

ANÁLISE DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE DIATOMÁCEAS (BACILLARIOPHYCEAE) EM DUAS ESTAÇÕES DO SISTEMA GUAÍBA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

Eduardo A. Lobo (1)
Lezilda Carvalho Torgan (1,2)

RESUMO – Através da análise da composição específica e da diversidade da comunidade de diatomáceas, em duas estações do sistema Guaíba (RS, Brasil), nos meses de setembro e novembro de 1975, foi encontrada uma diferença significativa na estrutura dessa comunidade. Essa diferença deve-se, provavelmente, à presença exclusiva de *Achnanthes inflata* (Kütz.) Grun. var. *elata* (Leud. – Fort.) Hust., *A. lanceolata* (Bréb.) Grun. var. *lanceolata*, *Cocconeis placentula* Ehr., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Cymbella minuta* Hilse ex Rabh., *Aulacosira distans* (Ehr.) Sim., *Navicula mutica* Kütz., *Surirella robusta* Ehr. var. *splendida* (Ehr.) Van Heurck, *Synedra ulna* (Nitz.) Ehr., espécies abundantes, que refletem características ambientais distintas, pelo fato de apresentarem uma diferenciação em suas tolerâncias ecológicas. Foram identificados um total de 114 táxons, 57 a níveis específicos e infra-específicos, dentre os quais 14 constituem-se em primeira referência para o Guaíba e quatro são citações novas para o Estado.

ABSTRACT – Through the analysis of specific composition and diversity of diatom community, in two sampling areas of the Guaíba system (RS, Brasil) in September and October 1975, a meaningful difference in the structure of that community was found. Such difference is probably due to exclusive presence of *Achnanthes inflata* (Kütz.) Grun. var. *elata* (Leud. – Fort.) Hust., *A. lanceolata* (Bréb.) Grun. var. *lanceolata*, *Cocconeis placentula* Ehr., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Cymbella minuta* Hilse ex Rabh., and of *Aulacosira distans* (Ehr.) Sim., *Navicula mutica* Kütz., *Surirella robusta* Ehr. var. *splendida* (Ehr.) Van Heurck, *Synedra ulna* (Nitz.) Ehr., abundant species which reflect different environmental characteristics because of their different ecological tolerances. A total of 114 taxa have been identified; 57 of them to specific and infra-specific levels, 14 of which mentioned for the first time in the Guaíba system and 4 for the first time in the state.

Key-words: Algae, Bacillariophyceae, structure of community.

Introdução

Os sistemas lóticos caracterizam-se por apresentar condições ambientais que estão variando intensamente no espaço e no tempo (Odum 1972, Margalef 1974). Essa variação ambiental sugere que as comunidades, que ocorrem nesses sistemas, devem ajustar-se, modificando sua estrutura, através do número de indivíduos das espécies presentes e/ou da substituição de algumas espécies por outras, de acordo com os intervalos de tolerância que apresentam para determinados fatores ambientais.

Em geral, os trabalhos de limnologia em sistemas lóticos do Estado do Rio Grande do Sul e, em particular, os referentes ao sistema Guaíba, são escassos. A maioria é de caráter descritivo e taxonômico.

(1) Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Caixa Postal 1188, 90610, Porto Alegre, RS, Brasil.

(2) Bolsista do CNPq.

Com relação a estudos de taxonomia e ecologia da fitoplâncton do Guaíba, o Departamento Municipal de Águas e Esgotos de Porto Alegre (DMAE) realizou um levantamento de características físicas, químicas e biológicas, a fim de avaliar a qualidade de suas águas (Porto Alegre – DMAE 1971). Os resultados são apresentados sob a forma de gráficos e tabelas, sendo que, para o fitoplâncton, foi feita identificação a nível genérico e contagens do número de organismos por litro. Torgan e Aguiar (1974) efetuaram um levantamento taxonômico das espécies de diatomáceas que ocorreram no inverno de 1972, estabelecendo uma relação das espécies mais frequentes com as condições de saprobidade, através do enquadramento destas em sistemas de sapróbios citados em literatura. Posteriormente o DMAE verificou a ocorrência de superpopulações de determinados gêneros de organismos planctônicos nos verões de 1971, 1972 e 1973 (Porto Alegre – DMAE 1974). Torgan e Aguiar (1978) realizaram um estudo taxonômico de 159 táxons específicos e infra-específicos de diatomáceas em 6 pontos do Guaíba, levando em consideração sua distribuição, frequência relativa, bem como sua variação em relação às estações de coleta no inverno de 1972 e verão de 1973. Num histórico de monitoramento realizado pelo DMAE no Guaíba, no período de 1970 a 1978 (Porto Alegre – DMAE 1978), foi reformulado o plano de amostragem, a fim de obter uma melhor caracterização da área, através de análises físicas, químicas e biológicas, onde é apresentado uma lista de 167 espécies de diatomáceas, amostradas no período de 1977-78, referindo as espécies exclusivas para cada estação de coleta. Seguindo, o DMAE estabeleceu a correlação entre o fitoplâncton e clorofila "a", bem como a relação entre a biomassa com sua produtividade e teores de nutrientes, mencionando as espécies de algas que predominam nos "blooms" de verão (Porto Alegre – DMAE 1981). Torgan (1984) apresentou os resultados do levantamento de 61 táxons de diatomáceas, efetuado no ano de 1975 em 5 estações de coleta, situadas no canal e praias à margem esquerda do Guaíba, citando os mais representativos pela sua abundância.

O conhecimento da flórua algológica do Guaíba e sua ecologia é, portanto, bastante restrito, especialmente no que se refere ao estudo das estruturas fitoplanctônicas. Assim, o presente trabalho tem por objetivo caracterizar a estrutura da comunidade de diatomáceas, por ser o grupo mais representativo do fitoplâncton do sistema Guaíba, em uma seção deste, e estabelecer suas relações com a variabilidade do ambiente físico e químico.

Para cumprir com o objetivo geral, foram formulados os seguintes objetivos específicos: identificação das espécies de diatomáceas ocorrentes em uma seção das águas do Guaíba; estabelecimento da estrutura da comunidade, incluindo densidade celular, riqueza de espécies, diversidade específica, uniformidade das espécies, similaridade na composição específica, espécies abundantes; e determinação da relação entre a estrutura da comunidade e a variabilidade das características do ambiente físico e químico.

Material e Métodos

Foram selecionadas duas estações de amostragem no sistema Guaíba, para análise biológica, denominadas 1 e 2, situadas equidistantes do ponto a 30°08'02"S e 51°17'58"W, pelo fato delas corresponderem às estações de coleta, destinadas para análises físicas e químicas, 51-b (Lançamento do efluente da ex-Indústria de Celulose Borregaard, próxima ao canal), e 50 (frente ao Morro da Ponta Grossa, no canal), fixadas pelo Departamento Municipal de Águas e Esgotos de Porto Alegre (Fig. 1). As coletas foram realizadas juntamente com os técnicos desse Departamento, nos meses de setembro e novembro de 1975.

Foram coletadas amostras de 1 litro obtidas com garrafa de Kemmerer, no sentido horizontal, logo abaixo da superfície da água, sendo essas fixadas com formalina a 4%.

Analisou-se, para cada estação, uma sub-amostra de 10ml, que foi preparada segundo a técnica de Müller-Melchers e Ferrando (1956). O material foi distribuído em 3 lâminas permanentes para identificação e contagem. As amostras observadas encontram-se depositadas no Herbário Prof. Dr. Alarich Schultz, no Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, sob os números HAS 6610(Lâminas 1032-4); 6611(Lâminas 1029-31); 6615(Lâminas 1107-9); 6616(Lâminas 1110-2).

