

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
Dissertação de Mestrado



**ESTUDO COMPARATIVO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA NA FOZ DOS RIOS FORMADORES DO DELTA
DO JACUÍ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

Silvana Corrêa Rodrigues

Porto Alegre, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**ESTUDO COMPARATIVO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA NA FOZ DOS RIOS FORMADORES DO DELTA DO JACUÍ,
RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

Silvana Corrêa Rodrigues

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Albano Schwarzbold
Co-orientador: Dr^a Lezilda Carvalho Torgan

Comissão Examinadora:
Dr^a Maria Angélica Oliveira
Prof^a Dr^a Roselane Laudaes Silva
Prof^a Dr^a Teresinha Guerra

Porto Alegre, 2004.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer às instituições que oportunizaram a realização deste trabalho pela confiança, infra-estrutura, recursos, e aprendizados oferecidos: Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (MCN/FZB) e Curso de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Em especial, a alguns dos representantes das referidas instituições que estiveram presentes no decorrer deste tempo, como, Dr. Eduardo Velez e Ney Gastal da direção do MCN/FZB e Prof^a Dr^a Norma Luiza Würdig e Prof^a Dr^a Sandra Maria Hartz da coordenação do CPG em Ecologia.

Também, não poderia deixar de agradecer ao meu orientador, Prof. Dr. Albano Schwarzbald (UFRGS), pela chance e confiança concedidas para desenvolver esta pesquisa e, principalmente, pela solicitude de seu precioso tempo dedicado a minha pessoa e ao meu trabalho através de seus ensinamentos na área de limnologia, redação e por compartilhar experiência de vida e amizade.

Em destaque, agradeço a minha co-orientadora, Dr^a Lezilda Carvalho Torgan (FZB), com a qual iniciei, ainda como estudante na graduação, meu caminho na pesquisa da ficologia, pela oportunidade de desenvolver este projeto e por sua dedicação infidável ao meu trabalho através de seus ensinamentos na área da ficologia, redação e, principalmente, pela sua amizade e apoio que sempre tiveram destaque em relação a minha pessoa.

Seguem os agradecimentos a todos que de alguma forma permitiram a realização deste trabalho.

À Andreлина L. Santos da Agência Nacional de Águas (ANA) que prontamente forneceu os dados de pluviosidade solicitados.

À Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) pela presteza em fornecer os dados de níveis fluviométricos.

Ao Departamento de Pesquisas e Análises da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) pelas análises químicas realizadas.

Aos amigos e funcionários da Fundação Zoobotânica do RS, em especial, aos colegas da Seção de Criptógamas do MCN:

À Dr^a Maria de Lourdes Oliveira, pelas informações fornecidas e, principalmente, pelo empréstimo de suas belas fotografias do delta do Jacuí, além de seu estimado apoio.

À Dr^a Cecília Volkmer Ribeiro pelo apoio e companherismo nas horas-extras de trabalho, incluindo muitos finais-de-semana.

Às pesquisadoras ficólogas do MCN, Dr^a Sandra Maria Alves da Silva, Dr^a Vera Lúcia Maróstica Callegaro, Dr^a Vera Regina Werner e Ms. Zulanira Meyer Rosa, pelas informações taxonômicas e experiências compartilhadas e, principalmente, pelo apoio e amizade.

À bióloga Dr^a Luciana de Souza Cardoso, querida professora da graduação, colega e amiga, da qual partiu o primeiro incentivo para a pesquisa ficológica, pelo seu estimável apoio ao meu trabalho através de trocas de experiências e informações, principalmente, nas análises estatísticas no PCOrd, além, de poder contar com sua amizade em muitos momentos.

À bióloga Dr^a Saionara Salomoni pelo apoio e incentivo para tornar possível o meu ingresso no curso de pós-graduação, pelas dicas e informações e, principalmente, pela sua amizade.

Às biólogas e amigas, Dr^a Ana Luiza Miranda, Anelise Hahn, Carla Palma, Daniela Fuhro, Débora Fortes, Fabiana da Silva, Ms. Iula Ávila, Ms. Luciane Crossetti, Ms. Stela Raupp, Ms. Vanessa Becker e Ms. Viviane Juliano, assim como todas as bolsistas e estagiárias da ficologia, pelo apoio, trocas de experiências e, em especial, pelos momentos de alegria (muitos) e também de tristeza compartilhados.

Ao químico Manoel Luis Nunes pelas análises e dados fornecidos e, em especial, pelo companheirismo nas saídas de campo, apoio e amizade.

Aos funcionários do MCN, George R. Cunha, Gilberto Machado, Nilson Bitencourtt, companheiros de muitas saídas de campo e tarefas de laboratório e, em especial à Maria Maurília R. Corrêa, pelo apoio e amizade.

Aos amigos do Departamento de Geoprocessamento da FZB, em especial ao Antônio e ao Ricardo, que montaram os mapas da área de estudo desde a elaboração do projeto até a finalização deste trabalho.

À bibliotecária Elga Barbedo da FZB, pelo auxílio nas referências bibliográficas.

À assessoria da direção do MCN, em especial à Mônica Mondt.

Aos amigos, professores, colegas e funcionários do Curso de Pós-Graduação em Ecologia da UFRGS:

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Ecologia pelos valiosos ensinamentos, trocas de experiências e apoio.

Aos colegas de curso, mestrandos e doutorandos, em especial, aos amigos Daniza Molina, Elisete Barp, Enio Sosinski Jr. e Rubem C. Horn, pelo companheirismo, amizade e apoio.

Aos amigos e colegas do laboratório de limnologia, Cátia Gonçalves, Fabiana Schneck, Flávia, Guilherme Hermany, Lacina Teixeira, Letícia Dadaut, Lilian Sosinski, Linda Naura, Marcelo Borges, Marcos Daruy, Margarete Sponchiado, Rodrigo e Tiago Silveira.

Aos funcionários do Departamento de Ecologia pela atenção e préstimos, com especial referência à secretária do curso de Pós-Graduação, Silvana Barzotto.

Aos colegas professores, alunos, funcionários, amigos e, em especial, à direção das escolas estaduais Gema A. Belia e Ibá I. Moreira pelo apoio, incentivo e, principalmente pela compreensão.

Aos meus amigos, em especial, à Marlene Marquardt pela sincera amizade, companheirismo e apoio.

À minha estimada família, em especial, à minha irmã Inês, pelo carinho, incentivo, dedicação e compreensão neste árduo período da minha vida.

E acima de tudo, agradeço a Deus por me dar coragem e força para enfrentar mais esse caminho em direção à realização de um ideal de vida.

MUITO OBRIGADA!

APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e no Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, sob a orientação do Prof. Dr. Albano Schwarzbald (UFRGS) e co-orientação da Dr^a Lezilda Carvalho Torgan (FZB-RS).

A dissertação está apresentada em forma de capítulos. O capítulo 1 apresenta os seguintes itens: introdução geral, onde consta uma síntese do tema central (com revisão bibliográfica); hipóteses e objetivos; descrição da área de estudo; material e métodos e referências bibliográficas.

Os capítulos 2 e 3 possuem formato de artigo científico, onde constam resumo, abstract, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão e referências bibliográficas, com o objetivo de prévia preparação para publicação dos mesmos.

- ✓ **CAPÍTULO 2:** COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO SAZONAL DO FITOPLÂNCTON NA FOZ DOS RIOS DO DELTA DO JACUÍ, RS, BRASIL.

- ✓ **CAPÍTULO 3:** ESTUDO COMPARATIVO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E SUA RELAÇÃO COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA FOZ DOS RIOS DO DELTA DO JACUÍ, RS, BRASIL.

Também constam da dissertação resumo e *abstract* (geral); considerações finais sobre o assunto tratado e anexos.

Bem no alto está o ideal.
No caminho estão os tropeços.
Na luta está a coragem.
Na perseverança está a fé.

Mario Canto da Silva (espírita)

Dedico este trabalho ao meu
querido sobrinho Daniel César
(em memória)

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii

CAPÍTULO 1

1.	INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1	O RIO COMO ECOSSISTEMA	1
1.2	O FITOPLÂNCTON COMO INDICADOR BIOLÓGICO	3
1.3	ANTECEDENTES NO ESTADO	5
2.	HIPÓTESES E OBJETIVOS	6
3.	ÁREA DE ESTUDO	7
4.	MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1	AMOSTRAGENS	11
4.2	ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS	13
4.3	ANÁLISE DO FITOPLÂNCTON	15
4.4	TRATAMENTO ESTATÍSTICO	16
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO SAZONAL DO FITOPLÂNCTON NA FOZ DOS RIOS DO DELTA DO JACUÍ, RS, BRASIL

RESUMO	23
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO	24
MATERIAL E MÉTODOS	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

CAPÍTULO 3

ESTUDO COMPARATIVO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E SUA RELAÇÃO COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA FOZ DOS RIOS DO DELTA DO JACUÍ, RS, BRASIL

RESUMO	53
ABSTRACT	53
INTRODUÇÃO	54
MATERIAL E MÉTODOS	55
RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
CONCLUSÕES	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
CONSIDERAÇÕES FINAIS	91

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Localização do delta do Jacuí e das estações de amostragem na foz dos rios.	12
Figura 2. Estações de amostragem: (A) foz do rio Gravataí, (B) foz do rio dos Sinos, (C) foz do rio Caí e (D) foz do rio Jacuí.	13

CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO SAZONAL DO FITOPLÂNCTON NA FOZ DOS RIOS DO DELTA DO JACUÍ, RS, BRASIL

Figura 1. Localização do Parque Estadual Delta do Jacuí e das estações de amostragem na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.	26
--	----

Figura 2. Contribuição relativa (n° de táxons) das classes fitoplanctônicas na foz dos rios Gravataí (a), Sinos (b), Caí (c) e Jacuí (d), no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.	28
Figura 3. Variação da riqueza específica do fitoplâncton na foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.	28
Figura 4. Ilustrações de alguns táxons representantes da classe Bacillariophyceae.	36
Figura 5. Ilustrações de alguns táxons representantes da classe Bacillariophyceae.	37
Figura 6. Ilustrações de alguns táxons representantes da classe Bacillariophyceae.	38
Figura 7. Ilustrações de alguns táxons representantes da classe Chlorophyceae.	39
Figura 8. Ilustrações de alguns táxons representantes das classes Chlorophyceae e Zygnematophyceae.	40
Figura 9. Ilustrações de alguns táxons representantes da classe Cyanophyceae (Cianobactérias).	41
Figura 10. Ilustrações de alguns táxons representantes das classes Chrysophyceae, Cryptophyceae e Dinophyceae.	42
Figura 11. Ilustrações de alguns táxons representantes da classe Euglenophyceae.	43
Figura 12. Variação espaço-temporal da contribuição relativa (n° de táxons) das diferentes classes fitoplanctônicas, na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.	44

CAPÍTULO 3

ESTUDO COMPARATIVO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E SUA RELAÇÃO COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA FOZ DOS RIOS DO DELTA DO JACUÍ, RS, BRASIL

Figura 1. Localização das estações de amostragem na foz dos rios do delta do Jacuí.	56
Figura 2. Variação espaço-temporal das temperaturas do ar e da água superficial (°C) na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.	58
Figura 3. Variação da precipitação pluviométrica diária (mm) em estações à montante* da foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.	
*Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA).	58

Figura 4. Variação da transparência da água (m) nas estações de amostragem e do nível fluviométrico (mm) nas estações à montante* da foz dos rios formadores do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001. *Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).	59
Figura 5. Variação espaço-temporal da condutividade elétrica da água superficial ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.	60
Figura 6. Variação espaço-temporal do pH e da alcalinidade (mg/L CaCO_3) da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.	61
Figura 7. Variação espaço-temporal da matéria orgânica da água superficial (mg/L O_2 consumido) na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.	62
Figura 8. Variação espaço-temporal do oxigênio dissolvido (mg/L O_2) e da demanda bioquímica de oxigênio em cinco dias (DBO_5) da água superficial (mg/L O_2) na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.	62
Figura 9. Variação percentual espaço-temporal dos compostos nitrogenados da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí: nitrato (mg/L NO_3^-), nitrito (mg/L NO_2^-), nitrogênio amoniacal (mg/L N-NH_3).	64
Figura 10. Variação espaço-temporal do fosfato-total (mg/L PO_4^{-3}) da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.	65
Figura 11. Variação espaço-temporal de sílica (mg/L SiO_2) da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.	66
Figura 12. Variação espaço-temporal dos coliformes fecais e totais (NMP org./100 mL) da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.	68
Figura 13. Dendograma da análise de agrupamento das variáveis físicas, químicas e bacteriológicas da água superficial da foz dos rios do delta do Jacuí.	69
Figura 14. Variação espaço-temporal da densidade total do fitoplâncton na foz dos rios do delta do Jacuí.	71
Figura 15. Variação espaço-temporal da diversidade específica de Shannon-Wiener (H') em nat/ind. e da equidade de Pielou (J') em percentual do fitoplâncton na foz dos rios do delta do Jacuí.	71
Figura 16. Dendograma da análise de agrupamento de variáveis bióticas (densidades relativas de 57 espécies abundantes do fitoplâncton) da foz dos rios do delta do Jacuí.	73

Figura 17. Diagrama de ordenação ACC para espécies fitoplanctônicas abundantes presentes na foz do rio Gravataí, nas estações de amostragem.	78
Figura 18. Diagrama de ordenação ACC para espécies fitoplanctônicas abundantes presentes na foz do rio dos Sinos, nas estações de amostragem.	79
Figura 19. Diagrama de ordenação ACC para espécies fitoplanctônicas abundantes presentes na foz do rio Caí, nas estações de amostragem.	80
Figura 20. Diagrama de ordenação ACC para espécies fitoplanctônicas abundantes presentes na foz do rio Jacuí, nas estações de amostragem.	82

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Dados relativos às amostragens realizadas na foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.	11
Tabela 2. Resumo dos métodos e instrumentos utilizados na análise das variáveis físicas, químicas e bacteriológicas da água superficial.	14

CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO SAZONAL DO FITOPLÂNCTON NA FOZ DOS RIOS DO DELTA DO JACUÍ, RS, BRASIL

Tabela 1. Número de espécies das diferentes classes fitoplanctônicas ocorrentes na foz dos rios formadores do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.	27
Tabela 2. Lista dos táxons fitoplanctônicos identificados nos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí no período de amostragem.	29

CAPÍTULO 3

ESTUDO COMPARATIVO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E SUA RELAÇÃO COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA FOZ DOS RIOS DO DELTA DO JACUÍ, RS, BRASIL

Tabela I. Estatística descritiva das variáveis físicas e químicas da água superficial na foz dos rios do delta do Jacuí.	67
Tabela II. Comparação das ordenações ACC (3 eixos) da comunidade fitoplanctônica (espécies abundantes) nas amostragens sazonais na foz dos rios do delta do Jacuí.	75
Tabela III. Coeficientes de correlação (infra-amostra) entre as variáveis ambientais e os eixos da ACC nas amostragens sazonais na foz dos rios do delta do Jacuí.	76

ANEXOS

Anexo 1. Dados de precipitação pluviométrica (mm) à montante* da foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001. *Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA).	92
Anexo 2. Dados das médias mensais do nível fluviométrico (mm), à montante* da foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a novembro de 2001. *Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).	92
Anexo 3. Matriz de variáveis ambientais (total 14) registradas nas unidades amostrais (total 24) na foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.	93
Anexo 4. Matriz de variáveis ambientais registradas nas unidades amostrais (total 24) na foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001: A1(5 variáveis), A2 (3 variáveis), A3 (4 variáveis) e A4 (5 variáveis).	94
Anexo 5. Matriz quantitativa (nº ind./mL) das espécies abundantes com valores acima da média (total 57) registradas nas unidades amostrais na foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.	95
Anexo 6. Grupos formados na análise de agrupamento com base nas variáveis abióticas das unidades amostrais (UA) na foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.	97

RESUMO

Este estudo teve como objetivos descrever e comparar a estrutura da comunidade fitoplanctônica, determinada pelos atributos densidade, composição, riqueza, diversidade específica e uniformidade, na foz dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí e verificar sua relação com variáveis físicas, químicas, bacteriológicas e hidrológicas, em um ciclo anual. A investigação baseou-se em seis amostragens sazonais, na subsuperfície da água, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001. A comunidade fitoplanctônica, na foz dos quatro rios, esteve composta por 471 táxons, 135 gêneros e nove classes taxonômicas. A classe Chlorophyceae foi a mais representativa em todos os rios, sendo substituída pela Bacillariophyceae no inverno, nos rios Gravataí e Jacuí e, no outono, no rio dos Sinos. As Bacillariophyceae cederam lugar para as Euglenophyceae, no rio dos Sinos, na primavera e, juntamente com as Cryptophyceae, no rio Caí, no verão. A alta riqueza e alta diversidade estão, provavelmente, associadas à ocorrência de reservatórios e banhados no curso superior destes rios, bem como da presença de áreas úmidas na planície de inundação, no curso inferior. Estes ambientes férteis são importantes fontes de organismos para a comunidade fitoplanctônica na foz dos rios do delta do Jacuí. A temperatura da água e o nível fluviométrico foram os principais fatores determinantes da variação da densidade e riqueza do fitoplâncton e, demonstraram um comportamento sazonal semelhante nos rios. Em geral, o incremento da densidade fitoplanctônica esteve relacionado ao período de águas baixas, com temperaturas mais elevadas da água. A riqueza específica apresentou algumas variações significativas entre os rios, estando provavelmente, associada às diferenças químicas entre eles. Os resultados demonstraram a ocorrência de um gradiente decrescente de eutrofização dos rios, na seguinte seqüência: rio Gravataí, rio dos Sinos, rio Caí e rio Jacuí. Apesar das diferentes condições de trofia entre a foz dos rios do delta do Jacuí, a comunidade fitoplanctônica apresentou alta riqueza e diversidade específica e esteve composta em grande parte por organismos resistentes e/ou adaptados às condições ambientais destes rios.

Palavras-chave: fitoplâncton, estrutura da comunidade, variáveis ambientais, foz de rio, delta do Jacuí.

ABSTRACT

This study aimed to describe and compare the phytoplanktonic community structure determined by the density, richness, specific diversity and evenness attributes in the mouths of the Gravataí, Sinos, Caí and Jacuí rivers. It also aimed to verify its relationship with physical, chemical, bacteriological and hydrological variables during one annual cycle. The investigation was based on seasonal sampling of water sub-surface from December 2000 to December 2001. The phytoplanktonic community in the mouths of the four rivers was composed by 471 taxa, 135 genera and nine classes. Chlorophyceae was the most representative class in all rivers, being replaced by Bacillariophyceae in the Gravataí and Jacuí rivers, in winter, and in Sinos river in autumn. Bacillariophyceae was substituted by Euglenophyceae in Sinos river in spring and also by Cryptophyceae in Cai river in summer. The high richness and diversity were probably caused by of dams and swamps in the upper courses of these rivers, and also to the presence of the floodplain wetlands in the lower course. These environments are fertile and an important source of organisms to the phytoplanktonic community in the Jacuí delta. Water temperature and fluviometric level were the main factors determining the variations in density and richness of the phytoplankton. They demonstrated a similar seasonal behavior in the rivers. In general, the density increment was related with both the period of low water, and with the higher water temperatures. The richness demonstrated some significant variation among the rivers, and was probably associated to the chemical differences among them. The results demonstrated the occurrence of an eutrophic decreasing gradient of the rivers in this sequence: Gravataí, Sinos, Caí and Jacuí. Despite the different trophic conditions in the mouths of the Jacuí delta rivers, the phytoplanktonic community demonstrated high richness and specific diversity. The community was mostly composed by organisms which are resistant and adapted to the environmental conditions of these rivers.

Key words: phytoplankton, community structure, environmental variables, river-mouths, Jacuí delta.

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 O Rio como Ecossistema

Os estudos sobre rios, até meados do século XX, tinham abordagem basicamente hidrológica, com objetivos primordialmente econômicos: a obtenção de energia hidrelétrica, através da construção de barragens; a retificação de cursos e a construção de eclusas para a navegação e os estudos sobre saneamento em regiões críticas de poluição. Estudos com abordagem ecológica, enfocando o rio como sistema com seus múltiplos eventos físicos, químicos e biológicos, passaram a ser desenvolvidos desde então (Schwarzbald, 2000).

Importantes publicações foram geradas a partir do questionamento sobre o que é um rio e de como ele funciona, entre elas podemos citar: Margalef (1974), Rzoska (1978), Davis & Walker (1986), Calow & Petts (1994a e 1994b) e Allan (1995).

Trabalhos sobre teorias de rios ou de rio funcional foram publicados a partir de 1980, com destaque para Vannote *et al.* (1980), que lançaram o Conceito de Rio Contínuo (RCC) e Junk *et al.* (1989), com a Teoria de Pulso de Inundação em sistemas de rios de planície de inundação. Essas e outras teorias tentam explicar os processos de rios, ou em rios, ao longo deles, desde os eventos que se sucedem no “espaço molhado” da calha, passando pelos eventos dos pulsos de inundação nas planícies de inundação, até a agregação das informações no “espaço terrestre” da bacia hidrográfica (Schwarzbald, 2000).

A referência ao eixo vertical na autoorganização de um ecossistema facilita o entendimento de vários conceitos ecológicos, porém o ecólogo encontra-se perplexo ao se deparar com um sistema fluvial. A organização vertical ordinária, na maior parte dos ecossistemas aquáticos, aparece deformada nos ambientes lóticos ou de águas correntes. Para determinadas variáveis, o eixo vertical está inclinado e é quase horizontal, no sentido da corrente. O fator mais importante de um rio é o transporte horizontal, o qual depende da disponibilidade de energia (Margalef, 1983). Nos rios a corrente é fator limitante; o intercâmbio entre terra e água é relativamente mais extenso, resultando num ecossistema mais “aberto”; a tensão de oxigênio geralmente é alta e mais uniforme, havendo pouca ou nenhuma estratificação térmica ou química, exceto em grandes rios lentos (Odum, 1988).

Schwarzbald (2000) conceitua rio como um sistema muito aberto, fortemente pulsátil, formado por elementos bióticos e abióticos interatuantes, de fluxo energético multidirecional,

mesmo que direcionado mais marcadamente no sentido do escoamento do fluxo. O limite do sistema é a própria bacia hidrográfica, com fronteiras de entradas e saídas. As modificações espaciais e temporais de materiais abióticos e bióticos se produzem geralmente como um contínuo processo. De acordo com Neiff (1990), os rios são sistemas em permanente desequilíbrio, onde a variabilidade temporal é dependente das entradas e saídas de energia e materiais em distintos sítios da bacia hidrográfica e das oportunidades combinatórias das populações na mesma para ajustar sua distribuição e abundância.

O “gradiente fluvial” envolve mudanças longitudinais no metabolismo da comunidade, na diversidade biótica e no tamanho das partículas, desde as cabeceiras até a foz. Nos trechos superiores, os rios geralmente vão erodindo: eles cortam o substrato, deixando predominar um fundo duro. Quando os rios atingem o nível das planícies, no curso inferior, depositam os sedimentos e constroem planícies de inundação e deltas que, muitas vezes, são extremamente férteis (Odum, 1988).

Nos rios a vetorialidade dos fluxos (matéria e energia) é sensivelmente menor ao integrar na bacia hidrográfica superfícies extensas de alagamento ou inundação, que sobrepõem ao fluxo geral de escoamento e as transformações que ocorrem internamente nas mesmas (Schwarzbold, 2000). De acordo com Petts (1994), nos grandes rios de planícies de inundação eventos como as cheias têm maior regularidade, as oscilações das variáveis abióticas são mais previsíveis, há maior diversidade de “habitats”, de fontes de alimentos e de adaptações tróficas (cadeias alimentares). Em sistemas rios-planícies de inundação a ocorrência de distintos habitats aquáticos e transicionais propicia a manutenção de uma considerável biodiversidade (Thomaz *et al.*, 1997).

A dinâmica de um rio ou o efeito de sua força hídrica depende da geomorfologia da bacia à qual pertence. Nas regiões sul e sudeste do Brasil localiza-se um extenso derrame basáltico, por onde drenam as bacias hidrográficas dos rios Paraná, Iguaçu, Uruguai e os rios formadores da bacia do lago Guaíba. A implantação de grande número de barragens para geração hidrelétrica nestas regiões, bem como entre a Argentina e o Uruguai e entre o Brasil e o Paraguai, se deve às condições favoráveis que o relevo da Formação da Serra Geral oferece, além das condições climáticas que constituem rios do tipo euréico (Schwarzbold, 2000).

O estado do Rio Grande do Sul é um dos que mais dispõe, no Brasil, de recursos hídricos. Possui três grandes bacias hidrográficas: a do lago Guaíba, a do rio Uruguai e a da Planície Costeira. A mais importante e também com situação ambiental mais crítica é a bacia hidrográfica do lago Guaíba, onde se encontra a Região Metropolitana de Porto Alegre, que

concentra mais da metade da população gaúcha e o maior número de indústrias do Estado. Esta bacia é a única que conta com um programa de despoluição, o Pró-Guaíba (Programa para o Desenvolvimento Racional, Recuperação e Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Guaíba), que busca soluções para a utilização racional dos recursos, em áreas urbanas e rurais, bem como o manejo ambiental sustentado das produções agrícola, pecuária, florestal e industrial. O foco central do Pró-Guaíba está na bacia hidrográfica, pois a água, principalmente a dos rios, espelho da ação humana, é o elemento natural mais apropriado para indicar a degradação do meio ambiente (Rio Grande do Sul - SCP, 1998).

1.2 O Fitoplâncton como Indicador Biológico

Desde o início do desenvolvimento da Limnologia, pesquisadores têm se preocupado em identificar organismos e variáveis ambientais que possam caracterizar ecossistemas aquáticos quanto ao estado de saprobidade e trofia. Além da composição específica do fitoplâncton, a sua biomassa e taxa de produtividade têm sido utilizadas como indicadores biológicos. Esses indicadores passaram a ser mais utilizados na medida em que as técnicas de avaliação se tornaram mais precisas. Entretanto, os indicadores mais utilizados na classificação trófica de lagos de regiões temperadas como: análise qualitativa de organismos, biomassa e produção primária de fitoplâncton, assim como concentração de fosfato e nitrogênio, não podem ser utilizados diretamente em regiões tropicais. Ou seja, a utilização de indicadores deve estar sempre associada ao conhecimento das condições ambientais locais (Esteves, 1998).

O fitoplâncton é um importante componente da biocenose de sistemas límnicos, pois além de ser responsável pela produtividade primária, reflete com boa fidelidade os impactos antrópicos.

De acordo com Round (1983), os efeitos deletérios da poluição atuam sobre os organismos, e sua intensidade pode, com frequência, ser mais facilmente medida por meio de uma análise biológica, na qual as algas são indicadoras importantes, pelo fato de serem sensíveis às condições ambientais. A contaminação da água por substâncias tóxicas pode ser de difícil detecção química a curto prazo, pois o efluente pode ser dissolvido rapidamente, mas exames biológicos podem revelar em que extensão a flora algal é afetada.

Os estudos sobre fitoplâncton e de indicadores biológicos, na década de setenta a

noventa, deram grande importância à espécie para indicar condições de saprobidade e trofia da água (Sladeczek, 1973; Patrick & Palavage, 1994; Reynolds, 1980a; Whitton *et al.*, 1991). Nos últimos anos, o estudo das associações planctônicas se revela especialmente útil para avaliar o grau e a intensidade das referidas condições (Reynolds, 1980b;1996).

Por outro lado, vários são os trabalhos sobre a diversidade e abundância do fitoplâncton em relação ao estado trófico de ecossistemas aquáticos continentais. Em decorrência disto, inúmeras são também as teorias levantadas a respeito deste tema. A mais aceita, refere-se à ocorrência de um número reduzido de espécies, com elevado número de indivíduos, em ambientes eutróficos. No entanto, esta hipótese não tem caráter geral, uma vez que lagos eutróficos com região litorânea desenvolvida, isto é, rica em macrófitas aquáticas, apresentam, via de regra, grande número de espécies, muitas vezes superior ao de lagos oligotróficos (Esteves, 1998). É importante mencionar ainda, que as divergências existentes a respeito da diversidade de espécies podem ser resultado de erros na identificação e contagem dos organismos, dependendo portanto da experiência do investigador.

Historicamente, o fitoplâncton de ambientes lóticos tem recebido menos atenção em estudos limnológicos, pois a medição de variáveis tais como vazão, temperatura, estado dos nutrientes, etc., é mais difícil em um habitat que se modifica rapidamente tanto no tempo, como no espaço. Rios fornecem habitats que são sujeitos às mudanças ao longo de seu percurso associadas à geologia, leito do rio, turbidez, etc. A manutenção e o desenvolvimento de uma população flutuante (fitoplâncton) pode ocorrer, porém raramente são mantidos por um longo período, pois os produtos de divisão são continuamente transportados para jusante; de fato apenas em rios calmos pode-se desenvolver um verdadeiro potamoplâncton. Todas as comunidades algais tendem a conter uma certa proporção de espécies eventuais, mas em geral é possível reconhecer as espécies constantes, bem como sua adequação e adaptação a seu micro-habitat. As águas correntes parecem apresentar habitats altamente característicos nos quais se esperaria encontrar espécies somente a eles adaptadas, porém, uma comunidade fitoplanctônica verdadeira (euplanctônica autóctone), que se mantenha ativa por reprodução de suas células, somente tem a possibilidade de ocorrer em rios de águas lentas (Round, 1983).

Em ambientes lóticos, o uso de indicadores biológicos torna-se um procedimento mais acessível, tendo em vista que nenhum sistema analítico químico pode detectar todos os poluentes orgânicos traços de um rio. O fitoplâncton pode ser usado para monitorar rios que possuem um longo tempo de retenção (baixa velocidade), os quais permitem o crescimento

dessa comunidade (Whitton *et al.*, 1991).

Os rios que formam a bacia do lago Guaíba, em seu curso inferior, por percorrerem grande extensão de terrenos pouco acidentados, são considerados rios de várzea em seus trechos finais. Por esse motivo, estes rios tornam-se ambientes favoráveis ao desenvolvimento de populações fitoplanctônicas, fato que pode ser comprovado pela ocorrência de florações algais nos referidos rios e, em alguns casos, com a presença de espécies potencialmente tóxicas (Torgan, 1989).

A questão do uso da diversidade e abundância como indicador de qualidade da água, ainda deve ser amplamente investigada em diferentes sistemas antes que se possa elaborar uma teoria sobre diversidade *versus* trofia.

1.3 Antecedentes no Estado

Os estudos sobre fitoplâncton de ambientes lóticos no Rio Grande do Sul limitam-se aos desenvolvidos na bacia hidrográfica do lago Guaíba. O conhecimento do fitoplâncton dessa bacia teve início em 1970 com os trabalhos efetuados pelo Centro de Estudos de Saneamento Básico (CESB) do Departamento Municipal de Águas e Esgotos de Porto Alegre (DMAE). Este centro passou a publicar relatórios sobre as características físicas, químicas e biológicas do lago Guaíba e seus rios formadores (Porto Alegre – DMAE, 1971, 1972a, 1974a e 1978), onde apresentam informações sobre a composição (gêneros) e a densidade fitoplanctônica total, sendo que somente para as diatomáceas, em algumas ocasiões, foi efetuada identificação em nível específico. Também foram publicados trabalhos sobre a ocorrência de organismos planctônicos no Guaíba e afluentes (Porto Alegre – DMAE, 1973 e 1974b) e sobre a distribuição fitoplanctônica na Região Metropolitana de Porto Alegre (Porto Alegre – DMAE, 1975a). Pode-se mencionar ainda os relatórios para o rio Gravataí (Porto Alegre - DMAE, 1972b e 1981a); para o rio dos Sinos (Porto Alegre - DMAE 1975b e 1981b); para o rio Caí (Porto Alegre- DMAE 1976 e 1981c) e para o rio Jacuí (Porto Alegre - DMAE 1974c, 1981d e 1987).

Estudos que abordam a comunidade fitoplanctônica em nível de espécie são os de Torgan *et al.* (1979), que trata da avaliação das populações fitoplanctônicas no rio Caí, no trecho de influência do III Pólo Petroquímico, no período de outubro de 1977 a janeiro de 1978 e o de Rosa *et al.* (1988), que apresenta informações sobre a estrutura da comunidade,

no trecho médio do rio Jacuí, em julho de 1986, com o objetivo de constatar a influência da área de mineração sobre a qualidade da água do rio.

No ano de 1998, através do Programa Pró-Guaíba, foi realizado um diagnóstico da fitoflora e das condições físicas, químicas e microbiológicas da água na foz dos rios constituintes do Parque Estadual Delta do Jacuí, com vistas à elaboração de um plano de manejo e preservação para este Parque. Este diagnóstico inicial permitiu chegar à conclusão de que as águas na foz dos rios Gravataí, Sinos, Caí, com exceção do rio Jacuí, encontram-se comprometidas em sua qualidade e apresentam uma comunidade fitoplanctônica rica e diversificada, formada em grande parte por organismos resistentes à poluição orgânica e química (Torgan *et al.*, 2001).

Ainda cabe citar Carvalho (1999), que realizou uma avaliação sazonal de variáveis limnológicas e grupos fitoplanctônicos (gêneros), no ano de 1997, na foz dos principais rios formadores do lago Guaíba, com ênfase no registro de status coloniais, distribuição e dinâmica da cianobactéria *Microcystis aeruginosa* e, Fortes *et al.* (2003), que efetuaram um estudo da composição e variação sazonal no ano de 1998, de organismos pertencentes à ordem Chlorococcales, próximo à foz do rio dos Sinos.

2 HIPÓTESES E OBJETIVOS

Com base nos conhecimentos preliminares sobre o fitoplâncton na foz dos rios formadores do delta do Jacuí, foram formuladas as seguintes hipóteses para esta pesquisa:

⇒ por estes rios serem subsistemas que percorrem regiões diversas com impactos antrópicos distintos, espera-se que ocorram diferenças nas condições de trofia e na estrutura da comunidade fitoplanctônica entre os mesmos;

⇒ pelos rios estarem localizados em região subtropical, onde geralmente se observam quatro estações do ano relativamente bem definidas, espera-se que existam variações sazonais no padrão qualitativo (composição, riqueza) e/ou quantitativo (densidade) do fitoplâncton em um ciclo anual;

⇒ por estes rios serem subsistemas influenciados pelo regime hidrológico, espera-se que os períodos de águas baixas e altas exerçam influência sobre a densidade do fitoplâncton.

Para verificar as hipóteses formuladas, este trabalho teve como objetivos específicos:

⇒ descrever e comparar a estrutura da comunidade fitoplanctônica na foz dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí, através da análise de sua composição, riqueza, diversidade e densidade;

⇒ avaliar a variação da mesma em relação à sazonalidade;

⇒ relacionar os resultados da estrutura dessa comunidade com as condições físicas e químicas da água na foz dos rios, nas diferentes estações do ano.

3 **ÁREA DE ESTUDO**

A Região Hidrográfica do lago Guaíba, situada no nordeste do estado do Rio Grande do Sul, com cerca de 84.763,54 Km², representa 30% da área geográfica do Estado, sendo constituída por seis bacias: Guaíba, Gravataí, Sinos, Caí, Taquari-Antas e Jacuí. É formada pelo território parcial ou total de 251 municípios, o que representa 61% da população do Estado. Abrange, ao norte, o Planalto da Bacia do Paraná, onde se localizam as cotas mais elevadas do Estado, a Depressão Periférica, com as menores altitudes e ao sul, o Planalto Sul-Riograndense (Escudo Sul-Riograndense) (FEPAM, 2002). Com sua enorme variedade de ecossistemas, possui 28 unidades de conservação ambiental, sendo as mais representativas o Parque Estadual de Itapuã, a Reserva da Serra Geral e o Parque Estadual Delta do Jacuí (Rio Grande do Sul - SCP, 1998). Este último, criado em 14 de janeiro de 1976, encontra-se localizado entre as coordenadas geográficas de 29°53' e 30°03' de latitude sul e 51°28' e 51°13' de longitude oeste, na parte centro oriental do Estado do Rio Grande do Sul, onde ocupa uma superfície de 17.245 ha. Em 1979, com o Decreto nº 28.162, este Parque foi ampliado com a inclusão das planícies de inundação dos rios Caí, dos Sinos e do rio Jacuí e ilhas do curso inferior deste rio (Oliveira & Porto, 1999).

A área do Parque Estadual Delta do Jacuí está incluída na Província Geológica Costeira, integrando o domínio morfoestrutural dos depósitos sedimentares que corresponde à litologia do Quaternário (Horbach *et al.*, 1986; Justus *et al.*, 1986). O clima da região é subtropical úmido, com chuvas distribuídas por todos os meses do ano (Moreno, 1961).

Em plena Região Metropolitana de Porto Alegre, o delta do Jacuí forma um arquipélago com 30 ilhas e matas que se estendem pelas áreas continentais, alternando períodos de seca e de inundação. O delta do Jacuí, propriamente dito, é formado pela

confluência dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí, subsistemas cujas características estão descritas a seguir:

Rio Gravataí

A bacia hidrográfica do rio Gravataí possui uma área de 2.200 Km², correspondendo à 2,6% da área da bacia do Guaíba. O rio Gravataí é considerado um rio de planície, de baixa velocidade, sinuoso e com muitos meandros. Ao longo de seu curso de 39Km desde o Passo dos Negros até o delta do Jacuí, a profundidade, a largura e a velocidade da corrente são variáveis. Das nascentes, no divisor de águas com o rio dos Sinos, em altitudes de até 400m, percorre uma pequena extensão até chegar ao Banhado Grande, sistema que atua como regulador de sua vazão. No seu trecho inferior ocorrem períodos de inversão de correntes, em função da influência do delta do Jacuí. Os efeitos do regime de pluviosidade da região sul refletem-se na vazão do rio Gravataí, determinando um período de cheia no inverno e um de estiagem no verão. Por ser incapaz de realizar a regulação natural de sua vazão, é considerado o rio com a situação mais crítica da região. O Banhado Grande que funciona como uma esponja regulando as vazões a montante, é bastante impactado pelas lavouras de arroz irrigado, reduzindo a capacidade de acumulação de água. No trecho superior há o predomínio da atividade agropecuária, enquanto que no seu curso inferior prevalece a ocupação urbana e industrial. As principais indústrias são automobilística, mecânica, de produtos alimentares e bebidas (FEPAM/GTZ, 1996 e FEPAM, 2002).

Rio dos Sinos

A bacia hidrográfica do rio dos Sinos, situada a nordeste do estado do Rio Grande do Sul, possui uma área de 3.820Km², correspondendo à 4,5% da bacia do Guaíba e 1,5% da área total do Estado. A cobertura vegetal da bacia está muito reduzida, com remanescentes localizados nas nascentes de seus formadores. O rio dos Sinos nasce na Serra Geral, no município de Caraá, a cerca de 600m de altitude, percorre uma extensão de 190km até desembocar suas águas no delta do Jacuí, entre as ilhas Grande dos Marinheiros e das Garças, a uma altitude média de 1,2 metros. Em seu curso recebe a contribuição dos rios Rolante e Paranhana, além de vários arroios. Os trechos superior e médio deste rio caracterizam-se por apresentar alta e média declividade (cota de 600 a 60m), com escoamento regular, uso restrito do solo, com pecuária e agricultura pouco extensiva e baixa densidade populacional. O trecho

inferior apresenta declividades suaves a quase nulas até a foz, característica de rio de planície, e alta concentração populacional e industrial ao longo de suas margens. Neste trecho, que recebe influência do delta do Jacuí, pode ocorrer represamento e até mesmo refluxo das águas. O rio dos Sinos é considerado o mais poluído da sua bacia, possuindo importante parque industrial, onde se destacam os ramos coureiro-calçadista, petroquímico e metarlúgico. O primeiro Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica do Brasil foi criado em função do rio dos Sinos (FEPAM, 1999 e 2002).

