

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE  
AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

NATÁLIA SILVEIRA SIQUEIRA

Comunidade de algas perifíticas em tanques de cultivo de peixes em reservatório: o processo de colonização e sucessão utilizando substrato artificial

Maringá, PR  
2008

NATÁLIA SILVEIRA SIQUEIRA

Comunidade de algas perifíticas em tanques de cultivo de peixes em reservatório: o processo de colonização e sucessão utilizando substrato artificial

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientadora: Pr<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Liliana Rodrigues

Maringá, PR  
2008

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"  
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

S618c Siqueira, Natália Silveira, 1984-  
Comunidade de algas perifíticas em tanques de cultivo de peixes em reservatório : o processo de colonização e sucessão utilizando substrato artificial / Natália Silveira Siqueira. -- Maringá, 2008.  
57 f. : il. (algumas color.).  
Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)-- Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2008.  
Orientador: Profª Drª Liliana Rodrigues.  
1. Algas perifíticas - Ecologia - Reservatórios - Brasil. 2. Algas perifíticas - Substrato artificial - Tanques-rede - Reservatório - Brasil. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em "Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais".

CDD 22. ed. -579.8176309816  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

## FOLHA DE APROVAÇÃO

NATÁLIA SILVEIRA SIQUEIRA

Comunidade de algas perifíticas em tanques de cultivo de peixes em reservatório: o processo de colonização e sucessão utilizando substrato artificial

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão composta pelos Membros:

### COMISSÃO JULGADORA

Prof<sup>ª</sup>.Dr<sup>ª</sup>. Liliana Rodrigues  
Nupélia/ Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Dr<sup>ª</sup>. Carla Ferragut  
Instituto de Botânica

Dr<sup>ª</sup>. Luzia Cleide Rodrigues  
Nupélia/ Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 12 de setembro de 2008.

Local da defesa: Anfiteatro do Nupélia, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá

Dedico este trabalho à minha família, em especial meus pais, Regina e Rubens, e ao meu irmão, Gustavo.

## AGRADECIMENTOS

---

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho. Muito obrigada!!!

Em especial....

À Professora Dr<sup>a</sup>. Liliana Rodrigues, pela orientação, apoio, dedicação, paciência, pela amizade, pelos ensinamentos e conselhos para a vida.

Ao Curso de Pós de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA), docentes, discentes e funcionários.

Ao Nupélia (Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura) e ao Pronex (Programa de Apoio a Núcleos de Excelência) pelo suporte técnico, infra-estrutura, apoio logístico e recursos, disponibilizados para a realização deste trabalho.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos membros do Laboratório de Ecologia de Algas Perifíticas, os perifíticos, Iraúza, Vanessa, Eliza, Carina, Stefania, Sirlene, Luciana, Josimeire, Cássio, Jaques, e aos membros externos, os metafíticos, Alessandro, Thiago, Paulo e Ciro, pelo apoio em todas as etapas deste trabalho, pelo aprendizado, convivência e principalmente pela amizade e momentos compartilhados durante estes anos. Sem vocês a realização deste trabalho seria mais difícil. Obrigada!!!

Ao Laboratório de Limnologia Básica do Nupélia e ao Laboratório de Fitoplâncton, por disponibilizarem os dados.

Aos funcionários da Biblioteca Setorial do Nupélia, em especial, a bibliotecária- mãe, Salete, pelo seu atendimento sempre atencioso e pela ajuda com a busca de artigos.

À Professora Dr<sup>a</sup>. Norma Catarina Bueno, professora de graduação, por me apresentar o “mundo fantástico das algas”, pelo incentivo e pela amizade.

Aos meus “velhos” amigos, Carolina, Raphaela, Juliana, Maira, Mario, Juliane, Elaine, Everson, Wevellen, Tatiane e Ladair, que mesmo distantes torceram e torcem por mim.

Ao pessoal de Maringá, os meus “novos” amigos. Em especial: Danielle, Débora, Dionizia, Juliana, Lourdes, Pedra, Sandra, Sabrina, Susicley e Sofia.

Aos meus pais, Regina Helena Silveira Siqueira e Rubens Siqueira, grandes incentivadores, pelo amor e apoio incondicionais desde os primeiros passos, pela paciência e por entenderem minha ausência.

Ao meu irmão, Gustavo Silveira Siqueira, um dos meus exemplos de vida, sempre muito alegre e com ótimas idéias.