Para a análise qualitativa e quantitativa das diatomáceas, foi utilizado um microscópio de pesquisa Leitz, modelo Dialux. Empregou-se o sistema de Simonsen(1979) para o enquadramento taxonômico das espécies e para a identificação destas foram utilizadas as seguintes obras: Cleve-Euler(1932, 1951-5); Compère(1982); Emiliani(1973); Frenguelli(1942); Hendey(1964); Huber-Pestalozzi(1942); Hustedt(1930); Patrick e Reimer(1966, 1975); Peragallo(1897-1908); Stoermer(1963) e Van Heurck(1880-1). Os dados físicos e químicos foram fornecidos pelo Centro de Estudos de Saneamento Básico-CESB do DMAE, através do relatório interno Porto Alegre-DMAE(1976).

Para determinação da estrutura da comunidade, foram utilizados os seguintes indicadores: densidade celular expressa em células/l; riqueza de espécies expressa em termos do número total de espécies presentes; diversidade específica utilizando o índice de diversidade de Shannon e Weaver(1949, *apud* Odum 1972) uniformidade das espécies através do índice de uniformidade de Pielou(1975); similaridade na composição específica utilizando o coeficiente de similaridade de Jaccard (Estrada *et al.* 1975); e espécies abundantes conforme os critérios de Lobo(1984).

Foi utilizado o teste "t" de significância, para comparar as diversidades específicas entre ambas estações de amostragem, nos respectivos meses de coleta. Trabalhou-se com intervalo de confiança de 95%.

Resultados e Discussão

1. Composição taxonômica:

A análise qualitativa das amostras coletadas, nas estações 1 e 2, em setembro e novembro de 1975, no sistema Guaíba, revelou a presença de 114 táxons de diatomáceas, 14 dos quais se constituem na primeira citação para o Guaíba. Os taxa identificados à níveis genérico, específico e infra-específico encontram-se na seguintes relação:

CENTRALES

THALASSIOSIRACEAE

**Aulacosira ambigua* (Grunow) Simonsen var. *ambigua*; **A. distans* (Ehrenberg) Simonsen; *A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen var. *granulata*; *A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen var. *angustissima* (O. Müller) Simonsen; **A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen var. *valida* (Hustedt) Simonsen; **A. pseudogranulata* (Cleve-Euler) Simonsen; *Aulacosira* sp. *Cyclotella meneghiniana* Kützing; *C. stelligera* (P.T. Cleve et Grunow) Van Heurck; *C. striata* (Kützing) Grunow

Thalassiosira spp.

MELOSIRACEAE

Paralia sulcata (Ehrenberg) P.T. Cleve

COSCINODISCACEAE

Coscinodiscus spp.

HEMIDISCACEAE

Actinocyclus sp.

RHIZOLENIACEAE

Rhizolenia calcaravis Schultze

EUPODISCACEAE

Pleurosira laevis (Ehrenberg) Compère

PENNALES

DIATOMACEAE

Asterionella japonica P.T. Cleve

Opephora sp.

Synedra goulardi Brébisson var. *goulardi*; **S. rumpens* Kützing var. *familiaris* (Kützing) Hustedt; **S. rumpens* Kützing var. *fragilarioides* Grunow; *S. ulna* (Nitzsch) Ehrenberg

EUNOTIACEAE

Eunotia flexuosa Brébisson ex Kützing var. *flexuosa*; *E. lunaris* (Ehrenberg) Grunow; *E. praerupta* Ehrenberg var. *bidens* (Ehrenberg) Grunow; **E. revoluta* Cleve-Euler; *Eunotia* sp.

ACHNANTHACEAE

Achnanthes exigua Grunow var. *constricta* (Grunow) Hustedt; *A. inflata* (Kützing) Grunow var. *inflata*; **A. inflata* (Kützing) Grunow var. *elata* (Leuduger-Fortmorel) Hustedt; *A. lanceolata* (Brébisson) Grunow var. *lanceolata*; *A. lanceolata* (Brébisson) Grunow var. *dubia* Grunow; *Achnantes* spp.

Cocconeis placentula Ehrenberg; *Cocconeis* spp.

NAVICULACEAE

Amphipleura pellucida Kützing

Cymbella affinis Kützing var. *affinis*; *C. minuta* Hilse ex Rabenhorst; *C. tumida* (Brébisson ex Kützing) Van Heurck var. *tumida*; *Cymbella* sp.

Diploneis elliptica (Kützing) P.T. Cleve var. *elliptica*; *Diploneis* spp.

**Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni var. *capitata* (A. Mayer) Patrick; *Frustulia* sp.

Gomphonema parvulum Kützing; *G. truncatum* Ehrenberg var. *truncatum*; *Gomphonema* spp.

Gyrosigma scalproides (Rabenhorst) P.T. Cleve var. *scalproides*; *Gyrosima* sp.

Navicula capitata Ehrenberg var. *hungarica* (Grunow) Ross; **N. lateropunctata* Wallace; *N. mutica* Kützing; *N. pupula* Kützing var. *pupula*; **N. rhyncocephala* Kützing var. *germainii* (Wallace) Patrick; *Navicula* spp.

**Neidium affine* (Ehrenberg) Pfitzer var. *longiceps* (Gregory) P.T. Cleve; **N. hankensis* Skvortzow

Pinnularia acrosphaeria Wm. Smith var. *acrosphaeria*; *P. aperta* Frenguelli var. *doellojuradoi* Frenguelli

P. borealis Ehrenberg var. *borealis*; **P. borealis* Ehrenberg var. *rectangularis* Carlson; *P. braunii* (Grunow) P.T. Cleve var. *amphicephala* (A. Mayer) Hustedt; *P. divergens* Wm. Smith; *P. mesolepta* (Ehrenberg) Wm. Smith var. *mesolepta*; *Pinnularia* spp.

EPITHEMIACEAE

**Rhopladoria musculus* (Kützing) O. Müller var. *musculus*

NITZSCHIACEAE

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow

Nitzschia acicularis Wm. Smith; *N. brevissima* Grunow; *N. palea* (Kützing) Wm. Smith; *N. tryblionella* Hantzsch var. *victoriae* Grunow; *Nitzschia* sp.

SURIRELLACEAE

Surirella robusta Ehrenberg var. *splendida* (Ehrenberg) Van Heurck

Surirella spp.

*Primeira citação para o Guafba.

Os táxons estão distribuídos em 13 famílias e 27 gêneros. A família Naviculaceae e os gêneros *Navicula* Bory e *Pinnularia* Ehr. foram os melhores representados em número de espécies, variedades e formas taxonômicas. Dentre as espécies identificadas, são citações novas para o Estado as de *Eunotia revoluta* Cleve-Euler, *Navicula lateropunctata* Wallace, *Navicula rhyncocephala* Kütz. var. *germainii* (Wallace) Patrick e *P. borealis* Ehr. var. *rectangularis* Carlson.

É importante mencionar que *Asterionella japonica* Cleve, *Paralia sulcata* (Ehr.) P.T. Cleve (= *Melosira sulcata* (Ehr.) Kütz.) e *Rhizosolenia calcaravis* Schultze, espécies tipicamente marinhas, comuns de ocorrer nas praias da costa do Rio Grande do Sul (Corte-Real & Callegaro 1973), foram encontradas isoladas, sem cromoplastos ou em fragmentos nas amostras analisadas das estações 1 e 2, do mês de novembro. Esse fato indica que, provavelmente, essas espécies tenham se fixado aos cascos de embarcações e transportadas no sentido S-N, ou ainda trazidas pela ocorrência da inversão do fluxo de escoamento do Guaíba que, segundo Ferreira e Dewes (1984), em período de estiagem prolongada, é aparentemente proporcional ao ciclo da maré alta e à ação do vento no quadrante sul. As referidas espécies são consideradas, portanto, formas acidentais relativas ao local de estudo.