Rio Caí

A bacia hidrográfica do rio Caí possui área de cerca de 5.057,25Km², correspondendo a 1,79% do estado do Rio Grande do Sul, localizando-se ao norte de Porto Alegre, entre o Planalto Brasileiro e a Depressão Central. Seu curso d'água tem uma extensão de 258Km. Ao todo, 41 municípios, com toda ou com parte de sua área, compõem esta bacia. Da população total (\pm 384.000), em torno de 25% são habitantes da área rural e 75% da área urbana (FEPAM/GTZ, 1996). É uma região que possui municípios com atividade industrial bastante desenvolvida, destacando-se Caxias do Sul e Farroupilha, localizados na Serra, com indústrias do ramo da metalurgia e metal-mecânica, de alto potencial poluidor. Na região mais plana da bacia, principalmente na sub-bacia do arroio Cadeia, os curtumes são as indústrias de maior potencial poluidor hídrico. O grande volume de esgotos domésticos da região de Caxias do Sul é o responsável pelo maior impacto ambiental na bacia do Caí. O depósito de água da chuva fica prejudicado pelo relevo acidentado da região, impedindo a diluição dos resíduos e diminuindo a disponibilidade de água para as atividades agrícolas. Além dos efluentes do Pólo Petroquímico, há também a contribuição dos agrotóxicos utilizados na cultura do morango no Município de Feliz, resultando na maior concentração de produtos químicos da Região Hidrográfica do lago Guaíba: 11Kg/ha (FEPAM, 2002).

O rio Caí nasce em região de planalto, no município de São Francisco de Paula, neste curso superior seu leito se encontra confinado em uma calha estreita e margens íngremes. O uso do solo nesta região caracteriza-se pela criação extensiva de gado, seguida da agricultura. No curso médio do rio, ainda em zonas de encostas e coxilhas há alternância de trechos com escoamento lento e trechos com corredeiras, com pequenas propriedades agrícolas ao longo das margens. No curso inferior, do município de São Sebastião do Caí até a foz, passa a apresentar leito quase plano, em uma zona de várzea, em que as terras são usadas, principalmente, para a plantação de arroz e pecuária, havendo uma maior densidade

populacional (FEPAM, 1998). O rio, como nesse trecho percorre área plana, numa menor velocidade, pode apresentar refluxo principalmente em épocas de estiagem (FEPAM, 2002).

Rio Jacuí

O rio Jacuí nasce a 730m no Planalto Médio do Estado, em seu curso de 720km possui várias barragens (barragens Ernestina, Passo Real, Maia Filho, Itaúba e Dona Francisca) que são usadas pela Companhia Estadual de Energia Elétrica para produção de energia. Essas barragens regulam o regime hidráulico e fluxo das águas desse rio. No verão ocorrem problemas de navegação e abastecimento, pois alguns trechos têm vazão regulada pelas turbinas das hidrelétricas. A economia da região caracteriza-se pelo uso intensivo do solo para agricultura e pecuária (Porto Alegre - DMAE, 1974, 1981d, 1987 e FEPAM, 2002). A irrigação é a principal demanda de água na bacia, sendo muitas vezes superior às demandas para abastecimento público e uso industrial (Rio Grande do Sul - DRHS, 1999). Na bacia do Baixo Jacuí a extração do carvão é intensa, causando significativo impacto ambiental, principalmente nos municípios de Charqueadas e São Jerônimo.

Possui vários afluentes, sendo o rio Taquari o principal, pela margem esquerda, próximo a sua foz. Pela sua extensão e volume, o rio Jacuí é o principal formador do delta que, por esse motivo, é denominado delta do Jacuí. Contribui com 85% das águas formadoras do lago Guaíba (FEPAM, 2002).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Amostragens

O estudo do fitoplâncton e das condições físicas, químicas e bacteriológicas da água na foz dos rios do delta do Jacuí se basearam em amostragens bimestrais realizadas no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001, totalizando seis campanhas sazonais (Tabela 1).

Tabela 1. Dados relativos às amostragens realizadas na foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.

CAMPANHA	RIO GRAVATAÍ		RIO DOS SINOS		RIO CAÍ		RIO JACUÍ	
	HORA DA COLETA	AMOSTRAS (HAS)	HORA DA COLETA	AMOSTRAS (HAS)	HORA DA COLETA	AMOSTRAS (HAS)	HORA DA COLETA	AMOSTRAS (HAS)
19/12/2000 (verão)	10hs30min	35511 35512 35513 35514	11hs30min	35515 35516 35517 35518 35519	12hs	35520 35521 35522	13hs	35523 35524 35525 35526
27/03/2001 (outono)	10hs25min	35527 35528 35529	11hs20min	35530 35531 35532	12hs	35537 35538 35545	12hs40min	35533 35534 35536 35546
07/05/2001 (outono)	10hs	35547 35548 35549 35550	10hs30min	35551 35552 35553 35554	11hs30min	35555 35556 35557 35558	12hs15min	35559 35560 35561 35562
16/07/2001 (inverno)	10hs25min	35563 35564 35565 35566	11hs	35567 35568 35569 35570	11hs40min	35571 35572 35573 35574	12hs15min	35575 35576 35577 35578
24/09/2001 (primavera)	10hs	35711 35712 35713 35714	10hs30min	35715 35716 35717 35718	10hs45min	35719 35720 35721 35722	11hs30min	35723 35724 35725 35726
03/12/2001 (primavera)	10hs	103263 103486 103490 103494	10hs30min	103264 103485 103489 103493	11hs	103265 103487 103491 103495	11hs50min	103266 103484 103488 103492

As coletas foram efetuadas na subsuperfície da água ($\cong 20\text{cm}$), na zona limnética, nas seguintes estações georeferenciadas: rio Gravataí (482946 UTM 6684785), rio dos Sinos (476839 UTM 6690371), rio Caí (471878 UTM 6689028) e rio Jacuí (465478 UTM 6685328) (Fig. 1). As estações de amostragem (Fig. 2) estiveram localizadas a uma distância de 2 a 5Km da foz dos rios, devido ao refluxo de água do lago Guaíba em períodos de águas baixas.

As amostras de fitoplâncton foram obtidas com frascos de vidro de 200 mL, sendo fixadas em campo com solução de lugol neutro (Sournia, 1978) e mantidas sob refrigeração no laboratório. Também foram coletadas amostras de rede (abertura de malha de 25 μm), que foram fixadas com formol a 4% e, amostras *in vivo*. As amostras de frasco e rede encontram-

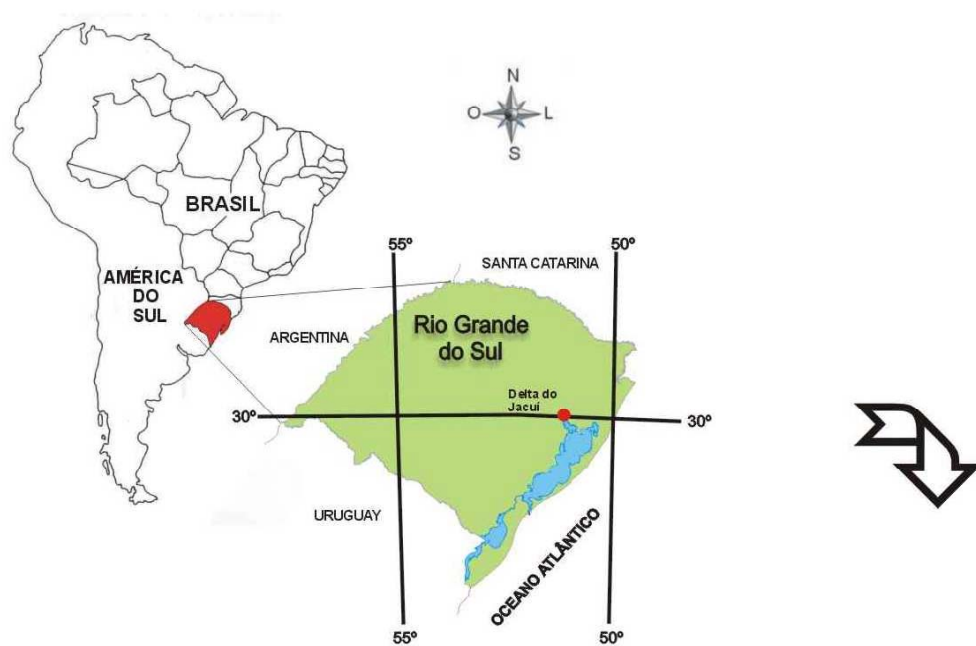


Figura 1. Localização do delta do Jacuí e das estações de amostragem na foz dos rios.



Figura 2. Estações de amostragem: (A) rio Gravataí, (B) rio dos Sinos, (C) rio Caí e (D) rio Jacuí.

se registradas e armazenadas no Herbário Prof. Dr. Alarich Schultz (HAS) da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (Tabela 1).

4.2 Análise das Variáveis Físicas, Químicas e Bacteriológicas

Medidas de pH, temperatura, transparência e condutividade elétrica da água foram obtidas no próprio local da coleta. As análises químicas e bacteriológicas (alcalinidade, oxigênio dissolvido, DBO₅, nitrato, nitrito, sílica, matéria orgânica, coliformes fecais e totais) foram efetuadas no laboratório do Museu de Ciências Naturais, de acordo com APHA (1992), com exceção das análises de fosfato-total e nitrogênio amoniacal que foram realizadas no laboratório da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN). Na tabela 2 são apresentados os métodos e os instrumentos utilizados na análise das referidas variáveis.

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos através do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) (Anexo 1) e os de nível fluviométrico, junto à Companhia

de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) (Anexo 2).

Tabela 2 - Resumo dos métodos e instrumentos utilizados na análise das variáveis físicas, químicas e bacteriológicas da água superficial.

VARIÁVEL	MÉTODO	INSTRUMENTAÇÃO	EXPRESSÃO DO RESULTADO	LIMITE DE DETECÇÃO
TRANSPARÊNCIA	-	Disco de Secchi	m	-
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	-	Condutímetro YSI modelo 30	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	1
TEMPERATURA DA ÁGUA	-	idem	$^{\circ}\text{C}$	0,1
TEMPERATURA DO AR	-	idem	$^{\circ}\text{C}$	0,1
pH	Potenciométrico	pHmetro de campo Hach mod. EC10	-	0,01
ALCALINIDADE	Volumétrico e potenciométrico	pHmetro de bancada Digimed mod. DMPH-PA	mg/L CaCO_3	-
NITRATO (NO_3^-)	Absorciométrico Redução do cádmio	Espectrofotômetro Hach mod. DR 2010	mg/L NO_3^- -N	0,1
NITRITO (NO_2^-)	Absorciométrico Diazoatização*	idem	mg/L NO_2^- -N	0,001
NITROGÊNIO AMONÍACAL	Absorciométrico Reag. Nessler	Espectrofotômetro Hach mod. DR 2000	mg/L N- NH_3	0,02
FOSFATO-TOTAL	Absorciométrico c/ digestão Ác. Ascórbico	idem	mg/L P- PO_4^{3-}	0,01
SÍLICA	Absorciométrico Silicomolibdato	Espectrofotômetro Hach mod. DR 2010	mg/L SiO_2	1
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO EM 5 DIAS (DBO_5)	Winkler	Estufa incubadora B O D mod. 347.FG	mg/L O_2	1
MATÉRIA ORGÂNICA (OXIG. CONSUMIDO)	Volumétrico Permanganato de Potássio	-	mg/L O_2	>1,0
OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)	Winkler Volumétrico	-	mg/L O_2	0,1
COLIFORMES TOTAIS	Técnica dos tubos múltiplos	Estufa para cultura bacteriológica	NMP/100 mL	-
COLIFORMES FECAIS	Técnica dos tubos múltiplos	Estufa para cultura bacteriológica Banho-maria c/ agitador	NMP/100 mL	-

* USEPA. Federal Register, 44 (85) 25505 (1979).

4.3 Análise do Fitoplâncton

A análise do fitoplâncton foi processada no laboratório de microscopia da Seção de Botânica das Criptógamas, do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

As amostras obtidas por rede de plâncton (material vivo), foram utilizadas para a observação de flagelos, plastos, pirenóides, etc. dos organismos que não podem ser visualizados nas amostras fixadas, como também para complementar a análise da composição de espécies.

As análises quantitativa (densidade) e qualitativa (riqueza) do fitoplâncton foram efetuadas de acordo com o método de Utermöhl (1958), nos microscópios invertidos Wild M 40 e Olympus IX 70 (equipado com câmara fotográfica Olympus SC35 e câmera de vídeo digital Sony DXC-107A), em aumento de 400X. Para tanto, foram utilizadas subamostras de 10 mL obtidas das amostras de frasco, sendo a quantificação realizada de forma sistemática em transectos verticais localizados à direita, centro e à esquerda na câmara de sedimentação. Na maioria das amostras, o número de campos a serem contados foi determinado em função da eficiência amostral segundo Pappas & Stoermer (1996). Porém, naquelas em que não foi possível obter eficiência acima de 70%, em razão da alta diversidade, foi observado o critério de Cain & Castro (1959), onde se considera a estabilização da curva de área mínima (curva espécies/área), ou seja, quando o acréscimo de 10% dos campos contados corresponde a um aumento inferior a 10% no número de espécies novas.

A estimativa de densidade, expressa em indivíduos/mL (unicelulares, cenóbios, filamentos ou colônias) e em células/mL (quando possível), foi obtida através da seguinte fórmula:

$$\text{n}^\circ \text{ de ind./mL ou cél./mL} = \frac{1 \text{ mL}}{\text{mL contados}} \times \text{n}^\circ \text{ de indivíduos ou células contados (as)}$$

Sendo:

$$\text{mL contados} = \frac{\text{superfície do campo} \times \text{n}^\circ \text{ de campos contados} \times \text{altura da câmara}}{10^9}$$

A abundância e a dominância das espécies em cada amostra foi estimada segundo o critério de Lobo & Leighton (1986).

Para esclarecer dúvidas na identificação de algumas espécies quantificadas, foram

realizadas observações do material entre lâmina e lamínula ao microscópio Zeiss Axioplan (com aumento até 1600X), equipado com contraste de fase, epifluorescência e máquina fotográfica Zeiss M35W. Para a identificação das diatomáceas, o material foi oxidado com água oxigenada e dicromato de potássio, sendo montadas lâminas permanentes utilizando-se a resina Naphrax (I.R.=1,74) como meio de inclusão.

Para a identificação das espécies fitoplanctônicas foram utilizadas as seguintes bibliografias: Anagnostidis & Komárek (1988), Anton & Duthie (1981), Bourrelly (1968, 1970, 1972), Desikachary (1959), Franceschini (1992), Geitler (1932), Germain (1981), Hegewald (2000), Huber-Pestalozzi (1941, 1942, 1955, 1961, 1968, 1982, 1983), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Parra *et al.* (1983), Philipose (1967), Popovský & Pfiester (1990), Schoeman (1973), além de outros artigos especializados.

A classificação dos táxons em nível de Classe baseou-se em Hoeck *et al.* (1995). O registro das espécies identificadas foi realizado por fotomicrografias e/ou captura de imagem digital através do programa *Image Pro Plus* versão 4.1 para *Windows*.

4.3 Tratamento Estatístico

Para o cálculo da diversidade específica e uniformidade, utilizou-se o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') e o Índice de Equidade de Pielou (J'), sendo os resultados expressos em nat/ind. e em percentual, respectivamente. As referidas análises foram processadas no programa Divers (Smith, 1993). Para estabelecer as relações entre a comunidade fitoplanctônica e as variáveis ambientais foram utilizadas a análise de agrupamento (*cluster*), utilizando o método de Ward, segundo Orlóci (1967) e, a Análise de Correspondência Canônica (ACC).

Na matriz das variáveis ambientais utilizada para a análise de agrupamento foram incluídos os dados de temperatura, transparência, pH, condutividade, alcalinidade, MO, DBO₅, OD, fosfato-total, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, sílica e de coliformes fecais (Anexo 3). Para a realização da Análise de Correspondência Canônica (ACC), foram utilizadas todas as variáveis ambientais citadas anteriormente com o acréscimo dos dados de nível fluviométrico, riqueza específica e densidade total do fitoplâncton, sendo essas variáveis subdivididas em quatro matrizes com as quais foram executados quatro “sets” de ACC para cada rio (Anexo 4). Na matriz de dados bióticos foram utilizadas somente as espécies abundantes com densidade acima do valor médio, totalizando 57 espécies (Anexo5).

Todas as análises multivariadas de classificação (*cluster*) e ordenação (ACC) foram processadas no programa PC ORD (versão 4).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allan, J. D. 1995. **Stream Ecology: Structure and function of running waters.** Netherlands, Kluwer Academic Publishers. 388 p.
- American Public Health Association (APHA) 1992. **Standart method for the examination of water and wastewater.** 18 ed. Washington, American Public Health Association. 905 p.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 3 - Oscillatoriales. **Arch. Hydrobiol. Suppl.**, **80** (Algological Studies **50-53**): 327-472.
- Anton, A. & Duthie, H. C. 1981. Use of cluster analysis in the systematics of the algal genus *Cryptomonas*. **Can. J. Bot.**, **59**: 992-1002.
- Bourrelly, P. 1968. **Les Algues d'eau douce - algues jaunes et brunes.** Paris, Ed. N. Boubée & Cie. 438 p.
- Bourrelly, P. 1970. **Les Algues d'eau douce - algues blues et rouges.** Paris, Ed. N. Boubée & Cie. 512 p.
- Bourrelly, P. 1972. **Les Algues d'eau douce - algues vertes.** Paris, Ed. N. Boubée & Cie. 569 p.
- Cain, S. A. & Castro, G. M. O. 1959. **Manual of vegetation analysis.** New York, Harpey.
- Carvalho, E. N. 1999. **Avaliação sazonal de variáveis limnológicas e grupos fitoplanctônicos na foz dos principais rios formadores do Lago Guaíba (RS), com ênfase em *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenkin.** Porto Alegre, CPG Ecologia/UFRGS. 91 p. (dissertação)
- Calow & Petts, G. E. (Eds.) 1994a. **The River Handbook: hydrological and ecological principles. Vol. I.** Oxford, Blackwell Scientific Publications. p.
- Calow & Petts, G. E. (Eds.) 1994b. **The River Handbook: hydrological and ecological principles. Vol. II.** Oxford, Blackwell Scientific Publications. 523 p.
- Davies, B. R. & Walker, K. F. (Eds.) 1986. **The Ecology of River Systems.** New York, Dr. Junk Publications. 793 p.
- Desikachary, T. V. 1959. **Cyanophyta.** New Delhi, Indian Council of Agricultural Research. 686 p.
- Esteves, F. A. 1998. **Fundamentos de limnologia.** 2 ed. Rio de Janeiro, Interciência. v. 3, 602 p.
- FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - GTZ. 1996. **Qualidade das águas do rio Gravataí. 1992-1994.** Porto Alegre. 25 p.
- FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. 1998. **Qualidade das águas do rio Caí.** Porto Alegre. 40 p.
- FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. 1999.

- Qualidade das águas do rio dos Sinos.** Porto Alegre. 49 p.
- FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. 2002. Região Hidrográfica do Guaíba. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br> - Acesso em 24/03/2004.
- Fortes, D. F.; Torgan, L. C. & Silva Júnior, A. 2003. Composição e variação sazonal do fitoplâncton (Chlorophyta - Chlorococcales s. l.) próximo à foz do rio dos Sinos, em área pertencente ao Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, **58** (1): 103-129.
- Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, FZB (Coord.) 1991. **Parques e reservas naturais na Bacia do Guaíba: diagnóstico ampliação e áreas protegidas.** Porto Alegre: FZB 2v. 758 f.
- Franceschini, I. M. 1992. **Algues d'eau douce de Porto Alegre, Brésil (les Diatomophycees exclues).** Berlin, J. Cramer. 73 p.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In.: Rabenhorst, L. **Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz.** Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft. Ed.14, Auf.2, 1996 p.
- Germain, H. 1981. **Flore des Diatomées-Diatomophycées.** Paris, Société Nouvelle des Éditions Boubée. 444 p.
- Hegewald, E. 2000. New combinations in the genus *Desmodesmus* (Chlorophyceae, Scenedesmaceae). **Algol. Studies**, **96**: 1-18.
- Hoeck, V. Den C.; Mann, D. G. & Jahns, H. M. 1995. **Algae: An introduction to phycology.** Cambridge: Cambridge University, 627 p.
- Horbach, R.; Kuck, L. & Marimon, R. G. 1986. Geologia. In: **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, IBGE. p. 29-312. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).
- Huber-Pestalozzi, G. 1941. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Chrysophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer.** Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 2, 365 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1942. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Diatomeen). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer.** Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 2, p. 549 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1955. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Euglenophyceen). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer.** Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 4, 606 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1961. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Chlorophyceae - Volvocales). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer.** Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 5, 744 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1968. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer.** Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 3, 322 p.

- Huber-Pestalozzi, G. 1982. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Conjugatophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 8, 543 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1983. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Chlorophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 7, 1044 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae: Naviculaceae, 1 In **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer. 876 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae: Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 2 In **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer. 596 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 3. In **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer. 576 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae: Achnanthaceae, 4. In **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer. 437 p.
- Junk, W. J.; Bayley, P. B. & Sparks, R. E. 1989. The Flood Pulse Concept in River - Floodplain Systems. In: DODGE, D. P. (Ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. **Can. Spec. Publ. Fisch. Aquat. Sci.**, **106**: 110-127.
- Justus, J. O.; Machado, M. L. A. & Franco, M. S. M. 1986. Geomorfologia. In: **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, IBGE. p. 313-404. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).
- Lobo, E. A. & Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central do Chile. **Rev. Biol. Mar.**, **22** (1): 1-29.
- Margalef, R. 1974. **Ecologia**. Barcelona, Omega. 906 p.
- Margalef, R. 1983. **Limnologia**. Barcelona, Omega. 1010 p.
- Moreno, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul. 42 p.
- Neiff, J. J. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Rio Paraná. **Interciência**, **15** (6): 424-441.
- Odum, E. P. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara. 434 p.
- Oliveira, M. de L. A. A. de & Porto, M. L. 1999. Ecologia de paisagem do Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil: mapa de cobertura do solo e da vegetação, a partir de imagem do LANDSAT TM5. **Iheringia, Série Botânica**, **52**: 145-162.
- Orlói, L. 1967. An agglomerative method for classification of plant communities. **J. Ecology**, **55** (1): 193-206.
- Pappas, J. L. & Stoermer, E. F. 1996. Quantitative method for determining a representative algal sample count. **J. Phycol.**, **32**: 693-696.
- Parra, O. O.; Gonzales, M. & Dellarossa, V. 1983. **Manual taxonômico del fitoplancton de aguas continentales** (Con especial referencia al fitoplancton de Chile).

- Chlorophyceae. Universidade de Concepcion, Concepcion, v.5, partes 1-2, 353 p.
- Patrick, R. & Palavage, D. M. 1994. The value of species as indicators of water quality. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, 145: 55-92.
- Petts, G. E. 1994. Rivers: Dynamic Components of Catchment Ecosystems. In: Calow & Petts, G. E. (eds.). **The River Handbook: hydrological and ecological principles. Vol. II.** Oxford, Blackwell Scientific Publications. p. 3-22.
- Philipose, M. T. 1967. **Chlorococcales.** New Dehli, Council of Agricultural Research. 365 p.
- Pinto-Coelho, R. M. 2000. **Fundamentos em Ecologia.** Porto Alegre, Artmed. 252 p.
- Popovsky, J. & Pfiester, L. A. 1990. **Dinophyceae.** In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Mollenhauer, D. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, G. Fischer Verlag, v. 6, 272 p.
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1971. **O rio Guaíba: suas características físico-químicas e biológicas.** Porto Alegre, n. p. (relatório DMAE)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1972a. **O rio Guaíba: suas características físico-químicas e biológicas.** Porto Alegre, n. p. (relatório DMAE)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1972b. **O Rio Gravataí: suas características físico-químicas e biológicas; suas indústrias e seus resíduos.** Porto Alegre, 77 p. (relatório DMAE, 05)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1973. **O rio Guaíba e seus contribuintes: o plâncton e os bentos.** Porto Alegre, 283 p. (relatório DMAE, 06)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1974a. **O rio Guaíba - suas características físico-químicas e biológicas.** Porto Alegre, 128 p. (relatório DMAE, 12)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1974b. **Ocorrência de superpopulação de organismos planctônicos no rio Guaíba e afluentes.** Porto Alegre, 26 p. (relatório DMAE, 11)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1974c. **As águas do Rio Jacuí.** Porto Alegre, 105 p. (relatório DMAE, 14)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1975a. **Distribuição fitoplanctônica nas águas da região metropolitana de Porto Alegre.** Porto Alegre, 57 p. (relatório DMAE, 19)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1975b. **Qualidade da água do Rio dos Sinos.** Porto Alegre, 108 p. (relatório DMAE, 16)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1976. **As águas do Rio Caí.** Porto Alegre, 51 p. (relatório DMAE, 22)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1978. **O rio Guaíba - suas características físico-químicas e biológicas.** Porto Alegre, 359 p. (relatório DMAE, 27)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1981a. **O Rio Gravataí: suas características físico-químicas e biológicas** Porto Alegre, 101 p. (relatório DMAE, 34).
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1981b. **Qualidade sanitária do Rio dos Sinos.** Porto Alegre, 77 p. relatório (relatório DMAE, 33).
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1981c. **As águas do Rio Caí.** v.2 Porto Alegre, 77 p. (relatório DMAE, 35).

- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1981d. **As águas do Rio Jacuí**. v.2 Porto Alegre, 65 p. (relatório DMAE, 36)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1987. **Limnologia da Bacia do Jacuí, RS**. Porto Alegre, np.
- Reynolds, C. S. 1980a. Processes controlling the quantities of biogenic materials in lakes and reservoirs subject to cultural eutrofication. **Poll. Rep. U/CDept. ENU.**, **8**: 45-62.
- Reynolds, C. S. 1980b. Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. **Holarct. Ecol.**, **3**: 141-159.
- Reynolds, C. S. 1996. Furter remarks on phytoplankton ecology and trophic degree. **Encontro sobre Ecologia de fitoplancton e gradiente trófico**. Espanha, junho de 1996.
- Rio Grande do Sul - SCP. 1998. **Baía de todas as águas: preservação e gerenciamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Guaíba** (org. Luiz Corrêa Noronha). Porto Alegre, Secretaria Executiva do Pró-Guaíba. 112 p.
- Rio Grande do Sul - DRHS. 1999. **Avaliação quali-quantitativa das disponibilidades e demandas de água na Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí: Relatório final**. Porto Alegre, Contrato CP 05/98: BOURSCHEID/Governo do Estado. 173 p.
- Rosa, Z. M.; Torgan, L. C.; Lobo, E. A. & Herzog, L. A.W. 1988. Análise da estrutura de comunidades fitoplanctônicas e de alguns fatores abióticos em trecho do Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, **2** (1-2): 31-46.
- Round, F. E. 1983 **Biologia das Algas**. 2 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Dois. 263p.
- Rzoska, J. 1978. **On the Nature of Rivers**. New York, Dr, Junk Publ. 67 p.
- Schoeman, F. R. 1973. **A systematical and ecological study of the diatom flora of Lesotho with special reference to the water quality**. Pretoria, V. & R. Printers. 355 p.
- Schwarzbald, A. 2000. O que é um rio? **Ciência & Ambiente**, **21**: 57-68.
- Schwarzbald, A. 2003. **Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água no Complexo Energético do Rio das Antas**. Porto Alegre, UFRGS. 230 p. (CERAN – Relatório Final)
- Sladeczek, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. **Archiv für Hydrobiologie**, **7**: 1-218.
- Smith, D. H. 1993. **Program Divers for species diversity analysis**. 120 p.
- Sournia, A. (ed.) 1978. **Phytoplankton Manual**. Paris, UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). 337 p. (Monographs on oceanographie methodology, 6).
- Thomaz, S. M.; Roberto, M. C. & Bini, L. M. 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: Vazzoler, A. E. A. M.; Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. (Eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá, EDUEM, p. 73-102.
- Torgan, L. C. 1989. Floração de algas: composição, causa e conseqüências. **Ínsula**, **19**: 15-34 (Suplemento).
- Torgan, L. C.; Fortes, D. F. & Nunes, M. 2001. **Diagnóstico da ficoflora e de condições físicas, químicas e microbiológicas da água na foz dos rios constituintes do Parque Estadual Delta do Jacuí**. (Relatório final)
- Torgan, L. C.; Menegheti, J. O. & Silva, S. M. A. da 1979. Contribuição ao estudo do

- fitoplâncton do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. In: Congresso Nacional de Botânica, XXX, Campo Grande, MS, 1979. **Anais**, São Paulo, Sociedade de Botânica do Brasil, p. 141-150.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativem Phytoplankton-Methodik. **Mitteilung Internationale Vereinigung für Theoretische and Angewandte Limnologie**, **9**: 1-38.
- Vannote, R. L.; Minshall, G. W.; Sedell, J. R. & Cushing, C. E. 1980. The River Continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, **37**: 130-137.
- Whitton, B. A. 1991. Aims of monitoring. In: Whitton, B. A.; Rott, E. & Friedrich, G. (Eds.) **Use for algae monitoring rivers**. Studia, Innsbruck. p. 5-8.

CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO SAZONAL DO FITOPLÂNCTON NA FOZ DOS RIOS DO DELTA DO JACUÍ, RS, BRASIL.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo descrever e comparar a composição e riqueza do fitoplâncton na foz dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí, durante as quatro estações do ano. A investigação baseou-se em amostragens realizadas bimestralmente na subsuperfície da água, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001. A comunidade fitoplanctônica, na foz dos quatro rios, esteve composta por 470 táxons, 135 gêneros e nove classes taxonômicas. A classe Chlorophyceae foi a mais representativa em todos os rios, sendo substituída pela Bacillariophyceae no inverno, nos rios Gravataí e Jacuí e, no outono, no rio dos Sinos. As Bacillariophyceae cederam lugar para as Euglenophyceae, na primavera, no rio dos Sinos, e, juntamente com as Cryptophyceae, no verão, no rio Caí. A alta riqueza e alta diversidade estão, provavelmente, associadas à ocorrência de reservatórios e banhados no curso superior destes rios, bem como, da presença de áreas úmidas na planície de inundação, no curso inferior. Estes ambientes férteis são importantes fontes de organismos para a comunidade fitoplanctônica na foz dos rios do delta do Jacuí.

Palavras-chave: fitoplâncton, variação sazonal, foz de rio, delta do Jacuí.

ABSTRACT

(Composition and seasonal variation of the phytoplankton in the mouths of the rivers of Jacuí delta, RS, Brazil.)

This study aimed to describe and compare the phytoplankton composition and richness in the mouths of Gravataí, Sinos, Caí and Jacuí rivers in four seasons of one year. The investigation was based in bi-monthly sampling the water subsurface from December 2000 to December 2001. The phytoplanktonic community of the four rivers-mouths was composed by 470 taxa, 135 genera and nine classes. Chlorophyceae was the most representative class in all rivers, being replaced by the Bacillariophyceae in the Gravataí and Jacuí rivers in winter, and in Sinos river in autumn. Bacillariophyceae was replaced by Euglenophyceae in the Sinos river in spring and also by Cryptophyceae in the Cai river in summer. The high richness and

diversity were probably associated with the presence of dams and swamps in the upper course of these rivers, and also to the floodplain wetlands in the lower course. These environments are an important source of organisms to the phytoplanktonic community in the Jacuí delta.

Key words: phytoplankton, seasonal variation, river-mouths, Jacuí delta.

Introdução

O conhecimento do fitoplâncton na foz dos rios que formam o delta do Jacuí teve início com os relatórios efetuados pelo Departamento Municipal de Águas e Esgotos de Porto Alegre (DMAE), no período de 1970 a 1985. Nesses relatórios são apresentadas listas de gêneros e dados de densidade, em nível de grandes grupos, sendo que somente para as diatomáceas, em algumas ocasiões, foi efetuada identificação em nível específico (Porto Alegre – DMAE, 1971, 1972a-b, 1973, 1974a-c, 1975a-b, 1976, 1978, 1981a-d e 1987). Os primeiros trabalhos a abordarem a composição específica do fitoplâncton em relação a esses rios foram os de Torgan *et al.* (1979), sobre a avaliação quali-quantitativa de populações no rio Caí, no período de outubro de 1977 a janeiro de 1978, no trecho de influência do III Pólo Petroquímico e o de Rosa *et al.* (1988), que apresenta informações sobre a estrutura da comunidade, no trecho médio do rio Jacuí, com o objetivo de constatar a influência da área de mineração sobre a qualidade da água do referido rio.

Posteriormente, no ano de 1998, com o Programa para o desenvolvimento racional, recuperação e gerenciamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Guaíba (Pró-Guaíba), foi efetuado um diagnóstico da fitoflora e das condições físicas, químicas e microbiológicas da água na foz dos rios constituintes do Parque Estadual Delta do Jacuí por Torgan *et al.* (2001), em que são apresentadas informações sobre a composição, densidade e diversidade da comunidade. E, mais recentemente, Fortes *et al.* (2003), apresentaram um estudo sobre a composição e variação sazonal de organismos pertencentes à ordem Chlorococcales, próximo à foz do rio dos Sinos, com base em amostragens realizadas no ano de 1998.

O Parque Estadual Delta do Jacuí, criado em 14 de janeiro de 1976, encontra-se localizado entre as coordenadas geográficas 29°53' e 30°03' S e 51°28' e 51°13' W, em área da Província Geológica Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, onde ocupa uma superfície de 17.245 ha. Em 1979, com o Decreto nº 28.162, o Parque foi ampliado com a inclusão das planícies de inundação dos rios Caí, dos Sinos e do rio Jacuí e ilhas do curso inferior deste rio (Oliveira & Porto, 1999).

Na bacia do lago Guaíba, o delta do Jacuí, propriamente dito, é formado pela confluência dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí, os quais em seu curso inferior, por percorrerem grande extensão de terrenos pouco acidentados, são considerados rios de planície, tornado-se ambientes favoráveis ao desenvolvimento de populações fitoplanctônicas (Torgan, 1989).

Este trabalho teve como objetivo analisar e comparar a composição e a riqueza da comunidade fitoplanctônica na foz dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí, verificando sua variação no período de um ano.

Material e métodos

As amostragens do fitoplâncton foram realizadas bimestralmente, em estações georeferenciadas localizadas a cerca de 2 a 5 km da foz dos rios Gravataí (482946 UTM 6684785), Sinos (476839 UTM 6690371), Caí (471878 UTM 6689028) e Jacuí (465478 UTM 6685328), no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001 (Fig. 1). As amostras foram coletadas com frascos na subsuperfície da água (\cong 20cm) e fixadas com solução de lugol neutro (Sournia, 1978). Também foram coletadas amostras de rede (abertura de malha 25 μ m), fixadas com formol a 4% e, amostras *in vivo*. As amostras encontram-se tombadas no Herbário Prof. Dr. Alarich Schultz (HAS) da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, sob os números HAS 35511-35538; 35545-35578; 35711-35726; 103263-103266 e 103484-103495. O material foi observado em câmeras de sedimentação (Utermöhl, 1958), em microscópio invertido equipado com câmera digital. Também foram efetuadas observações entre lâminas e lamínulas, em microscópio equipado com contraste de fase e câmera fotográfica. Foram feitas fotomicrografias e/ou imagens digitais para registro dos táxons. Para identificação foram utilizadas as obras clássicas de Bourrelly (1968, 1970, 1972), Desikachary (1959), Geitler (1932), Germain (1981), Huber-Pestalozzi (1941, 1942, 1955, 1961, 1968, 1982, 1983), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Parra *et al* (1983), Philipose (1967), Popovský & Pfiester (1990); os trabalhos de Anagnostidis & Komárek (1988), Anton & Duthie (1981), Franceschini (1992), Hegewald (2000) e Schoeman (1973); além de outros artigos especializados. A classificação dos táxons foi baseada em Hoeck *et al.* (1995).

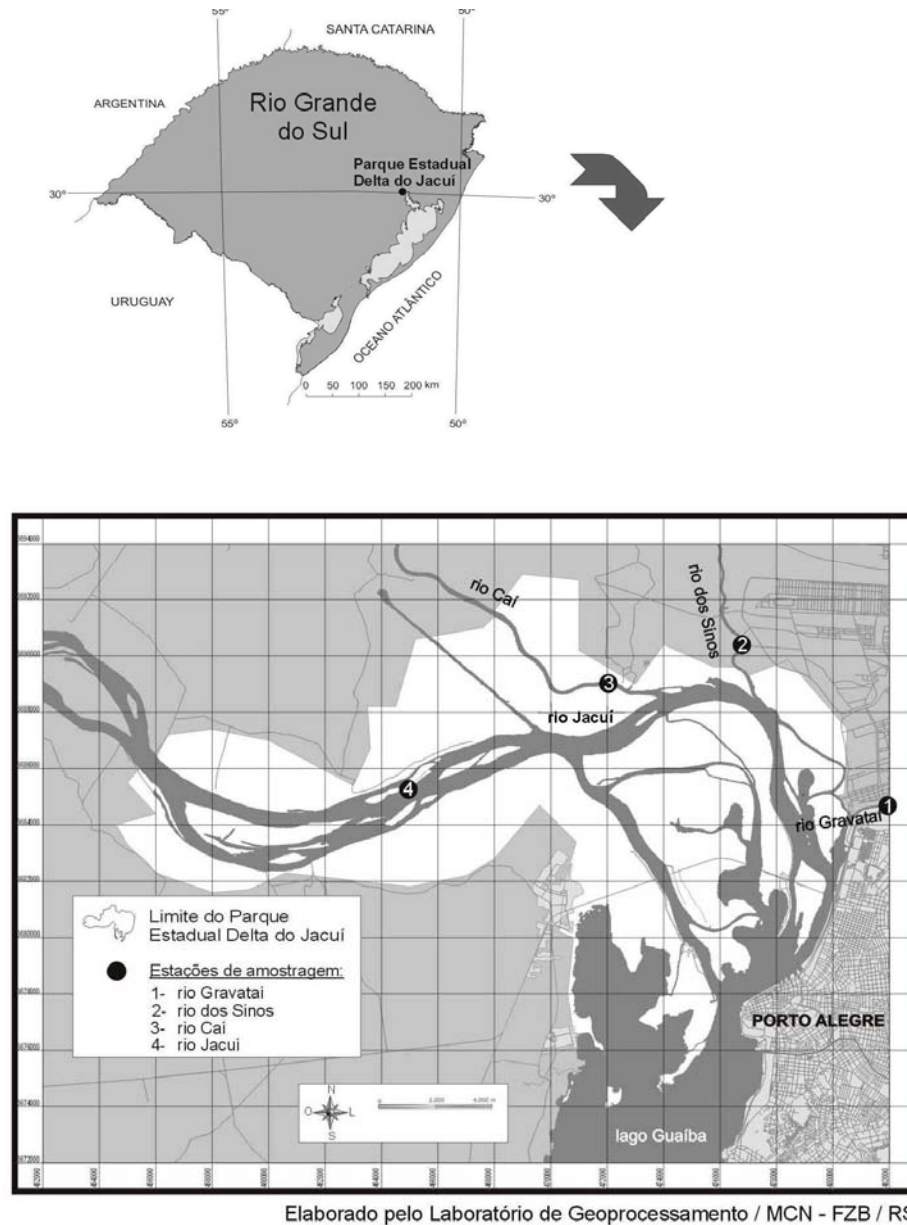


Figura 1. Localização do Parque Estadual Delta do Jacuí e das estações de amostragem na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.

Resultados e Discussão

A comunidade fitoplanctônica, na foz dos quatro rios formadores do delta do Jacuí, esteve composta por 470 táxons, 135 gêneros, pertencentes a nove classes taxonômicas (Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Xanthophyceae e Zygnematophyceae) (Tabela 1). A classe Chlorophyceae foi a mais representativa com 157 táxons (33,4% do total), seguida de Bacillariophyceae com 114 táxons (24,2% do total) e de Euglenophyceae com 83 táxons (17,6% do total). Observou-se que as classes Chlorophyceae e Bacillariophyceae

apresentaram também maior número de espécies comuns, ou seja, aquelas que se fizeram presentes em todos os rios, independentemente do período de amostragem. A classe Cryptophyceae apresentou 7 espécies comuns, número considerado elevado em relação à baixa riqueza do grupo (19 táxons). A Tabela 1 apresenta a distribuição do número total de espécies nos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí.

Tabela 1. Número de espécies das diferentes classes fitoplanctônicas ocorrentes na foz dos rios formadores do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.

