

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA - CENTRO DE ECOLOGIA
BACHARELADO EM BOTÂNICA

VARIAÇÃO SAZONAL DA PRODUÇÃO PRIMÁRIA, BIOMASSA E COMPOSIÇÃO DO
FITOPLÂNCTON DA LAGOA EMBOABA, OSÓRIO, RS.

EDUARDO VÉLEZ

Dissertação apresentada ao curso
de Ciências Biológicas da Uni-
versidade Federal do Rio Grande
do Sul, como parte dos requisiti-
tos para obtenção do Título de
Bacharel em Ciências Biológicas,
ênfase Botânica.

BIO

BIO
BIO/87

UFRGS
BIBLIOTECA SETORIAL DO
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

Porto Alegre - RS

1990

ORIENTADOR

Luis R. de Baptista

Prof.Dr. Luis Rios de Moura Baptista

CO-ORIENTADOR

Ozorio Fonseca

M.Sc. Ozório José de Menezes Fonseca

Dedico esta dissertação a minha mãe
e a meu pai (in memoriam) e a todos
os que lutam por uma sociedade
humanitária e socialista.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores que muito contribuíram para a minha formação profissional, Prof. Luis Rios de Moura Baptista pela confiança em mim depositada e M.Sc. Ozório José de Menezes Fonseca que me iniciou na pesquisa científica.

À Marinês Garcia-Baptista pela inestimável disposição, estímulo e paciência durante a elaboração deste estudo.

À Ivana B. da Cruz, incansável companheira de todas as horas, responsável pela edição desta monografia.

Aos colegas André Kersting, Rogério Castro e à Clarice Marques pela grande colaboração em fases críticas deste trabalho.

À Profa. Nídia Azevedo, por ter colocado seu laboratório à disposição para execução de parte da investigação.

À Mariângela Menezes pelo insubstituível auxílio na identificação do material fitoplanctônico.

Ao CNPq e PROPESP pelas bolsas de estudo concedidas para a realização deste trabalho.

Ao Centro de Ecologia e Departamento de Botânica pelo auxílio técnico e utilização de equipamentos.

Ao pessoal do "poleiro".

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ÁREA EM ESTUDO.....	9
2.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	9
2.2. O CLIMA REGIONAL.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	14
3.2. ÉPOCA E LOCAL DE COLETA.....	15
3.3. FATORES AMBIENTAIS.....	15
3.3.1. PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS.....	15
3.3.2. PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS.....	16
3.3.2.1. TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA - COEFICIENTE DE ATENUAÇÃO - PENETRAÇÃO DE LUZ.....	16
3.3.2.2. TEMPERATURA DA ÁGUA.....	18
3.2.2.3. OXIGÊNIO DISSOLVIDO E % DE SATURAÇÃO.....	18
3.2.2.4. pH, ALCALINIDADE E CO TOTAL.....	19
3.2.2.5. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	19
3.2.2.6. NUTRIENTES INORGÂNICOS.....	19

3.4. FATORES BIOLÓGICOS.....	20
3.4.1. PRODUÇÃO PRIMÁRIA DO FITOPLÂNCTON.....	20
3.4.2. BIOMASSA (STANDING-STOCK).....	23
3.4.2.1. CONTAGEM DE ORGANISMOS.....	23
3.4.2.2. CLOROFILA "a".....	25
3.4.3. COMPOSIÇÃO DO FITOPLÂNCTON.....	26
4. RESULTADOS.....	28
4.1. FATORES AMBIENTAIS.....	28
4.1.1. PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS.....	28
4.1.1.1. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA TOTAL.....	28
4.1.1.2. DIREÇÃO E INTENSIDADE DO VENTO.....	28
4.1.1.3. TEMPERATURA DO AR.....	29
4.1.2. PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS.....	29
4.1.2.1. TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA - COEFICIENTE DE ATENUAÇÃO - PENETRAÇÃO DE LUZ.....	29
4.1.2.2. TEMPERATURA DA ÁGUA.....	30
4.1.2.3. OXIGÊNIO DISSOLVIDO E % DE SATURAÇÃO.....	31
4.1.2.4. pH, ALCALINIDADE E CO ₂ TOTAL.....	31
4.1.2.5. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	32
4.1.2.6. NUTRIENTES INORGÂNICOS.....	33
4.2. FATORES BIOLÓGICOS.....	34
4.2.1. PRODUÇÃO PRIMÁRIA DO FITOPLÂNCTON.....	34
4.2.2. BIOMASSA.....	35
4.2.2.1. CONTAGEM DE ORGANISMOS.....	35
4.2.2.2. CLOROFILA "a".....	35
4.2.3. COMPOSIÇÃO DO FITOPLÂNCTON.....	36

5. DISCUSSÃO.....	39
5.1. PRODUÇÃO PRIMÁRIA E FATORES AMBIENTAIS.....	39
5.2. PRODUÇÃO PRIMÁRIA E BIOMASSA.....	49
5.3. PERFIL VERTICAL DA PRODUÇÃO PRIMÁRIA.....	53
5.4. ESTADO TRÓFICO.....	55
5.5. PRODUÇÃO PRIMÁRIA E FITOPLÂNCTON.....	58
5.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DO OXIGÊNIO.....	60
6. CONCLUSÕES.....	62
7. RESUMO.....	64
8. SUMMARY.....	66
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
10. TABELAS.....	80
11. GRÁFICOS.....	104
12. DESENHOS.....	141
13. FOTOGRAFIAS.....	151

1. INTRODUÇÃO

A história da ciência se confunde com a própria história do homem. Esta teve um grande impulso a partir de estudos de grandes filósofos da Antiguidade que correlacionando lógica com observações empíricas abriram caminho para a obtenção do conhecimento científico. Com o estabelecimento do método científico a ciência passou por um processo explosivo de ramificação com áreas de estudo cada vez mais específicas. No estudo de águas continentais o processo de aquisição de informações foi semelhante.

Com a descoberta do microscópio no século XVII, o homem passou a conhecer o mundo microscópico em toda a sua diversidade de formas de vida, entre elas a comunidade fitoplanctônica, cujo estudo acompanhou a partir de então o desenvolvimento da investigação dos ambientes aquáticos continentais.

HENSEN (1887) criou o termo plâncton para caracterizar os organismos microscópicos que flutuam na água. Nesta época surgiram trabalhos sobre este tipo de organismos em vários ambientes, como os de BIRGE em 1882 e ZACHARIAS em 1894 e 1895 (REYNOLDS, 1984; ESTEVES, 1988a).

A partir daí termos como fitoplâncton e produtividade passaram a acompanhar os estudos clássicos que culminaram na gênese, desenvolvimento e consolidação da Limnologia como ciência. FOREL (1901), considerado "pai da Limnologia", já citava a variação sazonal qualitativa e quantitativa do fitoplâncton. THIENEMMAN (1913) propôs uma tipologia de lagos baseada na produtividade. ESTEVES (1988a) enfatiza a grande contribuição de RUTTNER no início do século para o estudo do fitoplâncton. NAUMANN (1931) baseado na densidade do fitoplâncton lançou uma tipologia de lagos e os conceitos de oligotrófico, mesotrófico e eutrófico. STEEMANN-NIELSEN (1952) utilizou carbono radioativo (¹⁴C) para avaliação da produção primária do fitoplâncton.

Segundo ESTEVES (1988a), a partir de 1950 a Limnologia iniciou sua fase moderna com base em duas características fundamentais: 1. o predomínio de pesquisas com caráter experimental; 2. a sua universalização. As pesquisas desta fase enfocaram principalmente a quantificação dos processos envolvidos na interação entre as comunidades e destas com o meio.

Paralelamente ao desenvolvimento da Limnologia, o conceito de ecossistema foi utilizado pela primeira vez por TANSLEY (1935) e enfatizado por EVANS (1956), sendo que para os sistemas aquáticos "o trabalho de LINDEMAN (1942) foi o ponto de partida inicial, a partir da teoria trófico-dinâmica, para o estudo integrado de um lago." (TUNDISI, 1978).

Deste modo o fitoplâncton passou a ser enquadrado como um dos elementos de uma unidade ecológica, constituída por

componentes biológicos e fatores abióticos que interagem de maneira complexa. O funcionamento desta interação está ligado aos ciclos de nutrientes e ao fluxo de energia, e esta associação constitui o ecossistema.

Considerando que um ecossistema não é fechado nem isolado, mas interrelaciona-se com outros ecossistemas formando no seu conjunto a biosfera, estudar um ecossistema implica em entender o conjunto de mecanismos que interagem e evoluem com ele. Sobre tais aspectos, SMITH (1974), propôs critérios específicos para a definição do ecossistema como unidade operacional básica.

Para TUNDISI (1978) "o estudo dos ecossistemas envolve fundamentalmente dois princípios de abordagem: 1. a estrutura do ecossistema; 2. os aspectos funcionais do ecossistema. No primeiro aspecto destaca-se uma descrição das comunidades e dos fatores abióticos que compõem o ecossistema no espaço e no tempo (...). No segundo, o estudo dos aspectos funcionais do ecossistema, envolvendo principalmente problemas energéticos e relacionados com o fluxo de energia (...). Nestes dois processos de abordagem deve ser reconhecido que uma metodologia conjunta é a mais adequada".

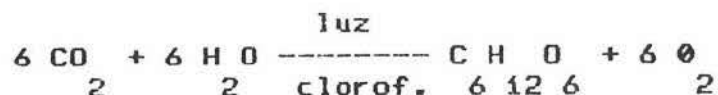
Dentro desta perspectiva o presente trabalho se propõe a estudar a comunidade fitoplanctônica como elemento estrutural através da sua composição taxonômica e biomassa, bem como o papel que representa o fluxo de energia através da sua produção primária em uma lagoa (o ecossistema em questão).

PRODUÇÃO PRIMÁRIA

"A produção primária fitoplanctônica fornece a base da cadeia alimentar que culmina nas populações naturais de peixes exploradas pelo homem, ao mesmo tempo que é responsável por cerca de 70% do suprimento de oxigênio atmosférico mundial" (REYNOLDS, 1984).

Uma vez que grande parte da produção orgânica de um ecossistema aquático depende da produção primária ao nível de organismos fotossintetizantes, é fundamental que se considere a medida desta produção como ponto de partida inicial para uma avaliação sobre a produção orgânica total (TUNDISI & TUNDISI, 1976).

A relação fundamental que governa a produção primária pode ser resumida na equação:



Ou como proposto por VAN NIEL (1941), este processo se enquadra como uma reação REDOX:



Onde 2 AH representa um doador de hidrogênio.

Esta equação não se restringe a organismos fitoplanctônicos aeróbios, mas inclui outros componentes do plâncton tais como bactérias fotoautotróficas. Além disto embora a fotossíntese seja fundamental na produção primária, existem

outros processos além do fotossintético. O conceito compreende também processos quimioautotróficos.

Produção, produção primária e produtividade são entendidos neste trabalho dentro da definição de WETZEL (1981), para quem produção, "é o peso da matéria orgânica formada durante um certo período de tempo, mais as perdas ocorridas durante o período por respiração, excreção, secreção, feridas, morte ou consumo". Produção primária "é a quantidade de matéria orgânica nova, criada por fotossíntese ou quimiossíntese, ou a energia que representa esta matéria". Produtividade "é a taxa de produção (massa/volume) dividida pelo tempo".

As primeiras tentativas para avaliar e medir a produção primária do fitoplâncton foram feitas na década de 1920-30. A partir daí uma série de diferentes metodologias passaram a ser desenvolvidas e utilizadas, sendo que a utilização de amostras isoladas das comunidades naturais tanto "in situ" como em laboratório, foi a abordagem que se estabeleceu e é responsável pelo maior número de dados até o momento, através de dois principais métodos clássicos: método do oxigênio (GAARDER & GRAN, 1927) e método do ¹⁴C (STEEMANN-NIELSEN, 1952).

No Brasil os estudos de produção primária foram introduzidos por TEIXEIRA (1963), principalmente com a técnica do ¹⁴C.

Outros trabalhos se seguiram: TEIXEIRA & TUNDISI (1967), TUNDISI (1969), AIDAR (1970), TEIXEIRA (1973a), todos em ambientes marinhos. Os estudos de produtividade do fitoplâncton em águas continentais foram introduzidos por MARLIER (1965), sendo que a partir da década de 70 iniciaram-se medidas

sistemáticas de produção primária em ambientes lacustres realizadas por TUNDISI (1977) na Represa do Lobo (BROA).

Para o Rio Grande do Sul, o estudo da produção primária é incipiente e se restringe aos trabalhos de SOMMER (1977), na Represa Lomba do Sabão; SCHWARZBOLD (1984) no Saco de Tapes, Laguna dos Patos; FONSECA (1984), em algumas lagoas costeiras e KREMER (1985), na Lagoa das Pombas.

BIOMASSA

A biomassa ou "standing-stock" corresponde ao peso total de todos os indivíduos de uma população ou comunidade por unidade de área ou de volume num dado instante (ESTEVES, 1988a). No entanto pode ser expressa de diversos modos: número de indivíduos, pigmentos, peso fresco, energia (Joules), etc. Podemos dizer em última análise que a biomassa se trata da medida quantitativa dos componentes biológicos que atuam como veículo dos processos de produção primária (VOLLENWEIDER, 1969).

A utilização da contagem de organismos para indicar a biomassa, permite definir comunidades e padrões de distribuição no espaço e no tempo (SOURNIA, 1978). Para REYNOLDS (1984), o estudo de tais padrões é fundamental na compreensão da vida dos organismos planctônicos e do funcionamento de ecossistemas pelágicos. No entanto devido à demora das análises quantitativas (contagem) do fitoplâncton, análises mais rápidas e menos subjetivas de biomassa total são frequentemente escolhidas, tais como: clorofila, ATP e outras. Embora estas não estimem a

concentração do fitoplâncton "sensu strictu", proporcionam a medida de algum constituinte comum a toda a população, capaz de refletir a abundância numérica (SMAYDA, 1972).

Na primeira metade do século surgiram os primeiros trabalhos sugerindo que ocorriam mudanças na abundância e composição do fitoplâncton (FOREL, 1901; BIRGE & JUDAY, 1922; RUTTNER, 1930) e também com medidas de biomassa baseadas em clorofila e volume (PEARSALL, 1932; GRIM, 1939; FINDENEGG, 1943).

No Brasil os estudos de quantificação do fitoplâncton iniciaram a partir de 1962 segundo TUNDISI (1986). Uma série de trabalhos foram então produzidos, entre eles podemos citar: KUTNER (1972), MARINS (1972), TUNDISI et alii (1972, 1977), LIMA et alii (1978), SASSI (1978), HIND (1979), FORTES-PONTES (1980), WATANABE (1981), DIRICKSON-PERAZZA (1982) e BRANDINI (1986).

No Rio Grande do Sul, até o momento, estudos deste tipo estão nos trabalhos de SOMMER (1977), KREMER (1985), HUSZAR (1986), DEWES & HUSZAR (1986), ODEBRECHT et alii (1988), TORGAN & GARCIA (1990).

COMPOSIÇÃO

A base taxonômica é extremamente importante para qualquer futura abordagem ecológica (TUNDISI, 1986). Através do estudo da composição específica da comunidade fitoplanctônica é possível definir as unidades biológicas capazes de manter a qualquer momento, o fluxo de matéria e energia através do sistema (VOLLENWEIDER, 1969).

Os primeiros estudos taxonômicos do fitoplâncton no Brasil remontam ao século passado. Segundo BICUDO (1986), os estudos taxonômicos do fitoplâncton de águas continentais brasileiras tiveram início com os trabalhos de EHRENBERG (1843), MOBIUS (1889), BORGE (1899) e NORDSTEDT (1869) entre outros. O trabalho de HARTMANN & CHAGAS (1910) foi o primeiro trabalho publicado no Brasil e com autor nacional. Porém foi JOLY a partir de 1957, que deu efetivamente início aos estudos de algas no Brasil, culminando no início da década de 1980 em mais de 400 trabalhos publicados sobre algas continentais.

Estudos sobre o fitoplâncton das lagoas da planície costeira do Rio Grande do Sul são encontrados em CALLEGARO et alii (1981), ROSA (1982), KREMER & ROSA (1983), CALLEGARO (1984), KREMER (1985), ALVES-DA-SILVA (1988), CALLEGARO & SALOMONI (1988), ROSA & MIRANDA-KIESSLICH (1988), WERNER (1988), CALLEGARO & ROSA (1989), TORGAN & GARCIA (1989).

OBJETIVOS

Através da ênfase dada a tais aspectos da ecologia do fitoplâncton, pretende-se obter uma idéia da contribuição que este grupo exerce em relação aos demais produtores primários da Lagoa Emboaba, avaliando:

- a. a variação sazonal da produtividade primária do fitoplâncton da Lagoa Emboaba, RS,
- b. a variação sazonal da biomassa do fitoplâncton,
- c. a composição do fitoplâncton,
- d. a variação sazonal de alguns fatores ambientais.

2. ÁREA DE ESTUDO

2.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

A planície costeira do Rio Grande do Sul, assim denominada por NOGUEIRA (1948), compreende a região geograficamente situada entre o Oceano Atlântico a leste e as Terras Altas do território a oeste. VILLWOCK (1982 e 1984) descreve dois grandes domínios geológicos, representados: pelas Terras Altas e Terras Baixas. As primeiras são constituídas pelo complexo cristalino Pré-Cambriano e sequências vulcânicas e sedimentares do Paleozóico e Mesozóico. As Terras Baixas, por outro lado, são formadas pelo material erodido das Terras Altas transportado por sistemas fluviais, formando a Planície Aluvial.

A sequência de transgressões e regressões marinhas desde o Pleistoceno, entrando pelo Holoceno (FAIRBRIDGE, 1961) promoveram o crescimento de restingas para o leste da linha da praia, formando a atual região conhecida como Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Esses depósitos praias, lagunares e eólicos, são responsáveis em grande parte pelo isolamento das atuais lagoas com o oceano, sendo denominado de Formação Quinta por GODOLPHIN

(1976).

De acordo com as características hidrológicas regionais, SCHWARZBOLD (1982) classificou as lagoas costeiras do Rio Grande do Sul em sete sistemas. Dentro desta classificação, a Lagoa Emboaba, área do presente estudo, faz parte do conjunto de Lagoas de Osório, situado no Sistema de Tramandaí.

Para JOST & SOLIANI Jr. (1976), provavelmente as pequenas lagoas localizadas na região de Osório são resquícios da ocupação da área pela Lagoa dos Patos que, com o descenso de suas águas provocou o surgimento destes corpos d'água.

FONSECA (1989) dentro desta classificação enquadra a Lagoa Emboaba como do tipo isolado. Esta situa-se às margens da rodovia que liga as cidades de Osório e Tramandaí, distante cerca de 10Km da linha da costa, rodeada por manchas de mata de restinga nas margens leste e norte e por campos na face oeste. Localiza-se entre os paralelos $29^{\circ} 55'$ e $30^{\circ} 00'$ latitude S e $50^{\circ} 10'$ e $50^{\circ} 15'$ de longitude W. A lagoa é utilizada como fonte de abastecimento de água para a cidade de Tramandaí (CORSAN) e para o Terminal da Petrobrás (TEDUT). Essa utilização da lagoa garante uma certa proteção contra atividades antrópicas diretas mais agressivas, permitindo a manutenção do sistema em condições de potabilidade após tratamento simples.

SCHWARZBOLD (1982) estabeleceu valores morfométricos calculando $1,30 \text{ Km}^2$ de área, 1,7 m de profundidade máxima, 1,22 m de profundidade média e $1,59.10^6 \text{ m}^3$ de volume.

Além do trabalho de SCHWARZBOLD (1982) outros estudos são encontrados sobre a Lagoa Emboaba. BOHRER (1985) estudou a

presença e abundância de Cladocera em função da sazonalidade, do local de coleta e variações ambientais. WURDIG & FREITAS (1988) analisaram a distribuição espacial e temporal da comunidade de Ostracodes, analisando o tipo de substrato e variações ambientais. Em ambos trabalhos, são relatadas ainda 31 espécies de macrófitas.

Outros dados sobre a Lagoa Emboaba são coletados periodicamente pela Companhia de Águas do Estado do Rio Grande do Sul (CORSAN) e referem-se principalmente a pH, DBO e coliformes, que são padrões para o estabelecimento do nível de tratamento da água para consumo humano.

A partir de junho de 1989, teve início um projeto do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para o estudo do sistema lagunar da região. Ao todo foram implementados 12 subprojetos, localizados na Lagoa Emboaba, a seguir relacionados:

- I. Morfometria
- II. Física e Química da Água
- III. Fitoplâncton
- IV. Produção primária
- V. Zooplâncton
- VI. Zoobentos e Fauna associada a Macrófitas
- VII. Ictiofauna
- VIII. Biologia de três espécies de peixes
- IX. Macrófitas aquáticas
- X. Decomposição
- XI. Sedimentos

XII. Metais pesados na cadeia alimentar.

O projeto visa coletar informações suficientes sobre um único corpo lagunar no sentido de melhor compreender a dinâmica do sistema e produzir um modelo a ser checado e comparado com outras lagoas similares. Os subprojetos III e IV são o tema da presente monografia.

2.2. CLIMA

Para HASENACK & FERRARO (1989), o clima da região é controlado por massas de ar de origem tropical marítima (mT) e polar marítima (mP). Em função do deslocamento do Anticiclone de Santa Helena para o sul (primavera-verão) ou para o norte (outono-inverno) a área recebe influência de ventos nordeste e leste, com precipitações do tipo convectivo ou de ciclones e anticiclones migratórios polares, com ventos que alternam-se entre sudoeste e oeste com precipitações do tipo frontal.

Segundo a classificação de KOPPEN o clima é do tipo Cfa ou subtropical úmido com temperaturas médias do mês mais quente acima de 22 °C e do mês mais frio variando entre -3 e 18 °C e precipitação uniforme durante o ano.

A temperatura média anual fica em torno de 20 °C com amplitude térmica anual de cerca de 9 °C. A umidade relativa do ar varia entre 76 a 86% e os ventos predominantemente nordeste tem uma velocidade média de 5,4 m/s em Osório e 6,9 m/s em Imbé. A precipitação é uniforme durante o ano embora ocorra um

pequeno aumento no inverno em razão da penetração frequente dos ciclones migratórios polares que geram chuvas do tipo frontal prolongado e menos intensas que as chuvas convectivas do verão. A precipitação média em Osório (1504,4 mm/ano) é maior do que em Imbé (1311,9 mm/ano), provavelmente devido à proximidade da encosta do planalto onde ocorrem chuvas por efeito orográfico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os resultados obtidos em qualquer trabalho científico e seu valor comparativo, dependem diretamente da metodologia utilizada. Assim, procurou-se utilizar metodologias padronizadas (IBP - International Biological Programme), sendo levado em conta como critério de escolha a sua viabilidade logística e econômica.

A frequência da amostragem variou para cada parâmetro, podendo ser dividida em:

1. Amostras mensais (dados de sub-superfície): parâmetros físicos e químicos, clorofila e fitoplâncton (quali-quantitativo). As amostras foram obtidas por imersão sub-superficial de frascos.
2. Amostras bimensais (dados da coluna d'água): produção primária, clorofila, pH, condutividade elétrica e temperatura. As amostras foram obtidas em garrafas de RUTTNER nas profundidades correspondentes a 100%, 50%, 25%, 10% e 1% de penetração de luz. Em alguns meses a profundidade correspondente a 1% foi superior à coluna

d'água, sendo então calculada a % de penetração da luz correspondente ao fundo da lagoa. Os valores de pH, condutividade e temperatura foram determinados "in loco".

Todos os dados obtidos foram simultâneos, havendo coincidência das coletas bimensais (coluna) com as mensais (sub-superfície).

3.2. ÉPOCA E LOCAL DE COLETA

O período de coleta estendeu-se de agosto de 1989 a agosto de 1990, compreendendo um ciclo estacional completo.

As coletas foram realizadas nas seguintes datas: 28.08.89*, 28.09.89, 30.10.89*, 25.11.89, 21.12.89*, 12.01.90, 07.02.90*, 08.03.90, 04.04.90*, 06.06.90, 27.06.90* e 03.08.90. As datas com asterisco correspondem às amostras bimensais.

Estabeleceu-se um ponto de amostragem, correspondente ao centro da lagoa, com profundidade que variou de 1,80 a 2,40 m ao longo do ano.

3.3. FATORES AMBIENTAIS

3.3.1. PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS

Na impossibilidade de obter tais parâmetros junto à Lagoa

Emboaba, foram consultados dados provenientes da Estação Meteorológica do DEPRC, situada no município de Imbé, distante 10 Km do local.

Foram obtidos dados de precipitação pluviométrica total (mm), direção e intensidade do vento e temperatura do ar. A estação não obtém dados sobre a radiação solar e insolação total.

3.3.2. PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS

3.3.2.1. TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA, COEFICIENTE DE ATENUAÇÃO VERTICAL E PENETRAÇÃO DE LUZ

A transparência da coluna d'água foi obtida através de disco de Secchi branco, de 30 cm de diâmetro. Para ISHII (1987) o valor obtido corresponde a 10% da radiação superficial.

Através das leituras de transparência foi possível calcular o coeficiente de atenuação vertical e a penetração da luz na coluna d'água.

A radiação na água está submetida a dois processos básicos: absorção e dispersão, sendo que o somatório de ambos corresponde à atenuação vertical (ESTEVES, 1988a). Trata-se de um fenômeno que ocorre de modo exponencial na coluna d'água sendo expresso pela equação (ou lei de LAMBERT-BOUGUER):

$$I_0 = I_z e^{-kZ} \quad \text{ou} \quad \ln(I_0/I_z) = kZ \quad \text{Equação 1}$$

Sendo que:

I_0 = intensidade luminosa sub-superficial

I_z = intensidade luminosa na profundidade Z (m)

I_{zds} = intensidade luminosa na profundidade Z_{ds} (m)

e = base do logaritmo neperiano

Z = profundidade em metros

Z_{ds} = profundidade do disco de Secchi

k = coeficiente de atenuação.

A partir desta equação obtém-se a correspondente ao cálculo do coeficiente de atenuação vertical:

$$K = \frac{\ln (I_0/I_{zds})}{Z_{ds}} \quad \text{Equação 2}$$

Para POOLE & ATKINS (1929) a relação (I_0/I_{zds}) é aproximadamente igual a um valor constante de 1,7.

Assim temos:

$$K = \frac{1,7}{Z_{ds}} \quad \text{Equação 3}$$

Utilizando as equações 1 e 3 é possível calcular fatores que multiplicados pela profundidade de desaparecimento visual do disco de Secchi, permitem obter as profundidade correspondentes a 100%, 50%, 25%, 10% e 1% da luz incidente na coluna d'água:

$$\ln (I_0/I_z) = (1,7/Z_{ds}) Z$$

$$Z = \frac{\ln(I_0/I_z)}{1,7} \cdot Z_{ds} \quad \text{ou} \quad Z = f_z \cdot Z_{ds} \quad \text{Equação 4}$$

Os seguintes fatores obtidos com a Equação 4 foram utilizados:

% de luz	I_0/I_z	$\ln(I_0/I_z)$	Fator f_z
100	1	0,000	0,000
50	2	0,693	0,408
25	4	1,386	0,815
10	10	2,302	1,354
1	100	4,605	2,709

3.3.2.2. TEMPERATURA DA ÁGUA

O perfil da coluna d'água foi obtido através de Termistor acoplado ao oxímetro YSI, modelo 57.

3.3.2.3. OXIGÊNIO DISSOLVIDO E % DE SATURAÇÃO

A concentração de oxigênio foi obtida pelo método de Winkler, de acordo com APHA (1985). As amostras foram fixadas no campo com sulfato manganoso e soda iodeto azida, sendo analisadas em laboratório.

Para o cálculo da percentagem de saturação utilizaram-se valores de tabela de solubilidade de O₂ na água, em equilíbrio

com o ar a 760mm Hg e 100% de umidade relativa (GOLTERMANN et alii 1978).

3.3.2.4. pH, ALCALINIDADE E CO₂ TOTAL

As determinações de pH foram feitas em campo com pHmetro WTW, modelo D8120 WEIHEIM.

A alcalinidade foi determinada pelo método potenciométrico (GOLTERMANN et alii 1978), utilizando-se aparelho Methrom Herisau, modelo 632, com titulação de ácido clorídrico 0.05 N até pH = 4,5. Os resultados são expressos em meq/l ou mmol.l⁻¹.

A partir dos valores obtidos de pH e alcalinidade, calculou-se segundo GOLTERMANN et alii (1978) o CO₂ total em mmol.l⁻¹. Para obter-se valores em mg/l, o valor de CO₂ total (mol/l) foi multiplicado por 44 (P.A.do CO₂), e por 0.2727(12/44) para obter a quantidade de C inorgânico disponível (COLE, 1983).

3.3.2.5. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica foi obtida em campo com condutivímetro YSI, modelo 2504, sendo os valores expressos em µMHOS/cm e os resultados corrigidos para temperatura de 20 C.

3.3.2.6. NUTRIENTES INORGÂNICOS

Foram determinadas concentrações de nitrato (método do

salicilato de sódio) e ortofosfato (método do molibdato-ácido ascórbico) segundo a metodologia descrita por ZAHRADNICK (1981).

Estes dados foram cedidos por FONSECA (tese em preparação).

3.4. FATORES BIOLÓGICOS

3.4.1. PRODUÇÃO PRIMÁRIA DO FITOPLÂNCTON

Adotou-se a metodologia desenvolvida por GAARDER & GRAN (1927), conhecida como método do oxigênio dissolvido ou método dos frascos claros e escuros. Tal metodologia baseia-se no fato de que o oxigênio é um produto direto da fotossíntese e também é consumido durante a respiração.

Este método apresenta várias limitações e fontes de erros, os quais são discutidos em VOLLENWEIDER (1969). Para ESTEVES (1988a) este método pelas facilidades de manipulação, acessibilidade de reagentes químicos envolvidos e pelas informações que fornece, deveria ser o preferido pelos limnólogos brasileiros.

Por razões de precisão analítica e fontes de erro experimental, a diferença aritmética entre duas amostras de oxigênio deve ser no mínimo de $0.15 \text{ mg O}_2 / \text{l}$ para ser significativa (VOLLENWEIDER, 1969). Este método não deve ser utilizado em regiões com densidades fitoplânctônicas expressas por valores menores que 1 mg/m^3 de clorofila "a", já que em águas

extremamente pobres a técnica apresenta pouca sensibilidade para medidas de experimentos de curta duração. Em experimentos de longa duração surge o problema relacionado com o crescimento de bactérias nas paredes do frasco (TEIXEIRA, 1973b).

Esta técnica consiste em preencher séries de três frascos, com água proveniente de distintas profundidades, neste caso, nas profundidades correspondentes a 100%, 50%, 25%, 10% e 1% de penetração de luz. Um dos frascos é fixado imediatamente para determinação da concentração inicial de oxigênio (F_i). Os outros dois, frasco claro (F_c) e frasco escuro (F_e) são incubados na profundidade de origem da amostra "in situ", neste caso por um período de 4 horas, sempre das 10h às 14h. Após a incubação as amostras foram fixadas com sulfato manganoso e soda iodeto de azida, sendo o oxigênio dissolvido dosado pelo método de Winkler.

O método baseia-se na hipótese de que após a incubação, a concentração de oxigênio diminui no frasco escuro (F_e) devido à respiração e passe a um outro valor maior no frasco claro (F_c) em razão da diferença entre produção fotossintética e respiração. Se outros processos envolvendo oxigênio (p.ex. fotooxidação) estão ausentes ou podem ser negligenciados e considerando que a respiração ocorre na mesma intensidade nos dois frascos (VOLLENWEIDER, 1969; ESTEVES, 1988a) temos que:

$$\text{Produtividade Bruta} = F_c - F_e = (F_c - F_i) + (F_i - F_e)$$

$$\text{Produtividade Líquida} = F_c - F_i$$

$$\text{Respiração} = F_i - F_e$$

Sendo:

F_c = concentração de oxigênio no frasco claro

F_e = concentração de oxigênio no frasco escuro

F_i = concentração de oxigênio no frasco inicial

Deve-se levar em conta, que além da respiração de algas e bactérias autotróficas, ocorre também a respiração de organismos heterótrofos, além dos componentes do zooplâncton, que podem contribuir com uma parcela muito grande para a respiração total. Assim, o método do oxigênio, nas condições de campo, permite avaliar a taxa de produção total pelos organismos autótrofos do fitoplâncton, bem como a taxa de respiração de todos os organismos presentes na amostra. Desse modo, conclui-se que esta técnica não permite avaliar a verdadeira produção primária líquida (TEIXEIRA, 1973). Os valores obtidos expressam os seguintes resultados:

$$\begin{array}{rcl} \text{Produção Total} & & \text{Respiração} & & \text{Produção líquida} \\ \text{dos Autótrofos} & - & \text{de todos os} & = & \text{de uma comunidade} \\ \text{(P.P.Bruta)} & & \text{organismos} & & \end{array}$$

Para transformar os valores de oxigênio em mg/l, obtidos no período de incubação, em taxas de carbono (mgC/m.h), utiliza-se o cálculo a seguir:

$$\text{mgC/m.h} = \frac{3 \quad D \times 12 \times 1000}{t \times 32}$$

Sendo:

D = diferença de O (mg/l) entre dois frascos
2

12 = peso atômico do carbono

32 = 2 X 16 (peso molecular do oxigênio)
3

1000 = fator de conversão (litro em m³)

t = tempo de incubação (horas)

Através da plotagem de taxas (mgC/m³.h) em função da profundidade (m), obtém-se uma curva, cuja área corresponde à produção, por unidade de área (mgC/m².h) da superfície da lagoa (COLE, 1983).

Para o cálculo da produção primária diária considerou-se valores de dez horas de iluminação para os períodos mais frios (inverno) e onze horas e trinta minutos para os mais quentes (verão), de acordo com a indicação de BARBOSA (1979).

3.4.2. BIOMASSA (STANDING-STOCK)

Duas metodologias de avaliação da biomassa, contagem de organismos e pigmentos (clorofila "a"), foram utilizadas neste estudo a fim de comparar os resultados e detectar a mais adequada para este tipo de ambiente.

3.4.4.1. CONTAGEM DE ORGANISMOS

As amostras de fitoplâncton total foram obtidas através de

imersão sub-superficial de frascos de 300 ml, sendo fixadas no campo com solução de Lugol (10 g iodo, 20 g KI, 200 ml água destilada e 20 ml ácido acético) na proporção final 1:1000 (VOLLENWEIDER, 1969). Todas as amostras foram acondicionadas no escuro e sob refrigeração até o período de contagem e identificação.

A quantificação foi realizada com microscópio invertido, segundo a metodologia de UTERMOHL (1958) e LUND et alii (1958), seguindo as recomendações de BICUDO (1990). Foram utilizadas câmaras de sedimentação de 10 ml, com período de sedimentação de 12 horas, sendo as contagens efetuadas através de campos aleatório-sistemizados obtidos por sorteio de pontos, com aumento de 400X. Adotou-se o critério de contagem dos organismos até que 100 organismos da espécie mais abundante fossem quantificados.

Cada amostra foi quantificada duas vezes, sendo os resultados correspondentes à média. Os organismos unicelulares foram contados um a um, sendo que as formas filamentosas e coloniais foram consideradas como um indivíduo.

Consideraram-se como espécies abundantes aquelas acima do valor médio do número total das espécies de uma amostra e espécies dominantes aquelas cuja ocorrência numérica fosse superior a 50% do número total de indivíduos das espécies da amostra (LOBO, 1984).

Os resultados obtidos foram expressos em número de organismos por litro, sendo utilizada para o cálculo a fórmula que segue:

$$n.org.l^{-1} = n.org. ml^{-1} \times 10^3 = \frac{1ml}{ml\ cont.} \times n.de\ céls.\ ou\ org.\ contados$$

Sendo:

$$ml\ contados = \frac{\overset{mm^2}{\text{superfície do campo}} \times \text{n.campos contados} \times \overset{cm}{\text{altura da câmara}}}{10^6}$$

3.4.2.2. CLOROFILA

As análises de clorofila "a" seguiram a metodologia descrita por GOLTERMAN et alii (1978).

As amostras inicialmente foram filtradas à vácuo em filtros de fibra de vidro (0.45 µm). O volume filtrado variou de 900 a 1000 ml, devido às diferentes quantidades de material em suspensão nas distintas profundidades. Em seguida, os filtros eram dobrados (sem expor o filtrado), acondicionados em tubos de ensaio, envoltos em papel alumínio, com acetona a 90% e conservados em baixa temperatura até o momento da extração.

Para a extração utilizou-se acetona 90% sendo os filtros triturados com aparelho de moagem elétrica, sob baixa iluminação e temperatura ambiente.

A seguir as amostras foram centrifugadas, e como o sobrenadante feita a primeira leitura espectrofotométrica a 663 nm e 750 nm, sendo então acidificadas com HCl 4M, novamente centrifugadas e lidas a 663 nm e 750 nm.

Obteve-se o valor de clorofila "a" em ug/l através dos seguintes cálculos:

$$Y = \frac{2,43 \times 10^6 (U - A) V_e}{K_e \cdot V_s}$$

Sendo:

Y = concentração de clorofila "a" (ug/l)

V_e = volume do extrato (10ml)

V_s = volume da amostra (ml)

K_e = coeficiente de absorção da clorofila = 91

U = (U663-U750) = absorbância do extrato

A = (A663-A750) = absorbância do extrato acidificado.

3.4.3. COMPOSIÇÃO DO FITOPLÂNCTON

Para o estudo taxonômico do fitoplâncton foram utilizadas amostras obtidas através de arrastos horizontais e verticais com rede de plâncton (57µm de abertura), conservadas sob refrigeração para análise do material vivo, sendo após fixadas com lugol para verificações posteriores. Também foram utilizadas as amostras de fitoplâncton total da análise quantitativa.

A observação e desenho do material para identificação foi feita com microscópio binocular ZEISS Standard 044Br, acoplado com câmara clara. Substâncias acessórias foram utilizadas para

evidenciar estruturas de valor taxonômico. As medidas foram realizadas com ocular micrometrada.

Nos casos de dúvida quanto à natureza fitoplanctônica de certos organismos, utilizou-se microscópio de fluorescência, baseado na propriedade da clorofila de emitir luz na faixa do vermelho (685nm) quando excitada por luz azul-violeta (cerca de 450nm)(GOVINDJEE et alii 1967).

Para a identificação das diatomáceas foram confeccionadas lâminas permanentes com material oxidado, segundo a técnica de MULLER-MELCHERS & FERRANDO (1956).

A identificação estendeu-se a todos os grupos presentes até o nível de espécie quando possível, sendo utilizada para tal bibliografia especializada: BOURRELLY (1970,1972,1981), GEITLER (1932), HUSTEDT (1930), HUBER-PESTALOZZI (1941, 1942, 1955, 1961, 1968 e 1972), PATRICK & REIMER (1966), PRESCOTT (1970), PRINGSHEIM (1956) e WEST & WEST (1912).