Por outro lado, foi observada a presença de representantes dos gêneros *Actinocyclus*, *Coscinodiscus* e *Thalassiosira*, bem como das espécies *Pleurosira laevis* (Ehr.) Compère (= *Siddulphia laevis* Ehr. e *Cyclotella striata* (Kütz.) Grun. Essas espécies são mencionadas na literatura como típicas de águas salobras, no entanto, já foram registradas para o Guaíba e seus afluentes (Porto Alegre-DMAE 1978, 1981, Martau *et al.* 1977). Em nosso material, esses táxons apresentam-se sem cromoplastos e, dado que os autores já citados não observaram essa característica ou trabalharam com material oxidado, futuras investigações nessa área permitirão definir se essas espécies pertencem ou não à comunidade de diatomáceas do sistema Guaíba. Por esse motivo, estas não foram consideradas na análise da estrutura da comunidade.

2. Índices de diversidade:

A figura 2 apresenta a variação dos índices de diversidade da comunidade de diatomáceas nas estações 1 e 2, nos meses de setembro e novembro de 1975. Se compararmos as estações de amostragem, nos respectivos meses de coleta, observa-se que, no mês de setembro não houve diferenças significativas na diversidade específica, porém, o número de indivíduos foi maior na estação 1 do que na estação 2.

A figura 3 apresenta as espécies abundantes para ambas estações no mês de setembro. Observa-se que, na estação 1, houve um número maior de espécies do que na estação 2, sendo *Aulacosira granulata* (Ehr.) Simonsen var. *granulata* o táxon que atingiu a máxima abundância (24%). Esta espécie apresentou, também, a máxima abundância na estação 2 (11%), sendo o único táxon que ocorreu em ambas estações. A baixa similaridade observada entre as espécies abundantes de ambas estações (8,3%), segundo o índice de Jaccard, sugere que há uma diferenciação dos requerimentos ambientais para essas espécies, as quais, segundo Saiz (1980), formam o núcleo central de uma comunidade, sendo a base da estrutura desta. Com base nesse critério, é provável que a dissimilaridade observada entre as espécies abundantes e, portanto, a diferenciação de requerimentos ambientais seja um dos principais fatores que determina a estrutura das comunidades comparadas.

Na figura 2 observa-se que, no mês de novembro, a estação 1 apresentou uma diversidade específica significativamente maior do que a estação 2. Porém, se compararmos os valores totais obtidos para esses indicadores em ambos os meses, vemos que foram menores aos obtidos no mês de setembro. Esses resultados indicam a ocorrência de uma

diferenciação temporal e, provavelmente, um ajuste de espécies com tolerâncias ecológicas diferentes. Verificou-se essa diferença com baixos índices de similaridade obtidos, 20,3% para a estação 1 entre os meses de setembro e novembro e 18,8% para a estação 2, nesses meses. Em novembro, houve um número maior de espécies na estação 1 do que na estação 2. No entanto, o número de indivíduos foi menor, mas, pelo fato de termos maior uniformidade na distribuição destes, observou-se um alto valor para a diversidade específica.

A figura 4 apresenta as espécies abundantes para ambas estações no mês de novembro. Observa-se que, na estação 1, houve um número maior de espécies, sendo *Aulacosira granulata* var. *granulata* o táxon de máxima abundância. Considerando a similaridade entre as espécies abundantes de ambas estações, constatou-se que esta foi de 71,4%, significativamente maior do que a observada no mês de setembro, sendo *A. granulata* var. *granulata*, *A. distans* (Ehr.) Simonsen, *A. ambigua* (Grun.) Simonsen var. *ambigua*, *A. pseudogranulata* (Cleve-Euler) Simonsen e *Aulacosira* sp., os táxons comuns. Pode-se observar, ainda, que esses constituem o número total de táxons abundantes encontrados na estação 2. Esses resultados indicam que a diferença na estrutura das comunidades deve-se, provavelmente, à presença exclusiva das espécies abundantes *Cocconeis placentula* Ehr. e *Cyclotella meneghiniana* Kütz. na estação 1, as quais, conforme Krebs (1972), apresentam uma correspondência significativa entre suas tolerâncias ecológicas e as condições ambientais locais estabelecendo, portanto, uma comunidade com uma estrutura diferente.

3. Análises físicas e químicas:

Através dos resultados das análises físicas e químicas, é possível estabelecer diferenças de ordem entre as estações 1 e 2 durante os meses de setembro e novembro, levando-se em consideração que os dados fornecidos são valores discretos, referentes a uma amostra mensal, o que impossibilita seu tratamento estatístico.

Com base nessa observação, a figura 5 mostra que houve no mês de setembro, diferença para a concentração total de sólidos decantáveis, com seu máximo na estação 1. A temperatura manteve-se estável, se considerarmos que a diferença entre ambas estações foi de 0,5°C. O conteúdo de oxigênio dissolvido foi maior na estação 1 sendo que, para a mesma estação, a demanda bioquímica de oxigênio, após 5 dias, atingiu valores de 2 mg/l, com uma diferença de 1,6 mg/l, com relação à estação 2.

Na figura 6, observa-se que no mês de setembro a concentração de nutrientes foi maior na estação 2 que na 1, com exceção do fósforo. Os compostos inorgânicos dissolvidos apresentam concentrações maiores na estação 1 que na 2, com exceção do magnésio, sendo que, a diferença máxima foi verificada para o cálcio, com um valor de 1,6 mg/l.

Esses resultados indicam que, no mês de setembro, a estação 1 caracterizou-se por apresentar alta concentração de sólidos decantáveis e de compostos inorgânicos dissolvidos, elevado conteúdo de oxigênio, alta demanda bioquímica de oxigênio, mas a concentração de nutrientes foi baixa quando comparada com os valores obtidos para a estação 2.

Na figura 5, observa-se que, no mês de novembro, a concentração de sólidos decantáveis atingiu seu máximo valor na estação 1, maior que o observado no mês de setembro, assim, em ambos meses a estação 1 caracterizou-se por apresentar as mais altas concentrações. A temperatura pode, assim como no mês de setembro, ser considerada estável, dado que a diferença entre ambas estações foi de 0,5°C. O conteúdo de oxigênio dissolvido manteve-se constante, no entanto, a demanda bioquímica de oxigênio, após 5 dias, apresentou uma diferença de 0,2 mg/l, com seu máximo na estação 2.

Na figura 6, observa-se que, no mês de novembro, houve uma concentração de nutrientes maior na estação 1 que na estação 2, sendo que a máxima diferença foi verificada para o sulfato, com uma concentração de 1,3 mg/l. Os compostos inorgânicos dissolvidos, sódio e potássio, não mostram diferenças entre ambas estações, ao contrário do que aconteceu no mês de setembro, onde as maiores concentrações foram registradas para a estação 1.

Esses resultados indicam que, no mês de novembro, a estação 1 caracterizou-se por apresentar alta concentração de sólidos decantáveis e de nutrientes, no entanto, a demanda bioquímica de oxigênio, após 5 dias, foi baixa, quando comparada com os valores obtidos para a estação 2.

4. Relação comunidade - ambiente:

Os resultados das análises dos índices de diversidade indicam que no mês de setembro, não houve diferenças significativas na diversidade específica. Porém, considerando as diferenças na composição específica, foi possível identificar dois tipos de estruturas. Essa diferença poderia ser explicada em termos da diferenciação de requerimentos ambientais das espécies abundantes que pertencem às respectivas comunidades.

A baixa similaridade observada entre as espécies abundantes das estações 1 e 2 sugere que a diferença na estrutura das comunidades deve-se, provavelmente, à presença exclusiva de *Achnanthes inflata* (Kütz.) Grunow var. *elata*, *A. lanceolata* (Bréb.) Grun. var. *lanceolata*, *Cymbella minuta* (Hilse ex Rabh.) e *Nitzschia palea* (Kütz.) Wm. Smith na estação 1 e de *Aulacosira distans*, *Cocconeis placentula*, *Navicula mutica* Kütz., *Surirella robusta* Ehr. var. *splendida* (Ehr.) Van Heurck e *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. na estação 2.

