

# Comunidade fitoplanctônica em lagoas de maturação, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil<sup>1</sup>

Volnei Flávio Soldatelli<sup>2</sup> & Albano Schwarzbald<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Parte da Dissertação de Mestrado, do primeiro autor, do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Departamento de Ecologia, Av. Bento Alves, 9500, Prédio 43411, CEP 90540-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: volneiflavio@terra.com.br; albano.schwarzbald@ufrgs.br

Recebido em 2.X.2007. Aceito em 28.V.2010

**RESUMO** – Este trabalho teve por objetivo avaliar a comunidade fitoplanctônica das lagoas de maturação da estação de tratamento de esgotos da Universidade de Caxias do Sul, no período de um ano. Foram considerados os atributos da comunidade (riqueza, composição, densidade, diversidade e equitabilidade). As amostragens foram mensais no período de agosto/2005 a julho/2006. Foram identificados 242 táxons em níveis genérico, específico e infra-específico. A comunidade fitoplanctônica mostrou-se semelhante nos doze meses amostrados, sendo que as classes *Chlorophyceae* e *Zygnematophyceae* foram as mais representativas nos períodos mais quentes. No período de temperaturas mais baixas, predominaram as classes *Cyanophyceae*, *Bacillariophyceae* e *Euglenophyceae*. As espécies com maior densidade anual foram: *Chlorella miniata* (Nägeli) Oltmanns, *Synechocystis aquatilis* Souvageau, *Surirella ovata* Kützing, *Lepocinclis fusiformis* (Carter) Lemmermann e *Cosmarium* sp. Ocorreu uma variação sazonal no “standing-stock” com os máximos no outono ( $4,2 \times 10^5$  ind./mL) e verão ( $2,9 \times 10^5$  ind./mL) e um mínimo na primavera ( $1 \times 10^5$  ind./mL). Os índices de diversidade e equitabilidade, bem como os valores de riqueza, apresentaram diferença pouco significativa entre as estações do ano e entre as estações amostradas, porém revelaram uma diferença mais significativa entre os meses amostrados.

Palavras-chave: fitoplâncton, estrutura da comunidade, estação de tratamento de esgotos.

**ABSTRACT** – **Phytoplankton community in maturation lakes, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.** The aim of this paper was to evaluate the phytoplanktic’s community of the Maturation Lakes from Station Sewerage Treatment of Caxias do Sul University, over a year. It has been considered the community’s features (richness, composition, density, diversity and equitability). The samples were taken monthly from August 2005 to July 2006. Were identified 242 taxa in generic, specific and infra-specific levels. The phytoplanktic community was similar all over the 12 months sampled, however the *Chlorophyceae* and *Zygnematophyceae* were more significant in the hot months. In the low temperature months it could be perceived the *Cyanophyceae*, *Bacillariophyceae* and the *Euglenophyceae* more significantly. The species with highest annual density were: *Chlorella miniata* (Nägeli) Oltmanns, *Synechocystis aquatilis* Souvageau, *Surirella ovata* Kützing, *Lepocinclis fusiformis* (Carter) Lemmermann e *Cosmarium* sp. It happened a seasonal variation in the standing-stock with a maximum in the fall ( $4,2 \times 10^5$  ind./mL) and summer ( $2,9 \times 10^5$  ind./mL) and a minimum in the spring ( $1 \times 10^5$  ind./mL). The diversity and equitability indices, as well as the richness values showed a little significant difference among the seasons of the year themselves and the seasons sampled, however, they showed a more significant difference among the sampled months.

Key words: phytoplankton, community’s structure, station sewerage treatment.

## INTRODUÇÃO

As lagoas de estabilização são grandes tanques de pequena profundidade, definidas por taludes de terra, as quais recebem águas residuárias brutas pré-tratadas e que oxidam a matéria orgânica nos processos naturais, envolvendo algas e bactérias (Mara & Pearson, 1986).

Como parte integrante das lagoas de estabilização, as lagoas de maturação com chicanas (paredes usadas para canalizar o fluxo do líquido através da lagoa) possibilitam um polimento no efluente de qualquer sistema de tratamento de esgotos. O principal objetivo dessas lagoas é o da remoção de organismos patogênicos, porém podem ser utilizadas também para a remoção de nutrientes (Mara & Pearson, 1986).

No Brasil, tem-se pesquisado o desempenho de lagoas de maturação, com maior ênfase na zona tropical, especialmente na região nordeste. Na região sul do Brasil, com clima subtropical, ocorre uma variação climática bem acentuada, de acordo com as estações do ano, sendo que em alguns locais, como na serra gaúcha e catarinense, ocorre precipitação de neve no inverno. Nesta região há uma escassez de dados de desempenho desse tipo de lagoas (Beal, com. pessoal).

A Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da Universidade de Caxias do Sul (UCS) em funcionamento desde março de 2002, recebe o esgoto oriundo de 21.000 pessoas (população flutuante) que frequentam a Cidade Universitária (Beal, com. pessoal). Ela foi projetada para diminuir os impactos negativos ao corpo receptor, arroio sem nome, situado a leste do município de Caxias do Sul.

Entre os diversos organismos microscópicos que aparecem nas ETEs, as algas se constituem na melhor expressão das condições ambientais dominantes. Sua grande capacidade de sintetizar matéria orgânica, seu rápido desenvolvimento, multiplicação e súbito desaparecimento, são aspectos dinâmicos que servem de índice de fertilidade das águas. Além disso, atuam sobre as condições físico-químicas, modificando a cor, a turbidez, a oxigenação, a alcalinidade e outras propriedades das águas em que habitam (Flores, 1972). Também servem de alimento para a

fauna aquática ou se decompõem, transformando-se em substâncias inorgânicas simples que entram novamente no ciclo geral da matéria (Corte-Real & Aguiar, 1972).

Segundo Branco (1978), os principais gêneros de algas que ocorrem nas lagoas de estabilização são: *Anabaena* Bory, *Chlamydomonas* Ehrenberg, *Chlorella* Beijerinck, *Chlorococcum* Meneghini, *Eudorina* Ehrenberg, *Euglena* Ehrenberg, *Golenkinia* Chodat, *Gomphonema* Ehrenberg, *Lepocinclis* Perty, *Micractinium* Fresenius, *Microcystis* Kützing, *Nitzschia* Hassall, *Oscillatoria* Vaucher, *Pandorina* Bory, *Phacus* Dujardin, *Phormidium* Kützing, *Scenedesmus* Meyen, *Surirella* Turpin, *Tetraedron* Kützing e outros.

A estrutura de comunidades de algas, determinada através de indicadores tais como composição específica, densidade celular, riqueza de espécies e uniformidade específica, pode ser utilizada como base para a avaliação da qualidade de um sistema aquático, e de comparação de comunidades ambientais (Rosa *et al.*, 1988).

Este trabalho teve por objetivo conhecer a composição da comunidade fitoplanctônica nas Lagoas de Maturação da ETE-UCS, sua densidade, diversidade específica, assim como riqueza e uniformidade de espécies.