As amostras encontram-se tombadas no acervo do ICN, com numeração: 88017, 88018, 88019, 88020, 88021, 88022, 88023, 88024, 88025, 88026, 88027 e 88028.

O sistema de classificação taxonômica utilizado para as diatomáceas foi o de SIMONSEM (1979) e para os demais grupos o de ROUND (1983).

4. RESULTADOS

4.1. FATORES AMBIENTAIS

4.1.1. PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS

4.1.1.1. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA TOTAL

O GRÁFICO 1 apresenta os valores de precipitação pluviométrica total mensal, de agosto de 1989 a junho de 1990.

Não se observou nenhum padrão definido de sazonalidade, sendo o menor valor de precipitação igual a 122 mm (dezembro) e o maior valor correspondente a 232 mm (fevereiro) (TABELA 2).

A precipitação total anual nos onze meses observados totalizou 1147,4 mm, com uma média de 104,3 mm.

4.1.1.2. DIREÇÃO E INTENSIDADE DO VENTO

No GRÁFICO 2 estão representados os valores de velocidade

do vento (m/s), médias mensais, de agosto de 1989 a junho de 1990.

Observou-se um período com ventos mais intensos (6,6 a 7,2 m/s) de setembro a dezembro, e menos intensos (4,5 a 5,6 m/s) de abril a junho (TABELA 2).

A velocidade variou de 4,5 m/s nos meses de maio e junho a 7,2 m/s em novembro, com uma amplitude de variação de 2,3 m/s. A média anual da velocidade do vento corresponde a 6 m/s.

A direção predominante do vento é NE, e em segundo lugar W.

4.1.1.3. TEMPERATURA DO AR

No GRÁFICO 3 estão os valores de temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), médias mensais, de agosto de 1989 a junho de 1990.

O maior valor ocorreu no mês de janeiro, 25°C e o menor no mês de junho, $14,3^{\circ}\text{C}$. A amplitude térmica foi de $10,7^{\circ}\text{C}$, com uma média anual de $20,45^{\circ}\text{C}$ (TABELA 2).

4.1.2. PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS

4.1.2.1. TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA - COEFICIENTE DE ATENUAÇÃO - PENETRAÇÃO DA LUZ

Os valores de transparência e dos coeficientes de atenuação estão na TABELA 3, sendo representados nos GRÁFICOS 4

e 5, respectivamente.

A transparência variou de 1,40 m (outubro) a 2,40 m (janeiro), situando-se os demais valores no intervalo 1,50 - 1,95 m.

O coeficiente de atenuação apresentou valores de 0,71 (junho) a 1,21 (outubro), com um valor médio de 1,02.

As profundidades de penetração de luz estão na TABELA 4, sendo que os GRÁFICOS 6 e 7 apresentam respectivamente: a penetração da luz na coluna d'água por data de amostragem e a variação sazonal das diferentes % de penetração.

Em todo o ano, a zona eufótica (3,79 a 6,5 m) foi superior à coluna d'água (1,80 a 2,40 m) com valores superiores a 1% no fundo da lagoa nos meses de: agosto, outubro e dezembro (8,8%, 5,4% e 10%), e superiores a 10% em fevereiro, abril e junho (13,5%, 17,4% e 18,2%).

Os dados de transparência para os meses de setembro, novembro, janeiro, março e maio foram obtidos em FONSECA (tese em preparação).

4.1.2.2. TEMPERATURA DA ÁGUA

A TABELA 5 apresenta os dados de temperatura da coluna d'água e o GRÁFICO 8, o perfil térmico para cada data de amostragem.

A média dos valores de temperatura da coluna d'água variou de 12,9 °C em junho a 26,1 °C em fevereiro. Os valores absolutos oscilaram entre 12,8 °C e 26,1 °C, com uma amplitude de

13,3 C.

A diferença de temperatura entre a superfície e o fundo demonstrou maior ou menor homogeneidade da coluna, com valores de 0 C (fevereiro), 0,2 C (junho), 0,6 C (outubro), 0,8 C (agosto), 0,4 C (dezembro) e 1,7 C (abril).

4.1.2.3. OXIGÊNIO DISSOLVIDO E % DE SATURAÇÃO

Na TABELA 6 estão representados os valores de oxigênio (mg/l) e % de saturação para a coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990.

As concentrações de oxigênio oscilaram entre 7,47 mg/l (fevereiro) e 9,98 mg/l (junho), com uma amplitude de 2,51 mg/l.

A diferença de concentração entre a superfície e o fundo (GRÁFICO 09) é de no máximo 0,34 mg₂ /l, o que demonstra a oxigenação completa da lagoa.

A porcentagem de saturação de O₂ variou de 85,49% (agosto) a 95,0% (fevereiro), com valor médio de 91,34%.

O GRÁFICO 10 apresenta o perfil vertical da porcentagem de saturação de O₂ relacionando-o com o perfil térmico.

4.1.2.4. pH, ALCALINIDADE E CO TOTAL

Na TABELA 7, estão os valores de pH, alcalinidade (mmol/l), CO total (mg/l) e C inorgânico (mg/l) superficiais, de

agosto de 1989 a junho de 1990.

O GRÁFICO 11 e a TABELA 8 mostram a variação do pH na coluna d'água. Os valores situam-se no intervalo 6,6 (agosto, abril) a 7,6 (fevereiro), com uma variação máxima entre profundidades (100% e 25% penetração de luz) igual a 0,7 (agosto). Nos demais meses o pH praticamente não alterou com a profundidade.

Os valores de alcalinidade apresentam um máximo de 0,20 mmol/l, e um mínimo de 0,18 mmol/l ao longo do ano.

No GRÁFICO 12 observa-se a variação sazonal da concentração de CO₂ (mg/l) e C inorgânico (mg/l), com valores de CO₂ entre 9,06 mg/l a 14,59 mg/l, e C inorgânico 2,47 mg/l a 3,98 mg/l, numa amplitude de 5,53 mg/l para o CO₂ e 1,51 mg/l para o carbono inorgânico.

Os dados de pH e de alcalinidade para os meses: setembro, novembro, janeiro, março e maio, foram obtidos de FONSECA (tese em preparação).

4.1.2.5. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A TABELA 9 e o GRÁFICO 13 apresentam a variação dos valores de condutividade elétrica (µMHOS/cm) na coluna d'água, no período de agosto de 1989 a junho de 1990.

O menor valor, 57,09 µMHOS/cm foi registrado em junho de 1990 e o maior, 91,6 µMHOS/cm em outubro, com média anual de 78,14 µMHOS/cm.

Praticamente em todas as amostragens observou-se um padrão com maiores valores no fundo e menores junto à superfície, com amplitudes que variaram no máximo 5,1 $\mu\text{MHOS/cm}$. O mês de fevereiro não apresentou este comportamento, tendo o mesmo valor em toda a coluna.

4.1.2.6. NUTRIENTES INORGÂNICOS

O GRÁFICO 14 apresenta a variação na concentração de ortofosfato ($\mu\text{g/l}$), na superfície (100% de penetração de luz), de agosto de 1989 a junho de 1990.

Os maiores valores foram observados nos meses de outubro (18,2 $\mu\text{g/l}$) e maio (16,9 $\mu\text{g/l}$), sendo que nas amostras de setembro, janeiro, março e abril não foi detectado ortofosfato. A concentração média calculada para o período foi de 5,7 $\mu\text{g/l}$ (TABELA 10).

O GRÁFICO 15 apresenta os valores de nitrato ($\mu\text{g/l}$), para o mesmo período, com valores entre 10 $\mu\text{g/l}$ (setembro, outubro e maio) e 90 $\mu\text{g/l}$ (agosto). A amplitude de variação atinge 80 $\mu\text{g/l}$, sendo a média correspondente a 41,8 $\mu\text{g/l}$ (TABELA 10).

Os dados de ortofosfato e nitrato foram obtidos de FONSECA (tese em preparação).

4.2.FATORES BIOLÓGICOS

4.2.1. PRODUÇÃO PRIMÁRIA DO FITOPLÂNCTON

Como os valores de produção primária líquida e respiração não se restringem apenas ao fitoplâncton, nas condições de campo, serão considerados somente os valores de produção primária bruta (PPB).

Os valores de PPB ($\text{mgC}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) obtidos nas diferentes % de penetração de luz, no período de estudo estão na TABELA 11.

A menor taxa de produção foi $15 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ (25% penetração de luz) no mês de fevereiro de 1990. A maior taxa de produção foi de $132,19 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ (10% de penetração de luz) em agosto de 1989. Em quase todas as amostragens observou-se ausência de produção (PPB=0) em algumas profundidades (agosto e outubro a 100%, dezembro e fevereiro a 50% e em abril a 25% e 10%).

Um padrão de sazonalidade marcante, com maiores valores no inverno e menores no verão foi registrado. Os meses mais produtivos foram agosto e junho de 1989 e 1990 e os que apresentaram menor produção, dezembro de 1989 e abril de 1990.

Os diferentes perfis de produção primária na coluna d'água podem ser observados no GRÁFICO 16, onde os picos máximos ocorreram a 100% de penetração de luz em 07.02.90; a 50% em 31.10.90, 04.04.90 e 27.06.89; 25% em 21.12.89 e a 10% de penetração de luz em 28.08.89.

Os valores de produção primária em unidades de área estão na TABELA 12, onde a maior taxa corresponde a junho com

198,42 mgC.m⁻².h⁻¹ e a menor em abril com 25,29 mgC.m⁻².h⁻¹. A média anual corresponde à taxa de 87 mgC/m².h, representando uma taxa diária de 903 mgC/m² e anual de 329,6 gC/m².

4.2.2. BIOMASSA (STANDING-STOCK)

4.2.2.1. CONTAGEM DE ORGANISMOS

Na TABELA 13 estão os valores da biomassa expressos em número de organismos por litro, de agosto de 1989 a agosto de 1990.

Observam-se valores entre 6.931×10^3 org./l (dezembro/89) e 12.286×10^3 org./l (maio de 1990).

No GRÁFICO 21 nota-se uma variação sazonal com dois picos, um de primavera (outubro/89) e outro de outono (março a maio/90). Os meses do verão e inverno, apresentam de modo geral as menores densidades fitoplanctônicas.

A contribuição percentual de cada grupo, nos valores mensais, está representada no GRÁFICO 22 e TABELA 14.

4.2.2.2. CLOROFILA "a"

A TABELA 14 apresenta os valores de clorofila "a" em µg/l, na coluna d'água em diferentes profundidades de penetração de luz, de agosto de 1989 a junho de 1990. Não foram obtidos os

valores para o mês de fevereiro e de agosto (parcialmente) por problemas técnicos.

A maior concentração, 2,93 µg/l, ocorreu em abril de 1990 (50% e 25% de penetração de luz) e junho (10% de penetração de luz) sendo que não foi detectada presença de clorofila "a" em algumas profundidades.

A amplitude de variação da concentração de clorofila num mesmo instante, em diferentes profundidades, atingiu 0,53 µg/l em outubro de 1989 e junho de 1990, e 1,86 µg/l em abril de 1990.

O GRÁFICO 20 apresenta a variação sazonal da clorofila, com os valores correspondendo à superfície d'água (100% penetração de luz).

4.2.3. COMPOSIÇÃO DO FITOPLÂNCTON

Foram determinadas 108 espécies na Lagoa Emboaba, distribuídas nas seguintes divisões: Nostocophyta (09 spp.), Bacillariophyta (33 spp.), Chlorophyta (47 spp.), Chrysophyta (07 spp.), Cryptophyta (02 spp.), Dinophyta (02 spp.), Euglenophyta (04 spp.), Prasinophyta (01 spp.) e Xantophyta (03 spp.) (TABELA 16, FOTOS 1-4 e DESENHOS 4-10).

A composição do fitoplâncton modificou-se profundamente de acordo com o método de coleta. As amostras de rede se caracterizaram pela presença de *Aulacosira ambigua*, *Botriococcus braunii* e *Pediastrum angulosum*.

Poucas espécies foram comuns a ambas amostras (rede e

frasco), sendo que as amostras de frascos utilizadas para quantificação apresentaram predominância de organismos de pequenas dimensões ($<10\mu\text{m}$) e de difícil identificação, muitos dos quais considerados como fitoplâncton após análise de material vivo em microscópio de epifluorescência.

Em termos de número de espécies, sobressaem as divisões: Chlorophyta e Bacillariophyta, ambas totalizando 50% das espécies. Porém tais divisões não são expressivas em termos de abundância populacional, onde se destacam as divisões: Nostocophyta, Chrysophyta e Prasinophyta.

As Nostocophyta apresentaram maior contribuição em termos de biomassa nos meses de verão e primavera, atingindo valores baixos no inverno. *Lyngbya limnetica* e uma forma circular ou oval (cerca de $2\mu\text{m}$) não identificada a nível de gênero, foram as espécies mais abundantes.

Nas Chrysophyta observa-se uma contribuição relativa alta em todo o ano, exceto no mês de maio com apenas 6,54%. Este grupo esteve representado principalmente pelos gêneros: *Chromulina* e *Ochromonas*.

Outro grupo com grande importância em termos de biomassa foi a divisão Prasinophyta, representada por apenas uma espécie: *Nephroselmis* cf. *minuta*. Esta espécie, flagelada de pequenas dimensões, constitui a única representante deste grupo, sendo dominante durante o período de estudo com presença marcante principalmente nos meses de maio, junho e agosto de 1990.

Os demais grupos apresentaram uma contribuição relativamente pequena, com no máximo 15% do número de organismos.

As Xantophyta caracterizam-se por uma espécie identificada como da família Pleurochloriaceae, abundante de agosto a novembro de 1989, fevereiro e maio de 1990.

Dentre as Chlorophyta que tiveram maior contribuição no verão, destacam-se os gêneros: **Clamydomonas** e **Tetraedrum**.

O grupo das Bacillariophyta teve pouco significado em termos de biomassa, com percentuais baixos todo o ano, exceto no mês de abril de 1990, quando a espécie **Rhizosolenia** sp. é abundante.

As divisões Dynophyta, Euglenophyta e Cryptophyta são praticamente insignificantes, sendo que sua contribuição máxima chega somente a 3% dos organismos.

Os organismos não identificados correspondendo a mais de 30 taxa, representam um valor médio de 6% dos organismos fitoplanctônicos da Lagoa Emboaba, o que os torna pouco representativos em termos de biomassa.

5. D I S C U S S Ã O

5.1. PRODUÇÃO PRIMÁRIA E FATORES AMBIENTAIS

A produtividade primária fitoplanctônica é um processo complexo, no qual estão envolvidos diferentes fatores bióticos e abióticos, que atuam inibindo-a ou estimulando-a. Dentre os fatores bióticos, os mais importantes são: a taxa de reprodução dos organismos fitoplanctônicos e a herbivoria (ESTEVES, 1988a). Os fatores abióticos de importância fundamental, segundo TUNDISI & TUNDISI (1976), são de dois tipos: climatológicos ("input" de energia radiante e precipitação) e hidrológicos (penetração de luz, estrutura térmica, "mixing" e suprimento de nutrientes). ESTEVES (1988a) cita ainda gases dissolvidos, elementos traços e substâncias orgânicas dissolvidas como tendo influência direta ou indireta sobre a produção primária.

A análise separada do efeito de vários fatores ambientais que atuam sobre a comunidade, apresenta-se muito difícil em ecossistemas naturais (PANITZ, 1980). Os efeitos de tais fatores (luz, nutrientes, pH, etc.) sobre tais comunidades podem ser medidos a nível de biomassa, composição por grupos, produção

primária, cujos valores representam a ação integrada desses diversos fatores, que variam no espaço e no tempo, no mesmo ecossistema (MARGALEF 1968 apud TUNDISI 1977).

Os parâmetros climatológicos analisados, tendo em vista a possibilidade de quantificação e a grande influência direta, foram ventos e precipitação pluviométrica.

Os ventos são fundamentais em ecossistemas aquáticos, pois provocam homogeneização da coluna d'água e a resuspensão de nutrientes depositados nos sedimentos. Aumentos na produção primária são atribuídos à ação de ventos intensos na Represa do Lobo (TUNDISI et alii 1977) e na Lagoa das Pombas (KRAMER, 1985).

A Lagoa Emboaba situa-se em uma região de ventos constantes e intensos (GRÁFICO 2), além disso trata-se de um ambiente raso, o que confere aos ventos, um papel muito importante na sua dinâmica hidrológica.

Ventos intensos atuam o ano todo, provocando um revolvimento contínuo na coluna d'água, o que revela que as variações anuais não atuam como fator decisivo em diferentes padrões de produtividade. Além disso a amplitude de variação diária da velocidade do vento demonstra ser maior que a amplitude de variação anual.

O regime de chuvas tem um papel importante em regiões tropicais e subtropicais, visto que variações sazonais estão relacionadas com a maior ou menor pluviosidade (WATANABE, 1981). A precipitação pode atuar através do influxo de nutrientes, vindos através da bacia de drenagem como também aumentando o material em suspensão, diminuindo a transparência e aumentando a

superfície detrital para o bacterioplâncton (TUNDISI & TUNDISI, 1976). No primeiro caso ocorre aumento da produção (GIANESELLA-GALVÃO, 1989). No segundo caso o aumento da turbidez limita a produção. Altos valores de precipitação podem atuar de modo distinto, diluindo sólidos em suspensão (PANITZ, 1980).

Os trabalhos de SOMMER (1977) e KREMER (1985), atribuem os baixos valores de produção primária à precipitação pluviométrica.

A precipitação pluviométrica na Lagoa Emboaba (GRÁFICO 1) não apresenta uma variação sazonal marcante. Os meses de maior e menor produtividade tiveram precipitação semelhante (131 e 118 mm). Além disso o mês de menor pluviosidade, 12,2 mm (dezembro) apresenta produtividade praticamente igual ao mês de maior pluviosidade, 232 mm (fevereiro), portanto, não sendo observado relação direta entre precipitação pluviométrica e produção primária.

A radiação solar é um fator dos mais importantes, uma vez que atua diretamente na taxa de fotossíntese e contribui para a determinação da profundidade da zona eufótica (ESTEVES, 1988).

Embora a energia luminosa constitua um fator menos variável em condições tropicais, lagos situados em tais latitudes apresentam variações sazonais (GOLTERMAN, 1975). No presente trabalho não foi possível trabalhar esta variável em termos quantitativos por falta de equipamento de medição, e por não ser possível obter tais dados através da estação meteorológica de Imbé.

As condições de radiação subaquática determinam o perfil da produção primária (ROHDE, 1965) e sua variação anual (SCHMIDT,

1973). A atenuação vertical e mudanças na qualidade de penetração da luz podem mudar a profundidade da zona eufótica e certamente a produção primária (TEIXEIRA, 1973b). SCHMIDT (1973) cita as condições ópticas e a disponibilidade de luz na coluna d'água como mais importante do que o conteúdo de nutrientes para a determinação da produção primária no Lago Castanho, Amazonas.

Os valores de transparência (GRÁFICO 4) e as diferentes percentagens de penetração de luz calculadas (GRÁFICO 6 e 7) a partir desta, demonstram que na Lagoa Emboaba, não há profundidades sem radiação luminosa, ou seja, a zona eufótica se estende por toda a coluna d'água e, inclusive a "ultrapassa", o que é demonstrado por valores de 5,4 a 18,2% de penetração de luz observados no fundo da lagoa em alguns meses (GRÁFICO 6). Esta situação permite que grande parte da coluna d'água tenha condições satisfatórias de radiação solar (ótimo fotossintético). Observa-se variações no nível de água da lagoa durante o ano, o que afeta as condições de radiação sub-aquática da coluna (TABELA 4).

Com relação à produção primária, nota-se que no mês de junho (1990) houve um valor de transparência muito elevado, que correspondeu à maior produtividade observada, o que demonstra a influência da radiação subaquática neste processo. A relação entre a produção primária e as diferentes percentagens (%) de penetração de luz será discutida mais adiante, na análise dos perfis verticais.

As diferentes profundidades de penetração de luz podem estar relacionadas com a abundância e composição da comunidade

fitoplanctônica, com a quantidade de matéria orgânica dissolvida, além da quantidade de outros materiais em suspensão (REYNOLDS, 1976; WETZEL, 1975).

Embora não se observe uma estreita correlação entre o número de organismos e a transparência (GRÁFICO 4 e 21), uma vez que a composição específica pode influenciar na maior ou menor atenuação da luz, pode se notar que os menores valores de transparência (outubro e março) correspondem a grandes densidades fitoplanctônicas e a maior transparência (junho) à baixa densidade fitoplanctônica.

A ação da temperatura sobre a produtividade se dá em geral de dois modos: atuando diretamente na fisiologia do fitoplâncton e indiretamente, através da estratificação térmica que altera uma série de fatores entre estes a disponibilidade de nutrientes (ESTEVES, 1988).

Em regiões temperadas, a disponibilidade de radiação e temperatura são fatores predominantes na determinação da produtividade. Já em lagos tropicais, tais fatores não são limitantes por estarem disponíveis todo o ano. Nestes lagos a produtividade depende da radiação sub-aquática e da concentração de nutrientes. Assim a temperatura e a radiação são considerados fatores controladores, em vez de limitantes, da produção primária nos trópicos, delimitando o limite superior da mesma (PANITZ, 1980).

Segundo ESTEVES (1988), lagos com temperatura uniforme em toda a coluna não apresentam barreira física (por diferença de densidade) à circulação completa. Neste caso o lago é dito

instável termicamente.

O perfil térmico da Lagoa Emboaba (GRÁFICO 9) não configura situações de estratificação térmica em nenhuma época do ano, embora pequenas diferenças ocorram nas diferentes profundidades durante o dia. A ação do vento, promovendo a turbulência da água, redistribui o calor para toda a coluna d'água. Pode-se classificar a Lagoa Emboaba quanto ao tipo de circulação, segundo a classificação apresentada em ESTEVES (1988) como sendo do tipo holomítico, por atingir toda a coluna e polimítico por apresentar circulação frequente.

Ocorrem diferentes interpretações quanto à ação da temperatura sobre a produtividade. GIANESELLA-GALVÃO (1985) coloca que maiores temperaturas aceleram o metabolismo e as taxas de assimilação permitindo o fitoplâncton adaptar-se mais rapidamente, especificamente à variações de luminosidade, decorrendo aumento na produção. Por outro lado BEADLE (1974) atribui às temperaturas mais altas das regiões tropicais, menores taxas de produção de matéria disponível para outros níveis tróficos, uma vez que a dissipação de energia é aumentada devido ao acréscimo da taxa respiratória da alga em si e de toda a comunidade. PANITZ (1980) também atribui perdas do sistema por respiração, às maiores temperaturas. A redução da respiração em águas mais frias favoreceria maiores taxas de desenvolvimento. Esta segunda hipótese, se adequa aos resultados de produção obtidos. A característica da Lagoa Emboaba é de maior produção no inverno, o que foi demonstrado por duas amostragens realizadas em invernos de anos distintos, apresentando valores semelhantes e

superiores aos demais meses. Assim, a variação da temperatura pode explicar em parte o padrão de variação sazonal da produção primária (GRÁFICO 8).

As fontes de oxigênio em ambientes aquáticos se restringem à difusão do oxigênio atmosférico a partir da superfície e à atividade de organismos fotossintetizantes. Por outro lado, a desoxigenação da coluna d'água deve-se à respiração de plantas, animais, bactérias aeróbicas, além da oxidação puramente química (COLE, 1983).

A Lagoa Emboaba revelou um padrão de oxigenação completa (GRÁFICO 10), com pouca amplitude de variação entre superfície e fundo, inclusive com maior concentração de oxigênio no fundo, em alguns meses. A maior concentração de oxigênio observada em junho pode ser em parte justificada pelo acúmulo deste, decorrente da produção fotossintética em grande escala neste mês (TABELA 6).

As condições de oxigenação de um corpo d'água estão intimamente relacionadas com seu padrão de circulação e estratificação térmica (SCHMIDT, 1973). Para MORAES (1978) a distribuição do oxigênio afeta a solubilidade de nutrientes inorgânicos e a forma em que os mesmos se encontram. Assim o oxigênio pode ser um fator importante na produção primária.

A relação entre pH e fitoplâncton, se dá nos dois sentidos (ESTEVES, 1988a), ou seja, por um lado o pH determina a dominância de espécies através da maior ou menor tolerância destas, o que repercute indiretamente sobre a produção primária (SOMMER, 1977; KREMER, 1985). Por outro lado, as algas durante o processo fotossintético assimilam gás carbônico, deslocando o

equilíbrio no sentido de aumentar o valor do pH. Os processos de decomposição de material orgânico (respiração), atuam de modo inverso, liberando gás carbônico e diminuindo o pH.

No mês de abril foram registrados na Lagoa Emboaba os menores valores de pH devido provavelmente à pouca produtividade observada neste mês (GRÁFICO 11). Todavia, as variações de pH observadas são mínimas, o que não permite estabelecer relações com as diferentes taxas de produção primária.

O grupo das Chlorophyta parece ser influenciado, apresentando menor ocorrência nos meses com valores baixos de pH (GRÁFICO 14). Porém os grupos dominantes não demonstram grandes variações influenciadas por este parâmetro.

As variações do pH decorrentes do processo de produção primária do fitoplâncton, podem ser mínimas ou mesmo insignificantes, caso a alcalinidade não seja baixa (FORTES-PONTES, 1980).

Os valores de carbono inorgânico, 2,47 a 3,7 mg/l, são relativamente baixos. FONSECA (com.pessoal) considera que o carbono pode ser um fator limitante. Para a Lagoa Emboaba as menores concentrações observadas correspondem em alguns casos à maior produção primária, provavelmente devido à utilização deste elemento para a síntese de material orgânico.

A condutividade elétrica constitui uma medida indireta, que expressa a quantidade de íons presentes na água. Informações sobre o metabolismo de ecossistemas aquáticos podem ser obtidas, como produção primária (redução dos valores) e decomposição (aumento dos valores) (ESTEVES, 1988a).

Os valores de condutividade elétrica apresentam-se homogêneos ao longo da coluna d'água, com pequenos aumentos junto ao fundo em alguns casos (GRÁFICO 13). Ao longo do ano, ocorre pouca variação, exceto para o mês de julho de 1990, quando observaram-se valores reduzidos, o que pode corresponder à alta produção registrada no referido mês. No entanto não parece haver nenhuma relação direta entre a condutividade e as taxas de produção primária obtidas.

Segundo TUNDISI & TUNDISI (1976), os principais nutrientes que podem limitar a produção de matéria orgânica pelo fitoplâncton nos ecossistemas aquáticos são: nitrogênio combinado em várias formas e fósforo.

A concentração de nitrato depende do equilíbrio entre a produção bioquímica por bactérias nitrificantes e o consumo devido à assimilação pelo fitoplâncton.

Na Lagoa Emboaba, a concentração de nitrato tem um valor médio de 41,8 mg/l, não sendo observada correlação significativa entre a variação sazonal deste nutriente (GRÁFICO 15) e a produção primária.

KREMER (1985) obteve valores baixos de nitrato para a Lagoa das Pombas, porém encontrou relação em alguns casos com a produção primária.

A assimilação de nitrogênio sob outras formas, pode ser um fator que não permita observar correlação entre o nitrato e a produção primária. Segundo HINO (1985) a amônia é preferencialmente assimilada pelo fitoplâncton, uma vez que a alga economiza energia na medida em que o nitrato precisa ser

reduzido à amônia no interior da célula, antes de ser incorporado aos aminoácidos.

Para ESTEVES (1988a), o fósforo é o principal fator limitante da produtividade na maioria das águas continentais. Em lagos tropicais, devido a alta temperatura, o metabolismo dos organismos aumenta consideravelmente, fazendo com que o ortofosfato seja assimilado ainda mais rapidamente, motivo pelo qual a concentração é muito baixa na água de tais lagos.

O ortofosfato dissolvido constitui fonte de fósforo para o fitoplâncton e é rapidamente absorvido pelas células deficientes em fósforo até que uma baixa concentração permaneça na água ($< 1 \mu\text{g P.l}^{-1}$) (RIGLER, 1966).

As concentrações de ortofosfato na Lagoa Emboaba (GRÁFICO 4) oscilam entre não detectado (n.d.) e $18,2 \mu\text{g/l}$, com uma média de $5,7 \mu\text{g/l}$, não apresentando correlação significativa com as taxas de produção primária. KREMER (1985) também não encontrou relação entre o ortofosfato e produção primária na Lagoa das Pombas.

Alguns autores (KIMBALL & KIMBALL, 1977 e PAREDES, 1980) citam como importante a competição por fósforo e nitrogênio entre macrófitas e fitoplâncton, e inclusive atribuem à competição, a razão de baixos valores de produção primária.

KETCHUM et alii (1958) afirmam que em águas tropicais e subtropicais, é mais importante saber a taxa de reciclagem e reutilização do que a própria concentração de tais nutrientes.

A relação mais aderente da produção primária com fatores ambientais estabeleceu-se com a razão C:N (dado obtido em

FONSECA, tese em preparação) observada nas amostras de água com coincidência amostral com este experimento. Um coeficiente de correlação $r = 0,9004$ entre o índice C:N e a produção primária, revela que 81,1% das variações da razão C:N podem ser explicadas pela variação da produção primária. Esta correlação indica que mais que fatores isolados, a interação de fatores é mais importante no entendimento da dinâmica do sistema.

Deve-se levar em conta que a análise entre a variação dos diversos parâmetros ambientais considerados em relação à produção primária do fitoplâncton pode não ser completamente elucidativa, uma vez que tais parâmetros são também dependentes dos processos que ocorrem em outros produtores do sistema (perifíton e macrófitas, por exemplo).

5.2. PRODUÇÃO PRIMÁRIA E BIOMASSA

"Para estimar a biomassa fitoplanctônica inúmeros métodos foram desenvolvidos, sendo que nenhum dos atualmente disponíveis pode ser utilizado indistintamente para todos os tipos de organismos fitoplanctônicos" (ESTEVES, 1988a).

Dois critérios de avaliação de biomassa foram utilizados na Lagoa Emboaba: contagem de organismos e clorofila "a".

A variação sazonal da concentração de organismos (GRÁFICO 21) na Lagoa Emboaba, revela menores densidades no verão e inverno, com picos na primavera e no outono. Este padrão não apresenta relação com a variação sazonal da produção primária.

O segundo maior valor, 10.586 org/ml, corresponde ao mês de abril que é justamente o de menor produção primária. Da mesma forma, encontrou-se alta produção para meses com baixa densidade (junho de 1990). Estes dados revelam que diferentes organismos tem distintas capacidades de produção, o que confere na totalização dos organismos, valores de produtividade variáveis. Assim, este método inviabiliza a estimativa da produção primária a partir de valores da biomassa.

"Uma vez que a clorofila é um componente restrito à plantas e essencial para a fotossíntese a determinação da sua concentração tem sido reconhecida como um dos meios mais práticos de estimar a biomassa da fração algal do seston " (HARVEY, 1934; KREY, 1958 apud HALLEGRAEFF, 1977).

Na Lagoa Emboaba, os resultados de clorofila "a", (GRÁFICO 20), assim como ocorre com a contagem de organismos, não tem nenhuma correlação com as taxas de produção. Em abril, mês de menor taxa de produção, a concentração de clorofila "a" (2,5 µg/l) é superior ao mês de junho (1,69 µg/l), que corresponde à maior taxa de produção observada. Além disso, valores idênticos de clorofila "a" em agosto e outubro apresentam taxas de produção completamente distintas.

A variação sazonal da clorofila (GRÁFICO 19), demonstra também que este parâmetro é inadequado para estimar a produção através da biomassa na Lagoa Emboaba. Organismos com mesma quantidade de clorofila podem ter potencialidade fotossintética distinta, ou ainda organismos com diferentes quantidades de clorofila podem apresentar a mesma produtividade.

KREMER (1985) em seu estudo na Lagoa das Pombas, coloca que a produção primária do fitoplâncton depende fundamentalmente da biomassa (standing-stock), ou seja maiores valores de biomassa correspondem a maior produtividade. A autora atribui aos dados fora deste padrão, como devidos à alteração na composição do fitoplâncton, onde estaria ocorrendo substituição de espécie dominante, com baixa produção primária. Por outro lado alguns autores (ROBARTS, 1979; LANDE, 1973) observaram relação inversa entre produção primária e biomassa, atribuindo maior fotossíntese e penetração de luz como decorrentes da menor biomassa.

A primeira hipótese, não encontra sustentação para os valores obtidos na Lagoa Emboaba, uma vez que o problema está em explicar a maior produtividade decorrente de uma biomassa reduzida. Por outro lado, a segunda hipótese se aplica quando a concentração da biomassa é um fator que causa significativa atenuação da luz, o que ocorre em grandes densidades populacionais. Neste caso uma redução na biomassa implica em mais penetração de luz e maior produção primária. Na Lagoa Emboaba, a biomassa apresenta valores baixos, o que descarta também esta hipótese.

Na tentativa de comparar valores de biomassa entre si obtidos através da contagem de organismos e da concentração de clorofila "a", e de obter-se um fator capaz de estimar o número de organismos através da clorofila, calculou-se a razão entre: $n.org.l^{-1} / \text{clorofila}$. Os resultados porém evidenciaram a fragilidade desta relação em virtude de uma não correspondência entre os valores racionados.

Apesar de que em abril, a maior concentração de clorofila corresponde à maior densidade de organismos, e que em dezembro, também coincide a menor densidade com a menor concentração de clorofila, os resultados dos outros meses revelam discrepâncias que não permitem a obtenção de valores concordantes em termos de tendências.

O fato de que os organismos apresentam concentração de clorofila diferente e variável, faz com que a alteração da composição relativa destes organismos leve a valores de clorofila maiores ou menores, para uma mesma massa (densidade) (GRÁFICO 20 e 21).

5.3. PERFIL VERTICAL DA PRODUÇÃO PRIMÁRIA

Os perfis da produção primária obtidos apresentam diferenças significativas. FINDENEG(1964) estabeleceu com base em ambientes temperados, três tipos clássicos de perfil. No Brasil, os trabalhos de BARBOSA (1981), FORTES-PONTES (1980), KRAMER (1985) e SOMMER (1977) revelam perfis que se enquadram no tipo I da classificação de Findeneg. Há uma tendência em lagos tropicais a ocorrer tal perfil.

Neste perfil tipo I, observa-se uma região de inibição superficial, seguida de um pico fotossintético correspondente ao ótimo de intensidade luminosa, ao qual se sucedem menores valores de produção devido à diminuição da intensidade luminosa.

Na Lagoa Emboaba, o perfil de junho de 1990, se enquadra

exatamente no tipo I de FINDENEG, com uma inibição superficial, seguida da produção máxima a 50% de penetração da luz e valores progressivamente menores a 25% e 18,2%. Os demais perfis apresentam diferenças significantes, aproximando-se mais ou menos do perfil acima descrito (GRÁFICO 16).

A distribuição vertical é determinada principalmente pela intensidade de radiação luminosa. A transparência e o desenvolvimento do fitoplâncton também são de grande importância.

Em geral, foram constatados picos de produção máxima em regiões mais profundas, como é o caso do mês de agosto onde a produção primária máxima foi a 10% de penetração de luz (139,19 mgC/m³.h) e junho a 50% de penetração de luz (124,69 mgC/m³.h). A exceção foi o mês de fevereiro com produção máxima na superfície (100% de condição luminosa), com 55,31 mgC/m³.h.

BARBOSA (1981) atribui a atividade fotossintética máxima na subsuperfície a diversos fatores, entre eles: ótimo de temperatura, alteração da densidade com modificação de taxas de afundamento, irregularidade na distribuição de nutrientes, alteração na flutuabilidade de organismos fitoplanctônicos, excesso de predação por zooplâncton.

A inibição superficial foi constatada com a ausência de produção em agosto e outubro, e com valores de produção menores do que os do pico máximo, em dezembro, abril e junho.

A inibição superficial relaciona-se com a maior radiação solar. Para STEEMANN-NIELSEN (1957, 1975) a diminuição da taxa fotossintética junto a superfície é devido à decomposição fotooxidativa de algumas enzimas ativas na fotossíntese,

inativando alguns mecanismos fotoquímicos, em vez da destruição real da molécula de clorofila.

Para TALLING (1969) a inibição se deve à sedimentação das células devido ao enclausuramento em função da metodologia empregada impedindo o estabelecimento das algas em micro-habitats adequados através de seus mecanismos de controle de flutuação e locomoção. Além disso, em águas turbulentas, a circulação é constante, e passa a ser interrompida afetando de modo marcante a comunidade que passa a sofrer o efeito prolongado da alta radiação.

Nos meses de outubro, dezembro e fevereiro, foi constatada ausência de produção, nas profundidades correspondentes a 10%, 50% e 50% de penetração de luz, respectivamente. Estes resultados são a princípio contraditórios, e podem ter surgido em função de vários fatores não avaliados neste trabalho, como herbivoria por exemplo.

A área compreendida pelas curvas dos perfis verticais, expressa valores de produção primária, e através dela pode-se quantificar a produção, em unidades de área, ou seja mgC/m^2 (GRÁFICO 18). Isto permite levar em conta o fato de que menores taxas podem ser compensadas por maiores profundidades, por exemplo, em dezembro a produção primária média é de $20,86 \text{ mgC/m}^3 \cdot \text{h}$ e em fevereiro $22,26 \text{ mgC/m}^3 \cdot \text{h}$, no entanto a profundidade da lagoa em dezembro é maior que em fevereiro (TABELA 4) o que confere uma maior produção da coluna d'água em dezembro, $45,97 \text{ mgC/m}^2 \cdot \text{h}$ em relação a fevereiro com $34,7 \text{ mgC/m}^2 \cdot \text{h}$.

Os resultados da produção em $\text{mgC/m}^2 \cdot \text{h}$ (GRÁFICO 18)

demonstram uma marcante variação sazonal, com maior produção no inverno e primavera e menor no verão e outono.

O mesmo padrão, com maiores valores no inverno foi encontrado por BARBOSA (1979) na Lagoa Carioca, apesar da menor quantidade de radiação solar observada neste período.

5.4. ESTADO TRÓFICO

A comparação com as taxas de produção primária de outros ecossistemas, revela-se muitas vezes problemática, uma vez que os valores são expressos em taxas diárias e/ou anuais, e não existe ainda um critério padronizado para a conversão das taxas por hora obtidas ($\text{mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) em taxas diárias ($\text{mgC}/\text{m}^3\cdot\text{dia}$). Além disso, os resultados obtidos com diferentes metodologias em geral não coincidem para uma mesma amostra.