Os resultados das análises físicas e químicas indicam que, no mês de setembro, a estação 1 caracterizou-se por apresentar uma alta concentração de sólidos decantáveis e de compostos inorgânicos dissolvidos, alta demanda bioquímica de oxigênio e baixa concentração de nutrientes, condições que, segundo Billings e DeHaas (1971), Lange-Bertalot (1979) e Schoeman (1979), indicam níveis B - alfa-mesosapróbios de poluição. Essa classificação é apoiada pela tolerância à poluição das espécies *Achnanthes lanceolata* (Lange-Bertalot 1979) e, principalmente, *Nitzschia palea* (Kobayasi & Mayama 1982), reconhecida como característica de águas excessivamente poluídas (Schroeder 1939, Van Landingham 1964, Schoeman 1976, 1977, Lange-Bertalot 1979). Descy (1979) estabeleceu que os compostos inorgânicos dissolvidos, principalmente cálcio e potássio, são fatores que aumentam a poluição. No entanto, espécies dos gêneros *Achnanthes* e *Cymbella* são capazes de tolerar altas concentrações (Werner 1977).

A estação 2 caracterizou-se por apresentar uma baixa concentração de sólidos decantáveis e de compostos inorgânicos dissolvidos, baixa demanda bioquímica de oxigênio e uma alta concentração de nutrientes. Segundo Lange-Bertalot (1979) e Schoeman (1979), essas condições indicam níveis B - mesosapróbios de poluição, sendo características desse ambiente, moderadamente poluído, as espécies *Aulacosira distans* (Luchini & Verona 1972, Lowe 1974), *Cocconeis placentula* (Luchini & Verona 1972, Sládeček 1973, Lowe 1974, Lange-Bertalot 1979) e *Synedra ulna* (Luchini & Verona 1972, Sládeček 1973, Lowe 1974). A concentração de nutrientes, principalmente de nitrogênio total, foi alta, o que, segundo Werner (1977), estabelece condições favoráveis para o desenvolvimento dessas espécies, dado que são tolerantes a altos teores de nitrogênio (1-3 mg/l). Porém, essas concentrações refletem níveis mesosapróbios de poluição (Werner 1977).

No mês de novembro, a estação 1 apresentou diversidade significativamente maior que a estação 2 e, portanto, uma diferença na estrutura das comunidades observadas. Neste caso, a diferença deve-se, provavelmente, à presença exclusiva das espécies abundantes *Cocconeis placentula* e *Cyclotella meneghiniana* na estação 1, dado que o total

de espécies abundantes na estação 2, foi também abundante na estação 1. Assim, é de se esperar que os táxons acima referidos apresentem adaptações específicas às condições ambientais locais, as quais favorecem seu desenvolvimento.

Os resultados das análises físicas e químicas indicam que, no mês de novembro, a estação 1 caracterizou-se por apresentar alta concentração de sólidos decantáveis e de nutrientes e baixa demanda bioquímica de oxigênio. Segundo Billings e DeHaas (1971) e Descy (1979), as duas primeiras características indicam condições de poluição "moderada", as quais correspondem a níveis B - mesossapróbios. Segundo Luchini e Verona (1972), Sládecek (1973) e Lowe (1974), *Cocconeis placentula* e *Cyclotella meneghiniana* são espécies que toleram níveis oligo-mesossapróbios de poluição e, portanto, características do ambiente descrito.

De acordo com Van Landingham (1964), Billings e DeHaas (1971) e Werner (1977), alta concentração de sólidos decantáveis produz turvamento d'água e, como consequência, diminuição da camada trofogenica por efeito a uma menor penetração da luz. Em nosso caso, a estação 1 apresentou alta concentração de sólidos decantáveis. O tempo da permanência prolongada desse material nas capas superficiais do corpo d'água, limita o processo da fotossíntese, por efeito da diminuição da penetração da luz. Portanto, as espécies que caracterizam as comunidades desse "habitat" deveriam apresentar condições específicas de flotabilidade para se manterem entre os limites da zona trofogenica e aproveitar, ao máximo, a disponibilidade de nutrientes. As diatomáceas de sistemas lóticos são, geralmente, bentônicas ou epifíticas, sendo pouco comuns as espécies verdadeiramente planctônicas (Werner 1977). No entanto, *Cyclotella meneghiniana* é referida na literatura como euplanctônica (Lowe 1974), condição que favorece a manutenção dessa espécie nas capas superficiais d'água. Rice (1938 *apud* Van Landingham 1964) cita essa espécie como abundante nas capas sub-superficiais em sistemas lóticos. A disponibilidade de nutrientes, principalmente fosfato e sulfato, foi alta, condição que, provavelmente, favoreceu o desenvolvimento das espécies *Cocconeis placentula* e *Cyclotella meneghiniana*, pelo fato de serem reconhecidas como abundantes em ambientes com altos teores de nutrientes sob condições mesotróficas (Luchini & Verona 1972, Lowe 1974, Werner 1977).

A temperatura apresentou diferença de 0,5°C entre as estações 1 e 2, em ambos meses, com uma variação de 16,5 a 19°C. Van Landingham (1964) estabeleceu que a máxima abundância das diatomáceas está correlacionada com a temperatura d'água e os nutrientes dissolvidos. Porém, a pequena diferença na temperatura observada em ambas épocas e o intervalo registrado, sugerem que as espécies encontradas na comunidade são características de águas temperadas com tolerâncias para as temperaturas que correspondem às condições ambientais locais (Patrick 1971).

A estação 1 apresentou, tanto em setembro como novembro, alta concentração de sólidos decantáveis, maior do que a registrada na estação 2. Esses fatos devem-se, provavelmente, à descarga de despejos industriais da ex-indústria de celulose Borregaard, cujo vertedouro situa-se próximo à estação de coleta, dado que os sólidos decantáveis constituem uma das mais importantes fontes de poluição de uma indústria de celulose (Billings & DeHaas 1971), junto com compostos orgânicos solúveis, principalmente, organosulfurados e metanol (Fox 1977), estabelecendo, portanto, condições desfavoráveis para o desenvolvimento das espécies (Kobayasi & Mayama 1982). Segundo o sistema de Lange-Bertalot (1979), a estação 1 apresentou, no mês de setembro, níveis B-alfa-mesossapróbios ou criticamente poluído e, no mês de novembro, níveis B-mesossapróbios ou moderadamente poluído. Assim, os sólidos decantáveis provenientes da descarga de despejos industriais da ex-indústria de celulose Borregaard foram uma das principais fontes de poluição e fator importante na determinação da estrutura das comunidades. A diferença entre os níveis de poluição identificados em ambos os meses, pode ser constatada considerando a alta de-

manda bioquímica de oxigênio registrada no mês de setembro, dado que esse fator avalia o efeito que têm os resíduos orgânicos de uma indústria de celulose em um corpo d'água, sendo, portanto, um bom indicador de poluição (Billings & DeHaas 1971).