Às minhas famílias, Silveira e Siqueira, que direta ou indiretamente me ajudaram a concluir este trabalho, por todo carinho, alegria nos momentos juntos, apoio, incentivo e orações. Muito obrigada!!!

Ao Alessandro pelo carinho, amor e compreensão em todos os momentos compartilhados.

Aos membros da banca examinadora, Dra. Carla Ferragut e Dra. Luzia Cleide Rodrigues, por terem aceitado prontamente o convite e pelas valiosas contribuições.

Sobretudo a Deus... por ter me feito forte nos momentos em que me sentia fraca e por colocar em meu caminho pessoas maravilhosas.

Resumo  
Abstract

**Capítulo I: SIMILARIDADE TAXONÔMICA DA COMUNIDADE DE ALGAS PERIFÍTICAS EM TANQUES-REDE DE UM TRIBUTÁRIO DO RESERVATÓRIO DE ROSANA, PARANÁ, BRASIL.**

Resumo	10
Abstract	11
1 Introdução	12
2 Materiais e Métodos	13
2.1 Área de Estudo	13
2.2 Delineamento Experimental e Metodologia	14
2.3 Análise dos Dados	17
3 Resultados	17
4 Discussão	26
5. Conclusão	31
Referências	32

**Capítulo II: SUCESSÃO DA COMUNIDADE DE ALGAS PERIFÍTICAS EM TANQUES-REDE DE CULTIVO DE TILÁPIAS DO NILO**

Resumo	37
Abstract	38
1 Introdução	39
2 Materiais e Métodos	40
2.1 Área de Estudo	40
2.2 Delineamento Experimental e Metodologia	41
2.3 Análise dos Dados	44
3 Resultados	44
4 Discussão	49
5 Conclusão	53
Referências	54

## Comunidade de algas perifíticas em tanques de cultivo de peixes em reservatório: o processo de colonização e sucessão utilizando substrato artificial

### Resumo

Reservatórios são ecossistemas artificiais, construídos nas últimas décadas para diversas finalidades, incluindo o aqüicultura em tanques-rede. Em reservatórios tem-se conhecimento de alguns estudos acerca da colonização e sucessão da comunidade perifítica, uma complexa comunidade encontrada firmemente ou frouxamente aderida em substratos submersos. Em tanques-rede, no entanto, até o presente momento, nenhum estudo foi feito para compreender a estrutura e a dinâmica desta comunidade. O objetivo deste estudo foi (a) caracterizar a comunidade de algas perifíticas em tanques-rede de cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) usando três atributos de comunidade: composição, riqueza e densidade; (b) determinar um modelo sucessional neste ecossistema e (c) estimular futuras pesquisas. Para isto, lâminas de garrafa PET foram fixadas e utilizadas como substrato artificial. A análise qualitativa da comunidade perifítica permitiu a identificação de 168 táxons distribuídos em oito classes taxonômicas. A classe com maior percentual de contribuição para a riqueza total de algas perifíticas foi Zygnemaphyceae, com 35% dos táxons registrados, seguida por Cyanophyceae (24%), Bacillariophyceae (21%) e Chlorophyceae (15%). A análise quantitativa revelou seis classes taxonômicas, com maior contribuição de Bacillariophyceae, seguida por Cyanophyceae e Chlorophyceae. Na fase inicial do processo sucessional, predominaram as algas unicelulares, principalmente diatomáceas, seguida pelas formas filamentosas. Com aumento da complexidade da matriz perifítica, as algas filamentosas permitiram o desenvolvimento de algas epífitas unicelulares e formas frouxamente aderidas. Esta seqüência sucessional foi consistente com estudos conduzidos em zonas temperadas. Este estudo mostrou que a sucessão da comunidade de algas perifíticas foi influenciada por fatores autogênicos, devido a pequena variação dos fatores abióticos e climatológicos avaliados. É um importante passo para a valorização desta comunidade em tanques-rede, que pode ser considerada como uma fonte alternativa de alimento para os peixes estocados, reduzindo custos com alimentação comercial. Para isto, são necessários novos estudos com enfoque na aqüicultura brasileira, com testes de substratos e de espécies de peixes adaptadas para utilizar a comunidade de algas perifíticas.

**Palavras-chave:** Algas perifíticas. Aqüicultura. Composição Específica. Manejo. Reservatório. Riqueza de espécies. Substrato artificial. Tanque-rede.