Classe	Nº de espécies				Total geral	spp comuns aos rios
	Rio Gravataí	Rio dos Sinos	Rio Caí	Rio Jacuí		
BACILLARIOPHYCEAE	59	59	44	48	114	13
CHLOROPHYCEAE	75	70	87	79	157	30
CHRYSOPHYCEAE	11	13	5	8	19	2
CRYPTOPHYCEAE	11	11	13	16	19	7
CYANOPHYCEAE	13	18	11	18	29	5
DINOPHYCEAE	2	5	5	7	12	1
EUGLENOPHYCEAE	42	41	21	13	83	2
XANTHOPHYCEAE	2	1	0	2	3	0
ZYGNEMATOPHYCEAE	6	9	10	5	20	0
NÃO IDENTIFICADA	8	4	3	3	14	0
Total de espécies	229	231	199	199	470	

A contribuição relativa de cada classe taxonômica na composição fitoplanctônica (nº total de táxons do período) dos rios demonstrou, em geral, um padrão semelhante de variação, com exceção da classe Euglenophyceae, que apresentou maior número de espécies nos rios Gravataí e dos Sinos (Fig. 2).

A Figura 3 apresenta a variação da riqueza encontrada nos rios, no período de amostragem. Os menores valores (média de 42 spp.) foram observados na estação de outono (05/2001), em todos os rios. Os maiores valores de riqueza foram variados em cada rio. O rio Gravataí apresentou uma elevação de riqueza (82-90 spp.), superando os demais rios, nas estações de inverno e primavera de 2001. No rio dos Sinos, a riqueza aumentou (71-72 spp.) nas amostragens de verão (12/2000), outono (03/2001) e primavera (12/2001), semelhante ao ocorrido no rio Caí (66 e 78 spp.), nas amostragens de outono (03/2001) e primavera (12/2001). No rio Jacuí o aumento da riqueza (74 e 72 spp.) ocorreu nas estações de verão(12/2001) e inverno (07/2001).

Os altos valores de riqueza encontrados na foz dos rios formadores do delta do Jacuí,

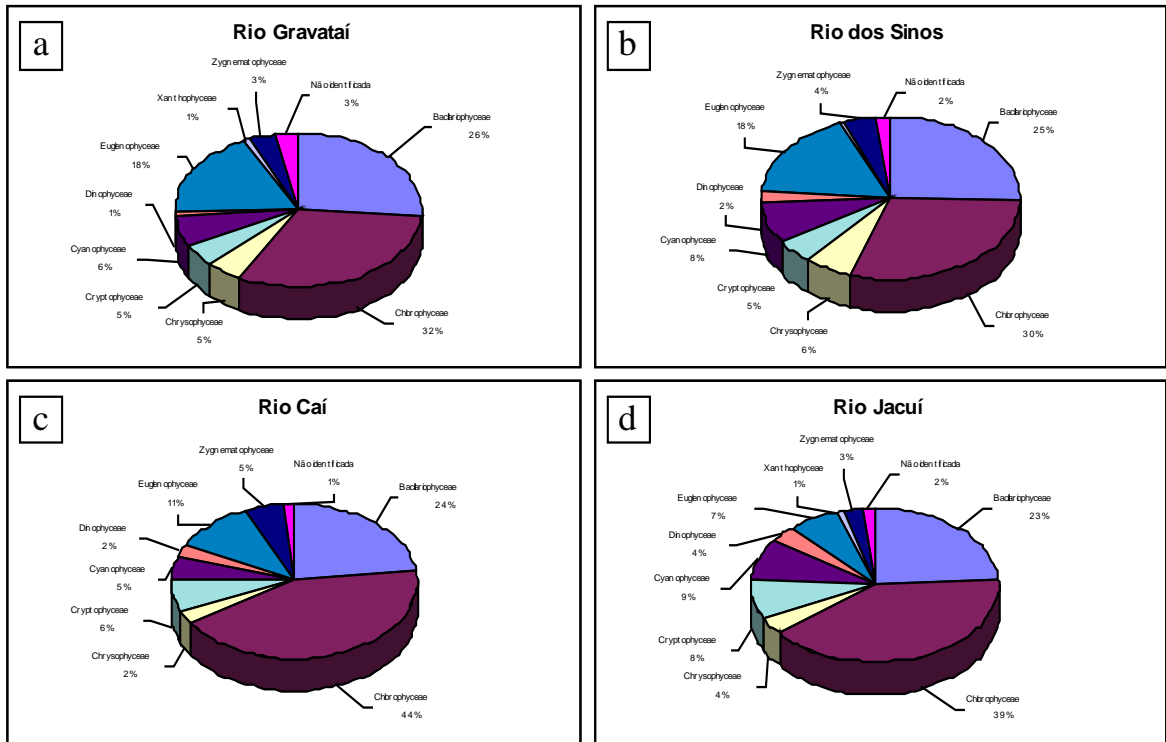


Figura 2. Contribuição relativa (nº total de táxons) das classes fitoplantônicas na foz dos rios Gravataí (a), Sinos (b), Caí (c) e Jacuí (d), no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.

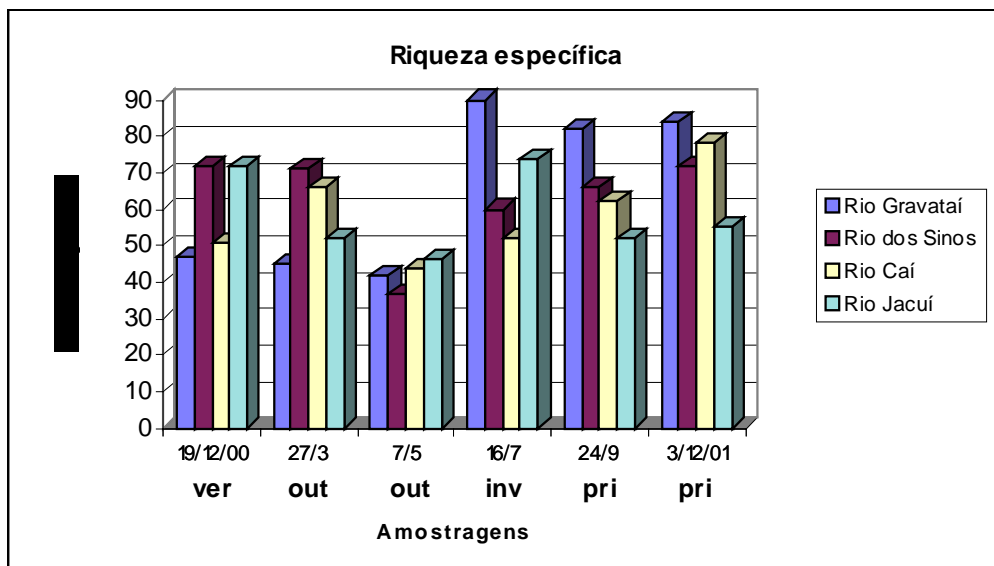


Figura 3. Variação da riqueza específica do fitoplâncton na foz dos rios formadores do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.

podem ser explicados pela existência *in loco* de condições físicas (tempo de residência, temperatura, luz) e químicas (nutrientes) favoráveis ao desenvolvimento do fitoplâncton e, por esses rios apresentarem ambientes lênticos em trechos de suas bacias, como represas e/ou banhados, onde se originam os inóculos da maioria dos organismos encontrados no plâncton. Cushing (1964) demonstrou que no rio Montreal, a ocorrência de lagos ao longo do seu

percurso resultou em marcado aumento da abundância do fitoplâncton. Portanto, a presença de lagos, represas e áreas úmidas associados aos rios, são de grande importância para semeá-los com organismos planctônicos, como o mencionado por Allan (1995).

Dentre as Chlorophyceae destacaram-se, pela frequência, representantes da ordem Chlorococcales, principalmente espécies dos gêneros *Desmodesmus*, *Monoraphidium* e *Scenedesmus*. Esses organismos, juntamente com espécies dos gêneros *Nitzschia*, *Euglena* e *Cryptomonas*, que também foram frequentes, são considerados por Palmer (1969), Sladeczek (1973) e Patrick & Palavage (1994) como resistentes à poluição orgânica e química.

Na Tabela 2 encontra-se a lista da composição do fitoplâncton registrada na foz dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí, no período de estudo e, nas Figuras 4 a 11 são apresentadas as ilustrações de alguns táxons representantes da comunidade fitoplanctônica presente nos referidos rios.

Tabela 2. Lista dos táxons fitoplanctônicos identificados nos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí no período de amostragem.

	Rio Gravataí	Rio dos Sinos	Rio Caí	Rio Jacuí
CLASSE CYANOPHYCEAE				
<i>Anabaena</i> cf. <i>circinalis</i> Rabenhorst ex Bornet & Flahault				
<i>Anabaena</i> cf. <i>solitaria</i> Klebahn				
<i>Anabaena</i> <i>spiroides</i> Klebahn				
<i>Aphanocapsa</i> sp.				
cf. <i>Chroococcus</i>				
cf. <i>Raphidiopsis</i>				
<i>Chroococcus</i> cf. <i>minimus</i> (Keissler) Lemmermann				
<i>Chroococcus</i> <i>limneticus</i> Lemmermann				
<i>Chroococcus</i> <i>minutus</i> (Kützing) Nägeli				
Cyanophyceae a				
Cyanophyceae b				
Cyanophyceae c				
Cyanophyceae d				
<i>Cylindrospermopsis</i> <i>raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju				
<i>Eucapsis</i> sp.				
<i>Limnothrix</i> <i>planctonica</i> (Wolosk.) Meffert				
<i>Merismopedia</i> sp.				
<i>Merismopedia</i> <i>tenuissima</i> Lemmermann				
<i>Microcystis</i> <i>aeruginosa</i> (Kützing) Kützing				
<i>Oscillatoria</i> sp.				
Oscillatoriales				
<i>Phormidium</i> sp. 1				
<i>Phormidium</i> sp. 2				
<i>Phormidium</i> sp. 3				
<i>Planktolyngbya</i> <i>contorta</i> (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek				
<i>Planktolyngbya</i> <i>limnetica</i> (Lemmermann) Komárkova-Legnerová & Cronberg				
<i>Pseudanabaena</i> cf. <i>catenata</i> Lauterborn				
<i>Pseudanabaena</i> sp.				
<i>Romeria</i> sp.				
CLASSE CHRYSOPHYCEAE				
<i>Bicoeca</i> <i>petiolata</i> (Stein) Pringsheim				
cf. <i>Diceras</i>				
<i>Chromulina</i> sp. 1				
<i>Chromulina</i> sp. 2				
<i>Chrysococcus</i> sp. 1				
<i>Chrysococcus</i> sp. 3				
<i>Chrysococcus</i> sp. 2				
<i>Dinobryon</i> <i>cylindricum</i> Imhof				
<i>Dinobryon</i> sp. 1				
<i>Dinobryon</i> sp. 2				

Continua próxima página

Continuação tabela 2

Rio Gravataí Rio dos Sinos Rio Caí Rio Jacuí

<i>Kephyrium ovale</i> (Lackey) Huber-Pestalozzi				
<i>Mallomonas</i> sp. 1				
<i>Mallomonas</i> sp. 2				
<i>Mallomonas</i> sp. 3				
<i>Mallomonas</i> sp. 4				
<i>Mallomonas</i> sp. 5				
<i>Salpingoeca</i> sp. 1				
<i>Salpingoeca</i> sp. 2				
<i>Synura uvella</i> Ehrenberg				

CLASSE XANTHOPHYCEAE

<i>Isthmochloron variabilis</i> Maccarthy & Maidana				
<i>Ophiocytium</i> sp.				
Xantoficea				

CLASSE BACILLARIOPHYCEAE

<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki				
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki				
<i>Asterionella formosa</i> Hassal				
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen				
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simon. f. <i>spiralis</i> (Skuja) Ludwig				
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenberg) Simonsen				
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen				
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simon. var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Simonsen				
<i>Aulacoseira herzogii</i> (Lemmermann) Simonsen				
<i>Aulacoseira</i> sp.				
cf. <i>Achnanthes</i>				
cf. <i>Gomphonema</i>				
cf. <i>Nitzschia</i> a				
cf. <i>Nitzschia</i> b				
cf. <i>Pinnularia</i> a				
cf. <i>Pinnularia</i> b				
cf. <i>Stauroneis</i>				
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg				
<i>Cyclostephanus dubios</i> (Fricke) Round				
<i>Cyclotella</i> cf. <i>atomus</i> Hustedt				
<i>Cyclotella</i> cf. <i>glomerata</i> H. Bachm				
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing				
<i>Cyclotella</i> sp. 1				
<i>Cyclotella</i> sp. 2				
<i>Cyclotella</i> sp. 3				
<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grunow				
<i>Cyclotella striata</i> (Kützing) Grunow				
Diatomácea a				
Diatomácea b				
Diatomácea c				
Diatomácea d				
<i>Diploneis</i> sp.				
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabenhorst) D. G. Mann				
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabenhorst) D. G. Mann				
<i>Eunotia asterionelloides</i> Hustedt				
<i>Eunotia</i> cf. <i>diodon</i> Ehrenberg				
<i>Eunotia</i> cf. <i>incisa</i> (Wm. Smith) Gregory				
<i>Eunotia</i> sp. 1				
<i>Eunotia</i> sp. 2				
<i>Fragilaria</i> sp. 1				
<i>Fragilaria</i> sp. 2				
<i>Fragilaria</i> sp. 3				
Fragilariaceae a				
Fragilariaceae b				
<i>Frustulia</i> sp.				
<i>Gomphonema affine</i> Kützing				
<i>Gomphonema</i> cf. <i>angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst				
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg				
<i>Gomphonema minutum</i> (C. Agardh) C. Agardh				
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing				
<i>Gomphonema</i> sp. 1				
<i>Gomphonema</i> sp. 2				
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst				
<i>Navicula</i> cf. <i>cineta</i> (Ehrenberg) Ralfs				
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing				
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot				
<i>Navicula</i> sp. 1				
<i>Navicula</i> sp. 3				
<i>Navicula</i> sp. 4				
Naviculaceae a				
Naviculaceae b				

Continua próxima página

Continuação tabela 2

	Rio Gravataí	Rio dos Sinos	Rio Cai	Rio Jacuí
Naviculaceae c				
Naviculaceae d				
Naviculaceae e				

Naviculaceae f				
Naviculaceae g				
Naviculaceae h				
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) Wm. Smith				
<i>Nitzschia agnewii</i> Cholnoky				
<i>Nitzschia cf. subacicularis</i> Husted				
<i>Nitzschia cf. palea</i> (Kützing) Wm. Smith				
<i>Nitzschia cf. paleaceae</i> Grunow				
<i>Nitzschia cf. paleaeformis</i> Hustedt				
<i>Nitzschia cf. sigma</i> Wm. Smith				
<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch				
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch				
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch				
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) Wm. Smith				
<i>Nitzschia</i> sp. 1				
<i>Nitzschia</i> sp. 2				
<i>Nitzschia</i> sp. 3				
<i>Nitzschia</i> sp. 4				
<i>Nitzschia</i> sp. 5				
<i>Nitzschia</i> sp. 6				
<i>Nitzschia</i> sp. 7				
<i>Nitzschia</i> sp. 8				
<i>Nitzschia</i> sp. 9				
<i>Nitzschia</i> sp. 10				
<i>Nitzschia</i> sp. 11				
<i>Nitzschia</i> sp. 12				
<i>Nitzschia</i> sp. 13				
<i>Nitzschia</i> sp. 14				
<i>Nitzschia</i> sp. 15				
<i>Nitzschia</i> sp. 16				
<i>Nitzschia</i> sp. 17				
<i>Nitzschia</i> sp. 18				
<i>Nitzschia</i> sp. 19				
<i>Pinnularia</i> sp. 1				
<i>Pinnularia</i> sp. 2				
<i>Pinnularia</i> sp. 3				
<i>Pinnularia</i> sp. 4				
<i>Pinnularia</i> sp. 5				
<i>Pinnularia</i> sp. 6				
<i>Pinnularia</i> sp. 7				
<i>Pinnularia</i> sp. 8				
<i>Pinnularia</i> sp. 9				
<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round & Buhktyarova				
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky				
<i>Surirela angusta</i> Kützing				
<i>Synedra</i> sp. 1				
<i>Synedra</i> sp. 2				
<i>Tryblionella levidensis</i> Wm. Smith				
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg				
<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Smith) Round & Crawford var. <i>morsa</i> (W. West & G. S. West) Torgan				

CLASSE CRYPTOPHYCEAE

cf. <i>Rhodomonas</i>				
<i>Chroomonas acuta</i> Utermöhl				
<i>Cryptomonas brevis</i> Schiller				
<i>Cryptomonas cf. rostratiformis</i> Skuja				
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg				
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg var. <i>reflexa</i> Marsson				
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja				
<i>Cryptomonas obovata</i> Skuja				
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg				
<i>Cryptomonas phaseolus</i> Skuja				
<i>Cryptomonas platyuris</i> Skuja				
<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i> Geitler				
<i>Cryptomonas</i> sp. 1				
<i>Cryptomonas</i> sp. 2				
<i>Cryptomonas</i> sp. 3				
<i>Cryptomonas</i> sp. 4				
<i>Cryptomonas</i> sp. 5				
Cryptophyceae				
<i>Rhodomonas</i> sp. 1				

CLASSE DINOPHYCEAE

cf. <i>Gymnodinium</i> a				
--------------------------	--	--	--	--

Continua próxima página

Continuação tabela 2

	Rio Gravataí	Rio dos Sinos	Rio Cai	Rio Jacuí
cf. <i>Gymnodinium</i> b				
cf. <i>Gymnodinium</i> c				
Dinophyta a				
Dinophyta b				
Dinophyta c				
<i>Peridinium cf. wisconsinense</i> Eddy				

<i>Peridinium</i> sp. 1				
<i>Peridinium</i> sp. 2				
<i>Peridinium</i> sp. 3				
<i>Peridinium</i> sp. 3				
<i>Peridinium</i> sp. 4				

CLASSE EUGLENOPHYCEAE

cf. <i>Euglena</i>				
cf. <i>Phacus</i> a				
cf. <i>Phacus</i> b				
cf. <i>Strombomonas</i>				
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg				
<i>Euglena</i> cf. <i>deses</i> Ehrenberg				
<i>Euglena</i> cf. <i>limnophila</i> Lemmermann				
<i>Euglena</i> sp. 1				
<i>Euglena</i> sp. 2				
<i>Euglena</i> sp. 3				
<i>Euglena</i> sp. 4				
<i>Euglena</i> sp. 5				
<i>Euglena</i> sp. 6				
<i>Euglena</i> sp. 7				
<i>Euglena</i> sp. 8				
<i>Euglena</i> sp. 9				
<i>Euglena</i> sp. 10				
<i>Euglena</i> sp. 11				
<i>Euglena</i> sp. 12				
<i>Euglena</i> sp. 13				
<i>Euglena</i> sp. 14				
<i>Euglena</i> sp. 15				
<i>Euglena</i> sp. 16				
<i>Euglena</i> sp. 17				
<i>Euglena</i> sp. 18				
<i>Euglena</i> sp. 19				
<i>Euglena</i> sp. 20				
<i>Euglena</i> sp. 21				
<i>Euglena</i> sp. 22				
<i>Euglena</i> sp. 23				
<i>Euglena</i> sp. 24				
<i>Euglena</i> sp. 25				
<i>Euglena</i> sp. 26				
<i>Euglena</i> sp. 27				
<i>Euglena</i> sp. 28				
<i>Euglena</i> sp. 29				
<i>Euglena</i> sp. 30				
<i>Euglena splendens</i> Dangeard				
Euglenaceae a				
Euglenaceae b				
Euglenaceae c				
Euglenaceae d				
Euglenaceae e				
Euglenaceae f				
Euglenaceae g				
Euglenaceae h				
Euglenaceae i				
Euglenaceae j				
Euglenaceae k				
<i>Lepocinclis ovum</i> (E.) Lemmermann				
<i>Lepocinclis</i> sp.				
<i>Phacus curvicauda</i> Swirenko				
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin				
<i>Phacus pyrum</i> (Ehrenberg) Stein				
<i>Phacus</i> sp. 1				
<i>Phacus</i> sp. 2				
<i>Phacus suecicus</i> Lemmermann				
<i>Strombomonas</i> cf. <i>fluviatilis</i> (Lemmermann) Deflandre				
<i>Strombomonas</i> cf. <i>tambowika</i> (Swirenko) Deflandre				
<i>Strombomonas scabra</i> (Playfair) Tell & Conforti				
<i>Strombomonas</i> sp. 1				
<i>Strombomonas</i> sp. 2				
<i>Strombomonas</i> sp. 3				
<i>Strombomonas</i> sp. 5				

Continua próxima página

Continuação tabela 2

	Rio Gravataí	Rio dos Sinos	Rio Caí	Rio Jacuí
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>austratica</i> (Playfair) Deflandre				
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>caudata</i> (E.) Stein				
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>hispida</i> (Perty) Stein				
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein				
<i>Trachelomonas planctonica</i> Swirenko				
<i>Trachelomonas</i> sp. 1				
<i>Trachelomonas</i> sp. 2				
<i>Trachelomonas</i> sp. 3				
<i>Trachelomonas</i> sp. 4				

<i>Trachelomonas</i> sp. 5				
<i>Trachelomonas</i> sp. 6				
<i>Trachelomonas</i> sp. 7				
<i>Trachelomonas</i> sp. 8				
<i>Trachelomonas</i> sp. 9				
<i>Trachelomonas</i> sp. 10				
<i>Trachelomonas</i> sp. 11				
<i>Trachelomonas</i> sp. 12				
<i>Trachelomonas volvocina</i> Deflandre				
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swriemko				

CLASSE CHLOROPHYCEAE

<i>Actinastrum aciculare</i> Playfair				
cf. <i>Ankyra</i>				
cf. <i>Chlamydomonas</i>				
cf. <i>Crucigenia</i>				
cf. <i>Crucigeniella</i>				
cf. <i>Kirchneriella</i>				
cf. <i>Monoraphidium</i> a				
cf. <i>Monoraphidium</i> b				
cf. <i>Nephrocytium</i>				
cf. <i>Raphidoceles</i>				
cf. <i>Scenedesmus</i> a				
cf. <i>Scenedesmus</i> b				
cf. <i>Scenedesmus</i> c				
cf. <i>Schroederia</i>				
<i>Chlamydomonas</i> sp. 1				
<i>Chlamydomonas</i> sp. 2				
<i>Chlamydomonas</i> sp. 3				
<i>Chlamydomonas</i> sp. 4				
<i>Chlamydomonas</i> sp. 5				
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck				
Chlorophyceae 1				
Chlorophyceae 2				
Chlorophyceae 3				
Chlorophyceae 4				
Chlorophyceae 5				
Chlorophyceae 6				
Chlorophyceae 7				
Chlorophyceae 8				
Chlorophyceae 9				
Chlorophyceae 10				
<i>Closteriopsis</i> sp.				
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli				
<i>Coenochloris</i> sp.				
<i>Crucigenia fenestrata</i>				
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren				
<i>Crucigenia</i> sp. 2				
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) W. West & G. S. West				
<i>Crucigeniella apiculata</i> (Lemmermann) Komárek				
<i>Crucigeniella pulchra</i> (W. West & G. S. West) Komárek				
<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Nägeli) Komárek				
<i>Crucigeniella divergens</i> (G. M. Smith) Fott				
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>longispina</i> (R. Chodat) Hegewald				
<i>Desmodesmus</i> cf. <i>armatus</i> var. <i>longispina</i> (R. Chodat) Hegewald				
<i>Desmodesmus</i> cf. <i>denticulatus</i> var. <i>linearis</i> (Hansg.) Hegewald				
<i>Desmodesmus</i> cf. <i>lefevrii</i> (Deflandre) Friedl & Hegewald				
<i>Desmodesmus</i> cf. <i>opoliensis</i> (P. Richter) Hegewald				
<i>Desmodesmus</i> cf. <i>serratus</i> (Corda) Friedl & Hegewald				
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegewald) Hegewald				
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lagerheim) An, Friedl & Hegewald				
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lagerheim) An, Friedl & Hegewald var. <i>fenestratus</i> (Teil.) Hegewald				
<i>Desmodesmus intermedius</i> (R. Chodat) Hegewald				
<i>Desmodesmus intermedius</i> (R. Chodat) Hegewald var. <i>acutispinus</i> (Roll) Hegewald				
<i>Desmodesmus maximus</i> (W. West & G. S. West) Hegewald				
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P. Richter) Hegewald				

Continua próxima página

Continuação tabela 2

	Rio Gravataí	Rio dos Sinos	Rio Cai	Rio Jacuí
<i>Desmodesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i> (Chodat) Hegewald				
<i>Desmodesmus protuberans</i> (Fritsch & Rich) Hegewald				
<i>Dictyosphaerium</i> sp.				
<i>Dictyosphaerium</i> cf. <i>sphagnale</i> Hindák				
<i>Dictyosphaerium</i> cf. <i>tetrachotomum</i> Printz				
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood				
<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i> Van Goor				
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Braun				
<i>Elakatothrix</i> sp.				
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg				
<i>Eudorina</i> sp.				
<i>Franceia minuscula</i> Hindák				

<i>Golenkinia radiata</i> Chodat				
<i>Golenkiniopsis parvula</i> (Voronichin) Korsikov				
<i>Kirchneriella</i> cf. <i>elegans</i> Playfair				
<i>Kirchneriella</i> cf. <i>lunaris</i> (Kirchner) Möbius				
<i>Kirchneriella</i> cf. <i>obesa</i> (W. West) Schmidle				
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin				
<i>Kirchneriella microscopica</i> Nygaard				
<i>Kirchneriella</i> sp.				
<i>Lagerheimia wratislaviensis</i> Schröder				
<i>Lagerheimia</i> sp.				
<i>Micractinium bornhemienis</i> (Conrad) Korsikov				
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsikov) Hindák				
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>circinale</i> (Nygaard) Nygaard				
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>fontinale</i> Hindák				
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>mirabile</i> (W. West & G. W. West) Pankom				
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>caribeum</i> Hindák				
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>subclavatum</i> Nygaard				
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová				
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová				
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Komárková-Legnerová				
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard				
<i>Monoraphidium</i> sp.				
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. West & G. W. West) Komárková-Legnerová				
<i>Neodesmus danubialis</i> Hindák				
<i>Nephroclamys willeana</i> (Printz) Korsikov				
<i>Oocystis</i> cf. <i>lacustris</i> Chodat				
<i>Oocystis marssonii</i> Lemmermann				
<i>Pandorina morum</i> (O. F. Müller) Bory				
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen				
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs				
<i>Polyedriopsis spinulosa</i> (Schmidle) Schmidle				
<i>Pteromonas</i> sp.				
<i>Pyrobotrys</i> cf. <i>minima</i> Ettl				
<i>Pyrobotrys gracilis</i> Korschikoff				
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat				
<i>Scenedesmus bernardii</i> G. M. Smith				
<i>Scenedesmus caudato-aculeolatus</i> Chodat				
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat				
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>acutiformis</i> Schroeder				
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>grahneisii</i> (Heynig) Fott				
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>intermedius</i> Chodat var. <i>indicus</i>				
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>producto-capitatus</i> Schmula				
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>quadricauda</i> a (Turpin) Brébisson				
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>quadricauda</i> b (Turpin) Brébisson				
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>quadricauda</i> c (Turpin) Brébisson				
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>thomassonii</i> Hortobagyi				
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing				
<i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Fott & Komárek				
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ralfs) Chodat				
<i>Scenedesmus javanensis</i> R. Chodat				
<i>Scenedesmus longispina</i> Chodat				
<i>Scenedesmus producto-capitatus</i> Schmula				
<i>Scenedesmus</i> sp. 1				
<i>Scenedesmus</i> sp. 2				
<i>Scenedesmus</i> sp. 3				
<i>Scenedesmus</i> sp. 4				
<i>Scenedesmus</i> sp. 5				
<i>Scenedesmus</i> sp. 6				
<i>Scenedesmus</i> sp. 7				
<i>Scenedesmus</i> sp. 8				
<i>Scenedesmus</i> sp. 9				
<i>Scenedesmus</i> sp. 10				
<i>Scenedesmus</i> sp. 11				
<i>Scenedesmus</i> sp. 12				
<i>Scenedesmus</i> sp. 13				

Continua próxima página

Continuação tabela 2

	Rio Gravataí	Rio dos Sinos	Rio Caí	Rio Jacuí
<i>Scenedesmus</i> sp. 14				
<i>Scenedesmus</i> sp. 15				
<i>Scenedesmus</i> sp. 16				
<i>Scenedesmus</i> sp. 17				
<i>Scenedesmus</i> sp. 18				
<i>Scenedesmus</i> sp. 20				
<i>Scenedesmus</i> sp. 21				
<i>Scenedesmus verrucosus</i> Roll				
<i>Schizochlamys planctonica</i> Skuja				
<i>Schroederia setigera</i> (Schroeder) Lemmermann				
<i>Selenastrum capricornutum</i> Printz				
<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch				
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korsikov) Bourrelly				
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg				
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg				

<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg v. <i>apiculato-scrobiculatum</i> Reinsch				
<i>Tetraedron trigonium</i> (Nägeli) Hansgirg				
<i>Tetrastrum elegans</i> Playfair				
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll) Ahlstrom & Tiffany				
<i>Tetrastrum heteracanthum</i> (Nordst) Chodat				
<i>Tetrastrum</i> sp. 1				
<i>Tetrastrum</i> sp. 2				
<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek				
Ulotrichales				
Volvocales				
<i>Westella botryoides</i> (W. West) De Wildeman				
CLASSE ZYGNETOPHYCEAE				
cf. <i>Mougeotia</i>				
cf. <i>Staurastrum</i>				
<i>Closterium acutum</i> (Lyngbye) Brébisson ex Ralfs				
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Brébisson				
<i>Closterium</i> sp. 1				
<i>Closterium</i> sp. 2				
<i>Cosmarium</i> cf. <i>granatum</i> Ralfs				
<i>Cosmarium</i> cf. <i>quadratum</i> (Gay) De Toni				
<i>Cosmarium</i> sp. 1				
<i>Cosmarium</i> sp. 2				
<i>Cosmarium</i> sp. 4				
<i>Cosmarium</i> sp. 5				
<i>Euastrum</i> sp.				
<i>Mougeotia</i> sp.				
<i>Spirogyra</i> sp.				
<i>Staurastrum</i> sp. 1				
<i>Staurastrum</i> sp. 2				
<i>Staurastrum</i> sp. 3				
<i>Stauroidesmus</i> sp. 1				
<i>Stauroidesmus</i> sp. 2				
NÃO IDENTIFICADO				
Fitoflagelado 1				
Fitoflagelado 2				
Fitoflagelado 3				
Fitoflagelado 4				
Fitoflagelado 5				
Fitoflagelado 6				
Fitoflagelado 7				
Fitoflagelado 8				
Fitoflagelado 9				
Fitoflagelado 10				
Fitoflagelado 11				
Não ident. 1				
Não ident. 2				
Não ident. 3				

A variação temporal das contribuições relativas (n° total de táxons) das classes taxonômicas nos diferentes rios é apresentada na Figura 12.

No rio Gravataí (Fig. 12), a classe Chlorophyceae apresentou maior riqueza nas amostragens de primavera de 2001 (28-32 táxons/14-17 gêneros). A ordem Chlorococcales predominou, com destaque para os gêneros *Desmodesmus* (6 spp.) e

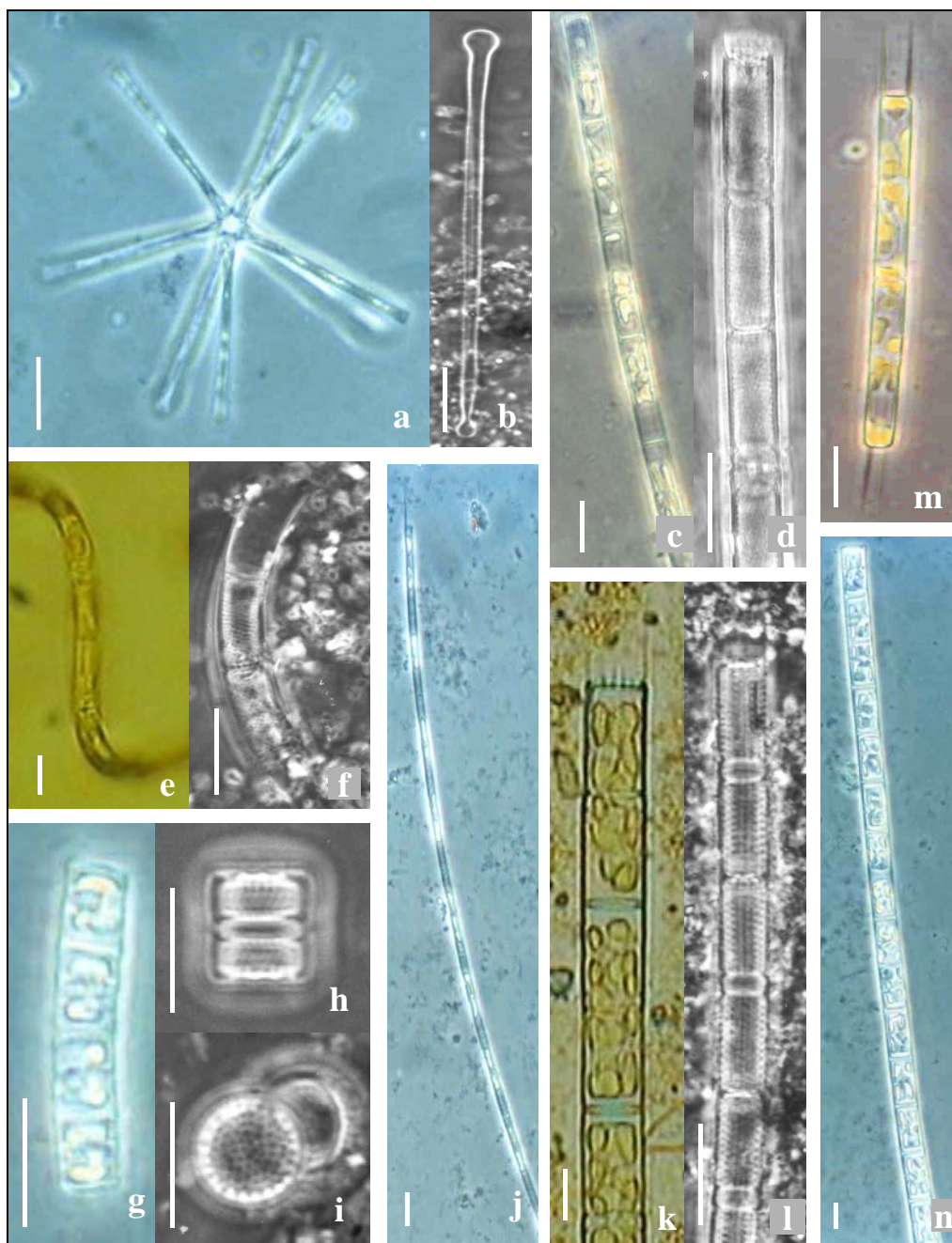


Figura 4. a- *Asterionella formosa* (colônia c/ plasto); b- *A. formosa* (cél. s/ plasto); c- *Aulacoseira ambigua* (c/ plasto); d- *A. ambigua* (s/ plasto), e- *A. ambigua* f. *spiralis* (c/ plasto); f- *A. ambigua* f. *spiralis* (s/ plasto); g- *A. distans* (c/ plasto); h- *A. distans* (cél. s/ plasto); i- *A. distans* (vista apical s/ plasto); j- *A. granulata* var. *angustissima*; k- *A. granulata* (c/ plasto); l- *A. granulata* (s/ plasto); m- *A. herzogii*; n- *Aulacoseira* sp.

Escalas: 5 μm (fotomicrografias h, i); 10 μm (fotomicrografias a-g, j-n).

*As fotomicrografias b, d, f, h, i, k foram feitas de lâminas permanentes.

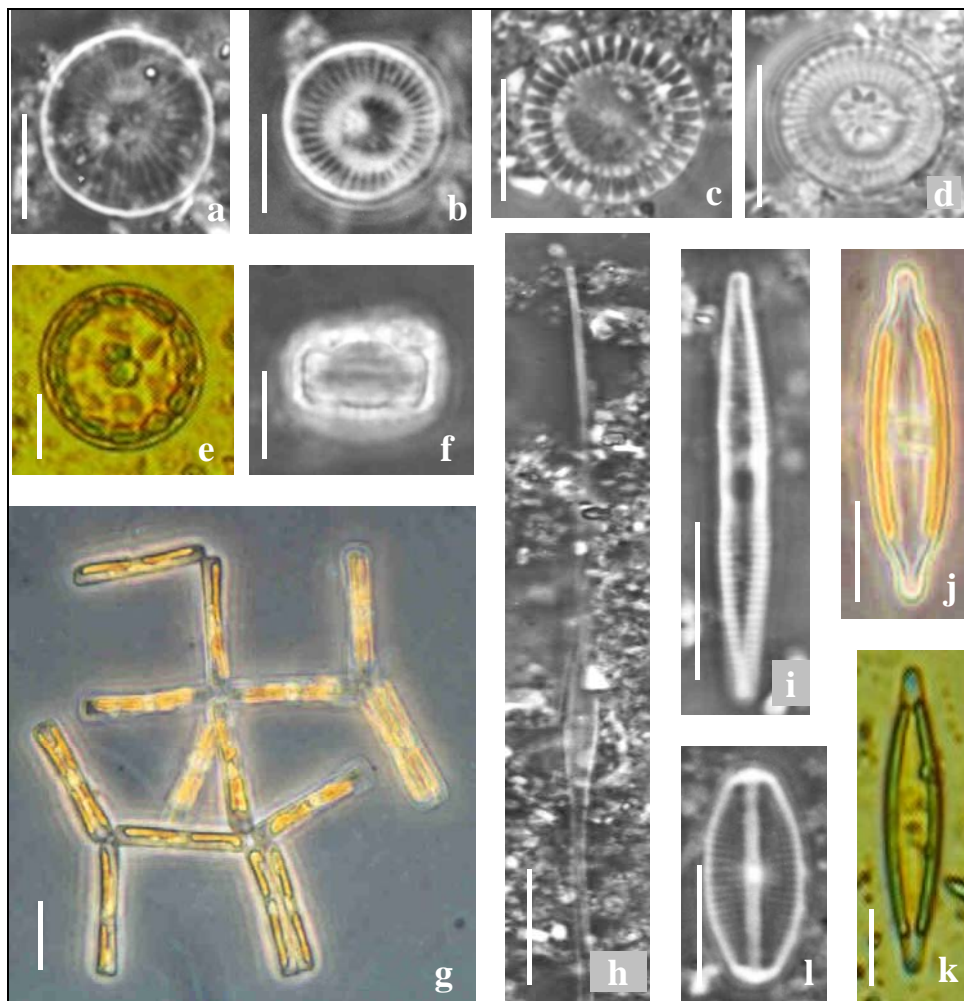


Figura 5. a- *Cyclostephanus dubios*; b- *Cyclotella* cf. *glomerata*; c- *C. meneghiniana*; d- *C. stelligera*; e- *C. striata*; f- *Cyclotella* sp. (vista conectival); g- *Eunotia asterionelloides*; h- *Fragilaria* sp.1; i- *Fragilaria* sp. 2; j- *Frustulia* sp.; k- *Navicula cryptocephalla*; l- *Sellaphora pupula*.
 Escalas: 5 μm (fotomicrografias a, b, f); 10 μm (fotomicrografias c-e, g-l).

*As fotomicrografias a, b, c, d, f, h, i, l foram feitas de lâminas permanentes.