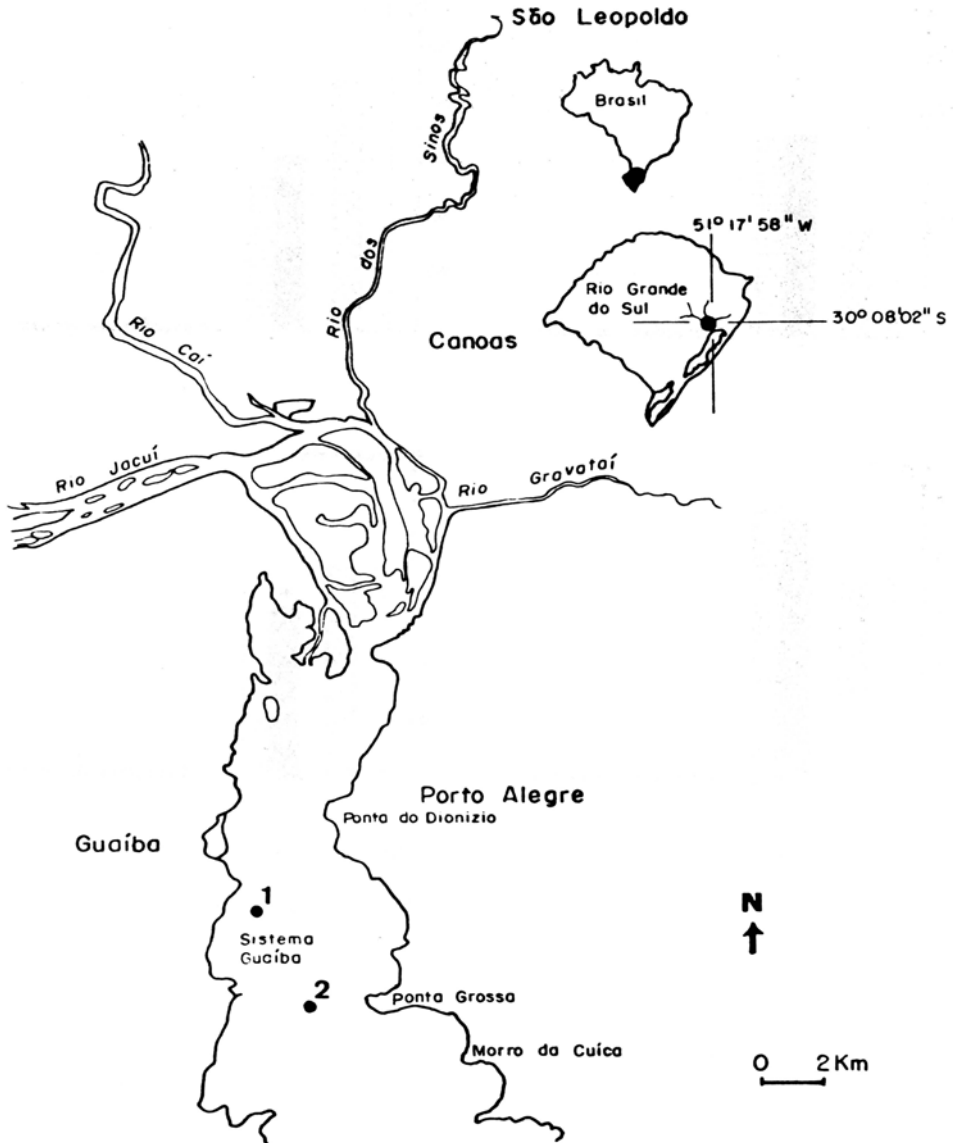


Fig. 1. Posição geográfica do sistema Guaíba com as estações de amostragem.

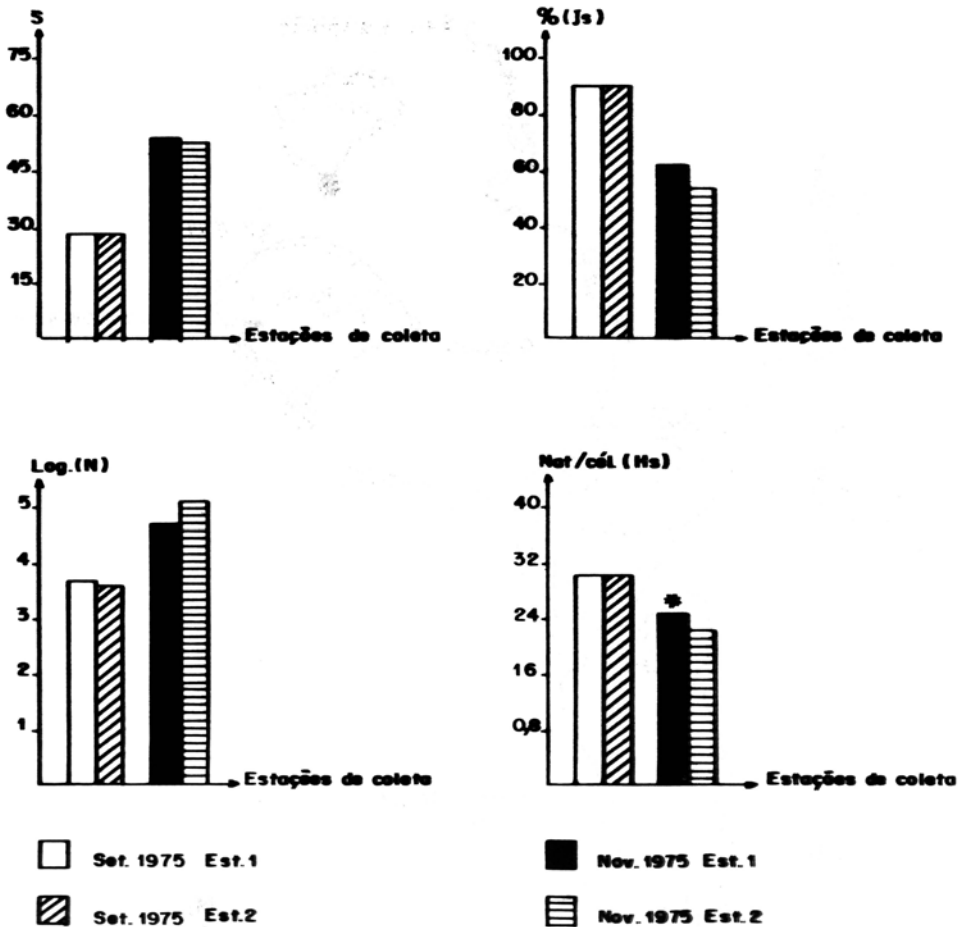


Fig. 2. Variações dos índices de diversidade (S: riqueza de espécies, Js: índice de uniformidade, N: número total de células/litro, Hs: índice de diversidade específica), nas estações de coleta 1 e 2, em um transecto do sistema Guaíba, durante os meses de setembro e novembro de 1975. (*): diferença significativa ($P \leq 0,05$).