## MATERIAL E MÉTODOS

A Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da Universidade de Caxias do Sul (UCS) situa-se na cidade de Caxias do Sul, a 51°08'56" de longitude oeste e a 29°09'56" de latitude sul (Fig. 1). O município localiza-se na Encosta Superior do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, sobre um divisor de águas das Bacias Hidrográficas do rio Caí e do rio das Antas, ambas pertencentes à Região Hidrográfica do Guaíba. De acordo com a classificação climática de Köppen, Caxias do Sul enquadra-se dentro de um clima do tipo Cfa (subtropical úmido) (Brugalli, 1982).

Um esquema do sistema de lagoas da ETE-UCS está representado na figura 2. As características do sistema de lagoas da ETE-UCS, segundo Beal (com. pessoal), estão listadas na tabela 1.

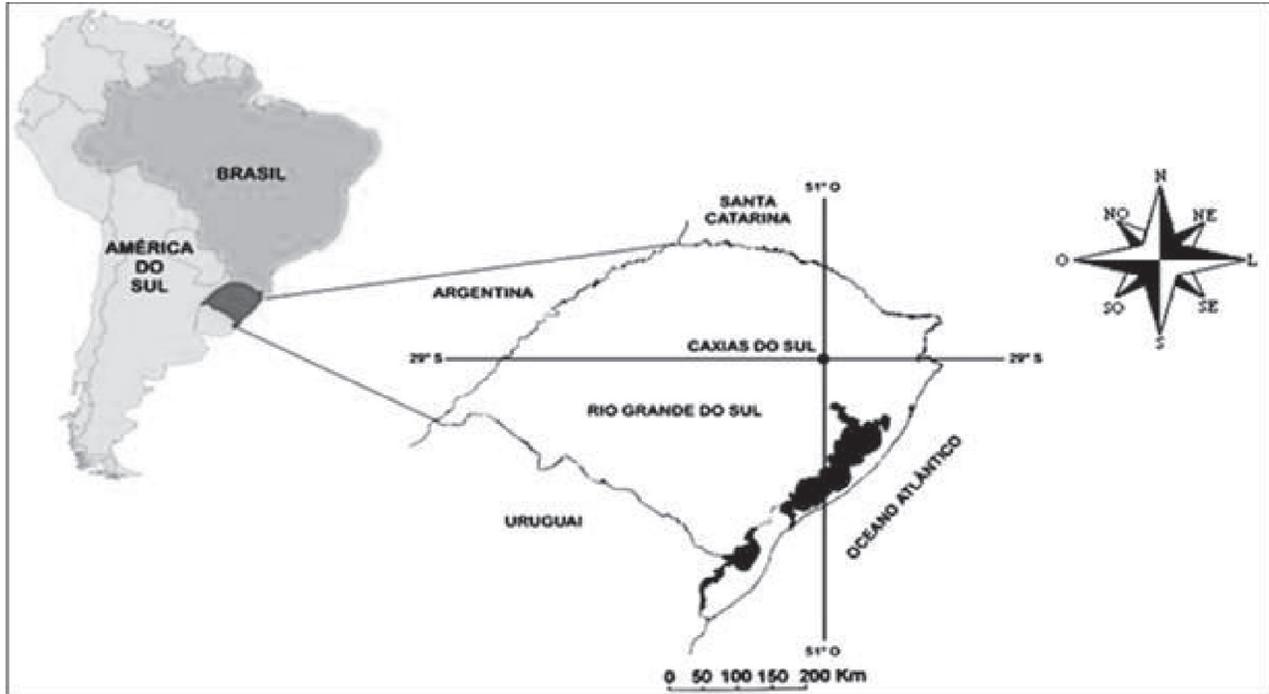


Fig. 1. Mapa localizando a ETE-UCS no município de Caxias do Sul, RS, Brasil.

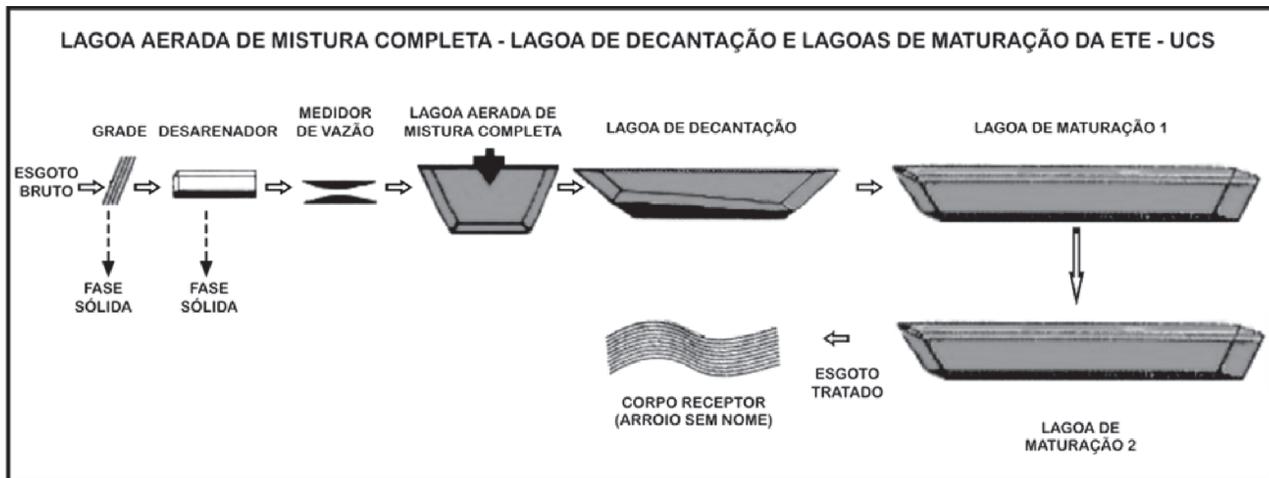


Fig. 2. Fluxograma típico de um sistema de lagoa aerada de mistura completa, lagoa de decantação e lagoas de maturação (fonte: adaptado de von Sperling, 1995).

TABELA 1 - Características do Sistema de Lagoas da ETE-UCS. TDH: tempo de detenção hidráulica; L: largura do nível da linha da água; C: comprimento da lagoa na linha da água; H: altura do nível da água; V: volume da lagoa.

Unidade	TDH	L	C	H	V
L. Aerada	4 d	11,2 m	19,40 m	3,0 m	400 m <sup>3</sup>
L. Sedimentação	2 d	6,70 m	14,10 m	3,0 m	200 m <sup>3</sup>
L. Maturação 1	10,66 d	19,0 m	57,5 m	1,0 m	1.066 m <sup>3</sup>
L. Maturação 2	16,27 d	19,0 m	87,47 m	1,0 m	1.627 m <sup>3</sup>

Fonte: Instituto de Saneamento-UCS, 2005.

O estudo do fitoplâncton das lagoas de maturação da ETE-UCS, basearam-se em amostragens mensais realizadas no período de agosto de 2005 a julho de 2006. Três pontos de amostragem foram estabelecidos: o primeiro na Entrada da Lagoa de Maturação 1 (ELM1), o segundo na Saída da Lagoa de Maturação 1 (SLM1) (Fig. 3) e o terceiro na Saída da Lagoa de Maturação 2 (SLM2) (Fig. 4).

