11. A concentração de ortofosfato oscilou entre 0,3 a 1,2 μM , com mínimo nas estações 1, 16 e 17 e o máximo na estação 15. A concentração de nitrato+nitrito variou de 0,3 μM (estação 13) a 7,1 μM (estação 16). A concentração de amônio variou de 1,2 μM (estação 12) a 21,6 μM (estação 2).

A matéria orgânica, o teor de umidade e o carbonato do sedimento, em média, aumentaram para o interior da baía (Fig. 12). A matéria orgânica variou de 0,4 a 15,7 %, na estação 2 e 11, respectivamente. O teor de umidade variou de 57,3 a 90,7%, com mínimo na estação 2 e máximo na estação 11. A porcentagem de carbonato variou de 2 a 11,9 %, com mínimo na estação 2 e máximo na estação 12.

A porcentagem de areia diminuiu para o interior da baía, exceto nas estações 16 e 17, o contrário foi verificado para o padrão da argila e do silte (Fig. 13). A areia variou de 6,9 a 100%, com mínimo na estação 15 e máximo na estação 1. O silte oscilou entre 0 a 74 %, com mínimo nas estações 1 e 2 e máximo na estação 13. A argila variou de 0 % (estações 1 e 2) a 29,5 % (estação 11).

Variáveis Biológicas

A concentração de feofitina *a* no sedimento aumentou para o interior da baía, sendo que a clorofila *a* apresentou um padrão irregular (Fig. 14). A clorofila variou de 3 a 74,1

mg.gsed⁻¹, com mínimo na estação 1 e máximo na estação 4. A feofitina oscilou entre 0,02 e 69,4 mg.gsed⁻¹, com mínimo nas estações 2 e máximo na estação 11.

A concentração da clorofila *a* na água adjacente foi maior na porção mediana da baía e a feofitina *a* apresentou um aumento para o interior do sistema (Fig. 15). A concentração de clorofila *a* oscilou de não detectável a 28,9 mg.m⁻³, nas estações 16 e 11, respectivamente. A concentração de feofitina variou de não detectável a 17,29 mg.m⁻³, com mínimo nas estações 3, 6, 9, 10, 12 e 13 e máximo na estação 16.

A abundância do microfitobentos não apresentou um padrão espacial definido, já a concentração de carbono microalgal aumentou para o interior da baía (Tab. 2). O número de células variou de 14,3 a 210499 x 10¹⁵. gsed⁻¹, na estação 2 e 9, respectivamente. O carbono oscilou entre 15 e 669 mgC. gsed⁻¹, com mínimo na estação 2 e máximo na estação 11.

A distribuição do carbono microfitobêntico nas diferentes classes de tamanho variou em cada estação. Os organismos que mediam entre 101 e 200 µm tiveram grande contribuição para o carbono de quase todas as estações (Tab. 2).

Na estação 2 foram encontradas células de até 40 µm. A classe entre 31 e 40 µm contribuiu com 13 mgC. gsed⁻¹ do carbono (85 %), a classe de 21 a 30 µm contribuiu com o mínimo de 2,9 % do carbono (0,4 mgC. gsed⁻¹). A espécie *Biddulphia* sp. dominou o microfitobentos, sendo o representante da classe de 31 a 40 µm.

Na estação 4, os indivíduos da classe de 101 a 200 µm contribuíram com o máximo de 73 mgC. gsed⁻¹ (56 %), sendo que a classe entre 1 e 11 µm contribuiu com o mínimo de 0,9 mgC. gsed⁻¹ (0,7 %). Não foram encontrados organismos medindo entre 81 e 100 µm e maiores que 200 µm. Nenhuma espécie dominante foi detectada no microfitobentos.

Na estação 8 foram encontrados organismos medindo de 11 a 400 μm . A classe de 21 a 30 μm contribuiu com 31 % do carbono (55 mgC. gsed^{-1}), enquanto que a classe de 91 a 100 μm contribuiu com o mínimo de 0,3 mgC. gsed^{-1} (0,2 %). A espécie *Navicula plagiostoma* dominou nas classes entre 30 e 50 μm .

Na estação 9, as células entre 101 a 200 μm contribuíram com 26 % do carbono (55 mgC. gsed^{-1}). A classe de 81 a 90 μm contribuiu com o mínimo de 0,8 mgC. gsed^{-1} (0,4 %). Não ocorreram organismos maiores que 300 μm . As espécies *Skeletonema costatum* e *Nitzchia obtusa* foram as mais abundantes nas classe de tamanho de 1 e de 101 μm , respectivamente.

Na estação 11, a classe de 11 a 20 μm apresentou a maior concentração de carbono, de 170 mgC. gsed^{-1} (25 %). A classe de 71 a 80 μm contribuiu com o mínimo de 4,6 mgC. gsed^{-1} (0,7 %). Não ocorreram células maiores que 400 μm . A classe de 1 a 10 μm foi representada pela espécie *S. costatum* e a classe de 11 a 20 μm foi representada por *Paralia sulcata*.

Na estação 13, a classe de 1 a 10 μm contribuiu com a maior concentração de carbono, de 58 mgC. gsed^{-1} (38 %). O mínimo, de 1,2 mgC. gsed^{-1} (0,8 %), foi detectado na classe de 71 a 80 μm . *S. costatum* foi a mais abundante na classe de 1 a 10 μm e *N. obtusa* nas classes entre 101 e 300 μm .

Na estação 15, a classe de 21 a 30 μm apresentou o máximo de 30 % do carbono (124 mgC. gsed^{-1}), o mínimo de 0,4 % ocorreu na classe de 81 a 90 μm (1,5 mgC. gsed^{-1}). *Paralia sulcata* foi representativa nas classes entre 21 e 40 μm . Células que mediam entre 61 e 70 μm e entre 91 e 100 μm não foram encontradas. *Nitzchia sigma* e *N. obtusa* foram abundantes nas classes entre 101 e 400 μm e *Pleurosigma formosum* foi a única

representante da classe de 401 a 500 μm . *Caloneis bivitata* contribuiu consideravelmente para o carbono das classes entre 101 e 300 μm .

Na estação 17, a classe de 101 a 200 μm foi a que mais contribuiu para o carbono microalgal, com 78 mgC. gsed⁻¹ (17 %). O mínimo de 2,1 % foi encontrado na classe de 11 a 20 μm (9,6 mgC. gsed⁻¹). Não foram encontrados organismos maiores que 401 μm . As espécies *Nitzchia obtusa*, *N. sigma* e *N. longissima* dominaram o microfitobentos desta estação e *S. costatum* foi a representativa da classe de 10 μm .

A Tabela 3 apresenta a lista das espécies que compõem o microfitobentos da Baía de Paranaguá. As diatomáceas foram os organismos dominantes do microfitobentos, sendo que três espécies de cianofíceas (não identificadas) ocorreram nas estações 13, 15 e 17. As pranchas 1 e 2 (anexo) apresentam as espécies dominantes do microfitobentos.

Análise Estatística

A análise de escalonamento multidimensional (MDS) das variáveis abióticas de inverno e verão demonstrou uma ordenação das estações ao longo da baía (Fig. 16). Em julho esta ordenação não foi tão evidente quanto no verão. As estações do setor 4 (est. 14, 15, 16 e 17), principalmente no verão, se distanciaram muito das outras estações. O ajuste da análise ou *stress* foi de 0,09 para o inverno e de 0,06 para o verão, considerado excelente por Kruskal.

A análise de ordenação, MDS, gerado a partir dos dados de clorofila α e feofitina α do microfitobentos mostrou diferenças entre as estações mais internas (est. 14, 15, 16 e 17) e o restante da baía, tanto no inverno quanto no verão (Fig. 17). O grau de ajuste do MDS para as amostras de inverno foi de 0,05 e para o verão de 0,04.

Diferenças significativas foram encontradas para a biomassa microfitobêntica entre os setores determinados para o ANOSIM e entre os períodos amostrados (Tab. 4). O teste

global entre os setores apresentou um nível de significância nulo e entre os períodos de 0,4 %. O teste “pairwise” não apresentou diferenças significativas entre os setores 1, 2 e 3, sendo que todos estes diferiram significativamente do setor 4.

Os parâmetros estatísticos do sedimento evidenciaram diferenças pontuais entre os períodos de inverno e verão (Tab. 5). O tamanho médio do grão variou de 1,54 a 6,03 ϕ no inverno e de 0,98 a 6,35 ϕ no verão. De acordo com este parâmetro, o sedimento variou de areia fina a muito fina na porção mais externa da baía até silte médio e fino em direção ao seu interior, exceto nas estações 16 e 17 (predomínio de areia). O grau de seleção do sedimento foi de 0,31 a 2,09 no inverno e de 0,29 a 2,24 em fevereiro. Apesar desta grande oscilação, a maioria das estações apresentaram sedimentos pobremente selecionados. Um maior selecionamento foi encontrado nas estações mais externas da baía. A maioria das estações apresentou assimetria positiva nos dois períodos amostrados, indicando uma tendência da distribuição para sedimentos finos. Os valores de curtose gráfica variaram entre a amostragem de julho e de fevereiro. No inverno as curvas leptocúrticas foram evidenciadas para quase todas as estações, enquanto que no verão as curvas platicúrticas foram as que dominaram.

3.1.3. Figuras

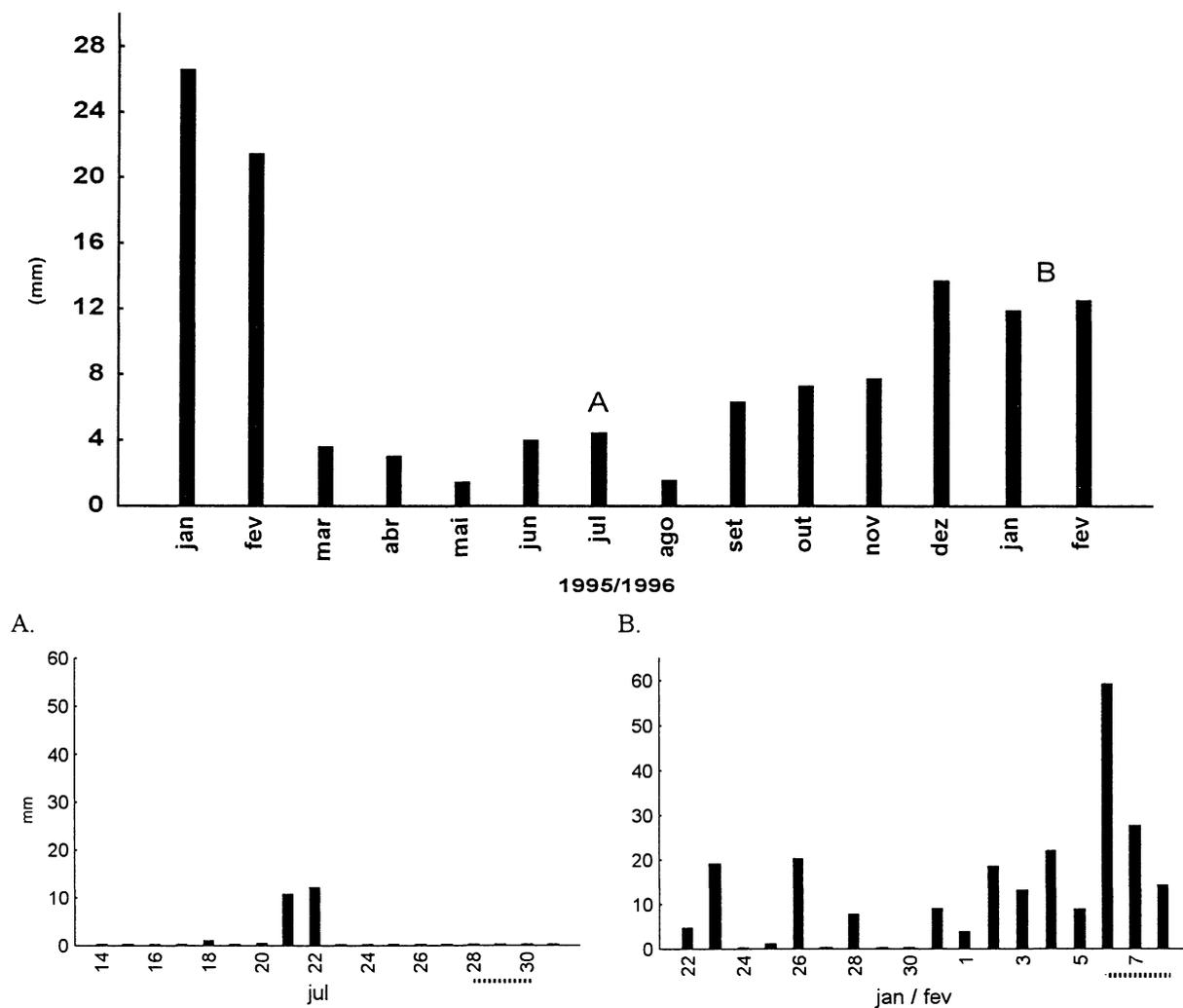


Figura 3. Médias mensais de pluviosidade entre janeiro de 1995 e 1996. Em detalhe, o índice diário durante os quinze dias que antecederam as coletas de inverno (A) e verão (B). Dias das coletas (---).

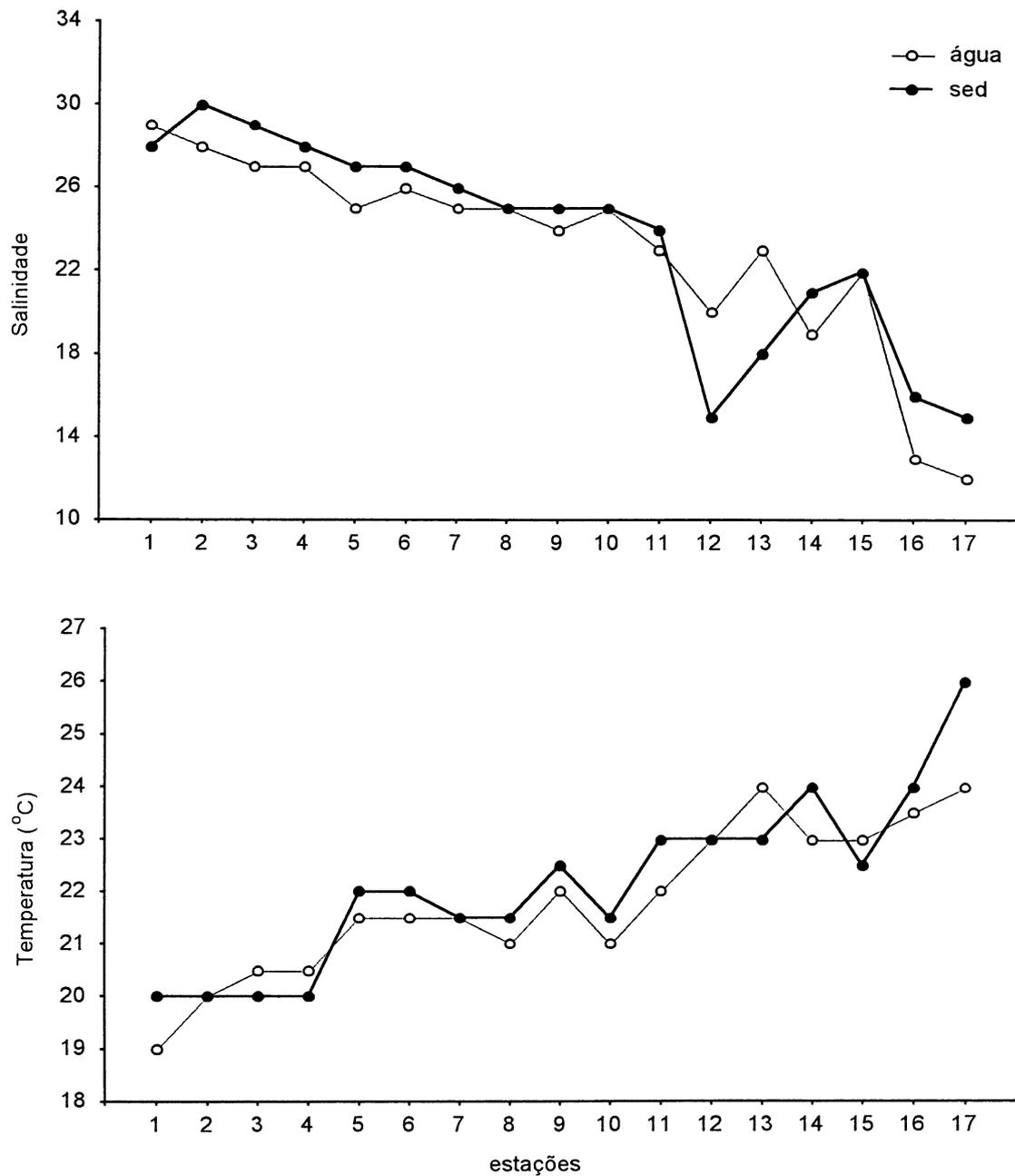


Figura 4. Salinidade e temperatura da água intersticial (*sed.*) e adjacente (*água*) às planícies entremarés da Baía de Paranaguá. Amostragem de inverno (julho/95).

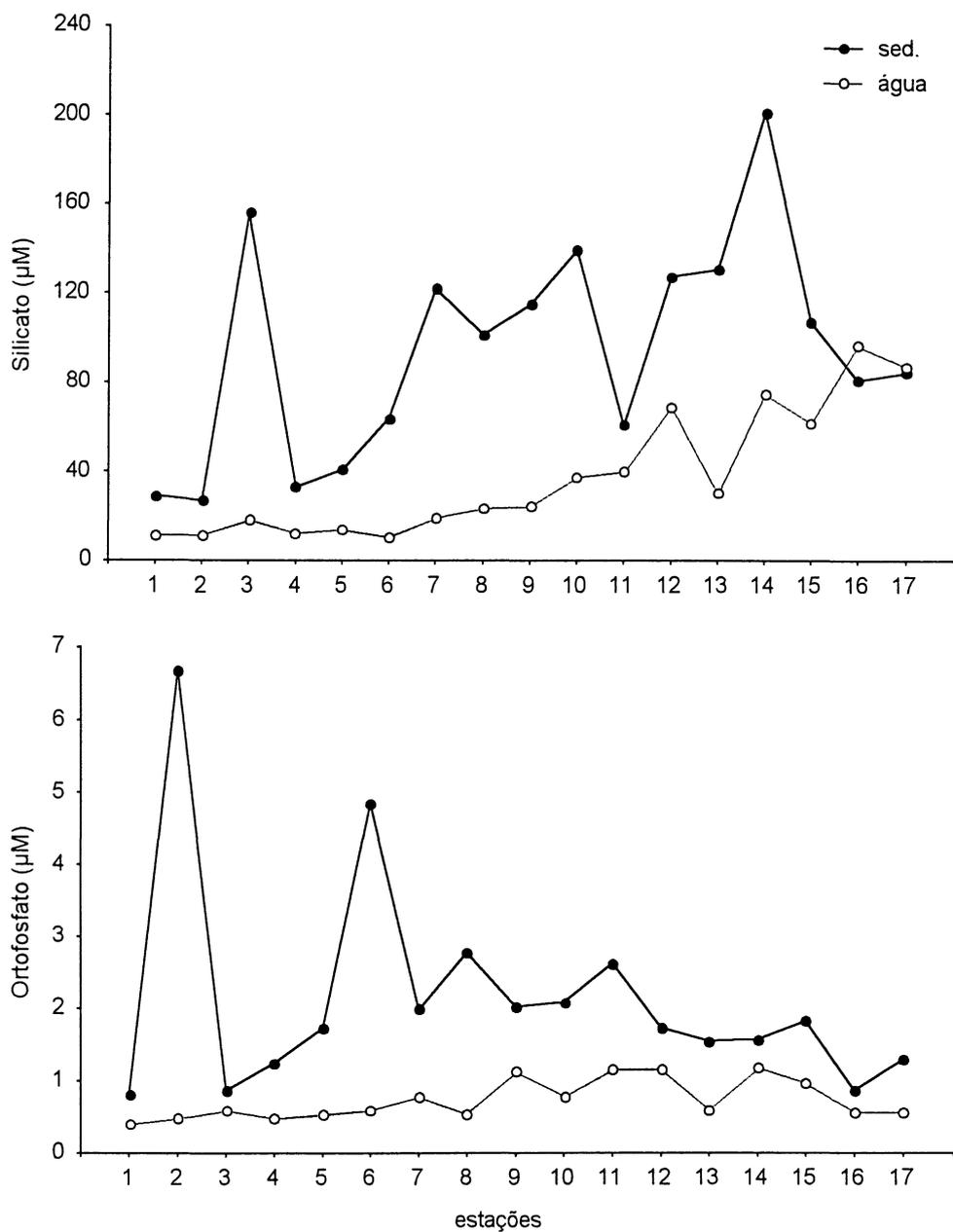


Figura 5. Concentrações dos nutrientes na água intersticial (*sed*) e adjacente (*água*) às planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de inverno (julho/95).

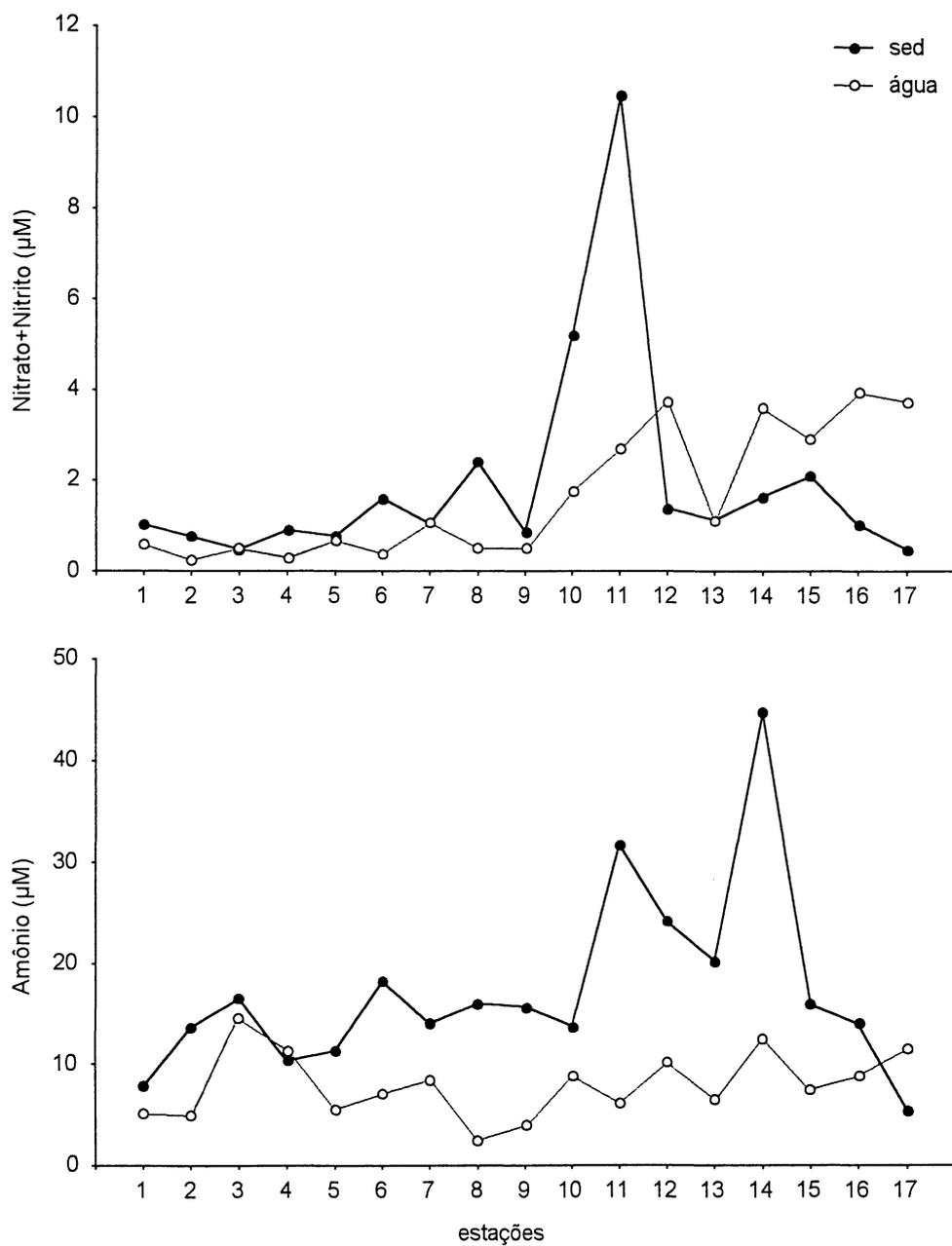


Figura 5 (continuação). Concentrações dos nutrientes na água intersticial (*sed*) e adjacente (*água*) às planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de inverno (julho/95).

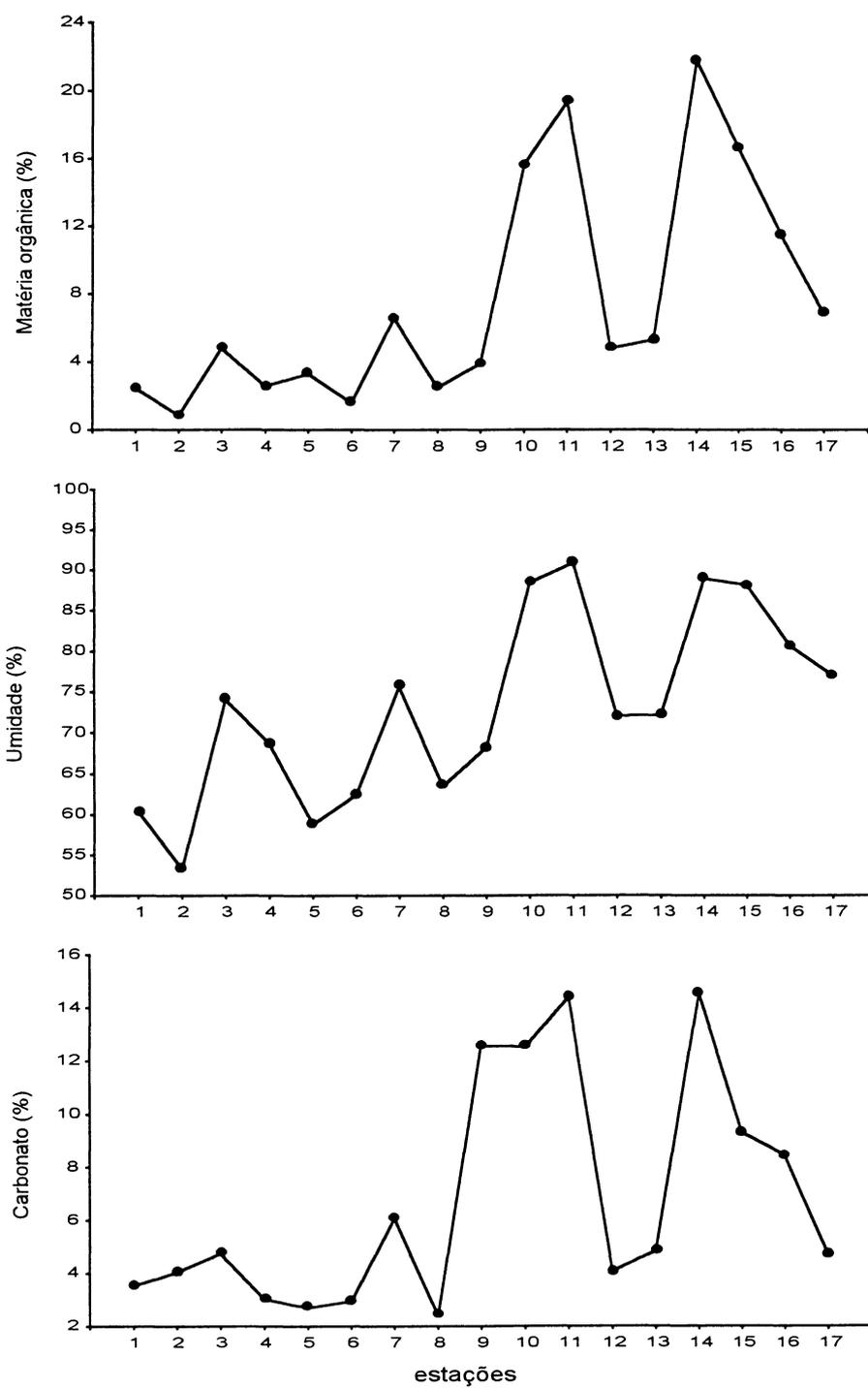


Figura 6. Porcentagem de matéria orgânica, umidade e carbonato no sedimento das planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de inverno (julho/95).