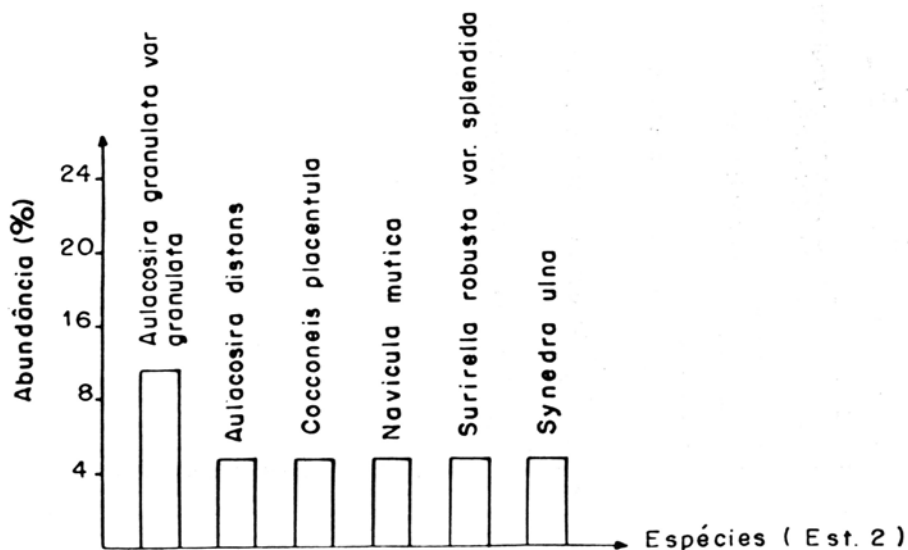
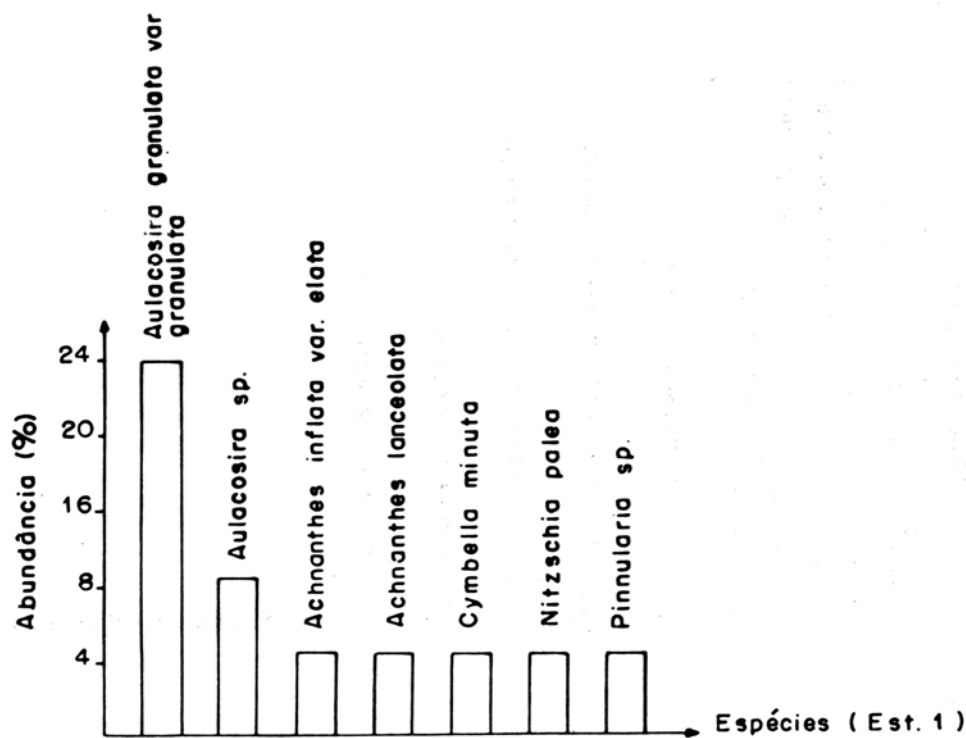


Fig. 3. Espécies abundantes das estações de coleta 1 e 2, em um transecto do sistema Guaíba, no mês de setembro de 1975.

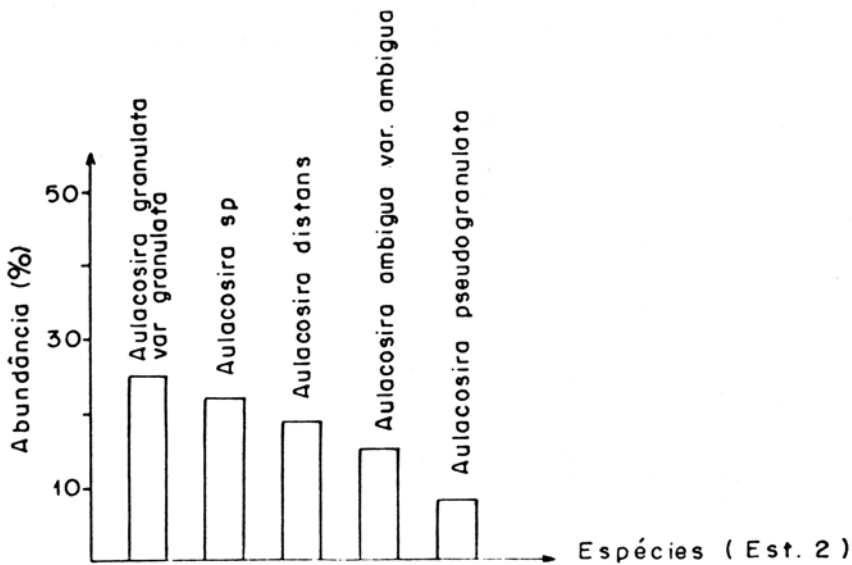
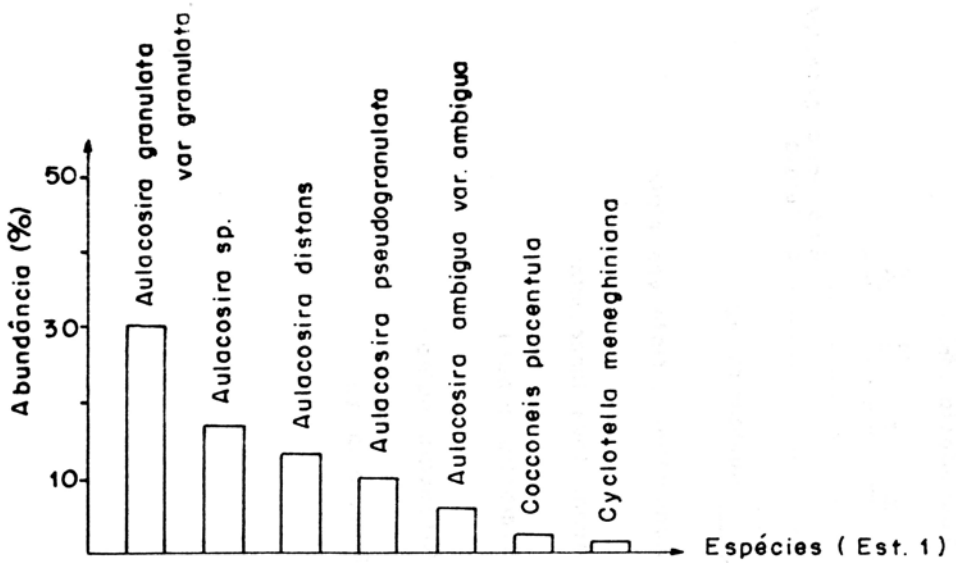


Fig. 4. Espécies abundantes das estações de coleta 1 e 2, em um transecto do sistema Guaíba, no mês de novembro de 1975.