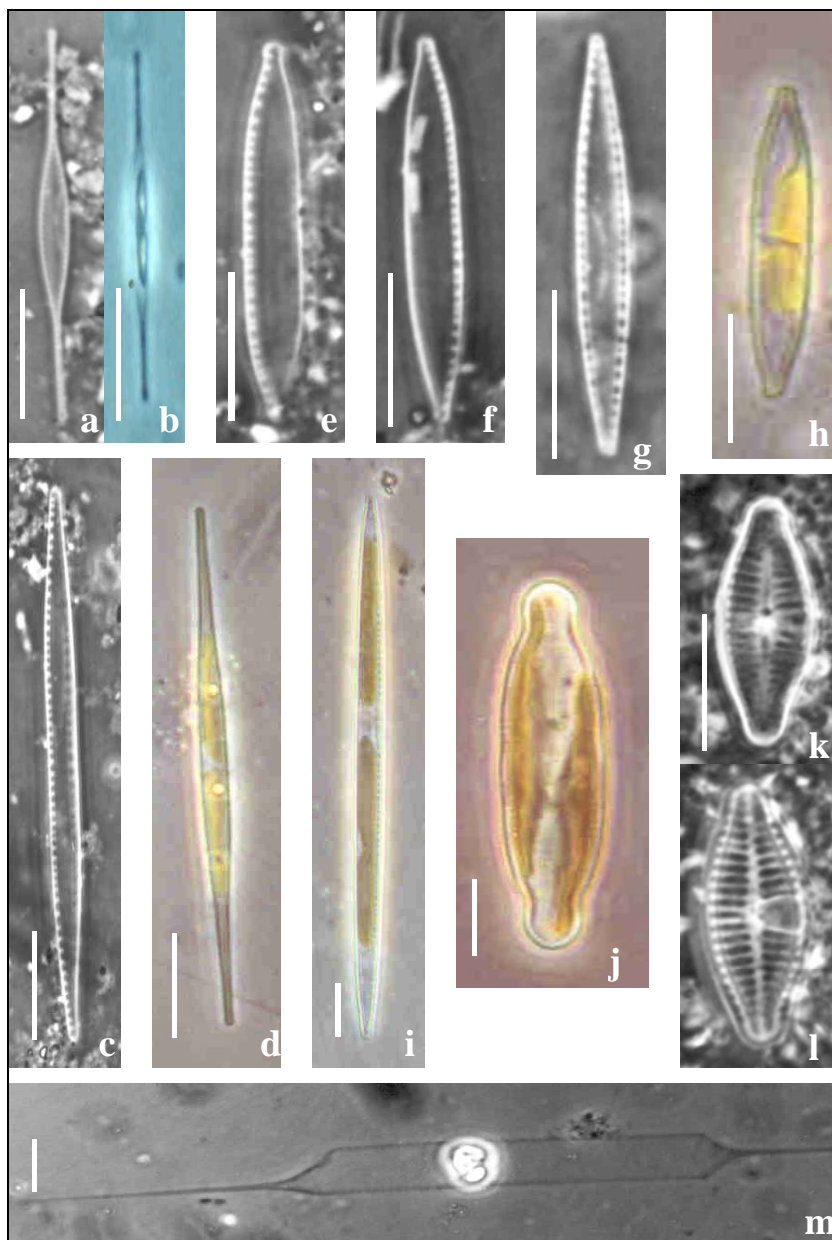


Figura 6. a- *Nitzschia agnewii* (s/ plasto); b- *N. agnewii* (c/ plasto); c- *N. gracilis* (s/ plasto); d- *N. gracilis* (c/ plasto); e- *N. palea*; f- *Nitzschia* cf. *paleaceae*; g- *Nitzschia* sp. 4; h- *Nitzschia* sp. 1; i- *Nitzschia* sp. 7; j- *Pinnularia* sp. 6; k- *Planothidium dubium* (valva c/ rafe); l- *P. dubium* (valva s/ rafe); m- *Urosolenia eriensis* var. *morsa*.

Escalas: 10 μ m.

*As fotomicrografias a, c, e, f, g, k, l foram feitas de lâminas permanentes.

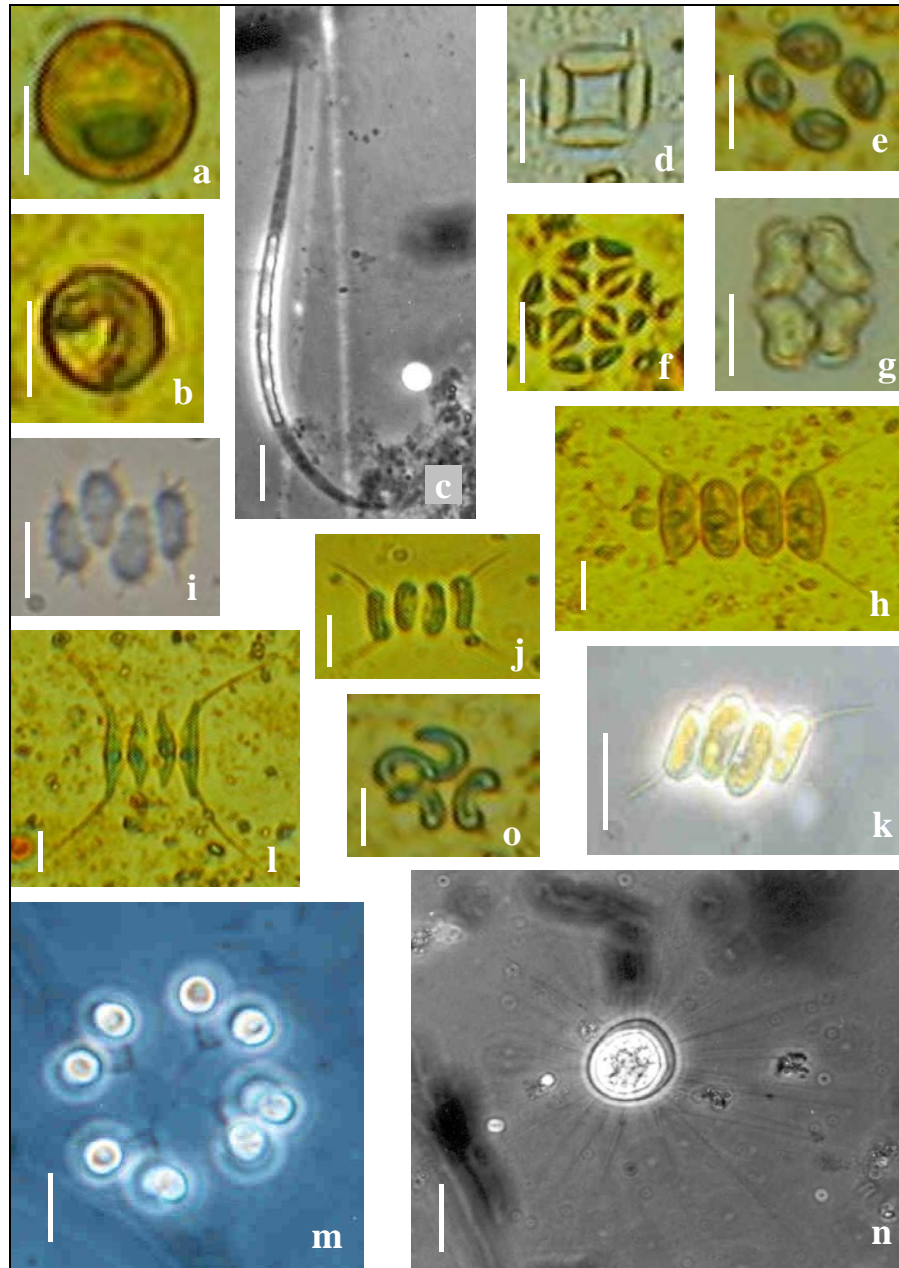


Figura 7. a- *Chlamydomonas* sp. 1; b- *Chlorella vulgaris*; c- *Closteriopsis* sp.; d- *Crucigenia fenestrata*; e- *C. quadrata*; f- *C. tetrapedia*; g- *Crucigeniella pulchra*; h- *Desmodesmus communis*; i- *D. denticulatus*; j- *D. intermedius*; k- *D. intermedius* var. *acutispinus*; l- *D. protuberans*; m- *Dictyosphaerium pulchellum*; n- *Golenkinia radiata*; o- *Kirchneriella contorta*.

Escalas: 5 μm (fotomicrografia b); 10 μm (fotomicrografias a, c-m).

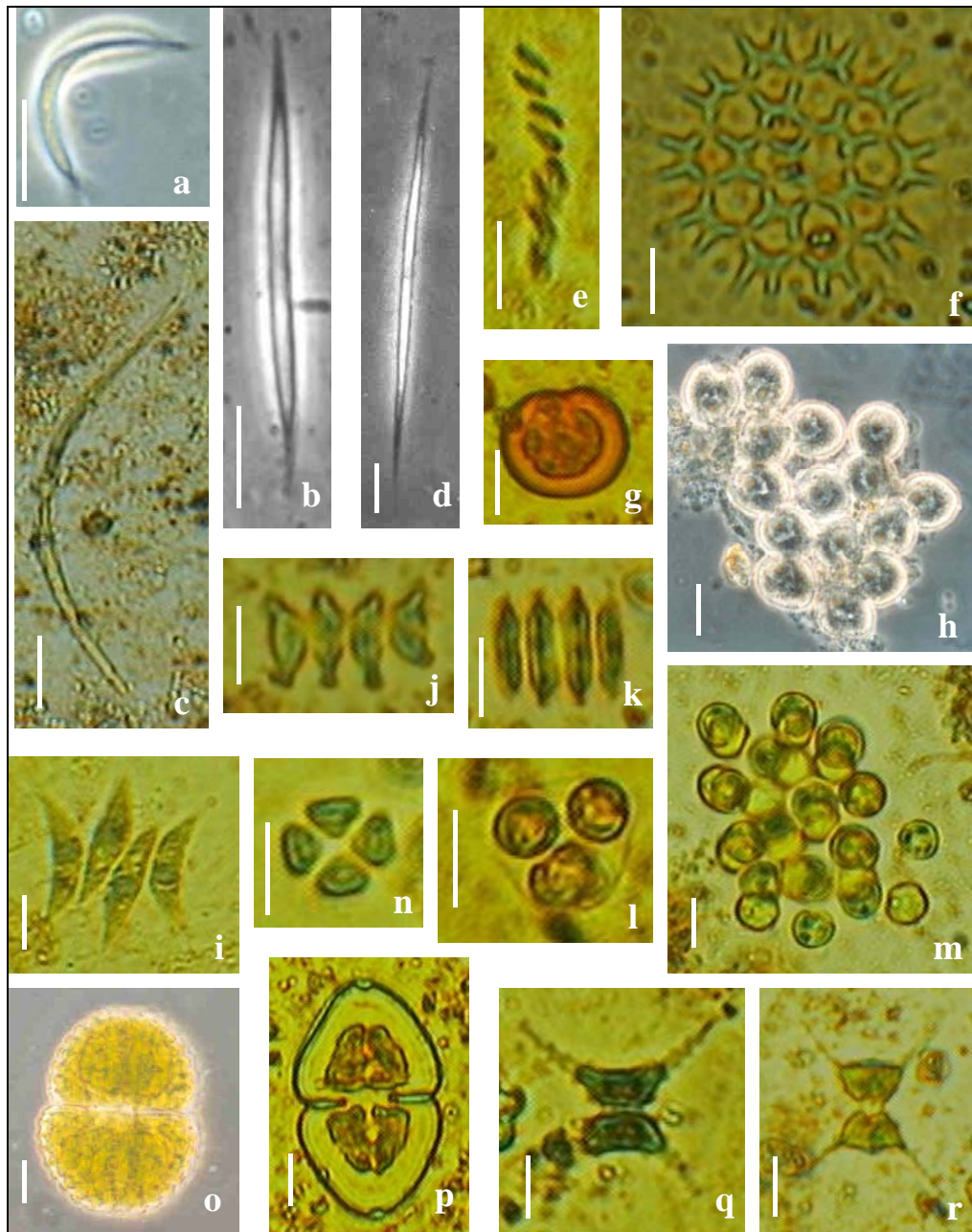


Figura 8. a- *Monoraphidium contortum*; b- *M. griffithii*; c- *M. irregulare*; d- *M. komarkovae*; e- *Neodesmus danubialis*; f- *Pediastrum duplex*; g- *Pteromonas* sp.; h- *Pyrobotrys gracilis*; i- *Scenedesmus dimorphus*; j- *S. producto-capitata*; k- *Scenedesmus* sp. 18; l- *Schizochlamys planctonica*; m- *Sphaerocystis planctonica*; n- *Tetrastrum triangulare*; o- *Cosmarium* sp. 3; p- *Cosmarium* cf. *granatum* ; q- *Staurastrum* sp. 1; r- *Staurodesmus* sp. 2.
Escalas: 10 μ m.

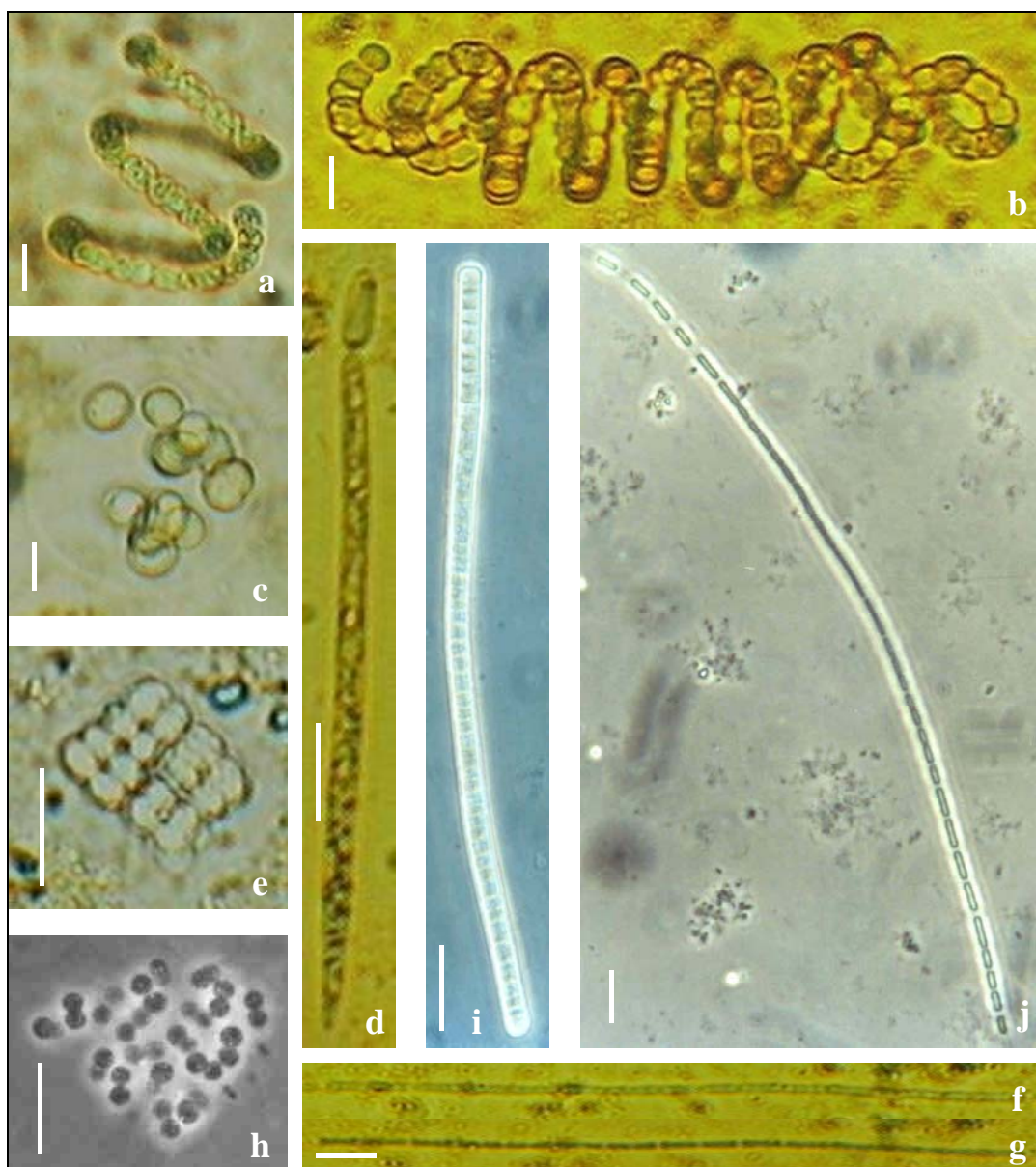


Figura 9. a- *Anabaena* cf. *circinalis*; b- *A. spiroides*; c- *Chroococcus limneticus*; d- *Cylindrospermopsis raciborskii*; e- *Eucapsis* sp.; f/g- *Limnothrix planctonica*; h- *Microcystis aeruginosa*; i- *Phormidium* sp. 1; j- *Planktolyngbya limnetica*.

Escalas: 10 μ m.

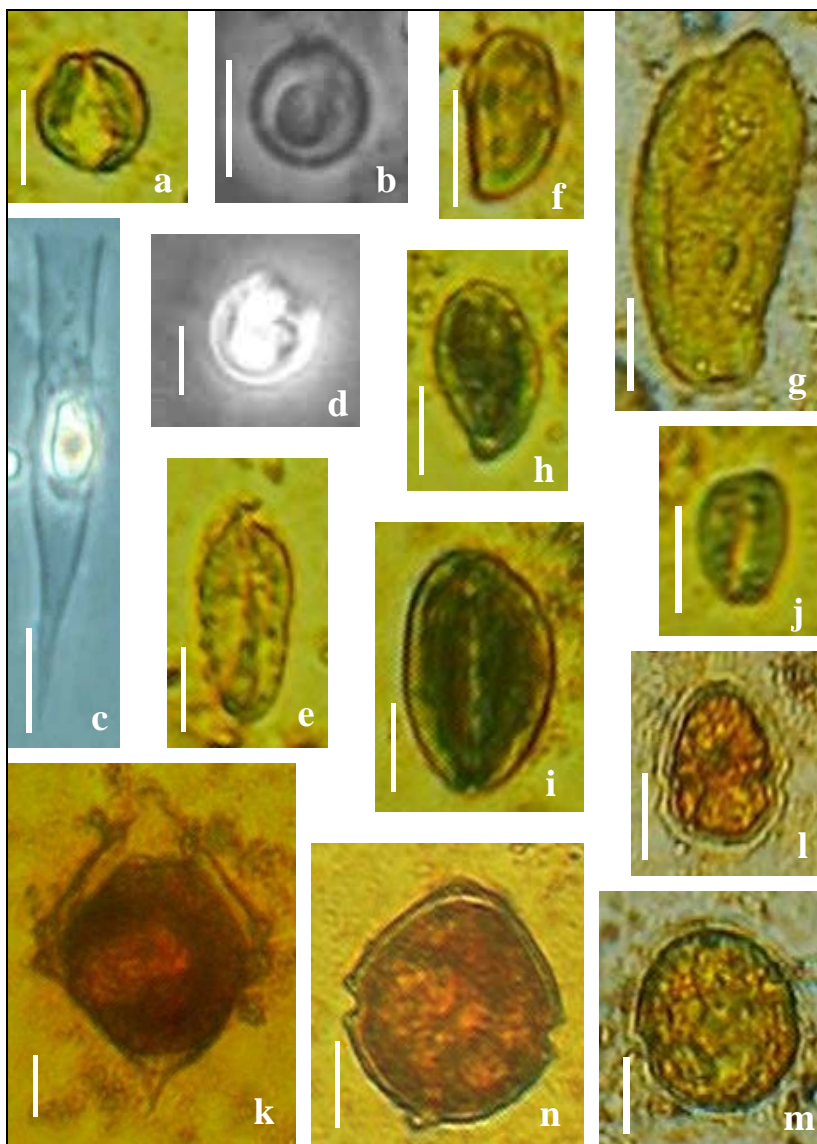


Figura 10. a- *Chromulina* sp. 1; b- *Chrysococcus* sp. 1; c- *Dinobryon cylindricum*; d- *Kephyrion ovale*; e- *Mallomonas* sp. 3; f- *Chroomonas acuta*; g- *Cryptomonas erosa*; h- *C. marssonii*; i- *C. ovata*; j- *C. phaseolus*; k- *Peridinium* cf. *wisconsinense*; l- *Peridinium* sp. 2; m- *Peridinium* sp. 3; n- *Peridinium* sp. 4.

Escalas: 5 μ m (fotomicrografias b, d); 10 μ m (fotomicrografias a, c, e-n).

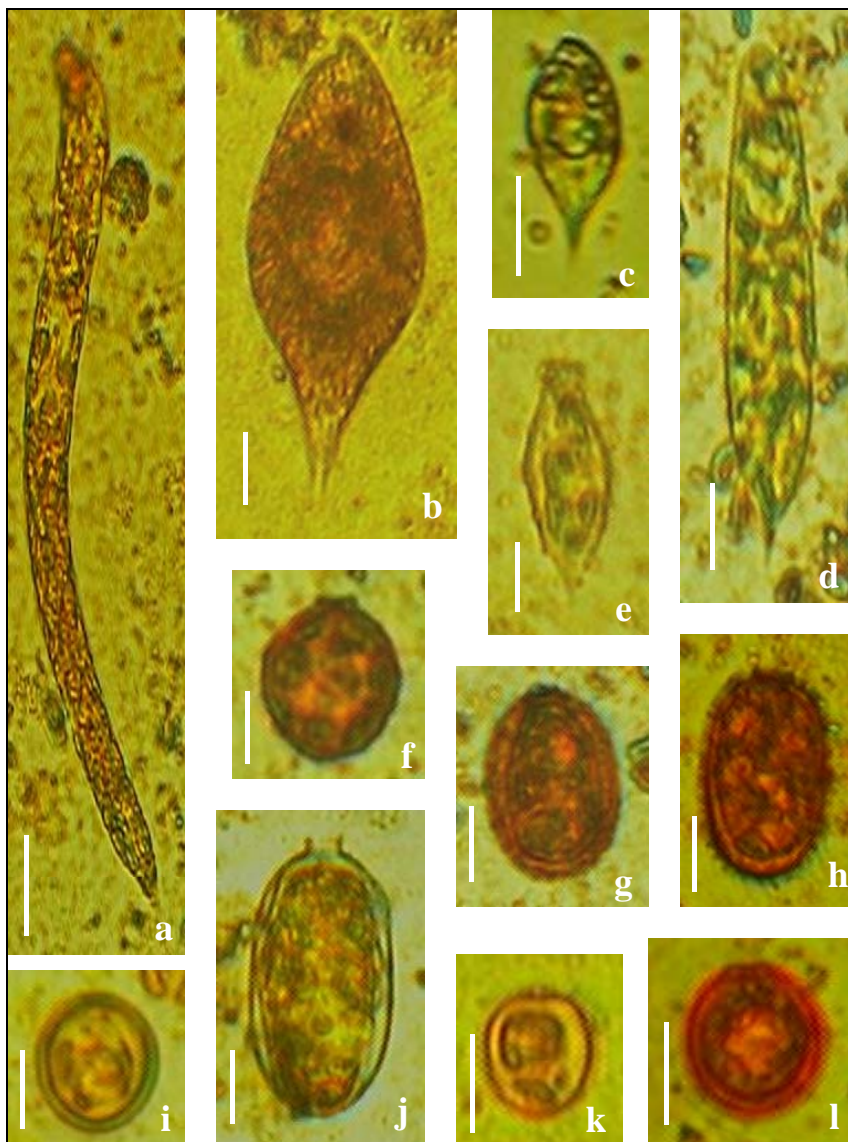


Figura 11. a- *Euglena* cf. *deses*; b- *E.* cf. *splendens*; c- *Euglena* sp. 1; d- *Euglena* sp. 30; e- *Strombomonas* cf. *fluviatilis*; f- *S. scabra*; g- *Trachelomonas* cf. *australica*; h- *T. hispida*; i- *Trachelomonas* sp. 9; j- *Trachelomonas* sp. 10; k- *Trachelomonas* sp. 2; l- *Trachelomonas volvocinopsis*.

Escalas: 10 μ m.

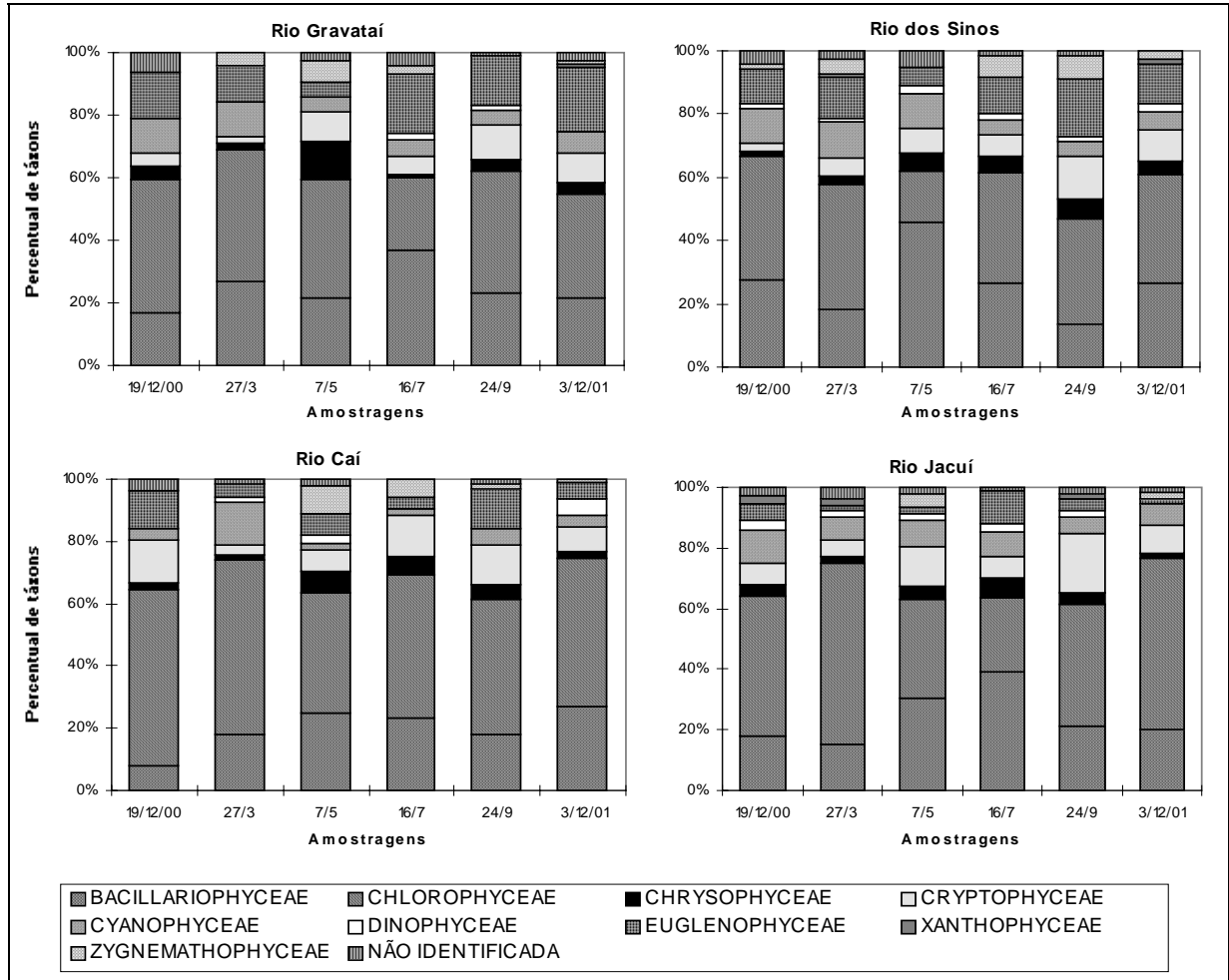


Figura 12. Variação espaço-temporal da contribuição relativa (nº de táxons) das diferentes classes fitoplanctônicas, na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.

Monoraphidium (4-5 spp.). As Bacillariophyceae apresentaram maior riqueza na amostragem de inverno (33 táxons/14 gêneros), onde a ordem Pennales se destacou, principalmente com o gênero *Nitzschia* (10 spp.). A classe Euglenophyceae, foi a mais representativa em riqueza (13-17 táxons/4-6 gêneros), com destaque para o gênero *Euglena* (6-8 spp.), nas amostragens de julho, setembro e dezembro de 2001 (inverno e primavera). Também houve importante contribuição do gênero *Phacus* (4 spp.), na amostragem de inverno (07/2001) e do gênero *Trachelomonas* (3-4 spp.), nas amostragens de primavera (09/2001 e 12/2001). As Cryptophyceae apresentaram-se mais ricas (8-9 táxons/2 gêneros) nas amostragens de primavera de 2001, com predominância do gênero *Cryptomonas* (7 spp.). A classe Cyanophyceae, em geral, apresentou baixa riqueza nas amostragens (média de 4 a 5 táxons), com importante diminuição (2 táxons) na amostragem de outono (05/2001). Apesar da baixa riqueza (1-5 táxons), a classe Chrysophyceae esteve representada em todas as amostragens, principalmente pela espécie *Chrysococcus* sp. 1. As demais classes, também pouco

expressivas neste rio, ficaram na seguinte ordem quanto à riqueza: Zygnematophyceae (1-3 táxons), Dinophyceae (1-2 táxons) e Xanthophyceae (1 táxon). A Xanthophyceae *Isthmochloron variabilis* teve seu único registro neste rio, na amostragem de verão de 2000.

No rio dos Sinos (Fig. 12), também foi constatada maior representatividade das Chlorophyceae, com maior riqueza (28 táxons/13-16 gêneros) nas amostragens de verão (12/2000) e outono (03/2001). Os gêneros *Monoraphidium* (5-6 spp.) e *Desmodesmus* (3-4 spp.), da ordem Chlorococcales, foram predominantes nestes períodos. Na amostragem de maio de 2001 (outono), a riqueza desta classe sofreu expressiva redução (9 táxons/4 gêneros). A classe Bacillariophyceae, apresentou maior riqueza (19-20 táxons/9 gêneros), nas amostragens de verão (12/2000) e primavera (12/2001), com maior diversidade de espécies do gênero *Nitzschia* (4-5 spp.), da ordem Pennales, e dos gêneros *Cyclotella* (3-4 spp.) e *Aulacoseira* (3 spp.), da ordem Centrales. As Euglenophyceae apresentaram maior riqueza (12 táxons/5 gêneros) na amostragem de primavera (09/2001), tendo como principal representante o gênero *Euglena* (8 spp.). Na amostragem de outono (05/2001), as Euglenophyceae foram representadas apenas por duas espécies do gênero *Trachelomonas*. As classes Cyanophyceae e Cryptophyceae tiveram baixa riqueza (em média 5 táxons), na maior parte do período de amostragens; em relação à primeira, o número de táxons aumentou nas amostragens de verão (12/2000) e outono (03/2001) e à segunda, nas amostragens de primavera de 2001 (8-9 táxons). *Merismopedia tenuissima* foi a espécie mais freqüente das Cyanophyceae e as espécies *Cryptomonas marssonii*, *Cryptomonas phaseollus* e *Cryptomonas ovata*, das Cryptophyceae. As Chrysophyceae foram constantes nas amostragens, apesar da baixa riqueza (1-4 táxons), com maior freqüência da espécie *Chrysococcus* sp. 1. A classe Dinophyceae, também esteve representada em todas as amostragens. Dos cinco táxons registrados no total (1 a 2 por amostragem), distribuídos em três gêneros, se destacou o gênero *Gymnodinium* (3 spp.). A espécie *Peridinium* cf. *wisconsinense*, presente na amostragem de dezembro de 2001, teve seu único registro para este rio. As Zygnematophyceae apresentaram baixa riqueza nas amostragens (1-5 táxons/6 gêneros), os maiores valores (4-5 táxons) ocorreram nas amostragens de inverno (05/2001) e primavera (09/2001), nas quais ocorreu a presença do gênero *Mougeotia* (2 spp.). Na amostragem de maio de 2001 não houve registro de espécies para este grupo. A classe Xanthophyceae só esteve presente (1 táxon) nas amostragens de março e dezembro de 2001.

No rio Caí (Fig. 12), as Chlorophyceae apresentaram a maior média de riqueza específica do período (29 táxons), tendo como principais representantes os gêneros

Monoraphidium e *Desmodesmus*, pertencentes à ordem Chlorococcales. Os maiores valores de riqueza (37 táxons/15-20 gêneros) foram registrados nas amostragens de outono (03/12) e primavera (12/2001). A classe Bacillariophyceae apresentou maior riqueza (21 táxons/9 gêneros), na amostragem de dezembro de 2001 (primavera) e, maior frequência das espécies *Nitzschia palea* e *N. paleacea*, da ordem Pennales, e *Aulacoseira distans*, da ordem Centrales. No verão (12/2000), este grupo apresentou expressiva redução em sua riqueza (4 táxons/3 gêneros), sendo superada pelas classes Cryptophyceae (7 táxons/2 gêneros), com predominância do gênero *Cryptomonas* e Euglenophyceae (6 táxons), as quais se mostraram mais ricas (8 táxons) na primavera (09/2001). As Cyanophyceae, com baixa riqueza em geral (1-3 táxons), sofreram uma elevação no número de táxons/gêneros (9) em março de 2001 (outono). A classe Zygnematophyceae, também pouco representativa, mostrou-se mais rica nas amostragens de maio e julho de 2001 (4 e 3 táxons), com destaque para o gênero *Cosmarium* (3 spp.). As Dinophyceae, com registro apenas nas amostragens de março, maio e dezembro de 2001, apresentaram-se mais ricas na primavera (4 táxons).

No rio Jacuí (Fig. 12), a classe Chlorophyceae se destacou quanto à riqueza na maior parte do período, principalmente nas amostragens de dezembro de 2000, março e dezembro de 2001 (31-33 táxons/16-20 gêneros), onde a ordem Chlorococcales predominou com os gêneros *Monoraphidium* e *Desmodesmus*. As Bacillariophyceae apresentaram maior riqueza no inverno de 2001 (29 táxons/14 gêneros), com maior representatividade dos gêneros *Nitzschia* (5 spp.) e *Gomphonema* (3 spp.), da ordem Pennales. Na amostragem de março de 2001 (outono), esta classe sofreu redução em sua riqueza (8 táxons/5 gêneros), destacando-se o gênero *Aulacoseira* (3 spp.), da ordem Centrales. As Cryptophyceae e as Cyanophyceae tiveram baixa riqueza (em média 5 táxons), na maior parte do período de amostragens; em relação à primeira, o número de táxons aumentou nas amostragens de primavera (09/2001) e à segunda, na amostragem de dezembro de 2000 (10 e 8 táxons). *Cryptomonas erosa*, *C. marssonii*, *C. ovata* e *C. phaseollus* foram as espécies mais frequentes das Cryptophyceae e, *Chroococcus* spp. e *Merismopedia tenuissima*, das Cyanophyceae. As Euglenophyceae apresentaram maior riqueza (8 táxons/5 gêneros) na amostragem de inverno (07/2001), tendo como principal representante o gênero *Trachelomonas* (3 spp.). As Chrysophyceae, apesar da baixa riqueza (1-5 táxons), foram constantes nas amostragens, com maior frequência do gênero “*Chrysococcus* e/ou *Kephyrium*”. A classe Dinophyceae, também foi frequente nas amostragens, com exceção de dezembro de 2001. Dos cinco táxons registrados no total (1 a 2 por amostragem), se destacou o gênero *Gymnodinium* (3 spp.). As Xanthophyceae e as

Zygnematophyceae foram pouco representativas nas amostragens (1-2 táxons); a primeira esteve presente nas amostragens de verão (12/2000), outono (03/2001) e primavera (09/2001), nas quais ocorreu a presença do gênero *Ophiocytium* sp. e, a última, somente na amostragem de outono (05/2001), representada por *Closterium gracile* e *Cosmarium* sp. 1.

Em síntese, em todos os rios, na maioria das amostragens, a classe Chlorophyceae apresentou a maior contribuição relativa em número de táxons. Este grupo só foi superado pelas Bacillariophyceae, na amostragem de inverno (07/2001), nos rios Gravataí e Jacuí e, na amostragem de outono (05/2001), no rio dos Sinos. Em geral, a classe Bacillariophyceae foi a segunda melhor representada no período, com exceções, na amostragem de primavera (09/2001), no rio dos Sinos, onde cedeu o lugar para as Euglenophyceae e, na amostragem de verão (12/2000), no rio Caí, onde foi superada pelas Cryptophyceae e Euglenophyceae respectivamente.

Chlorophyceae e/ou Bacillariophyceae também têm sido classes dominantes, em número de táxons, na composição de diversos rios de regiões temperadas, tropicais e subtropicais. Podemos citar os rios Sacramento (Greenberg, 1964), Nilo (Talling & Rzóska, 1967), Thames (Lack, 1971), Mississipi (Baker & Baker, 1979), Orinoco (Lewis, 1988), Paraná (Schiaffino, 1977; Train & Rodrigues, 1997) e Prata (Gómez & Bauer, 2000).

A comunidade fitoplanctônica na foz dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí demonstrou ser composta por várias classes taxonômicas e um número elevado de espécies. A alta riqueza e a alta diversidade estão, provavelmente, associadas à presença de reservatórios e/ou banhados no curso superior desses rios, bem como das áreas úmidas da planície de inundação do delta do Jacuí, no curso inferior. Esses ambientes constituem importantes fontes de organismos, incluindo os fitoplanctônicos, para os referidos rios. As espécies mais representativas, muitas comuns nesses rios, são consideradas por Palmer (1969), Sladeczek (1973) e Patrick & Palavage (1994) como tolerantes à poluição química e orgânica.

Referências Bibliográficas

- Allan, J. D. 1995. **Stream Ecology: Structure and function of running waters.** Netherlands, Kluwer Academic Publishers. 388 p.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 3 - Oscillatoriales. **Arch. Hydrobiol. Suppl., 80** (Algological Studies **50-53**): 327-472.