Todos os trabalhos de produção primária realizados no Rio Grande do Sul empregaram a técnica do oxigênio dissolvido, o que permite uma comparação direta dos resultados. Com relação ao estudo de KREMER (1985) para a Lagoa das Pombas, foram obtidas taxas entre $13,1 \text{ mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ e $142,5 \text{ mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Tais valores são muito semelhantes aos obtidos no presente trabalho, que registrou taxas entre $15 \text{ mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ e $132,19 \text{ mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Por outro lado, as taxas obtidas por SOMMER (1977) na Represa Lomba do Sabão revelaram-se inferiores, de $1,1 \text{ mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ a $50,4 \text{ mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. SCHWARZBOLD (1984) registrou taxas superiores às da Lagoa Emboaba, para o Saco de Tapes, Laguna dos Patos, com valores entre $18,7 \text{ mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ e

362,2 mgC/m.h.

De acordo com a tipologia estabelecida para lagos temperados, a determinação do estado trófico de um lago baseia-se em vários itens, um dos quais é a produção primária.

Na Lagoa Emboaba os valores de produção primária permitem enquadrá-la como mesotrófica, mas em termos de biomassa (clorofila) os valores se encaixam melhor na definição de oligotrófica, segundo a classificação apresentada em WETZEL (1981). Ainda, segundo MARGALEF (1983), a Lagoa Emboaba pode ser considerada como eutrófica quando se avalia em termos de n.org./ml. Isto revela a inadequação desta tipologia para regiões sub-tropicais.

Este fato foi discutido por ESTEVES (1988b), que considera que além de inadequada, a aplicação esta tipologia é muitas vezes inviável uma vez que um mesmo lago (tropical) pode apresentar características de oligo e eutrófico simultaneamente.

Considerando que os lagos tropicais apresentam padrões de metabolismo diferenciados, com altas temperaturas, alta taxa de reciclagem de nutrientes, alta taxa de renovação de biomassa, as quais atuam favorecendo as condições de produtividade, principalmente em ambientes rasos. ESTEVES (1988b) admite que estas condições compensem a baixa concentração de nutrientes e a baixa densidade populacional encontrada em tais ambientes.

Dentro desta concepção, este autor propõe uma classificação para lagos tropicais, apenas considerando a produtividade do fitoplâncton (TABELA 19).

A Lagoa Emboaba apresenta uma taxa de produção primária

anual correspondente a 329,6 gC/m.ano, o que permite enquadrá-la na classificação proposta por ESTEVES (1988), como mesoprodutiva.

Deve ser levado em conta que a definição do estado trófico de um ambiente não pode ser baseada apenas na produção ou biomassa de uma parcela dos produtores primários. A contribuição das macrófitas e do perifíton na Lagoa Emboaba parece ser significativa embora ali inexistam dados quantitativos a este respeito.

Outra tentativa de classificação de lagos é o estabelecimento de índices de estado trófico (IET) baseados principalmente no teor de nutrientes, na transparência, no desenvolvimento da comunidade fitoplânctonica e macrófitica e na morfologia da bacia do lago (SCHAFER, 1988).

O índice de estado trófico de CARLSON (1977) combina o teor de fósforo, clorofila e transparência para avaliar a situação ecológica de um lago. Através das relações entre tais parâmetros são criadas equações que permitem aplicar o índice baseado em apenas uma das variáveis.

A aplicação de tais índices à Lagoa Emboaba, permitiu obter-se os seguintes valores: IET (transparência)= 52 e IET (clorofila)= 18. SCHAFER (1988) propõe uma adaptação do TSI de Carlson baseados em estudos realizados em 38 lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. Para o cálculo deste índice o autor considera a transparência, o teor de fósforo e demanda química de oxigênio (DQO), uma vez que a clorofila apresenta pouca correlação com estes fatores.

Porém no presente estudo só foram determinadas a

transparência e a clorofila, que de acordo com as equações IET de Schafer, permitem obter os seguintes resultados: IET (clorf.)= 54,2, IET (transp.)= 52 (TABELA 20).

Os índices de estado trófico obtidos para a Lagoa Emboaba, demonstram que a aplicação direta do TSI de CARLSON (1977) não é adequada para este ambiente. Por outro lado o IET de SCHAFER (1988) mesmo utilizando a clorofila "a", não indicada como um "bom" índice, apresentou bom resultado, uma vez que o IET(transp) e IET(clorf) são praticamente iguais.

5.5. PRODUÇÃO PRIMÁRIA E FITOPLÂNCTON

A composição primária do fitoplâncton pode afetar a produção primária (SPONDIEWSKA, 1967), logo a variação sazonal da composição de espécies da Lagoa Emboaba pode ter atuado nas taxas da produção obtidas.

Na Lagoa Emboaba, ocorre uma tendência à maior expressão das Nostocophyta, Chlorophyta e Bacillariophyta nos meses menos produtivos, enquanto que as Prasinophyta se destacam nos meses de maior produção. A variação sazonal do fitoplâncton está representada no GRÁFICO 22.

Mudanças temporais na composição do fitoplâncton são determinadas por mortalidade, afundamento, crescimento e taxas migratórias dos indivíduos planctônicos e seus predadores (PARSONS et alii 1977). A maior ou menor contribuição de determinados grupos depende também de determinadas condições

ambientais.

Um dos fatores citados na literatura como importante na determinação da abundância de alguns grupos é a temperatura. Na Lagoa Emboaba foi possível observar maiores percentuais de Chlorophyta e Cyanophyta no período de mais altas temperaturas e menores densidades de Chrysophyta nos meses de temperaturas inferiores.

Os grupos dominantes encontrados na Lagoa Emboaba são: Chrysophyta, Nostocophyta e Prasinophyta. KREMER (1985) cita como grupos dominantes da Lagoa das Pombas as divisões: Chrysophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta e Chlorophyta.

Uma característica marcante do fitoplâncton da Lagoa Emboaba é a grande ocorrência de organismos de dimensões reduzidas, em geral menores do que 10 μm , constituindo de acordo com tais dimensões o ultraplâncton segundo STRICKLAND (1960).

A abundância de pequenas algas pode ter grandes implicações, em termos de metabolismo do fitoplâncton total, decomposição, relação produção-biomassa e taxas de energia e fluxo de matéria na comunidade (LAFOND et alii 1990).

MIKHEYEVA (1989) relata que atualmente os pesquisadores são praticamente unânimes em afirmar que a maioria da matéria orgânica em ecossistemas aquáticos é produzida por organismos planctônicos pequenos, que apesar da sua maior biomassa relativa comparada com o plâncton de rede, apresenta uma maior atividade fotossintética e maior taxa de reprodução.

MARSHALL (1986) na baía de Chesapeake encontrou nos períodos de maior crescimento sazonal uma composição do

fitoplâncton caracterizada por um complexo de picoplâncton, composto principalmente de Chlorophyta e Cyanophyta e outras células menores que 5 μm . Também relatou a presença de fitoflagelados e organismos menores que 3 μm , verdes, não flagelados, forma circular a ovóide e de superfície lisa.

Vários trabalhos demonstram a maior produção devida ao nanoplâncton e ao picoplâncton (TUNDISI, 1971; STOCKNER & ANTIA, 1986). De modo geral, a importância da contribuição das menores frações é maior em lagos oligotróficos que em mesotróficos e eutróficos (LAFOND et alii 1990) tanto na produção primária como na biomassa. A absorção de nutrientes é um fenômeno de superfície e em lagos oligotróficos qualquer aumento na razão superfície/volume, conferido pelo pequeno tamanho representa uma vantagem competitiva.

O tamanho dos organismos de qualquer nível trófico em um ambiente aquático pode ser um fator determinante da composição da cadeia alimentar, da eficiência ecológica, da transferência de energia e do tipo de organismo do nível trófico mais elevado (PARSONS E LE BRAUSER, 1970).

5.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DO O_2

2

A interpretação dos resultados obtidos com a metodologia empregada para quantificar a produção primária, método do oxigênio dissolvido, deve levar em conta alguns aspectos que constituem deficiências do método e tornam-se possíveis fontes de

erro.

Uma fonte de erro é pressupor igual utilização de oxigênio em ambos os frascos. Resultados em água de lagos ricos em ácidos húmicos, demonstram que o frasco claro tem um consumo de O_2 maior do que apenas a respiração, efeito devido provavelmente à oxidação fotocatalítica de certas moléculas extracelulares (GOLTERMAN, 1971).

A fotoinibição pode ser causada pela restrição ao movimento de algas que normalmente são capazes de migrar tanto no sentido da luz como em direção oposta (GOLTERMAN, 1975).

HIND (1985) sugeriu que pode ocorrer atividade fotorespiratória em prolongadas incubações com alta radiação solar.

Outras limitações podem ocorrer em função de: modificação qualitativa e quantitativa das populações da amostra incubada, crescimento de bactérias nas paredes dos frascos que afetam a taxa de respiração, alteração da composição química da água encerrada que pode modificar as taxas de fotossíntese, perda de luz da região próxima ao ultravioleta nas paredes transparentes, entre outras (VOLLENWEIDER, 1969).

Uma análise dos diferentes resultados que podem ser obtidos com o método do oxigênio e de como podem ser interpretados encontra-se descrita em JORDAN (1972).

De qualquer forma, como indicado por ESTEVES (1988a), esse é o método de melhor e mais fácil aplicabilidade para estimativas de produção primária, pois seus resultados permitem uma caracterização do metabolismo do sistema lacustre.

6. CONCLUSÕES

1. A Lagoa Emboaba é instável termicamente, com circulação polimítica devido à ação dos ventos.

2. A luz penetra em toda a coluna d'água durante o ano todo.

3. Nenhuma correlação direta entre fatores ambientais e produção primária foi observada, exceto com a razão C/N, o que indica que mais do que fatores isolados, a interação de fatores é mais importante no entendimento da dinâmica do sistema.

4. Os valores de pH, condutividade elétrica e O₂ dissolvido praticamente foram idênticos na superfície e no fundo da lagoa.

5. A produção primária bruta média corresponde a 87 mg/m².h.

6. A Lagoa Emboaba é mesoprodutiva de acordo com a classificação de ESTEVES (1988).

7. A biomassa avaliada através da clorofila e da contagem de organismos apresenta resultados distintos. Os valores de clorofila variam entre 0,27 e 2,93 µg/l e os da contagem de organismos de 6.531 a 12.286 org./ml.

8. Foram determinadas 108 espécies de fitoplâncton distribuídas em 8 divisões.

9. As espécies mais abundantes são: *Chromulina pygmaea*,
Ochromonas sphaerella (Chrysophyta), *Lyngbya limnetica*
(Nostocophyta) e *Nephroselmis cf. minuta* (Prasinophyta), entre
outras.

7. RESUMO

O presente trabalho estuda a variação sazonal da produção primária, da biomassa e composição do fitoplâncton, bem como alguns parâmetros físicos e químicos, na Lagoa Emboaba, município de Osório, localizada na planície costeira do Rio Grande do Sul.

Foram realizadas coletas mensais para análise qualitativa e quantitativa do fitoplâncton, sendo utilizado para esta, microscópio invertido. Exposições bimensais foram efetuadas para a determinação da produção primária utilizando o método do oxigênio dissolvido. Para a obtenção da biomassa, são comparados valores de clorofila "a" e número de organismos por litro.

Vários fatores ambientais são considerados, sendo obtidos simultaneamente aos parâmetros biológicos. Tais fatores compreendem: pH, alcalinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, nitrato, ortofosfato, precipitação pluviométrica e ventos.

A produção primária apresentou uma variação sazonal com maiores valores no inverno e menores no verão. A média anual corresponde a $87 \frac{\text{mgC}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$. Os resultados de biomassa variaram de 0,27 a 2,93 $\mu\text{g/l}$ para a clorofila "a"; e de 6.531 a 12.286 org./l

para a contagem de organismos. Foram determinadas 108 espécies de fitoplâncton pertencentes a oito divisões.

Considerações são feitas sobre a influência dos fatores ambientais na produção primária, sua relação com a biomassa e o fitoplâncton, perfis verticais e estado trófico na Lagoa Emboaba.

8. SUMMARY

The seasonal variation of phytoplankton primary production, biomass and composition, as well as some physical and chemical factors were studied at Lagoa Emboaba, Osório municipality, located at the Coastal Plain of Rio Grande do Sul State, Brazil.

Monthly samples were taken for phytoplankton qualitative and quantitative analysis, using an inverted microscope to the latter. Measurements were made every two months to determine the primary production by the oxygen method. Two methods were used and compared to estimate biomass: organisms counting and chlorophyll "a".

Several environmental factors (pH, alkalinity, water temperature, dissolved oxygen, conductivity, nitrate, phosphate, total precipitation and wind speed) were considered and achieved simultaneously with biological factors.

The primary production showed a seasonal variation with higher rates in the winter and lower ones in the summer. The annual average was $87 \text{ mgC/m}^2 \cdot \text{h}$. Biomass data oscillated from 0,27 to 2,93 $\mu\text{g/l}$, for chlorophyll "a" and from 6.531 to 12.286 org./l for counting. One hundred eight phytoplankton species,

belonging to eight divisions, were found.

Considerations were made about the influence of environmental factors in primary production, their relationship with biomass, phytoplankton, vertical profile and the trophic state of Lagoa Emboaba.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDAR, E. 1970. **Produção primária em função de diferentes métodos de incubação em uma região estuarina.** São Paulo, Instituto Oceanográfico/USP, 1970. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 127p.
- ALVES, L.F. 1983. **Estudo sazonal da produção primária e fatores ecológicos num lago de terra firme da Amazônia Central (Lago Verde/Rio Negro).** Manaus, INPA, 1983. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - INPA. 132p.
- ALVES-DA-SILVA, S.M. 1988. **Euglenaceae pigmentadas (Euglenophyta) da estação ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil.** *Iheringia, sér.bot.*, 38:109-126.
- APHA 1985. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** New York, APHA.
- BARBOSA, F.A.R. 1979. **Produção primária e fatores ambientais na Lagoa Carioca-Parque Florestal do Rio Doce-MG.** São Carlos, UFSCar, 1979. Dissertação (Mestr.Cienc.Biol.) - UFSCar. 205p.
- 1981. **Variações diurnas (24horas) de parâmetros limnológicos básicos e da produtividade primária do fitoplâncton na Lagoa Carioca - Parque Florestal do Rio Doce, MG, Brasil.** São Carlos, UFSCar, 1981. Tese (Doutor. Cienc. Biol.) - UFSCar. 207p.
- BEADLE, L.C. 1974. **The inland waters of Tropical Africa: an introduction tropical limnology.** London, Ed.Longman, p.88-105.
- BICUDO, C.E. de M. 1986. **História dos estudos taxonômicos de algas de águas continentais no Brasil.** In: **Algas, a energia do amanhã.** São Paulo, Instituto Oceanográfico da USP, p.49-53.
- BICUDO, D.C. 1990. **Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifíton.** *Acta Limnologica Brasiliensia*, 3(1):459-476.

- BIRGE, E.A. 1882. Ueber die Keizbarkeit der motorischen Ganglienzellen der Rückenmarks. *Arch. Anat. Physiol.*, p.481-489.
- BIRGE, E.A. & JUDAY, C. 1922. The inland lakes of Wisconsin. The plankton. I. Its quantity and chemical composition. *Bulletin of the Wisconsin Geological and Natural History Survey*, 64:222.
- BOHRER, M.B. 1985. Estudos das populações de Cladocera na Lagoa Emboaba, Tramandaí, RS. Porto Alegre, UFRGS, 1985. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BORGE, O. 1899. Über tropische und subtropische Süsswasser-Chlorophyten. *B.R. Svenska Vetenskakad*, 24:1-33.
- BOURRELLY, P. 1972. *Les Algues d'Eau Douce. I. Les Algues Vertes.* Paris, Societe Nouvelle des Editions Boubée, 569p.
- 1981. *Les Algues d'Eau Douce. II. Les Algues Jaunes et Brunes: Chrysophycées, Pheophycées, Xanthophycées et Diatomées.* Paris, Societe Nouvelle des Editions Boubée, 526p.
- 1970. *Les Algues d'Eau Douce. III. Les Algues Bleues et Rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines.* Paris, Societe Nouvelle des Editions Boubée, 512p.
- BRANDINI, F.P. 1986. Hidrografia e características do fitoplâncton da região sudeste do Brasil: produção primária, biomassa e composição. São Paulo, USP, 1986. Tese (Doutorado)- Instituto Oceanográfico. 46p.
- CALLEGARO, V.L.M. et alii. 1981. Comunidades fitoplânctônicas das lagoas de Tramandaí e do Armazém, Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, sér.bot., 28:3-16.
- CALLEGARO, V.L.M. 1984. Fitoplâncton da Lagoa Negra e de outros lagos e lagoas, na faixa costeira do Rio Grande do Sul. In: *Seminário sobre pesquisa da Lagoa dos Patos.* Porto Alegre, p.121-125.
- CALLEGARO, V.L.M. & SALOMONI, S.E. 1988. Diatomáceas das Lagoas do Jacaré, do Nicola e Mangueira. Estação Ecológica do Taim: novas ocorrências para o Rio Grande do Sul. *Iheringia*, sér.bot., 29:127-148.
- CALLEGARO, V.L.M. & ROSA, Z.M. 1989. Diatomáceas da Lagoa de Tramandaí e da Lagoa do Armazém, Rio Grande do Sul, Brasil: I- Gênero *Navicula* Bory. *Iheringia*, sér.bot., 37:17-32.
- CARLSON, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.*, 22:361-369.
- COLE, G.A. 1983. *Textbook of Limnology.* St. Louis, C.V. Mosby Co. 401p.

- DIRICKSON-PERAZZA, M.C. 1982. **Variacão sazonal do fitoplâncton e dos fatores ambientais na Enseada do Flamengo: Algumas consideraces metodológicas.** São Paulo, USP, 1982. Dissertaco (Mestrado) - Instituto Oceanográfico. 105p.
- DEWES, J.T. & HUSZAR, V.L.M. 1986. Influência dos despejos lançados na sanga da Barbuda sobre as águas do lago da barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. In: **Algas, a energia do amanhã**, São Paulo, Inst. Oceanog. USP, p.141-161.
- EHRENBERG, C.G. 1843. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Sud und Nord-Amerika. **Abh.Preuss.Akad. Wiss.**, 1841:291-446.
- ESTEVES, F. de A. 1988a. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro, Interciência, 575p.
- 1988b. Consideraces sobre a aplicacão da tipologia de lagos temperados a lagos tropicais. **Acta Limnol. Brasil.**, 2: 3-28.
- EVANS, F.C. 1956. Ecosystem concepts as a basic unit in ecology. **Science**, 123:1127-1128.
- FAIRBRIDGE, R.W. 1961. **Eustatic changes in sea level.** London, Pergamon Press (Physics and Chemistry of the Earth, 4).
- FINDENEGG, I. 1943. Untersuchungen uber die Okologie und die Produktionsverhaltnisse des Planktons im Karnter Seengebeite. **Internationale Revue des Gesamten Hydrobiologie**, 43:368-429.
- 1964. Types of planktic primary production in the lakes of the Eastern Alps as found by radioactive carbon method. **Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.**, 15:352-359.
- FONSECA, D.J.M. 1984. **Produo Primária** In: Relatório CPG Ecologia, UFRGS, Porto Alegre, 1984. p.100-107.
- 1989. **Dados preliminares sobre a física e química das águas de oito lagoas costeiras do Rio Grande do Sul.** Relatório técnico. Centro de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre.
- **Limnologia da Lagoa Emboaba.** Tese de doutorado (em preparao)
- FOREL, F.A. 1901. **Hambuch der seenkunde: Allgemeine Limnologie.** Stuttgart, J.Engelhorn.
- FORTES-PONTES, M.C. 1980. **Produo primária, fitoplâncton e fatores ambientais no lago D.Helvécio, Parque Florestal do Rio Doce-MG.** São Carlos, UFSCar, 1980. Dissertaco (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos.

- GAARDER, T. & GRAN, H.H. 1927. Investigation on the production of plankton in the Oslo-Fjord Rapp. **Proc. Verb. Cons. Int. Espl. Mer**, 42.
- GEITLER, L. 1932. Cyanophyceae. In: Rabenhorst, L. **Kriptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz**. 2. Aufl. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft. v.14, 1169p. 11.
- GIANESELLA-GALVÃO, S.M.F. 1985. Primary production in ten reservoirs in southern Brazil. **Hydrobiologia**, 122:81-88.
- GODOLPHIM, M.F. 1976. **Geologia do holoceno costeiro da área de Rio Grande, RS**. Porto Alegre, UFRGS, 1976. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 146p.
- GOLTERMANN, H.L. 1971. The determination of mineralization in correlation with estimation of net primary production with the oxygen method and chemical inhibitors. **Freshwater Biol.**, 1: 249-256.
- 1975. **Physiological Limnology: an approach to the physiology of lake ecosystems**. Amsterdam, Elsevier Scient. Publ. Co., 498p.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S. & OHNSTAD, M.A.M. 1978. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. 2ed., Oxford Blackwell Sci. Publ. IBP Handbook n.8.
- GOVINDJEE, PAPAGEORGIOU, G. & RABINOWITCH, E. 1967. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis. In: G.C. GUILHAUT (ed.) **Fluorescence theory, instrumentation and practice**. New York, N.Y. Marcel Dekker, p.511-564.
- GRIM, J. 1939. Beobachtungen am Phytoplankton des Bodensees (Obersee) sowie deren rechnerische Auswertung. **Internat. Rev. ges. Hydrob. Hydrog.**, 39:193-315.
- HALLEGRAEFF, G.M. 1977. A comparison of different methods used for the quantitative evaluation of biomass of freshwater phytoplankton. **Hydrobiologia**, 55(2):145-165.
- HARTMANN, M. & CHAGAS, C. 1910. Estudos sobre flagelados. **Mems. Inst. Oswaldo Cruz**, 2(1):64-125.
- HARVEY, H.W. 1934. Measurement of phytoplankton population. **J. Mar. Biol. Ass.**, 19:761-773.
- HASENACH, H. & FERRARO, L.W. 1989. Considerações sobre o clima da região de Tramandaí, RS. **Pesquisas**, 22:53-70.
- HENSEN, V. 1887. Über die Bestimmung des Planktons oder in Meere treibenden Material an Pflanzen und Tiere. **Ber. Komm. Wiss. Unters. Meere**, 5:1-109.

- HINO, K. 1979. **Análise qualitativa e quantitativa do microfitoplâncton da Represa do Lobo(Broa), São Carlos, SP.** São Carlos, DCB/UFSCar, 1979. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos. 119p.
- 1985. Mixing patterns and productivity of phytoplankton in a small artificial pond. *Ciência e Cultura*, 37(8):1331-1340.
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1941. Chrysophyceen, Farblose Flagellaten, Heterokonten. In: **Das Phytoplankton des Süsswassers: Systematik und Biologie.** Stuttgart, E. Schweizerhart'sche. T.2., Halfte 1, 365p., (Die Binningewasser, 16).
- 1942. Diatomeen. In: **Das Phytoplankton des Süsswassers: Systematik und Biologie.** Stuttgart, E. Schweizerhart'sche. T.2., Halfte 2, 549p., (Die Binningewasser, 16).
- 1955. Euglenophyceen. In: **Das Phytoplankton des Süsswassers: Systematik und Biologie.** Stuttgart, E. Schweizerhart'sche. T.4., 606p. (Die Binningewasser, 16).
- 1961. Chlorophyceae, Volvocales. In: **Das Phytoplankton des Süsswassers: Systematik und Biologie.** Stuttgart, E. Schweizerhart'sche. T.5, 744p., (Die Binningewasser, 16).
- 1968. Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae. In: **Das Phytoplankton des Süsswassers: Systematik und Biologie.** Stuttgart, E. Schweizerhart'sche. T.3, 322p., (Die Binningewasser, 16).
- 1972. Chlorophyceae, Tetrasporales. In: **Das Phytoplankton des Süsswassers: Systematik und Biologie.** Stuttgart, E. Schweizerhart'sche. T.6, 116p., (Die Binningewasser, 16).
- HUSTEDT, F. 1930. Bacillariophyta(Diatomeae). In: Pascher, **Die Süßwasser - Flora Mitteleuropas.** Jena, Verlag von Gustav Fischer, v.10, 466p.
- HUSZAR, V.L.M. 1986. Algas planctônicas da lagoa de Juturnaíba, Araruama, RJ, Brasil. *R.Bras.Bot.*, 8:1-19.
- ISHII, I.H. 1987. **Contribuição ao estudo do ciclo do carbono na Represa de Três Marias, MG.** São Carlos, DCB/UFSCar, 1987. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos. 159p.
- JOST, H. & SOLIANI JR. E. 1976. Mapeamento Geológico e Geomorfológico. In: **Plano Integrado para o desenvolvimento do litoral norte do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Fundação de Economia e Estatística, 121p., 17 fig., 39 fotos.

- JORDAN, E. 1972. Comparación entre dos métodos para estimar productividad primaria en aguas litorales del golfo de México. **An. Inst. Biol. Univ. Autón. México**, Ser. Cienc. del Mar y Limnol. 1:21-32.
- KETCHUM, B.H.; RYTHER, J.H.; YENTSCH, C.S. & CORWIN, N. 1957. Productivity in relation to nutrients. **Rapports et Procès - Verbaux des Reunions**, 144:132-140.
- KIMBALL, K.D. & KIMBALL, J.F. 1977. Seasonal phytoplankton variations in the shallow Pahlavi Mordab, Iran. **Hidrobiologia**, 55(1):49-53.
- KREMER, L.M. 1985. **Produção Primária do fitoplâncton na Lagoa das Pombas, Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil**. Porto Alegre, UFRGS, 1985. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- KREMER, L.M. & ROSA, Z.M. 1983. Dinoflagelados do microplâncton de Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, sér.bot.**, 30:3-35.
- KREY, J. 1958. Chemical methods of estimating standing crop of phytoplankton. **Cons. Perm. Intern. Explor. Mer.**, 144:20-28.
- KUTNER, M.T.B. 1972. **Variação estacional e distribuição do fitoplâncton na região de Cananéia**. São Paulo, IB/USP, 1972. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. 104p.
- LAFOND, M.; PINEL-ALLOUL, B. & ROSS, P. 1990. Biomass and photosynthesis of size-fractionated phytoplankton in Canadian Shield lakes. **Hydrobiologia**, 196:25-38.
- LANDE, A. 1973. Studies on phytoplankton in relation to its production and some physical-chemical factors in Lake Svinsjoen. **Arch. hydrobiol.**, 72(1):71-86.
- LIMA, W.C.; MARINS, M.A. & TUNDISI, J.G. 1983. Influence of wind on the standing stock of *Melosira italica* (ehr.) Kutz. **Revista Brasileira de Biologia**, 43(4):317-320.
- LINDEMAN, R.L. 1942. The trophic-dynamic aspect of ecology. **Ecology**, 23:399-418.
- LOBO, E.A. 1984. **Modalidades estruturales de las fitocenosis limnicas en los sistemas de desembocadura de rios e esteros de la zona central de Chile (V region)**. Valparaíso, Facultad Medicina, 1984. Dissertação (licenciatura em biologia) - Universidad Valparaíso. 110p.
- LUND, J.W.G.; KIPLING, C. & LE CREN, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and statistical basis of estimating by counting. **Hidrobiologia**, 11:143-170.

- MARINS, M.A. 1972. **Distribuição, "standing-stock" e aspectos ecológicos da alga *Melosira italica* (Kütz) em ambiente lacustre: Represa do Lobo.** São Paulo, IB/USP, 1972. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.
- MARGALEF, R. 1968. **Perspectives in Ecological Theory.** Chicago, University of Chicago Press, 111p.
- 1983. **Limnología.** Barcelona, Omega, 1010p.
- MARLIER, G. 1965. **études sur les lacs de l'Amazonie Centrale.** Cadernos da Amazônia, Manaus, INPA, 51p.
- MARSHALL, H.G. & LACOUTURE, R. 1986. Seasonal patterns of growth and composition of phytoplankton in the lower Chesapeake bay and vicinity. **Estuarine, Coastal and Shelf Sciences**, 23:115-130.
- MIKHEYEVA, T.M. 1989. Problems in the study of phytoplankton: nanophytoplankton (definition, fractionation, and significance in primary production), a review. **Hydrobiol. J.**, 24(4):1-20.
- MOBIUS, M. 1889. Bearbeitung der von H. Schenk in Brasilien gesammelten Algen. **Hedwigia**, 28(5):309-347.
- MORAES, E.M. 1978. **Ciclo sazonal, distribuição horizontal e vertical e interrelação ecológica de nutrientes na Represa do Lobo (Broa - Itirapina, SP).** São Paulo, USP, 1978. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. 153p.
- MULLER-MELCHERS, F.C. & FERRANDO, H.J. 1956. Técnicas para el estudio de las diatomeas. **Bol. Inst. Oceanog.**, 7: 151-160.
- NAUMANN, E. 1931. **Limnologische Terminologie.** Berlin, Urban & Schwarzenberg, 776p.
- NOGUEIRA, P.C. 1948. **As regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Editora Selbach, 16p.
- NORDSTEDT, C.F.O. 1869. Desmidiaceae. In: Warming, E. ed, *Symbolae ad floram Brasiliae centralis cognoscendam*, 5:Fam. 18. kvidensk. **Meddr dansk naturh. Foren.**, 1869(14-15):195-234.
- ODEBRECHT, C.; MULLER, Jr. O.O & NIENCHESKI, L.F.H. 1988. Biomassa e categoria de tamanho do fitoplâncton total na lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil (verão de 1986). **Acta Limnológica Brasiliensia**, 2:367-386.
- PANITZ, C.M.N. 1980. **Estudo comparativo de perifíton em diferentes substratos artificiais na represa do Lobo ("Broa").** São Carlos, UFSCar, 1980. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. 224p.

- PARSONS, T.R. & LE BRAUSER, R.J. 1970. The availability of food to different trophic levels in the marine food chain. In: J.H. STEELE (ed.), **Marine food chain**. Oliver and Boyd, p.525-543.
- PARSONS, T.R.; TAKAHASHI, M & HARGRAVE, B. 1977. **Biological Oceanography process**. 2ed., Oxford, Pergamon Press, 332p.
- PAREDES, J.F.; PEIXINHO, V.M.C. & BRITO, R.R.C. 1980. Produtividade primária, biomassa e fatores limitantes na área estuarina SW da Baía de Todos os Santos. **Bol. Inst. Oceanográfico**, 29(2):283-289.
- PATRICK, R. & REIMER, C.W. 1966. **The diatoms of the United States: exclusive of Alaska and Hawaii**. Philadelphia, Livingston, v.I (Monograph of the Academy of Natural Science of Philadelphia, 13), 688p.
- PEARSALL, W.H. 1932. Phytoplankton in the English Lakes. 2. The composition of the phytoplankton in relation to dissolved substances. **Journal of Ecology**, 20:241-62.
- POOLE, H.H. & ATKINS, W.R.G. 1929. Photo-eletric measurements of submarine illumination throughout the year. **J. Mar. Biol.**, 16 (1):297-324.
- PRESCOTT, G.W. 1970. **Algae of the Western Great lakes area**. W.C. Brow Publi. 969p. il.
- PRINGSHEIM, E.G. 1956. Contributions towards a monograph of the genus *Euglena*. **Nova Acta Leopoldinea.**, 18(125):1-168.
- REYNOLDS, C.S. 1976. Sucession an vertical distribution of phytoplankton in response to thermal stratification in a Lowland Mere, with special reference to nutrient availability. **J. Ecology.**, 64:529-551.
- _____. 1984. **The ecology of freshwater phytoplankton**. Cambridge, University Press, 384p.
- RIGLER, F.H. 1966. Radiobiological analysis of inorganic phosphorus in lakewater. **Verhandlungen der internationale Vereinigung fur theoretische und angewandte Limnologie.**, 16: 465-470.
- ROBARTS, R.D. 1979. Underwater light penetration, chlorophyll-a and primary production in a trophic Africa lake (Lake Mcilwaine, Rhodesia). **Arch. Hydrobiol.**, 86(4):423-444.
- RODHE, W. 1965. Standard correlations between Pelagic Photosynthesis and Light. **Mem. Inst. Ital. Idrob.**, 18:365-381.
- ROSA, Z.M. 1982. Diatomáceas marinhas e estuarinas de Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, sér. bot.**, 29:49-145.

- ROSA, Z.M. & MIRANDA-KIESSLICH, S. 1988. O gênero *Pediastrum* Meyen (Chlorococcales-Hydrodictyaceae) do sistema lagunar da região litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, sér.bot., 38:149-169.
- ROUND, F.E. 1983. *The ecology of algae*. Cambridge, Cambridge University Press. 651p.
- RUTTNER, F. 1930. Das Plankton des Lunzer Untersees: seine Verteilung in Raum und Zeit warend der Jahre 1908-1913. *Internat.Rev.ges.Hydrob.Hydrogr.*, 23:1-138 und 161-287.
- SASSI, R. 1978. *Variação sazonal do fitoplâncton e fatores ecológicos básicos da região do Saco da Ribeira, Ubatuba, Brasil*. São Paulo, Instituto Oceanográfico, 1978. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. 147p.
- SCHAFER, A. 1988. Tipificação Ecológica das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2:29-55.
- SCHMIDT, G.W. 1973. Primary production of phytoplankton in the three types of Amazonian waters. III. Primary productivity of phytoplankton in a tropical floodplain lake of Central Amazonia, Lago Castanho, Amazonas, Brasil. *Amazoniana*, 4(4): 379-404.
- SCHWARZBOLD, A. 1982. *Influência da morfologia no balanço de substâncias e na distribuição de macrófitos aquáticos nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, UFRGS, 1982. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Univerdidade Federal do Rio Grande do Sul. 91p.
- , 1984. *Bases Ecológicas para a Utilização e Preservação dos Recursos Naturais da Laguna dos Patos*. Relatório Técnico, Centro de Ecologia, IB, UFRGS/CIRME.
- SIMONSEN, R. 1979. The diatom system ideas on phylogeny. *Bacillaria.*, 2:9-71.
- SMAYDA, T.J. 1978. What to count? Estimating cell numbers. In: SOURNIA, A., *Phytoplankton manual*, Paris, UNESCO, p.165-166.
- SMITH, R.L. 1974. *Ecology and Field Biology*. London, Harper and Row Publishers, 849p.
- SOMMER, C.H. 1977. *Produção primária do fitoplâncton na Represa Lomba do Sabão (Viamão, RS)*. Porto Alegre, UFRGS, 1977. Dissertação (Mestrado em Botânica Sistemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 41p.
- SOURNIA, A. 1978. *Phytoplankton Manual*. Paris, UNESCO, 337p.

- SPONDIIEWSKA, I. 1967. Dynamics of the abundance and biomass of phytoplankton in Lakes Mikolajskie and Taltowisko. *Ecol. Pol.*, sér D, 5(7):139-53.
- STEMMANN-NIELSEN, E. 1952. The use of radioactive carbon (C-14) for measuring organic production in the sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 18(2):117-140.
- 1975. **Marine photosynthesis with special emphasis on the ecological aspects.** New York. Elsevier Scientific Publishing Company, 141p.
- STEMMANN-NIELSEN, E. & JENSEN, H.K. 1957. Primary oceanic production. The autotrophic production of organic matter in the oceans. *Galathea Rep., Sci. Res. of the Danish Deep-Sea Expedition around the World*, 1:49-136.
- STOCKNER, J.G. & ANTIA, N.J. 1986. Algal picoplankton from marine and freshwater ecosystems: a multidisciplinary perspective. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43:2472-2503.
- STRICKLAND, J.D.H. 1960. Measuring the production of marine phytoplankton. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 122:1-172.
- TALLING, J.F. 1969. The incidence of vertical mixing and some biological and chemical consequences in tropical African lakes. *Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Verh.*, 17:998-1012.
- TANSLEY, A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16:284-307.
- TEIXEIRA, C. 1963. Relative rates of photosynthesis and standing stock of the net phytoplankton and nanoplankton. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 13(2):53-60.
- 1973a. Preliminary studies of primary production in the Ubatuba region (Lat. 23 30'S - Long. 45 06'W) Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 22:49-58.
- 1973b. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 22:59-92.
- TEIXEIRA, C. & TUNDISI, J.G. 1967. Primary production and phytoplankton in equatorial waters. *Bull. Mar. Sci.*, 17(4): 884-891.
- THIENEMANN, A. 1913. Physikalische um chemische Untersuchungen in den Maaren der Eifel II. *Verh. Nat. Hist. Ver. Preuss.*, 70:249-303.

- TORGAN, L.C. & GARCIA, M. 1989. Novas ocorrências (Cyanophyta e Chlorophyta) para a fiocoflora planctônica do Rio Grande do Sul, Brasil. *Hoehnea.*, 16:57-64.
- _____. 1990. Ocorrência de *Skeletonema subsalum* (A.Cleve) Bethge (Bacillariophyceae) no sul do Brasil e suas implicações taxonômicas e ecológicas. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 3: 439-457.
- TUNDISI, J.G. 1969. **Produção primária, "standing-stock" e fracionamento do fitoplâncton na região lagunar de Cananéia.** São Paulo, USP, 1969. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo.
- _____. 1971. Size distribution of the phytoplankton and its ecological significance in tropical waters. In: COSTLOW, J.D. ed. **Fertility of the sea.** New York, Gordon & Breach, v.2, p.603-612.
- _____. 1977. **Produção primária, "standing stock", fracionamento do fitoplâncton e fatores ecológicos em ecossistema lacustre artificial (Represa do Broa, São Carlos).** Ribeirão Preto, USP, 1977. Tese (Livre docência-Ecologia) - Universidade de São Paulo. 409p.
- _____. 1978. O ecossistema como unidade ecológica. In: **A comunidade vegetal como unidade biológica, turística e econômica.** São Paulo, ACIESP no.15.
- _____. 1986. Estudos Ecológicos do fitoplâncton marinho e lacustre no Brasil: situação atual e perspectivas. In: **Algas, a energia do amanhã.** São Paulo, Inst. Oceanogr. USP. p.27-48.
- TUNDISI, J.G.; STRIXINO, S.; MARINS, M.A.; SANTOS, E.P. & MATTOS, E. 1972. Ecological studies in a lacustrine environment. I. First assessment of environmental factors. **Progress report 1**, 21p.
- TUNDISI, J.G. & TUNDISI, T.M. 1976. Produção orgânica em ecossistemas aquáticos. **Ciência e Cultura.**, 28(8):864-887.
- TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M.; ROCHA, O.; GENTIL, J.G. & NAKAMOTO, N. 1977. Primary production, standing-stock of phytoplankton and ecological factors in a shallow tropical reservoir (Represa do Broa, São Carlos, Brazil). In: **Seminário Medio Ambiente y Represas.**, 1: 138-172. Montevideo.
- UTERMHOL, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. **Verh.int. Verein.theor. angew. Limnol.**, 9:1-38.
- VAN NIEL, C.B. 1941. The bacterial photosyntheses and their importance for the general problem of photosynthesis. **Adv. Enzimol.**, 1:263-329.

VILLWOCK, J.A. 1982. A summary of the geology of the coastal province of Rio Grande do Sul. **Proc. of the International Symposium on utilization of coastal ecosystems: planing, pollution and productivity.** Rio Grande, RS, v.2, p.471-484.