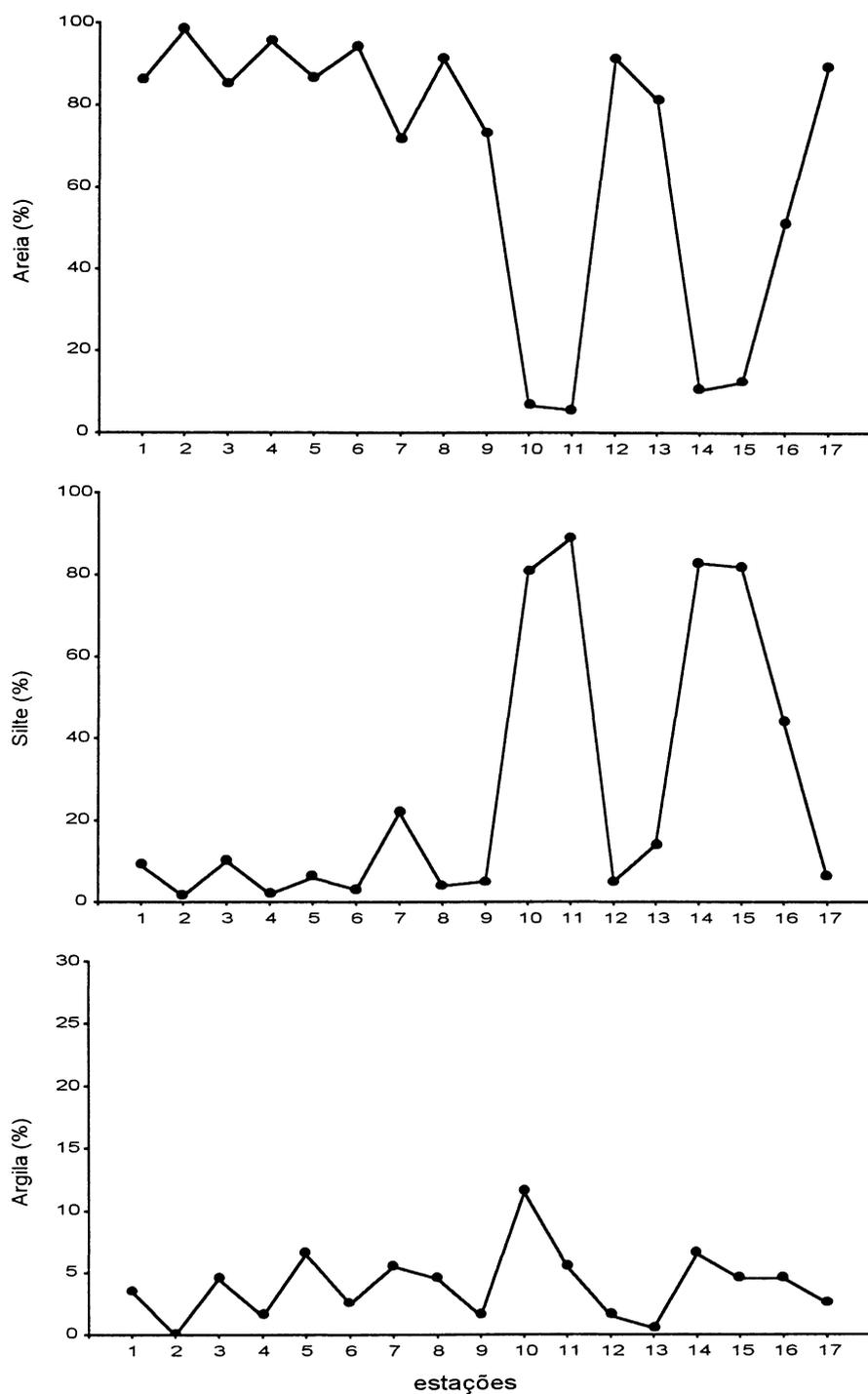


Figura 7. Porcentagem de areia, silte e argila no sedimento das planícies entremarés da Baía de Paraguá. Amostragem de inverno (julho/95).

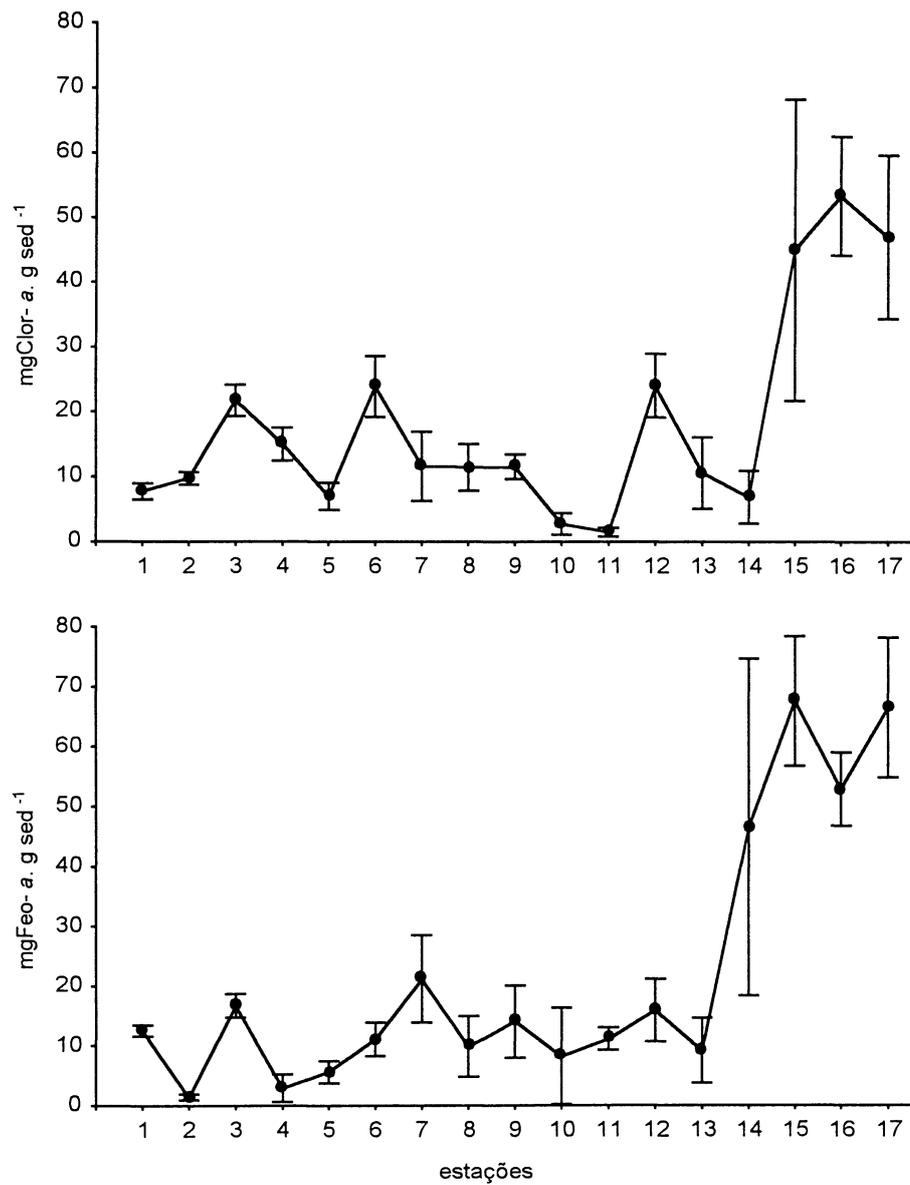


Figura 8. Concentrações médias e desvio padrão da clorofila a e feofitina a (mg. g sed^{-1}) no sedimento superficial das planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de inverno (julho/95).

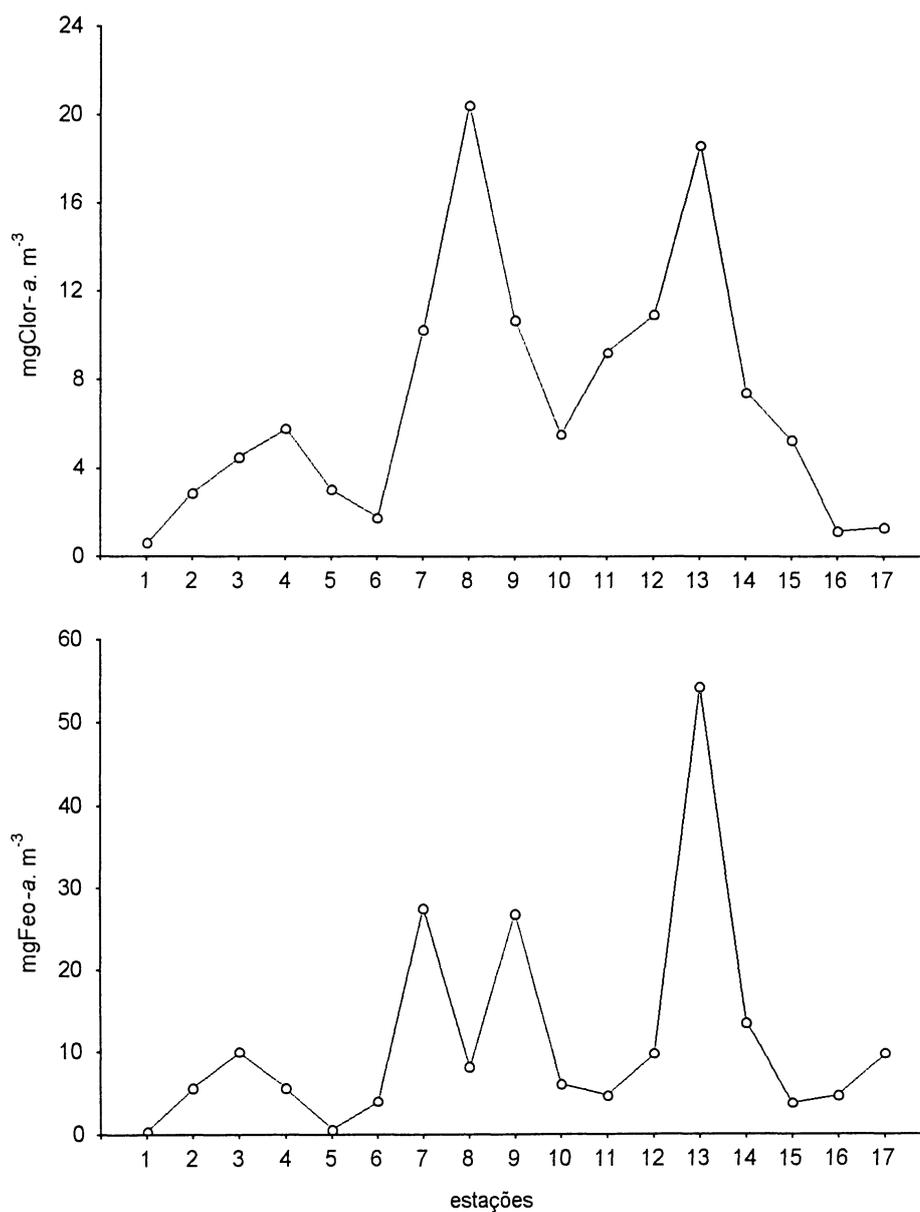


Figura 9. Concentrações da clorofila *a* e feofitina *a* (mg. m⁻³) da água adjacente às planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de inverno (julho/95).

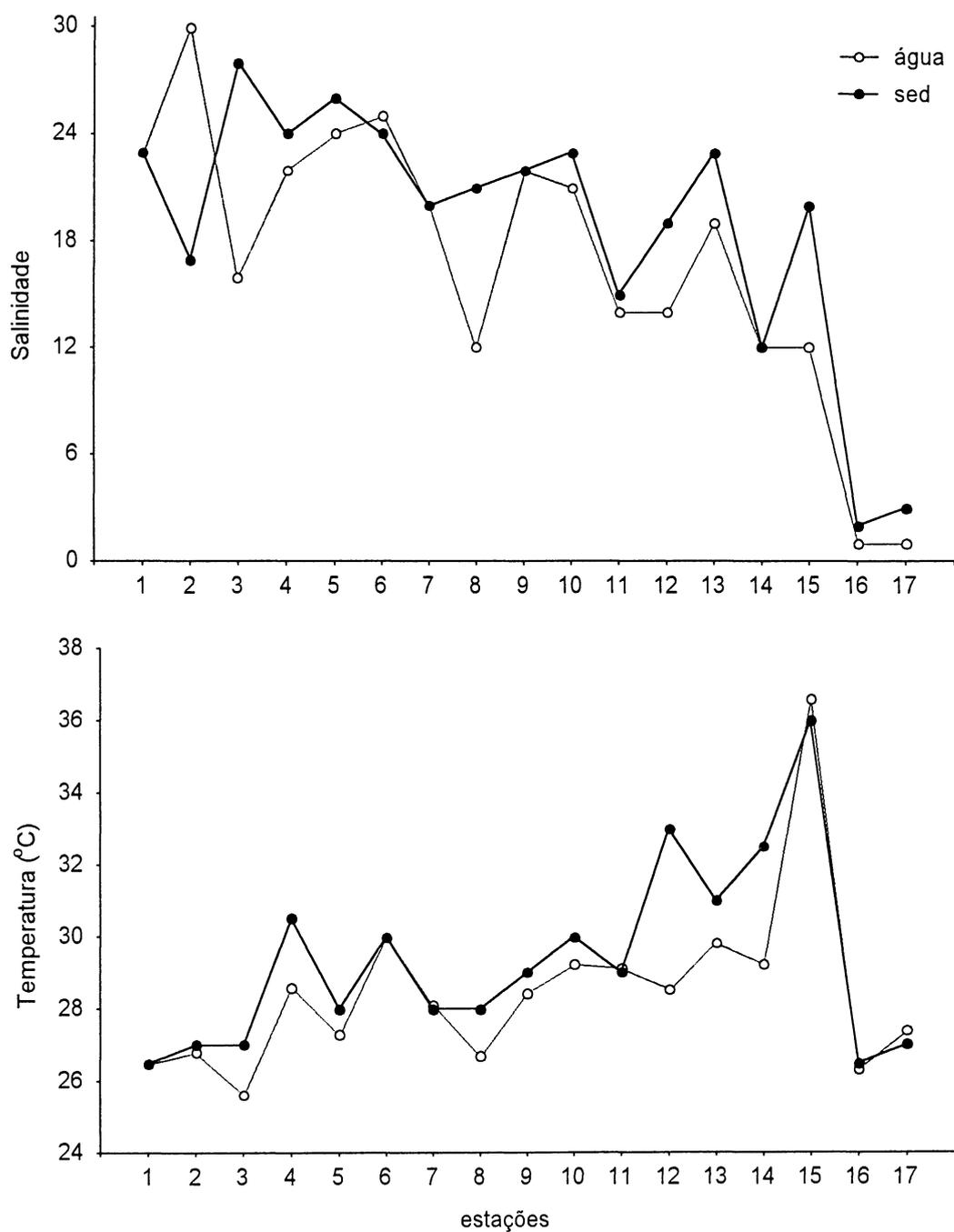


Figura 10. Salinidade e temperatura da água intersticial (*sed*) e adjacente (*água*) às planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de verão (fevereiro/96).

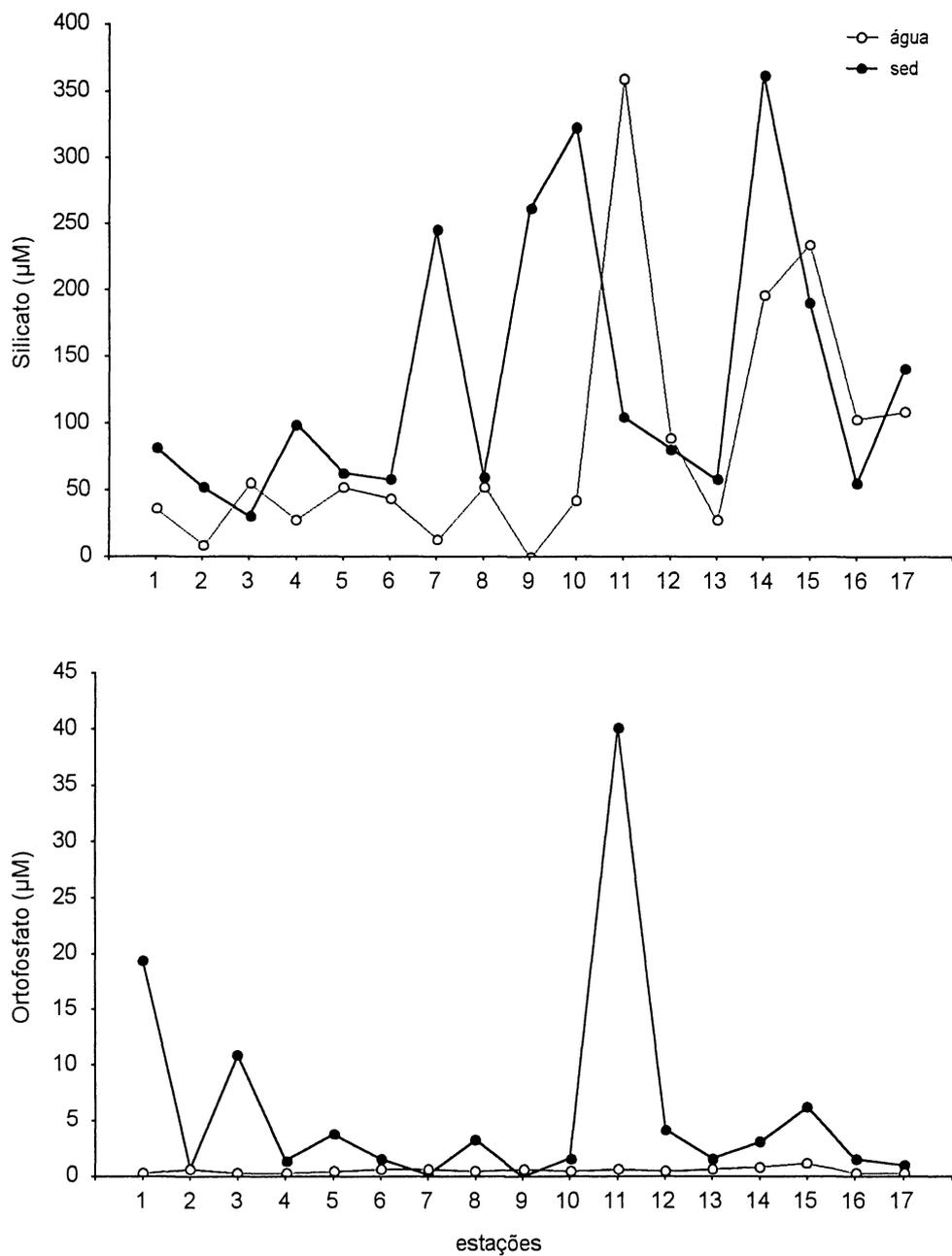


Figura 11. Concentrações dos nutrientes na água intersticial (*sed*) e adjacente (*água*) às planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de verão (fevereiro/96).

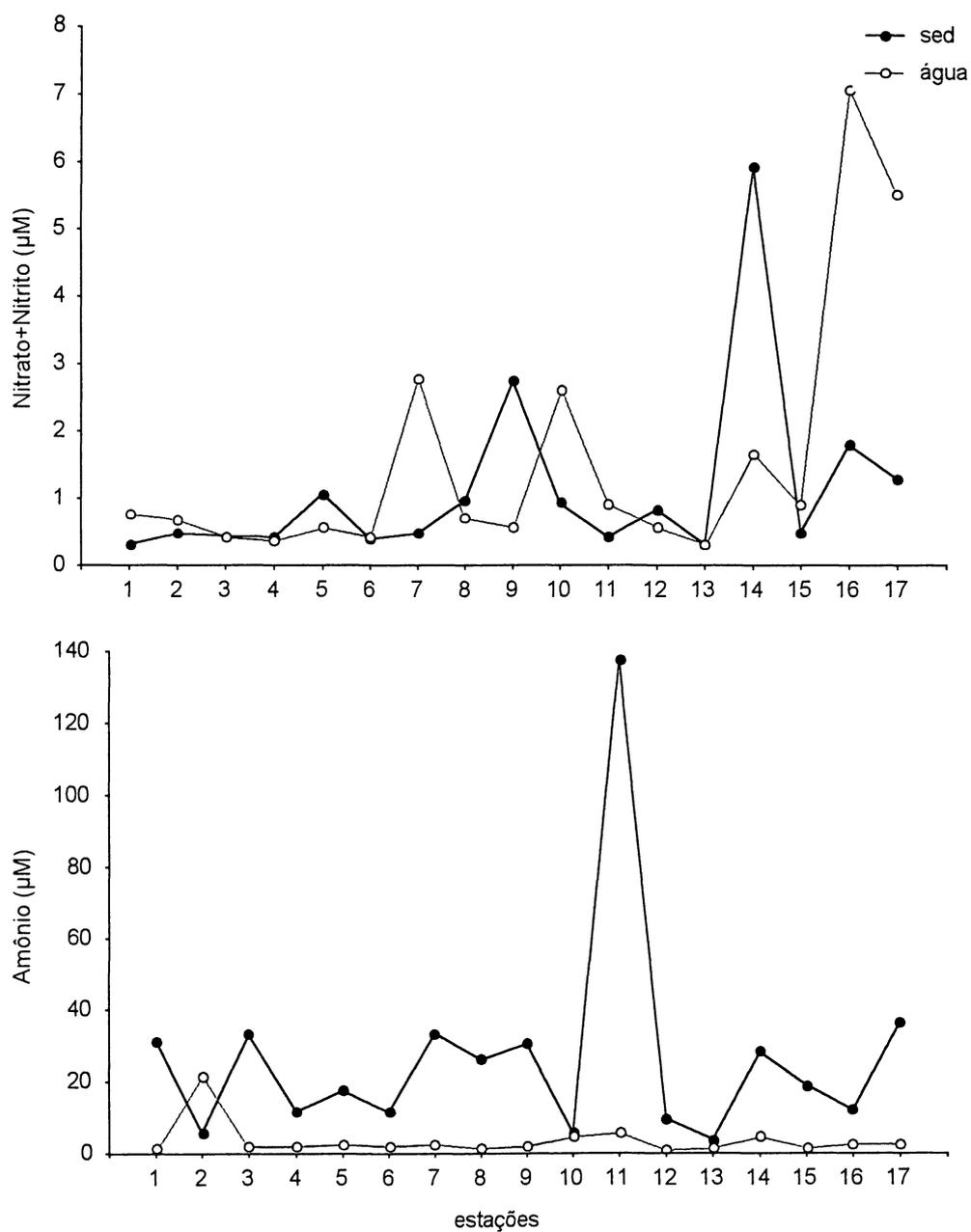


Figura 11 (*continuação*). Concentrações dos nutrientes na água intersticial (*sed*) e adjacente (*água*) às planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de verão (fevereiro/96).

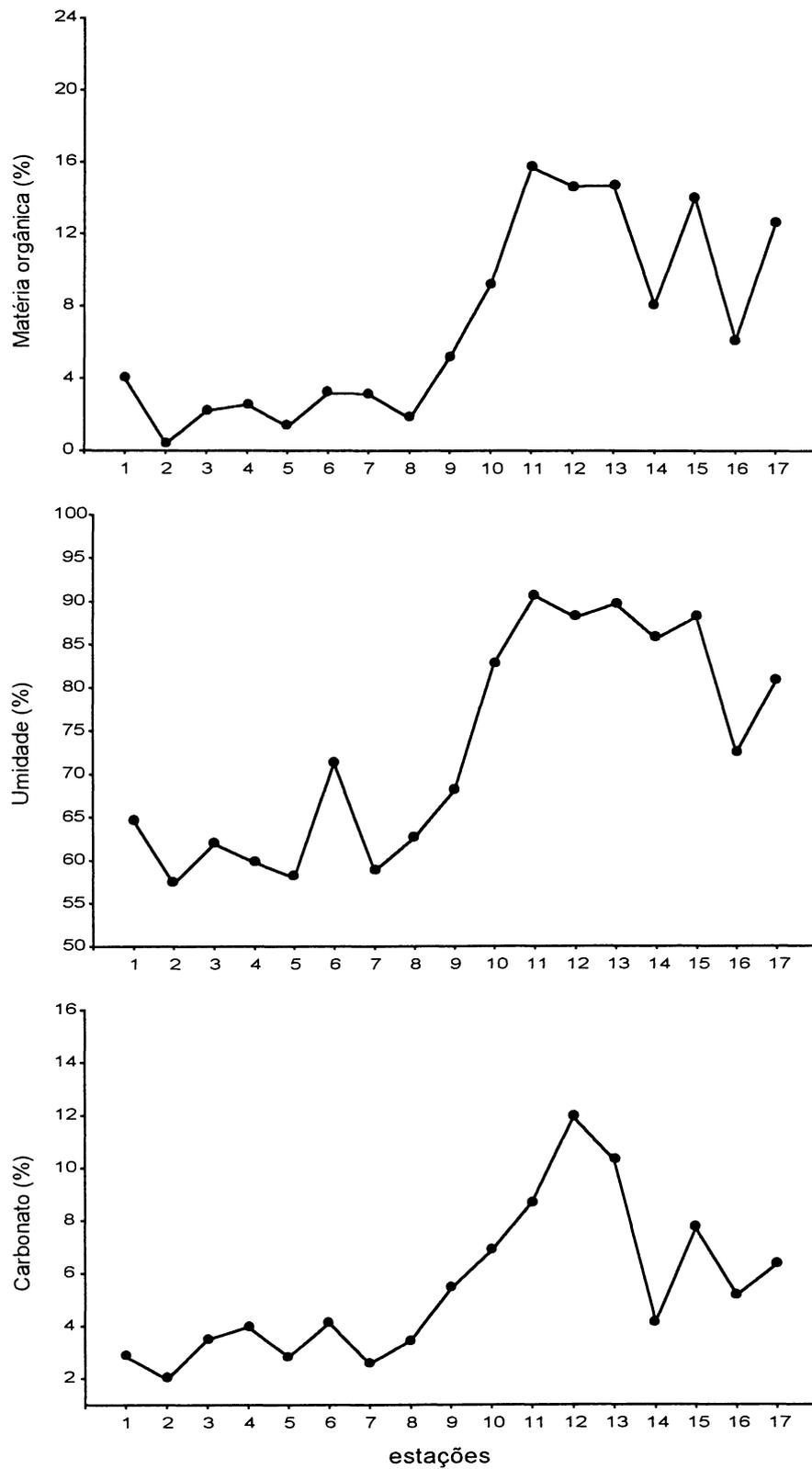


Figura 12. Porcentagem de matéria orgânica, umidade e carbonato nas planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de verão (fevereiro/96).

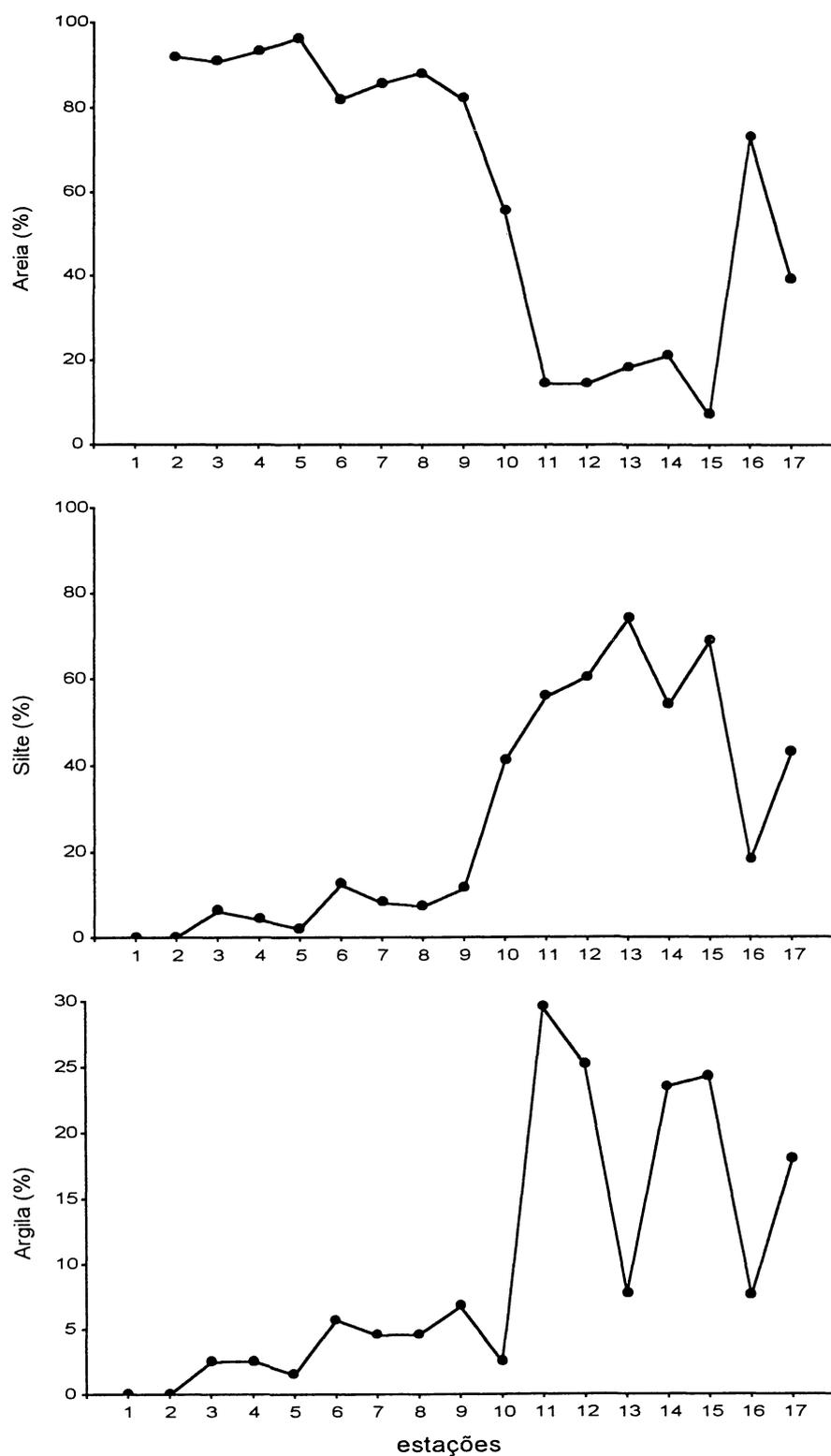


Figura 13. Porcentagem de areia, silte e argila no sedimento das planícies entremarés da Baía de Paranaguá. Amostragem de verão (fevereiro/96).