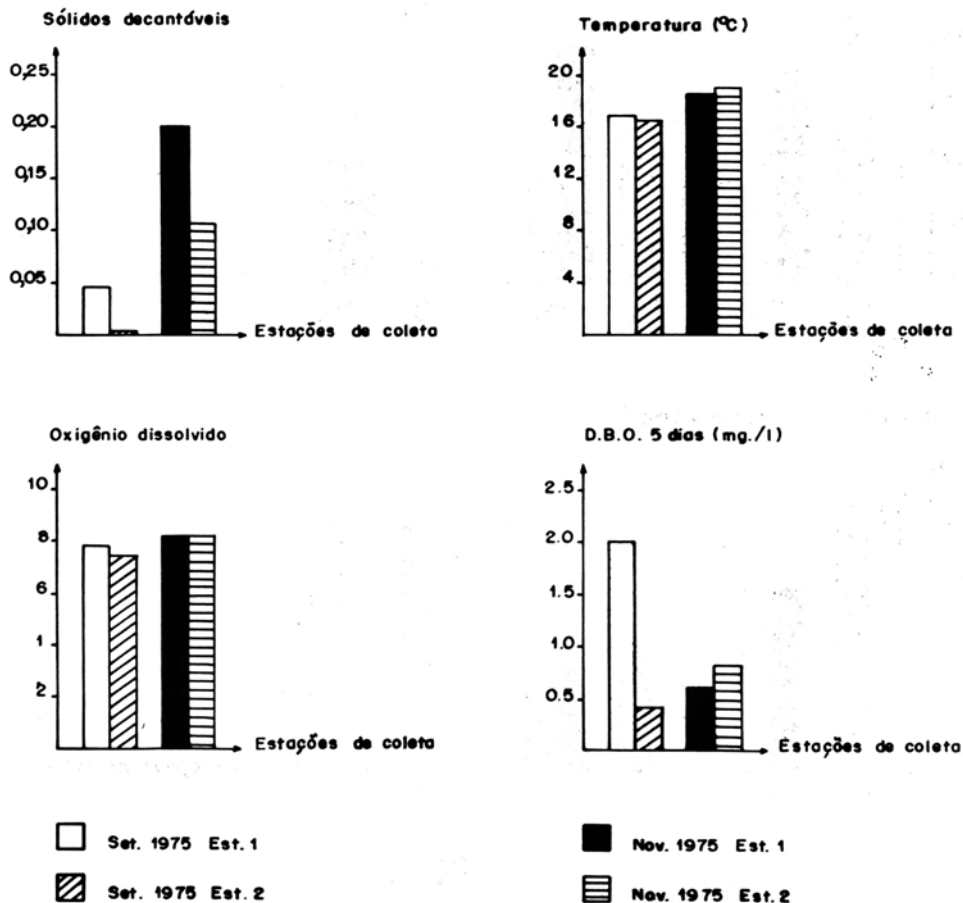
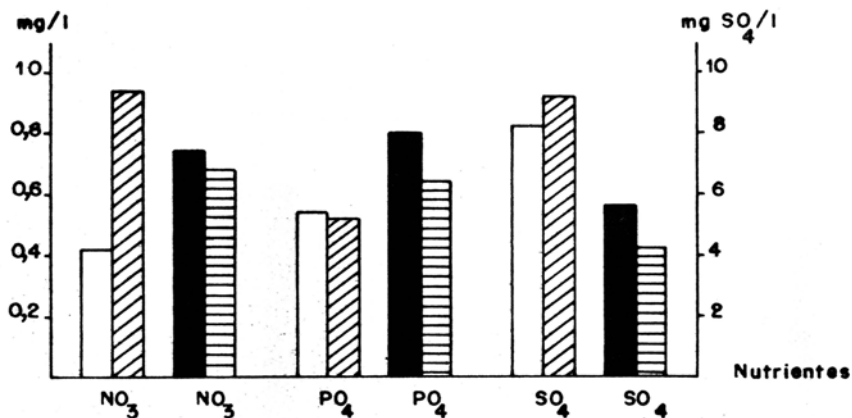
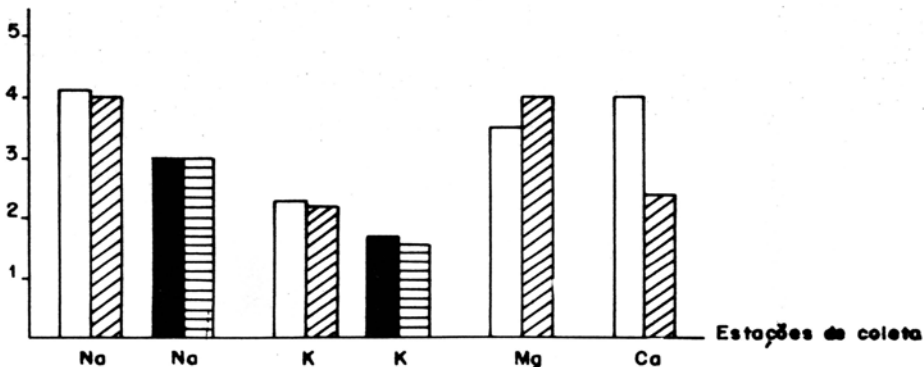


Fig. 5. Variáveis físicas e químicas que foram medidas nas estações de coleta 1 e 2, do sistema Guaíba, durante os meses de setembro e novembro de 1975.



Compostos inorgânicos (mg/l)



□ Set. 1975 Est. 1

▨ Set. 1975 Est. 2

■ Nov. 1975 Est. 1

▤ Nov. 1975 Est. 2

Fig. 6. Variáveis químicas que foram medidas nas estações de coleta 1 e 2, do sistema Guafba, durante os meses de setembro e novembro de 1975.

Conclusões

Considerando que o estudo foi desenvolvido nas estações 1 e 2 do sistema Guaíba, durante os meses de setembro e novembro de 1975, conclui-se que:

1. No mês de setembro, não houve diferenças significativas entre os índices de diversidade obtidos nas estações 1 e 2. No entanto, foram observadas diferenças na composição específica de ambas comunidades.
2. Essa diferença na estrutura das comunidades deve-se, provavelmente, à presença exclusiva de *Achnanthes inflata* var. *elata*, *A. lanceolata*, var. *lanceolata*, *Cymbella minuta* e *Nitzschia palea* na estação 1, espécies que foram abundantes e, portanto, características desse ambiente, o qual pode ser definido como tendo níveis B-alfa-mesossapróbios de poluição, com altas concentrações de compostos inorgânicos dissolvidos, principalmente cálcio e potássio, e de *Aulacosira distans*, *Cocconeis placentula*, *Navicula mutica*, *Surirella robusta* var. *splendida* e *Synedra ulna* na estação 2, espécies que foram abundantes e, portanto, características desse ambiente, o qual pode ser definido como tendo níveis B-mesossapróbios de poluição, com altas concentrações de nutrientes, principalmente nitrogênio.
3. No mês de novembro, a estação 1 apresentou diversidade da comunidade significativamente maior do que a estação 2 ($P \leq 0,05$).
4. Essa diferença na estrutura das comunidades deve-se, provavelmente, à presença exclusiva de *Cocconeis placentula* e *Cyclotella meneghiniana* na estação 1, visto que o total de táxons abundantes na estação 2, foi também abundante na estação 1. Os táxons acima citados são característicos do ambiente da estação 1, o qual pode ser definido como tendo níveis mesossapróbios de poluição, com altas concentrações de nutrientes, principalmente fosfato e sulfato.
5. A alta concentração de sólidos decantáveis registrada na estação 1, tanto em setembro como em novembro, foi uma das principais fontes de poluição proveniente, provavelmente, da descarga de despejos industriais da ex-indústria de celulose Borregaard, cujo vertedouro situa-se próximo à área de amostragem.

Agradecimentos

Aos técnicos do CESB do Departamento Municipal de Águas e Esgotos de Porto Alegre (DMAE), pelo auxílio na realização das coletas. Ao engenheiro Wilson Chignatti, diretor do DMAE, por autorizar a utilização dos dados físicos e químicos apresentados nesse trabalho. Ao engenheiro Enio Henrique Leite do Departamento do Meio Ambiente, da Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente do Estado, pelo apoio dispensado. Às funcionárias Rejane Rosa, Maria Fátima Vieira Machado da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, pelo apoio técnico prestado:

Referências Bibliográficas

- BILLINGS, R.M. & DeHAAS, G.G. 1971. Pollution control in the Pulp and Paper Industry. In: LUND, H.F. *Industrial pollution control Handbook*. MacGraw Hill Book Company, New York, p.1-16.
- CLEVE-EULER, A. 1932. Die Kieselalgen des Takernsees in Schweden. *K. svenska VetenskAkad. Handl.* 11: 3-254.
- CLEVE-EULER, A. 1951-1955. Die Diatomeen von Schweden und Finland. *K. svenska VetenskAkad. Handl.*, 2: 1-163, 1951; 3: 1-153, il., 1952; 4: 1-158, il., 1953; 4: 1-225, il., 1953; 5: 1-232, il., 1955.
- COLLIER, D.B., COX, W.G., JOHNSON, W.A., MILLER, C.P. 1973. *Dynamic Ecology*. Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- COMPÈRE, P. 1982. Taxonomic Revision of the Diatom Genus *Pleurosira* (Eupodiscaceae). *Bacillaria*, 5: 165-190.
- CONNEL, J.H. & ORIAS, E. 1964. The ecological regulation of species diversity. *American Naturalist*, 98: 399-414.