----- 1984. Geology of the coastal province of Rio Grande do Sul, southern Brazil: a synthesis. **Pesquisas.**, 16:5-49.

VOLLENWEIDER, R.A. 1969. **A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments.** Oxford, Blackwell Scientific Publications Ltd., IBP Handbook 12. 213p.

WATANABE, T. 1981. **Flutuação sazonal e distribuição espacial do nano e microfítotoplâncton na Represa do Lobo ("Broa"), São Carlos, SP.** São Carlos, UFSCar, 1981. Tese (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos.

WERNER, V.R. 1988. **Cyanophyceae (=Nostocophyceae) planctônicas da Lagoa de Tramandaí e da Lagoa do Armazém, Rio Grande do sul, Brasil: contribuição à taxonomia.** Porto Alegre, UFRGS, 1988. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 118p.

WEST, W. & WEST, G.S. 1912. **A monograph of the British desmidiaceae. 1904-1923.** London, Ray Society, v.4, p.1-194,

WETZEL, R.G. 1975. **Limnology.** Phyladelphia, Sauders, 743p.

----- 1981. **Limnologia.** 2ed., Barcelona, Omega, 679p.

WURDIG, N.L. & FREITAS, S.M.F. 1988. **Distribuição espacial e temporal da comunidade de ostracodes na lagoa Emboaba, Rio Grande do Sul, Brasil.** **Acta Limnol. Brasil.**, 2:677-700.

ZACHARIAS, O. 1894. **Beobachtungen am Plankton des Grossen Ploner sees.** **Forsch.Ber. Stn. Plon.**, 2:91-137.

----- 1895. **Über die Weschselnde Quantitat des Plankton im Grosser Ploner Sees.** **Forsch. Ber. Biol.Stn. Plon.**, 2:91-137.

ZAHRADNIK, P. 1981. **Methods for chemical analysis of inland waters.** Limnologisches Institut. Osterreichische Akademic der Wissenschaften. 43p.

TEMPERATURA o C	Média	20,0
	Média das máximas	22,6
	Média das mínimas	16,5
	Máxima observada	38,5
	Mínima observada	2,2
PRECIPITAÇÃO (mm)	Total	1322,9
	Total máxima	2042,4
	Total mínima	920,1
EVAPORAÇÃO		1134,5
UMIDADE RELATIVA (%)		83
VENTO (m/s)	1.Direção predom.	NE
	2.Direção predom.	W
	Veloc.média	6,0

TABELA 1. Valores médios de elementos do clima da região da Lagoa Emboaba. Período 1951-1982(segundo HASENACK & FERRARO, 1989).

MESES	PRECIPITAÇÃO (mm)	VENTO (m/s)	TEMPERATURA AR	ALTURA SOLAR
AGOSTO	104.8	5.8	16.8	45 45'
SETEMBRO	142.7	6.7	16.5	56 43'
OUTUBRO	79.2	7	19	68 16'
NOVEMBRO	75.8	7.2	21.9	78 19'
DEZEMBRO	12.2	6.6	23.3	83 16'
JANEIRO	97.6	5.8	25	81 18'
FEVEREIRO	232	6	24	72 58'
MARÇO	100.6	6	24.3	62 28'
ABRIL	117.7	5.6	22.7	50 32'
MAIO	53.8	4.9	17.2	41 21'
JUNHO	131	4.9	14.3	36 45'

TABELA 2. Parâmetros climatológicos da região da Lagoa Emboaba, de agosto de 1989 a junho de 1990 (fonte:DEPRG).

MESES	TRANSPARÊNCIA	COEFICIENTE DE ATENUAÇÃO
AGO	1,75	0,97
SET	1,95	0,86
OUT	1,40	1,21
NOV	1,60	1,06
DEZ	1,65	1,03
JAN	1,60	1,06
FEV	1,70	1,00
MAR	1,50	1,30
ABR	1,75	0,97
MAI	1,70	1,00
JUN	2,40	0,71

TABELA 3. Variação sazonal da transparência da água e do coeficiente de atenuação, de agosto de 1989 a junho de 1990, Lagoa Emboaba.

MÊS	AGOSTO	OUTUBRO	DEZEMBRO	FEVEREIRO	ABRIL	JUNHO
100%	0m	0m	0m	0m	0m	0m
50%	0,7m	0,57m	0,67m	0,69m	0,71m	0,97m
25%	1,42m	1,14m	1,34m	1,38m	1,42m	1,95m
10%	2,37m	1,89m	2,23m	2,30m	2,36m	3,24m
1%	4,74m*	3,79m*	4,47m*	4,60m*	4,74m*	6,5m*
PROF. DA LAGOA	2,50m** (8,8%)	2,40m** (5,4%)	2,25m** (10%)	2,00m** (13,5%)	1,80m** (17,4%)	2,4m** (18,2%)

TABELA 4. Variação sazonal das profundidades de penetração de luz, de agosto de 1989 a junho de 1990, Lagoa Emboaba.

* valores de profundidades superiores à coluna d'água,

** % de penetração de luz recalculadas para o fundo da coluna d'água.

MÊS	AGOSTO	OUTUBRO	DEZEMBRO	FEVEREIRO	ABRIL	JUNHO
100%	16,0 C	20,8 C	24,9 C	26,1 C	24,2 C	13,0 C
50%	16,0 C	20,2 C	23,8 C	26,1 C	23,0 C	13,0 C
25%	15,6 C	20,2 C	23,6 C	26,1 C	22,8 C	12,8 C
10%	15,2 C	20,2 C	23,5 C	26,1 C (13,5%)	22,5 C (17,4%)	12,8 C (18,2%)
1%	15,2 C (8,8%)	20,2 C (5,4%)	--	--	--	--
x	15,6 C	20,32 C	23,95 C	26,10 C	23,12 C	12,90 C

TABELA 5. Variação sazonal da estrutura térmica (°C) da coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990, Lagoa Emboaba.

MÊS	AGOSTO					
PROF.	100%	50%	25%	10%	8,8%	x
mg O ₂ /l	8,81	8,59	8,74	8,74	8,70	8,72
% S	85,49	85,49	86,35	87,20	89,44	86,8

MÊS	OUTUBRO					
PROF.	100%	50%	25%	10%	5,4%	x
mg O ₂ /l	7,9	7,94	7,86	8,02	7,8*	7,9
% S	88,34	87,72	86,82	88,62	86,14	87,53

MÊS	DEZEMBRO					
PROF.	100%	50%	25%	10%	--	x
mg O ₂ /l	7,67	8,06	7,80	7,70	--	7,80
% S	92,56	95,39	91,93	91,47	--	92,84

TABELA 6. Variação sazonal da concentração de oxigênio (mg/l) e % de saturação na coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990, Lagoa Emboaba.

MÊS	FEVEREIRO					
PROF.	100%	50%	25%	13,5%	--	x
mg O ₂ /l	7,47	7,71	7,69	7,69	--	7,64
% S	92,10	95,06	94,82	94,82	--	94,20
MÊS	ABRIL					
PROF.	100%	50%	25%	17,4%	--	x
mg O ₂ /l	7,94	8,06	8,06	7,74	--	7,95
% S	94,64	93,93	93,61	89,37	--	92,89
MÊS	JUNHO					
PROF.	100%	50%	25%	10,2%	--	x
mg O ₂ /l	9,98	9,98	9,98	9,64*	--	9,90
% S	94,85	94,85	95,41	91,14	--	93,81

TABELA 6. Variação sazonal da concentração de oxigênio(mg/l) e % saturação na coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990, Lagoa Emboaba.

PARÂMETROS	pH	ALCALINIDADE (mmol/l)	CO ₂ TOTAL (mg/l)	C INORGÂNICO (mg/l)
MÊS				
AGOSTO	6,6	0,18	9,06	2,47
SETEMBRO	6,9	0,29	14,59	3,98
OUTUBRO	7,1	0,19	9,55	2,60
NOVEMBRO	7,2	0,20	10,06	2,74
DEZEMBRO	7,2	0,20	10,06	2,74
JANEIRO	7,4	0,24	12,07	3,29
FEVEREIRO	7,4	0,25	12,57	3,43
MARÇO	7,4	0,27	13,58	3,70
ABRIL	6,6	0,25	12,57	3,43
MAIO	7,4	0,23	11,57	3,15
JUNHO	6,8	0,20	10,06	2,74

TABELA 7. Variação sazonal do pH, alcalinidade (mmol/l), CO₂ total (mg/l) e C inorgânico (mg/l) superficiais (100% penetração de luz) de agosto de 1989 a Junho de 1990, Lagoa Emboaba.

MÊS	A	O	D	F	A	J
PROF.	G	U	E	E	B	U
	O.	T.	Z.	V.	R.	N.
100%	6,6	7,1	7,2	7,4	6,6	6,8
50%	6,8	7,1	7,2	7,7	6,5	6,8
25%	7,3	7,1	7,2	7,6	6,6	6,8
10%	7,3	7,1	7,2	7,6	6,6	6,8
1%	7,1	7,1	-	-	-	-
x	7,02	7,1	7,2	7,57	6,57	6,8

TABELA 8. Variação sazonal do pH na coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990, Lagoa Emboaba.

Obs:

valores de profundidade 1% = 8,8% (agosto) e 5,4% (outubro)
 10% = 13,5% (fevereiro),
 17,4% (abril) e
 18,2% (junho).

MÊS	A	O	D	F	A	J
PROF.	G	U	E	E	B	U
	O.	T.	Z.	V.	R.	N.
100%	85,5	86,5	74,0	88,2	68,7	57,9
50%	85,5	91,6	75,7	88,2	70,3	57,9
25%	86,3	91,6	74,1	88,2	70,6	58,3
10%	87,2	91,6	78,0	88,2	71,0	58,3
1%	89,4	89,6	--	--	--	--
x	86,78	90,18	75,45	88,20	70,15	58,10

TABELA 9. Variação sazonal da condutividade elétrica ($\mu\text{MHOS/cm}$) na coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

Obs:

valores de profundidade 1% = 8,8%(agosto) e 5,4%(outubro)
 10% = 13,5% (fevereiro),
 7,4%(abril) e
 18,2% (junho).

MÊS	NUTRIENTE	
	ORTOFOSFATO ($\mu\text{g/l}$)	NITRATO ($\mu\text{g/l}$)
AGOSTO	11,0	90
SETEMBRO	n.d.	10
OUTUBRO	18,2	70
NOVEMBRO	6,5	50
DEZEMBRO	7,8	10
JANEIRO	n.d.	20
FEVEREIRO	1,3	60
MARÇO	n.d.	50
ABRIL	n.d.	40
MAIO	16,0	10
JUNHO	2,0	50
x	5,7	41,8

TABELA 10. Variação sazonal da concentração de ortofosfato e nitrato ($\mu\text{g/l}$) superficial, de agosto de 1989 a junho de 1990, Lagoa Emboaba.

MÊS	A	O	D	F	A	J
PROF.	G	U	E	E	B	U
	O.	T.	Z.	V.	R.	N.
100%	0,00	0,00	25,31	55,31	22,5	16,87
50%	89,06	49,69	0,00	0,00	24,37	124,69
25%	24,37	38,44	34,69	15,0	0,00	87,19
10%	132,19	0,00	23,44	18,75	0,00	28,12
1%	34,69	25,31	--	--	--	--
x	56,06	22,69	20,86	22,26	11,71	64,22

TABELA 11. Variação sazonal da produção primária bruta (mgC/m³.h) na coluna d'água, de agosto de 1989 a Junho de 1990, Lagoa Emboaba.

Obs:

valores de profundidade 1% = 8,8(agosto) e 5,4%(outubro)
 10% = 13,5%(fevereiro),
 17,4%(abril) e
 18,2% (junho).

MÊS	PRODUÇÃO PRIMÁRIA BRUTA ² (mgC/m.h)
AGOSTO	157,0
OUTUBRO	60,15
DEZEMBRO	45,97
FEVEREIRO	34,72
ABRIL	25,29
JUNHO	198,42

TABELA 12. Variação sazonal da produção primária bruta (mgC/m².h) da coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990, Lagoa Emboaba.

MÊS	No. de campos	No. Org.	No.Org/ml	média
AGOSTO	50	339	7.494	7.832
	48	335	8.174	
OUTUBRO	41	335	9.570	10.219
	30	295	10.860	
NOVEMBRO	57	355	6.883	6.757
	48	288	6.631	
DEZEMBRO	54	298	6.099	6.531
	50	315	6.963	
JANEIRO	64	377	6.511	6.820,5
	51	329	7.130	
FEVEREIRO	51	431	9.340	9.124
	50	403	8.908	
MARÇO	55	467	9.384	10.278
	37	374	11.172	
ABRIL	53	508	10.594	10.586
	49	469	10.579	
MAIO	16	175	12.089	12.286
	17	192	12.483	
JUNHO	50	294	6.499	6.681
	43	267	6.863	
AGOSTO	38	234	6.806	8.071
	29	245	9.337	

TABELA 13. Variação mensal do número de organismos/ml, de agosto de 1989 a agosto de 1990, Lagoa Emboaba.

DIV.	XANTO	CYANO	CHLOR	CHRY	EUGLE	BACIL	DINO	CRYPT	PRAS	NI
MÊS	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
AGO.	13,98	20,75	2,02	39,05	0,15	3,20	0,58	0,58	13,41	6,3
OUT.	7,23	7,85	3,54	35,38	0,15	1,23	3,38	0,31	31,21	9,69
NOV.	8,24	23,48	5,54	39,35	0,15	3,11	0,62	0,15	11,01	8,39
DEZ.	2,28	44,37	4,89	23,65	--	3,43	3,59	--	19,79	17,99
JAN.	4,81	43,90	7,79	23,94	--	6,09	1,84	--	14,82	16,79
FEV.	4,44	36,81	5,27	38,85	--	3,96	2,76	--	11,20	16,71
MAR.	5,94	26,99	9,04	36,74	0,24	6,54	2,49	--	15,59	16,42
ABR.	6,45	42,78	4,91	24,26	--	10,34	1,43	0,31	16,86	12,66
MAI.	6,54	23,16	1,91	6,54	--	2,45	0,54	0,27	55,01	3,54
JUN.	3,92	8,02	3,21	40,46	--	2,67	1,25	1,07	35,11	4,28
AGO.	1,25	6,05	2,29	45,09	--	0,21	2,92	--	137,91	4,17

TABELA 14. Variação mensal da composição relativa (%) do fitoplâncton da Lagoa Emboaba, de agosto de 1989 a agosto de 1990.

Obs:

XANTO = XANTOPHYTA
 CYANO = CYANOPHYTA
 CHLOR = CHLOROPHYTA
 CHRY = CHRYSOPHYTA
 EUGLE = EUGLENOPHYTA
 BACIL = BACILLARIOPHYTA
 DINO = DINOPHYTA
 CRYPT = CRYPTOPHYTA
 PRAS = PRASINOPHYTA
 NI = NÃO IDENTIFICADO

MÊS	A	O	D	F	A	J
PROF.	G	U	E	E	B	U
	O.	T.	Z.	V.	R.	N.
100%	0,53	0,53	0,53	---	2,67	1,87
50%	---	0,80	0,53	---	2,93	2,48
25%	---	0,27	n.d.	---	2,93	n.d.
10%	---	0,80	n.d.	---	1,07	n.d.
1%	---	0,27	---	---	---	---
x	0,53	0,53	0,26	---	2,40	1,69

TABELA 15. Variação sazonal da clorofila "a" ($\mu\text{g/l}$) na coluna d'água, de agosto de 1989 a Junho de 1990, Lagoa Emboaba.

Obs:

valores de profundidade: 1% = 8,8% (agosto) e 5,4% (outubro)
 10% = 13,5% (fevereiro),
 17,4% (abril) e
 18,2% (junho).

TABELA 16. Relação de espécies encontradas na Lagoa Emboaba, de agosto de 1989 a agosto de 1990.

C H L O R O P H Y T A

1. *Ankistrodesmus fusiformis* (Corda)
2. *Ankistrodesmus spiralis* (Turner) Lemm.
3. *Botriococcus braunii* Kutz
4. *Botriococcus protuberana* West & West
5. *Chlamydomonas* sp.1
6. *Chlamydomonas* sp.2
7. *Closterium* sp.
8. *Coelastrum pulchrum* Schmidle
9. *Coelastrum reticulatum* (Dang) Senn.
10. *Cosmarium moniliforme* (Turp.) ex Ralfs.
11. *Cosmarium* sp.
12. *Crucigenia* sp.
13. *Desmidium* sp.
14. *Dictyosphaerium* sp.
15. *Hyalotheca* cf. *mucosa* (Mert) Ehr.
16. *Hyalotheca* sp.
17. *Kirchneriella lunaris* (Kircher) Mobius
18. *Kirchneriella contorta*
19. *Lagerheimia* sp.
20. *Monoraphidium* cf. *circinale* (Nyg) Nyg
21. *Monoraphidium* cf. *komarkovae* Nyg

22. *Monoraphidium nanum* (Ettl) Hind
23. *Oocystis* sp.
24. *Pediastrum angulosum* (Ehr.) ex Menegh
25. *Pediastrum biradiatum* Meyen
26. *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh.
27. *Pediastrum duplex* Meyen
28. *Pediastrum tetras* (Ehr.) Ralfs.
29. *Phytelios* sp.
30. *Pleurotaenium* sp.
31. *Scenedesmus acuminatus*
32. *Scenedesmus bicaudatus* (Hansg.) Chod.
33. *Scenedesmus cf. bijugus*
34. *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.
35. *Sorastrum americanum* (Bohl.) Schm.
36. *Staurastrum leptocladum* Norstedt
37. *Staurastrum rotula* Norstedt
38. *Staurastrum* sp.
39. *Staurodesmus* sp.
40. *Spirogyra* sp.
41. *Spondylosium pulchrum* (Bailey) Archer
42. *Sphaerososma* sp.
43. *Tetraedrum minimum* (A.Br.) Hansg.
44. *Tetraedrum* sp.1
45. *Tetraedrum* sp.2
46. *Tetrastrum* sp.
47. *Treubaria* sp.

NOSTOCOPHYTA

1. *Aphanothece* sp.
2. *Anabaena* sp.
3. *Chroococcus* cf. *limneticus* Lemm.
4. *Chroococcus* sp.
5. *Lyngbya limnetica* Lemm.
6. *Lyngbya* sp.
7. *Merismopedia convoluta* Brébisson
8. *Microcystis* cf. *incerta* Lemm.
9. *Oscillatoria lacustris* Geitler

EUGLENOPHYTA

1. *Euglena gracilis* Klebs
2. *Euglena* cf. *oxyuris* Schmarida
3. *Euglena* sp.
4. *Lepocinclis ovata* (Playf.) Conr.

CHRYSOPHYTA

1. *Chromulina pygmaea* Nygaard
2. *Chromulina* sp.
3. *Ochromonas* cf. *sphaerella* Skuja
4. *Ochromonas* sp.
5. *Dinobryon bavaricum* Imh.
6. *Dinobryon* sp.
7. *Mallomonas* sp.

XANTHOPHYTA

1. *Centritractus* sp.
2. *Tetradriella* sp.
3. *Pleurochloridaceae*

DINOPHYTA

1. *Peridinium* sp.
2. *Gymnodinium* sp.

CRYPTOPHYTA

1. *Cryptomonas* sp.
2. *Cryptomonas marsoni* Skuja

PRASINOPHYTA

1. *Nephroselmis cf. minuta* (N.C.) Huber Pest

BACILLARIOPHYTA

1. *Aulacosira ambigua* (Grun.) Simonsen
2. *Aulacosira distans* (Ehr.) Simonsen
3. *Amphora ovalis* Kutz
4. *Diploneis subovalis* Cleve
5. *Eunotia incisa* W.Sm. ex Greg
6. *Eunotia flexuosa* Bréb. ex Kutz.
7. *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun.

8. *Fragilaria pinnata* Ehr.
9. *Frustulia* sp.
10. *Gyrosigma attenuatum* (Kutz.) Rabh.
11. *Gyrosigma* sp.
12. *Gomphonema gracile* Ehr.
13. *Mastogloia braunii* Grun.
14. *Melosira undulata* (Ehr.) Kutz. var. *normanni* Arnott
15. *Navicula bacillum* Ehr.
16. *Navicula cuspidata* Kutz
17. *Navicula* cf. *pusilla* W.Sm.
18. *Navicula* sp.
19. *Neidium* cf. *magellanica* Cleve
20. *Nitzschia* cf. *lorenziana* Grun.
21. *Nitzschia* cf. *spectabilis* (Ehr.) Ralfs.
22. *Nitzschia* sp.
23. *Pinnularia* cf. *braunii* (Grun.) Cleve.
24. *Pinnularia* cf. *gibba* Ehr.
25. *Pinnularia* cf. *latevittata* Cleve
26. *Pinnularia maior* (Kutz) Cleve
27. *Rhizosolenia* sp.
28. *Stauroneis phoenicenteron* Ehr.
29. *Surirella guatemalensis* Ehr.
30. *Surirella linearis* W.Sm.
31. *Surirella robusta* Ehr.
32. *Surirella* sp.
33. *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr.

TABELA 17. Características de lagos com distintos graus de trofia, segundo WETZEL (1981).

CATEGORIA TRÓFICA	PRODUÇÃO PRIMÁRIA ² (mgC/m.dia)	CLOROFILA "a" ³ (mg/m)
ULTRAOLIGOTRÓFICO	<50	0,01-0,5
OLIGOTRÓFICO	50-300	0,3-3
MESOTRÓFICO	250-1000	2-15
EUTRÓFICO	> 1000	10-500
DISTRÓFICO	<50-500	0,1-10

TABELA 18. Classificação do estado trófico de acordo com o número de cél/ml (fitoplâncton), segundo MARGALEF (1983).

LAGOS	CÉLULAS/ml
LAGOS OLIGOTRÓFICOS	10 ² - 10 ⁴
LAGOS EUTRÓFICOS	10 ⁴ - 10 ⁶
ÁGUAS MUITO EUTRÓFICAS E CULTIVOS	10 ⁶ - 10 ¹⁰

TABELA 19. Classificação do estado trófico para lagos tropicais, segundo ESTEVES (1988).

EUPRODUTIVOS	> 500 gC.m.a	-2 -1
MESOPRODUTIVOS	200 - 500 gC.m.a	-2 -1
OLIGOPRODUTIVOS	< 200 gC.m.a	-2 -1

TABELA 20. TSI de CARLSON (1977) modificado para aplicação nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, segundo SCHAFFER (1986).

TSI	transparência	P-total ₃ (mg/m)	Clorofila a ₃ (mg/m)	DQO (mg/l KMnO ₄)
30	8	3.46	0.45	0.09
40	4	5.35	0.88	0.42
50	2	8.28	1.71	2.09
60	1	12.81	3.32	10.38
70	0.5	19.82	6.44	51.47
80	0.25	30.67	12.51	255
90	0.12	47.47	24.29	1235

TABELA 21. Produção primária do fitoplâncton em vários lagos do mundo. (obtido de KRAMER, 1985)

LAGOS	PRODUÇÃO PRIMÁRIA ² (mgC/m.dia)	INVESTIGADOR
Books, ALASKA	158	GOOLDMAN, 1960
Maruit, EGITO	10.800	VOLLENWEIDER, 1960
Victoria, UGANDA	1.080 - 4.200	TALLING, 1965
Aranguadi, ETIOPIA	13.000 - 22.000	BAXTER et.al., 1965
Tahoe, U.S.A.	28	GOLDMAN & CARTER, 1965
Martin, U.S.A.	561	WETZEL, 1966
Kivu, ZAIRE	1.440	DEGENS et.al., 1971
Carioca, BRASIL	190 - 400	BARBOSA, 1981
Dom Helvécio, BRASIL	210 - 447	TUNDISI et. al., 1981
Pombas, RS, BRASIL	315	KREMER, 1985
Emboaba, RS, BRASIL	903	VÉLEZ (este trabalho)

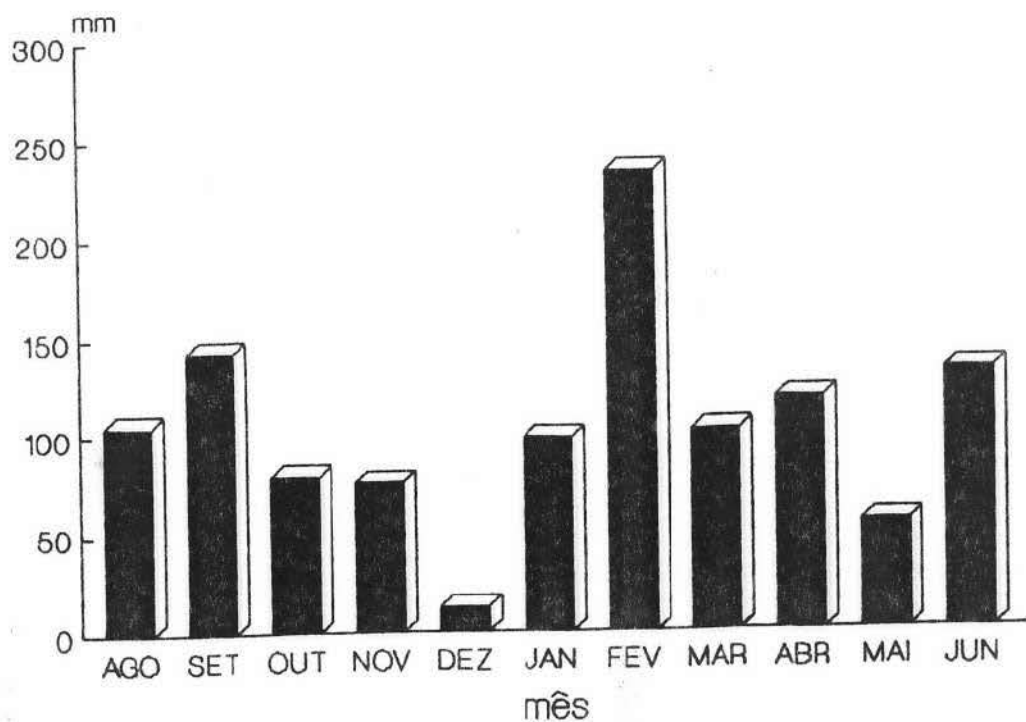


GRÁFICO 1. Variação sazonal da precipitação pluviométrica, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

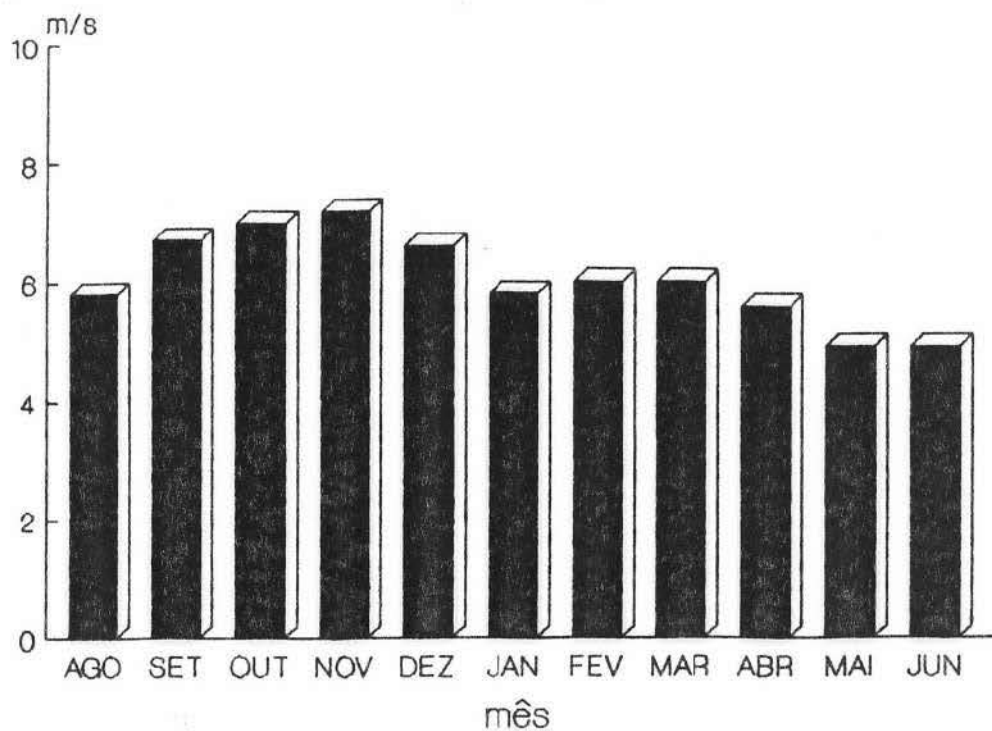


GRÁFICO 2. Variação sazonal da velocidade do vento, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

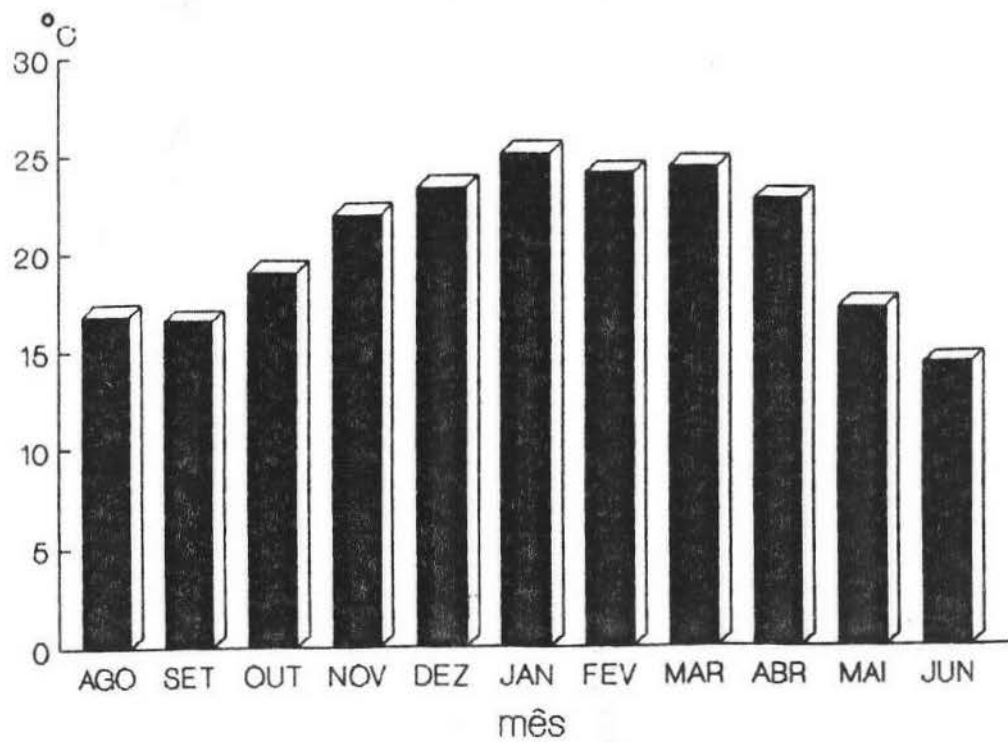


GRÁFICO 3. Variação sazonal da temperatura do ar, de agosto de 1989 a Junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

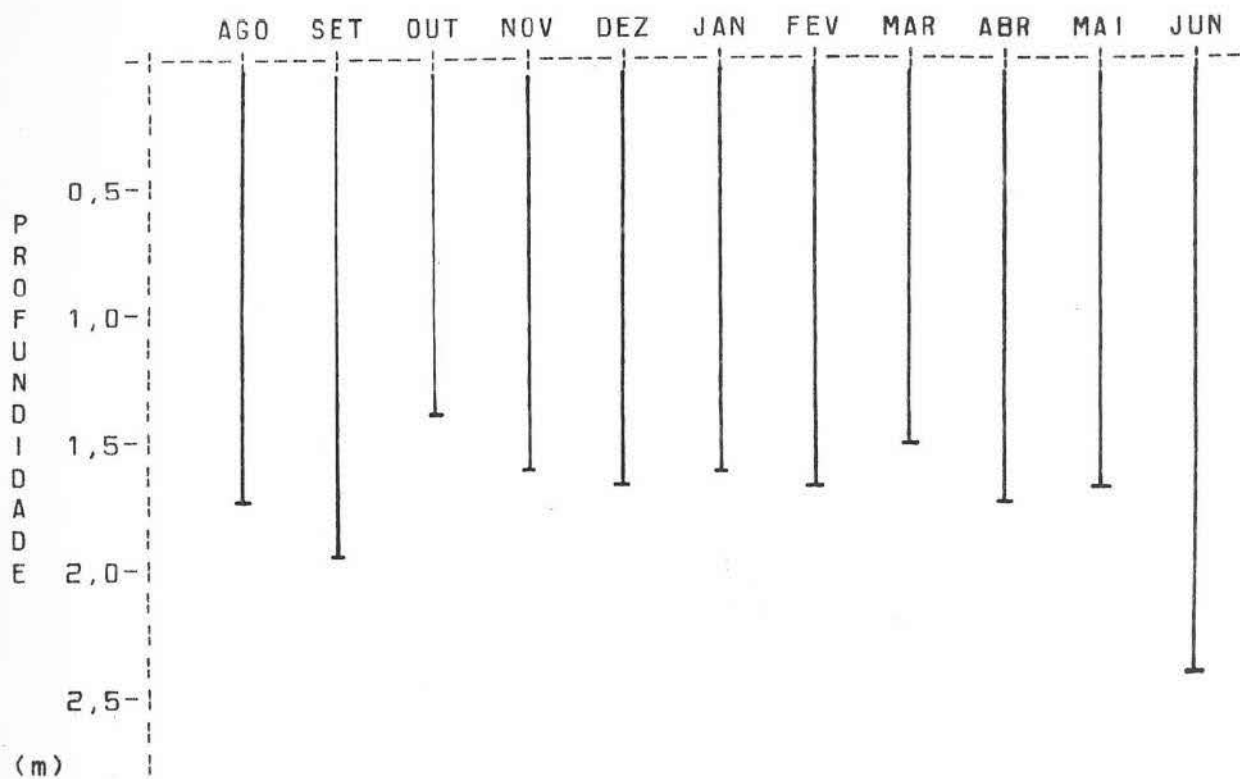


GRÁFICO 4. Variação sazonal da transparência da água (Secchi), de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

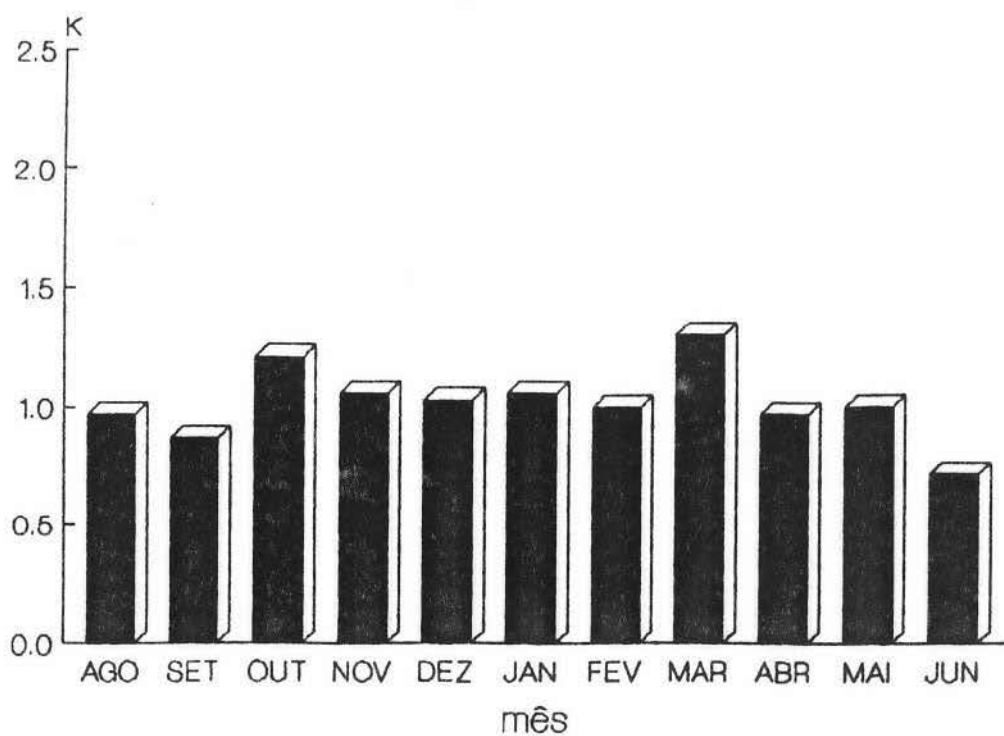


GRÁFICO 5. Variação sazonal do coeficiente de atenuação de luz(K), de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

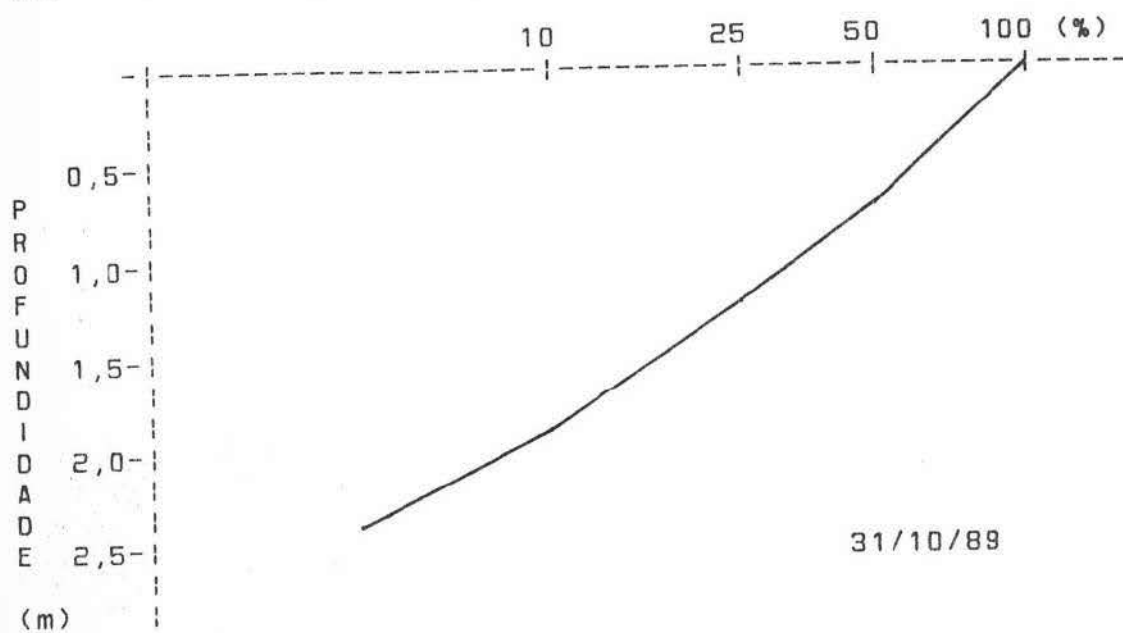
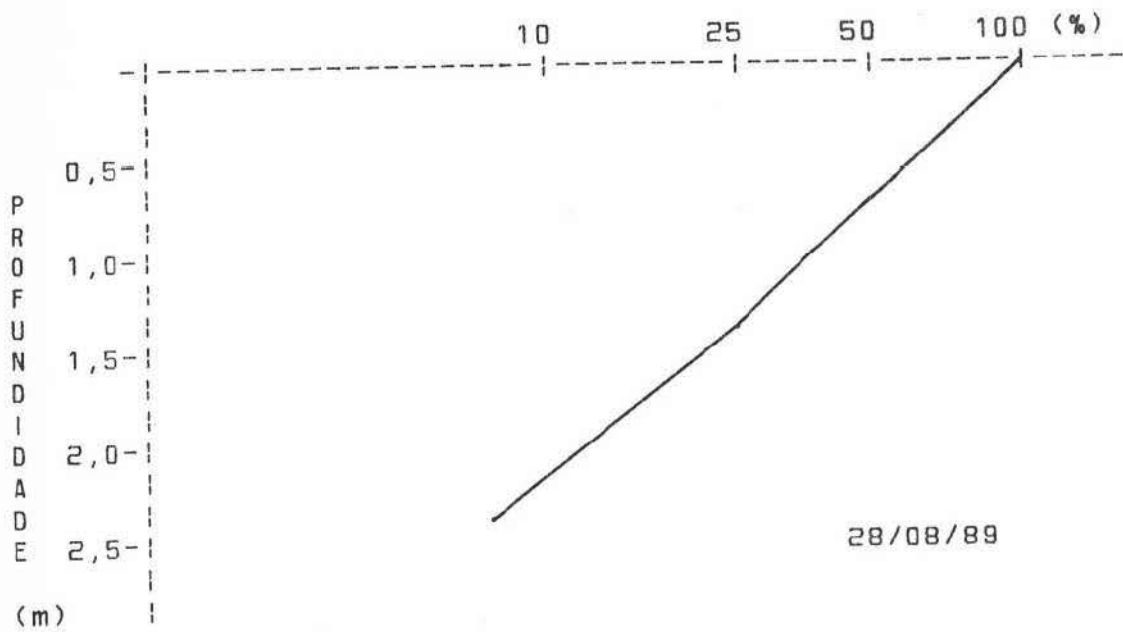


GRÁFICO 6a. Penetração de luz (%) na coluna d'água, Lagoa Emboaba.