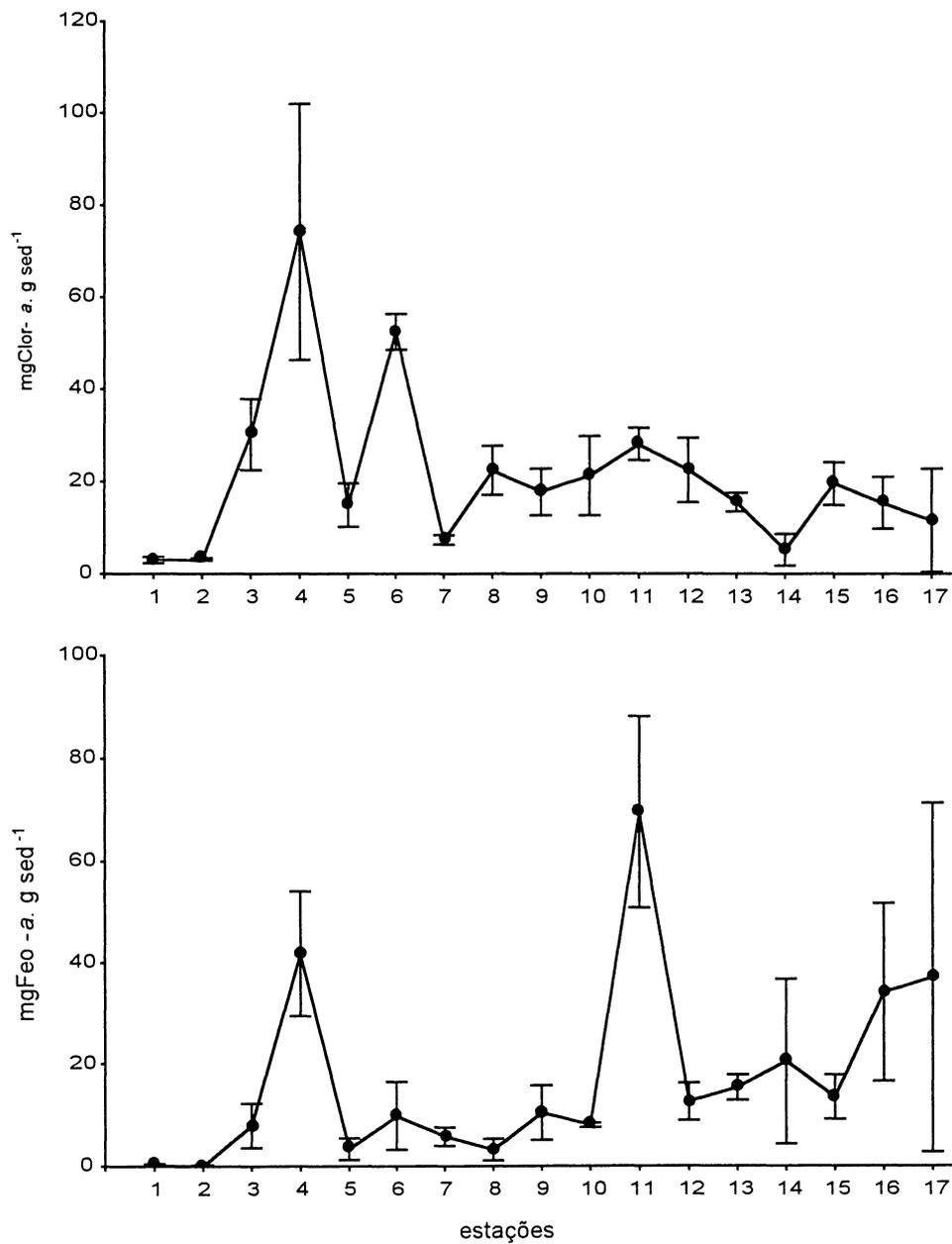


Figura 14. Concentração média e desvio padrão da clorofila a e feofitina a (mg. gsed^{-1}) no sedimento superficial das planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de verão (fevereiro/96).

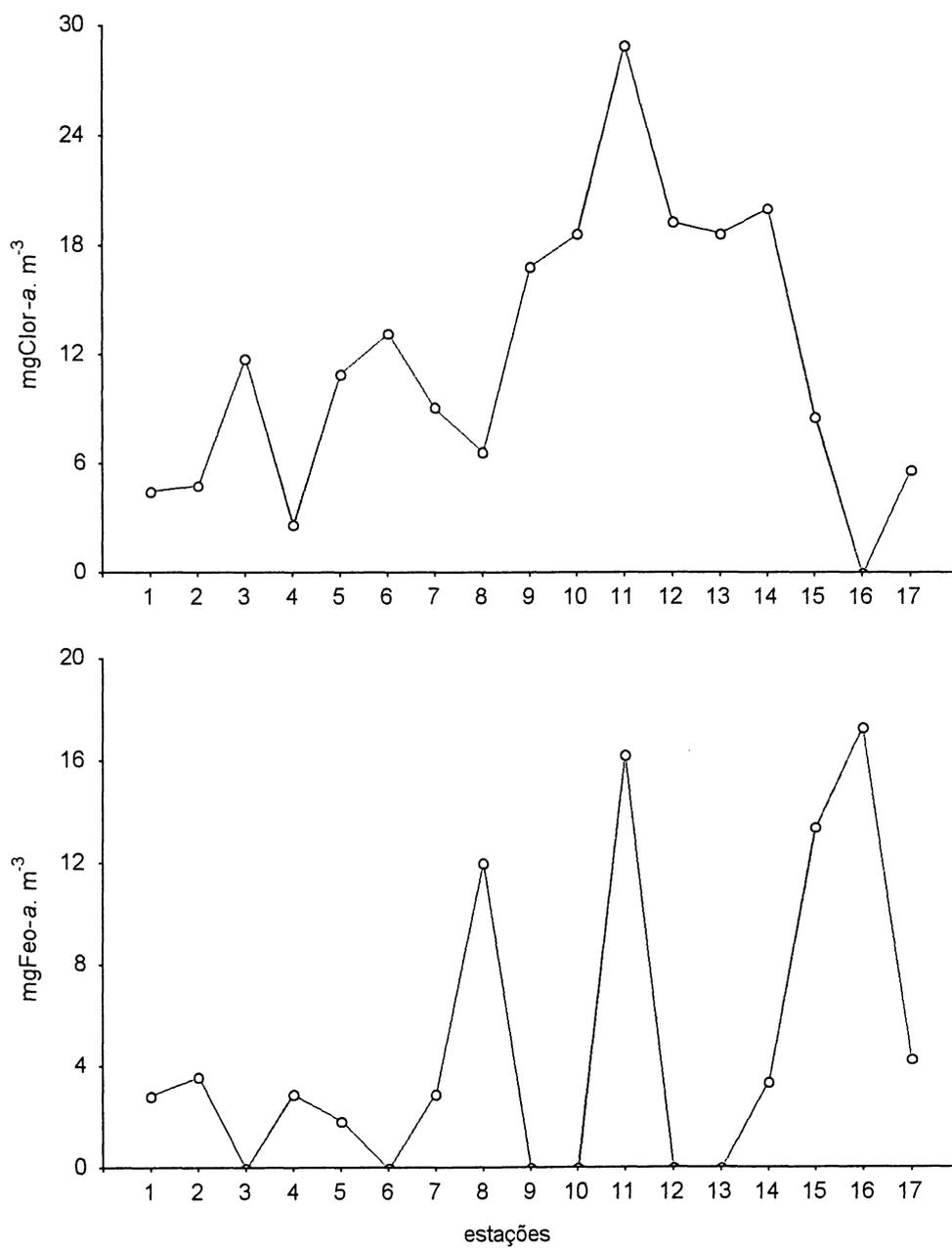


Figura 15. Concentração da clorofila *a* e feofitina *a* na água adjacente às planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de verão (fevereiro/96).

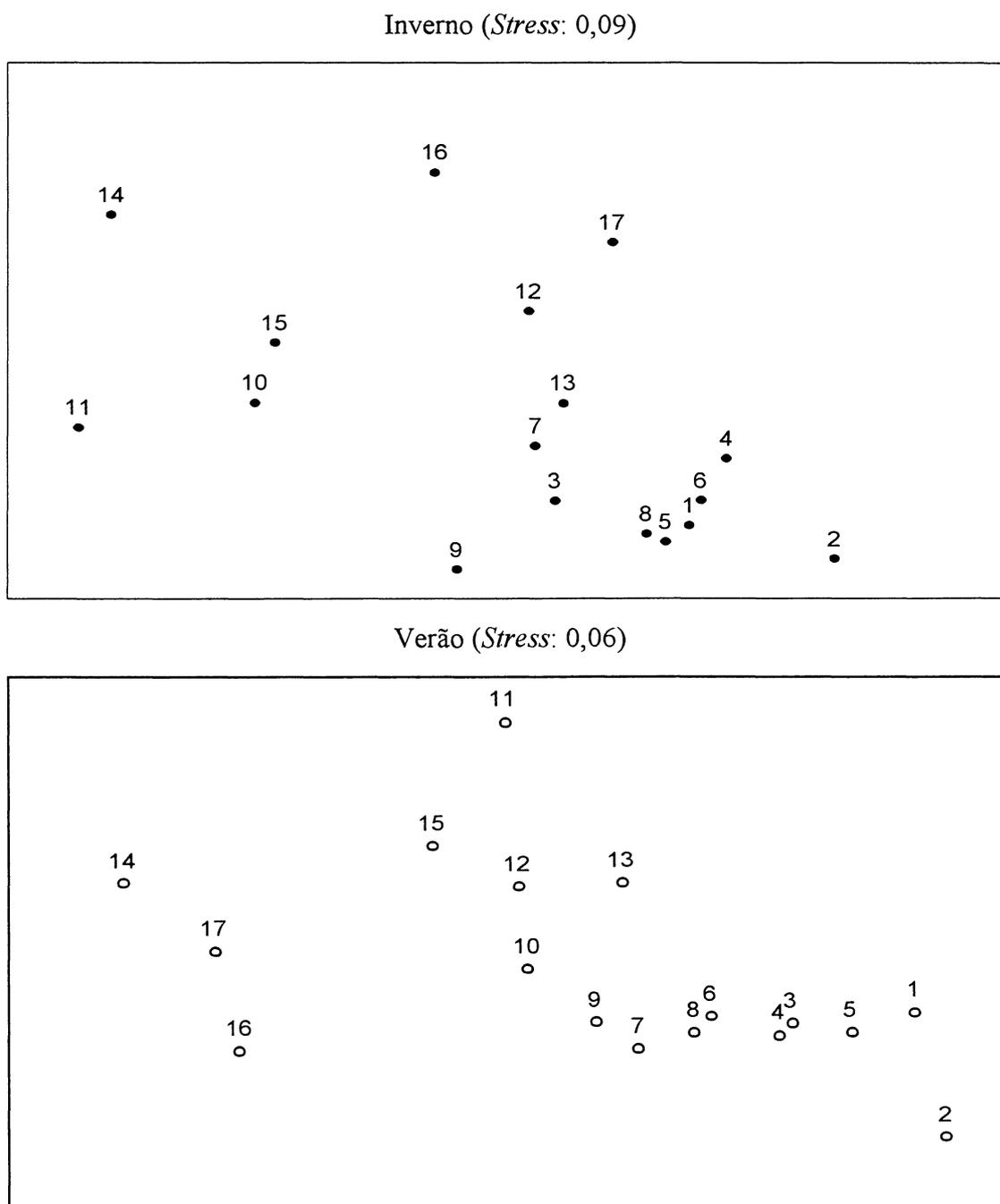


Figura 16. MDS dos parâmetros ambientais das planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá, na amostragem de inverno e de verão e seus respectivos índices de ajuste (*Stress*).

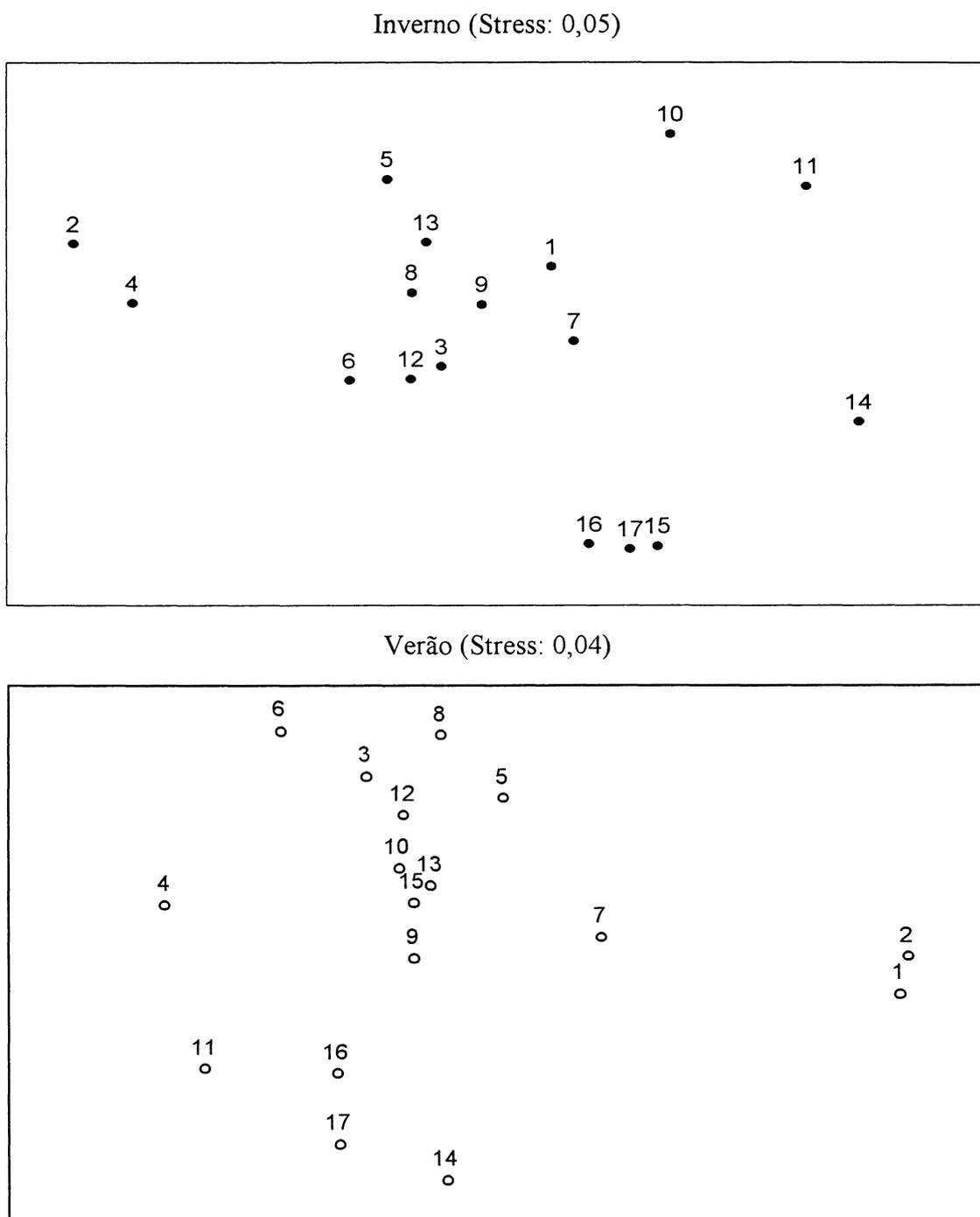


Figura 17. MDS das concentrações de clorofila a e feofitina a , do sedimento superficial e água adjacente às planícies entremarés, ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de inverno e verão e seus respectivos índices de ajuste (*Stress*).

3.1.4. Tabelas

Tabela 1. Distribuição da concentração de carbono celular ($mgC. gsed^{-1}$) por classe de tamanho e número total de células ($\times 10^5. gsed^{-1}$) em algumas estações ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de inverno (julho/95). As classes mais representativas de cada estação estão destacadas em negrito.

Classes	# 2	# 4	# 8	# 9	# 11	# 13	# 15	# 17
1-10	16,7	0,3	0,5	49,3	0,0	92,4	0,0	0,0
11-20	25,3	25,4	25,7	10,6	19,7	5,1	30,6	13,8
21-30	7,1	21,6	22,3	10,3	20,2	2,7	47,0	4,8
31-40	4,5	12,8	58,9	2,3	21,4	2,6	56,8	8,0
41-50	0,4	0,7	6,0	5,2	7,3	4,8	6,4	1,5
51-60	0,4	1,3	3,5	3,2	9,8	0,8	32,6	11,2
61-70	0,3	0,1	4,2	9,7	2,2	1,7	6,5	0,0
71-80	0,3	1,7	8,1	7,7	1,3	2,0	0,0	12,6
81-90	0,0	0,2	3,7	5,4	0,0	1,0	0,6	2,4
91-100	0,1	0,0	16,5	7,4	2,2	0,1	2,6	1,9
101-200	0,1	0,5	5,0	3,7	4,7	6,3	151,2	76,0
201-300	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	36,6	186,4
301-400	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,6	70,8
401-500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,3	0,0
Soma	55,1	64,6	154,3	114,8	91,4	119,4	430,9	389,3
No. Cél.	344,3	159,7	99,7	271,5	40,8	30,5	182	40,4

Tabela 2. Distribuição da concentração de carbono celular ($mgC. gsed^{-1}$) por classe de tamanho e número total de células ($\times 10^5. gsed^{-1}$) em algumas estações ao longo da Baía de Paranaguá. Amostragem de verão (fevereiro/96). As classes mais representativas de cada estação estão destacadas em negrito.

Classes	# 2	# 4	# 8	# 9	# 11	# 13	# 15	# 17
1-10	0,5	0,9	0,0	28,1	81,4	57,8	11,9	41,0
11-20	1,1	13,9	22,2	40,4	170,2	7,3	21,2	9,6
21-30	0,4	4,7	55,0	19,3	132,5	10,6	123,6	51,3
31-40	12,8	18,8	42,4	4,4	15,1	1,6	4,9	43,0
41-50	0,0	6,0	17,4	5,0	21,5	4,4	11,6	27,7
51-60	0,0	5,1	8,8	8,7	60,3	2,8	32,4	12,2
61-70	0,0	3,7	6,4	8,5	20,0	4,5	0,0	29,2
71-80	0,0	3,4	2,8	5,1	4,6	1,2	2,6	34,5
81-90	0,0	0,0	2,0	0,8	5,0	3,3	1,5	22,0
91-100	0,0	0,0	0,3	19,8	16,4	9,0	0,0	32,3
101-200	0,0	72,9	6,5	54,5	111,3	23,5	83,2	77,8
201-300	0,0	0,0	9,0	14,6	11,1	20,4	74,7	47,7
301-400	0,0	0,0	2,4	0,0	20,0	3,8	13,8	22,5
401-500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,6	0,0
Soma	14,8	129,3	175,3	209,3	669,3	150,3	404	450,8
No. Cél.	14,3	66,8	164,5	210499	1859	138798	18,5	21,8

Tabela 3. Lista de espécies das diatomáceas do microfitobentos da Baía de Paranaguá.

-
- *Achnanthes fimbriata* (Grunow) Ross
 - *Achnanthes hauckiana* (Grunow)
 - *Achnanthes* sp.
 - *Actinocyclus ehrenbergii* Ralf
 - *Actinoptychus campanulifer* Schmidt
 - *Actinoptychus undulatus* Bailey
 - *Actinoptychus vulgaris* Schumann
 - *Amphiprora alata* Ehrenberg
 - *Amphora angusta* (Grunow)
 - *Amphora coffaeiformis* (Agardh) Kützing
 - *Amphora* sp.
 - *Auliscus caelatus* (Ehrenberg)
 - *Baccillaria paradoxa* Gmelin
 - *Biddulphia* sp.
 - *Caloneis bivittata* (Pantocsek) Cleve
 - *Caloneis westii* (Smith) Hendey
 - *Campylodiscus angularis* Gregory
 - *Cerataulus* sp.
 - *Cocconeis* sp.
 - *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg
 - *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg
 - *Coscinodiscus* sp.
 - *Cyclotella striata* (Kützing) Grunow
 - *Cyclotella stylorum* Brightwell
 - *Cymatonitzchia marina* (Lewis) Simonsen
 - *Cymatosira adaroi* Azpeitta & Moros
 - *Dimerogramma minor* (Gregory) Ralf
 - *Dimerogramma* sp.
 - *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Ehrenberg
 - *Diploneis papula* (Schmidt) Cleve
 - *Diploneis smithii* (Brésson) Cleve
 - *Diploneis* sp.
 - *Diploneis subovalis* Cleve
 - *Diploneis weissflogi* (Schmidt) Cleve
 - *Donkinia recta* (Donkin) Grunow
 - *Fragillaria* sp.
 - *Frickea lewisiana* (Greville) Heid. & Kol.
 - *Frustulia interposita* (Lewis) DeToni
 - *Grammatophora hamulifera* Kützing
 - *Grammatophora* sp.
 - *Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabe.
 - *Gyrosigma distortum* (Smith)
 - *Gyrosigma eximium* (Thwaites) Boyer
 - *Gyrosigma littorale* (Smith) Griff. & Henfr.
 - *Hemidiscus ovalis* Lohman
 - *Hemidiscus* sp.
 - *Mastogloia* sp.
 - *Navicula plagiostoma* Grunow
 - *Navicula sovereignae* Grunow
 - *Navicula* sp.
 - *Naviculaceae*
 - *Nitzchia closterium* (Ehrenberg)
 - *Nitzchia coarctata* Grunow
 - *Nitzchia compressa* (Bailey) Boyer
 - *Nitzchia granulata* Grunow
 - *Nitzchia littoralis* Grunow
 - *Nitzchia longissima* (Brés.) Ralf
 - *Nitzchia obtusa* Smith
 - *Nitzchia perversa* Grunow
 - *Nitzchia sigma* (Kützing)
 - *Nitzchia* sp.
 - *Nitzchia tryblionema* (Hantzsch)
 - *Opephora aff. Pacifica* (Grunow) Petit
 - *Opephora* sp.
 - *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve
 - *Plagiogramma pulchellum* Greville
 - *Pleurosigma angulatum* Quekett
 - *Pleurosigma formosum* Smith
 - *Podosira stelliger* (Bailey) Mann
 - *Rhaphoneis ampiceros* (Ehrenberg) Ehr.
 - *Rhaphoneis castracanei* Grunow
 - *Rhaphoneis* sp.
 - *Rhaphoneis surirella* (Ehrenberg) Grunow
 - *Rhopalodia* sp.
 - *Roperia tessellata* (Roper) Grunow
 - *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve
 - *Surirella febigerii* Lewis
 - *Surirella gemma* Ehrenberg
 - *Synedra* sp.
 - *Terpisinoe* sp.
 - *Thalassionema* sp.
 - *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cle.
 - *Thalassiosira oestrupii* (Ostenfeld) Hasle
 - *Thalassiosira* sp.
 - *Triceratium favus* Ehrenberg
 - *Tropidoneis* sp.
 - *Tryblionema cocconeiformis* (Cleve)

Tabela 4. Resultados dos testes ANOSIM e *pairwise* para diferenças entre a biomassa microfitobêntica dos Setores (S1x S2 x S3 x S4) e dos Tempos (inverno x verão). Os resultados que apresentaram diferenças significativas estão destacados em negrito.

Teste Global	R	p
Entre Setores	0,34	0,0
Entre Tempos	0,27	0,4

Comparação entre os Setores	R	p
S1 x S2	0,00	45,2
S1 x S3	0,13	19,2
S1 x S4	0,63	0,4
S2 x S3	0,01	44,2
S2 x S4	0,62	0,2
S3 x S4	0,55	0,5

Tabela 5. Parâmetros estatísticos do sedimento nas planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá, amostragem de inverno (julho/95) e de verão (fevereiro/96).

est	Inverno				Verão			
	Média	Seleção	Assimetria	Curtose	Média	Seleção	Assimetria	Curtose
1	3,02	0,80	0,20	2,19	2,51	0,67	-0,26	0,82
2	2,90	0,34	0,15	0,95	0,99	1,53	0,18	0,65
3	3,08	1,26	0,40	3,25	3,11	0,72	0,31	2,29
4	3,25	0,31	0,04	1,46	3,25	0,29	0,05	1,52
5	3,40	1,02	0,59	6,05	3,35	1,01	0,46	4,33
6	3,85	1,48	0,67	1,60	3,34	1,03	0,46	4,68
7	2,64	1,04	0,39	3,86	3,45	1,37	0,67	3,44
8	5,96	1,33	-0,24	1,47	4,35	1,72	0,64	0,74
9	2,97	0,68	0,24	1,96	5,57	1,56	-0,26	1,04
10	1,54	2,10	-0,39	3,02	6,05	1,98	0,15	0,79
11	6,03	1,15	-0,27	1,55	5,89	2,24	-0,15	0,73
12	2,83	1,31	0,11	1,38	6,35	1,78	0,03	0,73
13	2,82	1,04	-0,02	2,14	3,30	2,24	0,46	1,27
14	5,86	1,56	-0,46	1,68	5,36	2,21	0,22	0,66
15	5,73	1,55	-0,46	1,41	6,36	2,10	-0,17	0,92
16	4,13	1,96	0,19	0,62	3,61	1,43	0,65	3,54
17	2,85	1,06	0,10	2,26	3,32	0,46	0,32	2,43

3.1.5. Pranchas

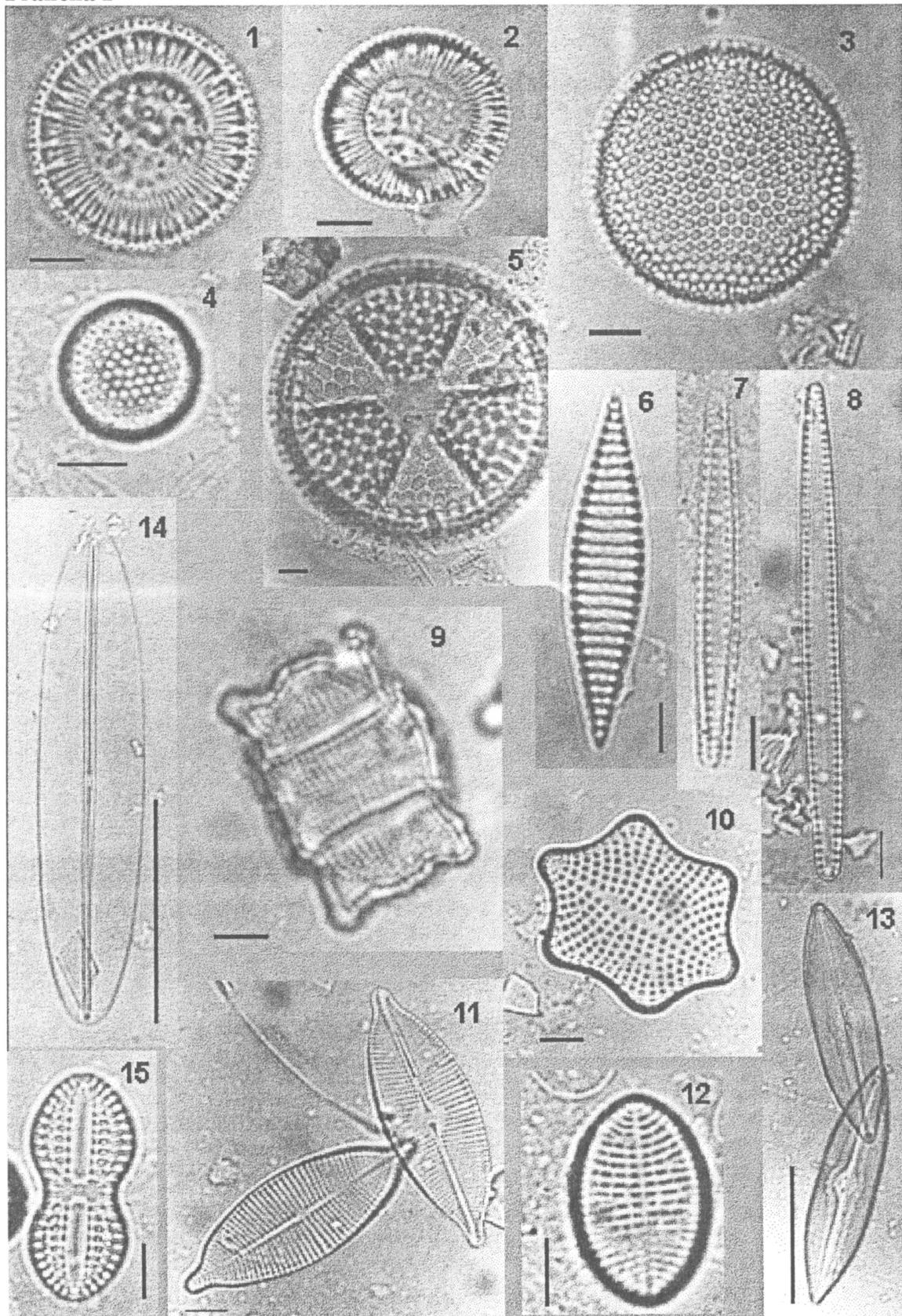
I.