As coletas do fitoplâncton foram efetuadas na sub-superfície da água (15 cm), no período entre 12h e 14h. Parte das amostras foram fixadas com solução de lugol neutro (Sournia, 1978), outra parte com formol a 4% e a outra foi mantida sem fixar.

Para a análise qualitativa, utilizou-se microscópio óptico com aumento de 1.000 x. Para a identificação das diatomáceas, foram confeccionadas lâminas permanentes, segundo o método de Simonsen (1974). Foi utilizada a classificação geral de Hoek *et al.* (1995) para enquadrar os táxons dentro de divisões e classes.

Para a identificação específica e infra-específica dos táxons foram utilizadas obras como: Frenguelli (1942), Huber-Pestalozzi (1961), Bourrelly (1968, 1970, 1972), Förster (1969, 1974), Prescott (1970, 1979), Whitford & Schumacher (1973), Parra & González (1978), Germain (1981), Tracanna (1985), além de outros artigos especializados.

Para a análise quantitativa do fitoplâncton utilizou-se câmara de Sedgwick-Rafter (Wetzel & Likens, 1990). Contou-se, no mínimo, 400 indivíduos/amostra da espécie mais abundante. Para efeito de contagem, cada célula, colônia, cenóbio, tricoma ou filamento foi considerado como um indivíduo.

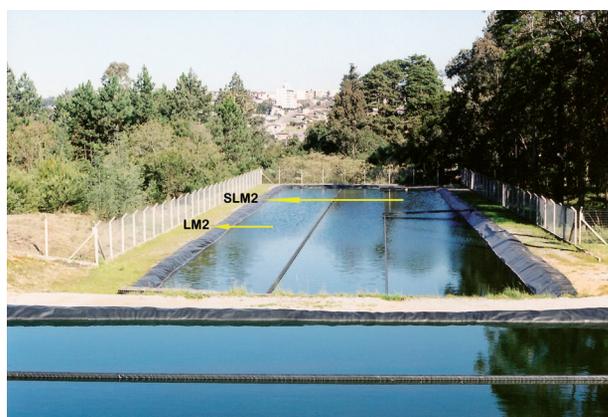
A estrutura da comunidade fitoplanctônica foi avaliada através dos seguintes atributos: riqueza específica e densidade de organismos (ind./mL), obtida através da fórmula sugerida por APHA (1995).

A abundância foi avaliada segundo o critério de Lobo & Leighton (1986); a diversidade de espécies foi analisada pelo índice de Shannon & Wiever (1963) e a equitabilidade foi avaliada através da fórmula sugerida por Pielou (1966) *apud* Legendre & Legendre (1984), sendo que o cálculo foi feito utilizando-se o programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

A DBO<sub>5</sub> foi determinada pelo método de diluição e incubação por cinco dias a 20°C, sendo os resultados expressos em mg O<sub>2</sub>/L, de acordo com APHA (1995).



**Fig. 3.** Estações de amostragem na lagoa de maturação 1 (LM1): (ELM1: entrada da lagoa de maturação 1; SLM1: saída da lagoa de maturação 1), da ETE-UCS, Caxias do Sul, RS. (fonte: Instituto de Saneamento – UCS, 2005).



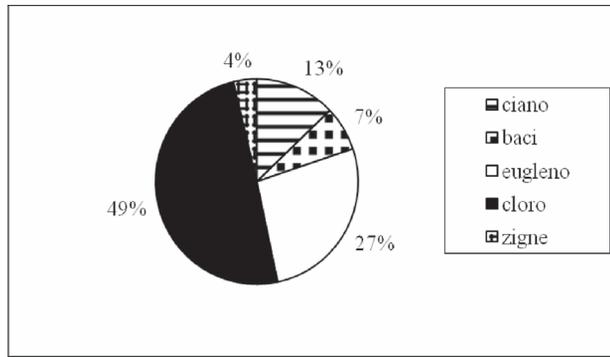
**Fig. 4.** Estação de amostragem na lagoa de maturação 2: (SLM2: saída da lagoa de maturação 2) da ETE-UCS, Caxias do Sul, RS. (fonte: Instituto de Saneamento – UCS, 2005).

## RESULTADOS

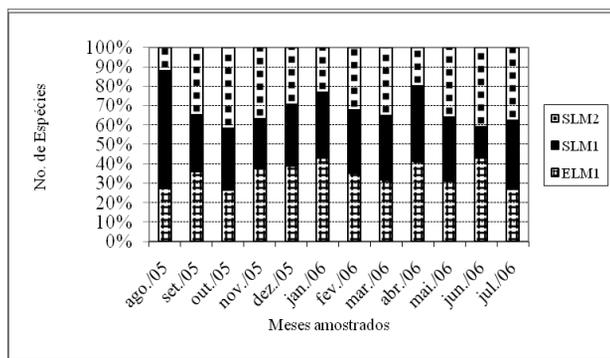
A comunidade fitoplanctônica esteve composta por 242 táxons, pertencentes a quatro divisões (*Cyanophyta*, *Heterokontophyta*, *Euglenophyta* e *Chlorophyta*) (Quadro 1). Desses táxons, 13% pertencem à classe *Cyanophyceae*; 7% à classe *Bacillariophyceae*; 27% à classe *Euglenophyceae*, 49% à classe *Chlorophyceae* e 4% a classe *Zygnematophyceae* (Fig. 5).

A riqueza específica média no período de estudo, nos pontos de amostragem, com a repetição de táxons amostrados, foi semelhante (ELM1 = 44 táxons, SLM1 = 42 táxons e SLM2 = 41 táxons) (Fig. 6).

A riqueza específica total da comunidade fitoplanctônica, sem a repetição de táxons amostrados, mostrou uma grande semelhança no número de táxons da ELM1 e SLM2 (Fig. 7).

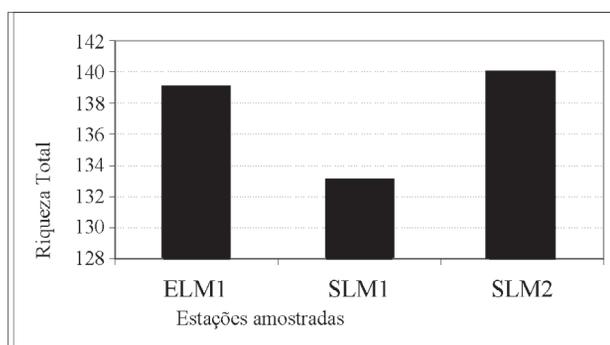


**Fig. 5.** Distribuição da riqueza total de táxons nas classes de organismos fitoplanctônicos, em percentagem, no período de agosto/2005 a julho/2006, nas lagoas de maturação da ETE-UCS, Caxias do Sul, RS.



**Fig. 6.** Riqueza fitoplanctônica nas estações ELM1, SLM1 e SLM2 no período de agosto/2005 a julho/2006, nas lagoas de maturação da ETE-UCS, Caxias do Sul, RS.