- CÔRTE-REAL, M. & CALLEGARO, V.L.M. 1973. Catálogo das Bacillariophyceae da costa do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, Sér. Bot., Porto Alegre, 17:69-79.
- DESCY, J.P. 1979. A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwigia*, 64:305-323.
- EMILLIANI, M.O.G. de 1973. Ultraestrutura y polimorfismo de *Melosira pseudogranulata* A. Cl. y cambios en la densidad de su población en el Lago Mascardi. *An.Soc.cient.arg.S.Fé*, Santa Fé, 1:1-10.
- ESTRADA, M. et alii. 1975. *Prácticas de ecología*. Universidad Central de Barcelona, Facultad de Biología, Departamento de Ecología, Espanha.
- FÉRREIRA, L.C.H. & DEWES, R. 1984. Mecânica de correntes do Guaíba. In: *SEMINÁRIO SOBRE PESQUISA DA LAGOA DOS PATOS*, 1º, Porto Alegre, 1984, *Siêmula*, Porto Alegre, Fundação para o Desenvolvimento de Recursos Humanos, p.73-78.
- FOX, M.E. 1977. Fate of selected organic compound in the discharge of kraft paper mills into lake Superior. In: KEITH L.H. (ed.) *Identification of organic pollutants in waters*. Ann Arbor Science Publishers, Michigan, p.300-12.
- FRÉNGUELLI, J. 1942. XVII Contribución al conocimiento de las Diatomeas Argentinas. Diatomeas del Neuquén (Patagonia). *Revta. Mus. La Plata*, 5:73-219.
- HENDÉY, N.I. 1964. Bacillariophyceae (Diatoms). In: . *An introductory account of the smaller algae of british coastal waters*. London, Her Majesty's Stationery Office. p.73-158 (Fishery Investigations, Séries 4).
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1942. Diatomeen. In: . *Das Phytoplankton des Süsswassers*; Systematik und Biologie. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche, p.367-549, il. (Die Binnengewässer, ed. Dr. August Thienemann, 16).
- HUSTEDT, F. 1930. *Bacillariophyta (Diatomeae)*. 2. ed. Jena, Gustav Fisher. (Die Süsswasser-Flora Mitteleuropas, ed. A. Pascher, 10).
- HOBAYASI, H. & MAYAMA, S. 1982. Most pollution-tolerant diatoms of severely polluted rivers in the vicinity of Tokyo. *Jap. J. Phycol.* 33:188-196.
- KREBS, C.J. 1972. *Ecology*, The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row, London.
- LANGE-BERTALOT, H. 1979. Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia*, 64:285-304.
- LOBO, E.A. 1984. *Modalidades estructurales de las fitocenosis límnicas en los sistemas de desembocadura de ríos y esteros de la zona central de Chile (V Región)*. Valparaíso, 101p. Tese (Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología) Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso, Chile, 1984.
- LOWE, R.L. 1974. *Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms*. Cincinnati, Ohio. Environmental Protection Agency, (Environmental Monitoring Series).
- LUCHINI, L. & VERONA, C.A. 1972. *Catálogo de las diatomeas Argentinas*. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Editorial. Editorial Omega, Barcelona.
- MARTAU, L.; AGUIAR, L.W. & CALLEGARO, C.L.M. 1977. Diatomáceas do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*. Sér. Bot. Porto Alegre (22):45-83.
- MULLER-MELCHERS, F.C. & FERRANDO, H.J. 1956. Técnica para el estudio de las diatomeas. *Bohn.Inst.Oceanogr.*, São Paulo, 7:151-60.
- ODUM, E.P. 1972. *Ecología*, 3ed. Interamericana. México, 639p.
- PATRICK, R. 1971. The effects of increasing light and temperature on the struture of diatom communities. *Limnol. Oceanogr.*, Baltimore, 16(2):405-421.
- PATRICK, R. & REIMER, C.W. 1966. *The diatoms of the United State; exclusive of Alaska and Hawaii*. Philadelphia, Livingston (Monographs of the Academy of Natural Science of Philadelphia, 13).
- PATRICK, R. & REIMER, C.W. 1975. *The diatoms of the United States; exclusive of Alaska and Hawaii*. Philadelphia, Livingston (Monographs of the Academy of Natural Science of Philadelphia, 13).
- PERAGALLO, H. & PERAGALLO, M. 1897-1908. *Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins*. M.J. Tampère, Grez-sur-Loing.
- PIELOU, E.C. 1975. *Ecological diversity*. Wiley, New York.
- PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. DMAE. CESB. 1971. *O rio Guaíba, suas características físico-químicas e biológicas*. Porto Alegre.
- PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. DMAE. CESB. 1974. *Ocorrência de superpopulação de organismos planctônicos do rio Guaíba e afluentes*. Porto Alegre. (DMAE, 11).
- PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. DMAE. CESB. 1976. *Análise físico-químicas e biológicas*. Porto Alegre.
- PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. DMAE. CESB. 1978. *O rio Guaíba suas características físico-químicas e biológicas*. Porto Alegre, 15-359p. (DMAE, 27).
- PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. DMAE. CESB. 1981. *A medição da clorofila "a" como índice de produtividade primária no rio Guaíba* - Porto Alegre. Porto Alegre (DMAE, 32).
- SAIZ, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. *Arch.Biol.Med.Exp.*, 13:387-402.
- SANDERS, H.L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist*, 102:243-82.
- SCHOEMAN, F.R. 1976. Diatom indicator groups in the assessment of water quality in the Jukskei-Crocodile River system. (Transvaal, Republic of South Africa).
- SCHOEMAN, F.R. 1977. Silica, Nitrogen and Phosphorus requirements of some Southern Africa Diatoms. *J. Linnol. Soc.*
- SCHOEMAN, F.R. 1979. Diatoms as indicators of water quality in the upper Hennops river (Transvaal, South Africa). *J. Linnol.Soc.sth.Afr.*, 5:73-78.

- SIMONSEN, R. 1979. The diatom system: Ideas on Phylogeny. *Bacillaria*, 2:9-71.
- SLÁDECEK, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. *Archiv.für Hydrobiologia*. p.1-218 (Ergebnisse de limnologie).
- STOERMER, E.F. 1963. New taxa and new United States records of the diatom genus *Neidium* from West Lake Okoboji, Iowa. *Notul. Nat.*, (358):1-9.
- TORGAN, L.C. 1978. Diatomáceas do rio Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Sér. Bot.*, Porto Alegre, (23):19-63.
- TORGAN, L.C. 1979. Segunda nota sobre a flora diatomológica das águas do Guaíba, Porto Alegre, RS. In: SEMANA UNIVERSITÁRIA GAÚCHA DE DEBATES BIOLÓGICOS, 16^o. *Anais*. Porto Alegre, SBRGS, P.43-4 (Resumo).
- TORGAN, L.C. 1984. Diatomáceas das praias do Guaíba, Rio Grande do Sul. In. SEMINÁRIO SOBRE PESQUISA DA LAGOA DOS PATOS, 1^o, Porto Alegre, RS. *Súmula*. Porto Alegre, Fundação para o Desenvolvimento de Recursos Humanos, p.129-33.
- TORGAN, L.C. & AGUIAR, L.W. 1974. Nota preliminar sobre a flora diatomológica do Guaíba, RS. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 25^o. *Anais*. Recife, SBB p.141-2. (Resumo).
- VAN HEURCK, H. 1880-1881. *Synopsis des diatomées de Belgique*; atlas, Edité par l'Auteur. Anvers.
- VAN LANDINGHAM, S.L. 1964. Some physical and generic aspects of fluctuations in non-marine plankton diatom populations. *Bot.Rev.*, 30:437-79.
- WERNER, D. ed. 1977. *The biology of diatoms*. University of California Press, Berkeley. (Botanical Monographs, 13).