1. *Cyclotella stylorum* (10 µm)
2. *Cyclotella striata* (10 µm)
3. *Thalassiosira eccentrica* (10 µm)
4. *Thalassiosira oestrupii* (10 µm)
5. *Actinoptychus undulatus* (1 µm)
6. *Nitzchia lanceolata* (5 µm)
7. *Nitzchioides* (5 µm)
8. *Nitzchioides* (5 µm)
9. *Biddulphia* sp (10 µm)
10. *Rhaphoneis castracanei* (5 µm)
11. *Achnanthes* sp. (5 µm)
12. *Cocconeis* sp (5 µm)
13. *Caloneis bivittata* (50 µm)
14. *Frustulia interposita* (50 µm)
15. *Diploneis weissflogi* (10 µm)

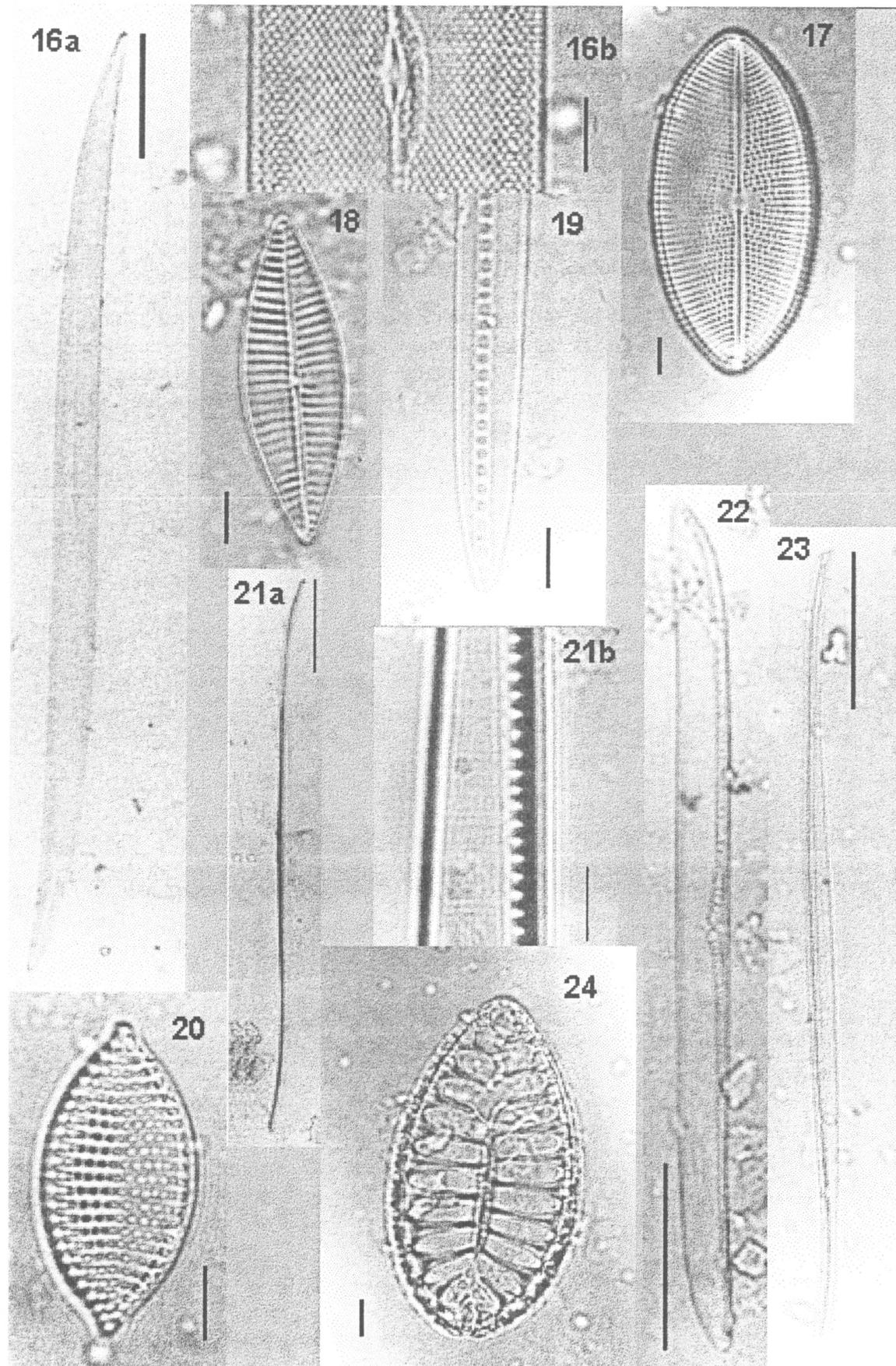
II.

16. *Pleurosigma formosum* (10 µm)
- 16b. *Pleurosigma formosum* - detalhe (1 µm)
17. *Navicula plagiostoma* (5 µm)
18. *Navicula* sp. (5 µm)
19. *Baccillaria paradoxa* (5 µm)
20. *Nitzchia compressa* (10 µm)
21. *Nitzchia longissima* (50 µm)
- 21b. *Nitzchia longissima* - detalhe (5 µm)
22. *Nitzchia obtusa* (50 µm)
23. *Nitzchia sigma* (50 µm)
24. *Surirella fortuosa* (5 µm)

Prancha I



Prancha II



3.2. Distribuição espacial e variação sazonal do microfitobentos no entremarés da Ilha Rasa da Cotinga.

Climatologia

Um período de intensa e constante pluviosidade ocorreu entre a amostragem de dezembro e o início de maio atingindo um máximo de 121 mm uma semana antes da coleta de 6 de maio. A partir de maio e até o final das amostragens houve uma redução na pluviosidade, com valores mínimos no final de julho. Entre setembro e dezembro de 1995, antes do período de chuvas, ocorreram periodicamente chuvas intensas, com o máximo de 77 mm em 2 de outubro (Fig. 18).

Os ventos do quadrante sul e leste predominaram durante todo o período amostral (Fig. 19). Ventos mais intensos foram detectados em janeiro, fevereiro e março, sendo que o de maior intensidade ocorreu no dia 29 de janeiro, com $8,5 \text{ m.s}^{-1}$ (SE).

Variáveis Ambientais

Físico-químicas

O padrão de variação sazonal da temperatura indicou um período quente entre dezembro e abril, com temperatura média de $27 \text{ }^{\circ}\text{C}$; e um período frio entre maio e setembro, com temperatura média de $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Não foi constatado um gradiente térmico horizontal marcante ao longo da planície entremarés, exceto nos meses de outubro e início de maio (Fig. 20). A salinidade variou de 22 a 34, com mínimo em novembro e máximo no início de julho. Gradientes mais acentuados ocorreram entre dezembro e abril, com valores decrescentes em direção ao infralitoral. Nos meses de maio e julho não detectou-se grandes variações de salinidade ao longo do perfil (Fig. 20).

A temperatura e a salinidade na água adjacente variaram de 16 a 28 °C e de 24 a 33, respectivamente (Fig. 20). A temperatura mínima foi observada no mês de julho e temperaturas elevadas ocorreram entre dezembro e abril. A menor salinidade foi observada em novembro e a maior ocorreu no início de julho.

As concentrações de silicato na água intersticial variaram de 9,6 a 136,9 μM , nos meses de janeiro e fevereiro, respectivamente. Concentrações abaixo de 17 μM , homoganeamente distribuídas, foram observadas na maioria das pontos no final de maio e início de julho (Fig. 21).

A concentração mínima de ortofosfato na água intersticial, de 0,17 μM , ocorreu no ponto 10 no final de maio. A maior concentração, de 12,1 μM , ocorreu em março (ponto 7). Entre janeiro e abril ocorreram os maiores gradientes de ortofosfato no perfil, com maiores concentrações na porção mediana. No final de maio e início de julho a concentração de ortofosfato foi homogênea ao longo do perfil (Fig. 21).

As concentrações de nitrato+nitrito na água intersticial variaram de não detectável a 20,8 μM , com o mínimo no ponto 9 (outubro) e o máximo no ponto 9 (novembro). Entre novembro e janeiro ocorreram gradientes marcantes, com um decréscimo da concentração de nitrato+nitrito em direção ao infralitoral. A partir de março, o gradiente horizontal tendeu a diminuir e os menores valores ocorreram na porção inferior da planície (Fig. 21).

A concentração de amônio variou de não detectável a 211,9 μM , com o mínimo nos pontos 2 (novembro), 4 (fevereiro) e 1 (julho) e o máximo no ponto 10 (março). Entre maio e final de julho não foi constatado grandes diferenças nas concentrações de amônio ao longo do perfil. De janeiro a abril esta diferença foi marcante, considerando que ocorreram picos de concentração em alguns pontos (Fig. 21).

A razão entre nitrogênio inorgânico dissolvido e ortofosfato ao longo da planície foi em média abaixo da razão de Redfield, de 16 (por átomo). De um modo geral, os pontos de 1 a 4 apresentaram as menores razões N:P. Valores mais elevados foram encontrados nos pontos 9 e 10 nos meses de setembro, novembro, de fevereiro a abril e no final de maio (Fig. 21).

Dos nutrientes analisados na água adjacente apenas o silicato e o nitrato+nitrito apresentaram um padrão sazonal definido, com o silicato apresentando as maiores concentrações no verão e o nitrato+nitrito no inverno (Fig. 21). A concentração de silicato variou de 7,9 a 19,3 μM , em janeiro e abril, respectivamente. A concentração mínima de ortofosfato foi de 0,17 μM em abril e a máxima foi de 0,95 μM em janeiro. A concentração de nitrato+nitrito variou de 0,10 μM em junho a 0,81 μM em setembro. A concentração de amônio variou de 0,60 μM em dezembro a 43,7 μM em novembro.

Sedimentológicos

A variação sazonal da porcentagem de carbonato no sedimento foi pequena, mas a sua distribuição ao longo do perfil apresentou um gradiente bem definido, sendo possível distinguir visualmente três regiões: 1) pontos 1, 2 e 3, com a porcentagem variando de 3,7 a 36,1 % (média: 18,6 %); 2) pontos 4, 5, 6 e 7, oscilando entre 5,1 e 31,3 % (média: 14,6 %); 3) pontos 8, 9 e 10, com o mínimo de 2,4 % e o máximo de 18 % (média: 6,33 %) (Fig. 22).

O teor de matéria orgânica variou de 0,4 a 3,9 %, com o mínimo no ponto 3 em dezembro e o máximo no ponto 5 em 31 de maio. A porcentagem de matéria orgânica decresceu em direção ao infralitoral, com um gradiente menos acentuado no mês de dezembro (Fig. 22).

A percentagem de cascalho variou de 0,31 a 18,8 %, com mínimo no ponto 7 (final de maio) e máximo no ponto 2 (março). Durante toda a amostragem não ocorreu cascalho nos pontos 8, 9 e 10. Um gradiente acentuado ocorreu no perfil durante todo o ano, com a percentagem de cascalho aumentando em direção aos pontos 2 e 3 (Fig. 23).

O teor de areia variou de 77,6 a 96,1 %, com valor mínimo no ponto 2 (março) e com o máximo no ponto 4 (abril). Os maiores valores e a menor diferença sazonal foram observados nos pontos de 3 a 6. No início de julho ocorreram valores de areia relativamente baixos ao longo do perfil (Fig. 23).

A menor percentagem de silte, de 0,9 %, ocorreu no ponto 5 (início de julho) e no ponto 2 (março). A maior percentagem, de 10,1 %, ocorreu no ponto 7 (setembro e final de julho). Um gradiente acentuado na percentagem de silte ocorreu durante todo o ano, com valores crescentes em sentido a porção superior da planície (Fig. 23).

O teor de argila variou de 0,5 a 10,6 %, com mínimos nos pontos 1 (final de julho) e 3 (início de maio) e máximo no ponto 8 (final de julho). As maiores percentagens ocorreram em média na porção superior da planície decrescendo em direção ao infralitoral (Fig. 23).

Variáveis Biológicas

A clorofila *a* do sedimento variou de 1,75 a 57,7 mg.gsed⁻¹, com o mínimo no ponto 1 (início de julho), e o máximo no ponto 9 (início de maio). Durante todo o ano, ocorreram gradientes horizontais, com maiores concentrações nas porções média e superior da planície. Entre outubro e fevereiro e entre o final de maio e julho o gradiente não foi tão acentuado quanto nos outros períodos (Fig. 24).

A concentração de feofitina *a* no sedimento variou de 0,27 a 34,5 mg.gsed⁻¹, no ponto 1 e no ponto 8 (início de maio), respectivamente. Entre dezembro e final de maio

ocorreram gradientes ao longo do perfil. As maiores concentrações foram detectadas na porção superior da planície, decrescendo em direção ao infralitoral (Fig. 24).

A razão entre a clorofila a e a feofitina a da superfície do sedimento variou de 0,6 a 16, com o mínimo no ponto 2 (final de julho) e o máximo no ponto 3 (final de maio). A área entre as porções mediana e inferior apresentou os maiores valores durante todo o período estudado, com os gradientes se intensificando a partir de maio (Fig. 24).

Tanto a concentração de clorofila a quanto a de feofitina a da água adjacente não apresentaram um padrão sazonal definido (Fig. 25). A clorofila variou de 0,71 a 7,05 mg. m⁻³, com o mínimo em dezembro e o máximo em fevereiro. A feofitina oscilou entre 0,35 a 2,57 mg. m⁻³, com o mínimo em fevereiro e o máximo em outubro.

Análise Estatística

Baseado no diagrama de Perjup, o perfil apresenta hidrodinâmica moderada à muito alta (Fig. 26). Os pontos 1, 2, 3 e 4 estão em área de hidrodinâmica alta à muito alta. Os pontos 5, 6, 7, 8 e 9 apresentam hidrodinâmica moderada à alta, sendo que os pontos 5 e 6 apresentaram energia muito alta nos meses de março e abril, respectivamente. O ponto 10 apresentou dinamismo moderado à muito alto, com maior energia nos meses de janeiro, fevereiro e março.

Os parâmetros estatísticos do sedimento não evidenciaram diferenças sazonais. As diferenças foram apenas espaciais (Tab. 6). De acordo com o tamanho médio do grão os pontos 1, 2 e 3 apresentaram areia fina à areia média, enquanto que os outros pontos apresentaram areia muito fina. O grau de seleção do sedimento variou de pobre a moderadamente selecionado. Em algumas ocasiões os pontos 4, 5 e 6 apresentaram sedimento bem selecionado.

De acordo com o MDS de todos os parâmetros sedimentológicos o perfil da Ilha Rasa da Cotinha pôde ser caracterizado em três agrupamentos distintos: I) compreendendo os pontos 2 e 3, de hidrodinâmica alta à muito alta, constituído por areia fina à areia média e com selecionamento pobre à moderado; II) constituído pelos pontos 1, 4, 5 e 6; com hidrodinâmica moderada à alta, de areia muito fina e com selecionamento moderado à bem selecionado; III) englobando os pontos 7, 8, 9 e 10, com hidrodinâmica moderada e constituído de areia muito fina, pobre à moderadamente selecionada (Fig. 27). O grau de ajuste (*stress*) foi de 0,01, considerado excelente por Kruskal.

3.2.1. Figuras

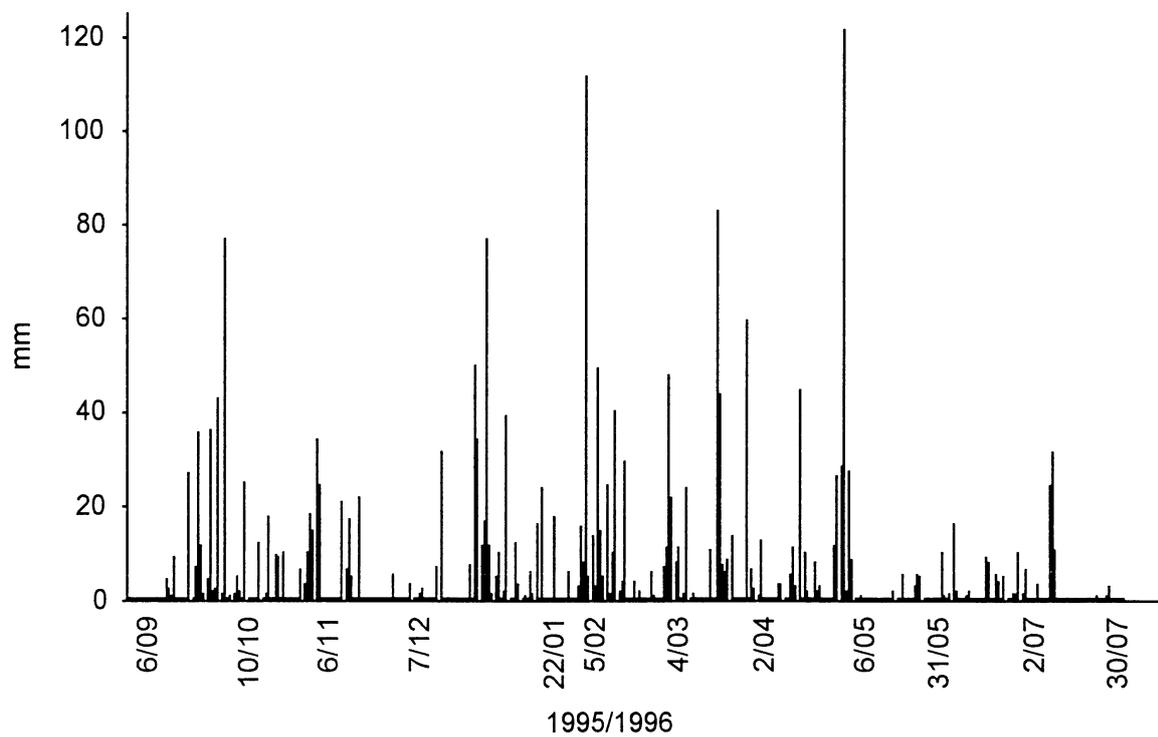


Figura 18. Precipitação diária (mm) em um ponto próximo a Ilha Rasa da Cotinha durante o período estudado.

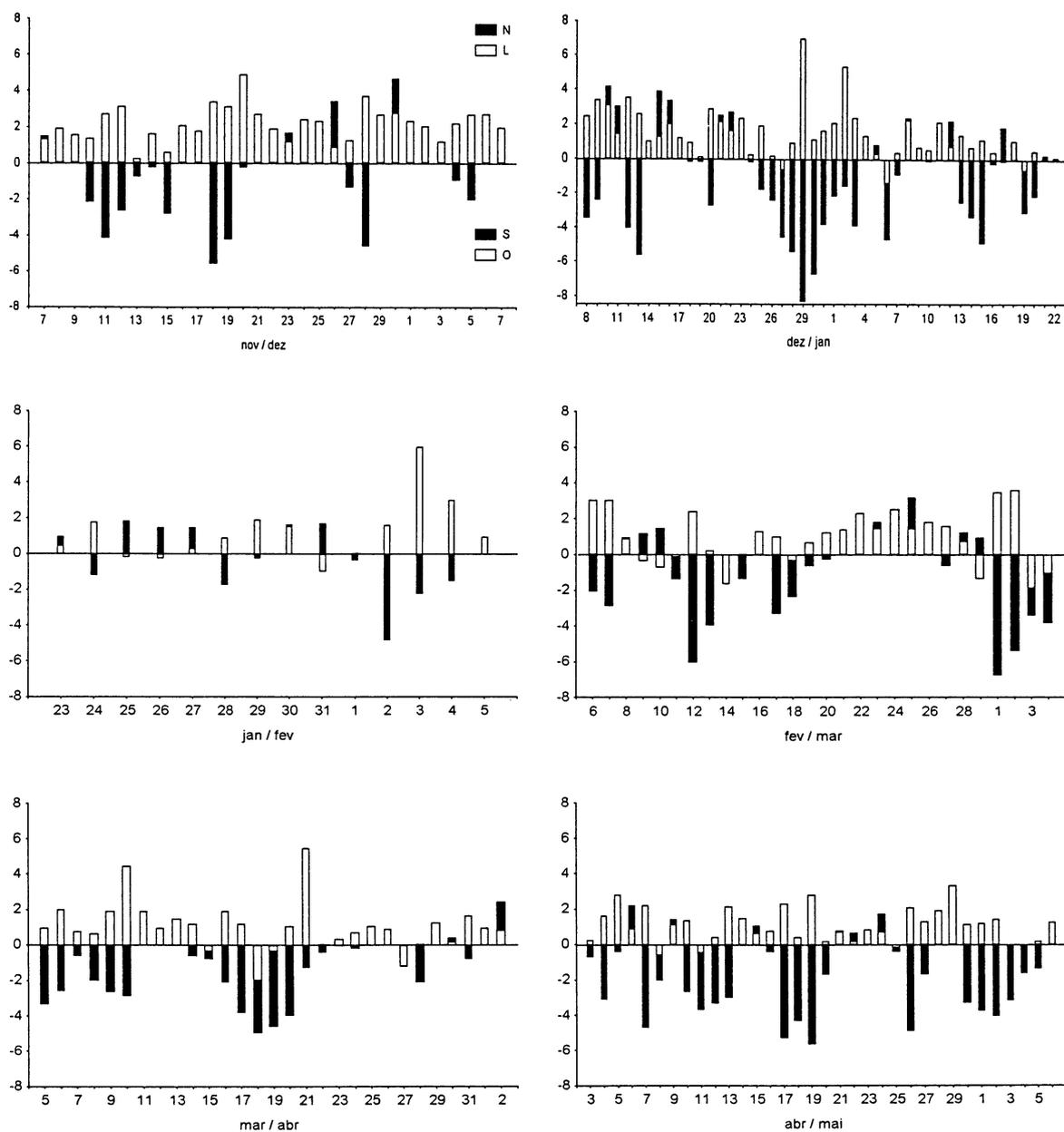


Figura 19. Componentes norte-sul e leste-oeste dos ventos ($m \cdot s^{-1}$) predominantes durante período estudado (nov/95 a jul/96). A última data de cada gráfico se refere ao dia de coleta no perfil da Ilha Rasa da Cotinga.

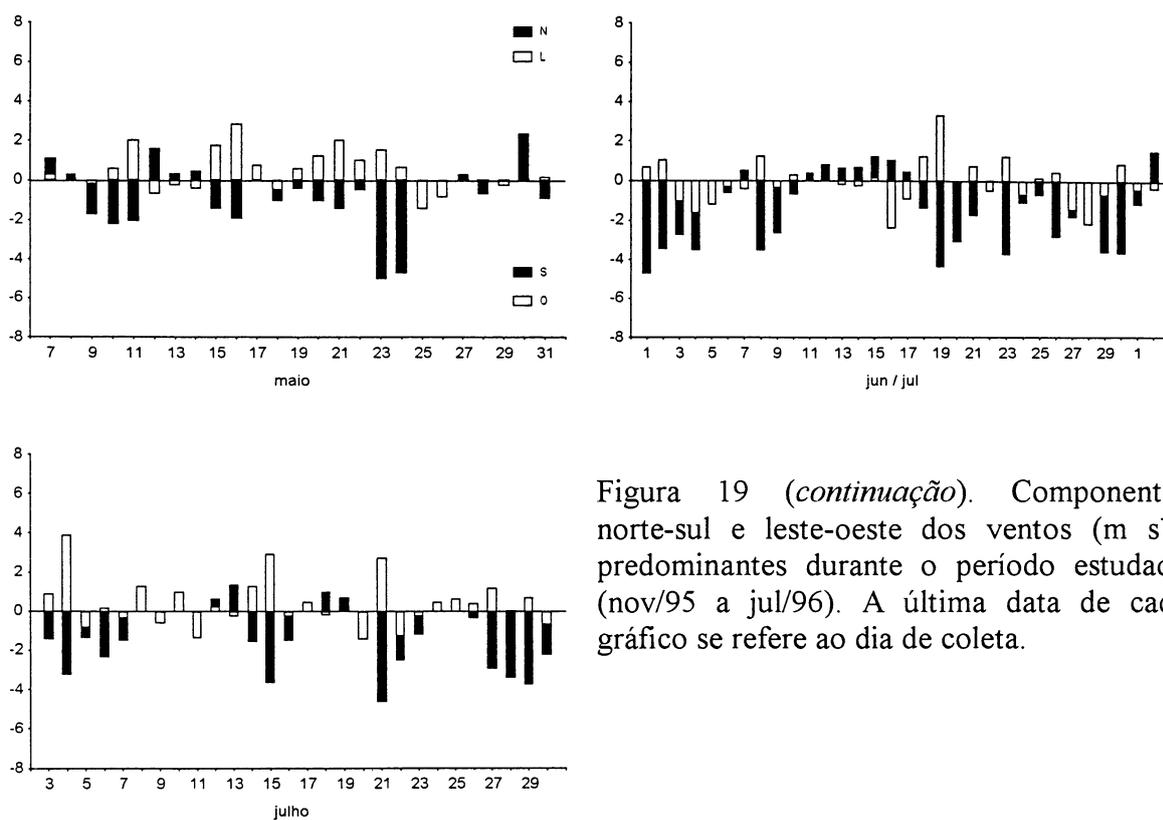


Figura 19 (*continuação*). Componentes norte-sul e leste-oeste dos ventos (m s^{-1}) predominantes durante o período estudado (nov/95 a jul/96). A última data de cada gráfico se refere ao dia de coleta.

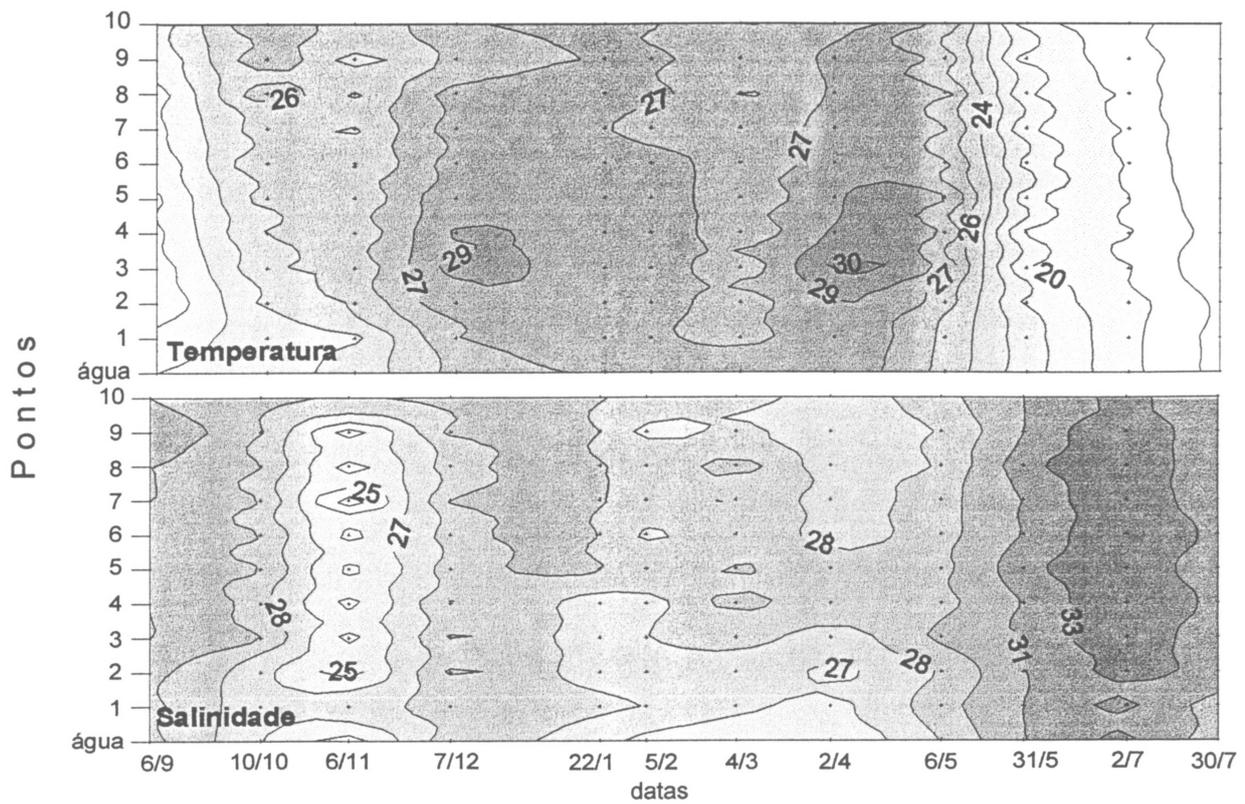


Figura 20. Variação sazonal da temperatura (°C) e salinidade ao longo do perfil entremarés da Ilha Rasa da Cotinha (1995/1996).