- Anton, A. & Duthie, H. C. 1981. Use of cluster analysis in the systematics of the algal genus *Cryptomonas*. **Can. J. Bot.**, **59**: 992-1002.
- Baker, A. L. & Baker, K. K. 1979. Effects of temperature and current discharge on the concentration and photosynthetic activity of the phytoplankton in the upper Mississippi River. **Freshwater Biol.** **9**: 191-198,
- Bourrelly, P. 1968. **Les Algues d'eau douce - algues jaunes et brunes**. Paris, Ed. N. Boubée & Cie. 438 p.
- Bourrelly, P. 1970. **Les Algues d'eau douce - algues blues et rouges**. Paris, Ed. N. Boubée & Cie. 512 p.
- Bourrelly, P. 1972. **Les Algues d'eau douce - algues vertes**. Paris, Ed. N. Boubée & Cie. 569 p.
- Cushing, C. E. 1964. Plankton and water chemistry in the Montreal River lake-stream system, Saskatchewan. **Ecology** **45**: 306-313.
- Desikachary, T. V. 1959. **Cyanophyta**. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research. 686 p.
- Fortes, D. F.; Torgan, L. C. & Silva Júnior, A. 2003. Composição e variação sazonal do fitoplâncton (Chlorophyta - Chlorococcales s. l.) próximo à foz do rio dos Sinos, em área pertencente ao Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica** **58** (1): 103-129.
- Franceschini, I. M. 1992. **Algues d'eau douce de Porto Alegre, Brésil (les Diatomophycees exclues)**. Berlin, J. Cramer. 73 p.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In: Rabenhorst, L. **Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz**. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft. Ed.14, Auf.2, 1996 p.
- Germain, H. 1981. **Flore des Diatomées-Diatomophycées**. Paris, Société Nouvelle des Éditions Boubée. 444 p.
- Gómez, N. & Bauer, D. E. 2000. Diversidad fitoplanctonica em la franja costera sur del rio de la Plata. **Biología Acuática**, **19**: 7-26.
- Greenberg, A. E. 1964. Plankton of the Sacramento River. **Ecology**, **45**: 40-49.
- Hegewald, E. 2000. New combinations in the genus *Desmodesmus* (Chlorophyceae, Scenedesmaceae). *Algol. Studies*, **96**: 1-18.
- Hoeck, C. V. Den.; Mann, D. G. & Jahns, H. M. 1995. **Algae: An introduction to**

- phycology**. Cambridge, Cambridge University, 627 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1941. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Chrysophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 2, 365 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1942. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Diatomeen). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 2, p. 549 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1955. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Euglenophyceen). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 4, 606 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1961. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Chlorophyceae - Volvocales). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 5, 744 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1968. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 3, 322 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1982. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Conjugatophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 8, 543 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1983. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Chlorophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 7, 1044 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae: Naviculaceae, 1 In: **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer. 876 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae: Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 2 In: **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer. 596 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 3. In: **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer. 576 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae: Achnanthaceae, 4. In:

- Süsswasserflora von Mitteleuropa.** Stuttgart, Gustav Fischer. 437 p.
- Lack, T. J. 1971. Quantitative studies on the phytoplankton of the Rivers Thames and Kennet at Reading. **Freshwater Biol** **1**: 213-224.
- Lewis, W. M. 1988. Primary production in the Orinoco River. **Ecology** **69**: 679-692.
- Oliveira, M. De L. A. A. de & Porto, M. L. 1999. Ecologia de paisagem do Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil: mapa de cobertura do solo e da vegetação, a partir de imagem do LANDSAT TM5. **Iheringia, Série Botânica** **52**: 145-162.
- Palmer, G. M. 1969. A composite rating of algae tolerating organic pollution. **J. Phycol.** **5**: 78-82.
- Parra, O. O.; Gonzales, M. & Dellarossa, V. 1983. **Manual taxonômico del fitoplancton de aguas continentales** (Con especial referencia al fitoplancton de Chile). Chlorophyceae. Universidade de Concepcion, Concepcion, v.5, partes 1-2, 353 p.
- Patrick, R. & Palavage, D. M. 1994. The value of species as indicators of water quality. Philadelphia, **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia** **145**: 55-92.
- Philipose, M. T. 1967. **Chlorococcales.** New Dehli, Council of Agricultural Research. 365 p.
- Popovsky, J. & Pfiester, L. A. 1990. **Dinophyceae.** In: Ettel, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Mollenhauer, D. **Süsswasserflora von Mitteleuropa.** Stuttgart, G. Fischer Verlag, v. 6, 272 p.
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1971. **O rio Guaíba: suas características físico-químicas e biológicas.** Porto Alegre, n. p. (relatório DMAE)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1972a. **O rio Guaíba: suas características físico-químicas e biológicas.** Porto Alegre, n. p. (relatório DMAE)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1972b. **O Rio Gravataí: suas características físico-químicas e biológicas; suas indústrias e seus resíduos.** Porto Alegre, 77 p. (relatório DMAE, 05)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1973. **O rio Guaíba e seus contribuintes: o plâncton e os bentos.** Porto Alegre, 283 p. (relatório DMAE, 06)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1974a. **O rio Guaíba - suas características físico-químicas e biológicas.** Porto Alegre, 128 p. (relatório DMAE, 12)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1974b. **Ocorrência de superpopulação de**

- organismos planctônicos no rio Guaíba e afluentes.** Porto Alegre, 26 p. (relatório DMAE, 11)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1974c. **As águas do Rio Jacuí.** Porto Alegre, 105 p. (relatório DMAE, 14)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1975a. **Distribuição fitoplanctônica nas águas da região metropolitana de Porto Alegre.** Porto Alegre, 57 p. (relatório DMAE, 19)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1975b. **Qualidade da água do Rio dos Sinos.** Porto Alegre, 108 p. (relatório DMAE, 16)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1976. **As águas do Rio Caí.** Porto Alegre, 51 p. (relatório DMAE, 22)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1978. **O rio Guaíba - suas características físico-químicas e biológicas.** Porto Alegre, 359 p. (relatório DMAE, 27)
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1981a. **O Rio Gravataí: suas características físico-químicas e biológicas** Porto Alegre, 101 p. (relatório DMAE, 34).
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1981b. **Qualidade sanitária do Rio dos Sinos.** Porto Alegre, 77 p. relatório (relatório DMAE, 33).
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1981c. **As águas do Rio Caí.** v.2 Porto Alegre, 77 p. (relatório DMAE, 35).
- Porto Alegre - DMAE, Prefeitura Municipal. 1981d. **As águas do Rio Jacuí.** v.2 Porto Alegre, 65 p. (relatório DMAE, 36)
- Rosa, Z. M.; Torgan, L. C.; Lobo, E. A. & Herzog, L. A.W. 1988. Análise da estrutura de comunidades fitoplanctônicas e de alguns fatores abióticos em trecho do Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 2 (1-2): 31-46.
- Schiaffino, M. 1977. Fitoplancton del rio Parana. i. sus variaciones en relacion al ciclo hidrológico en cauces secundarios de la llanura aluvial. **Physis, Sección B** 36 (92): 115-125.
- Schoeman, F. R. 1973. **A systematical and ecological study of the diatom flora of Lesotho with special reference to the water quality.** Pretoria, V. & R. Printers. 355 p.
- Sladeczek, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. **Archiv für Hydrobiologie** 7: 1-218.
- Sournia, A. (Ed.) 1978. **Phytoplankton Manual.** Paris, UNESCO (United Nations

- Educational, Scientific and Cultural Organization). 337 p. (Monographs on oceanographie methodology, 6).
- Talling, J. F. & Rzóska, J. 1967. The development of plankton in relation to hydrological regime in the Blue Nile. **J. Ecol.** **55**: 637-662.
- Torgan, L. C. 1989. Floração de algas: composição, causa e conseqüências. **Ínsula** **19**: 15-34 (Suplemento).
- Torgan, L. C.; Fortes, D. F. & Nunes, M. 2001. **Diagnóstico da ficoflora e de condições físicas, químicas e microbiológicas da água na foz dos rios constituintes do Parque Estadual Delta do Jacuí.** (Relatório final)
- Torgan, L. C.; Menegheti, J. O. & Silva, S. M. A. da 1979. Contribuição ao estudo do fitoplâncton do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. pp. 141-150. In: **Anais do XXX Congresso Nacional de Botânica**, Campo Grande, MS, 1979. Sociedade de Botânica do Brasil, São Paulo.
- Train, S. & Rodrigues, L. C. 1997. Distribuição espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica. In: Vazzoler, A. E. A. M.; Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. (Eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.** Maringá, EDUEM, p. 105-116.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativem Phytoplankton-Methodik. **Mitteilung Internationale Vereinigung für Theoretische and Angewandte Limnologie** **9**: 1-38.

CAPÍTULO 3

ESTUDO COMPARATIVO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E SUA RELAÇÃO COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA FOZ DOS RIOS DO DELTA DO JACUÍ, RS, BRASIL.

RESUMO

Este estudo teve por objetivo comparar a estrutura da comunidade fitoplanctônica determinada pelos atributos densidade, riqueza, diversidade específica e uniformidade, entre a foz dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí e verificar sua relação com variáveis físicas, químicas, bacteriológicas e hidrológicas, em um ciclo anual. Amostragens sazonais foram realizadas na subsuperfície da água, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001. Os resultados demonstraram a ocorrência de um gradiente decrescente de eutrofização e saprobidade dos rios, na seguinte seqüência: rio Gravataí, rio dos Sinos, rio Caí e rio Jacuí. A temperatura da água e o nível fluviométrico foram os principais fatores determinantes da variação da densidade e riqueza do fitoplâncton e demonstraram um comportamento sazonal semelhante nos rios. Em geral, o incremento da densidade fitoplanctônica esteve relacionado ao período de águas baixas, com temperaturas da água mais elevadas. A riqueza específica apresentou algumas variações significativas entre os rios, estando provavelmente, associada às diferenças químicas entre eles. Apesar das diferentes condições de trofia entre a foz dos rios do delta do Jacuí, a comunidade fitoplanctônica apresentou alta riqueza e diversidade específica e esteve composta em grande parte por organismos resistentes e/ou adaptados às condições ambientais destes rios.

Palavras-chave: fitoplâncton, estrutura da comunidade, variáveis ambientais, foz de rios.

ABSTRACT

(Comparative study of the phytoplanktonic community structure and its relationship with environmental variables in the mouths of the rivers of Jacuí delta, RS, Brazil.)

This study aimed to describe the phytoplanktonic community structure, determined by the density, richness, specific diversity and evenness attributes among the mouths of the Gravataí, Sinos, Caí and Jacuí rivers of Jacuí delta. It also aimed to verify its relationship with physical, chemical, bacteriological and hydrological variables during one annual cycle.

Seasonal samples were collected in the sub-surface water from December 2000 to December 2001. The results demonstrated the occurrence of an eutrophic decreasing gradient of the rivers in this sequence: Gravataí, Sinos, Caí and Jacuí. Water temperature and fluvimetric level of the rivers were the main factors determining the variations in density and richness of the phytoplankton, they demonstrated a similar seasonal behavior in the rivers. In general, the phytoplankton density increment was related with both the period of low water, and higher temperatures. Species richness presented some significant variations among the rivers, being probably associated with chemical differences amongst them. Despite the different trophic conditions of the lower courses of the rivers forming the Jacuí delta the phytoplanktonic community presented high richness and specific diversity. The community was mostly composed by organisms resistant and adapted to the environmental conditions of these rivers.

Key words: phytoplankton, community structure, environmental variables, river-mouths.

Introdução

A Bacia Hidrográfica do lago Guaíba é a região hidrográfica mais importante e também com situação ambiental mais crítica no Estado do Rio Grande do Sul, pois encontra-se na Região Metropolitana de Porto Alegre, onde se concentra mais da metade da população gaúcha e o maior número de indústrias do Estado.

Segundo Schwarzbald (2000), os rios são sistemas muito abertos, formados por elementos bióticos e abióticos interatuantes, onde o limite é a própria bacia hidrográfica, como fronteira de entradas e saídas. De acordo com Neiff (1990), os rios são sistemas em permanente desequilíbrio, onde a variabilidade temporal é dependente das entradas e saídas de energia e materiais em distintos sítios da bacia hidrográfica e das oportunidades combinatórias das populações na mesma para ajustar sua distribuição e abundância.

O “gradiente fluvial” envolve mudanças longitudinais no metabolismo da comunidade e na diversidade biótica desde as cabeceiras até a foz. Quando os rios atingem o nível de planícies de inundação e deltas, tornam-se muitas vezes, extremamente férteis (Odum, 1988).

O delta do Jacuí, planície de inundação integrante da bacia do lago Guaíba, é formado pela confluência dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí, os quais em seu curso inferior são considerados rios de planície, tornando-se ambientes favoráveis ao desenvolvimento de populações fitoplanctônicas (Torgan, 1989). O fitoplâncton é um importante componente da biocenose de sistemas límnicos, pois além de ser responsável pela produtividade primária,

reflete os impactos antrópicos.

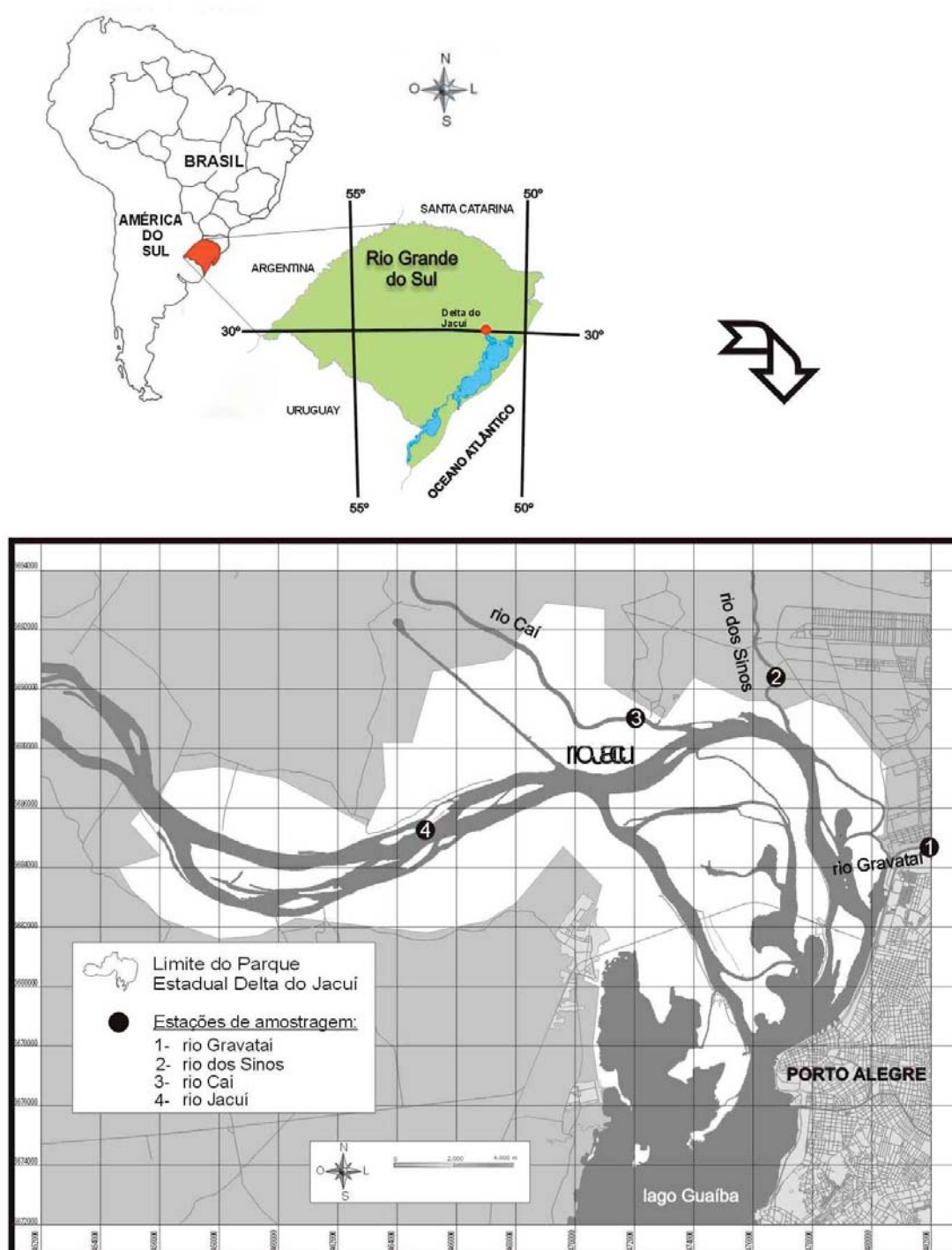
No Estado, estudos que abordam a comunidade fitoplanctônica em nível de espécie, são os de Torgan *et al.* (1979), que trata da avaliação das populações fitoplanctônicas no rio Caí, no trecho de influência do III Pólo Petroquímico, no período de outubro de 1977 a janeiro de 1978 e o de Rosa *et al.* (1988), que apresenta informações sobre a estrutura da comunidade, no trecho médio do rio Jacuí em julho de 1986, com o objetivo de constatar a influência da área de mineração sobre a qualidade da água do rio. No ano de 1998, através do Programa para o desenvolvimento racional, recuperação e gerenciamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Guaíba (Pró-Guaíba), foi efetuado um diagnóstico preliminar da composição, densidade e diversidade da fitoflora e das condições físicas, químicas e microbiológicas da água na foz dos rios constituintes do Parque Estadual Delta do Jacuí por Torgan *et al.* (2001), com vistas à elaboração de um plano de manejo e preservação.

O objetivo deste trabalho foi comparar a estrutura da comunidade fitoplanctônica entre a foz dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí e, verificar sua relação com as variações ambientais registradas nesses subsistemas, em um ciclo anual.

Material e métodos

No período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001, foram realizadas seis amostragens sazonais (verão - dezembro/2000; outono - março e maio/2001; inverno - julho/2001 e primavera - setembro e dezembro/2001), em estações georeferenciadas localizadas a cerca de 2 a 5 km da foz dos rios Gravataí (482946 UTM 6684785), Sinos (476839 UTM 6690371), Caí (471878 UTM 6689028) e Jacuí (465478 UTM 6685328) (Fig. 1).

Medidas de pH, temperatura, transparência e condutividade elétrica da água foram obtidas no próprio local da coleta e as análises químicas (alcalinidade, oxigênio dissolvido, DBO₅, nitrato, nitrito, fosfato-total, nitrogênio amoniacal, sílica e matéria orgânica) e bacteriológicas (coliformes fecais e totais) foram efetuadas no laboratório, de acordo com APHA (1992). Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos através do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) (Anexo 1) e os de nível fluviométrico junto à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) (Anexo 2). As amostras de material fitoplanctônico foram coletadas com frascos e fixadas com solução de lugol neutro (Sournia, 1978).



Elaborado pelo Laboratório de Geoprocessamento / MCN - FZB / RS

Figura 1. Localização das estações de amostragem na foz dos rios do delta do Jacuí.

As análises de riqueza e densidade (ind./mL) da comunidade fitoplanctônica, foram realizadas através da observação e quantificação de alíquotas de 10mL, em câmeras de sedimentação (Utermöhl, 1958), seguindo-se o critério de eficiência amostral segundo Pappas & Stoermer (1996). Nas quantificações onde não foi possível obter eficiência amostral acima

de 70% foi observado o critério de Cain & Castro (1959). A estimativa de abundância e dominância das espécies foi obtida de acordo com o critério de Lobo & Leighton (1986).

Para identificação das espécies utilizou-se as obras de Bourrelly (1968, 1970, 1972), Desikachary (1959), Geitler (1932), Germain (1981), Huber-Pestalozzi (1941, 1942, 1955, 1961, 1968, 1982, 1983), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Parra *et al.* (1983), além de artigos especializados. A classificação dos táxons em nível de Classe, foi baseada em Hoeck *et al.* (1995).

A diversidade específica (Índice de Shannon-Wiener) e a uniformidade (Índice de Equidade de Pielou) foram obtidas através do programa Divers (Smith, 1993). Para estabelecer as relações entre a comunidade fitoplanctônica e as variáveis ambientais foram utilizadas as análises de agrupamento (*cluster*) e de Correspondência Canônica (ACC), através do programa PC ORD (versão 4). Na matriz das variáveis ambientais utilizada para a análise de agrupamento foram incluídos os dados de temperatura, transparência, pH, condutividade, alcalinidade, MO, DBO₅, OD, fosfato-total, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, sílica e de coliformes fecais (Anexo 3). Para a realização da Análise de Correspondência Canônica (ACC), foram utilizadas todas as variáveis ambientais citadas anteriormente com o acréscimo dos dados de nível fluviométrico, riqueza específica e densidade total do fitoplâncton, sendo essas variáveis subdivididas em quatro matrizes com as quais foram executados quatro “sets” de ACC para cada rio (Anexo 4). Na matriz de dados bióticos foram utilizadas somente as espécies abundantes com densidade acima do valor médio, totalizando 57 espécies (Anexo 5).

Resultados e discussão

Variáveis climáticas e hidrológicas

Os rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí apresentaram um padrão semelhante de variação das temperaturas do ar e da água superficial no período de estudo. As temperaturas máximas da água na foz dos rios (25 a 27,3 °C) foram registradas no verão e as mínimas (13,3 a 14,8 °C) no inverno, limites coerentes com o clima subtropical desta região (Fig. 2 e Tab. I).

Os dados de precipitação pluviométrica e de nível fluviométrico, obtidos em estações à montante da foz dos rios (Anexos 1 e 2), refletem a variação hidrométrica sazonal destes subsistemas. Os períodos de chuva encontram-se distribuídos durante todo o ano (Fig. 3).

Quanto aos níveis fluviométricos dos rios, referentes aos dias de coleta, observou-se

que os maiores valores ocorreram no período de outono/inverno, principalmente na coleta

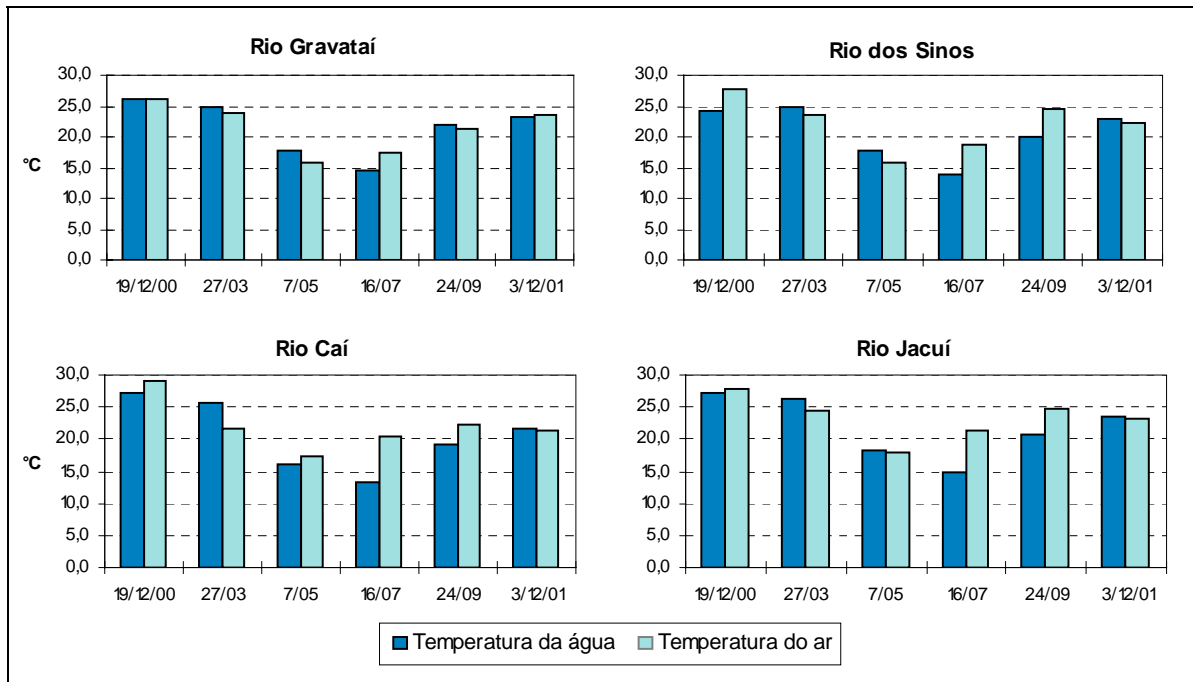


Figura 2. Variação espaço-temporal das temperaturas do ar e da água superficial (°C) na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.

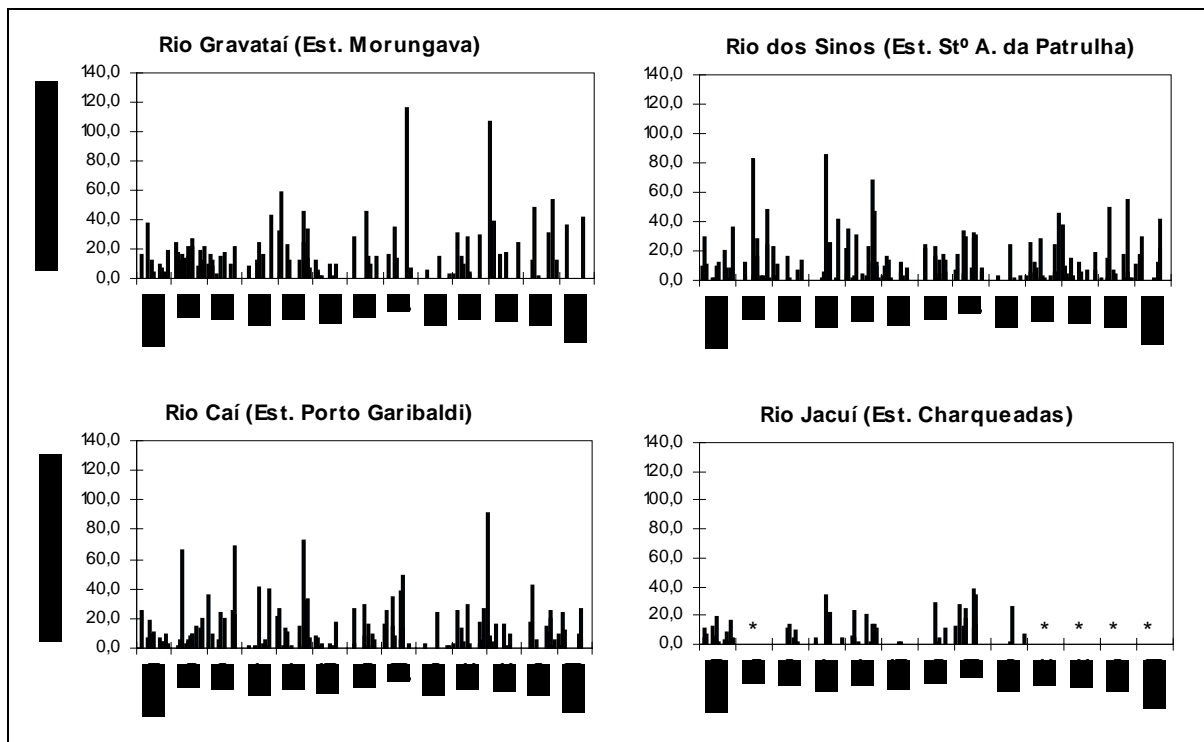


Figura 3. Variação da precipitação pluviométrica diária (mm) em estações à montante da foz dos rios formadores do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.

Fonte: ANA. (*Dados inexistentes)

realizada no mês de maio, a qual foi antecedida pelo alto índice pluviométrico do mês de abril. Os valores mais baixos foram registrados nas coletas de primavera e verão. A relação

direta entre pluviosidade e fluviosidade caracterizou, relativamente, o período de outono/inverno como de águas altas e o de primavera/verão como de águas baixas (Fig. 3 e 4; Anexos 1 e 2).

Os rios em sua foz apresentaram, em geral, baixa transparência. As transparências médias registradas foram de 0,30m para o rio Gravataí, 0,33m para o rio dos Sinos, 0,36m para o rio Caí e 0,34m para o rio Jacuí (Tab. I). No rio Gravataí, foram registradas as menores transparências, principalmente no verão, quando o nível da água também se encontrava mais baixo. Porém, quando o nível da água se elevou, a transparência alcançou o valor máximo de 0,45m, provavelmente, ocasionado pela diluição do material em suspensão na água. A relação direta entre o nível fluviométrico e a transparência pode ser observada em rios de baixa e média vazão como os rios Gravataí, Sinos e Caí. No rio Jacuí, por ser um rio de grande caudal, não foi observada esta relação (Fig. 4).

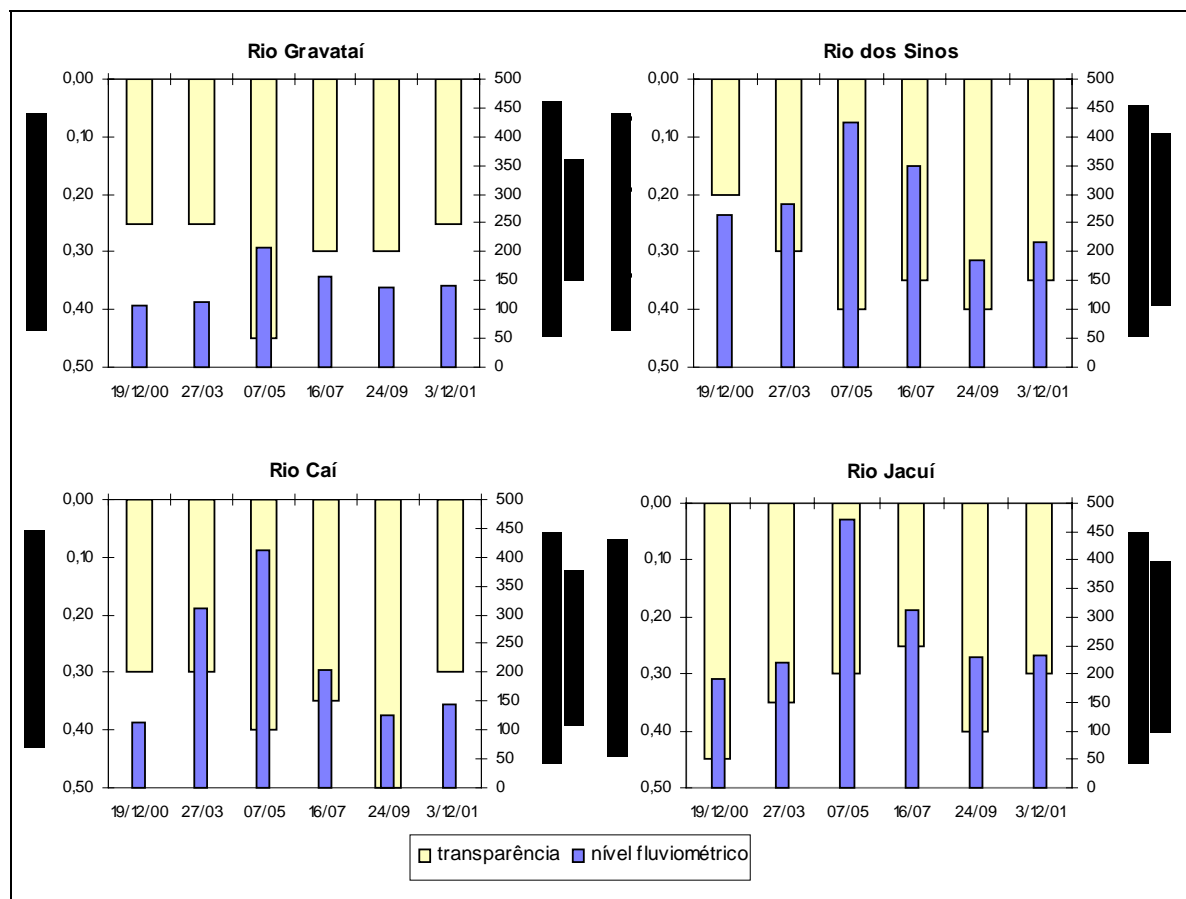


Figura 4. Variação da transparência da água (m) nas estações de amostragem e do nível fluviométrico (mm) nas estações à montante* da foz dos rios formadores do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001. *Fonte: CPRM.

Carvalho (1999) em estudo limnológico realizado nos rios formadores do delta do Jacuí, afirma que em ecossistemas alterados por despejos de efluentes as concentrações de

nutrientes e compostos tendem a ser mais elevadas nos períodos de menor precipitação, ocorrendo o inverso em pluviosidades maiores, devido à diluição. Por outro lado, a precipitação pluviométrica pode provocar drenagem superficial com transporte de sólidos, que junto com o material dissolvido e o plâncton provoca a diminuição da transparência da água, fato observado na foz do rio Jacuí, no período de águas altas.

Variáveis físicas, químicas e bacteriológicas

A condutividade elétrica é um parâmetro que somente pode ser utilizado para comparar resultados de uma mesma bacia hidrográfica, de geologia única e dos efeitos cumulativos da drenagem superficial e da influência antrópica nessas áreas (Schwarzbold, 2003).

Não ocorreu um padrão semelhante de variação de condutividade elétrica entre a foz dos quatro rios (Fig. 5). A condutividade elétrica média registrada nos rios Gravataí (131,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e Sinos (118,7 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) foi bem mais elevada em comparação aos valores médios registrados nos rios Caí (78,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e Jacuí (58,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Tab. I). Tanto o rio Gravataí como o rio dos Sinos recebem altas cargas de efluentes industriais e domésticos, resultando

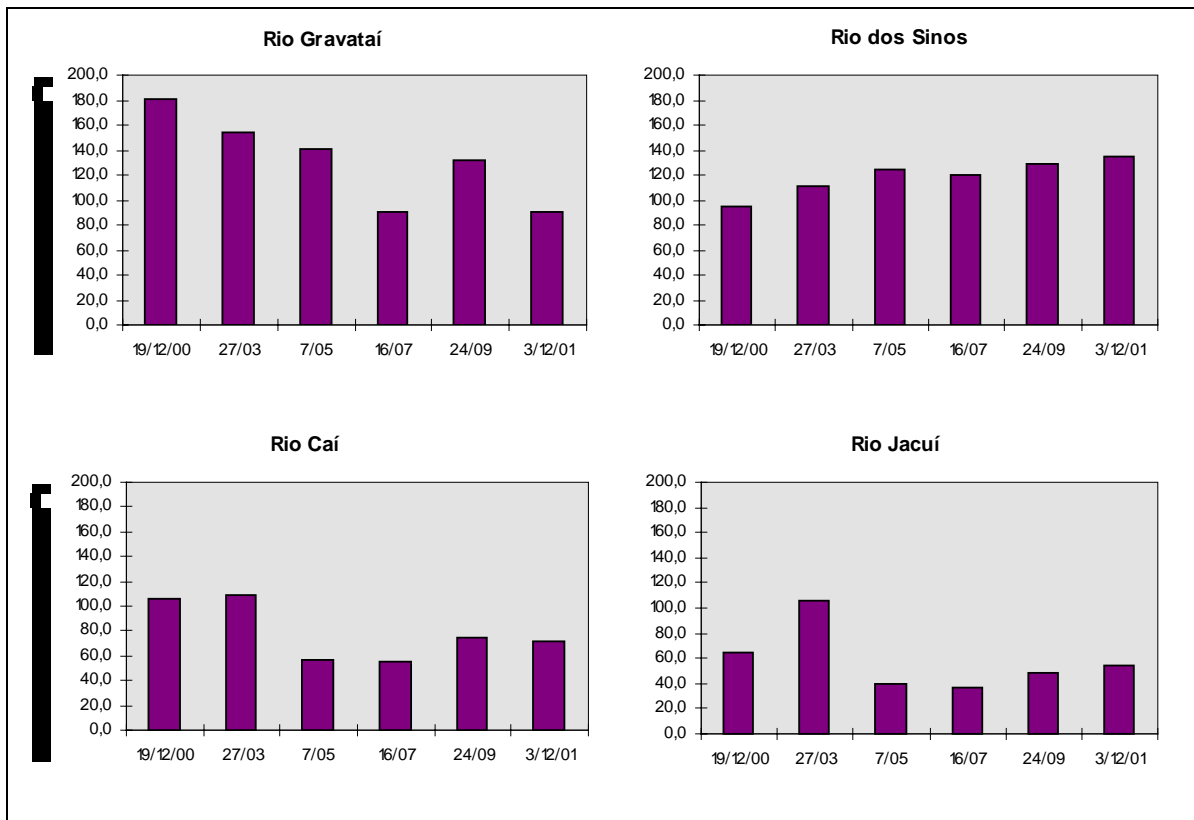


Figura 5. Variação espaço-temporal da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.

na liberação de íons em sua de gradação, sendo esta uma das razões para apresentarem condutividade elétrica mais elevada. O rio Caí, e principalmente o rio Jacuí, apresentaram valores mais baixos de condutividade elétrica, indicando a menor influência da atividade industrial em suas bacias de drenagem. Os maiores valores de condutividade elétrica nesses rios ocorreram no período de verão, associados às mais altas temperaturas da água, como resultado do aumento da degradação orgânica.

As foz dos rios caracterizaram-se por apresentar um pH levemente ácido a neutro, com valores que oscilaram entre 6,4 e 7,1 e baixa alcalinidade, com os valores máximos de 0,83 mg/L CaCO₃ no rio Gravataí, 0,78 mg/L CaCO₃ no rio dos Sinos, 0,80 mg/L CaCO₃ no rio Caí e 0,58 mg/L CaCO₃ no rio Jacuí (Fig. 6 e Tab. I). As águas naturais da América do Sul são pobres em álcalis, apresentando, em consequência, baixa alcalinidade, ao contrário das denominadas águas minerais ou de rios da Europa e América do Norte (Schwarzbald, 2003).

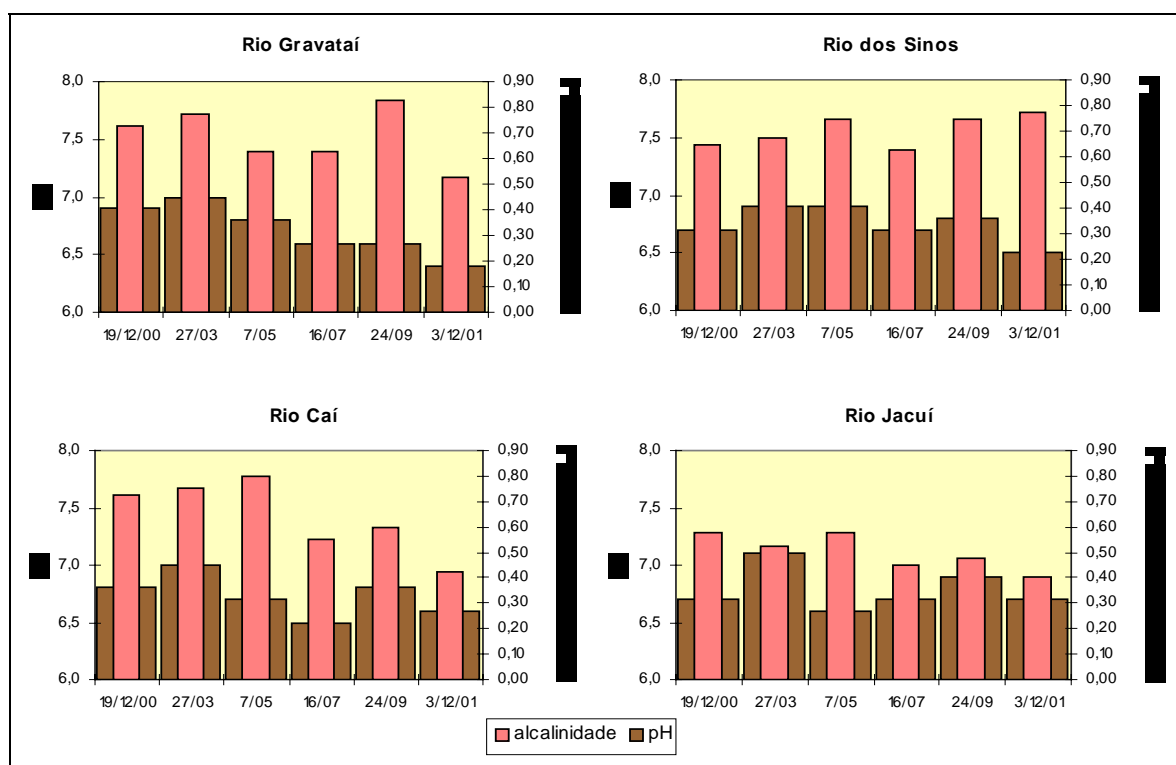


Figura 6. Variação espaço-temporal do pH e da alcalinidade (mg/L CaCO₃) da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.

A matéria orgânica pode ser de origem autóctone ou alóctone, quando provém do solo lavado pelas chuvas, ou, principalmente, pela intervenção do homem (Branco, 1978). A concentração de matéria orgânica em geral foi alta ($\geq 3,1$ mg/L) em todos os rios (Fig. 7). Os maiores valores ($> 7,7$ mg/L) foram registrados no rio Gravataí (Tab. I), tendo como

principal influência a matéria orgânica de origem alóctone.

Das variáveis químicas, o oxigênio dissolvido é uma das medidas mais freqüentemente utilizadas para a avaliação da qualidade da água, pois fornece importantes informações sobre as reações biológicas e bioquímicas na água e ainda acerca da capacidade de um corpo d'água receber matéria orgânica sem causar distúrbios (Wetzel & Likens, 1990).

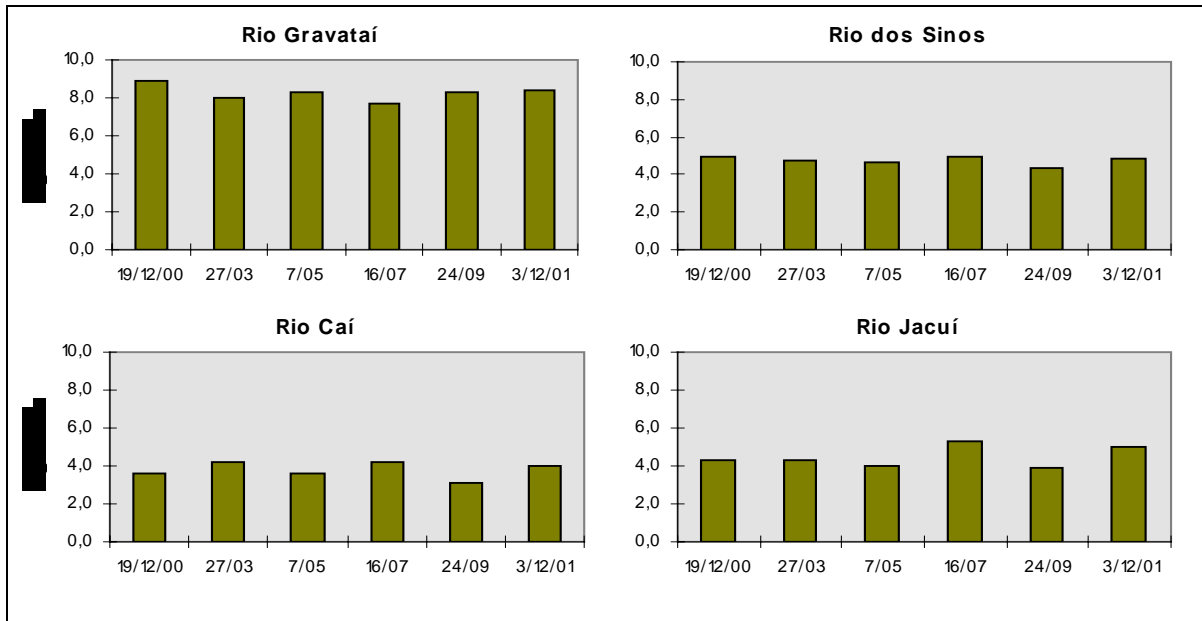


Figura 7. Variação espaço-temporal da matéria orgânica (mg/L O₂ consumido) da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.