Na análise quantitativa, a comunidade fitoplanctônica foi composta por 174 táxons, representados pelas divisões *Chlorophyta*, com 29 gêneros, *Cyanophyta*, com 15 gêneros,

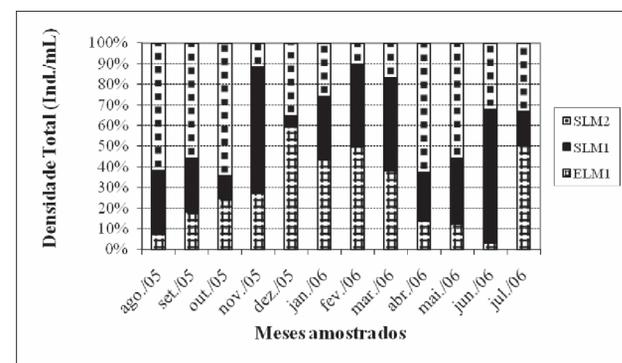


**Fig. 7.** Riqueza fitoplanctônica total, no período de agosto/2005 a julho/2006, nas estações ELM1, SLM1 e SLM2 da ETE-UCS, Caxias do Sul, RS.

*Heterokontophyta*, com 10 gêneros e *Euglenophyta*, com 5 gêneros. Nesta mesma análise, constatou-se que a classe *Chlorophyceae* correspondeu a 74,71% da densidade total, a *Cyanophyceae* a 22,97%, a *Euglenophyceae* a 1,29%, a *Bacillariophyceae* a 0,99% e a *Zygnematophyceae* a 0,05% da densidade total.

Durante o período amostrado, verificou-se que a densidade fitoplanctônica total aumentou da ELM1 em direção à SLM1 e que diminuiu desta, em direção à SLM2 (Fig. 8). Estimou-se na ELM1  $8,9 \times 10^5$  ind./mL, na SLM1  $12 \times 10^6$  ind./mL e na SLM2  $10 \times 10^6$  ind./mL. A densidade total do fitoplâncton em número de ind./mL apresentou variação entre a ELM1, SLM1 e SLM2, e entre os períodos de amostragem. O maior valor de densidade ( $4,2 \times 10^5$  ind./mL) foi observado na amostragem de junho/2006, na SLM1, sendo que, o menor valor ( $1 \times 10^5$  ind./mL) foi observado na amostragem de dezembro/2005, na SLM1 (Fig. 9).

A classe *Chlorophyceae* foi responsável pela maior densidade de ind./mL, sendo que, na ELM1 ocorreu  $6,3 \times 10^5$  ind./mL, na SLM1 obteve-se  $10 \times 10^6$  ind./mL e na SLM2 tanto a diversidade de espécies quanto a equitabilidade da comunidade fitoplanctônica na ELM1, SLM1 e SLM2, apresentaram valores mensais relativamente baixos no período de amostragem. O valor máximo do índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) foi de 2,71 bits/ind. na SLM2, em julho/2006 e o valor mínimo foi de 1,23 bits/ind. na ELM1, em agosto/2005. O índice de equitabilidade ( $J'$ ) apresentou valor máximo de 0,69 no mês de julho/2006 na SLM2 e mínimo no mês de agosto/2005 com 0,38 de uniformidade na ELM1 (Fig. 10).



**Fig. 9.** Variação sazonal da densidade total do fitoplâncton (ind./mL), no período de agosto/2005 a julho/2006, nas estações ELM1, SLM1 e SLM2 da ETE-UCS, Caxias do Sul, RS.

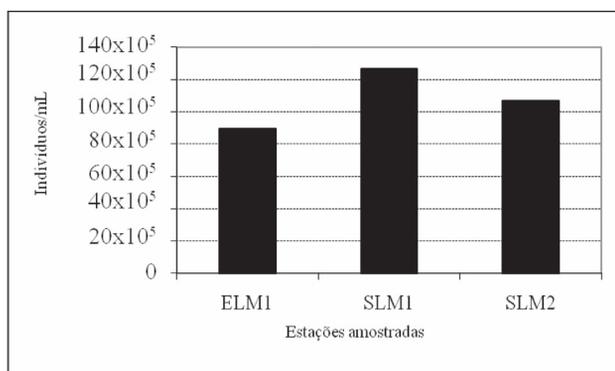


Fig. 8. Contribuição total de táxons do fitoplâncton (ind./mL), no período de agosto/2005 a julho/2006 nas estações, ELM1, SLM1 e SLM2 da ETE-UCS, Caxias do Sul, RS.

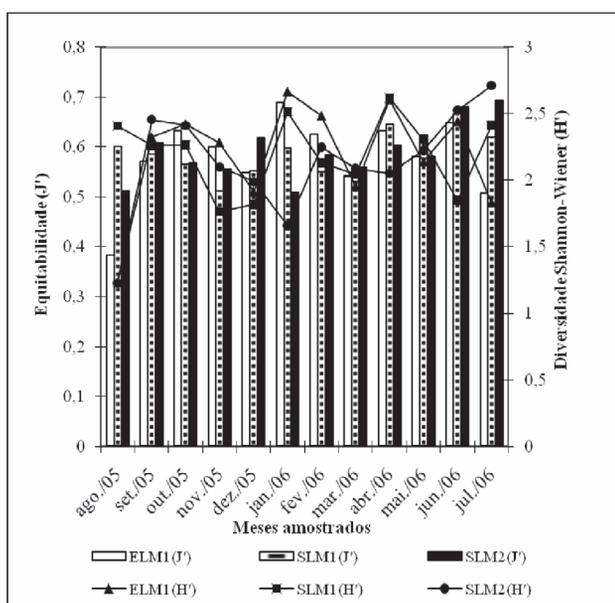


Fig. 10. Variação sazonal da diversidade específica de Shannon-Wiener ( $H'$ ), em bits/ind., e da equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) do fitoplâncton, no período de agosto/2005 a julho/2006, nas estações ELM1, SLM1 e SLM2 da ETE-UCS, Caxias do Sul, RS.

## DISCUSSÃO

### A comunidade fitoplanctônica

Muitos gêneros de algas têm sido encontrados nos sistemas de lagoas de estabilização, mas os gêneros dominantes são geralmente membros das *Chlorophyta* e *Euglenophyta*, e em menor extensão, *Chrysophyta* e *Cyanophyta* (Mara & Pearson, 1986). Neste estudo, na análise qualitativa, os gêneros que mais apareceram pertenceram, principalmente, às *Chlorophyta* (58,54%), seguido pelas *Cyanophyta* (20,73%), *Heterokontophyta* (14,63%) e *Euglenophyta* (6,10%). Os resultados também mostraram um predomínio da divisão *Chlorophyta* em relação aos demais grupos.

Esse fato demonstra que esse grupo de algas se desenvolve muito bem em ambientes eutrofizados, como é o caso das lagoas de maturação.

A maior riqueza com a repetição de táxons amostrados, ocorrida na ELM1, coincidiu com a menor densidade da comunidade fitoplanctônica e com a menor concentração de matéria orgânica, comprovada pelo menor valor de  $DBO_5$  total médio anual que foi de 47,6 mg  $O_2/L$ . Por sua vez, a menor riqueza, ocorrida na SLM2, coincidiu com a 2ª maior densidade e com uma maior concentração de matéria orgânica, originada a partir da morte do fitoplâncton, comprovada pelo segundo maior valor de  $DBO_5$  total médio anual que foi de 67,7 mg  $O_2/L$ . Provavelmente, o grau de matéria orgânica tenha sido o fator seletivo para muitas espécies.