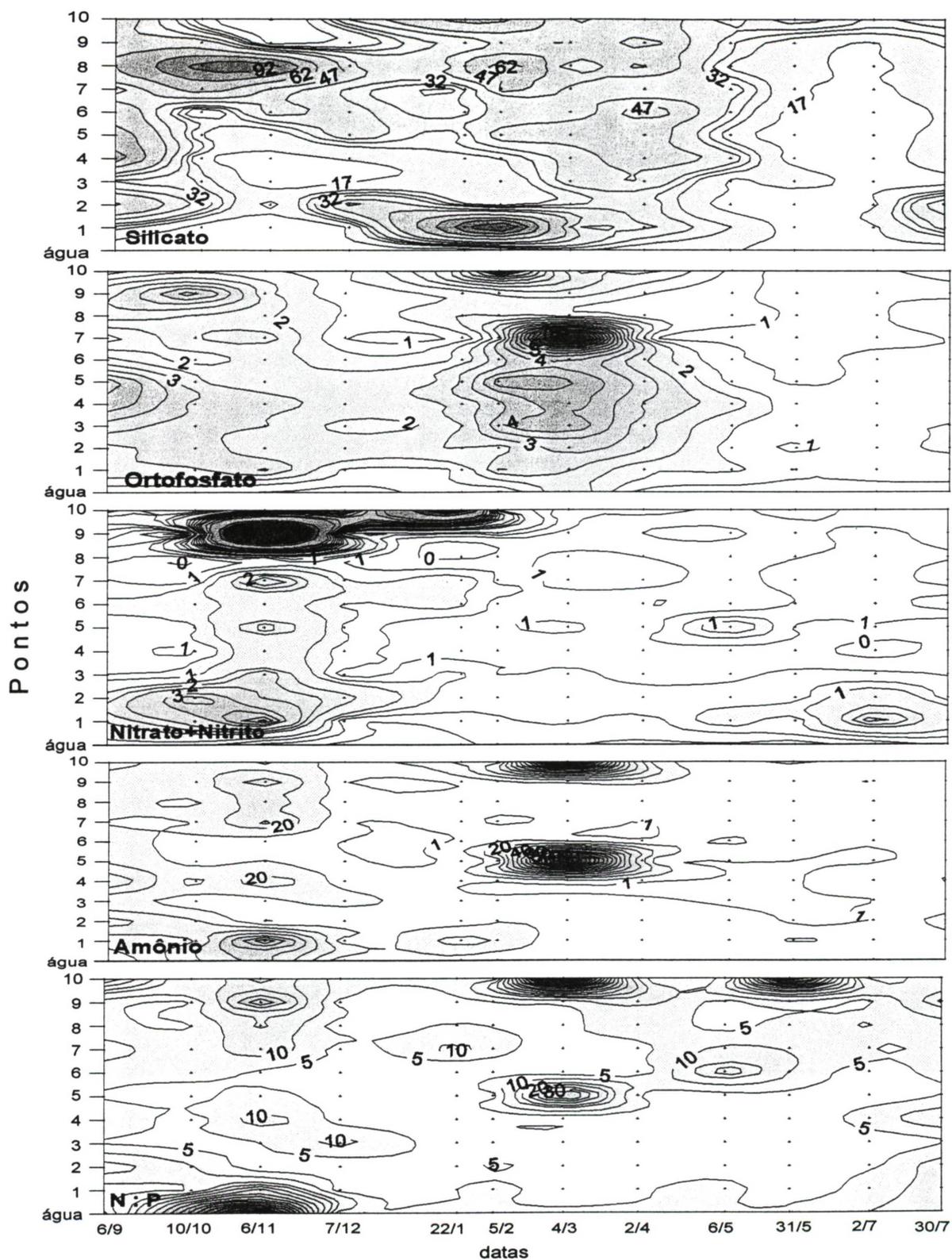


Figura 21. Variação sazonal das concentrações dos nutrientes dissolvidos (μM) e razão N:P na planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinha (1995/1996).

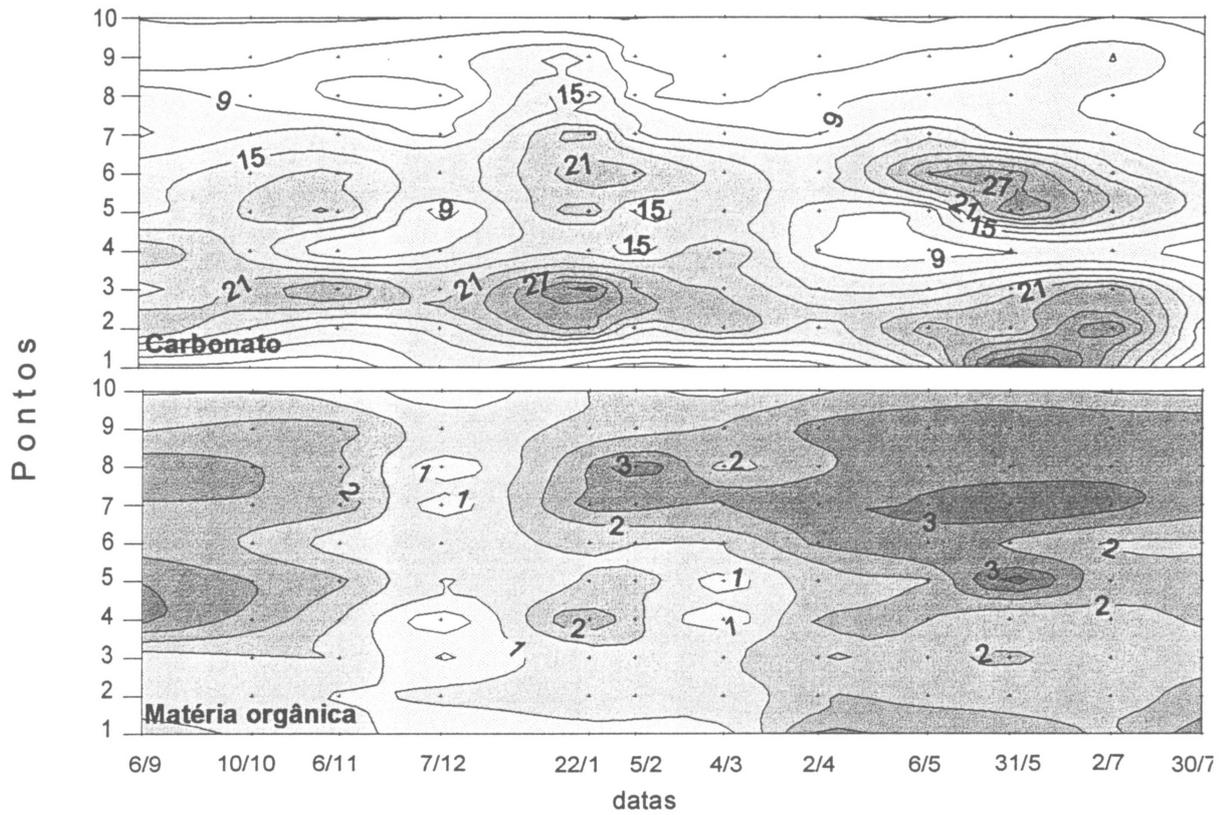


Figura 22. Variação sazonal da porcentagem de carbonato e de matéria orgânica ao longo do perfil entremarés da Ilha Rasa da Cotinha (1995/1996).

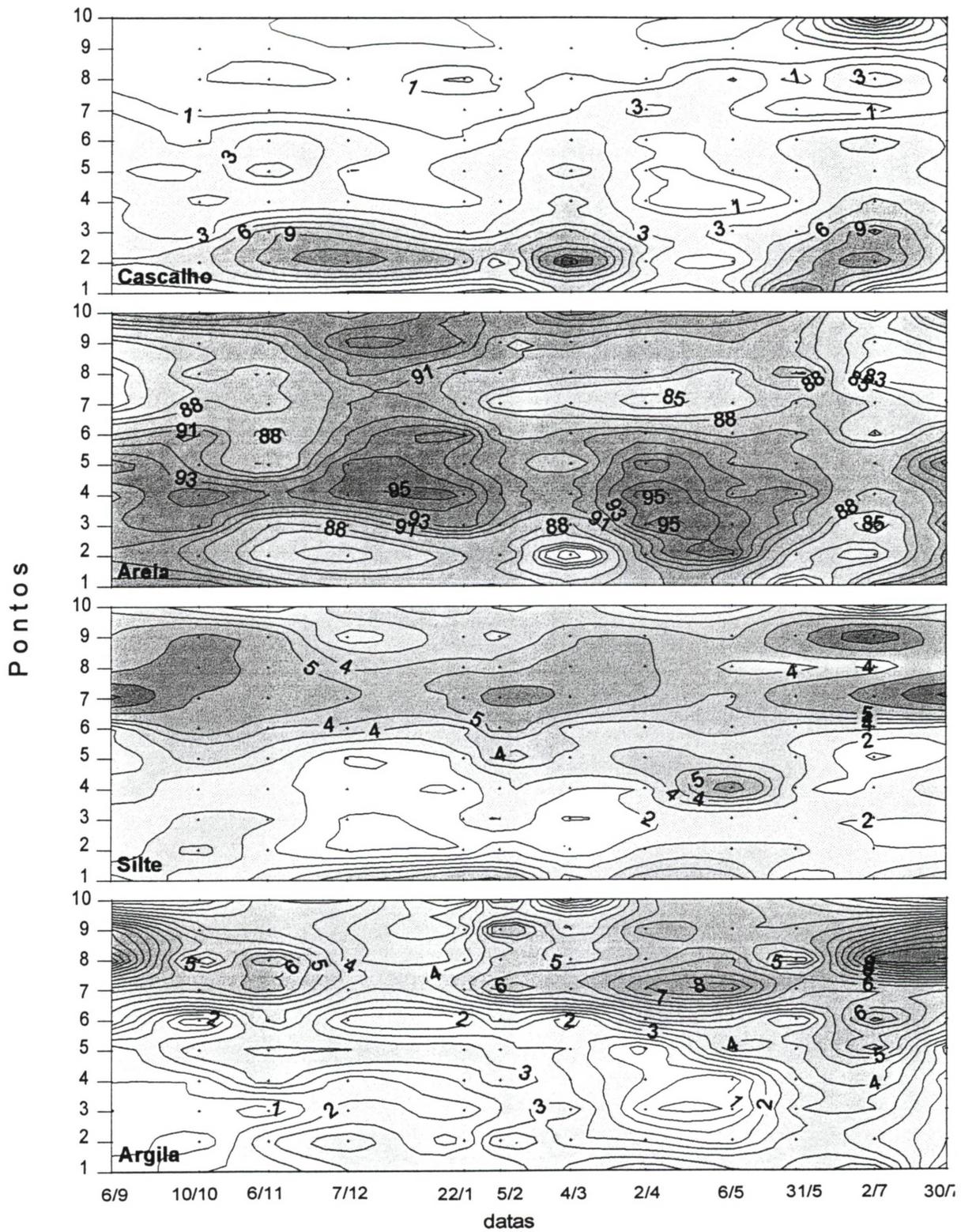


Figura 23. Variação sazonal da percentagem de cascalho, areia, silte e argila do perfil entremarés da Ilha Rasa da Cotinga (1995/1996).

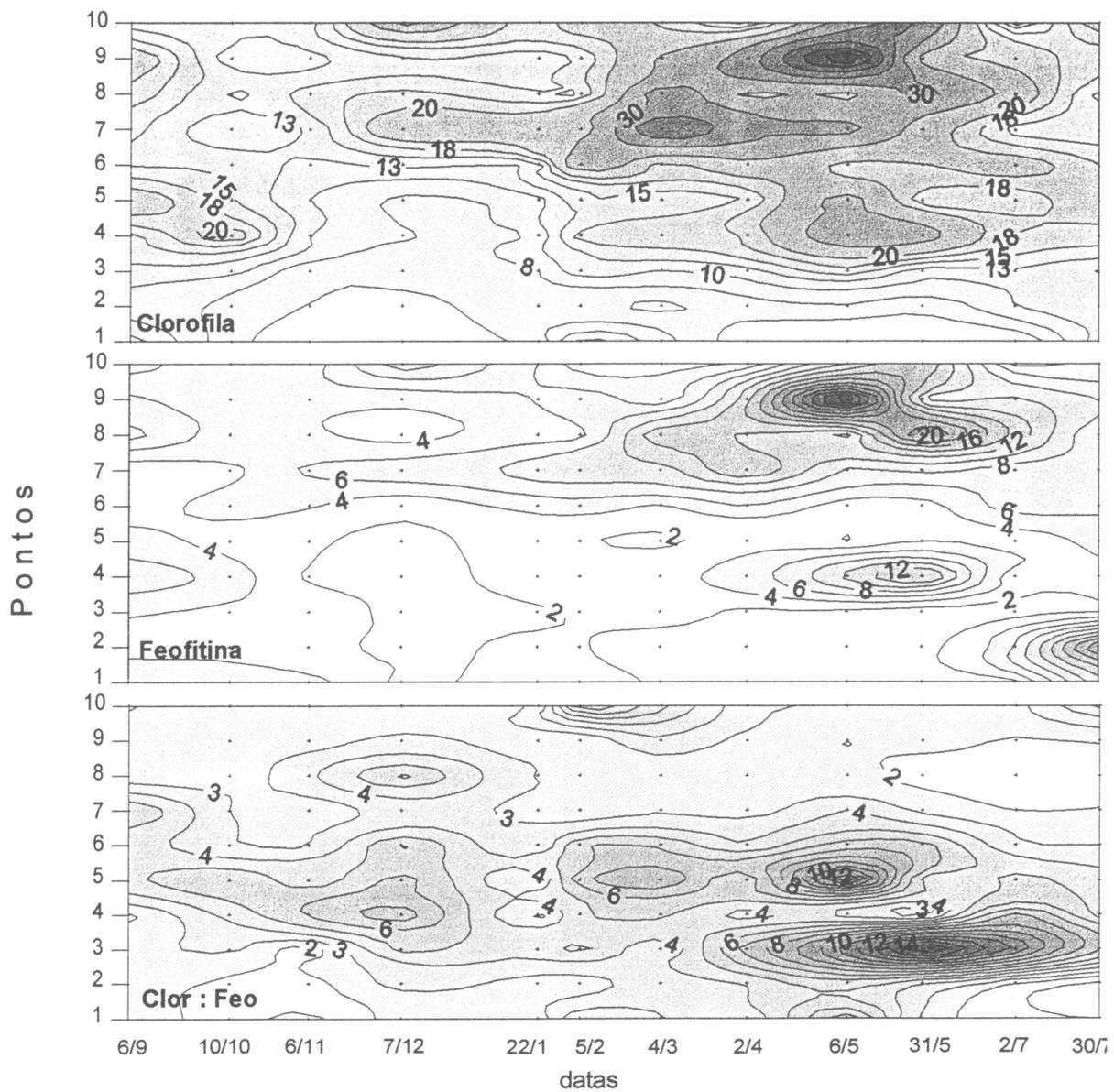


Figura 24. Variação sazonal da concentração de clorofila *a* e feofitina *a* (mg. gsed^{-1}) ao longo do perfil entremarés da Ilha Rasa da Cotinga (1995/1996).

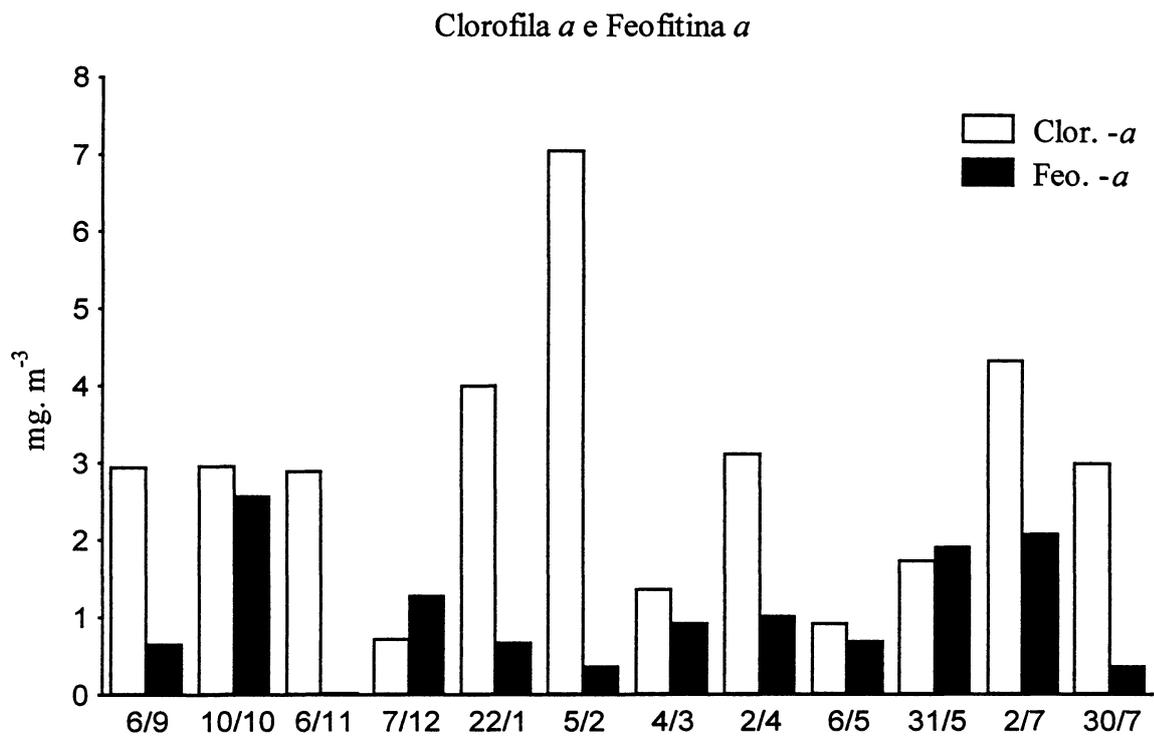


Figura 25. Variação sazonal da concentração de clorofila *a* e feofitina *a* (mg. m^{-3}) na água adjacente à planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga (1995/1996).

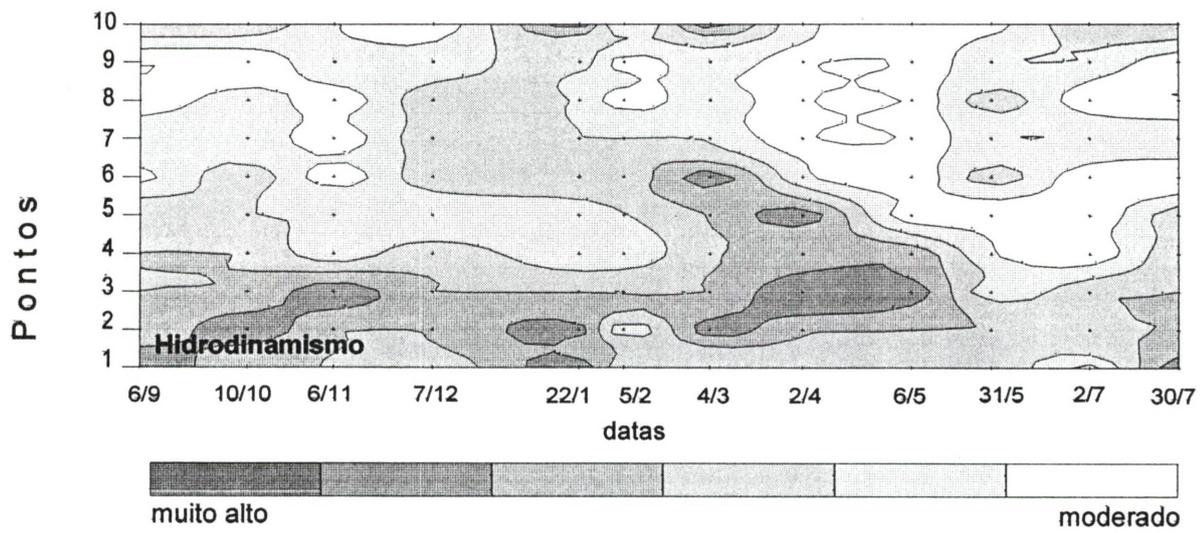


Figura 26. Variação sazonal do hidrodinamismo ao longo do perfil entremarés da Ilha Rasa da Cotinga (1995/1996).

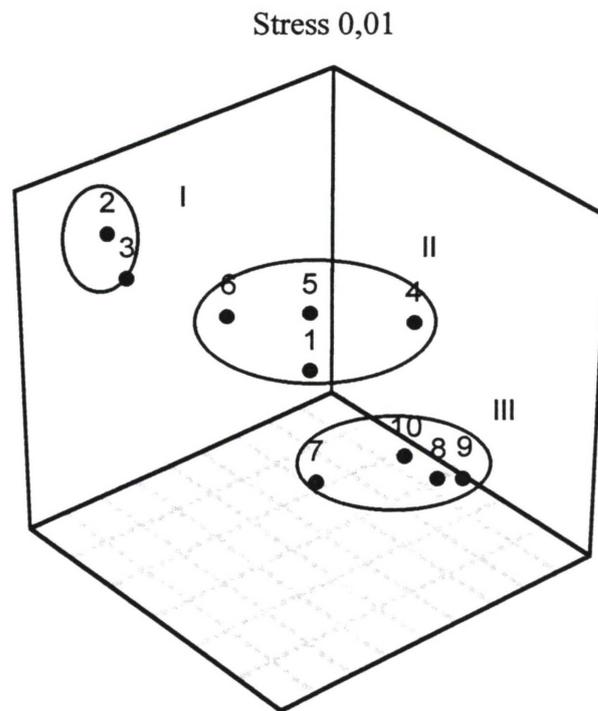


Figura 27. MDS de todos os parâmetros sedimentológicos do perfil da Ilha Rasa da Cotinga.

3.2.2. Tabela

Tabela 6. Valores médios e classificação verbal dos parâmetros estatísticos, média e seleção, em cada ponto amostral da Ilha Rasa da Cotinga (set/95 à jul/96).

Ponto amostral	Média	classificação	Seleção	classificação
1	2,99	Areia fina	0,56	Moderadamente
2	2,98	Areia fina	0,94	Moderadamente
3	2,88	Areia fina	1,05	Pobrememente
4	3,21	Areia muito fina	0,97	Moderadamente
5	3,08	Areia muito fina	0,45	Bem
6	3,08	Areia muito fina	1,20	Pobrememente
7	3,37	Areia muito fina	1,12	Pobrememente
8	3,43	Areia muito fina	1,29	Pobrememente
9	3,22	Areia muito fina	1,15	Pobrememente
10	3,17	Areia muito fina	0,77	Moderadamente

3.3. Produção Microfitobêntica.

As taxas de fotossíntese obtidas nos meses de abril, maio, julho, setembro e dezembro de 1996 e nos meses de janeiro, fevereiro e março de 1997 nos pontos 2, 5 e 10 das porções inferior, mediana e superior (respectivamente) do entremarés da Ilha Rasa da Cotinha, variaram entre 8,7 a 1021 mgC.m⁻².h⁻¹ (Fig. 28). O padrão de variação sazonal foi bem definido, sobretudo nos pontos 5 e 10, com mínimos em abril e maio de 1996, aumentando em julho e setembro e atingindo o máximo no verão, entre dezembro de 1996 e março de 1997 (com exceção de janeiro). Taxas mínimas foram obtidas no ponto 2, sempre inferiores a 200 mgC.m⁻².h⁻¹ e sem um padrão de variação sazonal definido. Em setembro não foi feito o experimento do ponto 2.

A produção diária variou entre 0,07 e 7,3 mgC.m⁻².d⁻¹, acompanhando basicamente o mesmo padrão sazonal da taxa de fotossíntese (Fig. 28). Valores mais elevados foram obtidos no verão entre dezembro de 1996 e março de 1997 nas porções mediana e superior da planície. Valores em geral abaixo de 1,5 mgC.m⁻².d⁻¹ foram sempre obtidos na porção inferior da planície, com máximos obtidos em fevereiro e março de 1997.

A clorofila *a* se distribuiu homogeneamente ao longo da planície entremarés, em quase todos os períodos amostrados (Fig. 29). O padrão sazonal foi semelhante ao encontrado para as taxas de fotossíntese. As concentrações obtidas variaram entre 3,4 e 19,2 mmgClor *a*. g sed⁻¹, com mínimo no ponto 5 (julho) e máximo no ponto 10 (fevereiro).

3.3.1. Figuras

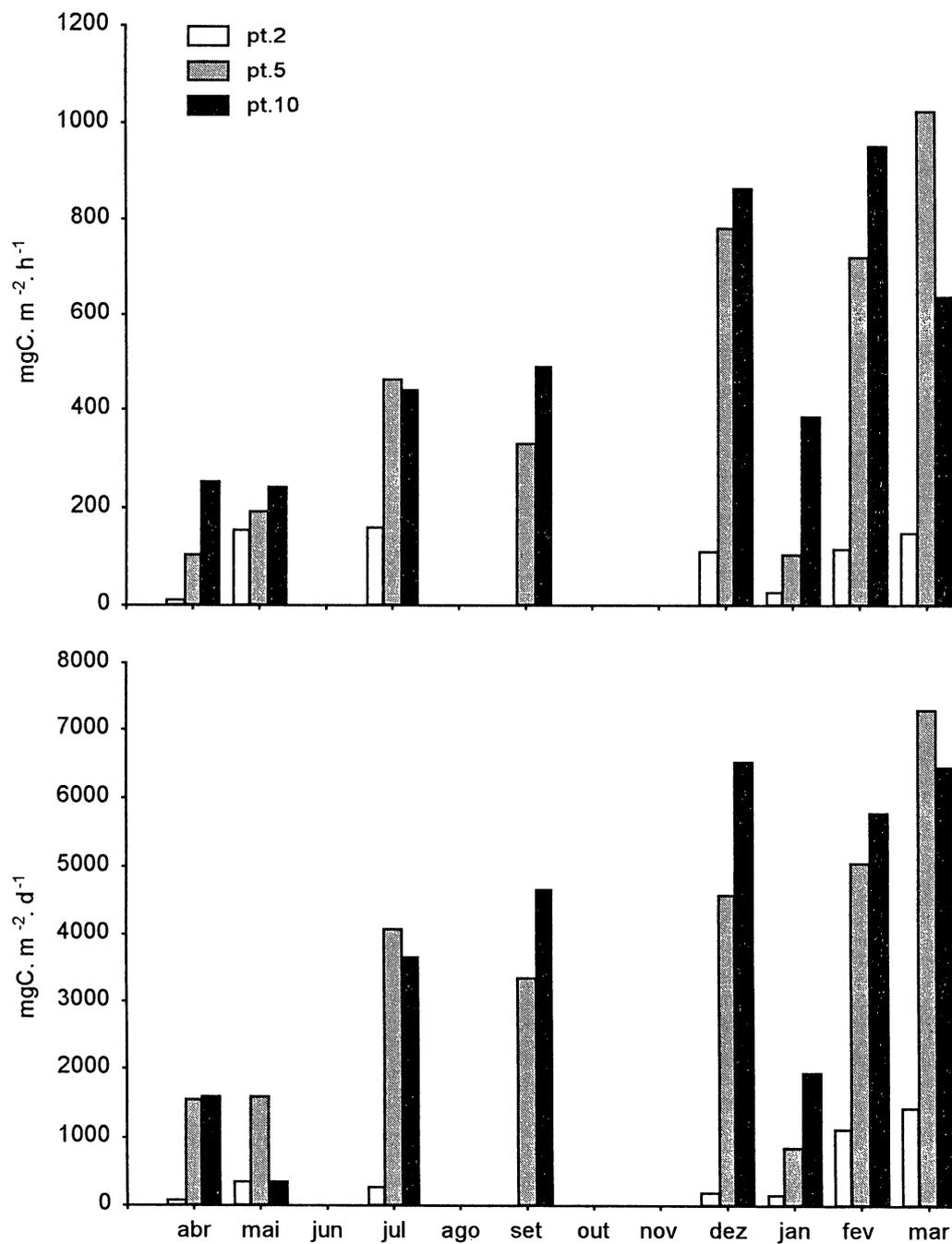


Figura 28. Taxas de produção primária bêntica, horária e diária, em três pontos da planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinha (1996/1997).

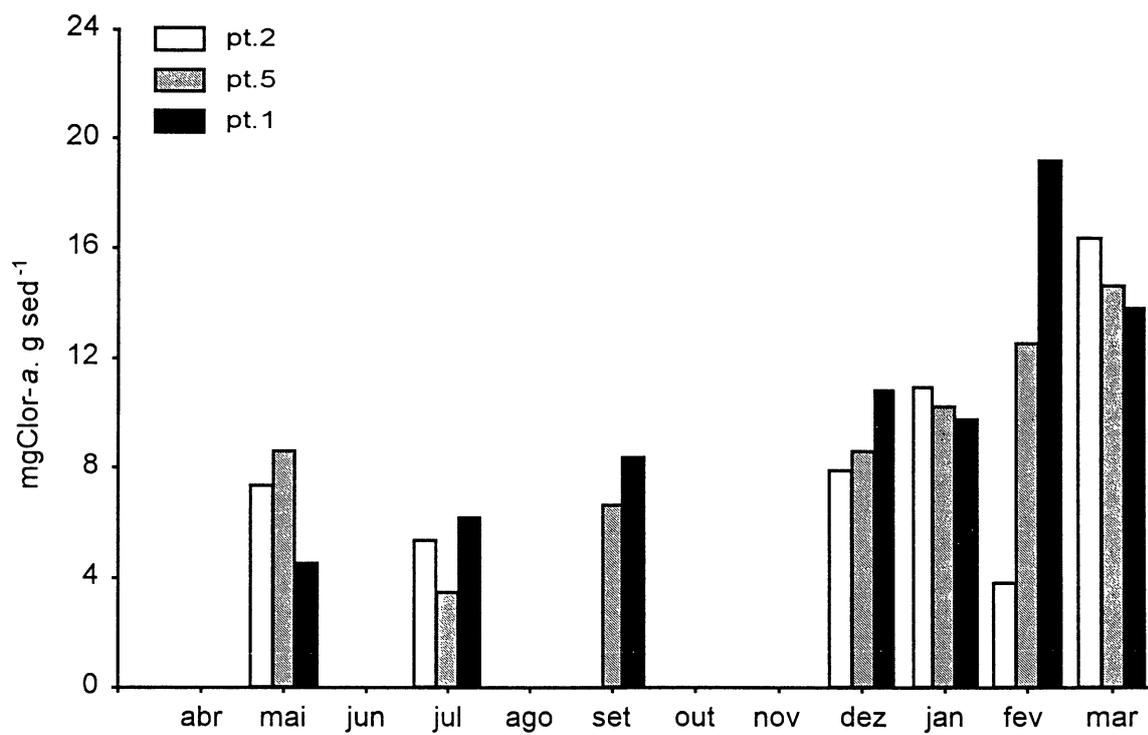


Figura 29. Concentração de clorofila a dos milímetros superiores do sedimentos em três pontos da planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga (1996/1997).