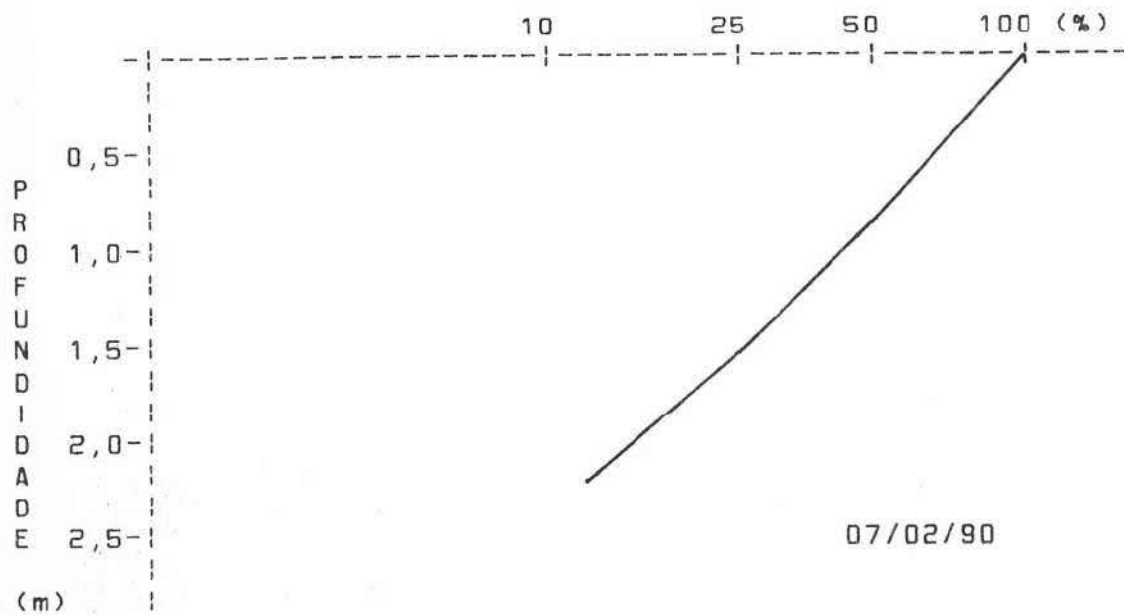
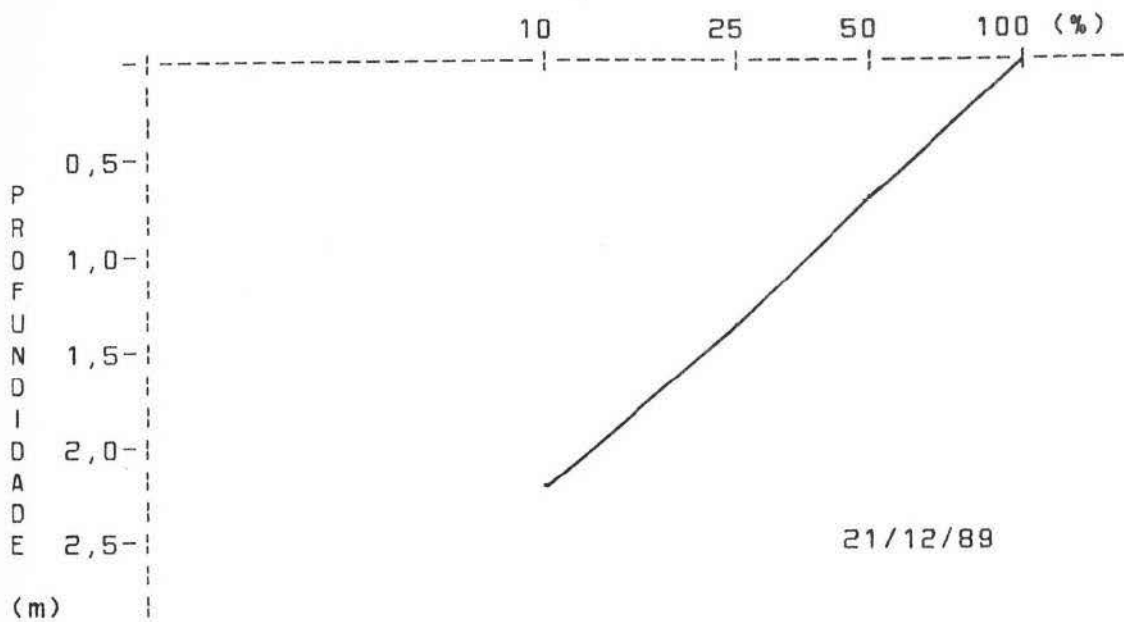


GRÁFICO 6b. Penetração de luz (%) na coluna d'água, Lagoa Emboaba.

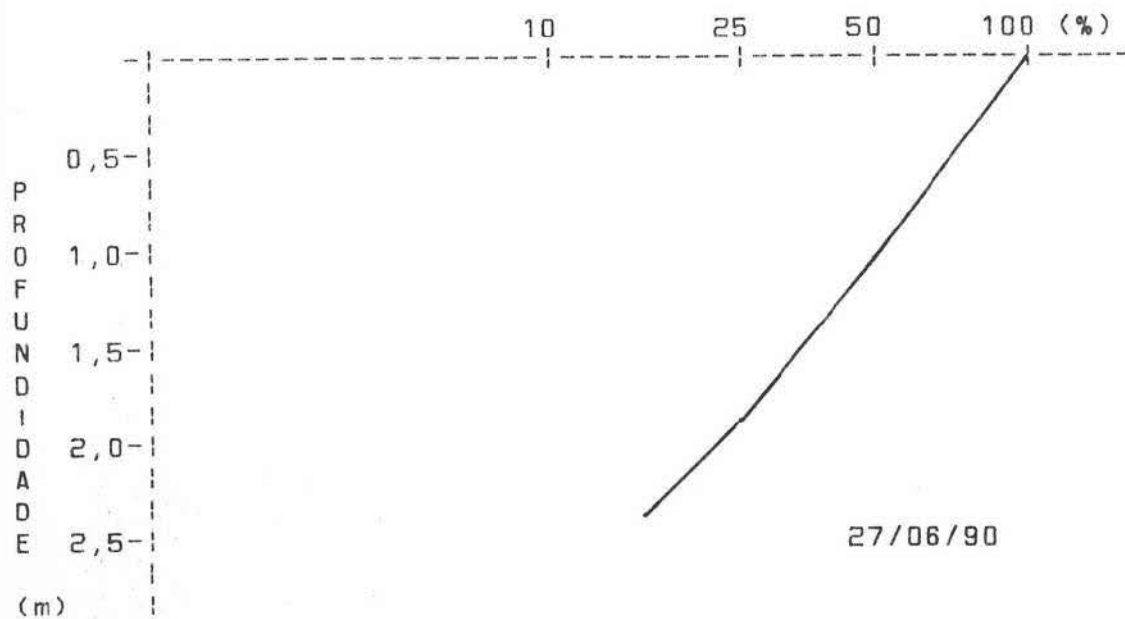
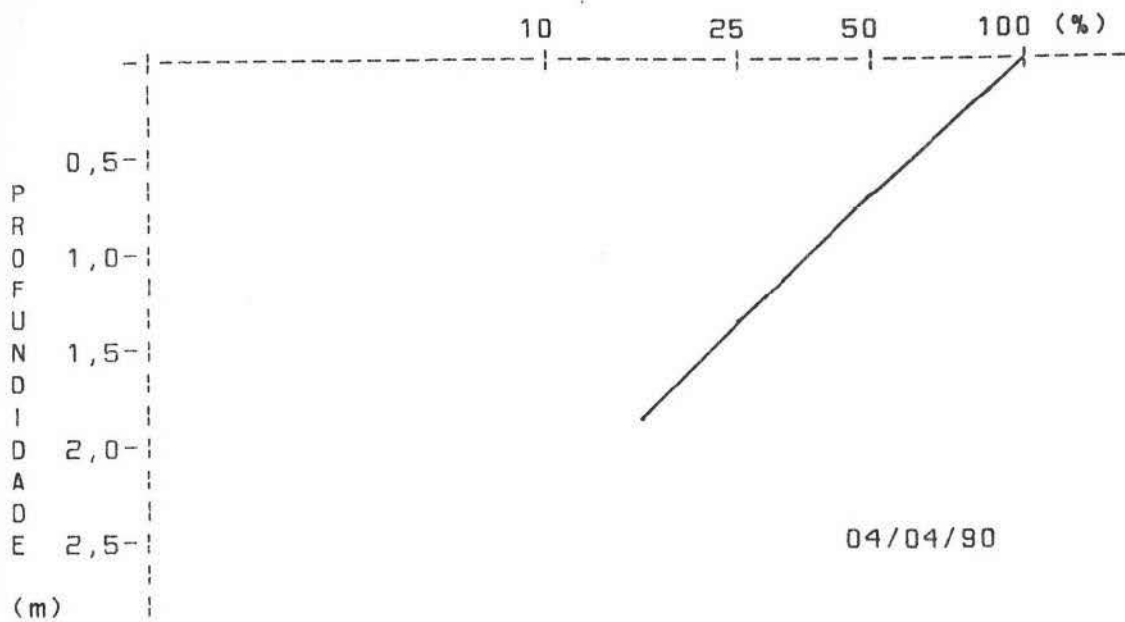


GRÁFICO 6c. Penetração de luz (%) na coluna d'água, Lagoa Emboaba.

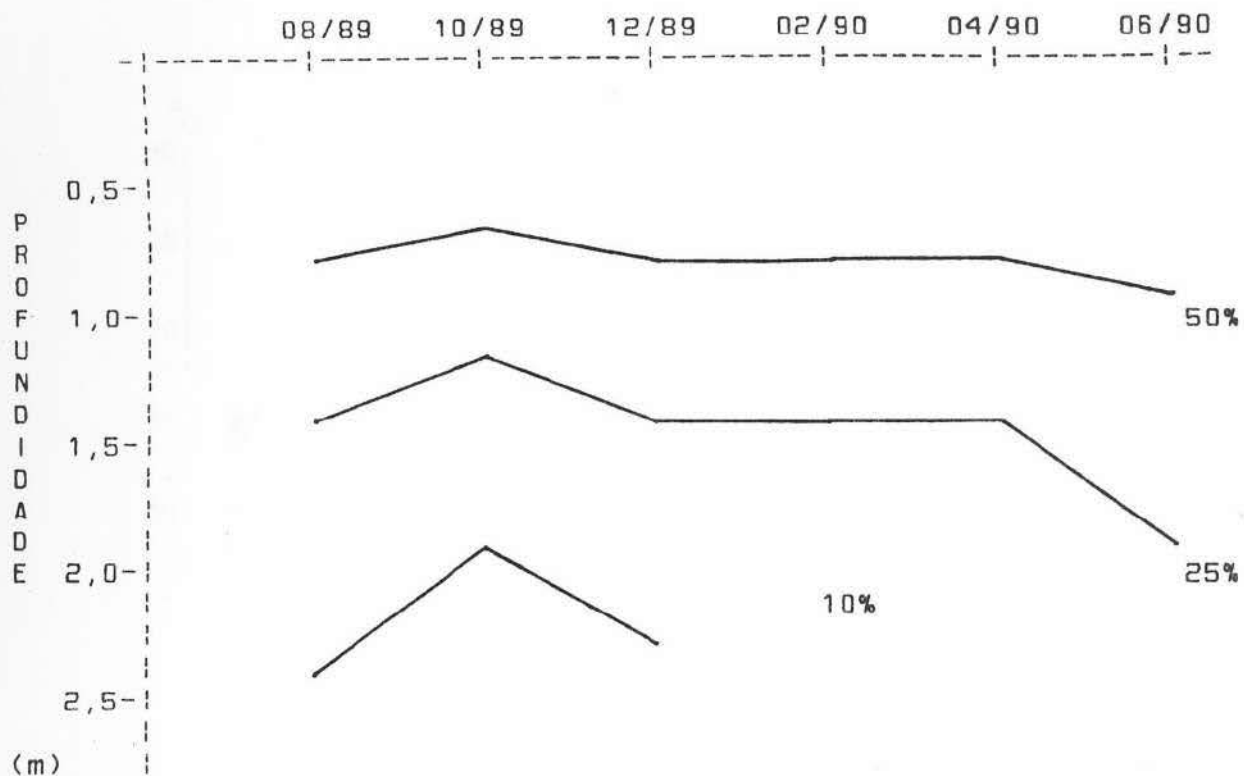


GRÁFICO 7. Variação sazonal da penetração de luz (%) na Lagoa Emboaba.

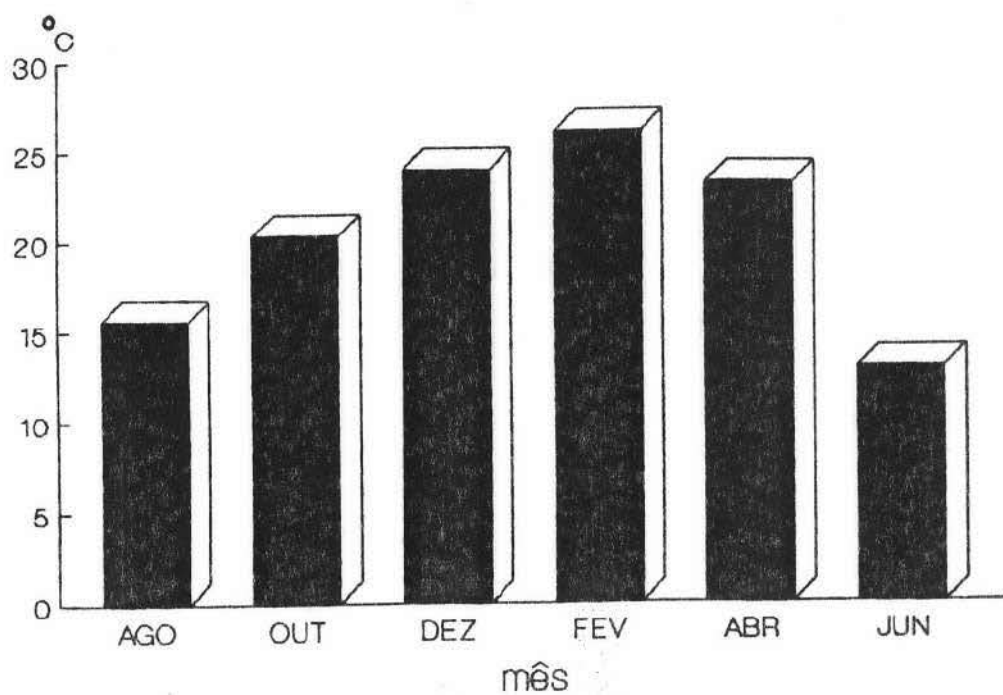


GRÁFICO 8. Variação sazonal da temperatura da água, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

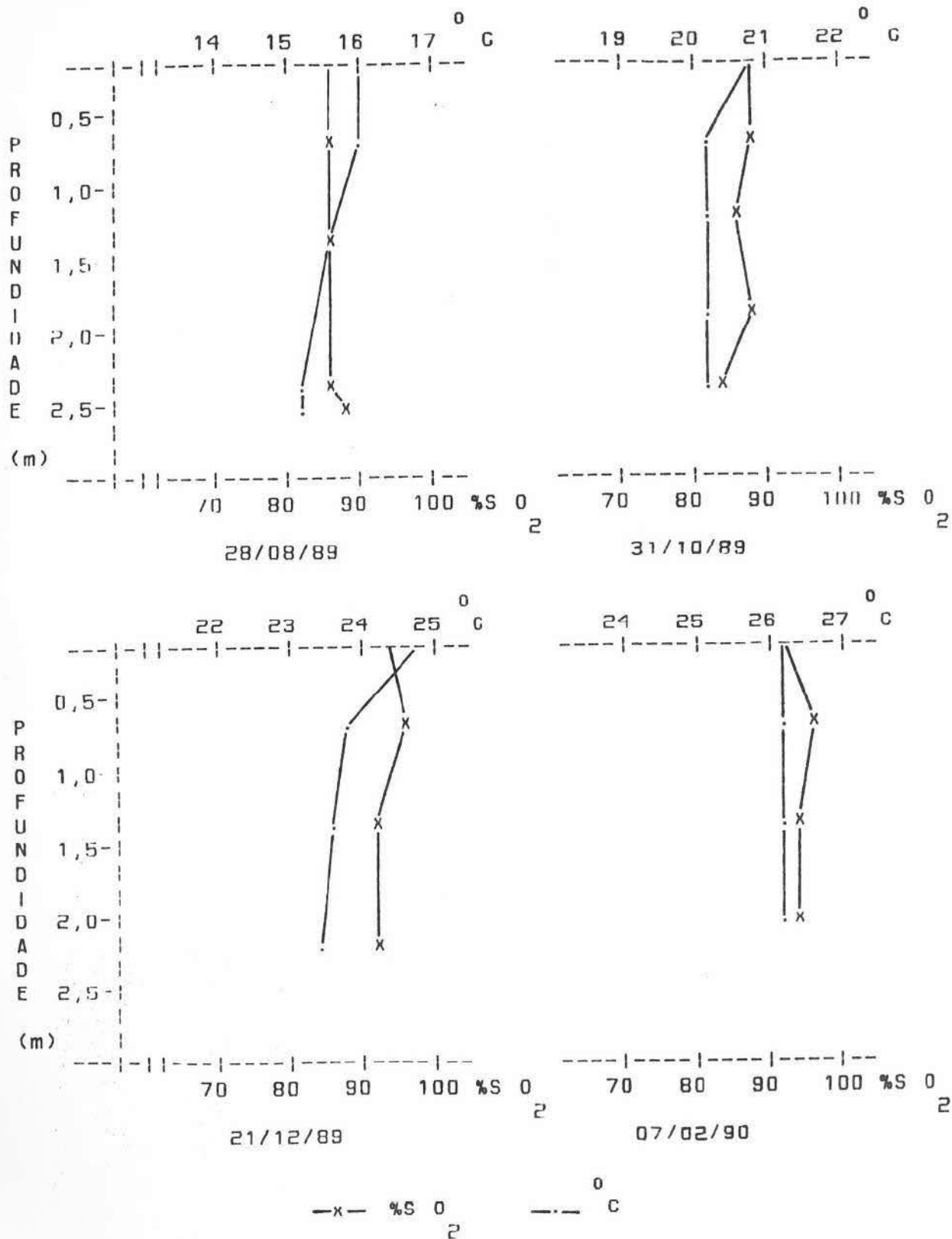


GRÁFICO 9a. Perfil vertical do oxigênio (% de saturação) e temperatura na coluna d'água, Lagoa Emboaba.

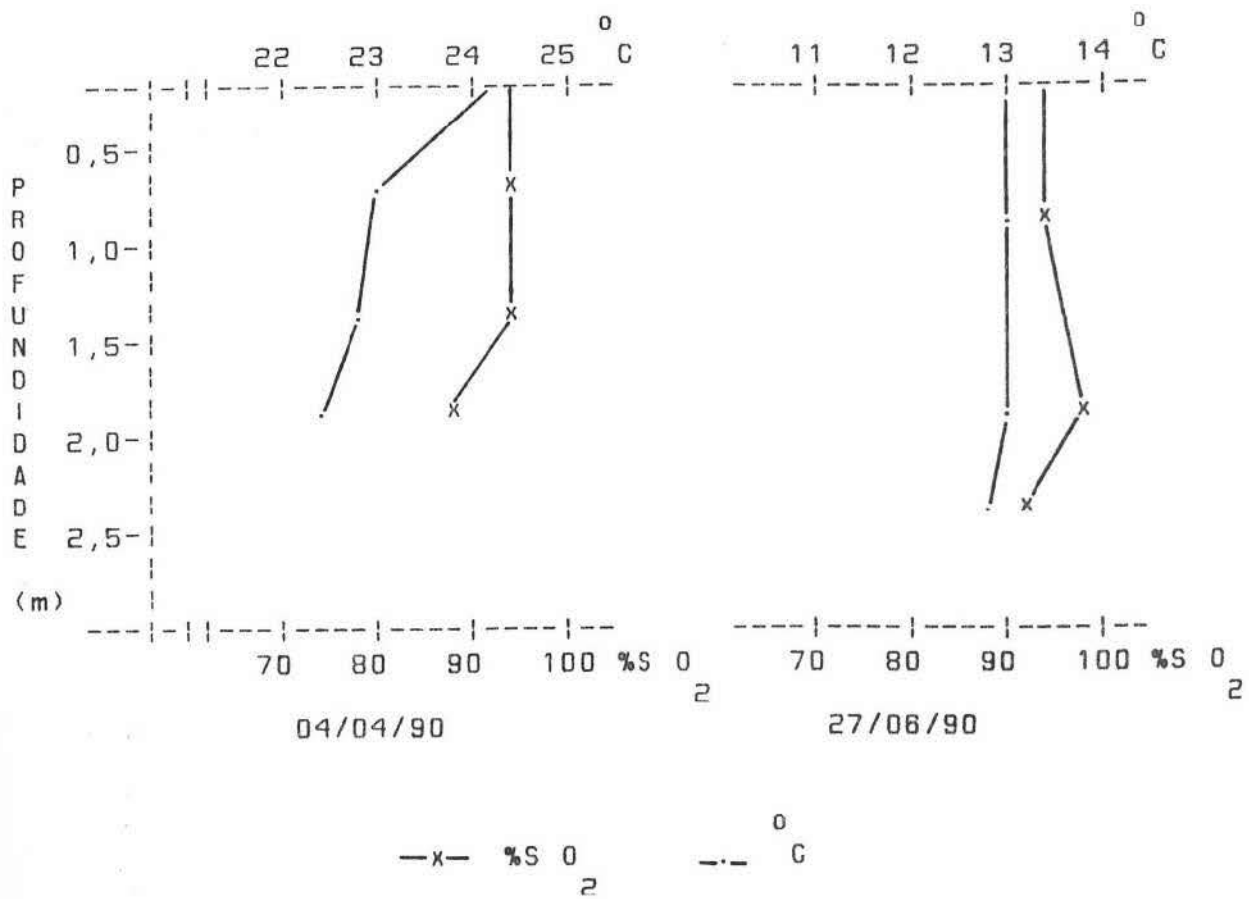


GRÁFICO 9b. Perfil vertical do oxigênio (% de saturação) e temperatura na coluna d'água, Lagoa Emboaba.

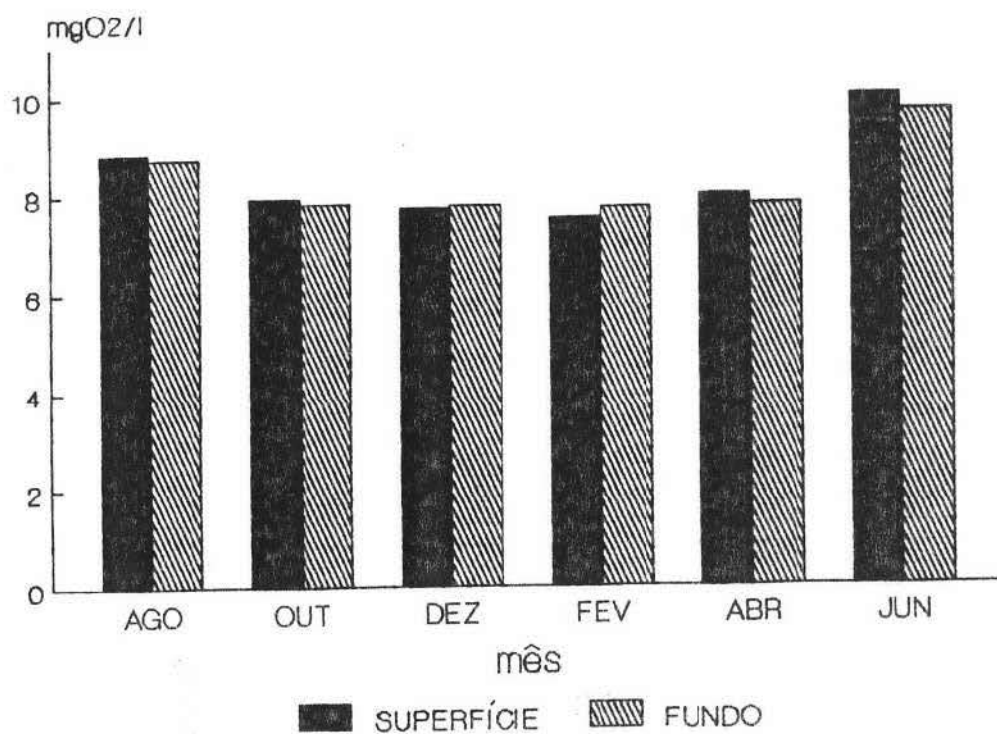


GRÁFICO 10. Variação sazonal da concentração de oxigênio, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

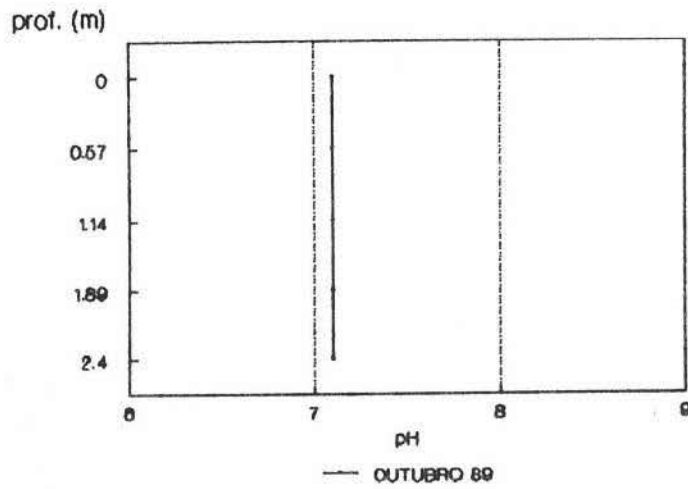
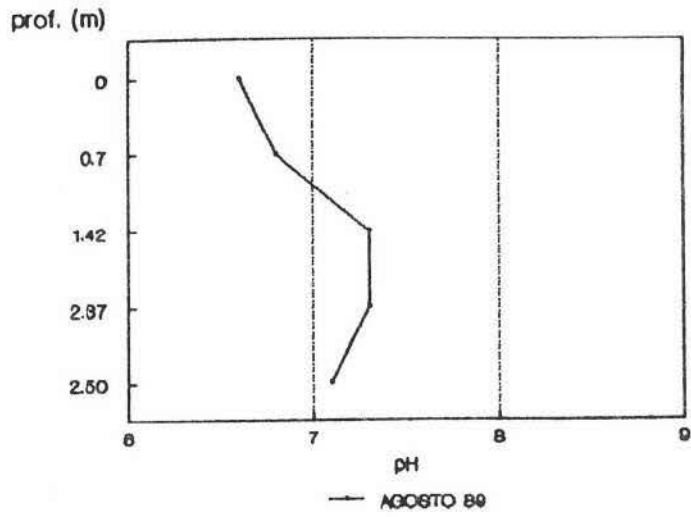


GRÁFICO 11a. Variação vertical do pH na coluna d'água, Lagoa Emboaba.

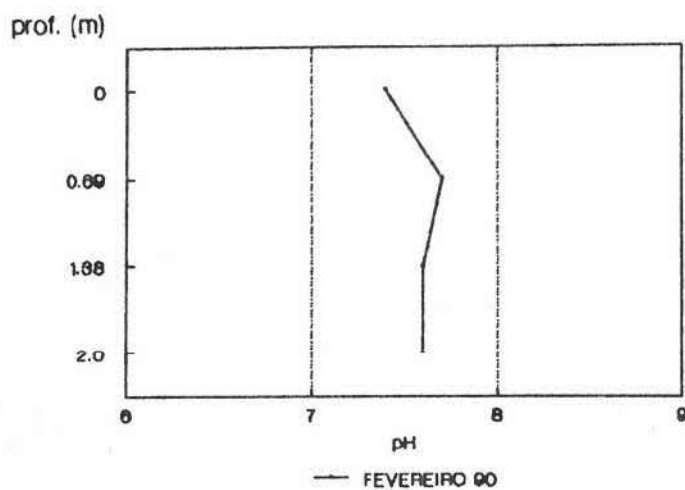
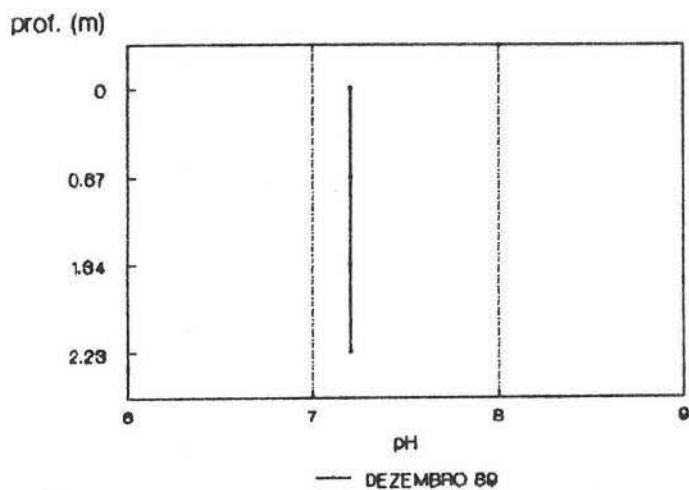


GRÁFICO 11b. Variação vertical do pH na coluna d'água, Lagoa Emboaba.

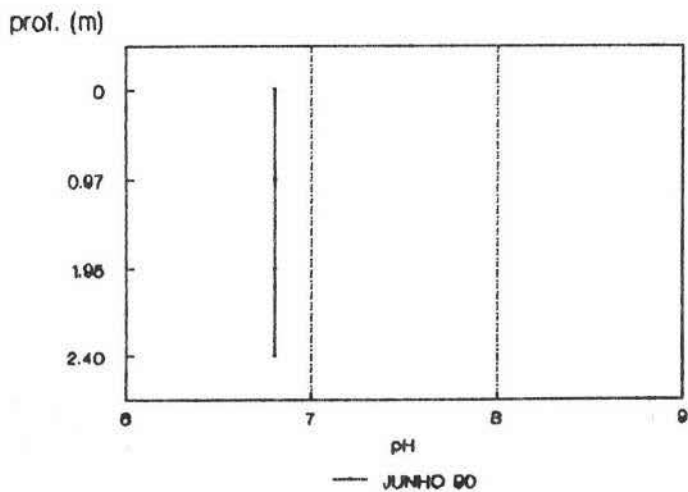
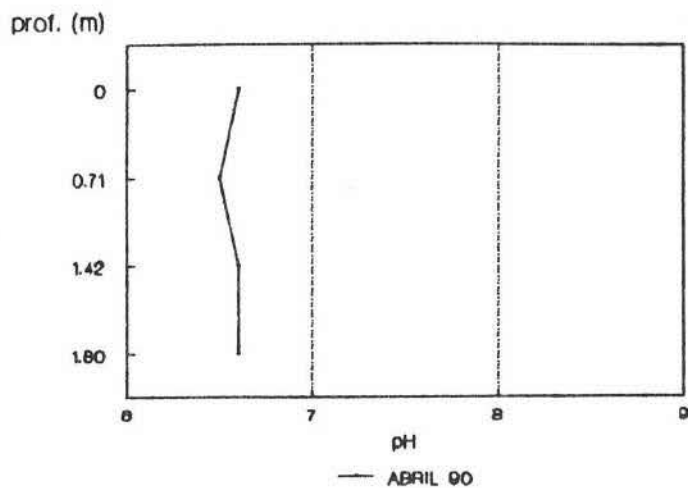


GRÁFICO 11c. Variação vertical do pH na coluna d'água, Lagoa Emboaba.