Nas lagoas de maturação da ETE-UCS, as espécies com maior densidade foram: *Chlorella miniata*, *Synechocystis aquatilis*, *Surirella ovata*, *Lepocinclis fusiformis* e *Cosmarium* sp. De acordo com Branco (1978), a espécie *Surirella ovata* é comum de ocorrer em lagoas de estabilização. Para Prescott (1970), *Lepocinclis fusiformis* é encontrada em ambientes ricos em matéria orgânica. Conforme Tam *et al.* (2001), *Chlorella miniata* é utilizada na remoção de metais, como o níquel, enquanto que, para Reynolds *et al.* (2002), *Synechocystis aquatilis* é comumente encontrada em ambientes turbulentos e transparentes. Por sua vez, *Cosmarium* sp pode ocorrer em águas mais claras (Bicudo & Ungaretti, 1986) e em ambientes com situações eutróficas (Prescott *et al.*, 1981), o que é o caso das lagoas de estabilização, onde o grau de matéria orgânica é elevado.

As *Chlorophyceae* apresentaram maior densidade dentre os grupos de algas estudados. Os gêneros que apresentaram maior densidade foram: *Chlamydomonas*, *Chlorella* e *Chlorococcum*. Os gêneros *Chlamydomonas*, *Chlorella* e *Chlorococcum* vicejam, segundo Branco (1978), em ambientes poluídos por matéria orgânica ou altamente mineralizados por esta, sendo este o caso do ambiente de estudo.

As *Cyanophyceae* são tolerantes à poluição orgânica. De acordo com Von Sperling (1996), os principais gêneros encontrados nas lagoas de maturação são: *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Microcystis* e *Anabaena*. Além desses gêneros, também se destacaram: *Synechocystis* Sauvageau e *Chroococcus* Nägeli. Segundo Pearson & Silva (1988) e Uehara & Vidal (1989), *Synechocystis* é um gênero normalmente encontrado nos efluentes de lagoas de maturação. Por outro lado, *Chroococcus*

QUADRO 1 – Relação dos táxons de algas identificadas, nas amostras coletadas nas lagoas de maturação da ETE-UCS durante o período de amostragem (agosto de 2005 a julho de 2006).

Divisão Cyanophyta Classe Cyanophyceae	
<p><i>Anabaena affinis</i> Lemmermann  <i>Anabaena solitaria</i> Klebahn  <i>Anabaena wisconsinense</i> Prescott  <i>Anabaena</i> sp.  <i>Borzia trilocularis</i> Cohn  <i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann  <i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann  <i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli  <i>Gloeocapsa arenaria</i> (Hassall) Rabenhorst  <i>Gloeotrichia echinulata</i> (Smith) P.Richter  <i>Leptolyngbya faveolarum</i> (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis &amp; Komárek  <i>Leptolyngbya ochracea</i> (Thuret ex Gomont) Anagnostidis &amp; Komárek  <i>Merismopedia punctata</i> Meyen  <i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann  <i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing  <i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrack) Kirchner</p>	<p><i>Oscillatoria articulata</i> Gardner  <i>Oscillatoria chlorina</i> Kützing  <i>Oscillatoria geminata</i> Meneghini ex Gomont  <i>Oscillatoria limosa</i> Agardh  <i>Phormidium ambiguum</i> Gomont  <i>Phormidium formosum</i> (Bory ex Gomont) Anagnostidis &amp; Komárek  <i>Phormidium tenue</i> (Agardh ex Gomont) Anagnostidis &amp; Komárek  <i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová &amp; Cronberg  <i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Komárek &amp; Anagnostidis  <i>Pseudanabaena constricta</i> (Szafer) Lauterborn  <i>Spirulina</i> sp.  <i>Synechococcus aeruginosus</i> Nägeli  <i>Synechocystis aquatilis</i> Souvageau  <i>Synechocystis minuscula</i> Woronichin  <i>Synechocystis</i> sp.</p>
Divisão Heterokontophyta Classe Bacillariophyceae	
<p><i>Achnanthes</i> sp.  <i>Amphora pediculus</i> Kützing  <i>Aulacoseira</i> sp.  <i>Cyclotella</i> sp.  <i>Cymbella aequalis</i> W. Smith  <i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing  <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow  <i>Melosira varians</i> Agardh  <i>Melosira</i> sp.</p>	<p><i>Navicula capitata</i> Ehrenberg  <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing  <i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith  <i>Nitzschia paleaceae</i> (Grunow) Grunow  <i>Pinnularia appendiculata</i> (Agardh) Cleve  <i>Pinnularia divergens</i> W. Smith  <i>Surirella ovata</i> Kützing  <i>Surirella tenera</i> Gregory</p>
Divisão Euglenophyta Classe Euglenophyceae	
<p><i>Euglena acus</i> Ehrenberg  <i>Euglena acus</i> Ehrenberg var. <i>acus</i>  <i>Euglena acus</i> Ehrenberg var. <i>longissima</i> Deflandre  <i>Euglena agilis</i> H.J. Carter  <i>Euglena allorgei</i> Deflandre  <i>Euglena ehrenbergii</i> Klebs  <i>Euglena gracilis</i> Klebs  <i>Euglena granulata</i> (Klebs) Smith  <i>Euglena limnophila</i> Lemmermann  <i>Euglena minuta</i> Prescott  <i>Euglena mutabilis</i> Schmitz var. <i>mutabilis</i>  <i>Euglena oxyuris</i> var. <i>minor</i> Prescott  <i>Euglena oxyuris</i> Schmarda var. <i>oxyuris</i> Schmarda  <i>Euglena pisciformis</i> Klebs  <i>Euglena polymorpha</i> Dangeard  <i>Euglena proxima</i> Dangeard  <i>Euglena spirogyra</i> Ehrenberg  <i>Euglena splendens</i> Dangeard  <i>Euglena tripteris</i> (Dujardin) Klebs  <i>Euglena variabilis</i> Klebs  <i>Euglena viridis</i> (Müller) Ehrenberg  <i>Euglena</i> sp.  <i>Lepocinlis caudata</i> Cunha  <i>Lepocinlis fusiformis</i> (Carter) Lemmermann  <i>Lepocinlis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann  <i>Lepocinlis playfairiana</i> Deflandre  <i>Lepocinlis sphanophila</i> Lemmermann  <i>Lepocinlis steinii</i> Lemmermann emend. Conrad var. <i>steinii</i>  <i>Phacus acuminatus</i> Stokes  <i>Phacus aenigmaticus</i> Drezepolski var. <i>aenigmaticus</i>  <i>Phacus caudatus</i> Hübner var. <i>minor</i>  <i>Phacus cylindrus</i> Pochmann  <i>Phacus curvicauda</i> Swirenko</p>	<p><i>Phacus hamatus</i> Pochmann  <i>Phacus horridus</i> Pochmann  <i>Phacus ichthydion</i> Pochmann  <i>Phacus lismorensis</i> Playfair  <i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin  <i>Phacus minusculus</i> (Conrad) Pochmann  <i>Phacus nordstedtii</i> Lemmermann  <i>Phacus onyx</i> Pochmann  <i>Phacus orbicularis</i> Hübner  <i>Phacus oscillans</i> Klebs  <i>Phacus pseudonordstedtii</i> Pochmann  <i>Phacus pyrum</i> (Ehrenberg) Stein  <i>Phacus raciborskii</i> Drezepolski  <i>Phacus skujae</i> Skvortzov  <i>Phacus tortus</i> (Lemmermann) Skvortzov  <i>Phacus trimarginatus</i> Allorge &amp; Jahn  <i>Phacus wettsteinii</i> Drezepolski  <i>Strombomonas bulla</i> (Stein) Deflandre var. <i>minor</i> Conforti  <i>Strombomonas borysthensis</i> (Roll) Popova  <i>Trachelomonas abrupta</i> (Swirenko) Deflandre  <i>Trachelomonas acanthostoma</i> (Stokes) Deflandre  <i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenberg) Stein  <i>Trachelomonas cylindrica</i> Ehrenberg  <i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein  <i>Trachelomonas horrida</i> Palmer  <i>Trachelomonas kelloggii</i> (Skvortzov) Deflandre  <i>Trachelomonas lefevrei</i> Deflandre  <i>Trachelomonas pulcherrima</i> Playfair  <i>Trachelomonas robusta</i> Swirenko  <i>Trachelomonas superba</i> var. <i>swirenkiana</i> Deflandre  <i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg  <i>Trachelomonas</i> sp.</p>