4. Discussão

4.1. Distribuição espacial ao longo da Baía de Paranaguá

A Baía de Paranaguá apresenta um gradiente marcante dos parâmetros físico-químicos e sedimentológicos (Knoppers *et al.*, 1987; Brandini *et al.*, 1988; Netto & Lana, 1996). O regime pluviométrico e a baixa energia ambiental influenciam mais fortemente as características hidrográficas e sedimentológicas dos setores poli e mesohalino da baía. Ao contrário destes, o setor euhalino é influenciado pelas águas da plataforma adjacente e pela alta energia ambiental.

A variação espacial da clorofila microfitobêntica no sedimento das planícies entremarés ao longo da Baía de Paranaguá apresentou um padrão diferente no inverno e no verão. No inverno, as maiores concentrações ocorreram à montante do setor mesohalino, em planícies de sedimento mais arenoso e de menor concentração de água, quando comparando com outras planícies deste mesmo setor. Neste período, o material em suspensão é menor devido à redução na drenagem continental (Machado *et al.*, no prelo), permitindo uma maior incidência de luz na superfície do sedimento. No verão, em contrapartida, o microfitobentos do setor mesohalino parece estar sendo afetado pela redução da luminosidade incidente no sedimento, restringindo o seu maior acúmulo de biomassa ao período de sizígia, quando a planície fica exposta ao meio aéreo e recebe diretamente a radiação luminosa. Delgado (1989) encontrou maiores valores de clorofila em planícies constituídas por sedimento mais finos nas baías de *Alfacs* e *Fangar* (Espanha). O mesmo foi observado por Underwood (1993) no estuário do rio “Severn” (Inglaterra) apenas no período de pouca turbidez. No verão, a biomassa do microfitobentos na Baía de Paranaguá foi maior em planícies do setor euhalino, com alta porcentagem de

areia, próximas à desembocadura de rios. Neste período, o aumento da drenagem continental e de nutrientes somado a maior incidência de luz no sedimento, quando comparado com as áreas mais internas, permite um maior acúmulo de clorofila nas estações deste setor, principalmente nas mais protegidas. A herbivoria também pode ter impedido o acúmulo do microfitobentos no setor euhalino durante o inverno. Netto & Lana (1996) e Lana *et al.* (1997) encontraram um gradiente crescente de macrofauna bêntica em direção ao setor euhalino da Baía de Paranaguá, onde as maiores abundâncias ocorreram em planícies protegidas. Lana & Guiss (1991) e Netto (1993) observaram que no inverno a abundância da macrofauna é maior do que no verão, podendo ser o inverno um período de alta pressão da herbivoria sobre o microfitobentos.

A maior biomassa microfitobêntica verificada no verão também pode ser um reflexo do aumento concomitante na temperatura, nos nutrientes dissolvidos e no período de luminosidade diária, bem como, da redução da herbivoria, principalmente no sedimento do setor mais externo. Brandini *et al.* (1988), Brandini & Thamm (1994) e Machado *et al.* (prelo), atribuíram o aumento da biomassa fitoplanctônica na Baía de Paranaguá a estes mesmos fatores. Bergesch *et al.* (1995) verificaram que a maior biomassa microfitobêntica em um ponto da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul - BR) no inverno e início do verão foi devido ao aumento da luminosidade incidente e à baixa herbivoria. Brotas *et al.*, (1995) encontraram diferentes padrões sazonais de biomassa para cada região do estuário do Rio Tagus (Portugal). Na Baía de Paranaguá estas diferenças entre os setores também foram evidentes, indicando que diferentes fatores ambientais e biológicos estão influenciando as comunidades ao longo da baía.

Diatomáceas epipsâmicas são abundantes em regiões de alta energia ambiental (Lukatelich & McComb, 1986) e adaptadas aos frequentes processos de ressuspensão

(Leach, 1970), dominando as espécies pequenas com capacidade de adesão aos grãos de sedimento (McIntire & Moore, 1977). Diatomáceas epipélicas são geralmente maiores e mais abundantes em regiões de baixa energia ambiental, pois necessitam de sedimento estável para a formação dos seus tubos de muco (McIntire & Moore, op. cit.). No presente estudo, a composição do microfítobentos na Baía de Paranaguá deve estar associada ao gradiente de energia ambiental. As espécies epipsâmicas foram mais abundantes no setor euhalino, enquanto que as epipélicas dominaram o sedimento do setor mesohalino. No setor polihalino não houve a dominância de nenhum grupo algal. As fotos do sedimento das estações 2 e 15 (fotos 1a e 1b, respectivamente) mostram a diferença de energia ambiental entre as duas estações de acordo com a característica granulométrica do sedimento. Na estação 15 observou-se o descolorimento do sedimento em razão da elevada biomassa microalgal, enquanto que na estação 2 isto não foi evidenciado. As fotos 2a e 2b apresentam detalhes microscópicos das estações 2 e 15, respectivamente. Na estação 2 havia pouco detrito depositado e todos os organismos microfítobênticos eram menores do que 20 μm . Na estação 15 havia grande quantidade de detrito, além de frústulas quebradas de diatomáceas, pelotas fecais e lóricas de tintininos. As espécies desta estação eram grandes e com rafe, detalhes morfológicos típicos de algas epipélicas. A contribuição das epipsâmicas e epipélicas para o carbono microalgal diferiu consideravelmente. O maior número de células foi encontrado nas estações onde predominaram indivíduos menores que 11 μm , mas que contribuíram muito pouco para o estoque de carbono no sedimento quando comparado com as células de maior tamanho. As diatomáceas epipélicas foram mais representativas no estoque de carbono microfítobêntico da Baía de Paranaguá, concordando com estudos feitos em outros estuários (Admiraal *et al.*, 1982; Souza, 1983).

A Baía de Paranaguá é um estuário raso e dinâmico, onde é evidente a relação entre os compartimentos bêntico e pelágico, também verificado em outros estuários (Baillie & Welsh, 1980; Bergesch *et al.*, 1995). As planícies entremarés são, ao mesmo tempo, fontes de matéria orgânica para a água adjacente quando o sedimento é ressuspendido e áreas de deposição em períodos de calmaria (Jonge, 1985). Jonge & van Beusekom (1992), encontraram que o microfítobentos ressuspendido pode contribuir com até 60% do fitoplâncton total no estuário do Rio *Ems-Dollard* (Holanda). Brandini & Thamm (1994) observaram espécies bênticas no sistema pelágico da Baía de Paranaguá, atribuídas à ressuspensão pelas correntes de maré associadas às condições climáticas. No presente estudo foi encontrado uma grande quantidade de células fitoplanctônicas no sedimento de algumas estações. A elevada biomassa e abundância celular nas estações 4, 9 e 13 no verão foram devidas às espécies planctônicas *Biddulphia* sp e *Skeletonema costatum*. Com o trabalho de Brandini & Thamm (1994) somado ao presente estudo é possível inferir que em alguns períodos as espécies fitobênticas estão incrementando o fitoplâncton na Baía de Paranaguá, e em outros períodos é o inverso que está ocorrendo.

A similaridade entre as estações na análise MDS das variáveis ambientais (exceto pluviosidade) representou o gradiente hidrográfico e geológico ao longo do eixo leste-oeste da Baía de Paranaguá, conforme descrito por Knoppers *et al.* (1987); Brandini *et al.* (1988) e Netto & Lana (1996). A disposição das estações no MDS de inverno não evidenciou claramente o gradiente ao longo da baía como no de verão. No inverno, as variáveis sedimentológicas (porcentagem de areia, média e curtose) parecem ter mais peso dentro das variáveis ambientais, considerando que as estações 16 e 17 tem maior similaridade com as estações 12 e 13, que apresentam as mesmas características sedimentológicas. No verão, as variáveis hidrográficas contribuíram mais para a similaridade entre determinadas

planícies da Baía de Paranaguá, pois a alta pluviosidade e, conseqüentemente, o aumento da drenagem continental intensificam os gradientes de salinidade e turbidez. Brandini *et al.* (1988) verificaram um gradiente mais acentuado dos parâmetros hidrográficos ao longo da Baía de Paranaguá durante o verão. Alongi (1990), associou a variação sazonal da comunidade bêntica das planícies tropicais ao ciclo pluviométrico. Este padrão foi detectado no presente estudo, uma vez que as diferenças significativas (ANOSIM) entre a biomassa do microfitobentos no verão e no inverno corroboram estes resultados.

Na análise MDS das variáveis biológicas a similaridade entre as estações não seguiu o gradiente hidrográfico e geológico ao longo do eixo leste-oeste da Baía de Paranaguá. Segundo Clarke & Ainsworth (1993) a comparação entre as configuração do MDS das variáveis ambientais e biológicas pode representar a correlação entre eles. Entretanto, nesse estudo, a correlação entre estas variáveis não foi evidente, exceto pela separação das estações a montante do setor mesohalino com o restante da baía. Provavelmente, a variabilidade espacial do microfitobentos não está respondendo apenas a estas variáveis ambientais, mas também às variáveis biológicas (herbivoria, competição, etc.), que não foram investigadas neste estudo.

4.2. Distribuição espacial e variação sazonal do microfitobentos na planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga

A distribuição espacial da clorofila foi fortemente correlacionada com a hidrodinâmica, as características sedimentológicas e a altura da maré. As menores concentrações ocorreram na porção inferior da planície com alta energia, aumentando para a região superior de menor hidrodinamismo. Jonge (1985), David (1997) e Magni & Montani (1997) também encontraram uma correlação inversa entre a concentração de clorofila e o hidrodinamismo. Segundo Underwood (1993), a ressuspensão do sedimento

ocasionada pela quebra de ondas na baixa-mar e o pequeno tempo de exposição à luz são as principais causas dos baixos teores de clorofila na porção inferior da planície. No ponto 1 houve baixo acúmulo de clorofila quando comparado com os outros pontos hidrodinamicamente semelhantes de acordo com o MDS. Este ponto situado no infralitoral, esteve permanentemente submerso a uma profundidade de 1 m, mesmo na maré baixa, recebendo menor luminosidade do que os demais pontos do perfil.

A concavidade do perfil topográfico manteve submerso os sedimentos dos pontos 4 a 7, mesmo na maré baixa. Irregularidades menores eram visíveis ao longo de todo perfil, onde se acumulavam detritos e diatomáceas, causando alterações na cor do sedimento. O ponto 2 só ficou exposto na maré de sizígia de primavera (setembro/95). O sedimento do ponto 10 esteve exposto em todas as coletas. Isto também foi frequente no ponto 3. Muitos autores associam o baixo acúmulo de biomassa microfitobêntica ao estresse em planícies sujeitas à elevada dessecação (Pinckney & Zingmark, 1993; Underwood, 1993; Brotas *et al.*, 1995). Entretanto, isto não pôde ser verificado neste estudo, pois a maioria dos pontos não esteve sujeita à ação direta do meio aéreo. Além disso, o ponto 10, que sofreu o maior tempo de exposição e supostamente o maior estresse, apresentou altos valores de clorofila.

Brotas *et al.* (1995), relacionaram as diferenças espaciais da biomassa microfitobêntica em planícies entremarés com as características do sedimento e a altura de maré. Estes parâmetros estão associados à estabilidade do sedimento, deposição de partículas orgânicas e inorgânicas, qualidade da água intersticial, efeito da dessecação, ressuspensão, etc. Estes autores encontraram resultados semelhantes aos do presente trabalho. A baixa razão clorofila:feofitina no entremarés da Ilha Rasa da Cotinha mostra que na porção superior da planície ocorreu mais feofitina do que clorofila. Isto pode ser

atribuído ao menor hidrodinamismo e à proximidade da marisma e do mangue, que conseqüentemente permitiu uma maior deposição de detritos.

A distribuição espacial de clorofila e feofitina no sedimento do entremarés da Ilha Rasa da Cotinga não deve ser usada como padrão para as planícies dos setores de menor energia da Baía de Paranaguá. Fielding *et al.* (1988) encontraram um decréscimo na concentração de clorofila em direção ao infralitoral apenas em planícies de maior energia do estuário africano Langebaan Lagoon, mas esta distribuição se inverteu para as planícies de áreas protegidas. David (1997) encontrou uma distribuição da clorofila semelhante à do presente estudo no entremarés de praias protegidas, mas não em praias expostas.

Os eventos climáticos e a herbivoria parecem ter forte influência sobre a sazonalidade do microfitobentos no entremarés da Ilha Rasa da Cotinga.

O período de chuvas foi mais longo que o de seca. Se não fosse a diminuição da pluviosidade em novembro e dezembro poderia se considerar que as chuvas ocorreram continuamente de outubro à abril. Segundo o INPE (cptec.inpe.br/products/climanalise), a diminuição da precipitação nos meses de novembro e dezembro foi decorrente da fraca atuação e rápido deslocamento dos sistemas meteorológicos frontais. Na primeira quinzena de janeiro, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sofreu intensificação devido à chegada de frentes frias. Neste período foram registrados os ventos de maiores intensidades na região. A planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga não ficou exposta durante as marés de sizígia em janeiro, sendo possível amostrar somente na segunda sizígia do mês e com a planície imersa por 15 cm de água. Ventos fortes, acima de 6 m/s, são eficientes na desestruturação da camada microfitobêntica do sedimento, sendo que a direção dos ventos pode intensificar a ressuspensão (Jonge & van Beusekom, 1992; Underwood, 1993). Isto pôde ser constatado na Baía de Paranaguá para ventos sul e

sudeste, principalmente no setor euhalino que é o mais exposto. Brotas *et al.* (1995) sugerem que a radiação e o ciclo diário de maré podem ser responsáveis pela variação da biomassa, a qual apresentou correlação com o tempo de emersão da planície. A baixa biomassa detectada entre dezembro e janeiro, principalmente na porção inferior do perfil, pode ser uma consequência das chuvas e dos ventos fortes que impediram a exposição da planície, impossibilitando a estabilidade da comunidade e diminuindo a exposição à luz. Em dezembro e fevereiro ocorreram chuvas fortes horas antes da coleta (1,9 e 3,4 mm, respectivamente). O mesmo foi observado por Souza & David (1996), que detectaram baixas concentrações de clorofila em coletas feitas logo depois ou durante eventos de chuvas, como resposta à ressuspensão e lavagem do sedimento

De dezembro à março, houve a formação de uma camada mucilaginosa sobre a superfície do sedimento, principalmente nos pontos 7, 8, 9 e 10. A análise microscópica demonstrou ser este muco constituído principalmente pela diatomácea *Nitzschia sigma*. A estabilidade do sedimento pelo muco microfitobêntico é garantida até uma determinada intensidade de vento e corrente de maré (Underwood, 1993; Blanchard *et al.*, 1997). O muco encontrado na Ilha Rasa da Cotinha pode ter impedido a ressuspensão do sedimento, garantindo o acúmulo de biomassa nos pontos mais superiores. Este muco foi encontrado até o ponto 4 no mês de abril, acompanhando o aumento de biomassa neste ponto ao longo dos meses.

As manchas de clorofila (distribuição agregada) têm influência significativa na distribuição da meiofauna (Blanchard, 1990; Santos *et al.*, 1995), que se alimenta e impede o acúmulo de biomassa do microfitobentos (Davis & Henry Lee, 1983; Asmus & Asmus, 1985; Posey *et al.*, 1995). Couto (1996) e Almeida (1994) encontraram uma alta densidade do tubícola *Kalliapseudes schubarti* na porção superior da planície do Saco do Limoeiro

(setor euhalino da Baía de Paranaguá) durante o outono. Estes organismos também foram abundantes na porção superior da Ilha Rasa da Cotinga, no mesmo período descrito por estes autores (Pagliosa, com. pess.). Boehs (em prep.), observou um recrutamento do suspensívoro *Anomalocardia brasiliensis* a partir de abril na região em frente à marisma até a porção mediana da planície. Apartir do início de maio, desovas de diferentes espécies de moluscos ocorreram sobre o tapete mucilaginoso do microfitobentos (obs. pess.). A maioria das espécies da macrofauna bêntica apresenta maior abundância durante o inverno (Lana & Guiss, 1991) e na porção superior da planície (Netto & Lana, 1995; Couto, 1996). Portanto, a pressão da herbivoria sobre o microfitobentos pode ter impedido o acúmulo de pigmentos nesta área, principalmente no inverno, o que seria corroborado pela baixa razão clorofila:feofitina.

As maiores concentrações de compostos nitrogenados (NID) e ortofosfato (PID) nas porções mediana e superior são resultantes, provavelmente, do elevado teor de matéria orgânica aí presente o ano todo. Apesar dos baixos valores na razão N:P, as concentrações de nutrientes nunca atingiram níveis limitantes para a produção microfitobêntica. Brandini *et al.* (1997) evidenciaram fluxos positivos de NID e PID do sedimento para coluna da água em um ponto do entremarés da Ilha Rasa da Cotinga. As elevadas concentrações de nutrientes inorgânicos na água intersticial e os fluxos positivos confirmam as hipóteses de Knoppers *et al.* (1987) e de Brandini *et al.* (1988), de que o sistema bêntico desempenha um papel importante no metabolismo do estuário.

4.3. Produção microfitobêntica.

A produção microfitobêntica depende do tempo de exposição à luz, do hidrodinamismo e da natureza do sedimento (Grontved, 1960). A radiação incidente na superfície do sedimento da Ilha Rasa da Cotinga decresceu da porção superior da planície

em direção a porção inferior, como resposta à profundidade e turbidez da água. Nos pontos 5 e 10 a profundidade máxima foi de 1 m, enquanto que na estação 2 variou entre 1 e 2 m. Grøntved (1960) encontrou as maiores taxas da produção primária microbêntica em profundidades de até 0,7 m nos *Fjords* dinamarqueses, em regiões mais profundas a taxa de produção decrescia consideravelmente. A distribuição espacial da produção microfitobêntica da Ilha Rasa da Cotinga foi maior na porção superior da planície, decrescendo acentuadamente da porção mediana em direção a porção inferior. Este padrão esteve diretamente relacionado à radiação incidente, tempo de emersão de cada ponto e, conseqüentemente, com a profundidade local.

Em um estuário da Carolina do Norte (EUA), Pinckney & Zingmark (1991) observaram que a produção microfitobêntica na maré alta é duas vezes menor do que na maré baixa, em resposta à migração vertical das diatomáceas epipêlicas que durante a maré alta se encontram enterradas. Pinckney & Zingmark (1993) verificaram o aumento da razão clorofila:volume celular em espécies sujeitas à pouca luminosidade. Diferenças espaciais da clorofila ao longo da planície da Ilha Rasa da Cotinga não foram evidenciadas durante os experimentos. Provavelmente, as diatomáceas deveriam se encontrar em uma região mais profunda no sedimento do que aquela coletada, por efeito da migração durante a maré alta. A porção inferior do entremarés recebe menos luminosidade e permanece por menos tempo emersa do que os outros pontos, sendo que a comunidade microalgal deve estar adaptada a pouca luminosidade. Nesta comunidade também deve estar ocorrendo uma fotoaclimatação, que somada ao enterramento das algas pode estar influenciando a homogeneidade da clorofila encontrada ao longo da planície. Apesar desta homogeneidade, as taxas de produção foram sempre maiores nos pontos que recebiam maior luminosidade,

sendo este o fator determinante na diferença espacial da produção primária do entremarés da Ilha Rasa da Cotinga.

O padrão sazonal da produção microfitobêntica no sistema investigado parece estar associado às variações da biomassa algal, da luminosidade diária e da turbidez da água, conforme observado por outros autores (Leach, 1970; Asmus, 1982; Delgado, 1989; Pinckney & Zingmark, 1993). Apesar da alta biomassa, a comunidade do ponto 2 esteve menos exposta à luz, como consequência da profundidade local e do aumento da turbidez no verão, período de maior pluviosidade. Isto, provavelmente, acarretou a diminuição da produtividade desta comunidade quando comparada com o inverno. Já as comunidades microalgais das porções mediana e superior da planície responderam fortemente ao aumento da biomassa microalgal e da luminosidade diária, gerando maiores taxas de produção no verão em relação ao inverno.

Guarini *et al.* (1997) constataram termo-inibição da taxa de fotossíntese de comunidades localizadas na região superior da planície durante o verão, no oeste da França. Este padrão não foi verificado na planície da Ilha Rasa da Cotinga, considerando que justamente nestas estações sempre ocorreram as maiores taxas de fotossíntese.

Grontved (1960) encontrou uma produção microalgal bêntica variando ao longo do ano de 0,3 a 1,5 gC.m⁻².d⁻¹ nos *Fjords* da Dinamarca; MacIntyre & Cullen (1995) estimaram uma produção média de 0,22 gC.m⁻².d⁻¹ na Baía de *Corpus Christi* (EUA); Brandini *et al.* (1995) detectaram uma variação de 0,2 a 1,4 gC.m⁻².d⁻¹ na produção do perifiton na Baía de Paranaguá; Fielding *et al.* (1988) observaram uma produção média de 17,38 mgC.m⁻².h⁻¹ em praias expostas da Lagoa *Langebaan* (África do Sul); Souza (1983) estimou uma variação de 1,0 a 301 mgC.m⁻².h⁻¹ na produção microfitobêntica do Estuário de Santos (Brasil). No presente estudo, a produção microfitobêntica variou de 8,7 a 1021

$\text{mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ (0,07 a $7,3 \text{ gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$). Em comparação a outros estudos de produção, o microfitobentos do setor euhalino da Baía de Paranaguá é altamente produtivo, tendo um papel importante na síntese de carbono e conseqüentemente, na teia alimentar deste ecossistema.

Diversos estudos relatam a ocorrência de taxas mais elevadas de produção microfitobêntica em maré baixa de sizígia, quando a luminosidade atinge diretamente o sedimento exposto (Grøntved, 1960; Grøntved, 1962; Round, 1981; Asmus, 1982; Guarini *et al.*, 1997). Leach (1970), encontrou este padrão apenas no período de inverno. Neste estudo, a produção só foi avaliada na maré de quadratura, sendo que no outro período lunar os valores podem ser superiores aos relatados aqui.

O microfitobentos pode contribuir com até 64% da produção primária microalgal em ambientes rasos e com 11% quando ressuspendidos na Baía de *Corpus Christi* (EUA) (MacIntyre & Cullen, 1995). A Baía de Paranaguá é um ambiente dinâmico em seus setores mais externos. Segundo Daniel *et al.* (1997), este pode ser o principal motivo do baixo acúmulo de biomassa e produção fitoplanctônica, quando comparado com outros estuários brasileiros. Brandini & Thamm (1994) estimaram a taxa de produção pelágica nos setores eu- e polihalino da Baía de Paranaguá entre 8 a $145 \text{ mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ e Daniel *et al.* (1997) encontraram uma variação de 7 a $137 \text{ mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ no setor euhalino deste estuário. Considerando a baixa profundidade e o elevado número de planícies entremarés, a comparação das taxas de produção pelágica e bêntica da Baía de Paranaguá demonstra a importância do compartimento bêntico para a produtividade total do ecossistema.

4.4. Considerações finais

Durante uma amostragem para tentar coletar esporos de diatomáceas no sedimento profundo (40 m) da Baía de Paranaguá me deparei com algas epipélicas perfeitamente

viáveis. A tentativa frustrada de encontrar os tais esporos foi o que me levou a estudar o microfitobentos, acreditando que a dinâmica da ressuspensão do sedimento, seja por eventos climáticos ou por dragagem ($1,1 \times 10^6 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{ano}^{-1}$), é muito alta, o que inviabiliza a formação de esporos. Partindo deste princípio e com os resultados obtidos no presente estudo fica claro a relação entre os compartimentos bêntico e pelágico da Baía de Paranaguá, principalmente, quando se tratando de microalgas. A capacidade de produção do microfitobentos e do fitoplâncton na Baía de Paranaguá está relacionada com a hidrodinâmica local. Por exemplo, em período de alta ressuspensão além de uma parcela do microfitobentos se encontrar no sistema pelágico, a alta turbidez impede que a luz incida sobre o sedimento, restringindo a sua produtividade. Em períodos de calmaria, o fitoplâncton e o microfitobentos ressuspendido tendem a sedimentar, seja em áreas rasas ou profundas, onde a quantidade de nutrientes é elevada e se houver luz, permite a produção. Neste estudo, durante o verão, foi verificada células fitoplanctônicas em estágio de divisão e pigmentadas em algumas planícies entremarés da baía, que parecem estar sobrevivendo bem às condições do sistema bêntico. Portanto, o importante não é ser plâncton ou bentos, e sim onde se encontra a maior capacidade de produção de matéria orgânica pelas microalgas: nos sedimentos iluminados ou na zona eufótica da coluna da água?

5. Fotos

a.

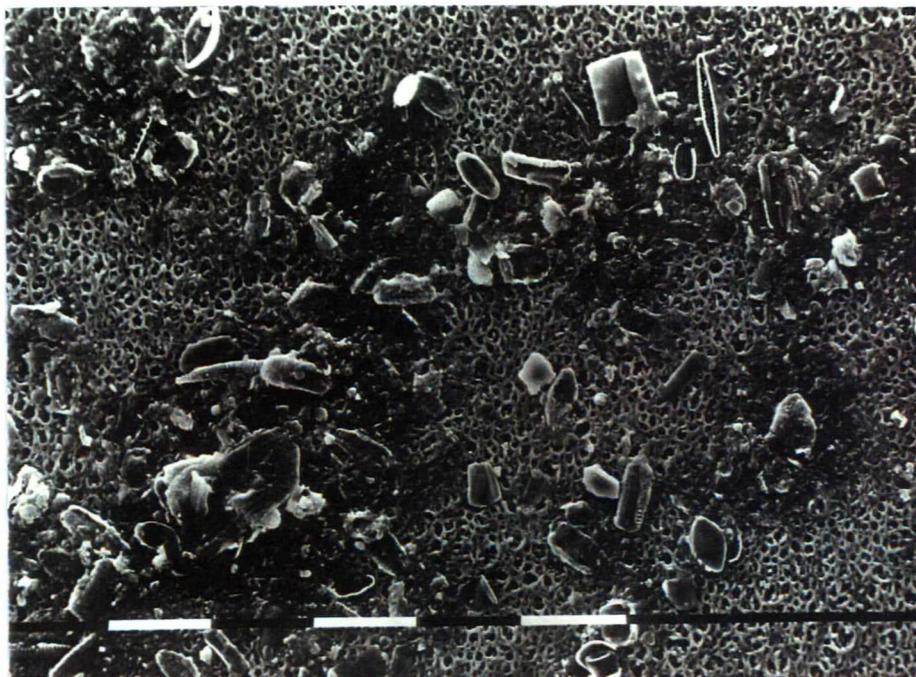


b.



Foto 1. Detalhe do sedimento das estações 2 (a) e 15 (b).

a.



b.

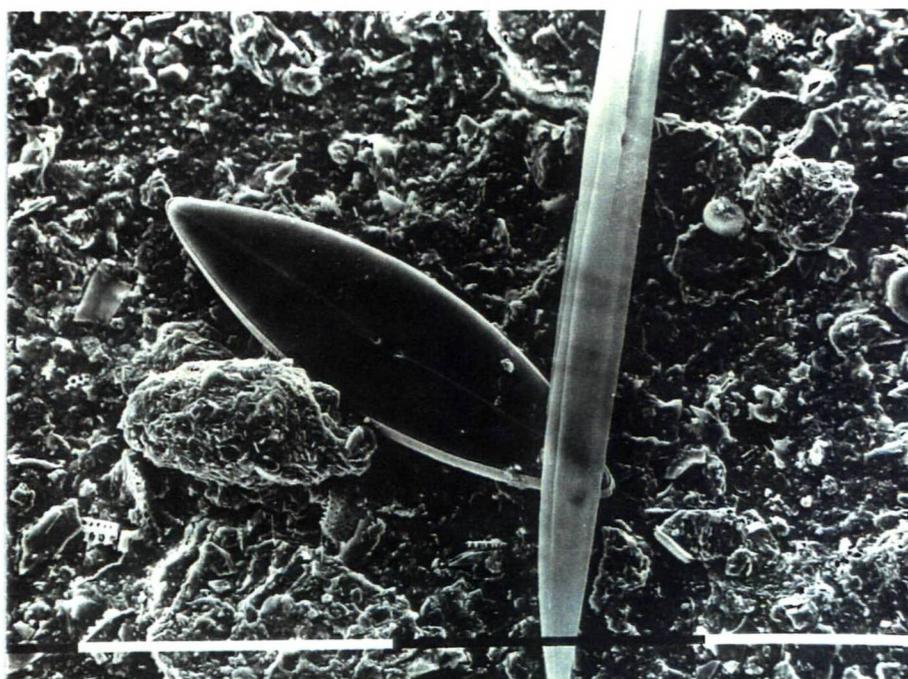


Foto 2. Detalhe microscópico do sedimento das estações 2 (a) e 15 (b), em escala de $10\mu\text{m}$ e $100\mu\text{m}$, respectivamente.