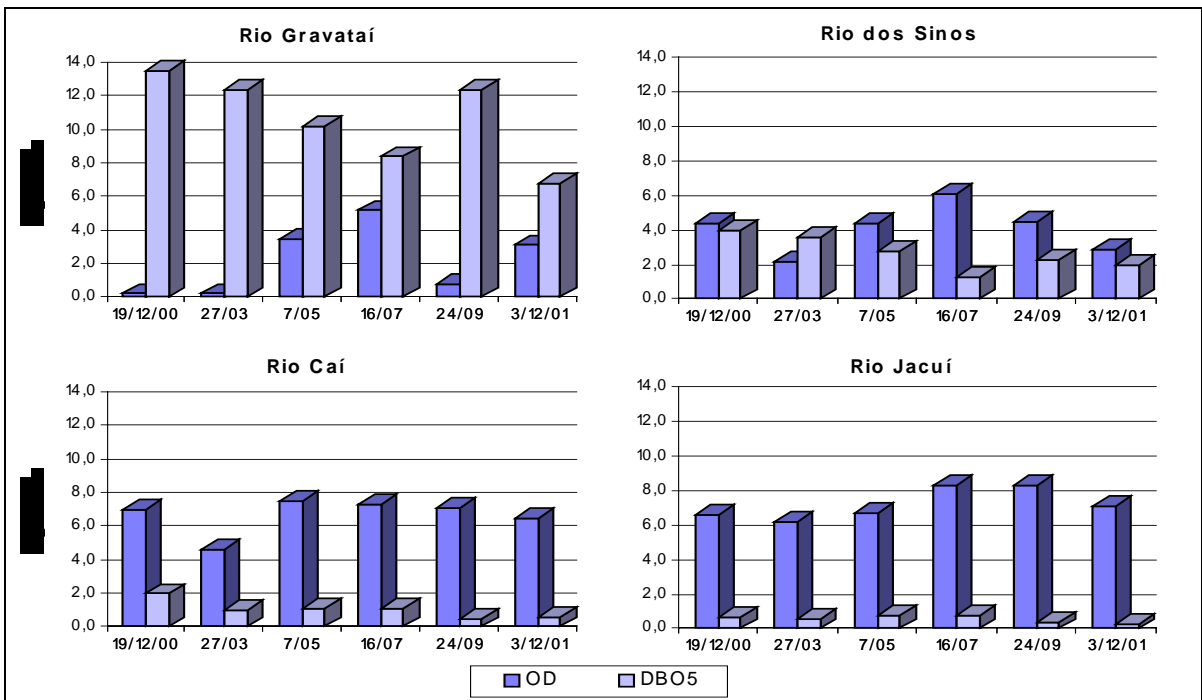


Figura 8. Variação espaço-temporal do oxigênio dissolvido (mg/L O₂) e da demanda bioquímica de oxigênio em cinco dias (DBO₅) (mg/L O₂) da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.

Os rios Gravataí e Sinos, os principais receptores de matéria orgânica alóctone, apresentaram, com exceção da amostragem de inverno, valores muito baixos de OD ($< 0,5$ mg/L) (Fig. 8 e Tab. I). No inverno, houve elevação na taxa de OD nesses rios, provavelmente, em razão da diminuição da temperatura e do período ser de águas altas.

É importante mencionar, que nos períodos em que o OD estava abaixo de $0,5$ mg/L, certamente houve o comprometimento da sobrevivência da fauna aquática nesses rios.

A demanda bioquímica de oxigênio é outro importante indicador da qualidade da água, especialmente, quando se trata de efluentes orgânicos.

O rio Gravataí se destacou com valores muito elevados de DBO_5 (média de $10,6$ mg/L) como conseqüência da elevada carga de matéria orgânica que recebe. O rio dos Sinos apresentou uma taxa média de DBO_5 de $2,7$ mg/L, com elevações no período de verão. Os rios Caí e Jacuí, apresentaram os menores valores médios de DBO_5 , $1,1$ e $0,6$ mg/L respectivamente, o que era esperado para ambientes que apresentam menor carga orgânica e maior capacidade de diluição da mesma (Fig. 8 e Tab. I).

Carbono, nitrogênio e fósforo são os mais importantes nutrientes em ecossistemas aquáticos. Em águas interiores, o fósforo e o nitrogênio são normalmente os fatores limitantes da produção primária (Pinto-Coelho, 2000). Neste estudo foram analisados os íons nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e fosfato.

O nitrogênio amoniacal é um parâmetro que analiticamente determina a concentração de várias formas de nitrogênio encontrada na água, principalmente o íon amônio, forma nitrogenada iônica dominante nos ambientes anaeróbicos, que também é assimilado pelas algas (Schwarzbald, com. pessoal). O rio Gravataí apresentou a concentração média mais alta ($2,0$ mg/L) de nitrogênio amoniacal, chegando ao valor máximo de $4,1$ mg/L no verão. No rio dos Sinos e no rio Caí foram registradas concentrações médias de $0,8$ e $0,3$ mg/L, respectivamente. No rio Jacuí foram observadas concentrações muito baixas, de nd a $0,1$ mg/L (Tab. I).

O nitrito é uma forma intermediária da oxidação de compostos amoniacais e normalmente se encontra em concentrações baixas. Sua presença indica atividades metabólicas de decomposição na água, com presença de matéria orgânica (Schwarzbald, 2003). Nos rios Gravataí e Sinos foram detectadas as concentrações médias mais elevadas de nitrito. A concentração máxima de nitrito ($0,059$ mg/L) foi registrada no rio dos Sinos em dezembro de 2001. O rio Caí apresentou uma concentração média de $0,015$ mg/L. Os menores valores (média de $0,004$ mg/L) foram observados no rio Jacuí (Tab. I).

O nitrato é a forma mais oxidada da decomposição do material biológico, e também, constitui importante nutriente das algas (Schwarzbold, 2003). Segundo o autor, a concentração de nitrato na água é normalmente < 1 mg/L. Na foz dos rios do delta do Jacuí, entretanto, a concentração de nitrato ultrapassou este valor em mais de 40% das unidades amostrais. No rio Caí a concentração média foi de 1,2 mg/L, nos rios Gravataí e Sinos foi de 1,0 mg/L e no rio Jacuí a concentração média esteve abaixo de 1,0 mg/L (Tab. I).

A relação percentual entre os íons nitrogenados (Fig. 9), demonstrou a predominância do nitrato na foz dos rios, com exceção do rio Gravataí. Neste rio, o nitrogênio amoniacal prevaleceu no período de amostragem. O rio dos Sinos também apresentou percentuais elevados de nitrogênio amoniacal no mês de março e, principalmente, nas coletas de primavera. Segundo Schwarzbold (com. pessoal), a alta concentração de nitrogênio amoniacal indica condição anaeróbica destes rios nos referidos períodos.

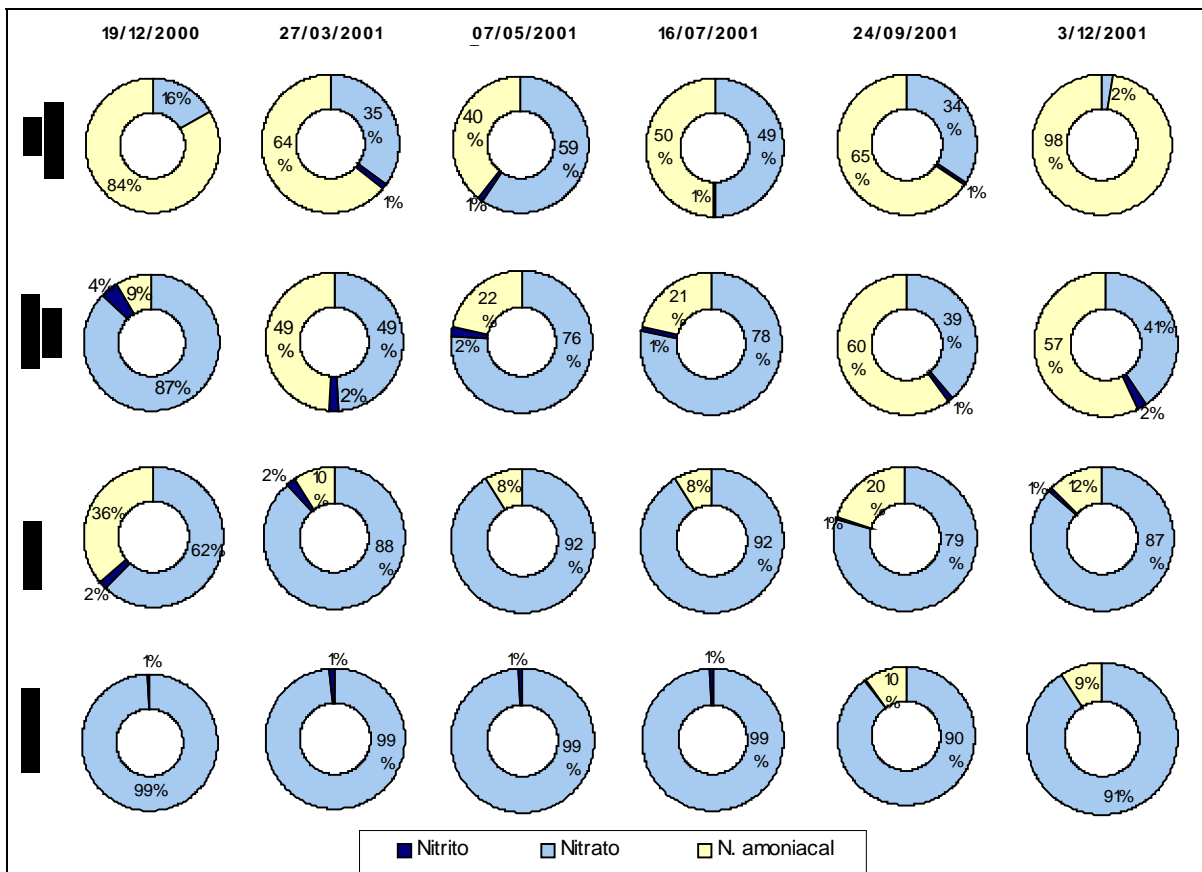


Figura 9. Variação percentual espaço-temporal dos compostos nitrogenados da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí: nitrato (mg/L NO_3^-), nitrito (mg/L NO_2^-), nitrogênio amoniacal (mg/L N-NH_3).

O fósforo é o nutriente mais limitante à produção aquática. Encontra-se sempre na forma de íon fosfato (PO_4^{3-}) ou fósforo reativo, ou ainda ortofosfato. Os polifosfatos dos

detergentes e adubos presentes na água também são quimicamente “digeridos” a ortofosfato. Em águas naturais sua concentração é, via de regra, inferior a 0,05 mg/L (Schwarzbold, 2003). Todos os rios aqui estudados, apresentaram valores muito elevados de fosfato-total em março, período de águas baixas, mas, foi no rio Gravataí, grande receptor de cargas orgânicas, onde registrou-se os maiores valores (média de 0,45 mg/L) (Fig. 10 e Tab. I).

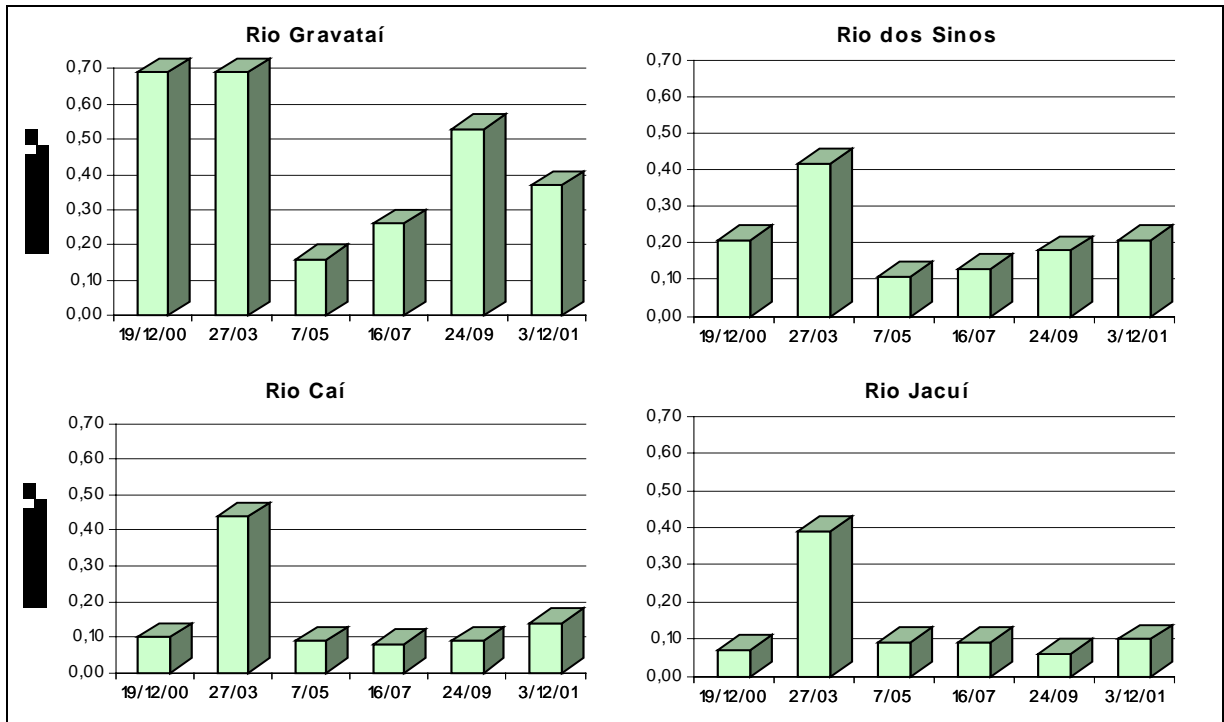


Figura 10. Variação espaço-temporal do fosfato-total (mg/L PO₄³⁻) da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.

Portanto, quanto à concentração de compostos nitrogenados e fosfato, pode-se concluir que os rios Gravataí e Sinos são possuidores de condições propícias à ocorrência de florações algais. Segundo Torgan (1989), a concentração de nitrogênio e fósforo é uma das principais causas das florações. O aumento exagerado da concentração de nitrato e/ou do íon amônio na água, junto com o fósforo, pode resultar em crescimento exponencial de algas. A drenagem de esgoto doméstico nos rios é fator reponsável para uma baixa classificação das águas nas Classes de Uso da Resolução 20/86 do CONAMA (Conselho Nacional do meio Ambiente) e constitui risco potencial para o surgimento de florações fitoplanctônicas (Schwarzbold, 2003).

O silício (Si) é elemento essencial para as diatomáceas e crisofíceas. Embora a sílica encontre-se frequentemente presente em quantidades razoáveis em águas naturais, é um elemento limitante em alguns ambientes (Round, 1983). Nos rios estudados, a concentração

média de sílica ficou em 15,33 mg/L, um valor considerado alto, permitindo o desenvolvimento dos referidos grupos algais (Tab. 1 e Anexo 5). O rio dos Sinos chegou a apresentar uma concentração de 23,30 mg/L SiO₂ no período de águas altas, no mês de julho. A menor concentração (8,80 mg/L SiO₂) ocorreu no rio Gravataí, no mês de maio (Fig. 11). Quanto às concentrações médias de sílica, os rios Caí e Sinos apresentaram os valores mais elevados (18,19 e 17,22 mg/L) e os rios Jacuí e Gravataí os menores valores (14,31 e 11,59 mg/L) (Tab.I).

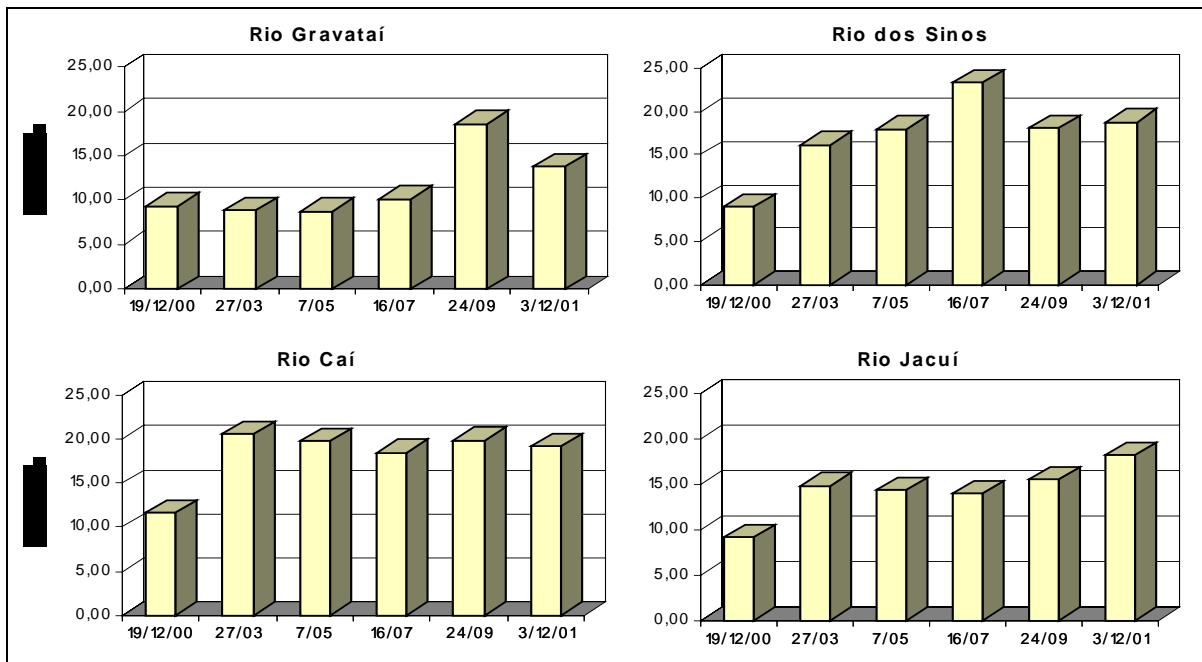


Figura 11. Variação espaço-temporal de sílica (mg/L SiO₂) da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.

Os coliformes são utilizados na avaliação das condições sanitárias de um corpo hídrico, pois a presença dessas bactérias indicam a provável ocorrência de organismos patogênicos nesse meio (Bendati *et al.*, 2000).

No rio Gravataí foram registradas altas concentrações de coliformes fecais e totais, com valores superiores à 500.000 NMP org./100 mL em 80% das amostras. No rio dos Sinos ocorreu importante elevação nas concentrações de coliformes fecais e totais na coleta de inverno (julho/2001), assim como de coliformes totais no rio Caí, no mesmo período. No rio Jacuí, também foi registrado um aumento da concentração de coliformes totais nas amostragens de maio e julho de 2001 (Fig. 12). A concentração média mais alta de coliformes totais (1.100.000 NMP org./100 mL) ocorreu no rio Gravataí e a mais baixa (7.967 NMP org./100 mL) no rio Jacuí. O mesmo padrão foi registrado para os coliformes

Tabela I. Estatística descritiva das variáveis físicas e químicas da água superficial: temperatura (temp), transparência (transp), condutividade elétrica (cond), pH, alcalinidade (alcal), matéria orgânica (MO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), oxigênio dissolvido (OD), fosfato-total (PO₄⁻³), nitrogênio amoniacal (Nam), nitrato (NO₃⁻), nitrito (NO₂⁻), sílica (silic), coliformes totais (colit) e coliformes fecais (colif). (média, DP= desvio padrão, min= valor mínimo e máx= valor máximo).

Foz rio Gravataí	temp (°C)	transp (m)	cond (μS.cm⁻¹)	pH	alcal (mg/L)	MO (mg/L)	DBO₅ (mg/L)	OD (mg/L)	PO₄⁻³ (mg/L)	Nam (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	silic (mg/L)	colit (NPMorg./ / 100mL)	colif (NPMorg./ 100mL)
min	14,6	0,25	90,0	6,4	0,53	7,7	6,8	0,2	0,16	0,4	0,6	0,001	8,80	500000	17000
máx	26,1	0,45	180,5	7,0	0,83	8,9	13,5	5,2	0,69	4,1	1,4	0,044	18,60	1700000	900000
média	21,4	0,30	131,1	6,7	0,68	8,3	10,6	2,2	0,45	2,0	1,0	0,020	11,59	1100000	549500
DP	4,4	0,08	35,7	0,2	0,11	0,4	2,6	2,1	0,22	1,3	0,3	0,015	3,91	505964	354115
n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Foz rio Sinos	temp (°C)	transp (m)	cond (μS.cm⁻¹)	pH	alcal (mg/L)	MO (mg/L)	DBO₅ (mg/L)	OD (mg/L)	PO₄⁻³ (mg/L)	Nam (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	silic (mg/L)	colit (NPMorg./ / 100mL)	colif (NPMorg./ 100mL)
min	14,0	0,20	94,6	6,5	0,63	4,3	1,3	2,2	0,11	0,1	0,7	0,012	9,00	9000	170
máx	25,0	0,40	134,1	6,9	0,78	4,9	4,0	6,1	0,42	1,7	1,2	0,059	23,30	280000	280000
média	20,7	0,33	118,7	6,8	0,70	4,7	2,7	4,1	0,21	0,8	1,0	0,036	17,22	81167	58862
DP	4,3	0,08	14,1	0,2	0,06	0,2	1,0	1,4	0,11	0,7	0,2	0,018	4,68	103641	108785
n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Foz rio Cai	temp (°C)	transp (m)	cond (μS.cm⁻¹)	pH	alcal (mg/L)	MO (mg/L)	DBO₅ (mg/L)	OD (mg/L)	PO₄⁻³ (mg/L)	Nam (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	silic (mg/L)	colit (NPMorg./ / 100mL)	colif (NPMorg./ 100mL)
min	13,3	0,30	55,3	6,5	0,43	3,1	0,5	4,6	0,08	0,1	0,9	0,003	11,61	800	300
máx	27,1	0,50	108,5	7,0	0,80	4,2	2,0	7,5	0,44	0,7	1,4	0,037	20,50	280000	14000
média	20,5	0,36	78,7	6,7	0,64	3,8	1,1	6,7	0,16	0,3	1,2	0,015	18,19	57300	4067
DP	5,4	0,08	23,3	0,2	0,14	0,4	0,5	1,1	0,14	0,2	0,2	0,013	3,30	110689	5184
n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Foz rio Jacuí	temp (°C)	transp (m)	cond (μS.cm⁻¹)	pH	alcal (mg/L)	MO (mg/L)	DBO₅ (mg/L)	OD (mg/L)	PO₄⁻³ (mg/L)	Nam (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	silic (mg/L)	colit (NPMorg./ / 100mL)	colif (NPMorg./ 100mL)
min	14,8	0,25	36,4	6,6	0,40	3,9	0,3	6,2	0,06	0,0	0,3	0,001	9,17	130	100
máx	27,3	0,45	105,4	7,1	0,58	5,3	0,8	8,3	0,39	0,1	1,0	0,007	18,20	28000	3500
média	21,8	0,34	58,0	6,8	0,50	4,5	0,6	7,2	0,13	0,0	0,7	0,004	14,31	7967	1245
DP	4,9	0,07	25,3	0,2	0,07	0,6	0,2	0,9	0,13	0,1	0,3	0,002	2,95	11808	1400
n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

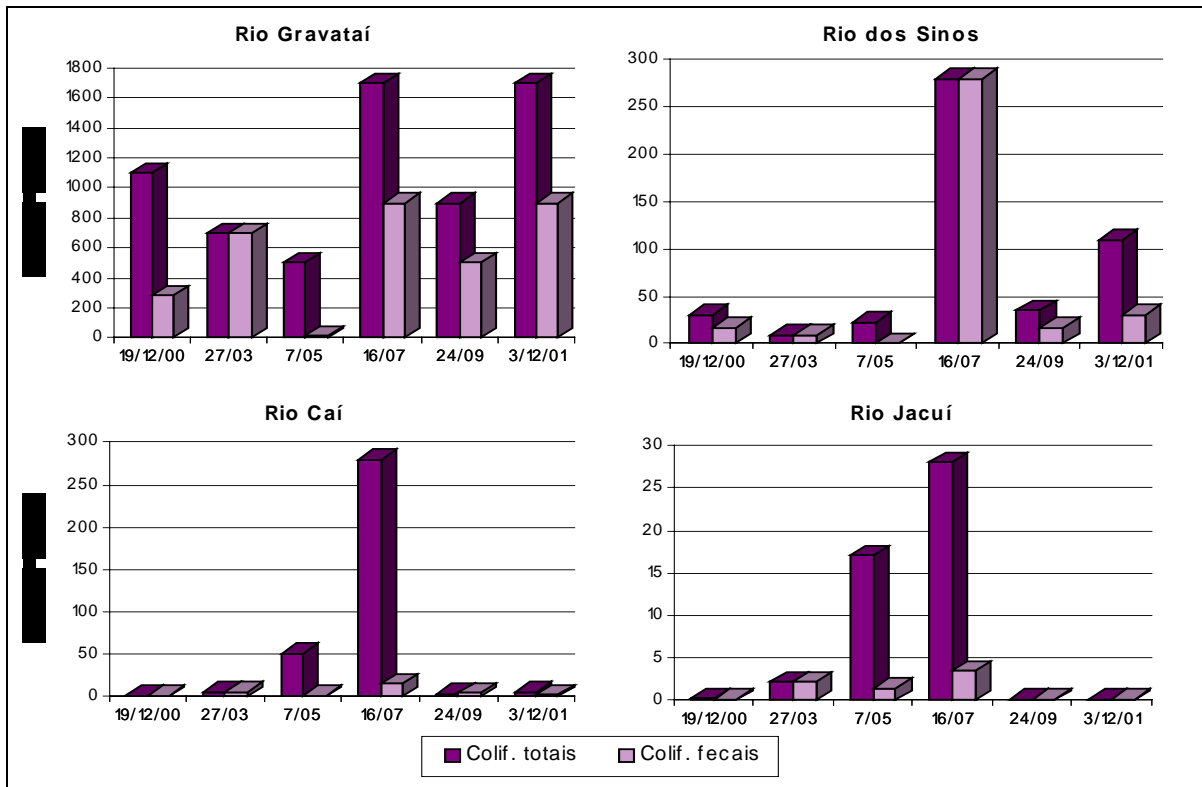


Figura 12. Variação espaço-temporal dos coliformes fecais e totais (NMP org./100 mL) da água superficial na foz dos rios formadores do delta do Jacuí.

fecais, com concentração média de 549.500 NMP org/100 mL e 1.245 NMP org/100 mL, respectivamente, para os rios Gravataí e Jacuí (Tab. I). As concentrações médias de coliformes totais e fecais no rio dos Sinos (81.167 e 58.862 NMP org./L) e no rio Caí (57.300 e 4.067 NMP org./L), não foram tão elevadas quanto as do rio Gravataí, mas, se comparadas às do rio Jacuí, são ainda muito altas.

As altas densidades de coliformes fecais e totais encontradas na foz dos rios Gravataí e Sinos podem ser explicadas pela elevada contaminação desses rios por carga orgânica oriunda de esgotos domésticos não tratados.

O resultado da análise de agrupamento utilizando o método de Ward com base nos dados das variáveis físicas, químicas e bacteriológicas da água (Anexo 3) transformados em $\log(x+1)$, evidenciou três grupos principais ao nível de corte de 85% de informação pela escala de 32 a 220 de distância euclidiana (Fig. 13).

O grupo 1 reuniu as unidades amostrais de dezembro de 2000 e março, julho, setembro e dezembro de 2001 do rio Gravataí e a unidade amostral de julho de 2001 do rio dos Sinos. Este grupo, identificado principalmente pelo rio Gravataí, se caracterizou pelos valores mais elevados de condutividade elétrica, MO, DBO₅, nutrientes (PO_4^{-3} , NO_2^- , NO_3^- e

NH₃) e coliformes fecais e menor teor de oxigênio dissolvido (Anexo 6).

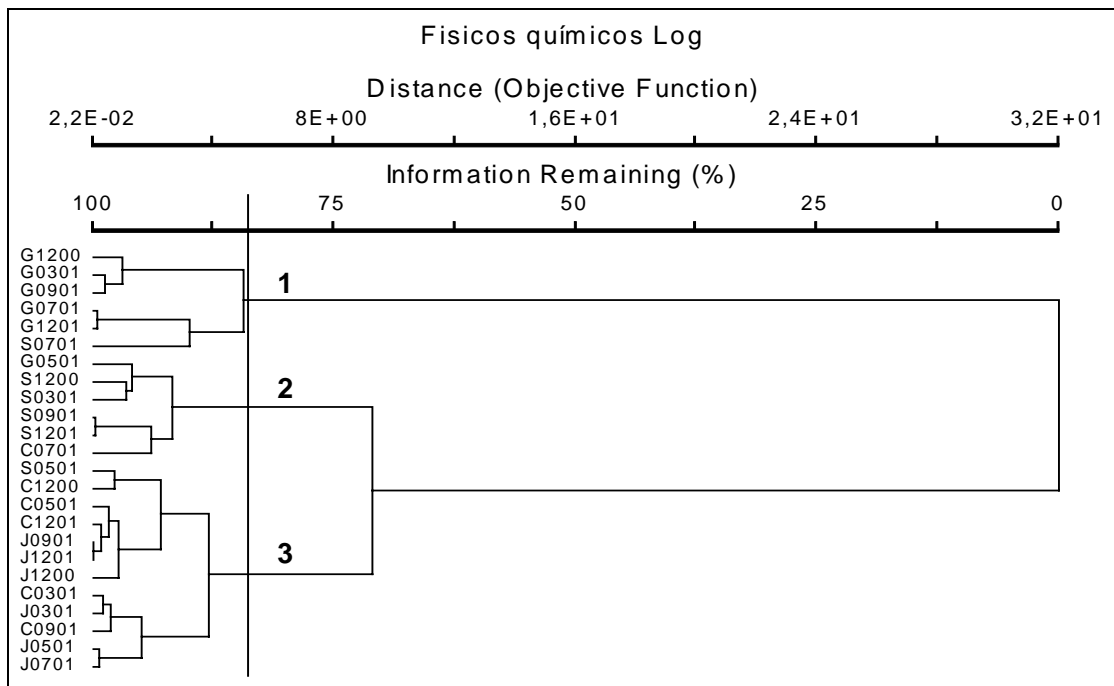


Figura 13. Dendrograma da análise de agrupamento das variáveis físicas, químicas e bacteriológicas da água superficial da foz dos rios do delta do Jacuí.

Legenda: as letras indicam os nomes dos rios e os números indicam mês e ano da coleta - G= rio Gravataí; S= rio dos Sinos; C= rio Caí; J= rio Jacuí; 1200= dez/2000; 0301= mar/2001; 0501= mai/2001; 0701= jul/2001; 0901= set/2001 e 1201= dez/2001.

O grupo 2 agrupou as unidades amostrais de dezembro de 2000 e de março, setembro e dezembro de 2001, do rio dos Sinos com a unidade amostral de maio de 2001 do rio Gravataí e de julho de 2001, do rio Caí. Este grupo, caracterizado principalmente pelo rio dos Sinos, apresentou valores relativamente altos de condutividade elétrica e nutrientes (PO_4^{-3} , NO_2^- , NO_3^- e NH_3) e valores baixos de MO, DOB_5 e OD (Anexo 6).

O grupo 3 reuniu as unidades amostrais de dezembro de 2000 e de março, maio, julho, setembro e dezembro de 2001, do rio Jacuí com as unidades amostrais de dezembro de 2000 e março, maio, setembro e dezembro de 2001, do rio Caí e a unidade amostral de maio de 2001, do rio dos Sinos. Este que reuniu, preferencialmente, o rio Jacuí com o rio Caí, caracterizou-se por apresentar baixos valores de condutividade elétrica, MO, DOB_5 , nutrientes (PO_4^{-3} , NO_2^- e NH_3) e de coliformes fecais e, altos teores OD (Anexo 6).

Os grupos se formaram em razão das características tróficas dos rios e não em função da sazonalidade, demonstrando a diferença entre a foz dos rios formadores do delta do Jacuí quanto às condições tróficas. Considerando os dados físicos, químicos e bacteriológicos das

unidades amostrais de cada grupo formado (Anexo 6), principalmente os relacionados com a trofia e a saprobidade (condutividade elétrica, MO, DBO₅, OD, nutrientes e coliformes), foi possível evidenciar um gradiente de eutrofização, em que os rios Jacuí e Caí se localizaram relativamente no extremo inferior, o rio Gravataí no extremo superior e, o rio dos Sinos em posição intermediária deste gradiente.

Esses resultados vêm confirmar o diagnóstico das condições físicas, químicas e microbiológicas realizado no ano de 1998 por Torgan *et al.* (2001), o qual demonstrou que as águas na foz dos rios Gravataí, Sinos e Caí encontravam-se comprometidas, sendo classificadas segundo a Resolução 20/86 do CONAMA, na classe 4, com exceção da foz do rio Jacuí, que foi classificada na classe 2.

Comunidade fitoplanctônica

No período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001, a comunidade fitoplanctônica na foz dos rios formadores do delta do Jacuí apresentou-se muito rica e diversificada. Nos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí, foram identificados 229, 231, 199 e 199 táxons respectivamente, distribuídos nas classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Xanthophyceae e Zygnematophyceae (Capítulo 2).

Segundo o critério de abundância adotado, não foi constatada dominância de qualquer espécie, mas, um número expressivo de espécies abundantes (124 táxons no total) nos rios, sendo 56 táxons no rio Gravataí, 55 no rio dos Sinos, 47 no rio Caí e 49 no rio Jacuí.

A densidade total do fitoplâncton em número de indivíduos/mL e células/mL apresentou variação entre os rios e entre os períodos de amostragem (Fig. 14). Em geral, em todos os rios, os menores valores de densidade (267-1.229 ind./mL e 419-1.720 cél./mL) foram observados nas amostragens de maio e julho de 2001, correspondentes às estações de outono/inverno e, os maiores (2.014-5.317 ind./mL e 2.217-48.383 cél./mL) na estação de verão (dezembro/2000).

O pico de densidade que ocorreu no rio Jacuí (5.317 ind./ml), no verão de 2000, deve-se a maior abundância de diatomáceas, cianobactérias e clorofíceas. O pico observado em densidade celular (48.384 cél./mL) foi consequência da maior concentração de formas coloniais de cianobactérias (*Anabaena* spp. e *Merismopedia tenuissima*) e de diatomáceas (*Aulacoseira* spp.). No rio dos Sinos, também foi registrado um pico de densidade (1.946 ind./

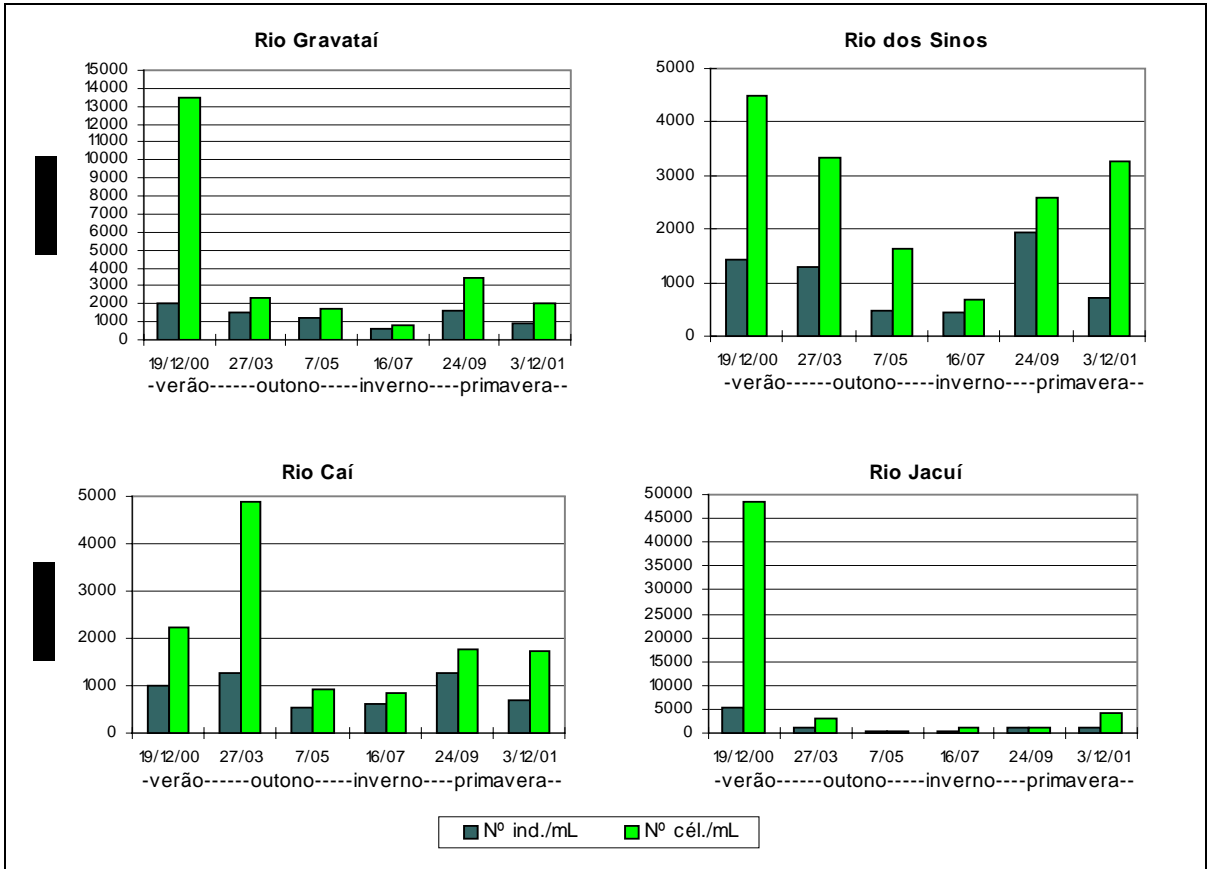


Figura 14. Variação espaço-temporal da densidade total do fitoplâncton na foz dos rios do delta do Jacuí.

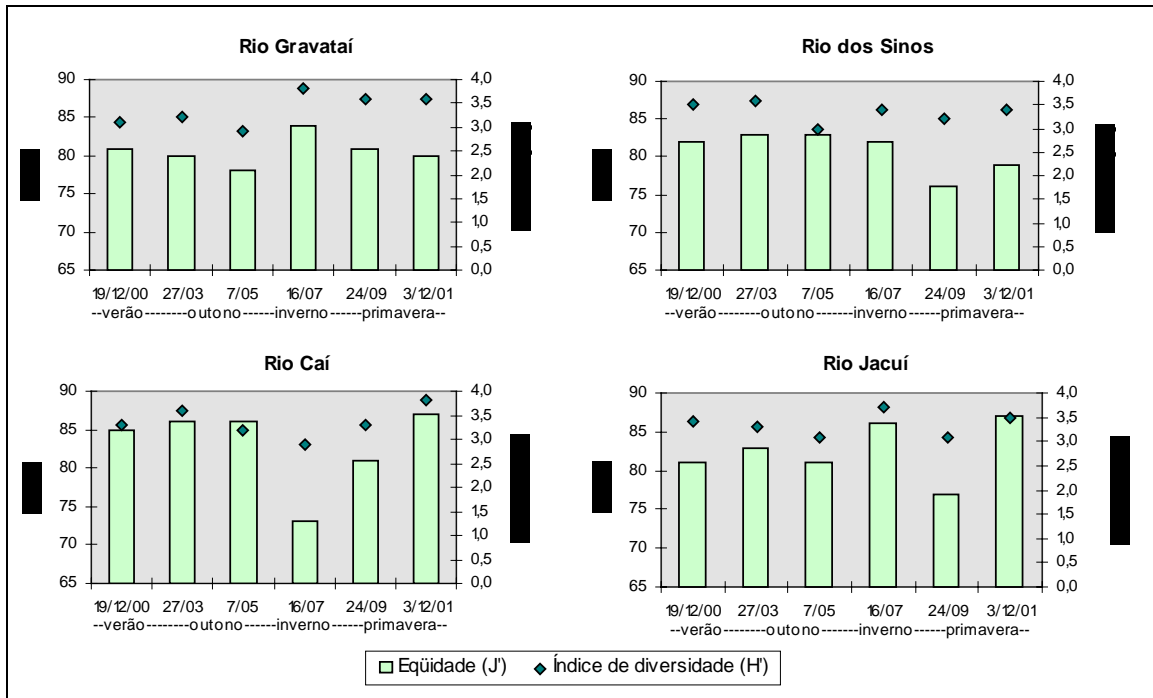


Figura 15. Variação espaço-temporal da diversidade específica de Shannon-Wiener (H') em nat/ind. e da equidade de Pielou (J') em percentual do fitoplâncton na foz dos rios do delta do Jacuí.

mL), em setembro de 2001 (primavera), que esteve relacionado com a abundância de diatomáceas e criptofíceas, não se constatando um aumento também na densidade celular por tratarem-se, principalmente, de organismos unicelulares. No rio Gravataí, o pico de densidade também ocorreu no verão de 2000, em razão da maior abundância de *Desmodesmus* spp., *Monoraphidium* spp. (clorofíceas) e *Merismopedia tenuissima* (cianobactéria). O pico de densidade (1.277 ind./mL e 4.875 cél./mL) no rio Caí ocorreu no mês de março de 2001 (outono), devido a abundância de clorofíceas, com destaque para as espécies *Chlorella vulgaris*, *Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus* sp. 1 e de algumas formas coloniais de cianobactérias.