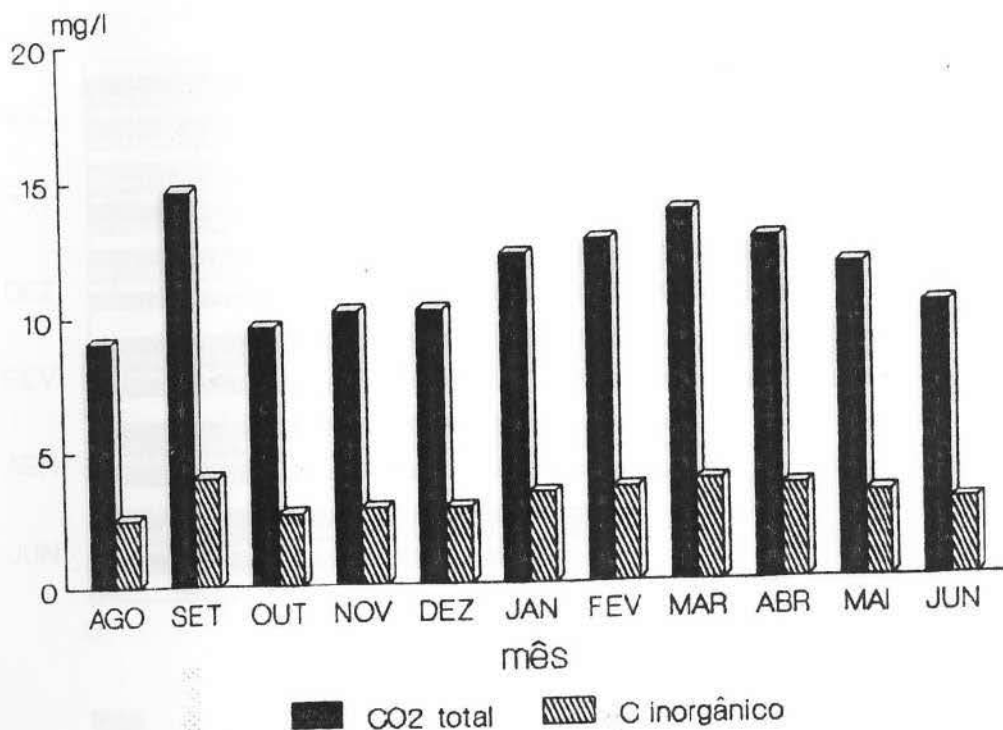


GRÁFICO 12. Variação sazonal de CO₂ e C inorgânico, de agosto de 1989 a Junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

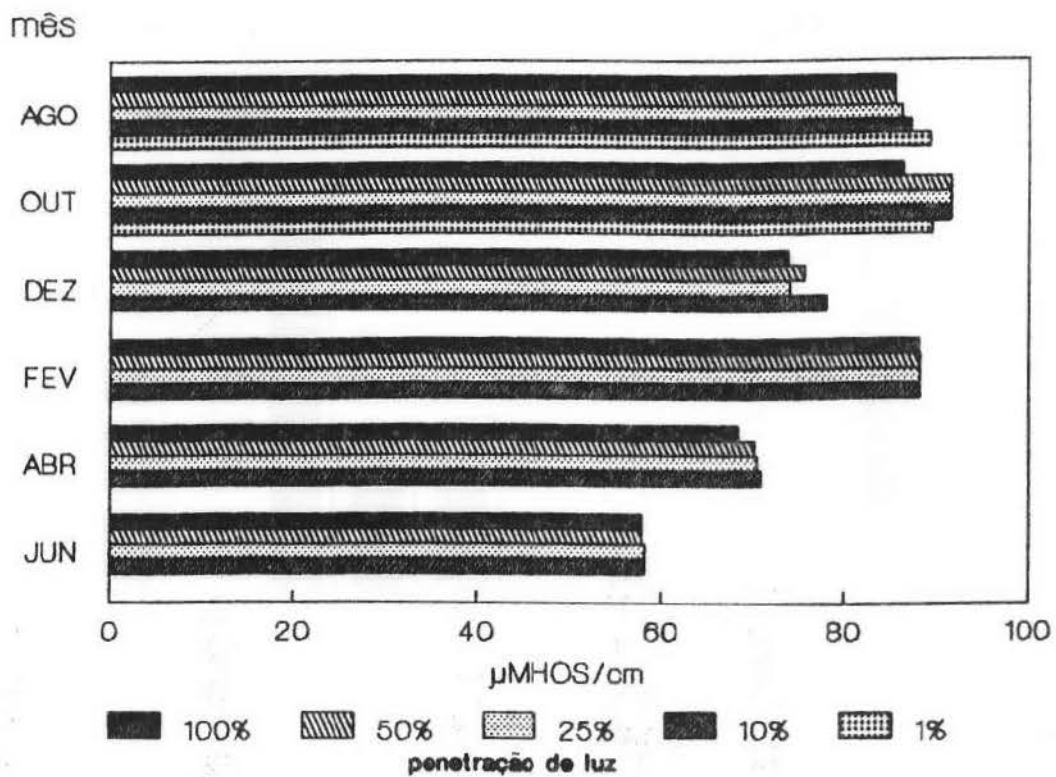


GRÁFICO 13. Perfil vertical da condutividade elétrica da coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

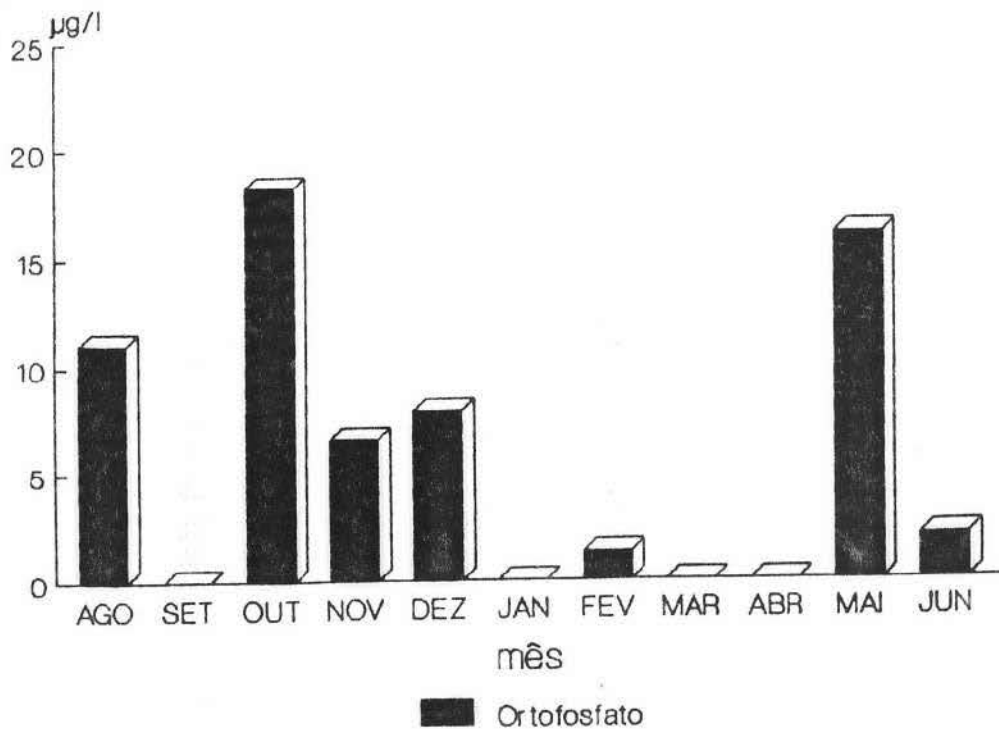


GRÁFICO 14. Variação sazonal da concentração de ortofosfato, de agosto de 1989 a Junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

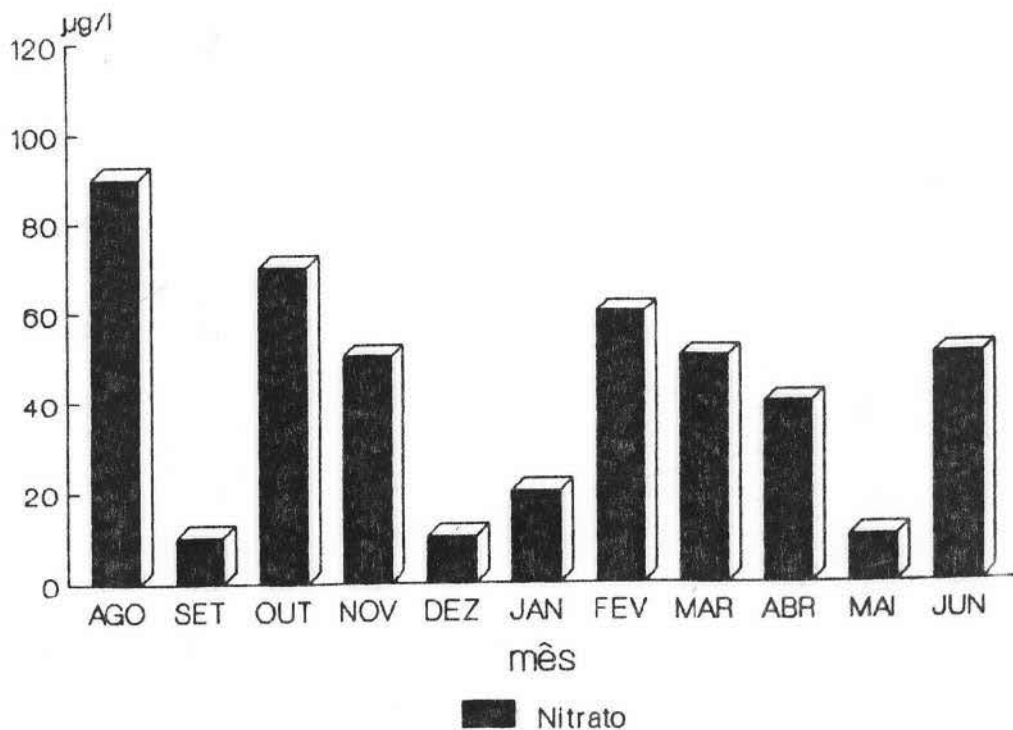


GRÁFICO 15. Variação sazonal da concentração de nitrato, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

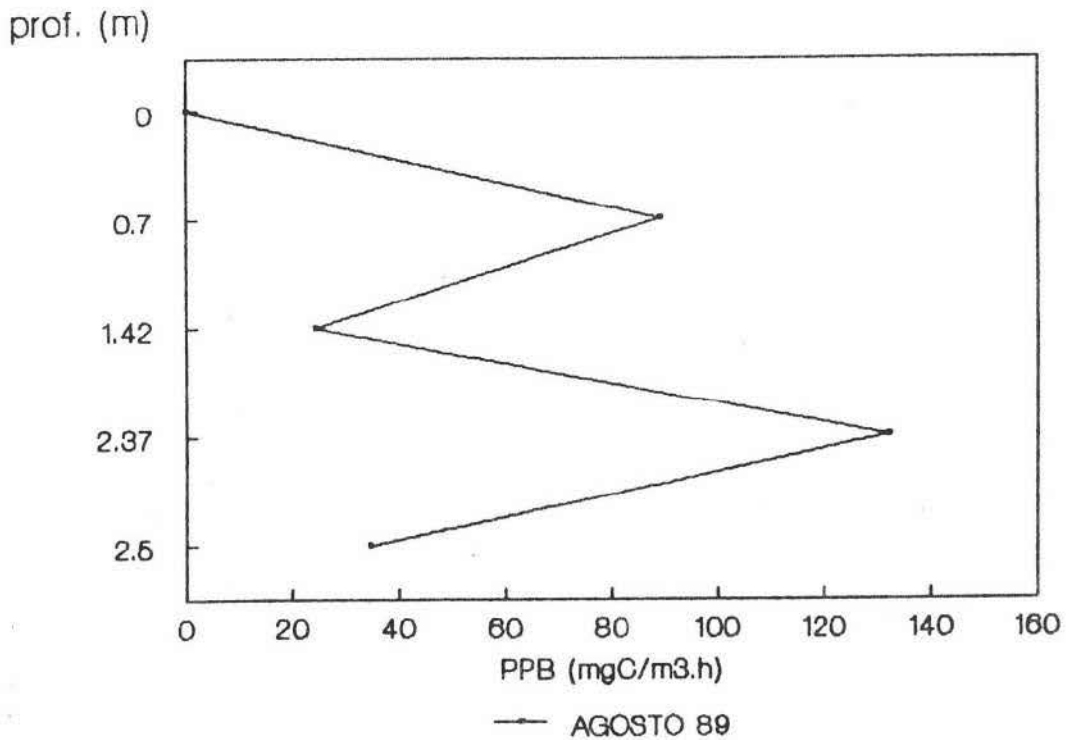


GRÁFICO 16a. Variação sazonal do perfil de produção primária bruta ($\text{mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) na coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

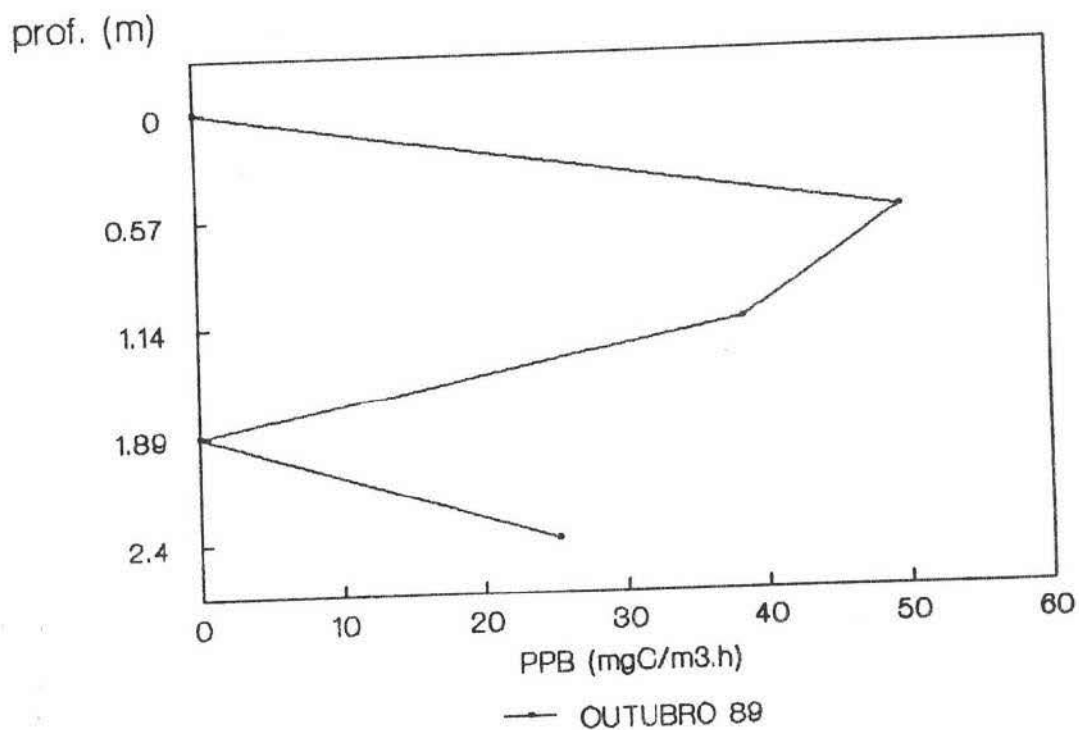


GRÁFICO 16b. Variação sazonal do perfil de produção primária bruta ($\text{mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) na coluna d'água, de agosto de 1989 a Junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

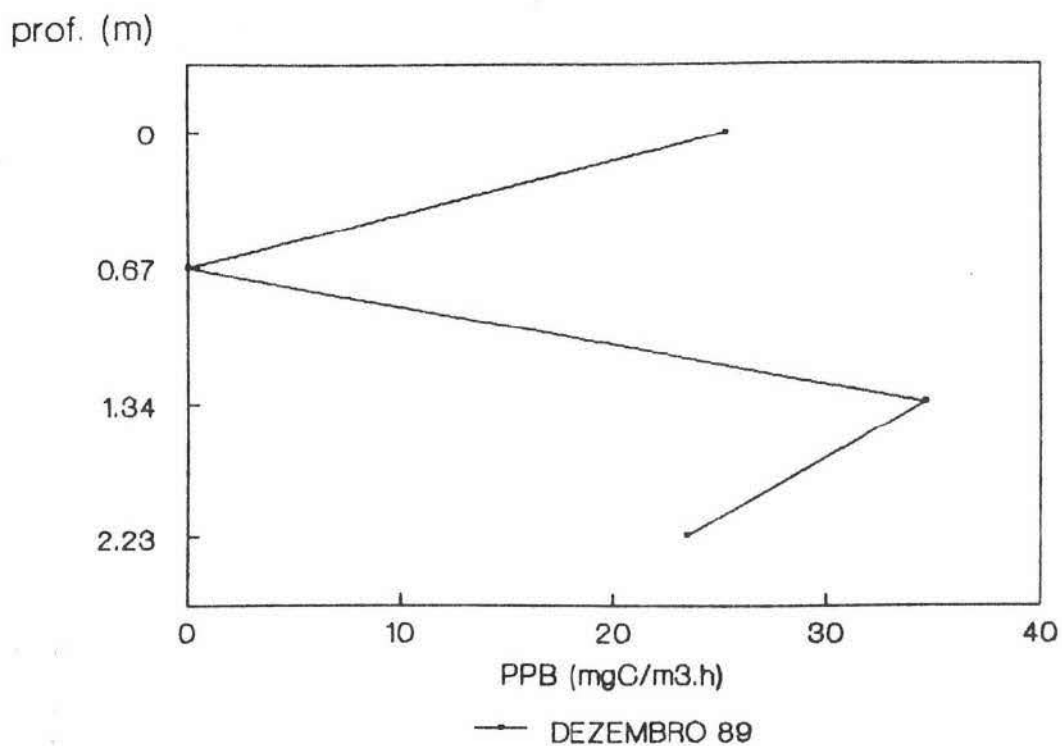


GRÁFICO 16c. Variação sazonal do perfil de produção primária bruta (mgC/m³.h) na coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

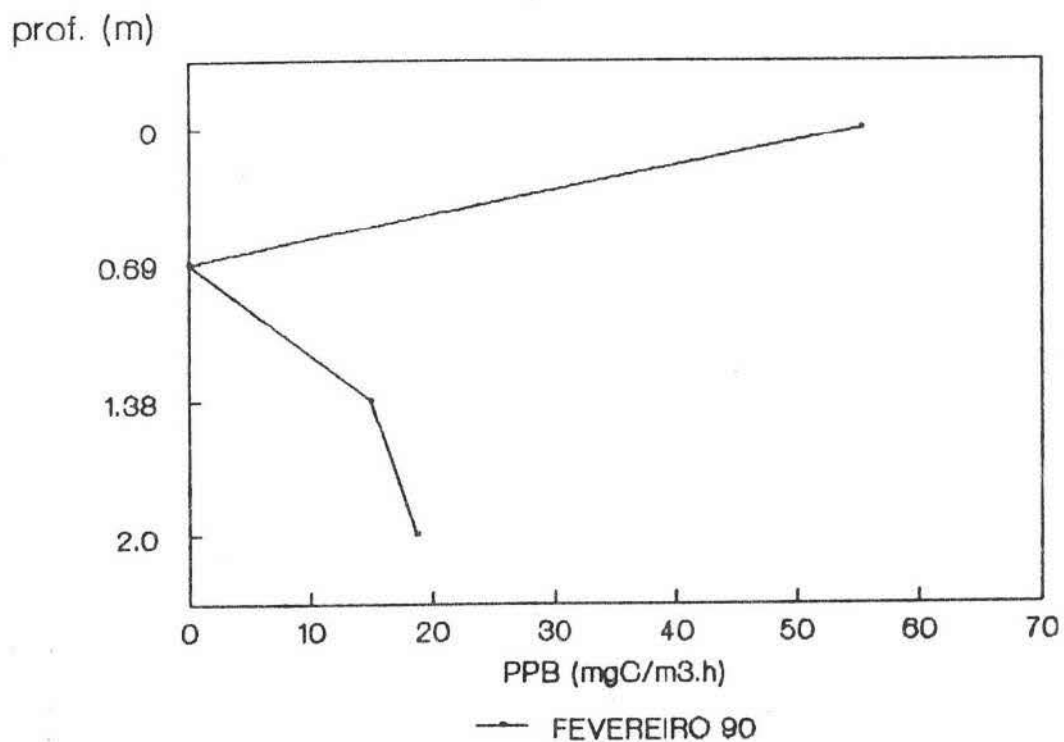


GRÁFICO 16d. Variação sazonal do perfil de produção primária bruta ($\text{mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) na coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

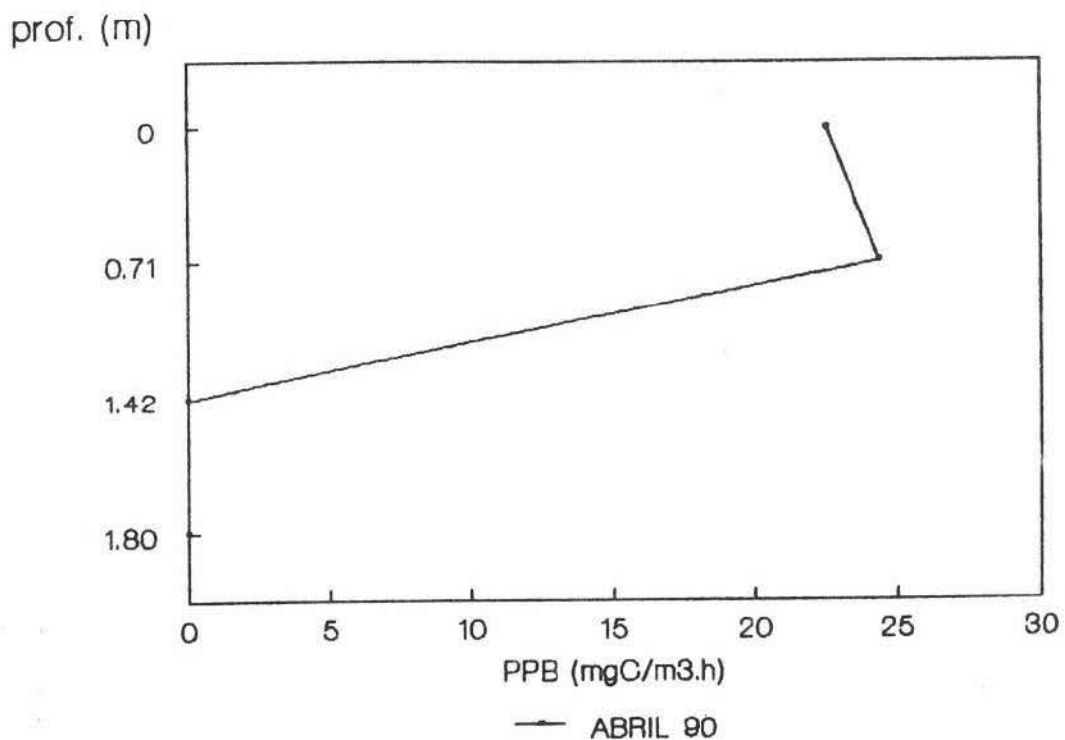


GRÁFICO 16e. Variação sazonal do perfil de produção primária bruta (mgC/m³.h) na coluna d'água, de agosto de 1989 a Junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

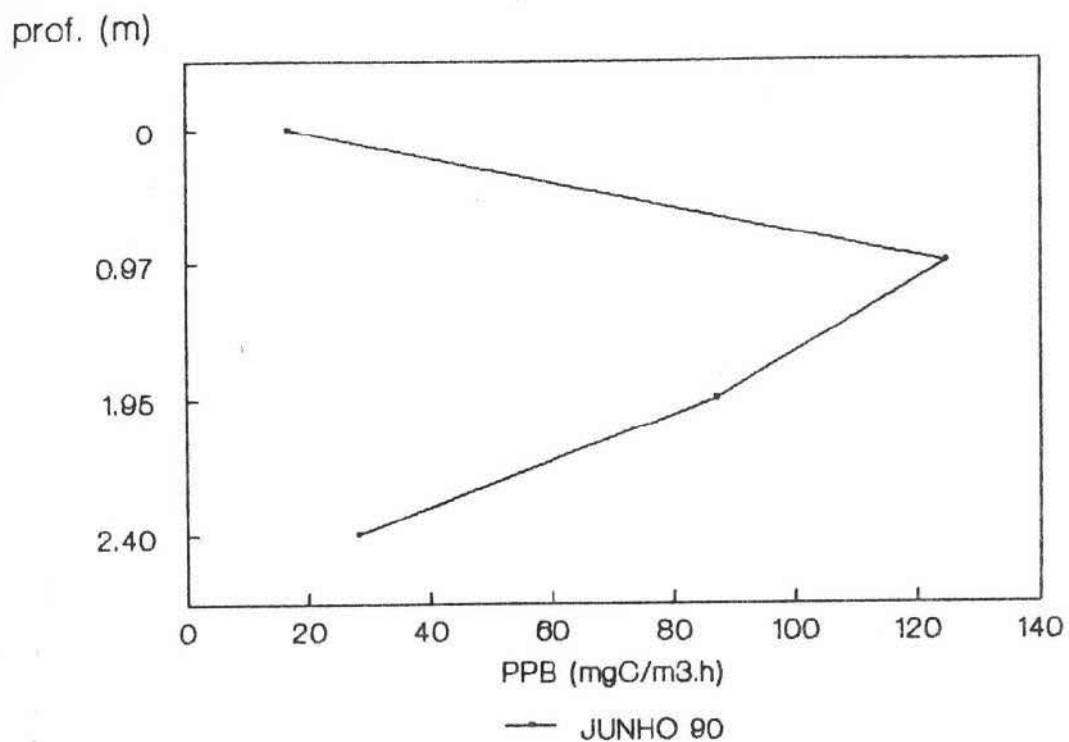


GRÁFICO 16f. Variação sazonal do perfil de produção primária bruta ($\text{mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) na coluna d'água, de agosto de 1989 a Junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

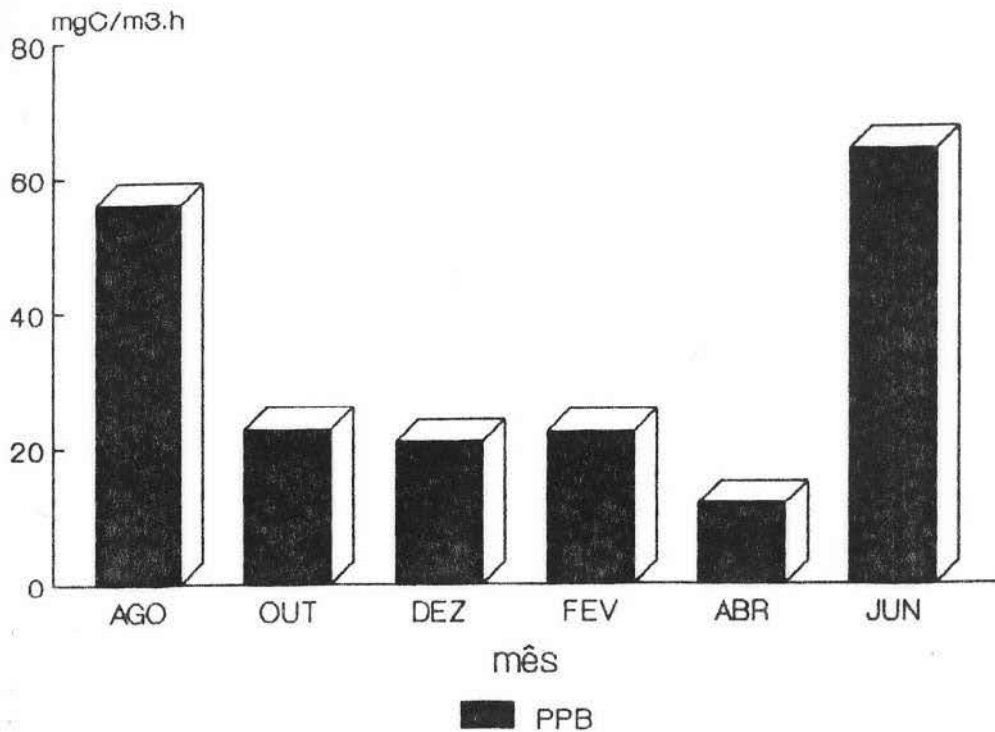


GRÁFICO 17. Variação sazonal da produção primária bruta, média da coluna d'água, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

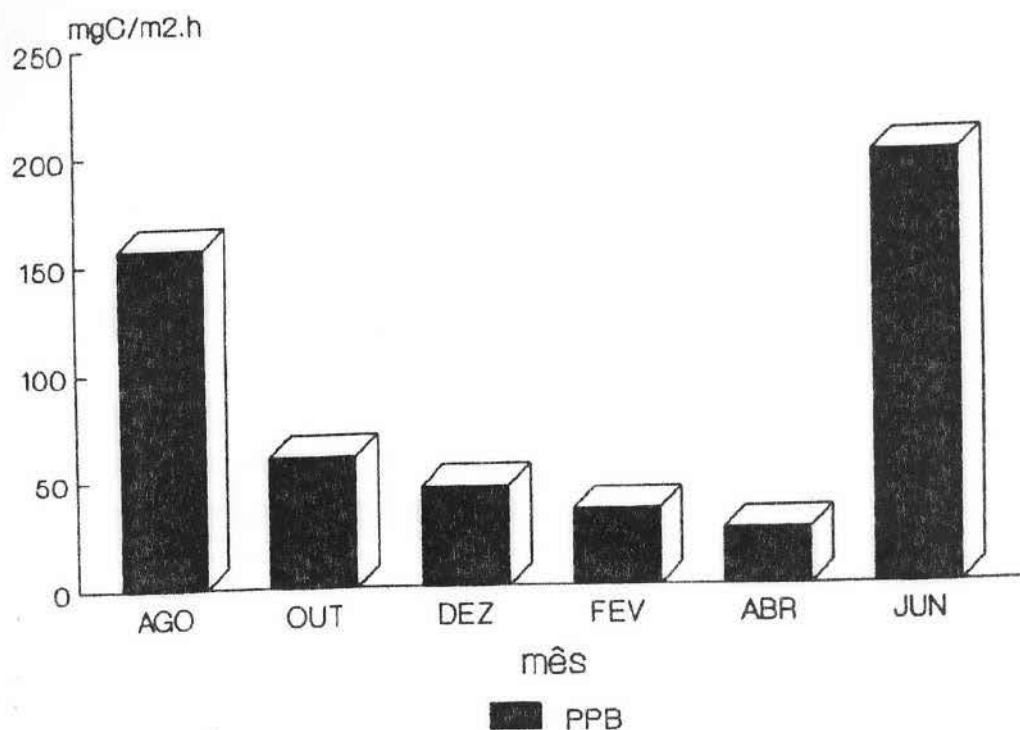


GRÁFICO 18. Variação sazonal da produção primária bruta, de agosto de 1989 a Junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

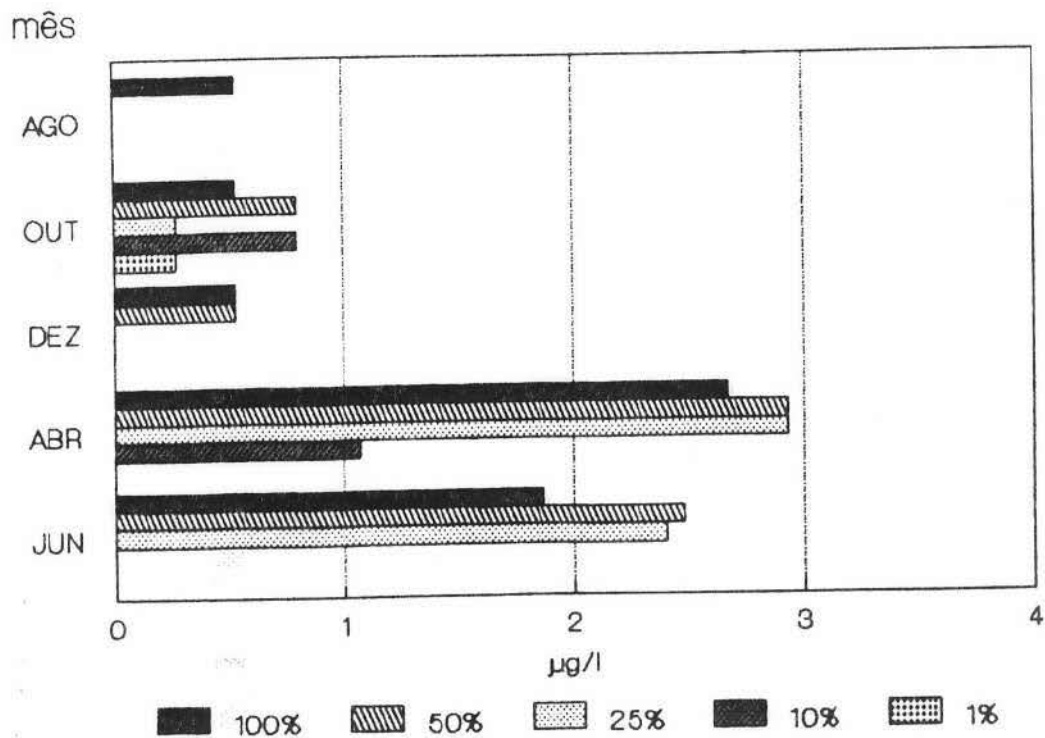


GRÁFICO 19. Perfil vertical da clorofila "a", de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

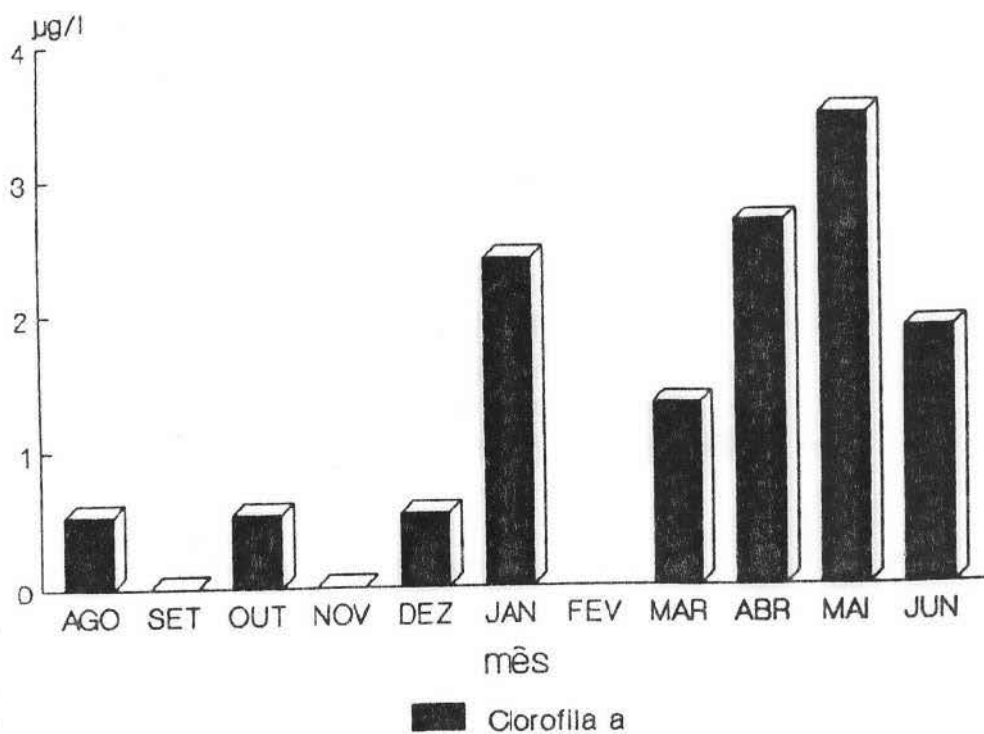


GRÁFICO 20. Variação sazonal da concentração de clorofila "a" superficial, de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

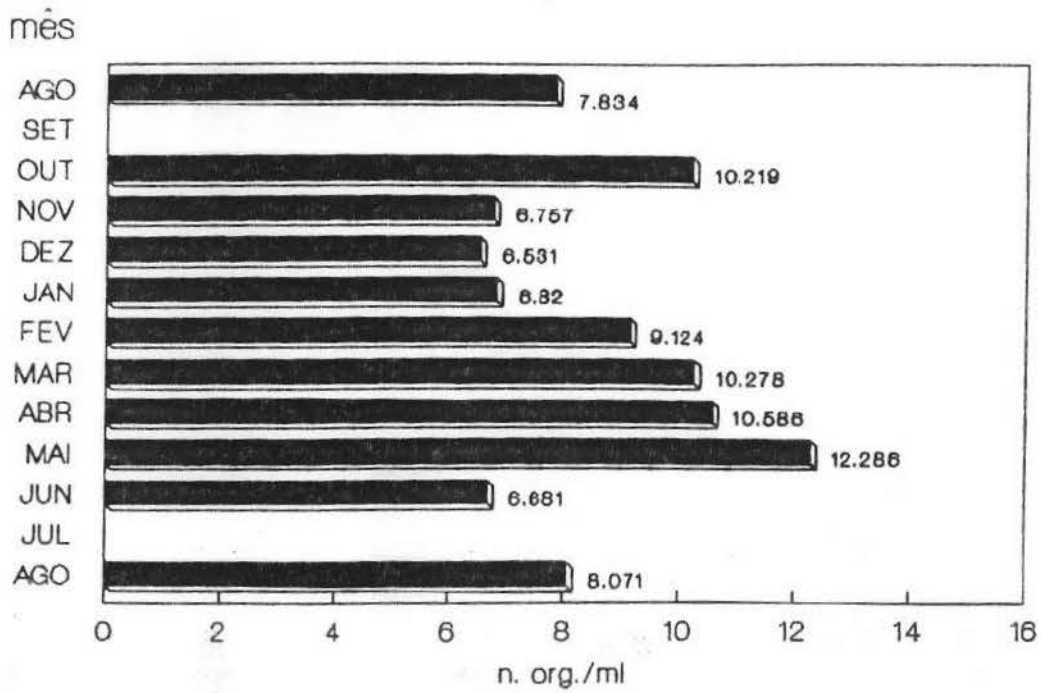


GRÁFICO 21. Variação sazonal da biomassa (no.org./ml), de agosto de 1989 a junho de 1990, na Lagoa Emboaba.

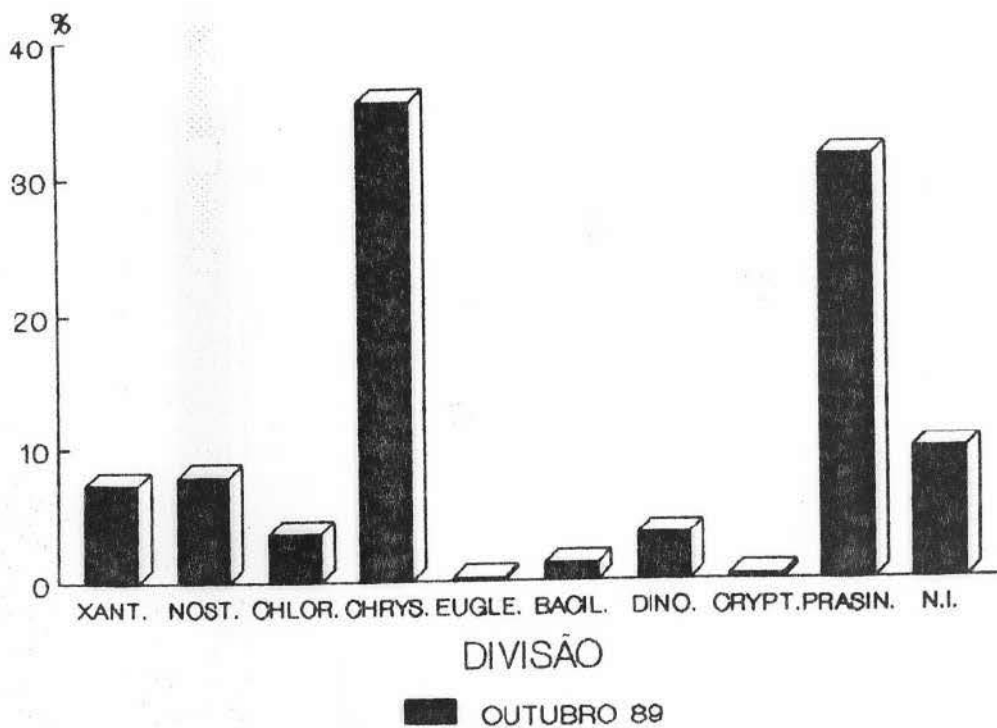
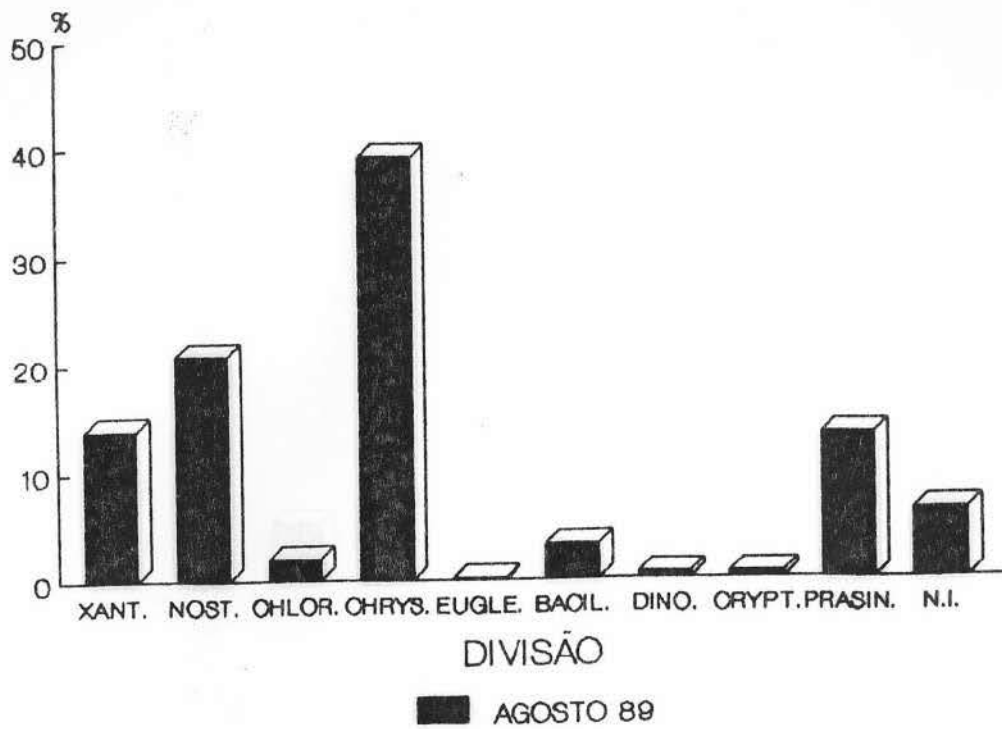


GRÁFICO 22a. Variação sazonal da composição relativa do fitoplâncton, de agosto de 1989 a agosto de 1990, na Lagoa Emboaba.