6. Referência Bibliográfica

- Admiraal, W. & H. Peletier. 1979. Sulphide tolerance of benthic diatoms in relation to their distribution in an estuary. *Br.Phycol.J.*, 14: 185-196.
- Admiraal, W. & Peletier, H. 1980. Influence of seasonal variations of temperature and light on the growth rate of cultures and natural populations of intertidal diatoms. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 2: 35-43.
- Admiraal, W.; Peletier H.; Zomer H.. 1982. Observation and Experiments on the Population Dynamics of Epipellic diatoms from an Estuarine Mudflat. *Estuar.Coast.Shelf.Sci.*, 14: 471-487.
- Almeida, M. V. O. 1994. *Kalliapseudes schubarti* Mañé-Garzón, 1949 (Tanaidacea - crustacea): dinâmica populacional e interações com a macrofauna bêntica no Saco do Limoeiro, Ilha do Mel (Paraná, Brasil). Dissertação de Mestrado, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. 80 pp.
- Alongi, D. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 20: 381-496
- Asmus, H. & Asmus, R. 1985. The importance of grazing food chain for energy flow and production in three intertidal sand bottom communities of the northern Wadden Sea. *Helgol.-Meeresunters.* 39: 273-301
- Asmus, R. 1982. Field measurements on seasonal variation of the activity of primary producers on a sandy tidal flat in the northern Wadden Sea. *Neth. J. Sea. Res.*, 16: 389-402.
- Baillie, P.M. & Welsh. 1980. The effect of tidal resuspension on the distribution of intertidal epipellic algal in an estuary. *Estuar.Coast.Mar.Sci.*, 10:165-180.
- Bergesch, M.; Odebrecht, C.; Abreu, P. C. O. 1995. Microalgas do estuário da Lagoa dos Patos: interação entre o sedimento e a coluna da água. *Oecologia Brasiliensis*, 1: 273-289.
- Bigarella, J. J.; Becker, R. D.; Matos, D. J.; Werner, A. 1978. *A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná*. Secretaria do Estado do Planejamento do Governo do Paraná/ADEA. 249 pp.
- Blanchard, G.F. 1990. Overlapping microscale dispersion patterns of meiofauna and microphytobenthos. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 68:101-111.
- Blanchard, G. F.; Sauriau, P. G.; Cariou-Le Gall, V. C.; Gouleau, D.; Garet, M. J.; Oliver, F. 1997. Kinetics of tidal resuspension of microbiota: testing the effects of sediment cohesiveness and bioturbation using flume experiments. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 151: 17-25.
- Brandini, F. P. 1985. Seasonal succession of the phytoplankton in the Bay of Paranaguá. *Rev.Brasil.Biol.*, 45: 687-694.

- Brandini, F. P.; Thamm, C. A.; Ventura, I. 1988. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. III. Seasonal and spatial variations of nutrients and chlorophyll *a*. *Neritica*, 3: 1-30.
- Brandini, F.P.; Pellizzari, F.; Gutseit, K.; Fonseca, A.; Fernandes, L.F. 1995. Dinâmica sazonal do perifiton da Baía de Paranaguá: produção, biomassa e composição específica em relação aos fatores ambientais. *VI Congresso Latinoamericano de Ciências do Mar, Mar del Plata, Argentina*.
- Bray, J. R. & Curtis, J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol.Monogr.*, 27: 325-349.
- Brotas, V.; Cabrita, T.; Portugal, A.; Serôdio, J.; Catarino F. 1995. Spatio-temporal distribution of the microphytobenthic biomass in intertidal flats of Tagus Estuary (Portugal). *Hydrobiologia*, 300/301: 93-104.
- Carver, R. E. 1970. *Procedures in sedimentary petrology*. John Wiley & Sons, New York. 650 pp.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.
- Clarke, K. R. & Ainsworth, M. 1993. A methods of linking multivariate community structure to environmental variables. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 92: 205-219.
- Clarke, K.R. and R.M. Warwick. 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Natural Environmental Research Council (UK), Plymouth, UK.
- Colijn, F. & Dijkema, E. S. 1981. Species composition of benthic diatoms and distribution of chlorophyll *a* on an intertidal flat in the Dutch Wadden Sea. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 4: 9-21.
- Colijn, F. 1982. Light absorption in the water of the Ems-Dollard Estuary and its consequences for the growth of phytoplankton and microphytobenthos. *Neth. J. Sea Res.* 15:196-216.
- Couto, E. C. G. 1996. Estrutura espaço-temporal da comunidade macrobêntica intertidal do Saco do Limoeiro - Ilha do Mel (Paraná, Brasil). Dissertação de Doutorado, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. 186 pp.
- Daniel, C.B.; Machado, E.C.; Brandini N.; Lorenzi L.. 1997. Interações entre os compartimentos pelágico e bêntico no setor euhalino da Baía de Paranaguá. II. Produção primária fitoplanctônica e parâmetros ambientais. *VII Congresso Latinoamericano de Ciências do Mar, Santos, Brasil*.
- David, C. 1997. Contribuição para o estudo da distribuição do microfítobentos da região entremarés de praias da Baixada Santista, Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 151 pp.

- Davis, M.W. & Lee, H.H. 1983. Recolonization of sediment-associated microalgae and effects of estuarine infauna on microalgal production. *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 11:227-232.
- Delgado, M. 1989. Abundance and distribution of microphytobenthos in the bays of Ebro Delta (Spain). *Estuar.Coast.Shelf.Sci.* 29:183-194.
- Edler, L. 1979. *Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and Chlorophyll.* (ed.) Edler, L. Sweden, Dept of marine biology. 37 pp.
- Felício-Fernandes, G.; Souza-Mosimann, R. M. de; Moreira Filho, H. 1994. Diatomáceas no Rio Tavares. Manguezal do Rio Tavares, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil - I. Ordem Centrales. (Excluídas as famílias Rhizosoleniaceae e Chaetoceraceae). *Insula* 23: 35-90.
- Felício-Fernandes, G. & Souza-Mosimann, R. M. de. 1994. Diatomáceas no sedimento do manguezal de Itacorubi - Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Insula*, 23: 149-215.
- Felício-Fernandes, G. 1996. Diatomáceas no Rio Tavares, Manguezal do Rio Tavares, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. II. Penatae. *Insula*, 25: 69-192.
- Fernades, L. F.; Souza-Mosimann, R. M. de; Felício-Fernandes, G. 1990. Diatomáceas (Bacillariophyceae) do Rio Ratoões, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: I - Baixo curso do Estuário. *Insula*, 20: 11-112.
- Fielding, P.J.; Damstra, K.S.J.; Branch, G.M.. 1988. Benthic diatom biomass, production and sediment chlorophyll in Langebaan lagoon, South Africa. *Estuar.Coast.Shelf.Sci.* 27: 413-426.
- Gabrielson, J. O. & Lukatelich, R. J. 1985. Wind-related resuspension of sediments in the Peel-Harvey estuary systems. *Estuar.Coast.Mar.Sci.*, 20: 135-145.
- Grant, J.; U. Bathmann; E.L. Mills. 1986. The interaction between benthic diatom films and sediment transport. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 23: -238
- Grasshoff, K.; Ehrhardt, M.; Kremling, K. 1983. *Methods of seawater analysis.* Ed. 2. Verlag Chemie, Weinheim. 419 pp.
- Grontved, J. 1960. On the productivity of microbenthos and phytoplankton in some Danish fjords. *Medd. fra Danm. Fisk. og Hav.*, 3(3): 55-92.
- Grontved, J. 1962. Preliminary report on the productivity of microbenthos and phytoplankton in the Danish Wadden Sea. *Medd. fra Danm. Fisk. og Hav.*, 3: 347-378.
- Guarini, J. M.; Blanchard, G. F.; Gros, Ph.; Harrison, S. J. 1997. Modelling the mud surface temperature on intertidal flats to investigate the spatio-temporal dynamics of the benthic microalgal photosynthetic capacity. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 153: 25-36.

- Hay, S. I.; Maitland, T. C.; Paterson, D. M. 1993. The speed of diatom migration through natural and artificial substrata. *Diatom Research*, 8: 371-384.
- Herndl, G.J.; Peduzzi P., Fanuko N. 1989. Benthic community metabolism and microbial dynamics in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 53: 169-178.
- Hillebrand, H. & Sommer, U. 1997. Response of epilithic microphytobenthos of the Western Baltic Sea to *in situ* experiments with nutrient enrichment. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 160: 35-46.
- Jonge, V.N. 1985. The occurrence of "epipsammic" diatom populations: A result of interaction between physical sorting of sediment and certain properties of diatom species. *Estuar.-Coast.-Shelf-Sci.*, 21:-622
- Jonge, V. N. & Beusekom, J. E. E. V. 1992. Wind and Tidel Induced Resuspension of Sediment and Microphytobenthos in the Ems Estuary. In: V.N. de JONGE (Ed.). *Physical Processes and Dynamics of Microphytobenthos in the Ems Estuary (The Netherlands)*. Ministry of transport, Public Works and Water Management.. Netherlands, Haren. 139-155.
- Knoppers, B.; Brandini, F. P.; Thamm, C. A. 1987. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. II. Some physical and chemical characteristics. *Neritica*, 2: 1-36.
- Lana, P. C & Guiss, C. 1991. Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (southeastern Brazil). *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 73: 231-244.
- Lana, P. C; Couto, E. C. G.; Almeida, M. V. O. 1997. Polychaete distribution and abundance in intertidal flats of Paranaguá Bay (SE Brazil). *Bulletin of Marine Science*, 60(2): 433-442.
- Leach, J. H. 1970. Epibenthic algal production in an intertidal mudflat. *Limnol. Oceanogr.*, 15: 514-521.
- Lorenzen, C. J. 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol.Oceanogr.* 12: 343-346.
- Lukatelich, R.J. & A.J. McComb. 1986. Distribution and Abundance of Benthic microalgae in Shallow Southwestern Australian Estuarine System. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 27:287-297.
- Machado, E. C., Daniel, C. B., Brandini, N., Queiroz, R. L. V. Temporal and spatial dynamics of nutrients and particulate suspended matter in the Bay of Paranaguá, PR, Brazil. *Neritica* (no prelo).
- Magni, P. & Montani, S. 1997. Development of benthic microalgal assemblages on intertidal flat in the Seto Inland Sea, Japan: effects of environmental variability. *La Mer*, 35:137-148.

- Marone, E. & Camargo, R. 1994. Marés meteorológicas no litoral do Estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993. *Nerítica*, 8(1-2): 73-85.
- McIntire, C.D. & W.W. Moore. 1977. Marine littoral diatoms: ecological considerations. In *The biology of diatoms*. D. Werner, editor. University of California Press, California. 333-371.
- McIntire, H. L. & Cullen, J. J. 1995. Fine-scale vertical resolution of chlorophyll and photosynthetic parameters in shallow-water benthos. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 122: 227-237.
- Moreira Filho, H. 1960. Diatomáceas no trato digestivo de *Tegula viridula* Omelin. *Boletim da Universidade Federal do Paraná, Botânica*, 1: 1-27.
- Moreira Filho, H. 1961. Diatomáceas da Baía de Guaratuba (Paraná-Brasil). *Boletim da Universidade Federal do Paraná, Botânica*, 3: 1-39.
- Moreira Filho, H. & Momoli, D. M. M. 1963. Diatomáceas do trato digestivo de *Australorbis glabratus* (Say, 1818). *Boletim da Universidade Federal do Paraná, Botânica*, 9: 1-7.
- Moreira Filho, H. 1966. Contribuição ao estudo das Bacillariophyceae (Diatomáceas) no ágar-ágar (gelosa) e agarófitos. *Boletim da Universidade Federal do Paraná, Botânica*, 16: 1-60.
- Moreira Filho, H., Maruo, Y, Moreira, I. M. V. 1967. Diatomáceas da enseada de Pôrto Belo (Estado de Santa Catarina, Brasil). *Boletim da Universidade Federal do Paraná, Botânica*, 19: 1-15.
- Navarro, J. N, Perez, C., Arce, N., Arroyo, B. 1989. Benthic marine diatoms of Caja de Muertos Island, Puerto Rico. *Nova Hedwigia*, 49(3-4): 333-367
- Netto, S. A & Lana, P. C. 1995. Zonação e estratificação da macrofauna bêntica em um banco areno-lodoso do setor euhalino de alta energia da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). *Iheringia, Sér.Zool.*, 79: 27-37.
- Netto, S. A & Lana, P. C. Benthic macrofauna of *Spartina alterniflora* marshes and nearby unvegetated tidal flats of Paranaguá Bay. *Estuar.-Coast.-Shelf-Sci.* 44, 641-648. 1996.
- Netto, S. A. 1993. Composição, distribuição e variação sazonal da macrofauna bêntica de marismas e bancos não vegetados da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). Dissertação de Mestrado, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. 91 pp
- Paterson, D. M., Crawford, R. M., Little, C. 1990. Sub-aerial exposure and changes in stability of intertidal estuarine sediments. *Estuar.Coast.Shelf.Sci.*, 30: 541-556.
- Pejrup, M. 1988. *The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach*. In *Tide-influenced sedimentary environments and facies*. P.L. Boer and S.D. Nio, editors. D. Reidel Publishing Company, Holland.

- Peterson, C.H. 1981. *The ecological role of mud flats in estuarine systems*. In Proceeding U.S.A. fish & wildlife service workshop on coastal ecosystems of the southeastern United States. R.C. Carey, P.S. Markovits, and J.B. Kirkwood, editors. U.S. fish & wildlife service, office of biological services., Washington. 184-192.
- Pinckney, J. & R.G. Zingmark. 1991. Effects of tidal stage and sun angles on intertidal benthic microalgal productivity. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 76:81-89.
- Pinckney, J.L. & R.G. Zingmark. 1993. Modelling the annual production of intertidal benthic microalgae in estuarine ecosystems. *J.Phycol.* 29:396-407.
- Posey, M., C. Powell, L. Cahoon, D. Lindquist. 1995. Top down vs. bottom up control of benthic community composition on an intertidal tideflat. *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.* 185:19-31.
- Reise, K. 1985. *Tidal flat ecology: an experimental approach to specis interactions*. Springer-Verlag, Berlin. 191 pp.
- Round, F. 1981. *The ecology of algae*. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 653 pp.
- Santos, P.J.P., J. Castel, L.P. Souza-Santos. 1995. Microphytobenthic patches and their influence on meiofaunal distribution. *Cah.Biol.Mar.*, 36:133-139.
- Smayda, T.J. 1978. *From phytoplankters to biomass*. In Phytoplankton Manual. A. Sournia, editor. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris. 273-279.
- Soares, C. R., Angulo, R. J., Lessa, G. C. 1997. *Morfodinâmica de ambientes atuais, evolução da planície durante o Quartenário e problemas de erosão costeira*. Curitiba, 6º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quartenário (ABEQUA). Publicação especial no 2, Roteiro da excursão ao litoral do Estado do Paraná, 1-127.
- Souza, E. C. P. M. 1983. Primary production of the benthic microflora living on intertidal flat in the Santos estuarine system (24°S, 46°W), São Paulo, Brazil. *Bol. Inst. Oceanogr. São Paulo.* 32(2): 177-186.
- Souza, E.C.P.M. & C. David. 1996. Variação diária dos pigmentos fotossintetizantes do microfitobentos da Praias de Aparecida, Santos (23 58' 48" S - 46 19' 00" W), Sao Paulo, Brasil. *Bol. Inst. Oceanogr. São Paulo.* 147-154.
- Strickland, J. D. H & Parson, T. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. 2(Bulletin, 122) Ottawa, Fisheries Research, Board of Can. 172pp.
- Underwood, G.J.C. & D.M. Paterson. 1993. Seasonal changes in diatom biomass, sediment stability and biogenic stabilization in the Severn Estuary. *J.Mar.Biol.Assoc.U.K.* 73: 871-887.
- Underwood, G.J.C. & D.M. Paterson. 1993. Recovery of intertidal benthic diatoms after biocide treatment and associated sediment dynamics. *J.Mar.Biol.Assoc.U.K.* 73: 25-45.

7. Dados brutos

Distribuição espacial do microfitobentos ao longo da Baía de Paranaguá

Físico-químicos

dados brutos

Inverno												
estação	água intersticial						água adjacente					
	salinidade	temp.(°C)	Si(OH) ₄	PO ₄	NO _{3e2}	NH ₄	salinidade	temp.(°C)	Si(OH) ₄	PO ₄	NO _{3e2}	NH ₄
1	28,0	20,0	29,00	0,80	1,02	7,83	29,0	19,0	11,13	0,42	0,63	5,16
2	30,0	20,0	26,93	6,69	0,76	13,63	28,0	20,0	11,57	0,47	0,28	5,04
3	29,0	20,0	155,84	0,87	0,48	16,50	27,0	20,5	18,79	0,60	0,53	14,67
4	28,0	20,0	33,01	1,25	0,90	10,33	27,0	20,5	12,16	0,48	0,29	11,42
5	27,0	22,0	40,94	1,73	0,77	11,32	25,0	21,5	14,01	0,54	0,70	5,59
6	27,0	22,0	64,07	4,85	1,60	18,19	26,0	21,5	10,70	0,58	0,39	7,12
7	26,0	21,5	122,07	1,98	1,06	14,04	25,0	21,5	19,60	0,77	1,08	8,40
8	25,0	21,5	101,43	2,77	2,39	15,99	25,0	21,0	23,73	0,53	0,50	2,56
9	25,0	22,5	114,90	2,02	0,88	15,66	24,0	22,0	24,71	1,14	0,51	4,08
10	25,0	21,5	139,33	2,09	5,19	13,74	25,0	21,0	37,30	0,78	1,78	8,78
11	24,0	23,0	60,71	2,62	10,49	31,83	23,0	22,0	40,56	1,15	2,73	6,19
12	15,0	23,0	127,71	1,73	1,39	24,18	20,0	23,0	68,91	1,17	3,75	10,18
13	18,0	23,0	130,65	1,55	1,14	20,29	23,0	24,0	30,63	0,60	1,10	6,60
14	21,0	24,0	201,89	1,57	1,65	44,72	19,0	23,0	74,77	1,19	3,63	12,60
15	22,0	22,5	107,19	1,82	2,09	15,88	22,0	23,0	61,63	0,98	2,93	7,46
16	16,0	24,0	81,12	0,87	1,03	13,97	13,0	23,5	97,20	0,56	3,96	8,81
17	15,0	26,0	84,49	1,30	0,48	5,40	12,0	24,0	87,10	0,57	3,76	11,61

Verão												
estação	água intersticial						água adjacente					
	salinidade	temp.(°C)	Si(OH) ₄	PO ₄	NO _{3e2}	NH ₄	salinidade	temp.(°C)	Si(OH) ₄	PO ₄	NO _{3e2}	NH ₄
1	23,00	26,50	19,43	36,22	0,32	31,33	23,00	26,50	81,41	0,31	0,79	1,58
2	17,00	27,00	0,74	8,95	0,48	5,96	30,00	26,80	52,26	0,74	0,68	21,64
3	28,00	27,00	10,83	55,58	0,44	33,14	16,00	25,60	30,15	0,40	0,44	2,04
4	24,00	30,50	1,45	27,89	0,43	11,81	22,00	28,60	99,50	0,40	0,37	2,43
5	26,00	28,00	3,78	51,83	1,07	17,65	24,00	27,30	62,65	0,45	0,57	2,94
6	24,00	30,00	1,53	43,30	0,40	11,75	25,00	30,00	57,62	0,66	0,43	2,14
7	20,00	28,00	0,18	13,74	0,48	33,56	20,00	28,10	245,22	0,62	2,78	2,58
8	21,00	28,00	3,29	51,83	0,98	26,21	12,00	26,70	59,97	0,54	0,73	1,69
9	22,00	29,00	0,00	0,00	2,74	30,55	22,00	28,40	261,30	0,65	0,57	2,04
10	23,00	30,00	1,58	42,88	0,93	5,84	21,00	29,20	323,28	0,54	2,62	5,09
11	15,00	29,00	40,24	359,91	0,43	137,85	14,00	29,10	104,52	0,75	0,90	6,17
12	19,00	33,00	4,21	88,47	0,84	9,88	14,00	28,50	80,74	0,57	0,58	1,28
13	23,00	31,00	1,62	27,06	0,32	3,92	19,00	29,80	57,62	0,77	0,33	1,40
14	12,00	32,50	3,06	195,88	5,94	28,32	12,00	29,20	362,81	0,89	1,66	4,65
15	20,00	36,00	6,18	234,59	0,50	19,04	12,00	36,60	189,95	1,25	0,91	1,63
16	2,00	26,50	1,53	103,45	1,80	12,17	1,00	26,30	54,61	0,31	7,09	2,45
17	3,00	27,00	1,02	109,70	1,28	36,45	1,00	27,40	141,04	0,31	5,54	2,60

Inverno																	
estação	Porcentagem de cada classe de ϕ																
	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,78	6,09	20,07	13,51	35,85	23,20	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	7,94	9,98	12,21	15,34	9,77	7,76	4,96	3,58	18,90	8,93	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,06	0,08	0,06	0,11	0,30	1,92	36,95	43,45	7,86	0,00	4,00	1,00	1,00	2,50
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,07	0,09	0,26	10,37	77,28	8,32	1,03	1,03	0,00	0,00	1,54
5	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,09	0,21	0,70	2,16	16,09	53,69	12,70	3,00	2,00	2,00	1,00	4,50
6	0,00	0,00	0,00	0,03	0,10	0,16	0,37	0,10	2,31	16,12	55,50	13,57	2,05	2,05	1,02	2,05	4,60
7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,08	0,16	0,76	3,77	38,70	35,27	3,28	3,07	3,07	3,07	2,05	6,66
8	0,00	0,18	0,04	0,05	0,11	0,08	0,09	0,38	1,51	17,44	29,30	6,70	0,00	20,00	12,00	9,00	2,50
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,13	0,54	1,78	9,30	6,45	11,31	20,56	38,03	4,11	7,71
10	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,11	0,37	1,11	1,25	4,68	5,40	1,46	12,30	34,84	0,00	13,32	25,11
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	1,25	4,28	7,63	6,19	1,73	12,00	14,00	18,00	10,00	23,50
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	1,56	2,28	1,78	18,96	20,15	17,78	11,85	24,29
13	0,00	0,00	0,06	0,15	1,06	7,01	8,62	17,64	9,96	12,72	12,11	3,88	5,00	6,00	4,00	3,00	7,50
14	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,24	0,47	1,00	1,79	12,58	15,61	7,29	11,26	13,31	10,24	8,19	17,91
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,41	2,43	2,44	2,37	2,49	2,45	7,25	23,81	10,35	14,50	29,51
16	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,10	0,19	0,99	3,85	29,41	41,20	6,20	2,06	5,14	2,06	3,09	5,66
17	0,00	0,00	0,03	0,01	0,05	0,08	0,15	0,22	0,33	9,44	70,57	12,45	2,06	1,03	0,00	1,03	2,57

Verão																	
estação	Porcentagem de cada classe de ϕ																
	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,39	3,04	10,04	6,75	17,92	11,60	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	3,97	4,99	6,10	7,67	4,88	3,88	2,48	1,79	9,45	4,47	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,03	0,06	0,15	0,96	18,47	21,73	3,93	0,00	2,00	0,50	0,50	1,25
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,05	0,13	5,05	37,66	4,05	0,50	0,50	0,00	0,00	0,75
5	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,05	0,10	0,35	1,08	8,04	26,85	6,35	1,50	1,00	1,00	0,50	2,25
6	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,08	0,18	0,05	1,13	7,88	27,13	6,63	1,00	1,00	0,50	1,00	2,25
7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,08	0,37	1,84	18,89	17,21	1,60	1,50	1,50	1,50	1,00	3,25
8	0,00	0,09	0,02	0,03	0,06	0,04	0,05	0,19	0,76	8,72	14,65	3,35	0,00	10,00	6,00	4,50	1,25
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,06	0,26	0,87	4,52	3,14	5,50	10,00	18,50	2,00	3,75
10	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,06	0,18	0,54	0,61	2,28	2,63	0,71	6,00	17,00	0,00	6,50	12,25
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,62	2,14	3,81	3,09	0,87	6,00	7,00	9,00	5,00	11,75
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,66	0,96	0,75	8,00	8,50	7,50	5,00	10,25
13	0,00	0,00	0,03	0,08	0,53	3,50	4,31	8,82	4,98	6,36	6,05	1,94	2,50	3,00	2,00	1,50	3,75
14	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,12	0,23	0,49	0,88	6,14	7,62	3,56	5,50	6,50	5,00	4,00	8,75
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,16	1,17	1,18	1,15	1,20	1,18	3,50	11,50	5,00	7,00	14,25
16	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,48	1,87	14,29	20,03	3,02	1,00	2,50	1,00	1,50	2,75
17	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,04	0,07	0,11	0,16	4,59	34,32	6,05	1,00	0,50	0,00	0,50	1,25

estação	Inverno			Verão		
	carbonato	mat. orgânica	umidade	carbonato	mat. orgânica	umidade
1	3,52	2,41	60,40	2,85	4,00	64,69
2	4,04	0,84	53,32	1,98	0,40	57,30
3	4,75	4,79	74,10	3,50	2,20	61,99
4	3,01	2,57	68,73	3,97	2,53	59,79
5	2,70	3,31	58,82	2,84	1,33	58,04
6	2,94	1,58	62,44	4,14	3,20	71,34
7	6,07	6,60	75,73	2,57	3,13	58,82
8	2,42	2,47	63,53	3,45	1,80	62,70
9	12,58	3,91	68,24	5,42	5,19	68,13
10	12,54	15,66	88,50	6,84	9,20	82,82
11	14,40	19,38	90,82	8,69	15,72	90,71
12	4,06	4,82	72,07	11,90	14,64	88,18
13	4,83	5,28	72,27	10,29	14,73	89,76
14	14,54	21,83	88,97	4,15	8,08	85,79
15	9,28	16,68	88,14	7,69	14,07	88,31
16	8,45	11,50	80,74	5,15	6,13	72,48
17	4,69	6,86	77,05	6,31	12,67	80,91

Sedimento								
estação	mg Clor <i>a</i> . sed ⁻¹				mg Feo <i>a</i> . sed ⁻¹			
	inverno		verão		inverno		verão	
	média	dvpadr	média	dvpadr	média	dvpadr	média	dvpadr
1	7,76	1,28	3,04	0,67	12,59	0,91	0,32	0,22
2	9,76	0,95	3,19	0,24	1,41	0,47	0,02	0,31
3	21,72	2,39	30,16	7,73	16,71	1,93	7,95	4,31
4	14,99	2,55	74,11	27,88	2,90	2,31	41,72	12,25
5	7,02	2,11	14,87	4,67	5,61	1,84	3,41	2,09
6	23,94	4,69	52,36	3,94	11,10	2,76	9,85	6,57
7	11,65	5,31	7,31	1,02	21,19	7,32	5,81	1,77
8	11,45	3,57	22,33	5,34	9,88	5,10	3,24	2,07
9	11,57	1,86	17,69	5,00	14,08	6,03	10,46	5,32
10	2,79	1,70	21,22	8,51	8,24	8,07	8,05	0,44
11	1,51	0,70	27,96	3,54	11,14	1,89	69,46	18,66
12	24,08	4,88	22,40	6,96	15,95	5,23	12,62	3,66
13	10,65	5,47	15,49	2,03	9,21	5,44	15,37	2,45
14	6,90	4,04	5,21	3,49	46,59	28,20	20,56	16,24
15	45,12	23,32	19,52	4,60	67,70	10,82	13,54	4,34
16	53,45	9,20	15,32	5,61	52,94	6,17	34,14	17,57
17	47,15	12,69	11,58	11,16	66,59	11,71	37,04	34,29

Água adjacente				
estação	mgClor <i>a</i> . m ⁻³		mgFeo <i>a</i> . m ⁻³	
	inverno	verão	inverno	verão
1	0,69	4,49	0,52	2,84
2	2,88	4,81	5,86	3,60
3	4,57	11,75	10,15	0,00
4	5,79	2,67	5,79	2,94
5	3,07	10,95	0,80	1,82
6	1,77	13,17	4,10	0,00
7	10,32	9,13	27,62	2,94
8	20,51	6,68	8,20	12,02
9	10,73	18,69	26,82	0,00
10	5,61	19,31	6,17	0,00
11	9,29	28,93	4,80	16,24
12	10,94	18,69	9,85	0,00
13	18,69	16,82	54,57	0,00
14	7,48	20,03	13,46	3,34
15	5,34	8,54	4,01	13,39
16	1,23	0,00	4,79	17,29
17	1,34	5,70	9,88	4,27

Distribuição espacial e variação sazonal do microfítobentos na planície entremarés da Ilha Rasa da Cotinga