continua

Quadro 1 - continuação

Divisão Chlorophyta	
Classe Chlorophyceae	
<p><i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim  <i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>fluviatile</i> Schroeder  <i>Ankistrodesmus braunii</i> (Nägeli) Brunnthaler  <i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda sensu Korsikov  <i>Ankistrodesmus libraianum</i> (Reinschnov) Korsikov  <i>Ankistrodesmus mirabilis</i> (W. et G. S. West) Lemmermann  <i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turner) Lemmerman  <i>Chlamydomonas amoena</i> Huber-Pestalozzi  <i>Chlamydomonas bullata</i> Skvortzov  <i>Chlamydomonas convexa</i> Skvortzov  <i>Chlamydomonas corticata</i> H. et O. Ettl  <i>Chlamydomonas globosa</i> Snow  <i>Chlamydomonas gloeophila</i> Skuja  <i>Chlamydomonas gracilis</i> Snow  <i>Chlamydomonas libera</i> Skvortzov  <i>Chlamydomonas oleosa</i> Nygaard  <i>Chlamydomonas opisthopyren</i> Skuja  <i>Chlamydomonas paludosa</i> Skvortzov  <i>Chlamydomonas paraserbinowi</i> Skuja  <i>Chlamydomonas parietaria</i> Dill  <i>Chlamydomonas pertusa</i> Chodat  <i>Chlamydomonas prinzii</i> Skvortzov  <i>Chlamydomonas reinhardii</i> Dangeard  <i>Chlamydomonas schizochlora</i> Bold  <i>Chlamydomonas skujae</i> Pascher  <i>Chlamydomonas soosensis</i> Brabez  <i>Chlamydomonas subcaudata</i> Wille  <i>Chlamydomonas tremulans</i> Skuja  <i>Chlamydomonas venusta</i> Pascher  <i>Chlamydomonas</i> sp.  <i>Chlorella ellipsoidea</i> Gerneck  <i>Chorella miniata</i> (Nägeli) Oltmanns  <i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck  <i>Chlorococcum humicola</i> (Nägeli) Rabenhorst  <i>Chlorococcum</i> sp.  <i>Chlorogonium elongatum</i> Dangeard  <i>Chlorogonium intermedium</i> Skuja  <i>Chlorogonium neglectum</i> Pascher  <i>Coelastrum microporum</i> Nägeli  <i>Coelastrum</i> sp.  <i>Crucigenia quadrata</i> Morren  <i>Desmodesmus intermedius</i> (Chodat) Hegewald  <i>Desmodesmus protuberans</i> (Fritsch &amp; Rich) Hegewald  <i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille  <i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg  <i>Franceia ovalis</i> (Francé) Lemmermann  <i>Furcilia</i> sp.  <i>Gloeococcus maximum</i> (Mainx) Fott  <i>Gloeocystis gigas</i> (Kützing) Lagerheim  <i>Golenkinia paucispina</i> West &amp; West  <i>Golenkinia radiata</i> Chodat  <i>Gonium pectorale</i> Mueller  <i>Haematococcus lacustris</i> (Girod.) Rostafinski  <i>Hyaliella polytomoides</i> Pascher  <i>Hydrodictyon reticulatum</i> (Lagerheim) Lagerheim  <i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin  <i>Kirchneriella lunaris</i> var. <i>dianae</i> Bohlin  <i>Kirchneriella obesa</i> (W. West) Schmidle  <i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerheim) Chodat  <i>Micractinium pusillum</i> Fransenius  <i>Micractinium bornhemiense</i> (Conrad) Korsinov</p>	<p><i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsikov) Hindák  <i>Monoraphidium caribeum</i> Hindák  <i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová  <i>Monoraphidium convolutum</i> (Corda) Komárková-Legnerová  <i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová  <i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M. Smith) Komárková-Legnerová  <i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard Komárková-Legnerová  <i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová  <i>Monoraphidium pusillum</i> (Printz) Komárková-Legnerová  <i>Monoraphidium tortile</i> (W. West &amp; G.W. West) Komárková-Legnerová  <i>Oocystis borgei</i> Snow  <i>Oocystis crassa</i> Wittrack  <i>Oocystis elliptica</i> W. West  <i>Oocystis solitaria</i> Wittrack  <i>Oocystis</i> sp. a  <i>Oocystis</i> sp. b  <i>Oocystis</i> sp. c  <i>Palmellococcus miniatus</i> (Kützing) Chodat  <i>Pandorina morum</i> (Müller) Bory  <i>Pediastrum simplex</i> (Meyen) Lemmermann  <i>Phacotus</i> sp.  <i>Phyhelios viridis</i> Frenzel  <i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G.M. Smith  <i>Pleodorina californica</i> Shaw  <i>Polytoma dorsiventrale</i> Pascher  <i>Polytoma oligochromatum</i> Skuja  <i>Protococcus viridis</i> Agardh  <i>Pteromonas angulosa</i> Lemmermann  <i>Pteromonas cordiformis</i> Lemmermann  <i>Quadrigula lacustris</i> (Chodat) G.M. Smith  <i>Scenedesmus abundans</i> (Kirschner) Chodat  <i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat  <i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat var. <i>elongatus</i> G.M. Smith  <i>Scenedesmus acutus</i> Meyen  <i>Scenedesmus arcuatus</i> var. <i>platydisca</i> G.M. Smith  <i>Scenedesmus bicaudatus</i> (Hansgirg) Chodat  <i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing  <i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Fott &amp; Komárek  <i>Scenedesmus ecornis</i> (Ralfs) Chodat var. <i>disciformis</i> Chodat  <i>Scenedesmus intermedius</i> Chodat  <i>Scenedesmus javanensis</i> Chodat  <i>Scenedesmus microspina</i> Chodat  <i>Scenedesmus nanus</i> Chodat  <i>Scenedesmus overlatus</i> Chodat var. <i>graevenitzii</i> (Bernard) Chodat  <i>Scenedesmus pectinatus</i> Meyen  <i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson  <i>Scenedesmus verrucosus</i> Roll  <i>Scenedesmus</i> sp. a  <i>Scenedesmus</i> sp. b  <i>Schizochlamys planctonica</i> Skuja  <i>Schroederia setigera</i> (Schröder)  <i>Selenastrum capricornutum</i> Printz  <i>Sphaerellopsis gelatinosa</i> (Korschikov) Gerloff  <i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg  <i>Tetraedron muticum</i> (A. Braun) Hansgirg  <i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll) Ahlstrom &amp; Tiffany  <i>Trochiscia arguta</i> (Reinschenov) Hansgirg  <i>Volvox aureus</i> Ehrenberg  <i>Volvox globator</i> Linnaeus</p>
Classe Zygnematomyceae	
<p><i>Cosmarium contractum</i> Kirshner  <i>Cosmarium granatum</i> Brébisson  <i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst  <i>Cosmarium</i> sp. a  <i>Cosmarium</i> sp. b</p>	<p><i>Cosmarium</i> sp. c  <i>Cosmarium</i> sp. d  <i>Staurodesmus</i> sp.  <i>Staurastrum smithii</i> (Smith) Teiling</p>