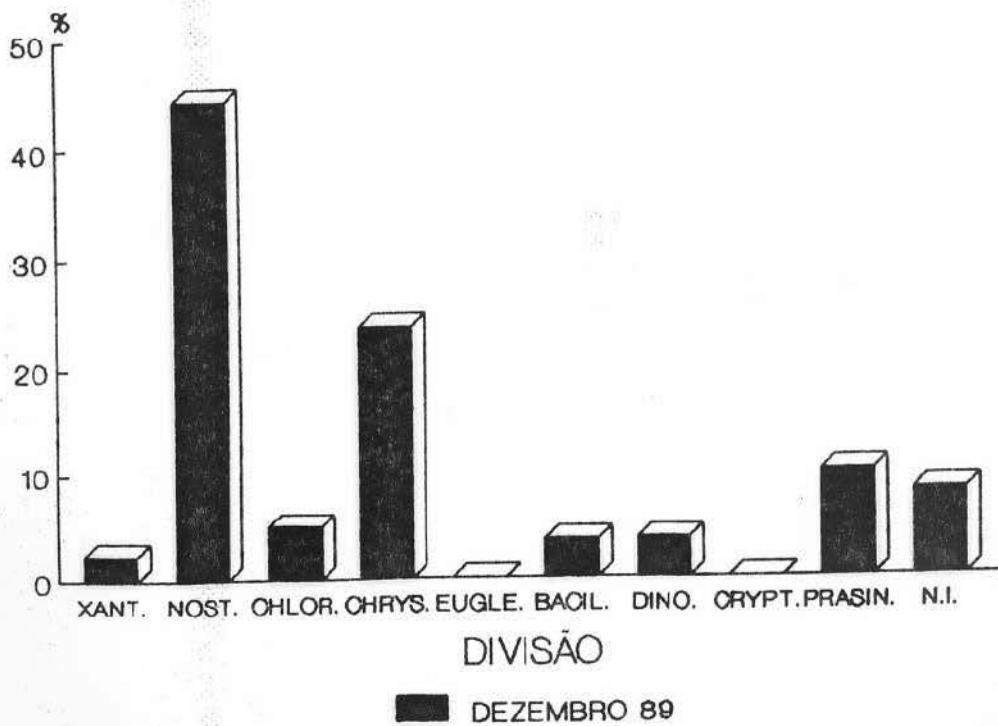
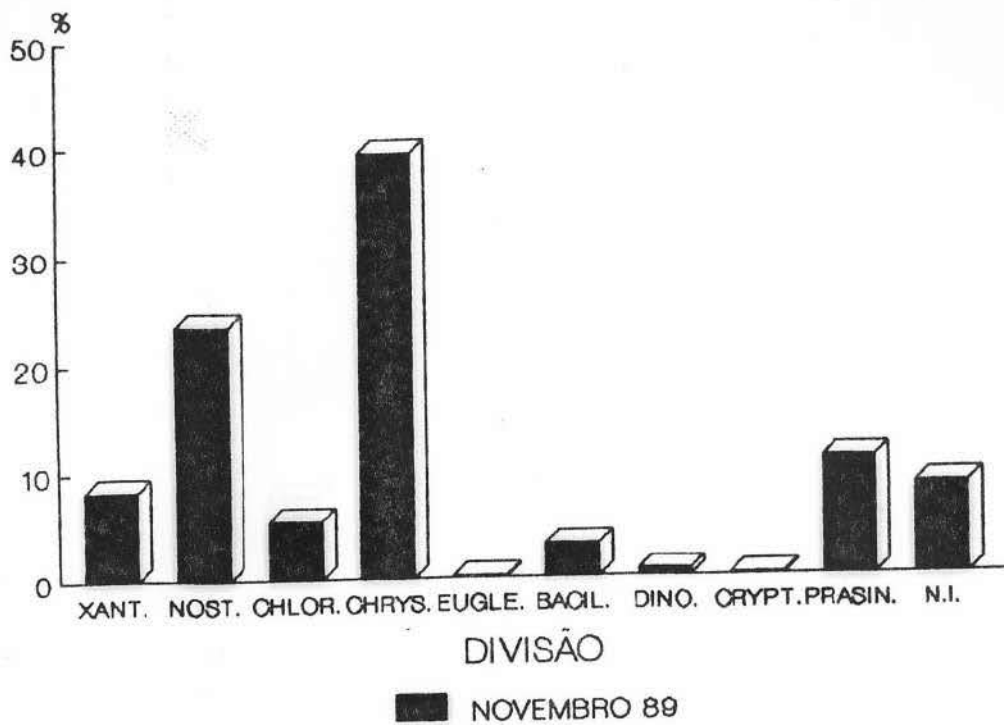


GRÁFICO 22b. Variação sazonal da composição relativa do fitoplâncton, de agosto de 1989 a agosto de 1990, na Lagoa Emboaba.

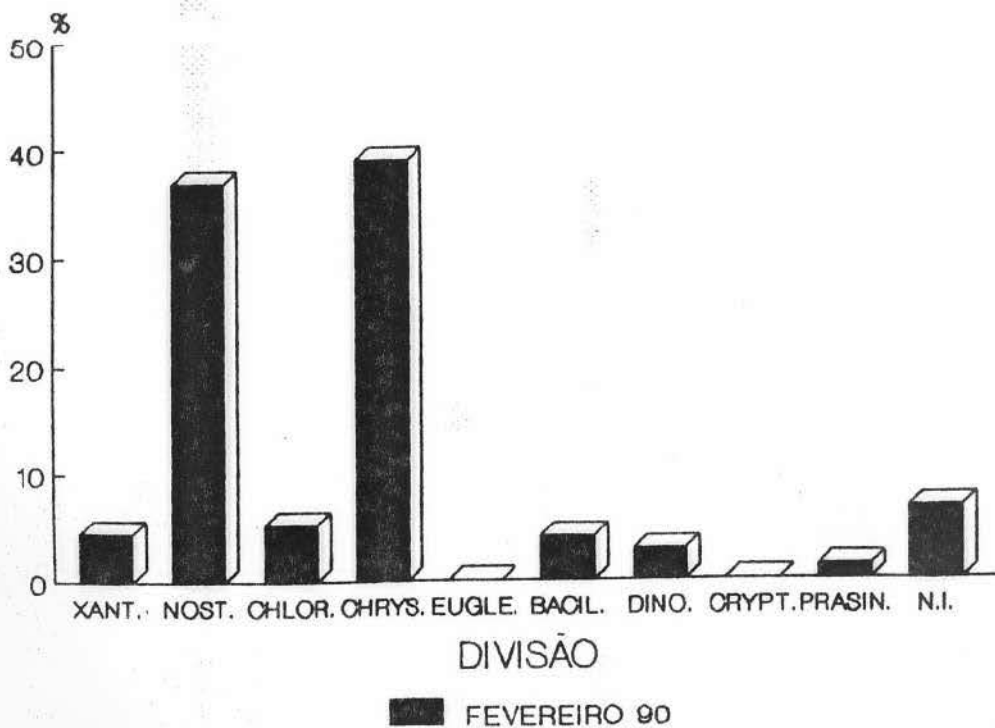
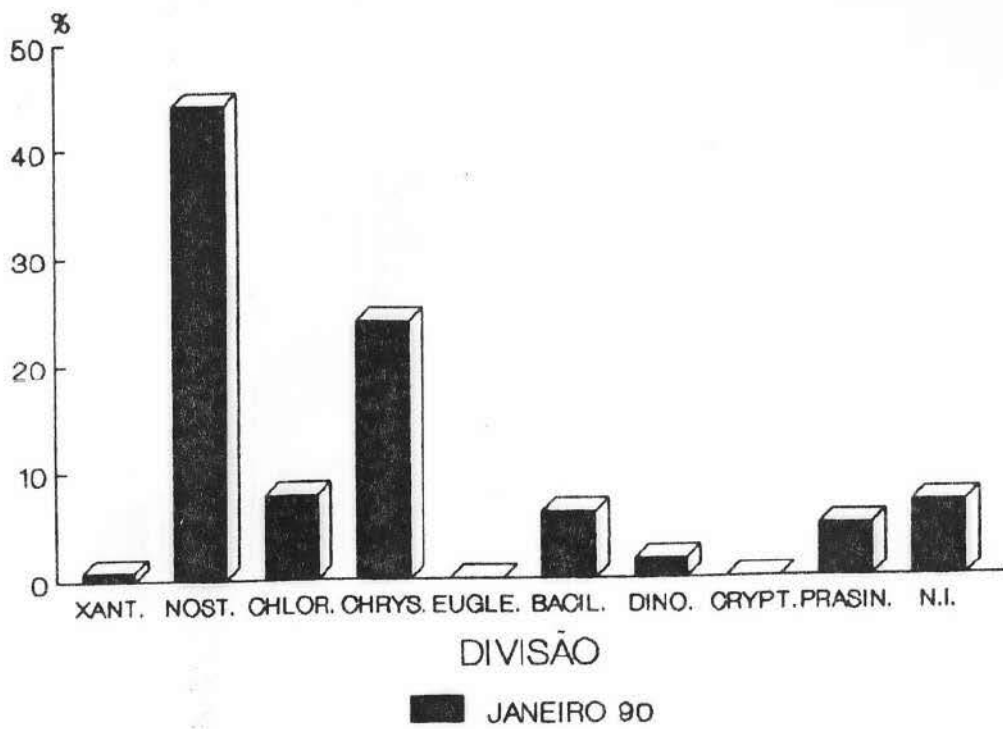


GRÁFICO 22c. Variação sazonal da composição relativa do fitoplâncton, de agosto de 1989 a agosto de 1990, na Lagoa Emboaba.

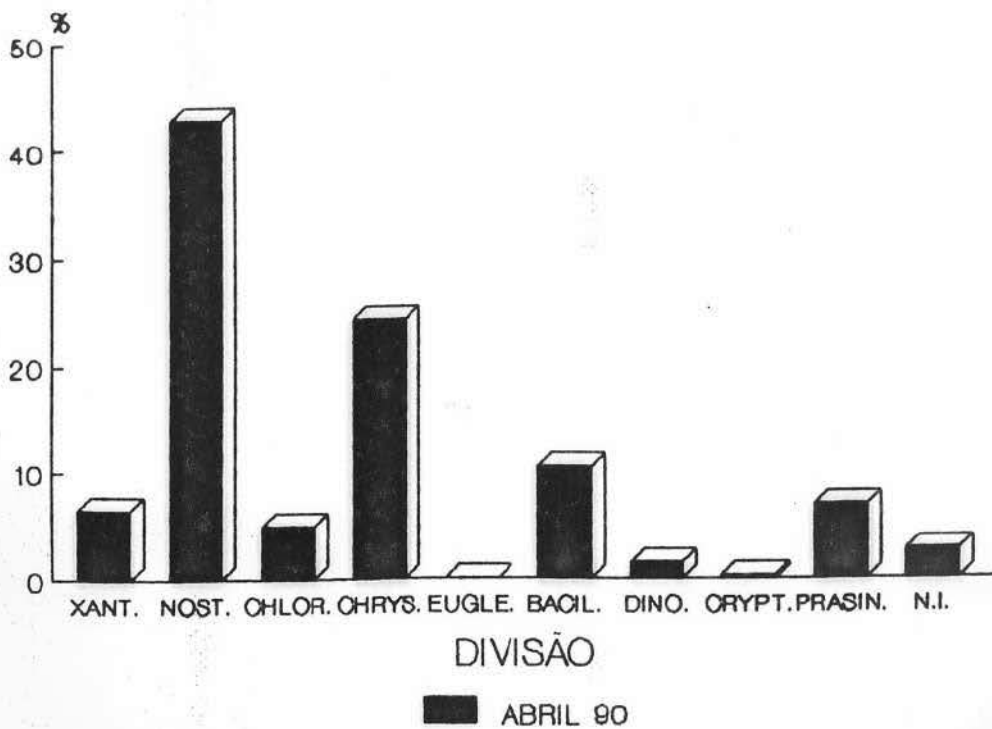
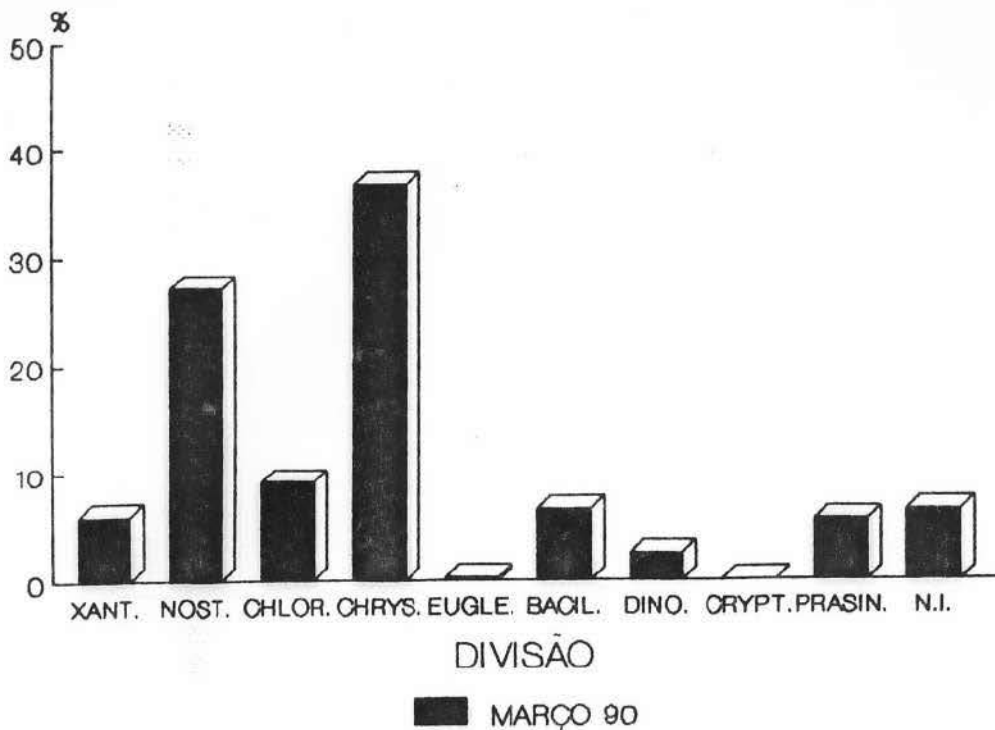


GRÁFICO 22d. Variação sazonal da composição relativa do fitoplâncton, de agosto de 1989 a agosto de 1990, na Lagoa Emboaba.

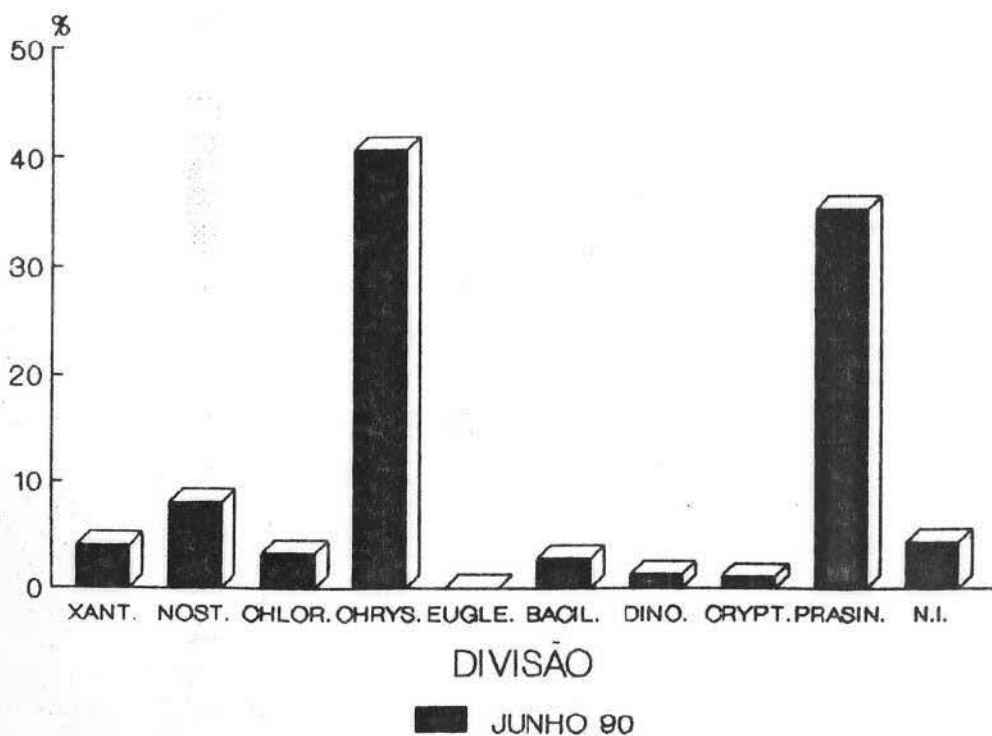
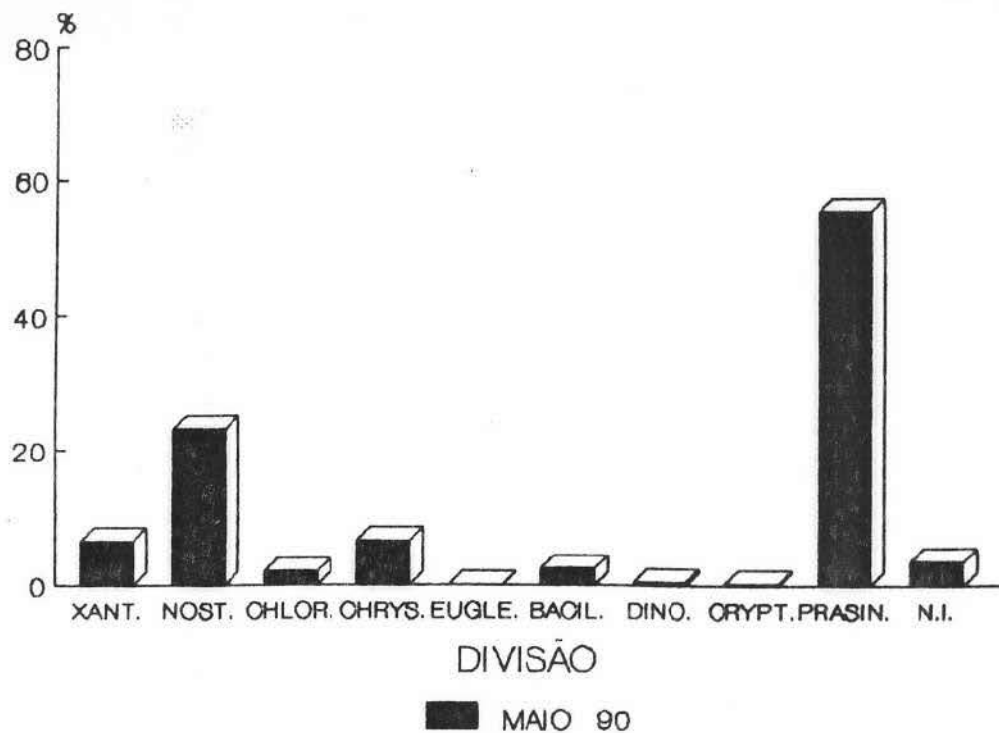


GRÁFICO 22e. Variação sazonal da composição relativa do fitoplâncton, de agosto de 1989 a agosto de 1990, na Lagoa Emboaba.

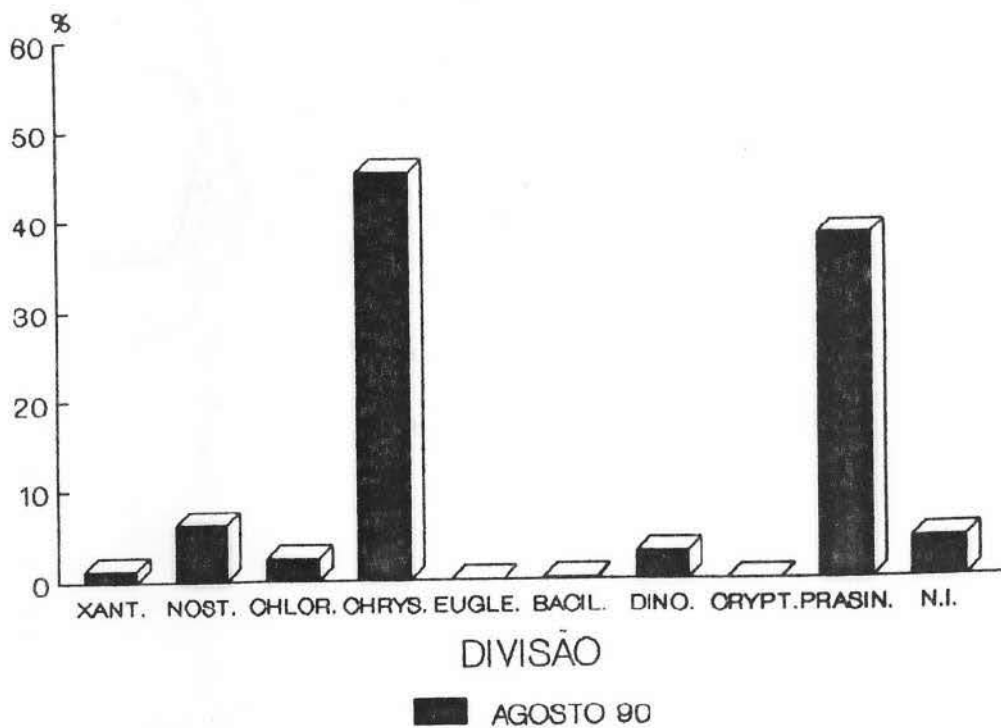
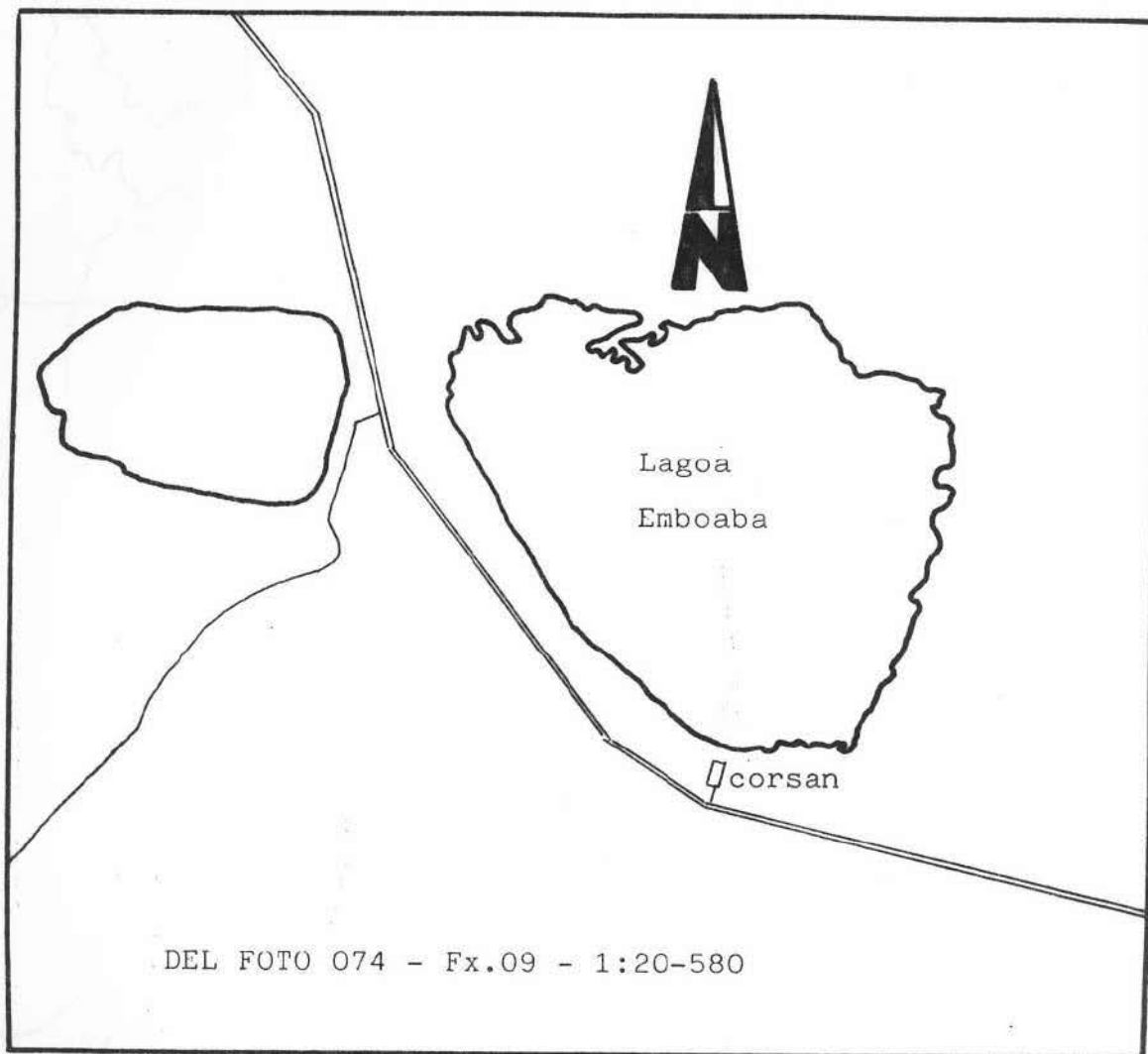
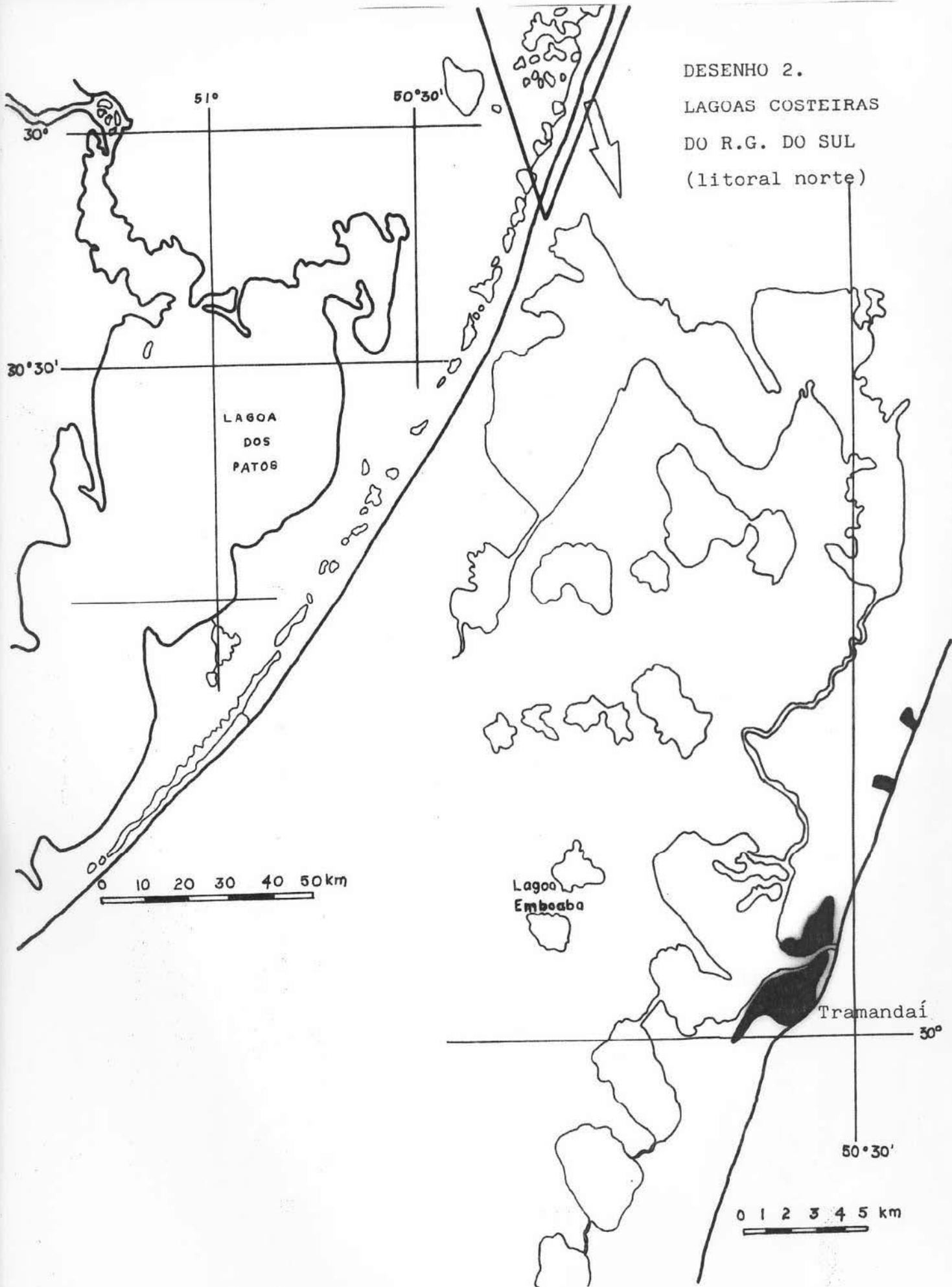


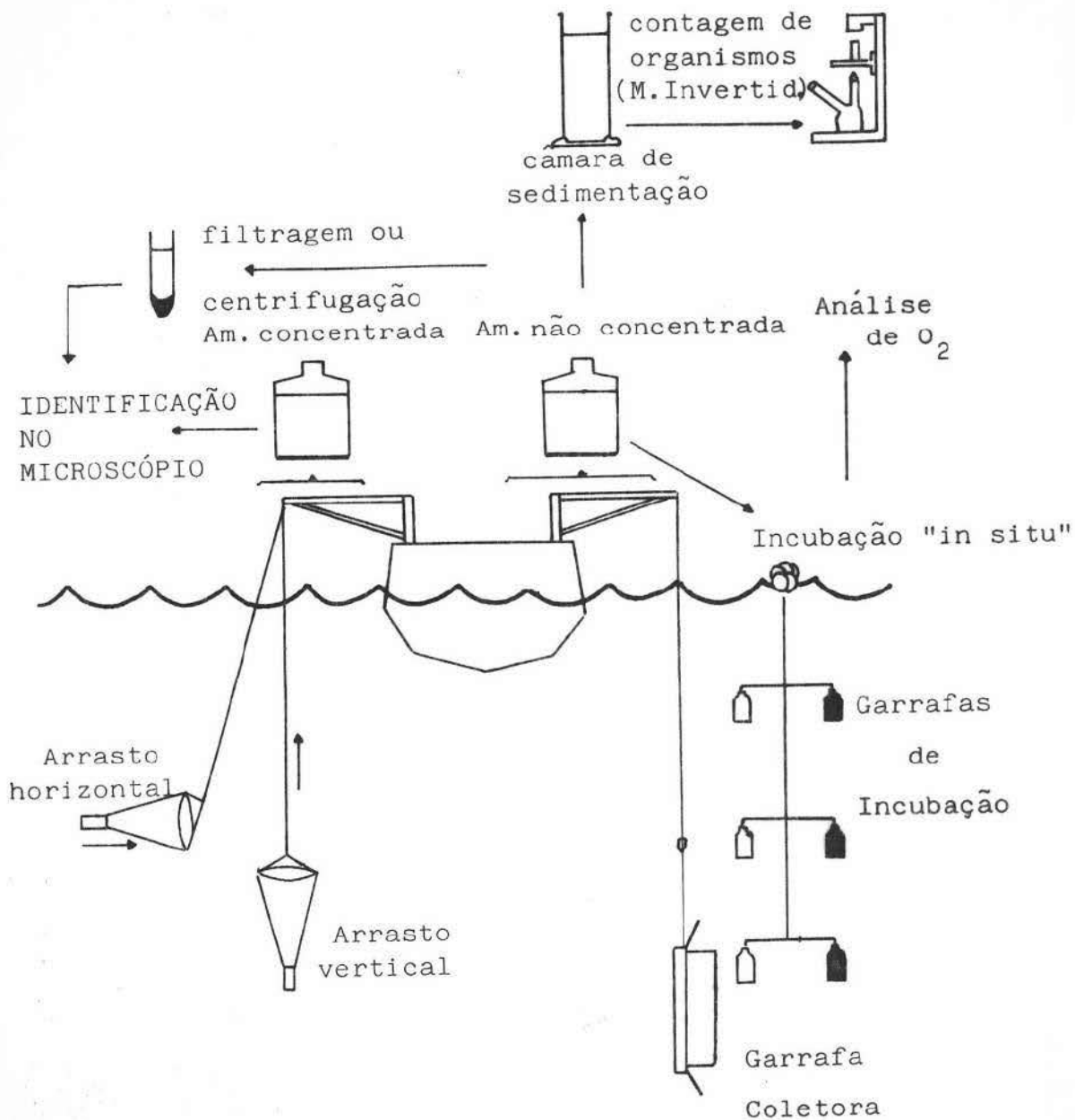
GRÁFICO 22f. Variação sazonal da composição relativa do fitoplâncton, de agosto de 1989 a agosto de 1990, na Lagoa Emboaba.



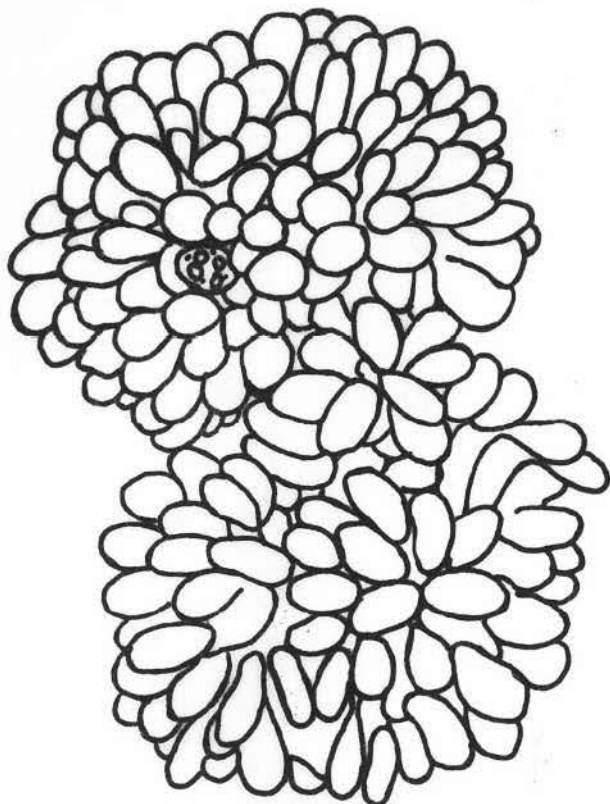
DESENHO 1. LAGOA EMBOABA, Osório, RS.

DESENHO 2.
LAGOAS COSTEIRAS
DO R.G. DO SUL
(litoral norte)

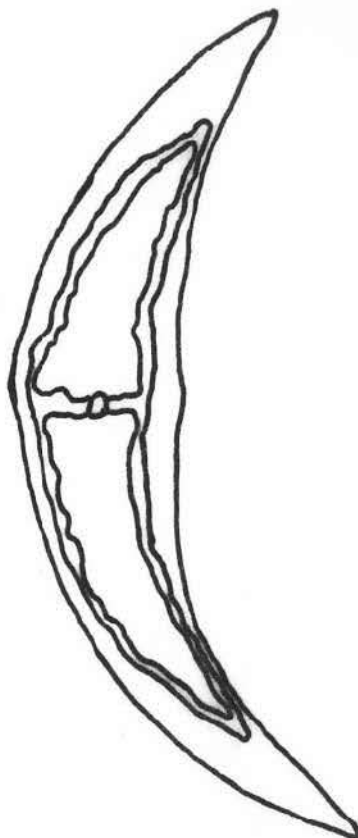




DESENHO 3. Diagrama de procedimento de amostragem e tratamento subsequente do fitoplâncton (adaptado de Round, 1983)

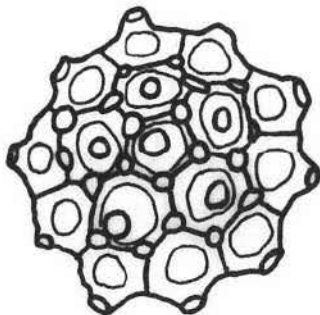


1.



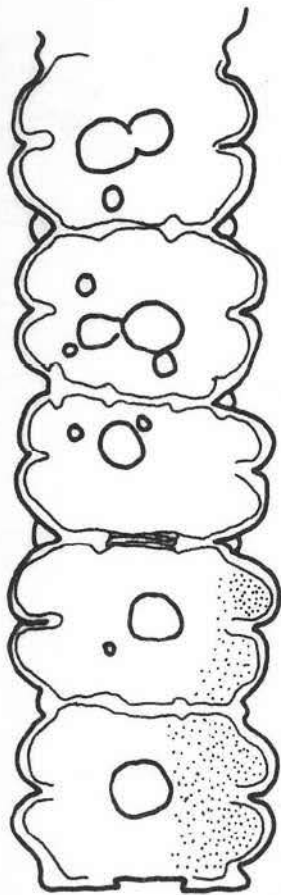
2.

10 μm

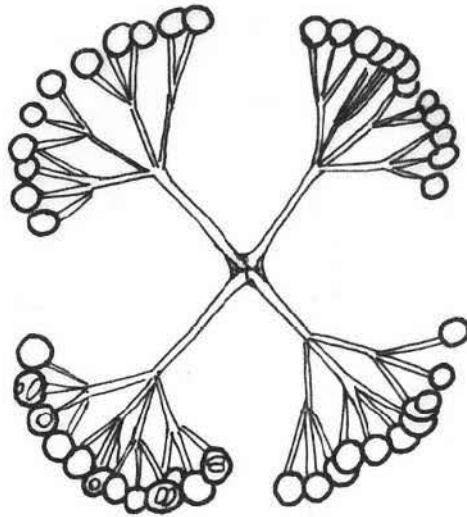


3.

DESENHO 4. CHLOROPHYTA, 1. Botriococcus braunii, 2. Closterium sp., 3. Coelastrum pulchrum.



4.



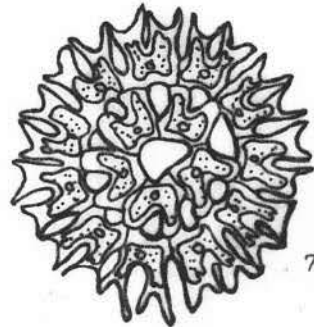
5.

10 μ m



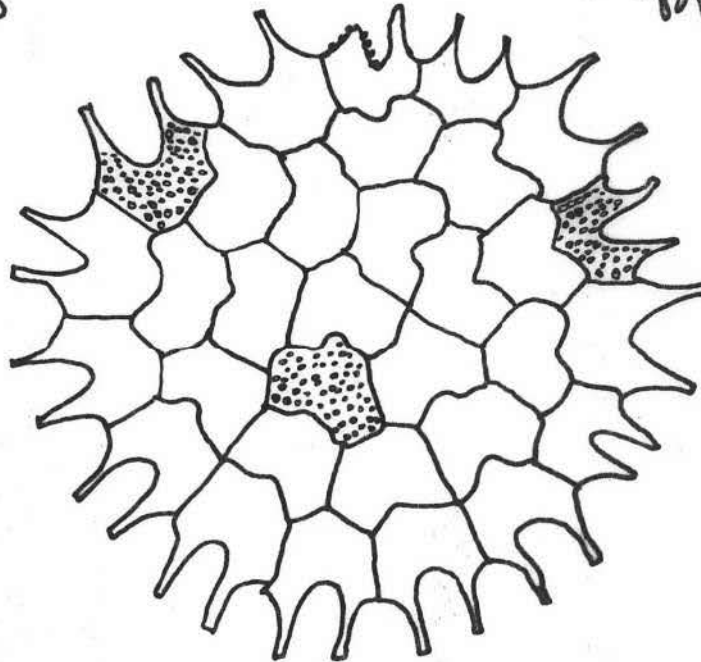
6.