Tanto a diversidade específica quanto a uniformidade da comunidade fitoplanctônica nos rios, apresentaram altos valores no período de amostragem (Fig. 15). O valor médio do índice de diversidade específica (H') foi de 3,4 nat/ind. e o percentual médio de equidade (J') foi de 82%. Valores de uniformidade abaixo da média (<80%) foram registrados em maio no rio Gravataí, em julho no rio Caí e em setembro nos rios dos Sinos e Jacuí. Esta diminuição deve-se à maior contribuição em abundância de *Limnothrix planctonica* (cianobactéria) no rio Gravataí, *Urosolenia eriensis* var. *morsa* (diatomácea) nos rios dos Sinos e Caí e de *Chlamydomonas* sp. 2 (clorofíceas) e *Chroomonas acuta* (criptofíceas) no rio Jacuí (Anexo 5), cujas densidades ultrapassaram de $\pm 2-4$ vezes a abundância média nos respectivos períodos.

O resultado da análise de agrupamento dos rios, com base nos dados de densidade de espécies abundantes (Anexo 5) transformados em percentual, evidenciou pela escala de distância euclidiana de 230 a 39000, ao nível de $\cong 52\%$ de informação, a formação de três grupos (Fig. 16).

O grupo 1 foi formado pelos rios Gravataí, nas unidades amostrais de dezembro de 2000, março, setembro e dezembro de 2001 (verão/outono/primavera); Sinos nas unidades amostrais de dezembro de 2000, março e dezembro de 2001 (verão/outono/primavera); Caí nas unidades amostrais de dezembro de 2000, março, maio, setembro e dezembro de 2001 (verão/outono/primavera) e, Jacuí nas unidades amostrais de março, maio, julho, setembro e dezembro de 2001 (outono/inverno/primavera) (Fig. 16). As espécies abundantes (média > 24 ind./mL) e comuns nestes rios que contribuíram para agrupá-los nos referidos períodos (total de 17 unidades amostrais), foram *Aulacoseira distans* e *Nitzschia palea* (diatomáceas); *Chlorella vulgaris*, *Monoraphidium contortum* e *Scenedesmus* sp. 1 (clorofíceas); *Chromulina* sp. 1 (crisofíceas); *Cryptomonas marssonii* e *C. phaseolus* (criptofíceas) e, *Merismopedia*

tenuissima (cianobactéria) (Anexo 5).

O grupo 2 reuniu os rios Gravataí nas unidades amostrais de maio e julho de 2001 (outono/primavera); Sinos nas unidades amostrais de maio, julho e setembro de 2001 (outono/inverno/primavera) e, Caí na unidade amostral de julho de 2001 (inverno) (Fig. 16). Este grupo se formou principalmente pela ocorrência das espécies *Urosolenia eriensis* var. *morsa* (diatomeácea) e *Limnithrix planctonica* (cianobactéria), que apresentaram densidade média acima de 75 ind/mL nos períodos agrupados (total de 6 unidades amostrais) (Anexo 5).

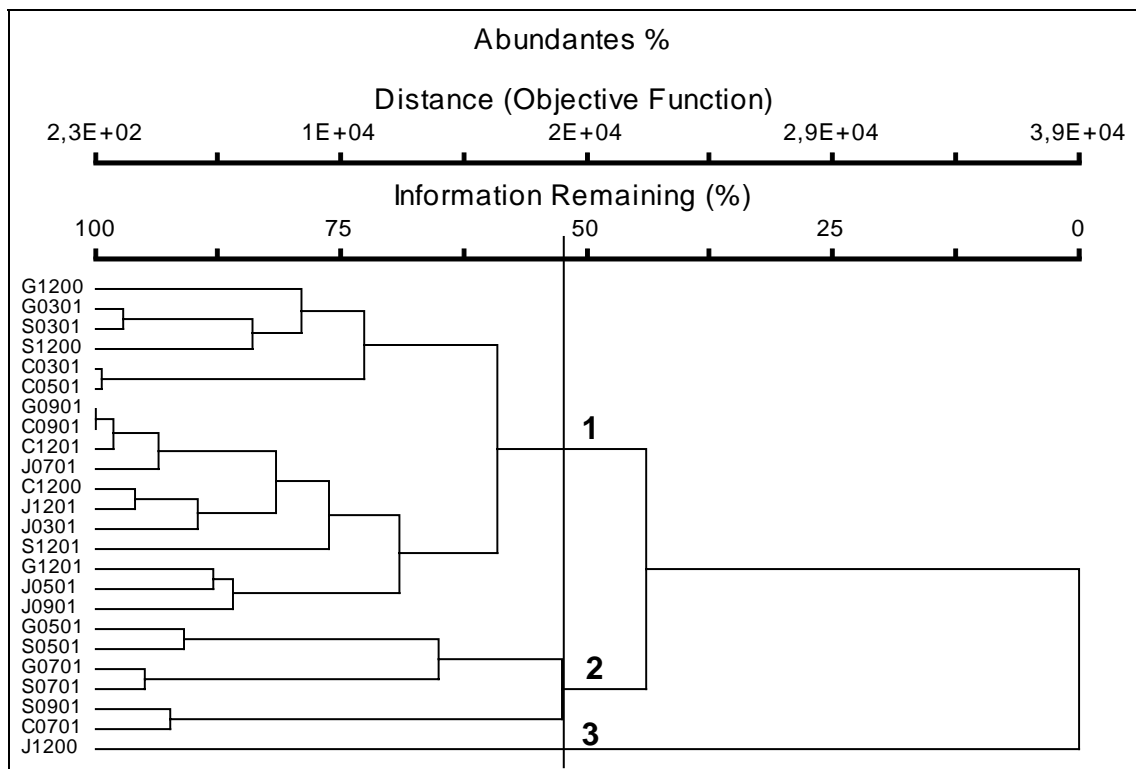


Figura 16. Dendrograma da análise de agrupamento de variáveis bióticas (densidades relativas de 57 espécies abundantes do fitoplâncton) da foz dos rios do delta do Jacuí.

Legenda: as letras indicam os nomes dos rios e os números indicam mês e ano da coleta - G= rio Gravataí; S= rio dos Sinos; C= rio Caí; J= rio Jacuí; 1200= dez/2000; 0301= mar/2001; 0501= mai/2001; 0701= jul/2001; 0901= set/2001 e 1201= dez/2001.

O grupo 3 foi formado somente pelo rio Jacuí que se separou dos demais na unidade amostral de dezembro de 2000 (verão) (Fig. 16), sendo determinado pela presença das espécies abundantes *Aulacoseira ambigua*, *A. ambigua* f. *spiralis*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (diatomeáceas); *Mallomonas* sp. 1 (crisofícea) e, *Anabaena* cf. *circinalis*, cf. *Chroococcus* e *Microcystis aeruginosa* (cianobactérias), todas exclusivas deste grupo e com densidade acima de 80 ind./mL (Anexo 5). Além destes táxons exclusivos, também se destacaram quanto à densidade neste período (>80 ind./mL) as espécies *Aulacoseira granulata* (diatomeácea), *Dictyosphaerium subsolitarium* (clorofícea) e, *Cylindrospermopsis*

raciborskii e *Merismopedia tenuissima* (cianobactérias) (Anexo 5).

A partir deste agrupamento (Fig. 16), pode-se presumir que na maior parte das estações do ano, os rios foram semelhantes quanto à composição e densidade das espécies abundantes. No verão ocorreu uma exceção na foz do rio Jacuí, onde um número expressivo de táxons (18 spp.), incluindo a presença sete espécies exclusivas, se destacaram quanto à densidade (81-921 ind./mL) (Anexo 5). Nesta amostragem, o incremento da composição e principalmente, da densidade fitoplanctônica estiveram associados ao nível fluviométrico mais baixo e aos mais altos valores de temperatura e transparência da água registrados para este rio no período de estudo (Anexos 2 e 3). Além destes fatores, também deve ter havido importante contribuição de organismos fitoplanctônicos oriundos de seus afluentes, principalmente do rio Taquari, e das várias barragens em seu curso (v. Cap. 1).

Relação das variáveis abióticas com a estrutura da comunidade fitoplanctônica

A relação das variáveis abióticas (físicas e químicas) e bacteriológicas com as variáveis biológicas (densidade de espécies abundantes, densidade total e riqueza do fitoplâncton) é demonstrada a seguir, pela análise de correspondência canônica (ACC). Nas tabelas II e III, constam os dados de autovalores, correlações e probabilidades (teste de Monte Carlo) obtidos na referida análise. Nas figuras 17 a 20 são apresentados somente os diagramas das ACC das variáveis ambientais A1 e A4 para cada rio, nas quais foram observadas correlações significativas (v. Tab. II).

Para o rio Gravataí, o resultado da ACC selecionou cinco variáveis abióticas e duas bióticas, significativamente correlacionadas ($p < 0,05$) com a densidade das espécies abundantes. As variáveis temperatura ($r = 0,789$), transparência ($r = -0,669$), nível fluviométrico ($r = -0,935$), densidade total do fitoplâncton ($r = 0,702$) e riqueza específica ($r = -0,473$) (Fig. 17a) e, os nutrientes $P-PO_4^{-3}$ ($r = 0,956$) e $N-NH_3$ ($r = 0,788$) (Fig. 17b), explicaram 52% da variabilidade total dos dados, nos eixos I e II.

Nas amostragens de verão e do início do outono (G1200 e G0301), as temperaturas mais elevadas e as maiores concentrações de fosfato, nitrogênio amoniacal e os baixos valores de transparência e nível da água estiveram relacionados com baixa riqueza e as maiores densidades fitoplanctônicas (Fig. 17a, b e Anexo 4), principalmente, das espécies *Chlorella vulgaris*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Monoraphidium* sp., *M. contortum*, *Scenedesmus* sp. 1 (clorofíceas); *Aulacoseira distans*, *Nitzschia* sp. e *N. palea* (diatomáceas) e *Merismopedia* sp.,

Tabela II. Comparação das ordenações ACC (3 eixos) da comunidade fitoplanctônica (espécies abundantes) nas amostragens sazonais na foz dos rios do delta do Jacuí.

Rio Gravataí	A1			A2			A3			A4		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
autovalor	0.590	0.428	0.350	0.463	0.371	0.317	0.565	0.393	0.320	0.590	0.428	0.350
% de variância explicada	30.2	21.9	17.9	23.7	19.0	16.2	28.9	20.1	16.4	30.2	21.9	17.9
% acumulada de variância	30.2	52.0	70.0	23.7	42.7	58.9	28.9	49.0	65.4	30.2	52.0	70.0
correlação Pearson*	1.000	1.000	1.000	0.960	0.988	0.991	0.993	0.992	0.992	1.000	1.000	1.000
p (Monte Carlo)	0.0040	0.0030	0.0030	0.6100	0.2190	0.1160	0.3760	0.5920	0.4400	0.0020	0.0030	0.0020
Rio dos Sinos	A1			A2			A3			A4		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
autovalor	0.568	0.398	0.282	0.523	0.318	0.241	0.542	0.398	0.274	0.568	0.398	0.282
% de variância explicada	34.5	24.1	17.1	31.7	19.3	14.6	32.9	24.1	16.6	34.5	24.1	17.1
% acumulada de variância	34.5	58.6	75.7	31.7	51.0	65.6	32.9	57.0	73.7	34.5	58.6	75.7
correlação Pearson*	1.000	1.000	1.000	0.979	0.950	0.991	0.987	1.000	0.997	1.000	1.000	1.000
p (Monte Carlo)	0.0040	0.0040	0.0040	0.2450	0.2690	0.1020	0.3430	0.0100	0.1020	0.0030	0.0030	0.0030
Rio Caí	A1			A2			A3			A4		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
autovalor	0.497	0.379	0.321	0.382	0.250	0.168	0.496	0.355	0.275	0.497	0.379	0.321
% de variância explicada	33.3	25.4	21.5	25.7	16.8	11.3	33.3	23.8	18.5	33.3	25.4	21.5
% acumulada de variância	33.3	58.7	80.3	25.7	42.4	53.7	33.3	57.1	75.6	33.3	58.7	80.3
correlação Pearson*	1.000	1.000	1.000	0.964	0.905	0.891	1.000	0.990	0.944	1.000	1.000	1.000
p (Monte Carlo)	0.0040	0.0040	0.0040	0.6650	0.8840	0.7050	0.0200	0.2930	0.3210	0.0030	0.0030	0.0030
RioJacuí	A1			A2			A3			A4		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
autovalor	0.582	0.429	0.309	0.543	0.308	0.169	0.561	0.421	0.299	0.582	0.429	0.309
% de variância explicada	35.7	26.2	18.9	33.2	18.9	10.4	34.3	25.7	18.3	35.7	26.2	18.9
% acumulada de variância	35.7	61.9	80.8	33.2	52.1	62.5	34.3	60.1	78.4	35.7	61.9	80.8
correlação Pearson*	1.000	1.000	1.000	0.982	0.955	0.842	0.986	0.993	0.987	1.000	1.000	1.000
p (Monte Carlo)	0.0040	0.0040	0.0040	0.1040	0.5510	0.6530	0.1460	0.0680	0.0790	0.0010	0.0010	0.0010

Variáveis ambientais: A1 (temp= temperatura da água, transp= transparência Secchi, fluv= nível fluviométrico, DI= desidade total do fitoplâncton, R= riqueza específica); A2 (cond= condutividade elétrica, pH, alcal= alcalinidade); A3 (MO= matéria orgânica, DBO₅= demanda bioquímica de oxigênio, OD= oxigênio dissolvido, colif= coliformes fecais) e A4 (PO₄= fosfato-total, NH₃= nitrogênio amoniacal, NO₃= nitrato, NO₂= nitrito e silic= sílica).

p (Monte carlo)= nível de significância.

* Correlação entre escores das amostras para um eixo derivada de escores dos dados de espécies abundantes que são combinações lineares de variáveis ambientais.

Tabela III. Coeficientes de correlação (infra-amostra) entre as variáveis ambientais e os eixos da ACC nas amostragens sazonais na foz dos rios do delta do Jacuí.

	Rio Gravataí			Rio dos Sinos			Rio Caí			Rio Jacuí			
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	
A1	temp	0.789	0.563	0.177	0.845	0.207	-0.365	-0.773	0.078	0.209	0.706	0.341	-0.448
	transp	-0.669	0.174	-0.478	-0.886	0.311	-0.287	0.338	0.547	0.402	0.674	0.630	0.172
	fluv	-0.935	0.083	-0.295	-0.043	0.223	0.463	-0.239	-0.780	0.026	-0.588	-0.088	-0.010
	DI	0.702	0.500	0.052	0.383	-0.066	-0.012	0.350	-0.173	0.645	0.895	0.140	0.111
	R	-0.473	-0.253	0.794	0.513	-0.640	-0.480	-0.472	0.165	0.575	0.635	-0.495	0.586
A2	cond	0.970	0.240	-0.023	-0.849	0.314	-0.426	0.817	-0.020	-0.577	0.546	-0.142	-0.826
	pH	0.945	-0.293	-0.147	-0.049	0.452	0.891	0.998	-0.066	-0.007	-0.234	0.117	-0.965
	alcal	0.686	0.095	0.721	-0.318	0.721	-0.615	0.737	0.662	0.134	0.726	0.682	-0.086
A3	MO	0.458	0.452	0.565	0.466	-0.327	0.031	-0.130	-0.982	0.018	-0.162	-0.976	0.084
	DBO ₅	0.683	-0.113	-0.455	0.900	0.303	0.102	0.039	-0.198	0.667	0.377	-0.139	0.395
	OD	-0.971	0.027	0.156	-0.502	-0.368	0.777	0.690	0.500	-0.325	-0.713	-0.033	0.662
	colif	0.291	-0.679	0.358	-0.245	-0.942	-0.166	0.474	-0.391	0.276	-0.531	-0.279	-0.052
A4	PO ₄	0.956	0.057	0.257	0.538	0.090	-0.421	-0.654	-0.655	0.101	-0.122	-0.096	-0.694
	NH ₃	0.788	-0.001	0.559	-0.257	0.106	-0.855	0.002	0.551	0.369	-0.537	0.165	-0.058
	NO ₃	0.194	-0.312	0.578	0.171	-0.664	-0.598	0.128	0.782	-0.568	-0.372	-0.352	0.268
	NO ₂	0.228	0.068	-0.007	0.778	0.077	-0.589	-0.409	0.109	0.197	0.124	-0.078	-0.012
	silic	-0.231	0.282	0.854	-0.886	0.042	-0.385	-0.104	-0.181	-0.248	-0.868	-0.165	-0.383

Variáveis ambientais: A1 (temp= temperatura da água, transp= transparência Secchi, fluv= nível fluviométrico, DI= desidade total do fitoplâncton, R= riqueza específica); A2 (cond= condutividade elétrica, pH, alcal= alcalinidade); A3 (MO= matéria orgânica, DBO₅= demanda bioquímica de oxigênio, OD= oxigênio dissolvido, colif= coliformes fecais) e A4 (PO₄= fosfato-total, NH₃= nitrogênio amoniacal, NO₃= nitrato, NO₂= nitrito e silic= sílica).

M. tenuissima e *Phormidium* sp. 1 (cianobactérias) (≥ 50 ind./mL) (Anexo 5). Na amostragem de outono (G0501), o nível mais elevado da água, a maior transparência, a diminuição da temperatura e as menores concentrações de fosfato e nitrogênio amoniacal, estiveram relacionados com a menor riqueza e uma densidade elevada (Fig. 17a, b e Anexo 4). Nessa amostragem, as cianobactérias *Limnothrix planctonica* e *Pseudanabaena* cf. *catenata*; a clorofícea *Monoraphidium contortum* e as criptofíceas *Chroomonas acuta*, *Cryptomonas marssonii*, *C. phaseollus*, foram as mais abundantes (densidade ≥ 50 ind./mL) (Anexo 5). Na amostragem de inverno (G0701), o aumento do nível da água e, a diminuição da temperatura e das concentrações de fosfato e nitrogênio amoniacal, estiveram associados à maior riqueza e

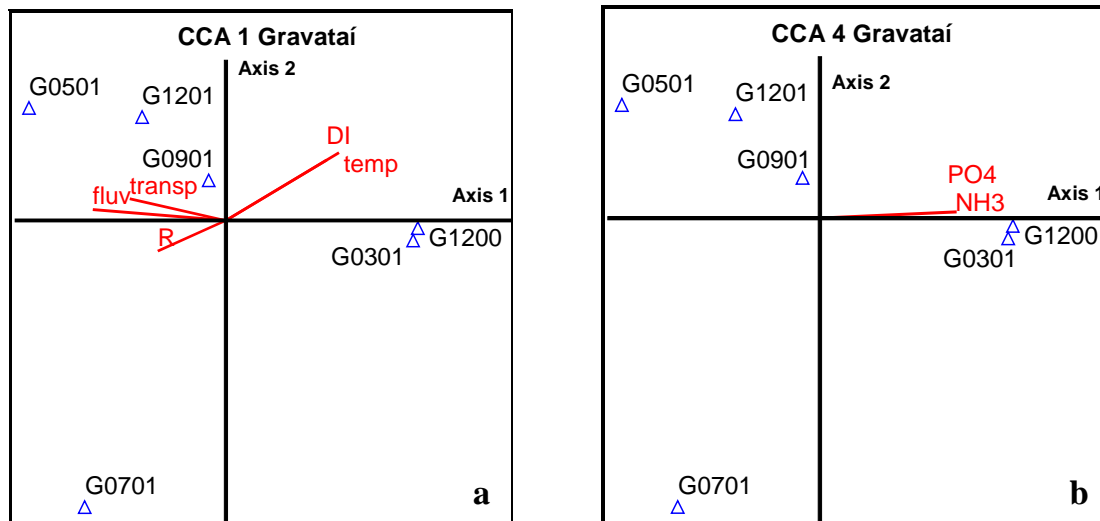


Figura 17. Diagrama de ordenação ACC para espécies fitoplancônicas abundantes presentes no rio Gravataí, nas estações de amostragem (G1200= dez/2000; G0301= mar/2001; G0501= mai/2001; G0701= jul/2001; G0901= set/2001 e G1201= dez/2001), em função de variáveis ambientais; a - com o grupo das variáveis ambientais A1: DI= densidade total do fitoplâncton (nº ind./mL), R= riqueza (nº espécies), temp= temperatura, transp= transparência Secchi e fluv= nível fluviométrico e b - com o grupo das variáveis ambientais A4: PO₄⁻³= fosfato-total, NH₃= nitrogênio amoniacal, NO₃⁻= nitrato, NO₂⁻= nitrito e silic= sílica.

menor densidade (Fig. 17a, b e Anexo 4). A cianobactéria *Limnothrix planctonica* e a crisofícea *Chromulina* sp. 2 foram mais abundantes (densidade ≥ 50 ind./mL) nesta amostragem (Anexo 5). Nas amostragens de primavera (G0901 e G1201), onde o nível da água e a transparência sofreram redução e, a temperatura e as concentrações de fosfato e nitrogênio amoniacal se elevaram, a riqueza foi alta (Fig. 17a, b e Anexo 4). A densidade também aumentou, com maior contribuição (≥ 50 ind./mL) da cianobactéria *Merismopedia tenuissima*; das clorofíceas Chlorophyceae 3, cf. *kirchneriella*, *Monoraphidium contortum* e *Scenedesmus* sp. 1; das

criptofíceas *Chroomonas acuta*, *Cryptomonas marssonii*, *C. ovata* e *C. phaseollus*; da crisofíceia *Chromulina* sp. 1 e das diatomáceas *Aulacoseira distans* e *Nitzschia* cf. *subacicularis* (Anexo 5).

Para o rio dos Sinos, a ACC selecionou sete variáveis abióticas e duas bióticas que apresentaram correlações significativas ($p \leq 0,01$) com as espécies abundantes. As variáveis temperatura ($r=0,845$), transparência ($r=-0,886$), nível fluviométrico ($r=0,223$), densidade total do fitoplâncton ($r=0,383$) e riqueza específica ($r=-0,640$) (Fig. 18a) e, os nutrientes, $P-PO_4^{-3}$ ($r=0,538$), NO_2^- ($r=0,778$), NO_3^- ($r=-0,664$) e sílica ($r=-0,886$) (Fig. 18b), explicaram 58,6% da variabilidade total dos dados, nos eixos I e II.

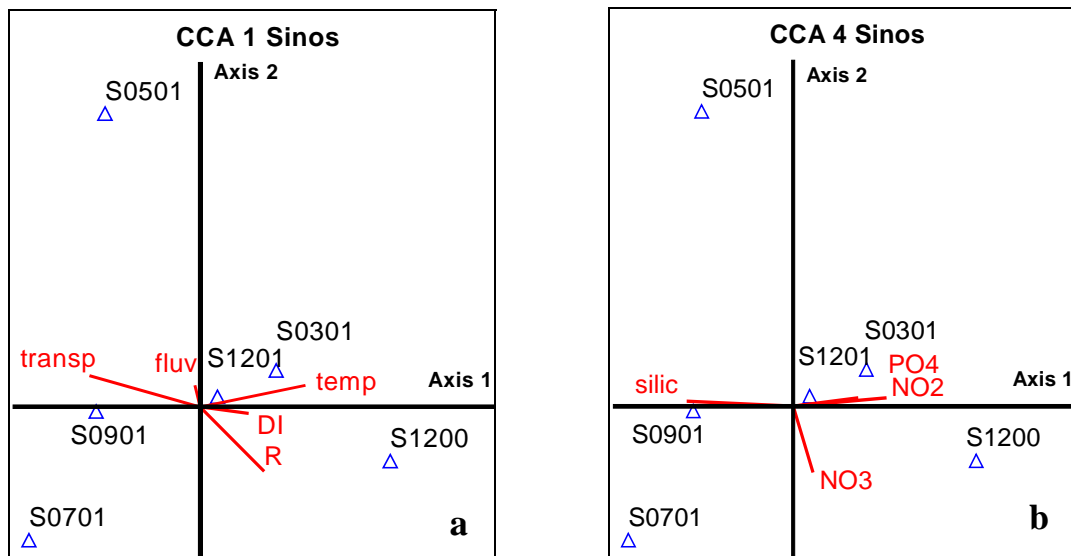


Figura 18. Diagrama de ordenação ACC para espécies fitoplanctônicas abundantes presentes no rio dos Sinos, nas estações de amostragem (S1200= dez/2000; S0301= mar/2001; S0501= mai/2001; S0701= jul/2001; S0901= set/2001 e S1201= dez/2001), em função de variáveis ambientais; a - com o grupo das variáveis ambientais A1: DI= densidade total do fitoplâncton (nº ind./mL), R= riqueza (nº espécies), temp= temperatura, transp= transparência Secchi e fluv= nível fluviométrico e b - com o grupo das variáveis ambientais A4: PO_4^{-3} = fósforo-total, NH_3 = nitrogênio amoniacal, NO_3^- = nitrato, NO_2^- = nitrito e silic= sílica.

Nas amostragens de verão (S1200) e início do outono (S0301), as temperaturas mais elevadas e as maiores concentrações de fósforo, nitrito e nitrato e, valores menores de nível da água, transparência e concentração de sílica, estiveram relacionados aos maiores valores de riqueza e densidade (Fig. 18a, b e Anexo 4). *Merismopedia tenuissima*, *Limnothrix planctonica* (cianobactérias); *Chlorella vulgaris*, *Monoraphidium contortum* (clorofíceas); *Cryptomonas phaseollus* (criptofíceia); *Asterionella formosa*, *Aulacoseira distans*, *Cyclotella* sp. 2, *Nitzschia palea* (diatomáceas), se destacaram quanto à abundância (densidade ≥ 50 ind./mL) nestas amostragens (Anexo 5). Nas amostragens de outono (S0501) e de inverno (S0701) a transparência, o nível da água e a concentração de sílica apresentaram valores mais elevados e, a

temperatura e as concentrações de fosfato e nitrito, valores menores, associados à baixa densidade. A riqueza também sofreu redução nestes períodos, principalmente na amostragem de maio (Fig. 18a, b e Anexo 4). *Limnithrix planctonica*, *Pseudanabaena cf. catenata* (cianobactérias); *Cryptomonas erosa*, *C. marssonii* (criptofíceas) e *Chromulina sp. 2* (crisofíceas), foram as espécies mais representativas quanto à abundância (densidade ≥ 50 ind./mL) (Anexo 5). Nas amostragens de primavera (S0901 e S1201), foram observadas temperaturas mais altas e maiores valores de transparência e das concentrações de fosfato, nitrato, nitrito e sílica e, redução do nível da água, que estiveram relacionados ao aumento da riqueza e da densidade (Fig. 18a, b e Anexo 4). Nestas amostragens, *Monoraphidium arcuatum*, *M. contortum*, *M. irregulare* (clorofíceas); *Cryptomonas marssonii*, *C. ovata*, *C. phaseollus* (criptofíceas); *Chromulina sp. 1* (crisofíceas); *Aulacoseira distans*, *Urosolenia eriensis* var. *morsa* (diatomáceas) foram as espécies mais abundantes (densidade ≥ 50 ind./mL) (Anexo 5).

Para o rio Caí, o resultado da ACC selecionou seis variáveis abióticas que apresentaram correlações significativas ($p \leq 0,02$) com as espécies abundantes. As variáveis temperatura ($r=0,773$), transparência ($r=0,547$) e nível fluviométrico ($r=-0,780$) (Fig. 19a), mais os nutrientes, $P-PO_4^{-3}$ ($r=-0,655$), $N-NH_3$ ($r=0,551$) e NO_3^- ($r=0,782$) (Fig. 19b), explicaram 58,7% da variabilidade total dos dados, nos eixos I e II.

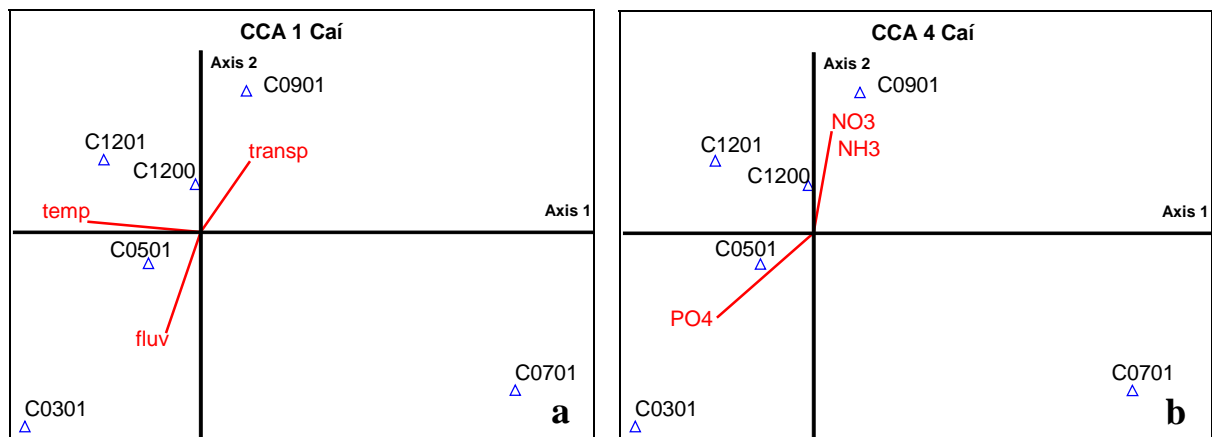


Figura 19. Diagrama de ordenação ACC para espécies fitoplantônicas abundantes presentes no rio Caí, nas estações de amostragem (C1200= dez/2000; C0301= mar/2001; C0501= mai/2001; C0701= jul/2001; C0901= set/2001 e C1201= dez/2001), em função de variáveis ambientais; a - com o grupo das variáveis ambientais A1: DI= densidade total do fitoplâncton (nº ind./mL), R= riqueza (nº espécies), temp= temperatura, transp= transparência Secchi e fluv= nível fluviométrico e b - com o grupo das variáveis ambientais A4: PO_4^{-3} = fosfato-total, NH_3 = nitrogênio amoniacal, NO_3^- = nitrato, NO_2^- = nitrito e silic= sílica.

Na amostragem de verão (C1200), a temperatura mais alta, as maiores concentrações de

nitrogênio amoniacal e nitrato e, baixos valores de transparência, nível da água e de fosfato, estiveram associados à redução da riqueza e à ocorrência de uma densidade fitoplanctônica elevada (Fig. 19a, b e Anexo 4). *Chlorella vulgaris*, *Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus* sp. 1 (clorofíceas) e *Cryptomonas phaseollus* (criptofíceas), foram as espécies mais abundantes (densidade ≥ 50 ind./mL) (Anexo 5). Na amostragem do início do outono (C0301), os valores elevados de temperatura, nível da água e fosfato e, menor transparência e concentração de nitrogênio amoniacal e nitrato, estiveram relacionados com maior riqueza e elevada densidade (Fig. 19a, b e Anexo 4). Nessa amostragem, as clorofíceas *Chlorella vulgaris*, *Kirchneriella* cf. *lunaris*, *Monoraphidium contortum* e *Scenedesmus* sp. 1 foram as mais abundantes (densidade ≥ 50 ind./mL) (Anexo 5). Na amostragem de outono (C0501), a diminuição da temperatura e das concentrações de fosfato e nitrogênio amoniacal, com o mais alto nível da água e maior transparência e concentração de nitrato, estiveram associados a menor riqueza e densidade (Fig. 19a, b e Anexo 4). Nesta amostragem, a espécie *Chlorella vulgaris* foi a única que se manteve com densidade elevada (densidade ≥ 50 ind./mL) (Anexo 5). Na amostragem de inverno (C0701), todas as variáveis significativas apresentaram baixos valores, com exceção da concentração de nitrato que aumentou em relação à amostragem anterior e também, estiveram relacionadas à baixa riqueza e densidade total (Fig. 19 a, b e Anexo 4). As diatomáceas *Aulacoseira distans*, *Fragilaria* sp. 1 e, principalmente, *Urosolenia eriensis* var. *morsa*, se destacaram quanto à abundância (densidade ≥ 50 ind./mL) neste período (Anexo 5). Na amostragem de primavera (C0901), as variáveis temperatura, transparência e as concentrações de nitrogênio amoniacal e nitrato se elevaram, enquanto que a concentração de fosfato mantêve-se baixa e o nível da água diminuiu ainda mais. Essas condições se relacionaram ao aumento da riqueza e, principalmente, da densidade, onde *Chlamydomonas* sp. 2, *Chlorella vulgaris*, *Chlorophyceae* 1, *Monoraphidium contortum* (clorofíceas); *Chomulina* sp. 1 (crisofíceas); *Cryptomonas marssonii*, *C. ovata* (criptofíceas), se destacaram quanto à abundância (densidade ≥ 50 ind./mL) (Fig. 19a, b, Anexos 4 e 5). Na amostragem do final da primavera (C1201), a temperatura mais elevada, o aumento das concentrações de fosfato e nitrato e, a redução do nível da água, da transparência e da concentração do nitrogênio amoniacal, estiveram associadas à maior riqueza registrada neste rio e à baixa densidade (Fig. 19a, b e Anexo 4). A diatomácea *Aulacoseira distans* foi a mais representativa em abundância nesta amostragem apesar de sua densidade (40 ind./mL) (Anexo 5) ter ficado abaixo do critério estipulado (densidade ≥ 50 ind./mL) nesta análise.

Para o rio Jacuí, a ACC selecionou cinco variáveis abióticas e duas bióticas que apresentaram correlações significativas ($p \leq 0,005$) com as espécies abundantes. As variáveis temperatura ($r=0,706$), transparência ($r=0,674$), nível fluviométrico ($r=-0,588$), riqueza específica ($r=0,635$) e densidade total do fitoplâncton ($r=0,895$) (Fig. 20a) e os nutrientes NO_3^- ($r=-0,372$) e sílica ($r=-0,868$) (Fig. 20b), explicaram 61,9% da variabilidade total dos dados, nos eixos I e II.

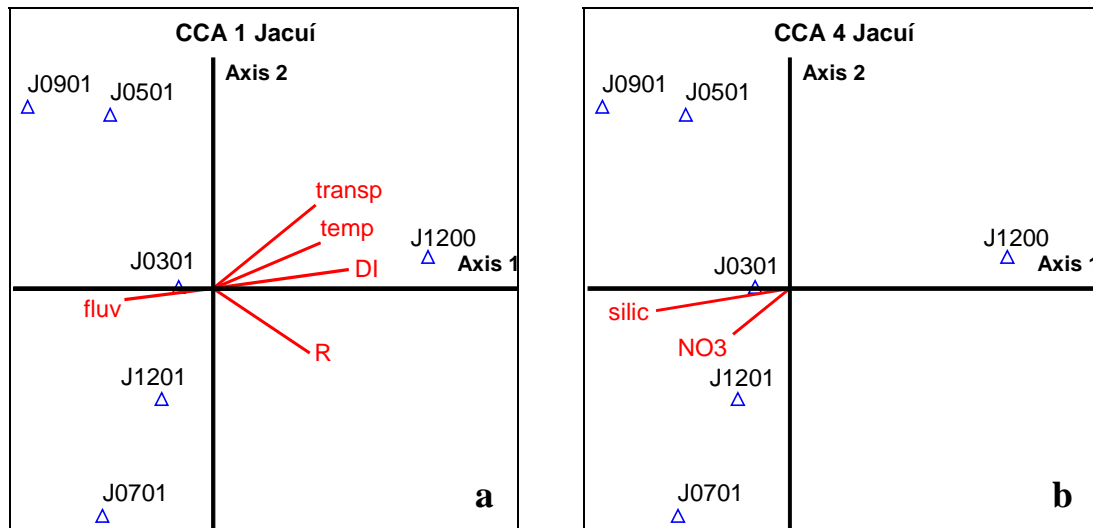


Figura 20. Diagrama de ordenação ACC para espécies fitoplanctônicas abundantes presentes no rio Jacuí, nas estações de amostragem (J1200= dez/2000; J0301= mar/2001; J0501= mai/2001; J0701= jul/2001; J0901= set/2001 e J1201= dez/2001), em função de variáveis ambientais; a - com o grupo das variáveis ambientais A1: DI= densidade total do fitoplâncton (nº ind./mL), R= riqueza (nº espécies), temp= temperatura, transp= transparência Secchi e fluv= nível fluviométrico e b - com o grupo das variáveis ambientais A4: PO_4^{3-} = fosfato-total, NH_3 = nitrogênio amoniacal, NO_3^- = nitrato, NO_2^- = nitrito e silic= sílica.

Na amostragem de verão (J1200), a temperatura e a transparência apresentaram valores elevados, enquanto que os de nível da água e das concentrações de nitrato e sílica, sofreram redução. Estes gradientes estiveram associados à elevada riqueza e, principalmente, a mais alta densidade (Fig. 20a, b e Anexo 4). Nesta amostragem, muitas espécies se destacaram quanto à abundância (densidade ≥ 50 ind./mL), como as cianobactérias *Anabaena* cf. *circinalis*, cf. *Chroococcus*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis aeruginosa*; as clorofíceas *Chlorella vulgaris*, Chlorophyceae 3, *Dictyosphaerium subsolitarium*, *Monoraphidium* sp.; as criptofíceas *Cryptomonas marssonii*, *C. phaseollus*, *Rhodomonas* sp. 1; a crisofícea *Mallomonas* sp. 1 e, as diatomáceas *Aulacoseira ambigua*, *A. ambigua* f. *spiralis*, *A. distans*, *A. granulata*, *A. granulata* var. *angustissima* (Anexo 5). Na amostragem do início do outono (J0301), foi registrado um comportamento semelhante à amostragem anterior quanto

aos gradientes das variáveis, porém, com diminuição da transparência e aumento da concentração de sílica, relacionadas à diminuição da riqueza e da densidade (Fig. 20a, b e Anexo 4). *Chlorella vulgaris* (clorofíceas); *Cryptomonas marssonii*, *C. phaseollus*, *Rhodomonas* sp. 1 (criptofíceas) e “*Chrysococcus* sp. 1 e/ou *Kephyrion ovale*” (crisofíceas), foram as espécies mais abundantes (densidade ≥ 50 ind./mL) (Anexo 5). Na amostragem de outono (J0501), a elevação do nível da água (o mais alto registrado) e da concentração de sílica e, a diminuição da temperatura, da transparência e da concentração de nitrato, estiveram associadas aos mais baixos valores de riqueza e densidade fitoplanctônica deste rio (Fig. 20a, b e Anexo 4). Neste período, somente a criptofíceas *Cryptomonas phaseollus* apresentou abundância próxima ao critério estipulado (43 ind./mL) (Anexo 5). Na amostragem de inverno (J0701), o nível da água e as concentrações de nitrato e sílica sofreram elevação, mantendo-se os baixos valores de temperatura e transparência, como na amostragem anterior. A densidade do fitoplâncton continuou baixa, porém a riqueza, foi a mais alta registrada para esse rio (Anexo 4). Somente *Chromulina* sp. 1 destacou-se quanto à abundância (49 ind./mL) (Anexo 5). Na amostragem de primavera (J0901), a temperatura, a transparência e o nível da água tiveram seus gradientes invertidos em relação à amostragem de inverno. Os gradientes das concentrações de nitrato e sílica se mantiveram, com elevação dos valores. Esta mudança de gradientes, principalmente das variáveis físicas, esteve relacionada à diminuição da riqueza e ao aumento da densidade (Fig. 20a, b e Anexo 4). As clorofíceas *Chlamydomonas* sp. 2 e *Monoraphidium contortum*; as criptofíceas *Chroomonas acuta* e *Rhodomonas* sp. 2 e as crisofíceas “*Chrysococcus* sp. 1 e/ou *Kephyrion ovale*” e *Chromulina* sp. 1, foram a mais representativas quanto à abundância (densidade ≥ 50 ind./mL) (Anexo 5). Na amostragem do final da primavera (J1201), a temperatura e as concentrações de nitrato e sílica continuaram elevadas; a transparência diminuiu e o nível da água continuou baixo (Anexo 4). A riqueza e, principalmente, a densidade total, aumentaram em relação ao período anterior, com destaque na abundância (densidade ≥ 50 ind./mL) da cianobactéria *Merismopedia tenuissima*; das clorofíceas *Chlorella vulgaris*, *Monoraphidium arcuatum* e *M. contortum*; da criptofíceas *Cryptomonas marssonii* e da diatomácea *Aulacoseira distans* (Anexos 4 e 5).