Físico-Químico

dados brutos

pontos	Temperatura (°C)											
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
água	21,00	22,00	23,00	26,00	27,20	28,00	26,00	28,30	25,00	21,60	18,40	16,00
1	20,00	22,00	24,00	27,00	27,00	27,40	26,00	28,50	25,20	21,60	18,40	16,00
2	18,00	23,00	24,00	28,50	27,00	28,00	25,90	28,70	26,40	20,50	18,70	16,20
3	18,50	24,00	24,00	29,50	27,00	28,30	25,50	30,70	28,50	19,00	18,40	15,00
4	19,00	24,50	24,00	29,00	27,00	28,60	25,50	28,80	29,20	18,30	18,40	15,80
5	19,00	25,00	24,00	28,50	27,00	28,30	25,60	28,30	29,60	19,50	18,30	15,20
6	19,50	26,00	23,50	28,00	27,00	28,20	25,70	27,80	27,80	20,10	18,00	14,90
7	20,50	25,00	23,50	28,00	27,00	26,70	25,70	27,60	27,80	19,30	18,00	14,70
8	20,00	27,00	23,50	28,00	27,00	27,80	25,00	27,20	28,00	19,20	17,90	14,20
9	21,00	27,00	23,00	26,00	27,00	27,50	25,70	27,30	26,80	18,40	17,90	14,50
10	21,50	27,50	23,00	27,00	27,00	27,20	25,20	26,60	27,20	18,30	17,50	13,90

pontos	Salinidade											
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
água	30,00	29,00	24,00	29,00	27,00	26,00	28,00	25,00	28,00	31,00	33,00	30,00
1	30,00	27,00	22,00	29,00	27,00	28,00	27,00	26,00	29,00	31,00	33,00	30,00
2	30,00	27,00	24,00	30,00	27,00	27,00	28,00	26,00	28,00	31,00	33,00	32,00
3	31,00	30,00	24,00	30,00	27,00	28,00	29,00	27,00	30,00	31,00	34,00	31,00
4	31,00	29,00	24,00	30,00	27,00	27,00	30,50	28,00	29,00	31,00	34,00	32,00
5	30,00	30,00	24,00	29,00	30,00	28,00	30,00	28,00	29,00	32,00	34,00	31,00
6	30,00	30,00	24,00	29,00	30,00	27,00	30,00	27,00	29,00	31,00	34,00	32,00
7	31,00	30,00	22,00	30,00	30,00	28,00	30,00	27,00	29,00	31,00	34,00	31,00
8	31,00	30,00	24,00	29,00	30,00	28,00	30,50	27,00	28,00	32,00	34,00	31,00
9	32,00	30,00	24,00	30,00	30,00	27,00	28,50	27,00	28,00	31,00	34,00	31,00
10	31,00	30,00	24,00	30,00	30,00	28,00	29,00	27,00	29,00	31,00	33,00	31,00

Concentrações de Silicato (μM)												
pontos	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
água	9,85		16,99	8,65	7,94	15,88		19,32	18,52	10,44	14,24	11,21
1	26,23	13,71		17,05		136,97	31,64	33,93	25,43	13,65	14,46	34,72
2	65,39	36,78	12,97	51,16	24,99	19,78	26,85	32,06	12,05	9,64	13,12	50,03
3	28,42	28,37	10,26	16,47	19,11	17,49	36,01	39,97	13,39	23,56	12,85	13,63
4	88,16	15,52	15,27	17,94	22,35	23,94	34,14	45,79	36,94	12,05	10,98	24,83
5	74,14	21,35	19,29	37,34	24,41	49,75	38,72	46,42	20,35	10,71	11,24	21,28
6	60,66	14,29	45,09	34,99	24,11	38,93	31,02	54,07	31,05	13,39	12,85	18,11
7	32,97	73,56	44,66	30,58	22,05	53,29	36,64	33,72	36,41	17,94	14,99	22,59
8	61,38	98,83	101,73	39,40	41,46	77,43	30,18	51,42	21,68	19,54	15,26	22,21
9	48,27	55,99	11,66	17,94	33,52	42,26	37,68	51,62	28,64	21,50	15,53	26,51
10	56,65	20,36		40,28	68,51	66,40	35,60	48,92	27,04	47,12	29,98	37,52

Concentrações de Ortofosfato (μM)												
pontos	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
água	0,60		0,45	0,17	0,95	0,36		0,17	0,36	0,28	0,27	0,31
1	1,92	1,87	2,61	0,87		2,57	2,06	1,02	1,17	0,44	0,86	0,72
2	1,78	2,36	1,53	1,90	2,10	1,72	2,86	2,05	0,79	0,39	0,82	1,11
3	2,80	2,07	2,05	1,29	1,66	3,56	4,02	2,10	1,06	0,49	0,94	1,02
4	3,99	2,31	2,27	1,80	2,08	2,90	3,86	2,33	1,88	0,50	0,82	0,76
5	4,42	2,00	1,68	1,83	2,17	4,67	4,10	2,78	0,79	0,40	0,65	0,74
6	2,18	1,13	1,80	1,18	1,55	2,89	3,55	1,98	0,55	0,39	0,65	0,53
7	0,74	2,02	2,41	0,42	0,54	1,83	12,07	0,37	0,50	0,52	0,42	0,51
8	2,29	1,92	1,58	0,94	1,65	1,40	1,12	0,66	0,77	0,42	0,45	0,74
9	2,22	4,48	1,62	0,69	1,11	1,70	1,91	1,04	0,62	0,34	0,52	0,42
10	0,76	1,43	1,04	0,86	3,12	7,17	1,77	2,28	0,87	0,17	0,45	0,61

Concentrações de Nitrito + Nitrito (μM)												
pontos	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
água	0,81		0,40	0,17	0,17	0,38	0,27	0,17	0,24	0,10	0,34	0,53
1	1,52	2,15	3,41	0,23		0,47	0,58	0,33	1,06	0,46	2,29	1,11
2	1,61	3,01	1,90	1,70	0,58	0,52	0,69	0,59	0,68	0,52	1,60	0,55
3	0,76	0,78	2,14	0,23	0,91	0,44	0,60	0,34	0,41	0,60	0,55	0,48
4	0,69	0,34	1,46	0,56	0,49	0,26	0,47	0,41	0,37	0,38	0,08	0,35
5	0,68	0,58	2,08	0,64	0,21	0,49	0,60	0,23	1,48	0,38	0,51	0,24
6	0,85	0,81	1,20	0,68	0,96	0,25	0,48	0,21	0,24	0,52	0,56	0,97
7	0,54	0,36	2,61	0,68	1,10	0,32	0,62	0,72	0,30	0,74	0,70	0,31
8	0,67	0,32	0,76	0,64	0,21	0,27	0,68	0,50	0,34	0,49	0,54	0,53
9	0,77	0,00	20,84	0,66	0,63	0,97	0,39	0,25	0,18	0,44	0,59	0,40
10	1,89	1,11	2,26	2,48	11,13	1,49	0,60	0,76	0,36	0,80	0,24	0,43

Concentrações de Amônio (μM)												
pontos	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
água	0,99		43,79	0,60	9,50	1,68	2,60	0,86	1,74	1,38	2,39	3,73
1	12,62	15,77	82,49	1,25		18,60	2,92	4,25	7,48	0,00	4,10	7,70
2	35,19	22,52	0,00	4,43	6,08	9,92	8,04	1,25	3,46	0,40	0,84	14,39
3	11,34	5,56	7,50	15,56	2,44	3,35	5,45	2,55	0,45	0,68	0,65	3,96
4	42,25	3,97	30,73	3,98	3,81	0,00	4,95	1,47	0,85	0,34	5,97	10,94
5	19,04	5,79	11,29	2,61	3,24	2,15	203,67	4,14	1,64	1,19	0,09	3,24
6	14,33	6,29	6,98	0,40	1,31	9,19	4,05	0,45	13,89	3,01	1,12	2,73
7	9,52	9,61	35,13	0,40	5,57	13,89	7,36	0,51	5,39	4,14	1,31	2,52
8	15,29	6,19	28,06	0,40	10,28	6,01	2,47	6,97	0,79	3,12	1,49	5,61
9	14,65	13,58	38,49	0,57	2,10	8,05	10,45	14,40	1,81	2,84	0,84	8,71
10	25,03	12,07	21,23	3,69	23,06	20,87	211,87	13,55	6,01	13,89	1,37	9,35

Porcentagem de Matéria Orgânica											
pontos	set	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
1	1,73	1,29	0,54		0,97	0,69	2,71	2,27	2,45	1,88	2,80
2	1,18	0,96	1,08	1,45	1,35	0,97	2,03	1,78	1,83	1,44	2,46
3	1,12	1,52	0,40	1,38	1,44	1,37	2,04	1,84	2,17	1,57	1,66
4	3,14	1,57	0,00	2,75	1,53	0,53	2,18	2,01	1,56	1,63	2,13
5	3,01	2,18	0,94	1,53	1,88	0,64	1,91	1,85	3,94	2,01	2,33
6	2,28	1,21	1,12	1,72	1,48	1,46	2,66	2,84	2,39	1,90	1,93
7	2,45	2,42	0,58	2,78	2,61	2,46	3,02	3,01	3,59	3,17	2,73
8	2,76	2,19	0,53	2,48	3,58	1,72	2,44	2,67	2,61	2,86	2,73
9	1,94	2,25	1,13	1,75	1,84	2,03	2,70	2,89	2,98	2,92	2,93
10	1,45	1,35	0,52	1,54	1,59	1,31	1,95	2,09	2,20	1,93	1,86

Porcentagem de Carbonato											
pontos	set	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
1	7,72	6,14	13,36		3,73	6,62	7,38	16,72	40,26	24,76	7,22
2	24,87	13,30	15,67	29,89	16,22	24,67	15,93	26,38	19,27	34,23	11,98
3	16,31	28,22	18,31	36,11	21,69	20,96	14,34	14,71	19,32	27,04	12,54
4	24,11	8,29	11,99	17,97	12,27	22,45	7,40	8,11	8,31	9,24	7,28
5	13,57	22,10	6,36	24,64	12,05	18,48	9,61	8,89	31,35	19,35	13,53
6	13,61	18,98	12,20	23,59	21,63	17,15	12,76	27,55	28,77	15,31	11,73
7	8,36	13,95	7,23	24,07	10,31	10,75	7,78	18,31	8,72	11,12	5,17
8	11,03	5,44	3,24	18,00	6,17	4,62	8,51	9,53	10,04	8,53	7,16
9	3,56	7,05	7,95	13,73	2,51	6,19	3,96	7,03	6,35	13,10	5,67
10	2,96	2,54	2,98	3,09	2,61	4,67	3,33	2,48	3,94	6,11	4,94

Porcentagem de cada classe de ϕ em cada ponto amostral - Ilha Rasa da Cotinga (1995/1996)

mês	set	out																			
ponto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
-1,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-1	2,10	4,68	3,78	3,56	1,57	2,79	1,46	0,49	0,41	0,06	2,24	5,00	1,37	1,15	1,08	0,84	0,30	0,00	0,00	0,00	0,07
-0,5	1,01	2,01	5,67	1,30	0,50	0,99	0,17	0,03	0,01	0,04	0,76	3,15	1,17	0,65	0,52	1,08	0,22	0,00	0,00	0,00	0,07
0	0,49	1,56	1,64	0,94	0,24	0,52	0,18	0,02	0,02	0,02	0,68	2,35	1,02	0,50	0,54	0,88	0,29	0,00	0,00	0,00	0,10
0,5	0,54	1,39	1,61	0,71	0,25	0,47	0,14	0,03	0,02	0,05	0,58	2,28	1,07	0,40	0,36	0,82	0,26	0,00	0,00	0,00	0,12
1	0,39	0,88	0,87	0,34	0,12	0,21	0,09	0,05	0,01	0,06	0,43	1,20	0,81	0,22	0,21	0,46	0,15	0,03	0,00	0,00	0,07
1,5	0,36	0,78	0,81	0,24	0,12	0,20	0,12	0,05	0,04	0,17	0,39	1,00	0,76	0,18	0,19	0,39	0,15	0,05	0,03	0,00	0,12
2	0,64	1,45	1,36	0,38	0,28	0,54	0,39	0,22	0,18	0,64	0,70	1,51	1,20	0,41	0,33	0,78	0,39	0,20	0,15	0,00	0,58
2,5	1,30	3,12	1,58	0,63	5,01	1,35	1,08	0,72	0,64	1,28	1,58	2,63	1,40	0,81	0,76	1,61	0,88	0,66	0,49	1,47	1,47
3	46,92	29,89	15,17	9,69	24,98	28,93	16,69	28,49	33,30	20,99	28,44	22,86	16,48	14,45	12,15	20,19	15,56	13,94	13,25	16,42	16,42
3,5	37,46	46,80	59,34	68,43	56,52	50,54	55,52	46,28	46,07	62,82	56,12	49,10	64,93	70,54	66,53	58,58	58,04	62,04	62,56	65,34	65,34
4	4,24	3,66	4,42	8,27	6,57	5,42	7,46	6,20	5,48	5,81	4,30	4,15	4,97	6,88	9,35	7,45	12,17	11,91	11,38	9,80	9,80
5	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,00	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00
6	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	2,00	1,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2,00	2,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	5,00	4,00	4,00	1,00	1,00
8	2,00	0,00	0,00	2,50	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9	0,50	1,50	1,50	1,50	1,50	4,50	5,50	10,50	8,50	2,50	1,50	0,50	1,50	1,50	3,50	0,50	5,00	3,50	4,50	2,50	2,50
mês	nov	dez																			
ponto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10
-1,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,04	9,72	5,63	1,52	0,21	1,57	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
-1	3,30	9,87	9,14	1,65	6,11	4,40	0,62	0,00	0,08	0,00	0,43	1,92	2,09	0,27	0,35	0,52	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
-0,5	1,04	1,75	1,68	0,42	1,03	0,52	0,08	0,00	0,03	0,00	0,38	1,51	2,04	0,27	0,39	0,49	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,60	1,05	1,22	0,28	0,57	0,30	0,02	0,00	0,02	0,00	0,34	0,97	1,68	0,25	0,19	0,36	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
0,5	0,64	1,03	1,15	0,20	0,39	0,25	0,06	0,03	0,04	0,00	1,70	0,77	1,32	0,17	0,17	0,30	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,40	0,54	0,59	0,10	0,15	0,12	0,03	0,02	0,04	0,01	0,29	0,41	0,66	0,11	0,11	0,15	0,03	0,00	0,03	0,00	0,02
1,5	0,38	0,55	0,58	0,10	0,13	0,15	0,07	0,04	0,07	0,07	0,26	0,30	0,61	0,15	0,13	0,22	0,05	0,02	0,03	0,00	0,11
2	0,93	1,20	1,21	0,23	0,43	0,57	0,34	0,24	0,85	0,66	0,71	0,96	1,27	0,37	0,37	0,56	0,26	0,18	2,00	0,62	0,62
2,5	2,78	2,79	1,53	0,49	1,01	1,58	1,02	0,80	3,25	1,59	1,95	2,61	1,64	2,07	0,98	1,23	0,83	3,28	14,02	1,55	1,55
3	45,72	39,88	34,04	28,36	9,03	14,50	30,52	21,21	21,76	34,01	25,12	20,95	17,13	51,48	10,25	12,61	16,09	53,32	48,05	20,88	20,88
3,5	35,22	33,12	42,30	57,03	64,55	59,68	48,72	56,48	56,88	52,54	53,76	49,77	58,60	35,62	70,65	64,35	61,73	30,15	23,75	62,01	62,01
4	3,10	2,89	3,01	5,03	8,28	7,13	6,93	7,15	5,96	4,32	4,59	4,78	3,63	3,56	11,60	12,02	10,39	3,59	7,62	6,11	6,11
5	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	2,05	2,00	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	2,04	2,00	1,00	1,00	2,05	2,05
6	1,00	0,00	2,00	0,00	1,00	1,00	2,05	0,00	2,00	2,00	3,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,02	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,02	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,02	0,00	2,00	2,00	1,00	2,05	2,05
8	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,02	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
9	1,50	2,50	0,50	3,50	3,50	4,50	6,65	7,50	4,50	4,50	2,50	3,50	2,50	1,50	3,57	1,53	3,50	3,50	3,50	4,60	4,60

Porcentagem de cada classe de ϕ em cada ponto amostral - Ilha Rasa da Cotinga (1995/1996)

mês	jan	fev																		
ponto	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
-1,5	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
-1	6,14	2,19	1,05	2,20	0,67	0,32	1,93	0,00	0,00	0,00	1,03	3,77	1,79	1,44	1,41	0,31	0,27	0,00	0,16	
-0,5	1,78	2,58	0,77	1,49	1,00	0,32	1,79	0,00	0,00	0,00	2,22	4,20	1,70	2,21	1,93	0,34	0,21	0,12	0,11	
0	1,09	2,06	0,49	0,96	0,92	0,26	1,15	0,00	0,00	0,00	2,08	3,24	1,33	2,14	1,56	0,36	0,12	0,16	0,08	
0,5	1,02	2,59	0,49	0,75	0,74	0,20	0,89	0,01	0,06	0,05	2,39	2,96	1,59	2,38	1,90	0,43	0,11	0,20	0,07	
1	0,57	1,39	0,21	0,34	0,40	0,11	0,42	0,01	0,03	0,04	1,48	1,74	0,79	1,17	0,92	0,23	0,06	0,11	0,05	
1,5	0,46	1,04	0,16	0,67	0,32	0,10	0,29	0,06	0,12	0,04	1,32	1,32	0,56	0,80	0,64	0,22	0,07	0,10	0,10	
2	1,20	1,49	0,30	0,86	0,55	0,33	0,48	0,23	0,69	0,20	1,97	1,83	0,70	1,02	0,97	0,49	0,22	0,24	0,52	
2,5	3,07	1,64	0,58	1,65	1,11	0,91	0,95	0,56	1,47	1,05	3,74	1,92	0,76	1,43	1,71	1,09	0,67	0,60	1,27	
3	48,79	44,68	22,39	16,38	12,04	20,31	36,94	44,78	49,71	23,03	23,40	35,77	30,98	29,33	31,00	35,02	15,31	15,36	17,70	
3,5	27,14	34,27	64,57	62,27	70,56	59,80	39,07	43,90	34,64	59,48	47,32	33,55	47,67	42,95	42,49	37,44	62,92	63,80	62,79	
4	2,17	2,56	5,31	5,59	6,87	7,44	7,55	3,80	6,73	4,62	4,01	2,64	4,82	6,77	4,83	7,82	8,57	6,93	7,18	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00	0,00	0,00	2,00	
6	1,00	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	3,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	
7	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00	0,00	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	2,00	1,00	0,00	0,00	
9	1,50	1,50	2,50	3,50	1,50	4,50	3,50	2,50	1,50	2,50	4,50	2,50	3,50	2,50	3,50	6,50	5,50	7,50	6,50	
mês	mar	abr																		
ponto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-1,5	0,00	6,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
-1	7,27	12,00	8,35	5,66	5,93	4,78	1,23	1,07	0,55	0,40	0,69	2,27	1,89	0,36	0,28	0,71	3,70	0,16	0,00	
-0,5	0,61	2,57	1,26	0,20	1,41	0,96	0,22	0,03	0,06	0,15	0,93	2,87	1,81	0,69	0,63	0,83	0,78	0,29	0,00	
0	0,38	1,14	0,73	0,12	0,76	0,46	0,10	0,01	0,28	0,07	0,49	3,11	1,26	0,68	0,62	0,82	0,32	0,27	0,00	
0,5	0,39	0,84	0,67	0,32	0,53	0,51	0,18	0,04	0,10	0,06	0,52	3,21	1,41	0,49	0,49	0,70	0,32	0,21	0,00	
1	0,29	0,53	0,32	0,05	0,25	0,24	0,09	0,03	0,08	0,01	0,37	1,98	0,71	0,20	0,24	0,33	0,20	0,16	0,03	
1,5	0,30	0,47	0,67	0,09	0,23	0,22	0,13	0,10	0,13	0,25	0,34	1,36	0,53	0,16	0,21	0,27	0,20	0,17	0,03	
2	0,71	1,21	0,96	0,11	0,50	0,73	0,60	0,34	0,27	0,45	0,85	1,97	0,93	0,27	0,43	0,64	0,75	0,40	0,06	
2,5	1,68	3,06	0,36	0,80	1,12	1,62	1,77	1,10	0,82	1,36	4,61	3,68	1,13	0,52	0,92	1,51	1,88	1,01	0,88	
3	43,36	41,68	38,20	35,26	33,35	33,82	35,99	34,47	39,98	50,14	52,76	47,82	39,79	33,33	9,64	16,24	16,79	15,22	20,23	
3,5	36,12	24,61	41,37	50,13	44,47	47,53	42,48	46,30	44,69	38,74	26,86	25,28	45,46	55,22	73,76	63,30	51,42	62,03	58,68	
4	3,23	1,90	2,59	2,94	3,97	4,55	5,39	5,68	4,35	3,82	2,06	2,29	2,54	4,45	7,35	5,67	9,17	9,36	7,03	
5	1,03	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	0,00	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	0,00	1,00	1,02	2,00	
6	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	1,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	2,04	1,00	
7	1,03	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	
8	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	1,00	2,00	2,04	1,00	
9	3,62	2,50	3,50	2,50	2,50	1,50	5,50	4,50	3,50	0,50	4,50	2,50	0,50	1,50	0,50	4,50	7,50	5,62	6,50	

Porcentagem de cada classe de ϕ em cada ponto amostral - Ilha Rasa da Cotinga (1995/1996)

mês	mai	jun																			
ponto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
-1,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-1	1,73	0,69	3,97	0,09	1,78	1,90	1,36	3,29	0,28	0,00	9,12	7,80	3,10	1,35	2,53	3,40	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
-0,5	0,29	0,74	1,24	0,27	0,81	0,54	0,27	0,16	0,04	0,00	2,07	2,06	1,18	0,39	1,02	0,48	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,18	0,85	0,81	0,12	0,55	0,35	0,21	0,04	0,04	0,00	1,34	1,61	0,80	0,34	0,50	0,31	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
0,5	0,20	0,99	0,63	0,12	0,44	0,33	0,11	0,08	0,05	0,00	1,08	1,65	0,91	0,24	0,47	0,24	0,06	0,01	0,02	0,00	0,00
1	0,13	0,77	0,37	0,07	0,26	0,16	0,07	0,07	0,02	0,03	0,73	0,92	0,52	0,12	0,26	0,13	0,05	0,03	0,02	0,02	0,03
1,5	0,20	0,94	0,38	0,06	0,21	0,17	0,10	0,07	0,11	0,13	0,68	0,80	0,48	0,12	0,18	0,11	0,07	0,06	0,04	0,04	0,04
2	0,53	1,79	0,68	0,19	0,45	0,47	0,61	0,22	0,54	0,83	1,33	1,43	0,87	0,24	0,47	0,48	0,37	0,22	0,17	0,07	0,07
2,5	1,39	3,48	1,10	0,64	0,99	1,44	1,81	1,17	1,53	2,23	2,60	3,03	1,18	0,59	1,08	1,32	1,09	0,76	0,50	0,48	0,48
3	31,07	30,97	21,85	23,65	9,84	14,22	20,25	16,54	35,85	25,13	25,16	24,45	15,44	8,97	10,77	18,93	17,41	19,39	12,98	1,53	1,53
3,5	50,89	49,92	62,32	59,43	67,59	62,29	54,73	60,85	46,51	57,71	42,23	45,48	64,89	74,33	68,23	60,83	58,96	62,64	61,24	19,73	19,73
4	4,57	4,05	3,94	5,25	8,71	8,02	7,40	6,77	5,23	5,49	2,88	3,90	4,69	7,25	7,50	6,56	8,88	8,53	12,67	69,20	69,20
5	2,00	1,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	0,00	2,00	0,78	0,78
6	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,04	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	1,00	2,00	2,17	2,17
7	3,00	1,00	2,00	5,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,04	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,08	1,08
9	3,50	1,50	0,50	0,50	4,50	4,50	8,50	6,64	5,50	5,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	2,50	5,50	3,50	5,50	4,88	4,88
mês	jul	ago																			
ponto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10
-1,5	0,00	4,00	5,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-1	1,36	8,54	6,00	6,73	4,56	5,42	0,31	4,68	0,34	8,25	2,10	4,68	3,78	3,56	1,57	2,79	1,46	0,49	0,41	0,06	0,06
-0,5	0,11	2,53	1,90	0,32	0,85	0,95	0,01	0,11	0,02	2,06	1,01	2,01	5,67	1,30	0,50	0,99	0,17	0,03	0,01	0,04	0,04
0	0,05	1,18	1,22	0,21	0,40	0,51	0,03	0,01	0,03	1,13	0,49	1,56	1,64	0,94	0,24	0,52	0,18	0,02	0,02	0,02	0,02
0,5	0,02	1,00	1,05	0,15	0,33	0,39	0,02	0,01	0,04	1,14	0,54	1,39	1,61	0,71	0,25	0,47	0,14	0,03	0,02	0,05	0,05
1	0,04	0,55	0,47	0,08	0,13	0,18	0,03	0,01	0,02	0,73	0,39	0,88	0,87	0,34	0,12	0,21	0,09	0,05	0,01	0,06	0,06
1,5	0,09	0,56	0,50	0,08	0,12	0,15	0,04	0,03	0,05	0,67	0,36	0,78	0,81	0,24	0,12	0,20	0,12	0,05	0,04	0,17	0,17
2	0,50	1,25	1,15	0,11	0,47	0,60	0,26	0,17	0,19	1,46	0,64	1,45	1,36	0,38	0,28	0,54	0,39	0,22	0,18	0,64	0,64
2,5	1,36	3,46	1,86	0,35	1,32	1,58	0,92	0,63	0,58	3,98	1,30	3,12	1,58	0,63	5,01	1,35	1,08	0,72	0,64	1,28	1,28
3	36,93	31,74	16,64	7,17	8,80	20,65	17,98	27,37	30,05	43,10	46,92	29,89	15,17	9,69	24,98	28,93	16,69	28,49	33,30	20,99	20,99
3,5	47,26	37,73	53,62	70,96	68,83	52,85	58,45	46,07	47,47	25,07	37,46	46,80	59,34	68,43	56,52	50,54	55,52	46,28	46,07	62,82	62,82
4	3,98	3,11	3,72	6,64	6,79	6,06	8,86	6,17	4,46	1,87	4,24	3,66	4,42	8,27	6,57	5,42	7,46	6,20	5,48	5,81	5,81
5	1,00	1,00	2,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,00	1,00	0,00	0,00
6	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,00	1,00	8,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2,00	2,00	1,00	1,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,50	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00
9	4,50	2,50	3,50	4,50	6,50	7,50	5,50	10,50	6,50	3,50	0,50	1,50	1,50	1,50	1,50	4,50	5,50	10,50	8,50	2,50	2,50

Concentração de Clorofila a (mg. g sed ⁻¹)												
pontos	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
1	13,96	5,65	3,26	3,74	5,41	14,52		3,14	2,73	3,11	1,75	11,24
2	8,45	6,99	4,85	4,10	6,92	5,05	4,25	6,55	7,47	5,31	10,15	12,63
3	11,46	11,01	4,92	6,72	6,91	12,26	9,73	11,33	17,02	10,58	12,20	9,70
4	13,67	23,10	9,09	7,88	7,43	17,41		17,77	30,18	27,71	16,85	16,83
5	23,52	15,08	9,76	6,97	8,75	15,10	12,80	14,93	27,92	14,86	15,42	19,93
6	14,65	14,50	11,69	13,32	12,40	32,79	18,03	24,45	18,63	19,87	22,71	17,48
7	15,99	9,77	12,52	25,18	21,71	21,18	42,41	30,48	32,03	22,59	13,57	13,35
8	19,73	11,69	16,59	18,41	15,40	14,03	34,00	23,28	23,72	31,75	23,62	11,47
9	24,21	10,40	11,56	14,64	12,97	15,49	26,03	31,87	57,77	19,82	19,60	15,87
10	13,66	13,26	13,29	32,27	17,11	24,36		13,36	33,03	36,34	8,56	23,32

Concentração de Feofitina a (mg. g sed ⁻¹)												
pontos	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
1	4,91	4,36	4,83	1,47	2,92	2,70		0,98	0,27	1,36	1,26	11,39
2	3,55	3,79	3,03	1,16	2,81	2,10	1,04	1,75	1,48	1,37	5,70	21,17
3	4,12	3,45	3,85	1,24	1,74	2,18	3,31	1,45	1,60	0,61	1,01	1,50
4	7,74	5,29	1,46	1,06	3,17	3,40		4,94	10,45	15,93	1,93	3,90
5	4,65	3,19	2,44	1,08	3,61	2,13	1,36	3,36	1,86	3,95	2,75	4,54
6	3,09	5,01	4,26	2,10	4,74	5,45	3,57	6,37	2,87	3,05	7,42	6,54
7	2,43	3,36	6,61	6,99	9,23	9,76	8,75	14,59	7,42	8,56	6,47	6,77
8	8,91	4,77	4,40	2,85	5,19	4,69	14,19	11,58	9,24	23,17	13,41	5,89
9	6,53	4,25	4,84	4,39	5,90	8,00	4,22	12,87	34,57	8,25	10,52	8,07
10	3,02	5,93	4,87	11,59	6,25	2,55		4,22	11,93	16,34	3,28	4,43

Concentrações de Clorofila e Feofitina na água adjacente (mg. m ⁻³)												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
clorofila	2,94	2,96	2,88	0,71	4,01	7,05	1,35	3,12	0,92	1,74	4,33	2,99
feofitina	0,66	2,57	0,00	1,28	0,67	0,35	0,92	1,01	0,69	1,91	2,07	0,36

Produção primária microfitobêntica

Taxas de produção e Clorofila

dados brutos

Taxa de produção horária e diária ($\text{mgC.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ e $\text{mgC.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$)						
1996/97	2		5		10	
	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>d</i>
abril	8,8	73,6	107,0	1571,5	255,7	1612,4
maio	154,9	359,1	193,0	1597,1	244,4	359,1
julho	158,2	281,2	462,4	4087,9	440,9	3648,3
setembro	-	-	329,0	3342,0	487,8	4643,6
dezembro	111,0	211,7	784,2	4569,9	864,9	6529,7
janeiro	27,0	148,2	850,3	723,3	1941,7	953,3
fevereiro	114,0	1137,1	723,3	5063,4	953,3	5783,6
março	147,5	1428,9	1021,2	7311,8	636,6	6444,6

1996/97	mgClor a. gsed^{-1}		
	2	5	10
abril	-	-	-
maio	7,35	8,60	4,53
julho	5,32	3,49	6,19
setembro		6,62	8,41
dezembro	7,95	8,67	10,86
janeiro	10,91	10,31	9,84
fevereiro	3,82	12,60	19,21
março	16,38	14,69	13,90