10 μ m



7.

10 μ m



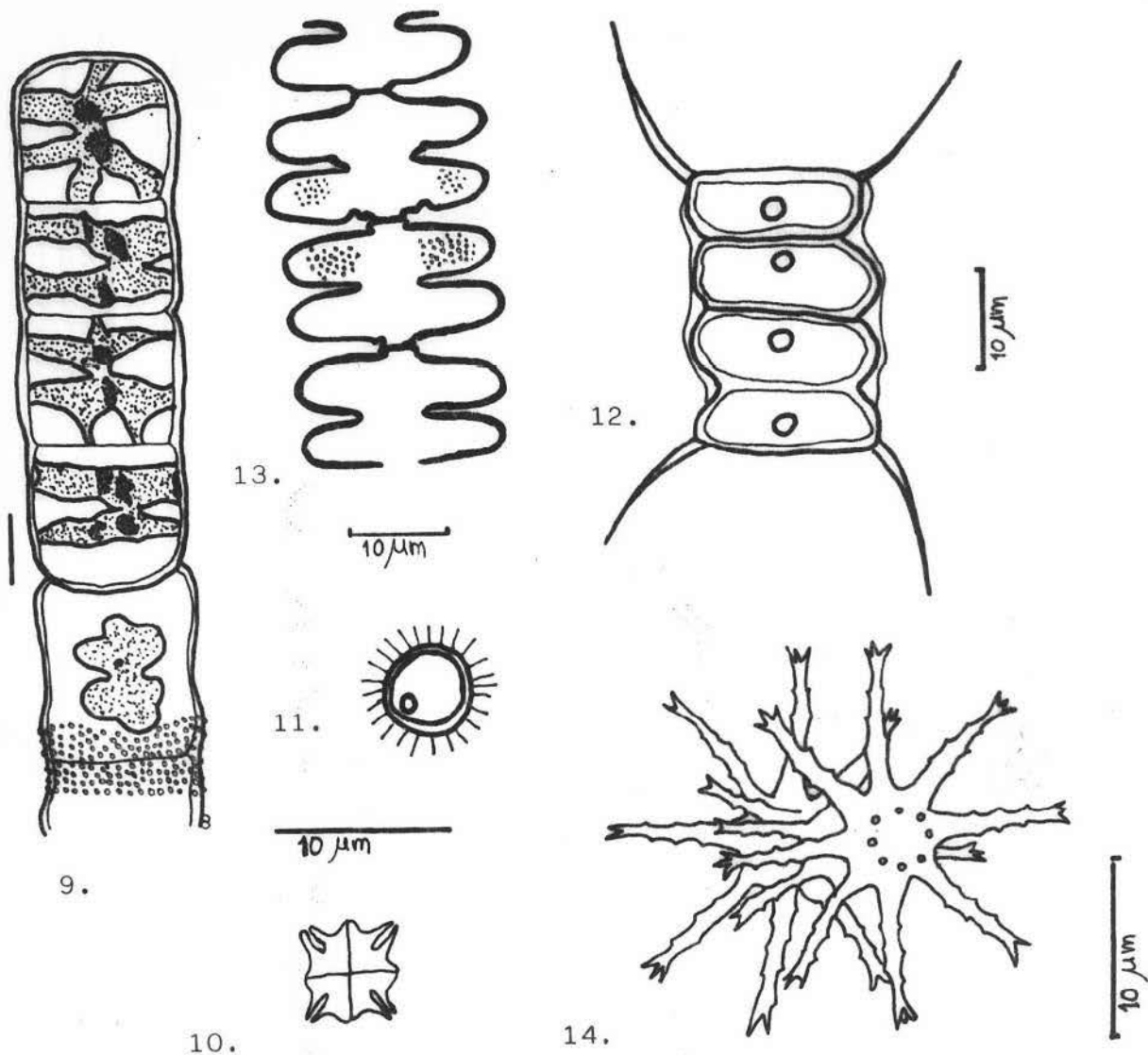
8.

10 μ m

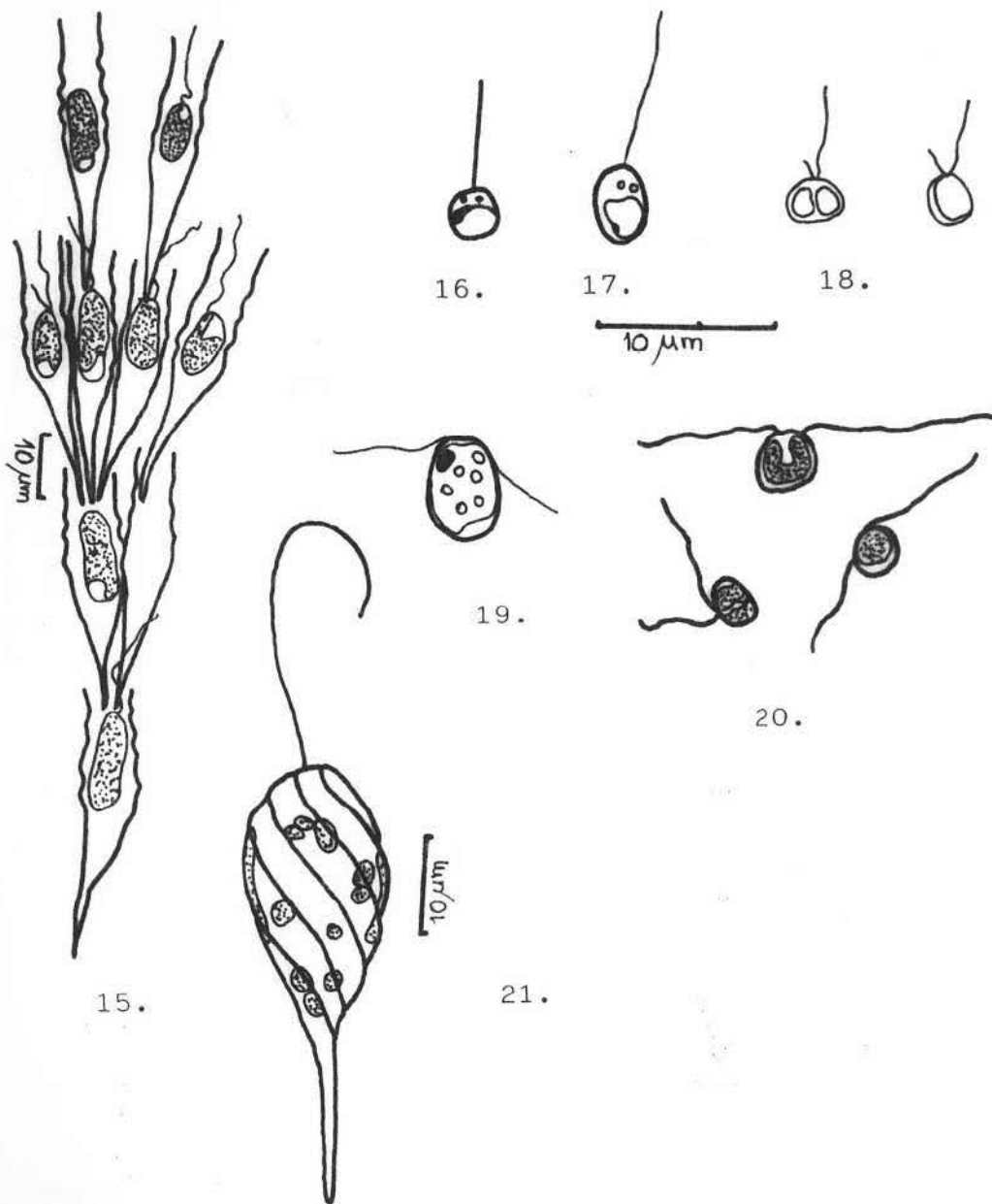
DESENHO 5. CHLOROPHYTA, 4. Desmidium sp., 5.

Dictyospherium sp., 6. Oocystis sp., 7. Pediastrum

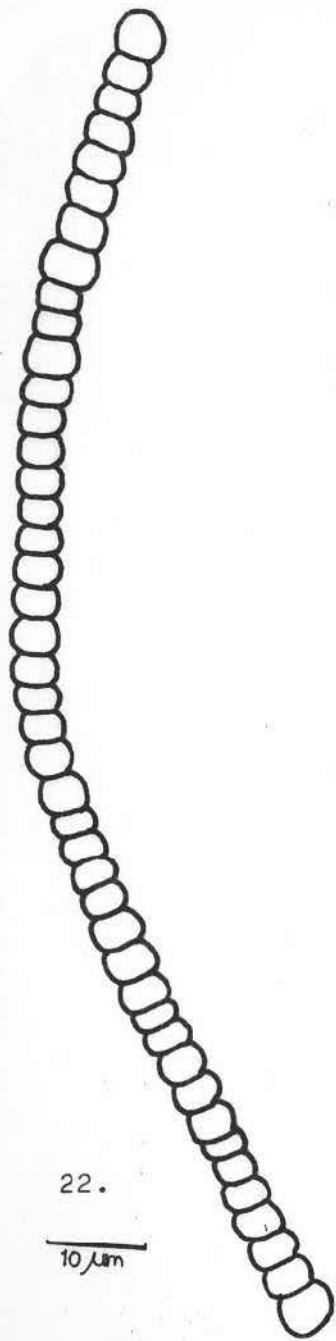
biradiatum, 8. Pediastrum boryanum.



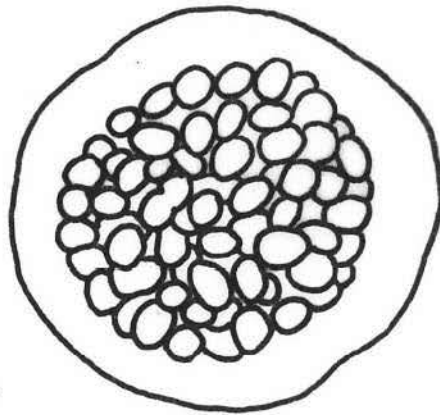
DESENHO 6. CHLOROPHYTA, 9. Hyalotheca mucosa, 10. Pediastrum tetras, 11. Phytelios sp., 12. Scenedesmus sp., 13. Spondylosium pulchrum, 14. Staurastrum rotula.



DESENHO 7. CHRYSOPHYTA/EUGLENOPHYTA, 15. Dinobryon bavaricum, 16. Chromulina pigmea, 17. Chromulina sp., 18. Ochromonas sphaerella, 19. Ochromonas sp., 20. Nephroselmis cf. minuta, 21. Lepocinclis ovata.



24.

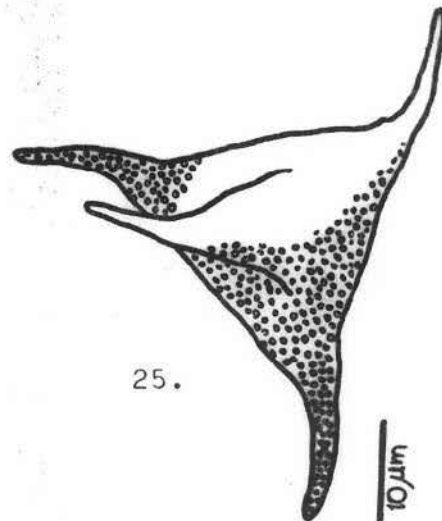


10 μm



23.

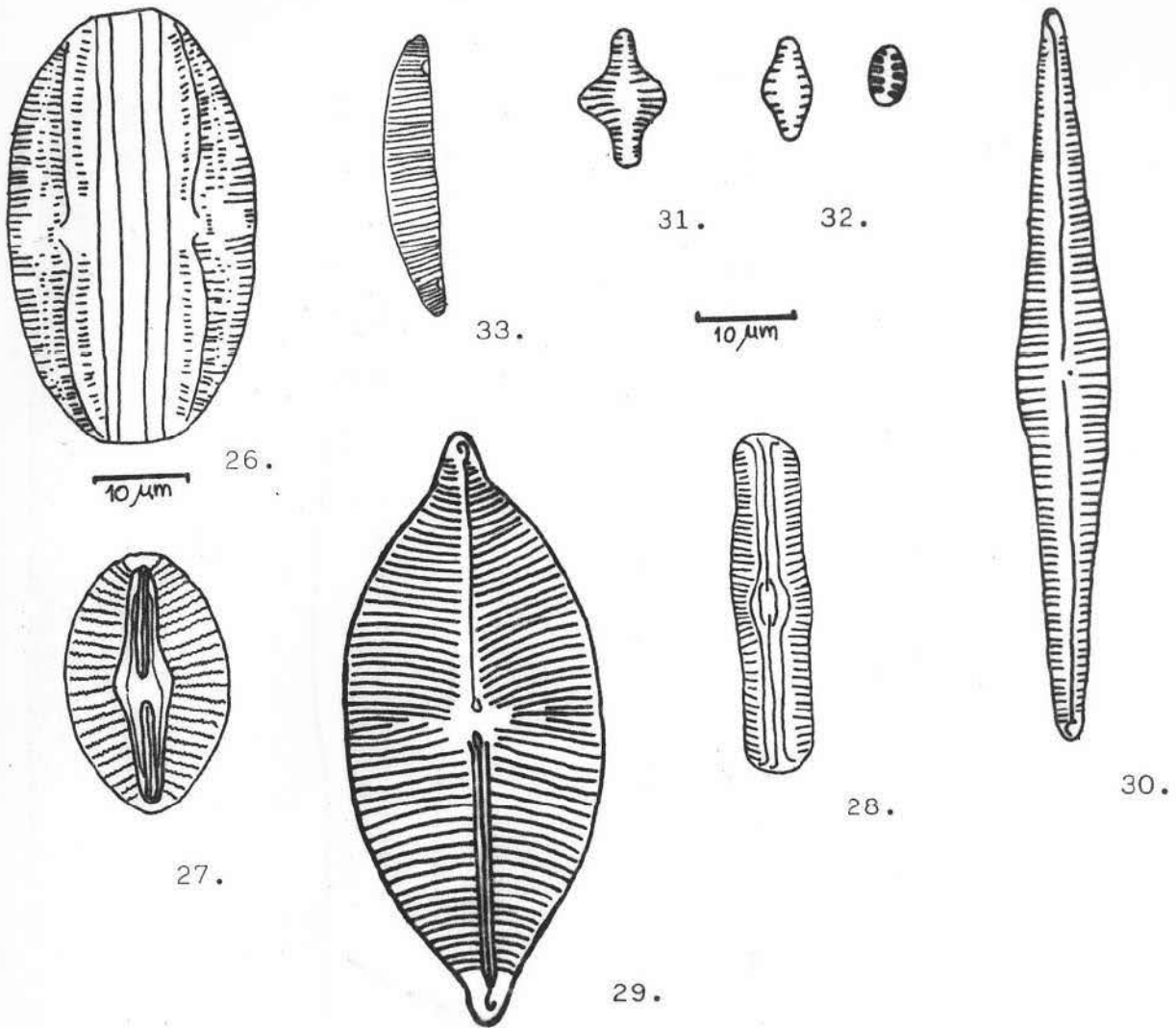
10 μm



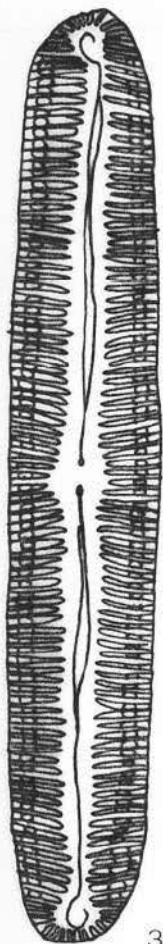
25.

10 μm

DESENHO 8. NOSTOCOPHYTA/XANTOPHYTA, 22. Oscillatoria lacustris, 23. Lyngbya limnetica, 24. Aphanotece sp., 25. Tetradiella sp.



DESENHO 9. BACILLARIOPHYTA, 26. Amphora ovalis, 27. Diploneis subovalis, 28. Navicula bacillum, 29. Navicula pusilla, 30. Gomphonema gracile, 31. Fragilaria construens, 32. Fragilaria pinnata, 33. Eunotia incisa.



34.

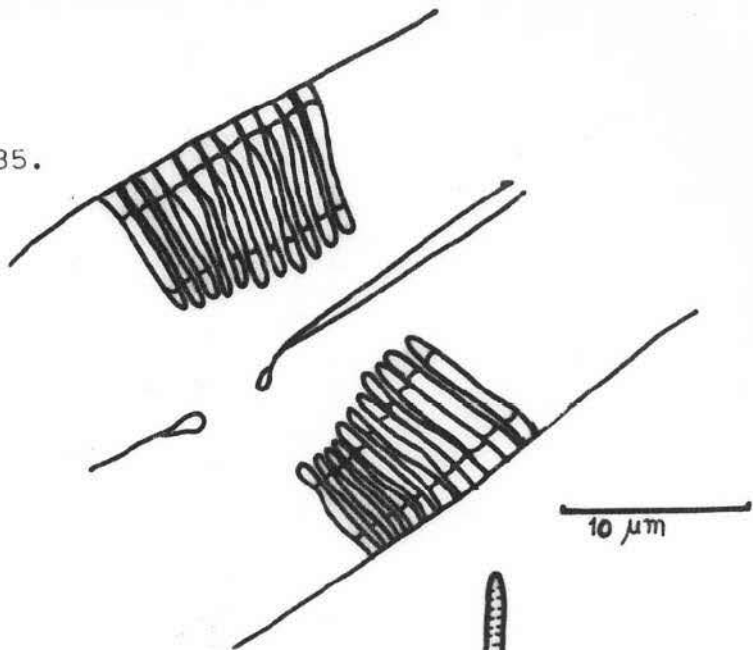
10 μ m



35.

10 μ m

35.



10 μ m



37.

10 μ m



36.

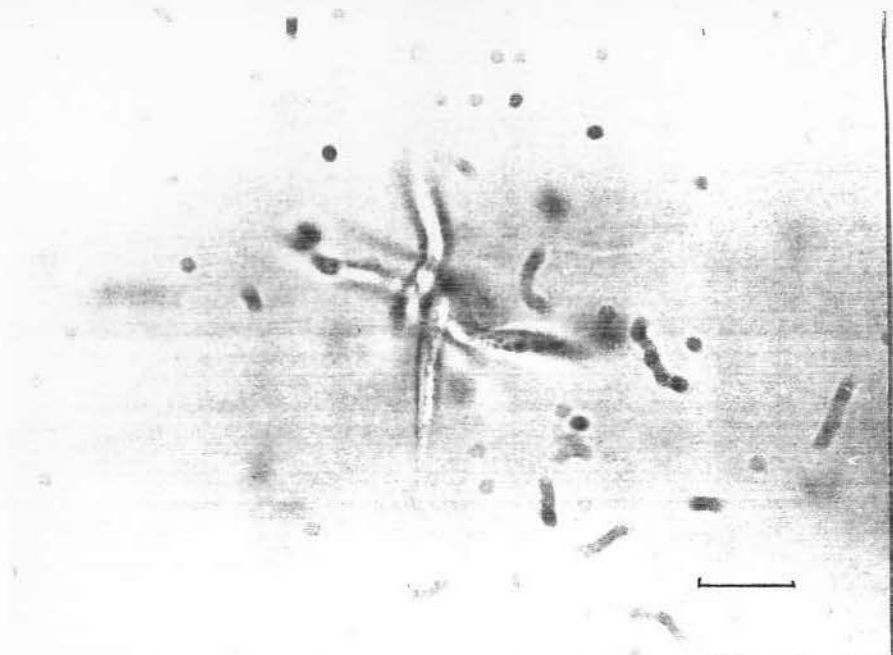
10 μ m

DESENHO 10. BACILLARIOPHYTA, 34. Pinnularia maior,
35. Pinnularia latevittata, 36. Synedra ulna,
37. Pinnularia braunii.

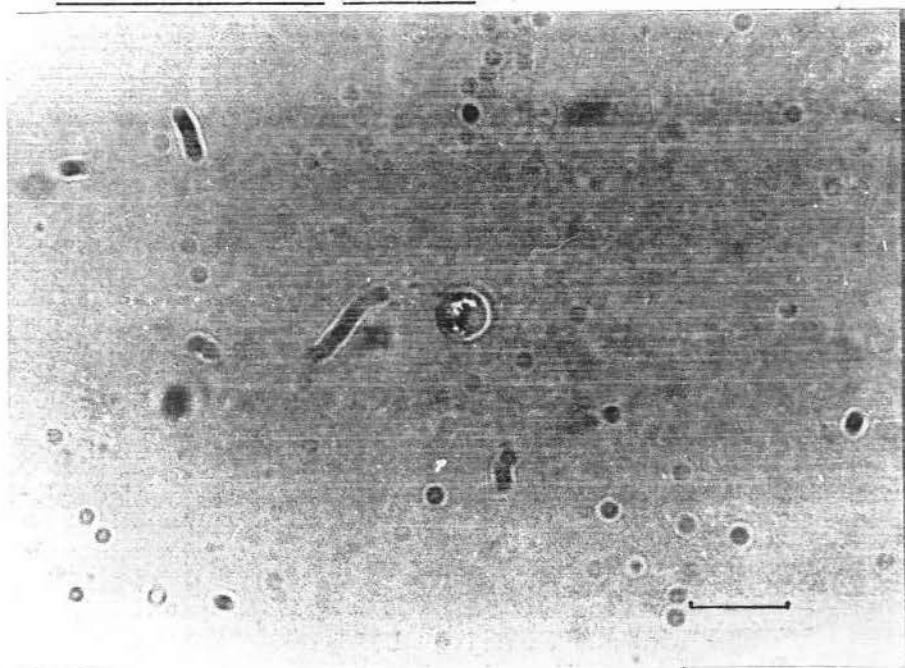
Escala: 10µm



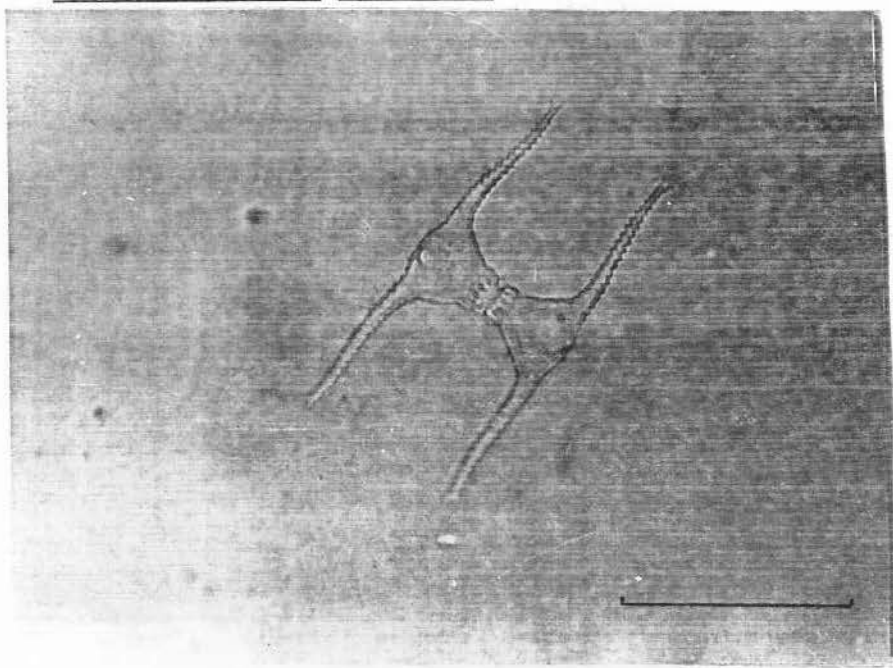
Kirchneriella lunaris (Kirchner) Möbius



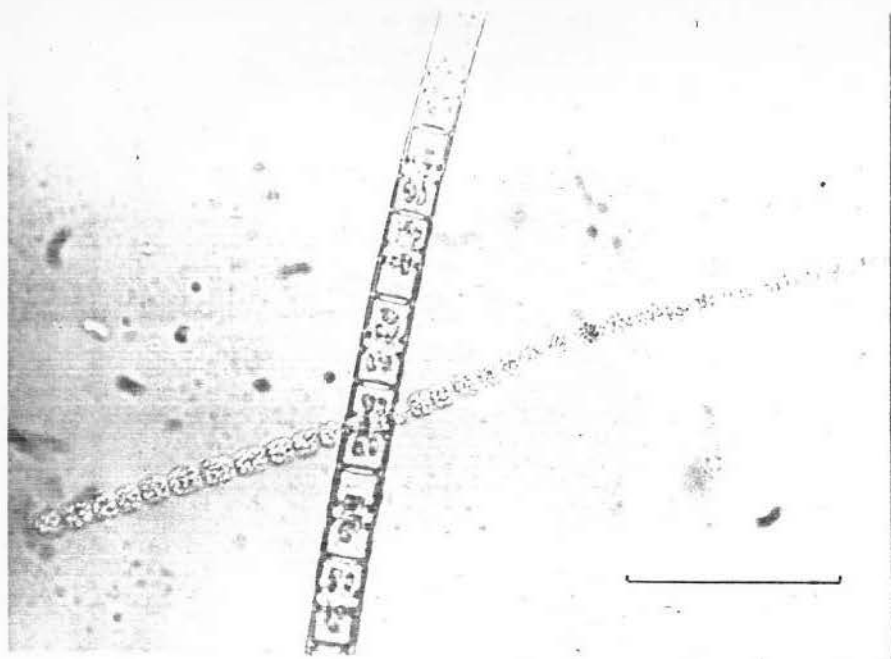
Ankistrodesmus spiralis (Turner) Lemm.



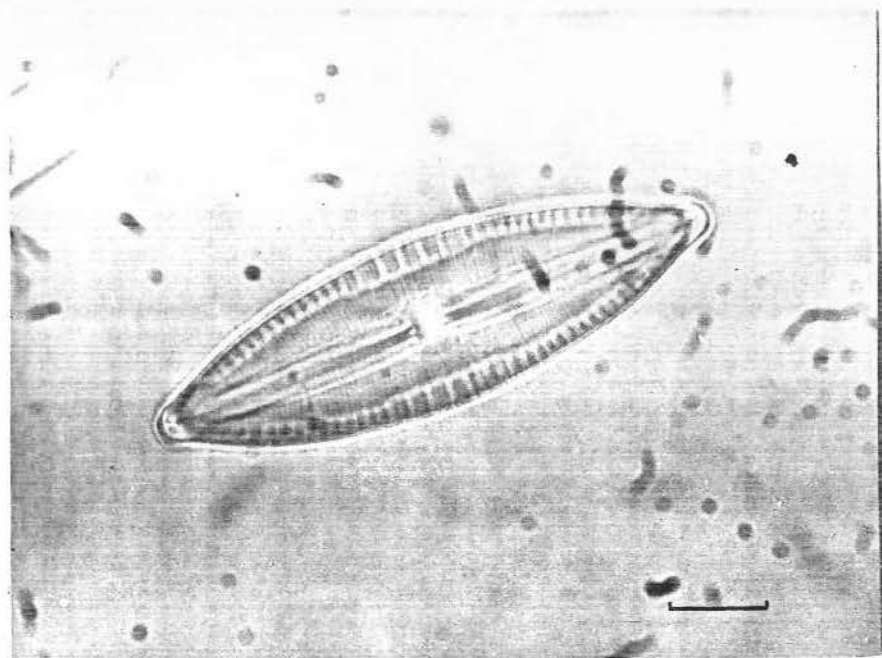
Cisto de Chrysophyta



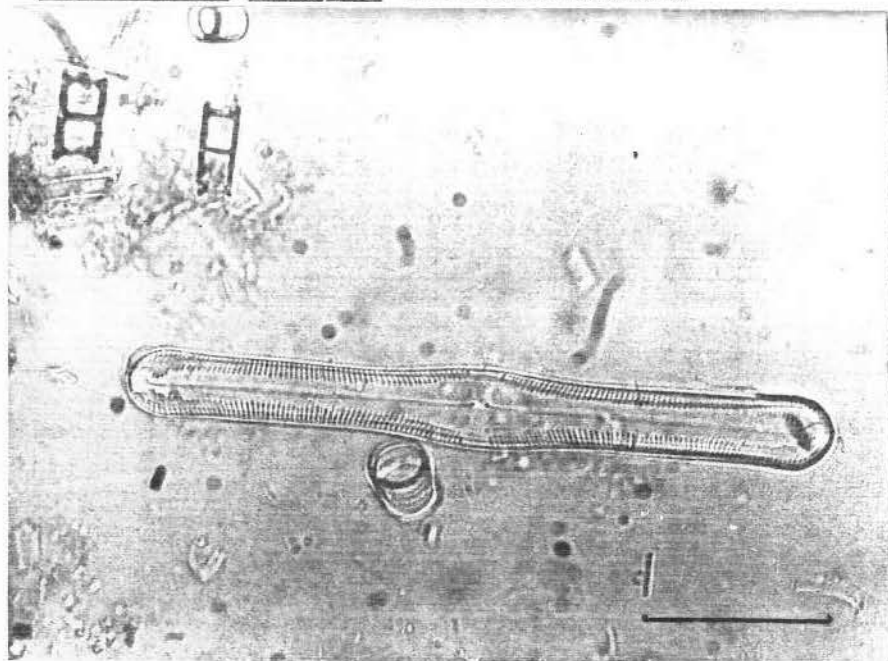
Staurastrum sp.



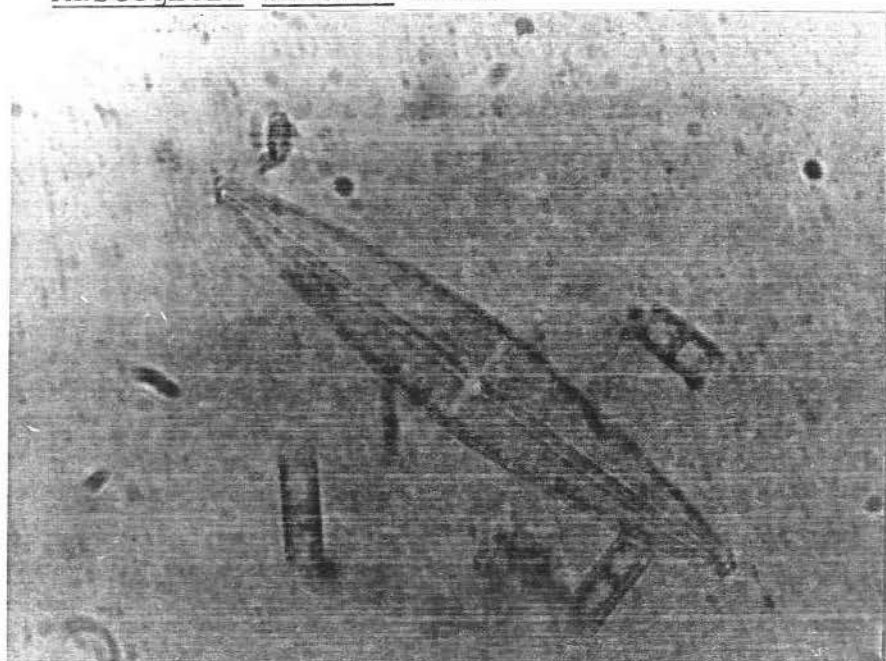
Aulacosira ambigua (Grun.) Simonsen



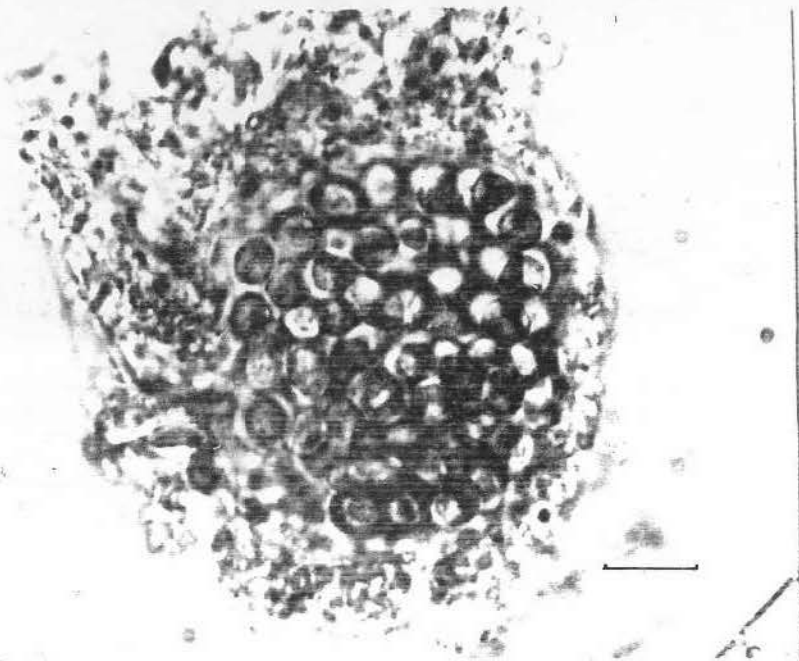
Mastogloia braunii Grun.



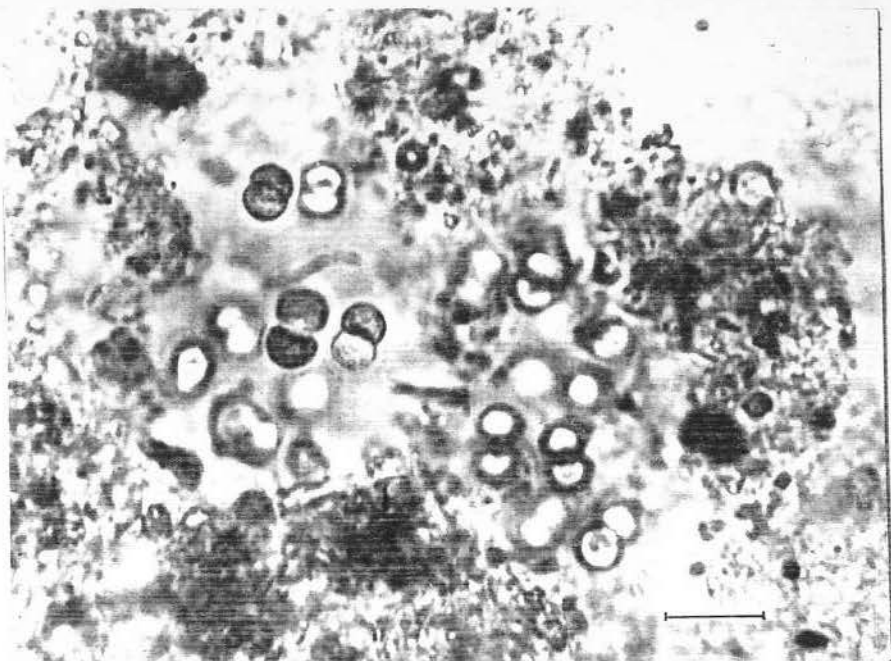
Pinnularia cf. gibba Ehr.



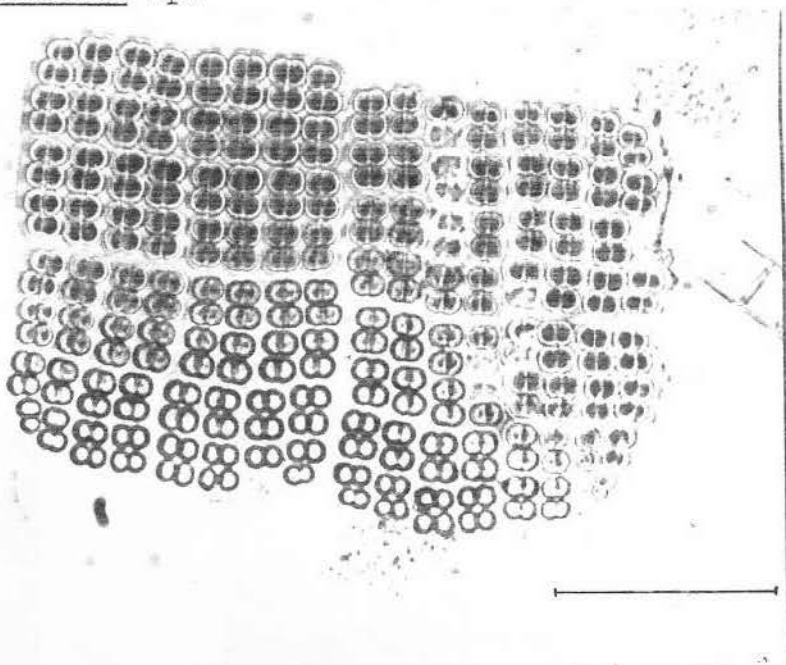
Stauroneis phoenicenteron Ehr.



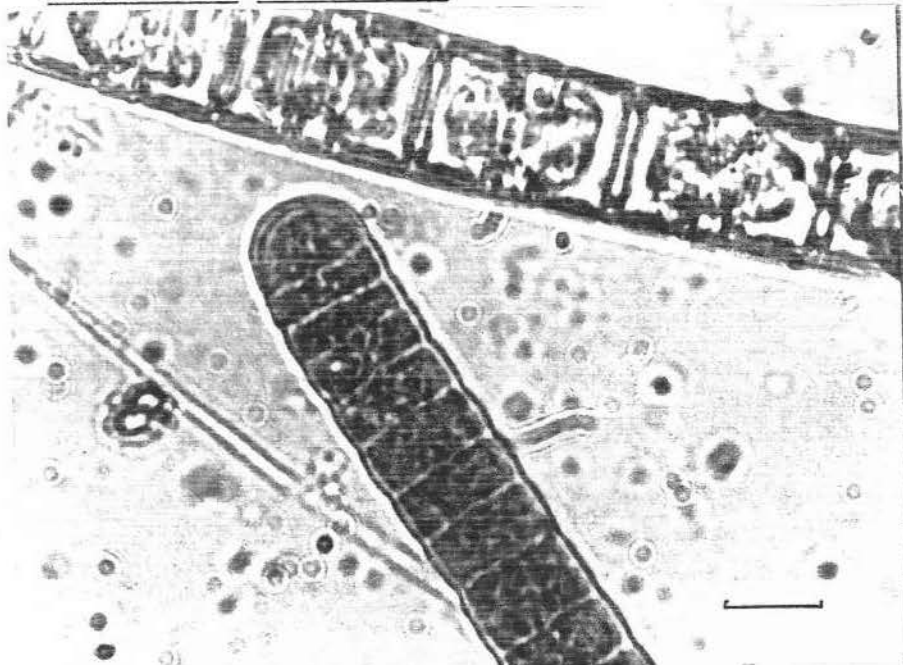
Aphanotece sp.



Chroococcus limneticus Lemm.



Merismopedia convoluta Bréb



Oscillatoria sp.