que não aparece na literatura como gênero típico destas lagoas, neste estudo esteve representado por três espécies.

As *Euglenophyceae* desenvolvem-se, principalmente, em águas com elevados teores de matéria orgânica, fósforo e nitrogênio (Round, 1983), destacam-se, por isso, em hidrobiologia aplicada, como excelentes indicadores de águas poluídas (Palmer, 1969). Segundo Alves-da-Silva & Hahn (2001), os gêneros flagelados pigmentados como *Euglena*, *Lepocinclis*, *Phacus*, *Strombomonas Deflandre* e *Trachelomonas Ehrenberg* destacam-se quanto à presença em biótopos rasos e ricos em matéria orgânica no Rio Grande do Sul, como açudes, reservatórios, rios e lagos. Todos esses gêneros foram encontrados, sendo que o gênero *Euglena* foi o que apresentou a maior densidade dentre as *Euglenophyceae*.

Palmer (1959) catalogou as espécies de algas que habitam águas poluídas em todo o mundo e após exames de informações colhidas, por mais de 50 autores, compilou mais de 500 espécies. Destas, selecionou 45 como sendo as que proliferam em águas com elevada concentração de matéria orgânica. Dentre estas, selecionou *Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemmermann e *Euglena gracilis* Klebs, que foram as espécies de euglenofíceas abundantes mais frequentes nas lagoas de maturação no período estudado.

As *Bacillariophyceae* (diatomáceas) apresentam elevada taxa fotossintética mesmo sob intensidades luminosas mais baixas. Dessa forma, otimizam seu crescimento em épocas de menor incidência de radiação solar. Além disso, elas são mais bem adaptadas a crescer em baixas temperaturas do que outros grupos do fitoplâncton (Sommer, 1988). Esse fato foi constatado neste trabalho, visto que a maior densidade de diatomáceas aconteceu no outono, com uma temperatura média de 23,3°C e no inverno com uma temperatura média de 19,2°C, época em que ocorre a entrada de frentes frias na região de estudo.

Entre as diatomáceas indicadoras de poluição de origem orgânica e que toleram condições eutróficas, destacam-se *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing (Schoeman, 1973; Lobo, Callegaro & Hermany, 2002), *Navicula cryptocephala* Kützing (Sládeček, 1973) e *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith (Evans, 1958). Essas três espécies também se fizeram presentes neste estudo, sendo que a espécie *Gomphonema parvulum* foi a mais abundante dentre elas.

### Diversidade específica e equitabilidade

Conforme Schäfer (1984), a aplicação dos índices de diversidade está baseada na hipótese de que os poluentes orgânicos causam uma homogeneidade das comunidades pelo favorecimento de algumas espécies melhor adaptadas ou mais resistentes às condições criadas pelo aumento na concentração de matéria orgânica. Essas espécies proliferam, resultando em um elevado número de indivíduos. As demais espécies não resistem às novas condições ambientais, podendo vir a desaparecer. Isso conduz a baixos índices de diversidade.

Nas LM da ETE-UCS, não se confirmou totalmente o postulado teórico do autor acima citado, de que o aumento da poluição orgânica conduz à baixa diversidade. Sugere-se que tal afirmativa não deva ser aplicada pelo menos quando a poluição for de natureza orgânica ou cujas concentrações ainda não determinaram uma redução acentuada na diversidade específica.

Garcia de Emiliani (1979) *apud* Dias Jr. (1990) afirma que baixos valores do índice de diversidade específica (menores que 2 bits/célula) são comuns em lagoas marginais cujo fitoplâncton é dominado por uma só espécie. Neste estudo, as diferenças mais significativas de diversidade ocorreram entre as amostras mensais (mínimo: 1,23 bits/ind e máximo: 2,71 bits/ind). Porém, a diversidade média total encontrada, no período estudado, nas LM da ETE-UCS foi de 2,98 bits/ind. Este valor é superior ao observado em lagoas marginais pela autora acima citada, o que não caracteriza a diversidade das LM como sendo baixa.

Nas LM da ETE-UCS, a equitabilidade não foi elevada, pois todos os valores não se aproximaram de 1. Isso indica que ocorreu um maior grau de dominância relativa de algumas espécies da comunidade em relação às demais.

### AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade do Rio Grande do Sul (UFRGS) pelo apoio científico e recursos disponibilizados, ao Laboratório de Saneamento da Universidade de Caxias do Sul (LASAN-UCS) pela infraestrutura provida, ao Dr. Albano Schwarzbald pela orientação no meu mestrado. À Carolina Randazzo de Oliveira (bolsista de apoio técnico do CNPq) pela revisão do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- ALVES DA SILVA, S.M.; HAHN, A.T. 2001. Lista das Euglenophyta registradas em ambientes de águas continentais e costeiras do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**. Série Botânica, n. 55, p.171-188.
- APHA-AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1995. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**, 19 ed.. APHA, Washington D.C., 1134p.
- BICUDO, C.E.M.; UNGARETTI, I. 1986. Desmídias (Zignemaphyceae) da lagoa-represa da Águas Belas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, n. 46, p. 285-307.
- BOURRELLY, P. 1968. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. II. Les algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Phéophycées, Xantophycées et Diatomées**. Paris: Nouvelle Boubée. 438p.
- \_\_\_\_\_. 1970. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. III Les algues blues et rouges. Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines**. Paris: Nouvelle Boubée. 512p.
- BOURRELLY, P. 1972. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. I. Les algues vertes**. Paris: Nouvelle Boubée. 572p.
- BRANCO, S.M. 1978. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 2.ed. São Paulo: CETESB. 620p.
- BRUGALLI, A.M. 1982. **Caxias do Sul: Dados e Números**. Caxias do Sul: Câmara de Indústria e Comércio/EDUCS. 107p.
- CORTE-REAL, M.; AGUIAR, L.W. 1972. Diatomáceas do Arroio Dilúvio, Porto Alegre, RS, com referência às espécies de interesse sanitário e poluição. **Iheringia**. Série Botânica, n. 16, p.15-54.
- DIAS, C. Jr. 1990. **Ciclo anual do fitoplâncton e algumas variáveis ambientais na Lagoa do Infernã, São Paulo**. 110f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- EVANS, J.H. 1958. The survival of freshwater algae during dry periods. Part. I. An investigation of the algae of five small ponds. **Journal of Ecology**, v. 46, p. 149-167.
- FLORES, F.E.V. 1972. Lista de gêneros de Chlorophyta de um lago artificial de Porto Alegre, RS – Brasil. **Iheringia**. Série Botânica, n. 16, p. 9-14.
- FÖRSTER, K. 1969: Amazonische Desmidiaceen, 1. Teil: Areal Santarém. – **Amazoniana**, v. 2, n. 1/2, p. 5-232.
- \_\_\_\_\_. 1974: Amazonische Desmidiaceen, 2. Teil: Areal Maués – Abacaxis. **Amazoniana**, v. 5, n. 2, p. 135-242.
- FRENGUELLI, J. 1942. Diatomeas del Neuquén (Patagonia). **Revista del Museo de La Plata**. Sección Botánica, v. 5, n. 20, p. 73-219.
- GERMAIN, H. 1981. **Flore des Diatomées – Diatomophycées**. Paris: Ed. Boubée. 444p.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. PAST: Palaeontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9.
- HOEK, C. van den.; MANN, D.G.; JAHNS, H.M. 1995. **Algae: An introduction to phycology**. Cambridge: Cambridge University Press. 627p.
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1961. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (Chlorophyceae – Volvocales). In: THIENEMANN, A. **Die Binnengewässer**. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Bd. 16, Teil 5, 744p.
- LEGENDRE, L.; LEGENDRE, R. 1984. **Écologie numérique**. Tome I: Lê traitement multiple dès donnés écologiques. Paris, Masson. 260p.
- LOBO, E.A.; LEIGHTON, G. 1986. Estructuras Comunitárias de las fitocenoses planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista de Biología Marina**, v. 22, n. 1, p. 1-29.
- LOBO, E.A.; CALLEGARO, V.L.M.; HERMANY, G. 2002. **Utilização de algas diatomáceas epilíticas como organismos bioindicadores, com especial enfoque à problemática da eutrofização de sistemas lóticos sul brasileiros, RS, Brasil**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC. 127p.
- MARA, D.D.; PEARSON, H.W. 1986. Artificial freshwater environmental: waste stabilization ponds. **Biotecnology**, v. 8, p. 177-206.
- PALMER, C.M. 1959. **Algae in Water Supplies**. Washington: U. S. Department of Health, Education, and Welfare. 88p.
- \_\_\_\_\_. 1969. A composite rating of algae tolerating organic pollution. **Journal of Phycology**, n. 5, p. 78-82.
- PARRA, O.O.; GONZÁLEZ, M. 1978. Freshwater Algae of Chiloé Island, Chile. **Universidade de Concepción. Nova Hedwigia**, v.30, p.873-924.
- PEARSON, H.W.; SILVA, S.A. 1988. Variações diurnas de certos parâmetros físico-químicos e biológicos em efluentes de lagoas facultativas e de maturação. In: Coleção de Trabalhos Técnicos Resultantes das Pesquisas Realizadas na Extrabes 1977-1988. Campina Grande-PB: UFPB/EXTRABES. 19p.
- PRESCOTT, G.W. 1970. **Algae of the Western Great Lakes Area**; with an illustrated key to the genera of desmids and freshwater diatoms. 4ed. Dubuque, Iowa: William C. Brown. 977p.
- \_\_\_\_\_. 1979. **How to Know the freshwater algae**. 3ed. Dubuque, Iowa: William C. Brown. 293p.
- PRESCOTT, G.M., CROASDALE, H.T., VINYARD, W.C.; BICUDO, C.E.M. 1981. **A Synopsis of North American Desmids**; Part II. Desmidiaceae: Placodermatae. Section 3. In: Prescott, G.W. **Desmidiales**. Lincoln: University Nebraska Press. 720p.
- REYNOLDS, C. S. et al. 2002. Towards a functional of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v. 5, n. 20, p. 417- 428 .
- ROSA, Z.M.; TORGAN, L.C.; LOBO, E.A.; HERGOZ, L.A.W. 1988. Análise da estrutura de comunidades fitoplactônicas e de alguns fatores abióticos em trecho do rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 2, n. 1-2, p. 31-46.
- ROUND, F. E. 1983. **Biologia das algas**. 2ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois. 263p.

- SCHÄFER, A. 1984. **Fundamentos de Ecologia e biogeografia das águas continentais**. Porto Alegre: Ed. da Universidade UFRGS. 532p.
- 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. 91p.
- SHANNON, C.F.; WIEVER, W. 1963. **The mathematical theory of communication**. Urbana, University of Illinois Press. 173p.
- SIMONSEN, R. 1974. The Diatom Plankton of the Indian Ocean expedition of the R.V. "Meteor" 1964-1965. **Meteor Forschunen Ergebnisse**. Reihe D. Biologie, n. 1, v. 19, p.1-66.
- SLÁDECEK, V. 1973. System of water quality from de biological point of view. **Archiv für Hydrobiologie**, v.7, p. 1-218.
- SOMMER, U. 1988. Growth and survival strategies of planktonic diatoms. In: SANDGREEN, S.D.(Ed.) **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambrige: Cambrige University Press, p. 227-260.
- SOURNIA, A. (Ed). 1978. **Phytoplankton Manual**. Paris: UNESCO. 337p.
- SPERLING, M. Von. 1995. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: DESA/UFMG. v.1, 240p.
- \_\_\_\_\_. 1996. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Lagoas de Estabilização**. Belo Horizonte: DESA/UFMG. v.3, 134p.
- TAM, N.F.Y.; WONG, J.P.K.; WONG, Y.S. 2001. Repeated Use of Two Chlorella species, C.vulgaris and WW1 for Cyclic Nickel Biosorption. **Environmental pollution**, v. 114, n. 1, p. 85-92.
- TRACANNA, B.C. 1985. Algas del Noroeste Argentino (excluyendo las Diatomophyceae). **Opera Lilloana**, n. 35, p. 1-136.
- UEHARA, M.; VIDAL, W.L. 1989. **Operação e manutenção de lagoas anaeróbias e facultativas**. São Paulo: CETESB. 89p. (Séries Manuais).
- WETZEL, R.G.; LIKENS, E. 1990. **Limnological Analysis**. London: Springer-Verlang, 391p.
- WHITFORD, L.A.; SCHUMACHER, G.J. 1973. **A Manual of Freshwater Algae**. Releigh: Sparks press. 321p.