Com base nas variáveis abióticas selecionadas pela ACC, observou-se que os rios se diferenciaram em relação à concentração de nutrientes (Figs. 17-20). Fosfato e nitrato foram os nutrientes com maiores frequências de relações significativas com a abundância de espécies nos rios. O aumento da concentração de fosfato, em geral, esteve associado ao aumento da riqueza e

da densidade fitoplanctônica, com exceção do rio Jacuí. Quanto ao nitrato, também foi observado o mesmo comportamento somente em relação à densidade, com exceção do rio Gravataí. Já a riqueza, só apresentou esta relação direta com o nitrato no rio dos Sinos. A variação do nitrito só foi significativa no rio dos Sinos, onde as concentrações mais elevadas estiveram associadas as maiores densidades e riquezas. A variação da concentração de sílica foi significativa apenas nos rios dos Sinos e Jacuí e, seus valores mais baixos apresentaram relação com o aumento da riqueza e densidade, principalmente, de diatomáceas.

Quanto às variáveis físicas, temperatura, transparência e nível da água, a variação dos gradientes foi semelhante nos rios (Anexo 4). A variação da temperatura da água foi igual nos rios e, o nível fluviométrico só apresentou comportamento diferente nas amostragens de março (outono) e julho (inverno), no rio Caí, resultados esperados para ambientes localizados na mesma região climática. Em geral, o aumento da densidade fitoplanctônica esteve associado ao aumento da temperatura e a diminuição do nível da água. Já a riqueza somente apresentou esta relação nos rios dos Sinos e Caí. Quanto à transparência, os rios apresentam comportamentos distintos em algumas ocasiões, com diferentes associações em relação à variação do nível da água, como também com a variação da densidade e da riqueza.

Quanto às variáveis bióticas de densidade total do fitoplâncton (ind./mL) e riqueza específica (nº de táxons), os rios apresentaram mais semelhanças do que diferenças, principalmente, em relação à densidade (Figs. 17-20 e Anexo 4). Em geral, em todos os rios, as maiores densidades fitoplanctônicas ocorreram nas amostragens de dezembro de 2000 (verão), março (outono), setembro e dezembro (primavera) de 2001, quando as temperaturas estavam mais elevadas, ou seja, um comportamento preferencialmente definido pela sazonalidade. O rio Gravataí também apresentou maior densidade na amostragem de maio (outono), neste caso, provavelmente, associada ao aumento do nível da água e da sua transparência neste período. A riqueza apresentou mais diferenças sazonais nos rios Gravataí e Jacuí, fato que pode estar associado à grande diferença entre eles, tanto na hidrometria como na contribuição alóctone de organismos de seus ecossistemas associados (v. Cap. 1). Em todos os rios, os menores valores de riqueza foram constatados na amostragem de maio (outono), quando o nível da água estava mais elevado. Na amostragem de julho (inverno), quando os rios ainda se encontravam no período de águas altas a riqueza aumentou em relação à amostragem anterior, principalmente nos rios Gravataí e Jacuí, que apresentaram seus valores máximos de riqueza (Anexo 4). Estes rios, receberam grande contribuição de organismos planctônicos no referido período, oriundos

principalmente dos banhados, no caso do rio Gravataí, e das represas e afluentes, no caso do rio Jacuí (v. Cap. 1 e 2).

Em síntese, a densidade e a riqueza, na maioria das ocasiões, tiveram o mesmo comportamento na foz dos rios, ou seja, o aumento da densidade foi acompanhado pelo aumento da riqueza. O nível fluviométrico e a temperatura foram os principais fatores determinantes na variação destes atributos. Em geral, o aumento da densidade e riqueza estiveram associados aos menores níveis da água e às temperaturas mais elevadas.

Schiaffino (1977), em estudo realizado em diferentes ambientes lóticos da bacia do rio Paraná, também constatou que o incremento da densidade fitoplanctônica ocorreu em temperaturas mais elevadas e em menores níveis hidrométricos e, que a transparência não apresentou correlação com as flutuações numéricas do fitoplâncton. Flutuações temporais da comunidade fitoplanctônica, observadas em trecho da planície de inundação do alto rio Paraná por Train & Rodrigues (1997), demonstram que o regime hidrológico desse rio constitui a principal função de força atuante sobre a comunidade, determinando padrões diferenciados de desenvolvimento. Segundo Thomaz *et al.* (1997), o importante papel desempenhado pelos níveis de água na manutenção da estrutura e funcionamento dos sistemas rios-planícies de inundação permite afirmar que a análise do regime hidrológico dos rios, associados a esses ecossistemas, ocupa papel central na interpretação de seus processos ecológicos.

Ao se comparar a estrutura da comunidade fitoplanctônica com as condições físicas e químicas da água, analisadas na foz dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí, pode-se observar que tanto a densidade quanto a riqueza de espécies apresentaram um comportamento sazonal semelhante nos rios, com a presença de uma comunidade muito rica e diversificada, apesar das diferentes condições de eutrofização destes.

Esses resultados também foram obtidos por Torgan *et al.* (2001), na foz dos rios formadores do delta do Jacuí, em estudo realizado no ano de 1998, onde foi constatada a existência de uma ficoflora rica e diversificada, formada em grande parte por elementos resistentes à poluição orgânica e química.

Rosa *et al.* (1988), em análise do fitoplâncton e fatores abióticos realizada em trecho do rio Jacuí no ano de 1986, consideraram o fato da abundância de espécies indicadoras de poluição estarem associadas à alguns fatores ambientais com valores acima da média e até máximos registrados para a área, para acreditarem que a área se encontrava em processo de contaminação química e orgânica.

Conclusões

A análise comparativa das variáveis físicas, químicas e microbiológicas na foz dos rios do delta do Jacuí demonstrou um nítido gradiente de eutrofização, em que os rios Jacuí e Caí se localizaram relativamente no extremo inferior, o rio Gravataí no extremo superior e o rio dos Sinos em posição intermediária deste gradiente.

Em geral, as variáveis físicas (temperatura, nível fluviométrico e transparência da água) não foram os principais fatores responsáveis pelas diferenças entre a foz dos rios formadores do delta do Jacuí, pois, tratam-se de ambientes localizados numa mesma região hidrográfica, que recebem semelhantes influências climáticas e geológicas.

A temperatura determinou o mesmo comportamento sazonal em todos os rios, com valores mais elevados nas amostragens de verão, início do outono e primavera, períodos que, geralmente, estiveram associados ao aumento da riqueza específica e, principalmente, da densidade fitoplanctônica.

O nível fluviométrico da foz dos rios, em geral, aumentou nas amostragens de outono e inverno, determinando estes períodos como de águas altas e, diminuiu nas amostragens de verão e primavera, determinando-os como períodos de águas baixas. Na maioria das ocasiões, o incremento da densidade fitoplanctônica esteve relacionado com o período de águas baixas.

A transparência, apresentou algumas diferenças de comportamento nos quatro rios e, sua variação nem sempre esteve relacionada às variações do nível fluviométrico e da densidade e riqueza específica do fitoplâncton.

As principais diferenças entre os rios estão relacionadas aos nutrientes, pois, todos apresentaram comportamentos diferentes em relação às variações destes. As maiores frequências de correlações significativas entre os nutrientes e as variáveis bióticas (densidade total do fitoplâncton e riqueza específica), foram constatadas nas concentrações de fosfato, nitrato, sílica, nitrogênio amoniacal e nitrito, respectivamente.

A densidade total do fitoplâncton em número de indivíduos/mL e células/mL apresentou variação semelhante entre os rios e, principalmente, entre os períodos de amostragem, demonstrando um comportamento preferencialmente sazonal. Já a riqueza específica, apresentou algumas variações significativas entre os rios, principalmente, entre o Gravataí e o Jacuí, provavelmente, associada à diferença de hidrometria entre estes rios.

A presença de uma comunidade fitoplanctônica rica e diversificada, formada em grande parte por organismos resistentes à poluição orgânica e química (v. Cap. 2), na foz dos rios

formadores do delta do Jacuí, provavelmente, esteja relacionada à tolerância e/ou adaptação dos mesmos, principalmente das espécies abundantes, às condições ambientais destes rios.

Referências Bibliográficas

- American Public Health Association (APHA) 1992. **Standart method for the examination of water and wastewater**. 18 ed. Washington, American Public Health Association. 905 p.
- Bendati, M. M.; Swarzbach, M. S. R.; Maizonave, C. R. M.; Almeida, L. B. & Bringhenti, M. L. 2000. Avaliação da Qualidade da Água do lago Guaíba (Rio Grande do Sul, Brasil) como suporte para a gestão da bacia hidrográfica. In: **XXVII Congresso Interamericano de Eng. Sanitária e Ambiental**. ABES. 20 p.
- Bourrelly, P. 1968. **Les Algues d'eau douce - algues jaunes et brunes**. Paris, Ed. N. Boubée & Cie. 438 p.
- Bourrelly, P. 1970. **Les Algues d'eau douce - algues blues et rouges**. Paris, Ed. N. Boubée & Cie. 512 p.
- Bourrelly, P. 1972. **Les Algues d'eau douce - algues vertes**. Paris, Ed. N. Boubée & Cie. 569 p.
- Branco, S. M. 1978. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 2 ed. São Paulo, CETESB. 620 p.
- Cain, S. A. & Castro, G. M. O. 1959. **Manual of vegetation analysis**. New York, Harpey. p.
- Carvalho, E. N. 1999. **Avaliação sazonal de variáveis limnológicas e grupos fitoplanctônicos na foz dos principais rios formadores do Lago Guaíba (RS), com ênfase em *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenkin**. Porto Alegre, CPG Ecologia/UFRGS. 91 p. (dissertação)
- Desikachary, T. V. 1959. **Cyanophyta**. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research. 686 p.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In.: Rabenhorst, L. **Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz**. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft. Ed.14, Auf.2, 1996 p.
- Germain, H. 1981. **Flore des Diatomées-Diatomophycées**. Paris, Société Nouvelle des Éditions Boubée. 444 p.
- Hoeck, C. V. Den.; Mann, D. G. & Jahns, H. M. 1995. **Algae: An introduction to phycology**. Cambridge: Cambridge University, 627 p.

- Huber-Pestalozzi, G. 1941. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Chrysophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 2, 365 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1942. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Diatomeen). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 2, p. 549 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1955. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Euglenophyceen). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 4, 606 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1961. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Chlorophyceae - Volvocales). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 5, 744 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1968. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 3, 322 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1982. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Conjugatophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 8, 543 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1983. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Chlorophyceae). In: Thienemann, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Band 16, Teil 7, 1044 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae: Naviculaceae, 1 In: **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer. 876 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae: Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 2 In: **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer. 596 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 3. In: **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer. 576 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae: Achnanthaceae, 4. In: **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer. 437 p.
- Lobo, E. A. & Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. **Rev. Biol.**

- Mar.**, **22** (1): 1-29.
- Neiff, J. J. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Rio Paraná. **Interciência**, **15** (6): 424-441.
- Odum, E. P. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara. 434 p.
- Pappas, J. L. & Stoermer, E. F. 1996. Quantitative method for determining a representative algal sample count. **J. Phycol.**, **32**: 693-696.
- Parra, O. O.; Gonzales, M. & Dellarossa, V. 1983. **Manual taxonômico del fitoplancton de aguas continentales** (Con especial referencia al fitoplancton de Chile). Chlorophyceae. Universidade de Concepcion, Concepcion, v.5, partes 1-2, 353 p.
- Pinto-Coelho, R. M. 2000. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre, Artmed. 252 p.
- Rosa, Z. M.; Torgan, L. C.; Lobo, E. A. & Herzog, L. A.W. 1988. Análise da estrutura de comunidades fitoplanctônicas e de alguns fatores abióticos em trecho do Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, **2** (1-2): 31-46.
- Round, F. E. 1983 **Biologia das Algas**. 2 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Dois. 263p.
- Schiaffino, M. 1977. Fitoplancton del rio Parana. i. sus variaciones en relacion al ciclo hidrológico en cauces secundarios de la llanura aluvial. **Physis, Sección B** **36** (92): 115-125.
- Schwarzbald, A. 2000. O que é um rio? **Ciência & Ambiente**, **21**: 57-68.
- Schwarzbald, A. 2003. **Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água no Complexo Energético do Rio das Antas**. Porto Alegre, UFRGS. 230 p. (CERAN – Relatório Final)
- Smith, D. H. 1993. **Program Divers for species diversity analysis**. 120 p.
- Sournia, A. (Ed.) 1978. **Phytoplankton Manual**. Paris, UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). 337 p. (Monographs on oceanographic methodology, 6).
- Thomaz, S. M.; Roberto, M. C. & Bini, L. M. 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: Vazzoler, A. E. A. M.; Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. (Eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá, EDUEM, p. 73-102.
- Torgan, L. C. 1989. Floração de algas: composição, causa e conseqüências. **Ínsula**, **19**: 15-34 (Suplemento).
- Torgan, L. C.; Fortes, D. F. & Nunes, M. 2001. **Diagnóstico da ficoflora e de condições físicas, químicas e microbiológicas da água na foz dos rios constituintes do Parque**

Estadual Delta do Jacuí. Relatório final.

- Torgan, L. C.; Menegheti, J. O. & Silva, S. M. A. Da 1979. Contribuição ao estudo do fitoplâncton do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. In: Congresso Nacional de Botânica, XXX, Campo Grande, MS, 1979. **Anais**, São Paulo, Sociedade de Botânica do Brasil, p. 141-150.
- Train, S. & Rodrigues, L. C. 1997. Distribuição espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica. In: Vazzoler, A. E. A. M.; Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. (Eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá, EDUEM, p. 105-116.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativem Phytoplankton-Methodik. **Mitteilung Internationale Vereinigung für Theoretische and Angewandte Limnologie**, Stuttgart, v.9, p. 1-38.
- Wetzel, R. G. & Likens, E. 1990. **Limnological Analysis**. Springer-Verlag, London. 391 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os rios que formam a bacia do lago Guaíba, em seu curso inferior, são considerados rios de planície e, portanto, tornam-se ambientes favoráveis ao desenvolvimento de populações fitoplanctônicas. Entretanto, por estes rios serem subsistemas que percorrem regiões diversas com impactos antrópicos distintos, eles apresentaram diferenças nas condições de saprobidade e trofia.

Neste estudo, constatou-se que as águas superficiais na foz dos rios do delta do Jacuí, com exceção do rio Jacuí, encontram-se comprometidas em suas características físicas, químicas e microbiológicas. Principalmente, os rios Gravataí e Sinos, apresentaram alta concentração de nutrientes e de matéria orgânica, demonstrando a necessidade de um controle de despejos de efluentes nos mesmos.

A localização desses subsistemas em região subtropical, onde geralmente ocorrem quatro estações do ano relativamente bem definidas, determinou variações sazonais semelhantes na estrutura da comunidade fitoplanctônica.

Com base nos resultados deste estudo, foi possível verificar que os rios do delta do Jacuí, em sua foz, são fortemente influenciados pelo regime hidrológico. Períodos de águas baixas que ocorreram, nas estações de verão e primavera e períodos de águas altas observados no outono e inverno, podem atuar diretamente sobre a variação da densidade fitoplânctônica. Esta comunidade, no entanto, apresentou alta riqueza e diversidade específica, sendo formada em grande parte por organismos tolerantes e/ou adaptados às condições ambientais destes rios.

Quanto ao uso da diversidade e abundância do fitoplâncton como indicador de qualidade da água, esta questão ainda deve ser amplamente investigada em diferentes sistemas antes que se possa elaborar uma teoria sobre diversidade *versus* trofia.

Anexo 1. Dados de precipitação pluviométrica (mm) à montante da foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.

Estação Cód. Latitude Longitude	Rio Gravataí		Rio dos Sinos		Rio Caí		Rio Jacuí	
	Morungava 02950061 -29:51:03 -050:54:37		Stº A. Patrulha Cód. 02950060 -29:49:05 -050:30:45		Porto Garibaldi Cód. 02951024 -29:49:02 -050:22:40		Charqueadas Cód. 02951067 -29:57:05 -050:37:42	
Data	Pluviosidade Total (mm)	Dias de chuva	Pluviosidade Total (mm)	Dias de chuva	Pluviosidade Total (mm)	Dias de chuva	Pluviosidade Total (mm)	Dias de chuva
dez/00	107,4	8	151,5	13	94,9	10	95,3	14
jan/01	232,4	14	227,9	13	161,0	14	*	*
fev/01	110,8	9	74,0	7	211,5	9	40,0	5
mar/01	103,8	6	160,1	7	95,0	8	65,8	5
abr/01	279,9	12	273,0	15	247,7	14	102,8	12
mai/01	42,4	8	74,1	12	37,9	9	2,9	4
jun/01	112,3	5	137,0	10	100,7	9	43,5	5
jul/01	187,1	5	202,5	12	204,2	11	191,8	14
ago/01	22,1	3	30,2	5	28,1	5	33,8 ?	4 ?
set/01	120,6	8	175,3	17	129,0	10	*	*
out/01	204,3	5	122,7	12	150,6	8	*	*
nov/01	158,7	6	159,6	12	142,7	10	*	*
dez/01	77,0	2	134,2	7	88,7	8	*	*
Média	135,3		147,9		130,2		72,0	

* Sem dados; ? Dados incompletos; Em negrito e itálico: valores máximos e mínimos.

Fonte: ANA (Agência Nacional de Águas)

Anexo 2. Dados das médias mensais e anual do nível fluviométrico (mm), à montante da foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a novembro de 2001.

Estação Cód. Latitude Longitude	Rio Gravataí	Rio dos Sinos	Rio Caí	Rio Jacuí
	Albatroz 87406000 -29:58:03 -051:09:56	São Leopoldo 87382000 -29:45:29 -051:09:04	Passo do Montenegro 87270000 -29:42:02 -051:26:26	São Jerônimo 87020000 -29:57:16 -051:43:27
Data	Média fluviométrica (mm)			
dez/00	108*	256	139	202?
jan/01	112*	290	222	237
fev/01	117*	284	141	232
mar/01	101*	232	118	207?
abr/01	133?	258	264?	250
mai/01	180?	326	248	329
jun/01	137*	222	163*	249
jul/01	189	354	327	372
ago/01	126	160	112	220*
set/01	145	238	200*	275
out/01	165*	290	249*	362
nov/01	118*	160	131*	209
Anual	153	256	187	279

* Estimado; ? Duvidoso. Obs.: Medidas obtidas a partir do nível médio do mar.

Fonte: CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais)

Anexo 3. Matriz de variáveis ambientais (total 14) registradas nas unidades amostrais (total 24) na foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.

	temp	transp	cond	pH	alcal	MO	DBO5	OD	colif	PO4	NH3	NO3	NO2	silic
G1200	26,1	0,25	180,5	6,9	0,73	8,9	13,5	0,2	280,00	0,69	4,1	0,8	0,001	9,35
G0301	24,9	0,25	153,7	7,0	0,78	8,0	12,4	0,2	700,00	0,69	2,0	1,1	0,044	8,90
G0501	17,8	0,45	140,3	6,8	0,63	8,3	10,2	3,5	17,00	0,16	0,4	0,6	0,011	8,80
G0701	14,6	0,30	90,6	6,6	0,63	7,7	8,4	5,2	900,00	0,26	1,1	1,1	0,015	10,10
G0901	21,9	0,30	131,6	6,6	0,83	8,3	12,4	0,8	500,00	0,53	2,7	1,4	0,029	18,60
G1201	23,3	0,25	90,0	6,4	0,53	8,4	6,8	3,1	900,00	0,37	1,4	0,8	0,021	13,80
S1200	24,2	0,20	94,6	6,7	0,65	4,9	4,0	4,4	17,00	0,21	0,1	1,0	0,048	9,00
S0301	25,0	0,30	111,5	6,9	0,68	4,7	3,6	2,2	9,00	0,42	1,0	1,0	0,047	16,10
S0501	17,6	0,40	124,2	6,9	0,75	4,6	2,8	4,4	0,20	0,11	0,2	0,7	0,020	18,00
S0701	14,0	0,35	119,4	6,7	0,63	4,9	1,3	6,1	280,00	0,13	0,3	1,1	0,012	23,30
S0901	20,1	0,40	128,4	6,8	0,75	4,3	2,3	4,5	17,00	0,18	1,4	0,9	0,032	18,10
S1201	23,0	0,35	134,1	6,5	0,78	4,8	2,0	2,9	30,00	0,21	1,7	1,2	0,059	18,80
C1200	27,1	0,30	105,6	6,8	0,73	3,6	2,0	7,0	0,80	0,10	0,7	1,2	0,037	11,61
C0301	25,7	0,30	108,5	7,0	0,75	4,2	1,0	4,6	5,00	0,44	0,1	0,9	0,019	20,50
C0501	16,0	0,40	56,6	6,7	0,80	3,6	1,1	7,5	0,30	0,09	0,1	1,1	0,003	19,70
C0701	13,3	0,35	55,3	6,5	0,55	4,2	1,1	7,3	14,00	0,08	0,1	1,1	0,004	18,40
C0901	19,1	0,50	74,8	6,8	0,60	3,1	0,5	7,1	3,30	0,09	0,3	1,2	0,010	19,80
C1201	21,8	0,30	71,2	6,6	0,43	4,0	0,6	6,5	1,00	0,14	0,2	1,4	0,017	19,10
J1200	27,3	0,45	64,4	6,7	0,58	4,3	0,7	6,6	0,10	0,07	0,019	0,6	0,004	9,17
J0301	26,4	0,35	105,4	7,1	0,53	4,3	0,6	6,2	2,20	0,39	0,019	0,5	0,007	14,80
J0501	18,2	0,30	39,7	6,6	0,58	4,0	0,8	6,7	1,40	0,09	0,019	0,3	0,003	14,30
J0701	14,8	0,25	36,4	6,7	0,45	5,3	0,8	8,3	3,50	0,09	0,019	0,8	0,005	13,90
J0901	20,6	0,40	47,8	6,9	0,48	3,9	0,4	8,3	0,20	0,06	0,1	0,9	0,003	15,50
J1201	23,5	0,30	54,5	6,7	0,40	5,0	0,3	7,1	0,1	0,10	0,1	1,0	0,001	18,20

Variáveis ambientais: temp= temperatura - °C, transp= transparência Secchi - m, cond= condutividade elétrica - $\mu\text{S.cm}^{-1}$, pH, alcal= alcalinidade - mg/L, MO= matéria orgânica - mg/L, DBO5= demanda bioquímica de oxigênio - mg/L, OD= oxigênio dissolvido - mg/L, colif= coliformes fecais - $\text{NMPorg.10}^3/\text{mL}$, PO4= fosfato-total - mg/L, NH3= nitrogênio amoniacal - mg/L, NO3= nitrato - mg/L, NO2= nitrito - mg/L e silic= sílica - mg/L.

Unidades amostrais: as letras indicam os nomes dos rios e os números indicam mês e ano da coleta - G= rio Gravataí; S= rio dos Sinos; C= rio Caf; J= rio Jacuí; 1200= dez/2000; 0301= mar/2001; 0501= mai/2001; 0701= jul/2001; 0901= set/2001 e 1201= dez/2001.

Anexo 4. Matriz de variáveis ambientais registradas nas unidades amostrais (total 24) na foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001: A1(5 variáveis), A2 (3 variáveis), A3 (4 variáveis) e A4 (5 variáveis).

	A1					A2			A3				A4				
	temp	transp	fluv	DI	R	cond	pH	alcal	MO	DBO5	OD	colif	PO4	NH3	NO3	NO2	silic
G1200	26,1	0,25	108	2014	47	180,5	6,9	0,73	8,9	13,5	0,2	280,00	0,69	4,1	0,8	0,001	9,35
G0301	24,9	0,25	112	1503	45	153,7	7,0	0,78	8,0	12,4	0,2	700,00	0,69	2,0	1,1	0,044	8,90
G0501	17,8	0,45	208	1229	42	140,3	6,8	0,63	8,3	10,2	3,5	17,00	0,16	0,4	0,6	0,011	8,80
G0701	14,6	0,30	158	621	90	90,6	6,6	0,63	7,7	8,4	5,2	900,00	0,26	1,1	1,1	0,015	10,10
G0901	21,9	0,30	137	1607	82	131,6	6,6	0,83	8,3	12,4	0,8	500,00	0,53	2,7	1,4	0,029	18,60
G1201	23,3	0,25	141	949	84	90,0	6,4	0,53	8,4	6,8	3,1	900,00	0,37	1,4	0,8	0,021	13,80
S1200	24,2	0,20	263	1432	72	94,6	6,7	0,65	4,9	4,0	4,4	17,00	0,21	0,1	1,0	0,048	9,00
S0301	25,0	0,30	282	1296	71	111,5	6,9	0,68	4,7	3,6	2,2	9,00	0,42	1,0	1,0	0,047	16,10
S0501	17,6	0,40	423	491	37	124,2	6,9	0,75	4,6	2,8	4,4	0,20	0,11	0,2	0,7	0,020	18,00
S0701	14,0	0,35	350	458	60	119,4	6,7	0,63	4,9	1,3	6,1	280,00	0,13	0,3	1,1	0,012	23,30
S0901	20,1	0,40	184	1946	66	128,4	6,8	0,75	4,3	2,3	4,5	17,00	0,18	1,4	0,9	0,032	18,10
S1201	23,0	0,35	217	721	72	134,1	6,5	0,78	4,8	2,0	2,9	30,00	0,21	1,7	1,2	0,059	18,80
C1200	27,1	0,30	112	1013	51	105,6	6,8	0,73	3,6	2,0	7,0	0,80	0,10	0,7	1,2	0,037	11,61
C0301	25,7	0,30	310	1277	66	108,5	7,0	0,75	4,2	1,0	4,6	5,00	0,44	0,1	0,9	0,019	20,50
C0501	16,0	0,40	411	528	44	56,6	6,7	0,80	3,6	1,1	7,5	0,30	0,09	0,1	1,1	0,003	19,70
C0701	13,3	0,35	205	608	52	55,3	6,5	0,55	4,2	1,1	7,3	14,00	0,08	0,1	1,1	0,004	18,40
C0901	19,1	0,50	125	1261	62	74,8	6,8	0,60	3,1	0,5	7,1	3,30	0,09	0,3	1,2	0,010	19,80
C1201	21,8	0,30	145	689	78	71,2	6,6	0,43	4,0	0,6	6,5	1,00	0,14	0,2	1,4	0,017	19,10
J1200	27,3	0,45	192	5317	72	64,4	6,7	0,58	4,3	0,7	6,6	0,10	0,07	0,019	0,6	0,004	9,17
J0301	26,4	0,35	220	1124	52	105,4	7,1	0,53	4,3	0,6	6,2	2,20	0,39	0,019	0,5	0,007	14,80
J0501	18,2	0,30	472	267	46	39,7	6,6	0,58	4,0	0,8	6,7	1,40	0,09	0,019	0,3	0,003	14,30
J0701	14,8	0,25	311	516	74	36,4	6,7	0,45	5,3	0,8	8,3	3,50	0,09	0,019	0,8	0,005	13,90
J0901	20,6	0,40	228	974	52	47,8	6,9	0,48	3,9	0,4	8,3	0,20	0,06	0,1	0,9	0,003	15,50
J1201	23,5	0,30	232	1136	55	54,5	6,7	0,40	5,0	0,3	7,1	0,1	0,10	0,1	1,0	0,001	18,20

Variáveis ambientais: A1 (temp= temperatura da água - °C, transp= transparência Secchi - m, fluv= nível fluviométrico - mm, DI= desidade total do fitoplâncton - n° ind./mL, R= riqueza específica - n° táxons); A2 (cond= condutividade elétrica - $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH, alcal= alcalinidade - mg/L); A3 (MO= matéria orgânica - mg/L, DBO5= demanda bioquímica de oxigênio - mg/L, OD= oxigênio dissolvido - mg/L, colif= coliformes fecais - NMPorg. 10^3 /mL) e A4 (PO4= fosfato-total - mg/L, nitrogênio amoniacal - mg/L (Nam), NO3= nitrato - mg/L, NO2= nitrito - mg/L, silic= sílica - mg/L).

Unidades amostrais: as letras indicam os nomes dos rios e os números indicam mês e ano da coleta - G= rio Gravataí; S= rio dos Sinos; C= rio Caí; J= rio Jacuí; 1200= dez/2000; 0301= mar/2001; 0501= mai/2001; 0701= jul/2001; 0901= set/2001 e 1201= dez/2001.

Anexo 5. Matriz quantitativa (n° ind./mL) das espécies abundantes com valores acima da média registradas nas unidades amostrais na foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.

spp abundantes		G1200	G0301	G0501	G0701	G0901	G1201	S1200	S0301	S0501	S0701	S0901	S1201	C1200	C0301	C0501	C0701	C0901	C1201	J1200	J0301	J0501	J0701	J0901	J1201	
1	<i>Anabaena cf. circinales</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	0	0	0	0	0	
2	<i>Asterionella formosa</i>	0	0	0	0	0	0	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	<i>Aulacoseira ambigua</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	0	0	9	0	0
4	<i>Aulacoseira ambigua f. spiralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	0	0	0	0	0
5	<i>Aulacoseira distans</i>	86	57	0	0	69	0	75	18	0	13	62	148	0	25	25	54	40	40	372	0	0	9	0	61	
6	<i>Aulacoseira granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	921	0	7	0	0	0	
7	<i>Aulacoseira granulata var. angustissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	356	0	0	0	0	0	
8	<i>cf. Kirchneriella</i>	0	0	0	0	51	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
9	<i>Chlamydomonas sp. 1</i>	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	0	0	0	0	0	0	0	
10	<i>Chlamydomonas sp. 2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	133	0	
11	<i>Chlorella vulgaris</i>	98	142	0	0	23	0	61	111	0	0	31	0	55	154	68	15	73	14	178	92	0	12	39	80	
12	Chlorophyceae 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	31	18	0	52	0	0	0	0	0	0	0	
13	Chlorophyceae 3	0	0	0	0	0	113	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	25	0	9	0	43	
14	<i>Chromulina sp. 1</i>	0	0	0	0	160	0	0	0	0	21	203	17	0	0	0	17	129	11	0	0	0	49	51	0	
15	<i>Chromulina sp. 2</i>	0	0	0	60	0	0	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	<i>cf. Chroococcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	0	0	0	0	0	
17	<i>Chroomonas acuta</i>	0	0	66	0	34	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	20	0	0	33	0	137	0	
18	<i>Chrysococcus sp. 1 / Kephyrion ovale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	26	0	77	0	
19	<i>Cryptomonas erosa</i>	0	0	0	20	0	0	0	18	49	0	39	0	37	0	0	0	28	0	0	0	0	21	0	0	
20	<i>Cryptomonas marssonii</i>	0	0	74	19	60	48	0	0	43	0	94	43	37	0	0	0	70	0	97	98	12	0	47	55	
21	<i>Cryptomonas obovata</i>	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	47	0	25	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	
22	<i>Cryptomonas ovata</i>	0	0	0	13	92	38	20	31	0	13	156	45	0	0	0	0	119	26	0	0	7	0	21	0	
23	<i>Cryptomonas phaseollus</i>	0	38	82	11	94	59	0	55	0	15	117	40	98	31	18	0	43	29	81	86	43	15	0	0	
24	Cryptophyceae 1	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	9	30	31	
25	<i>Cyclotella sp. 1</i>	0	38	0	0	20	13	27	18	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	<i>Cyclotella sp. 2</i>	0	0	0	0	0	0	82	0	0	0	0	12	0	0	0	15	0	0	0	31	0	9	0	0	
27	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	81	0	0	0	0	0	
28	<i>Desmodesmus intermedius var. acutispinus</i>	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	
29	<i>Desmodesmus opoliensis</i>	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	86	0	0	0	0	19	0	18	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	129	0	0	0	0	0	
32	<i>Fragilaria sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	9	0	0	
33	<i>Kirchneriella cf. lunaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	49	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	
34	<i>Limnothrix planctonica</i>	0	0	287	56	29	0	0	123	61	15	35	0	0	0	0	0	9	6	0	0	0	0	0	0	
35	<i>Mallomonas sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145	0	0	0	0	0	
36	<i>Merismopedia sp.</i>	172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Continua na próxima página

Continuação Anexo 5

spp abundantes		G1200	G0301	G0501	G0701	G0901	G1201	S1200	S0301	S0501	S0701	S0901	S1201	C1200	C0301	C0501	C0701	C0901	C1201	J1200	J0301	J0501	J0701	J0901	J1201
37	<i>Merismopedia tenuissima</i>	332	0	0	0	57	0	48	37	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	275	25	0	0	0	55
38	<i>Microcystis aeruginosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	549	0	0	0	0	0
39	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	0	0	0	7	34	27	0	0	0	11	51	0	31	0	0	15	28	0	0	0	9	0	49	
40	<i>Monoraphidium contortum</i>	111	57	57	19	109	51	55	86	31	13	66	19	104	68	25	13	52	29	0	25	15	21	56	104
41	<i>Monoraphidium griffithii</i>	0	47	0	0	0	0	27	37	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	<i>Monoraphidium irregulare</i>	0	0	0	13	0	0	0	0	0	30	66	0	37	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0
43	<i>Monoraphidium</i> sp.	172	57	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	0	0	0	21	0
44	<i>Monoraphidium tortile</i>	0	0	0	0	34	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	<i>Nitzschia agnewii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	21	43
46	<i>Nitzschia</i> cf. <i>paleaceae</i>	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
47	<i>Nitzschia</i> cf. <i>subaciculares</i>	0	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
48	<i>Nitzschia palea</i>	74	236	0	7	0	24	116	98	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	12	0	25	0
49	<i>Nitzschia</i> sp.	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0
50	<i>Phormidium</i> sp. 1	0	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	<i>Planothidium dubium</i>	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0
52	<i>Pseudanabaena</i> cf. <i>catenata</i>	0	19	74	0	0	0	7	0	31	0	0	0	0	12	0	0	0	0	16	0	0	3	0	0
53	<i>Rhodomonas</i> sp. 1	0	0	41	0	0	21	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	97	117	0	0	0	37	0
54	<i>Rhodomonas</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	0	0
55	<i>Scenedesmus</i> sp. 1	98	38	0	7	40	0	0	18	0	0	0	19	49	74	18	0	21	23	0	49	7	0	37	0
56	<i>Scenedesmus</i> sp. 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	25	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
57	<i>Urosolenia eriensis</i> v. <i>morsa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	371	0	0	0	0	165	24	0	0	0	0	0	0	0

Unidades amostrais: as letras indicam os nomes dos rios e os números indicam mês e ano da coleta - G= rio Gravataí; S= rio dos Sinos; C= rio Caí; J= rio Jacuí; 1200= dez/2000; 0301= mar/2001; 0501= mai/2001; 0701= jul/2001; 0901= set/2001 e 1201= dez/2001.

Anexo 6. Grupos formados na análise de agrupamento com base nas variáveis abióticas das unidades amostrais (UA) na foz dos rios do delta do Jacuí, no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2001.

GRUPO 1

UA	temp	transp	cond	pH	alcal	MO	DBO5	OD	colife	PO4	NH3	NO3	NO2	silic
G1200	26,1	0,25	180,5	6,9	0,73	8,9	13,5	0,2	280000	0,69	4,1	0,8	0,001	9,35
G0301	24,9	0,25	153,7	7,0	0,78	8,0	12,4	0,2	700000	0,69	2,0	1,1	0,044	8,90
G0901	21,9	0,30	131,6	6,6	0,83	8,3	12,4	0,8	500000	0,53	2,7	1,4	0,029	18,60
G0701	14,6	0,30	90,6	6,6	0,63	7,7	8,4	5,2	900000	0,26	1,1	1,1	0,015	10,10
G1201	23,3	0,25	90,0	6,4	0,53	8,4	6,8	3,1	900000	0,37	1,4	0,8	0,021	13,80
S0701	14	0,35	119	6,7	0,63	4,9	1,3	6,1	280000	0,13	0,3	1,1	0,012	23,30

GRUPO 2

UA	temp	transp	cond	pH	alcal	MO	DBO5	OD	colife	PO4	NH3	NO3	NO2	silic
G0501	17,8	0,45	140,3	6,8	0,63	8,3	10,2	3,5	17000	0,16	0,4	0,6	0,011	8,80
S1200	24,2	0,20	94,6	6,7	0,65	4,9	4,0	4,4	17000	0,21	0,1	1,0	0,048	9,00
S0301	25	0,30	111,5	6,9	0,68	4,7	3,6	2,2	9000	0,42	1,0	1,0	0,047	16,10
S0901	20,1	0,40	128,4	6,8	0,75	4,3	2,3	4,5	17000	0,18	1,4	0,9	0,032	18,10
S1201	23	0,35	134,1	6,5	0,78	4,8	2,0	2,9	30000	0,21	1,7	1,2	0,059	18,80
C0701	13,3	0,35	55,3	6,5	0,55	4,2	1,1	7,3	14000	0,08	0,1	1,1	0,004	18,40

GRUPO 3

UA	temp	transp	cond	pH	alcal	MO	DBO5	OD	colife	PO4	NH3	NO3	NO2	silic
S0501	17,6	0,40	124,2	6,9	0,75	4,6	2,8	4,4	1700	0,11	0,2	0,7	0,020	18,00
C1200	27,1	0,30	105,6	6,8	0,73	3,6	2,0	7,0	800	0,10	0,7	1,2	0,037	11,61
C0501	16	0,40	56,6	6,7	0,80	3,6	1,1	7,5	3300	0,09	0,1	1,1	0,003	19,70
C1201	21,8	0,30	71,2	6,6	0,43	4,0	0,6	6,5	1000	0,14	0,2	1,4	0,017	19,10
J0901	20,6	0,40	47,8	6,9	0,48	3,9	0,4	8,3	1700	0,06	0,1	0,9	0,003	15,50
J1201	23,5	0,30	54,5	6,7	0,40	5,0	0,3	7,1	100	0,10	0,1	1,0	0,001	18,20
J1200	27,3	0,45	64,4	6,7	0,58	4,3	0,7	6,6	110	0,07	0,0	0,6	0,004	9,17
C0301	25,7	0,30	108,5	7,0	0,75	4,2	1,0	4,6	5000	0,44	0,1	0,9	0,019	20,50
J0301	26,4	0,35	105,4	7,1	0,53	4,3	0,6	6,2	2200	0,39	0,0	0,5	0,007	14,80
C0901	19,1	0,50	74,8	6,8	0,60	3,1	0,5	7,1	3300	0,09	0,3	1,2	0,010	19,80
J0501	18,2	0,30	39,7	6,6	0,58	4,0	0,8	6,7	1400	0,09	0,0	0,3	0,003	14,30
J0701	14,8	0,25	36,4	6,7	0,45	5,3	0,8	8,3	3500	0,09	0,0	0,8	0,005	13,90

Variáveis ambientais: temp= temperatura - °C, transp= transparência Secchi - m, cond= condutividade elétrica - $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH, alcal= alcalinidade - mg/L, MO= matéria orgânica - mg/L, DBO5= demanda bioquímica de oxigênio - mg/L, OD= oxigênio dissolvido - mg/L, colif= coliformes fecais - NMPorg./mL, PO4= fosfato-total - mg/L, NH3= nitrogênio amoniacal - mg/L, NO3= nitrato - mg/L, NO2= nitrito - mg/L e silic= sílica - mg/L.

Unidades amostrais: as letras indicam os nomes dos rios e os números indicam mês e ano da coleta - G= rio Gravataí; S= rio dos Sinos; C= rio Caí; J= rio Jacuí; 1200= dez/2000; 0301= mar/2001; 0501= mai/2001; 0701= jul/2001; 0901= set/2001 e 1201= dez/2001.