## Periphytic algae community in net cages of in reservoirs: the process of colonization and succession in artificial substrata.

### *Abstract*

Reservoirs are artificial ecosystems, built in the last few decades to serve various purposes, including aquaculture in net-cages. In reservoirs some studies are conducting with focus in colonization and succession of periphytic community, a complex community either firmly or loose attached in submersed substrata. In net-cages, there isn't any study to comprehend the structure and dynamic of periphytic community. The aim of this study was (a) to characterize the community of periphytic algae in net-cages for the cultivation of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) using three attributes of the community: richness, species composition and abundance; (b) to outline a successional model for this ecosystem and (c) provide a basis for further research. For this, slides of PET plastic were fixed in net-cages installed and utilized like artificial substratum. Qualitative analysis of the periphytic community revealed 168 taxa, distributed over 8 taxonomic classes. The class with the greatest number of species concentrated in the Zygnemaphyceae, with 35%, followed by Cyanophyceae (24%), Bacillariophyceae (21%) and Chlorophyceae (15%). Quantitative analysis of the periphytic algae community revealed six taxonomic classes, with a concentration of Bacillariophyceae. followed by Cyanophyceae and Chlorophyceae. In the initial phase of the successional process, unicellular algae predominated – principally diatoms – followed by filamentary forms. As complexity of the periphytic matrix increased, the filamentary algae fostered the development of unicellular epiphytes and weakly attached forms. This successional sequence was consistent with studies conducted in temperate zones. This study show that succession in periphytic algae communities was influenced by autogenic factors, as the variation observed in abiotic and climatological factors was very small. And is an important step for the valuation of communities in net-cages. This community can be considered a food source for stock fish, lowering feed costs, with benefits for both the producer and the environment. For this, however, further studies are necessary to test substrata and species adapted to using the periphytic community as a food resource.

**Key- words:** Periphytic algae. Aquaculture. Specific composition. Management. Reservoir. Species richness. Artificial substratum. Net-cages.

---

**SIMILARIDADE TAXONÔMICA DA COMUNIDADE DE ALGAS PERIFÍTICAS EM TANQUES-REDE DE UM TRIBUTÁRIO DO RESERVATÓRIO DE ROSANA, PARANÁ, BRASIL.**

**Resumo**

Este trabalho teve como objetivo principal caracterizar a comunidade de algas perifíticas em tanques-rede de cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizando dois dos atributos desta comunidade, riqueza e composição específica. Para isto, lâminas de garrafa PET foram fixadas em 15 tanques-rede instalados no rio do Corvo, um dos tributários do reservatório da usina hidrelétrica de Rosana. A análise qualitativa da comunidade perifítica permitiu a identificação de 168 táxons, distribuídos em oito classes taxonômicas, com destaque para as classes Zygnemaphyceae e Cyanophyceae, as que apresentaram o maior número de táxons. Ao longo do processo sucessional, o número total de táxons tendeu a aumento, com máximo registrado no 118º dia. A riqueza de espécies permitiu a identificação de três fases. Uma inicial, englobando o primeiro dia analisado (5º dia), uma fase intermediária, entre 13º e 35º dias e uma fase madura, entre 48º e 118º dias. Acredita-se que a sucessão da comunidade de algas perifíticas foi influenciada por fatores autogênicos, visto que foi registrada uma pequena variação dos fatores abióticos e climatológicos avaliados. Entretanto, ainda são necessários estudos para determinar as principais causas responsáveis por essa variação.

**Palavras-chave:** Algas perifíticas. Aqüicultura. Composição específica. Reservatório. Riqueza de espécies. Substrato artificial. Tanque-rede.

## **TAXONOMIC SIMILARITY AMONG PERIPHYTIC ALGAE COMMUNITIES IN NET-CAGES FROM A TRIBUTARY OF ROSANA RESERVOIR, PARANÁ, BRAZIL.**

### **Abstract:**

The aim of this study was to characterize the community of periphytic algae in net-cages for the cultivation of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) using two attributes of the community: richness and species composition. Slides of PET plastic were fixed in 15 net-cages installed on the Corvo River, one of the tributaries of the reservoir of the Rosana hydroelectric power plant. Qualitative analysis of the periphytic community revealed 168 taxa, distributed over 8 taxonomic classes, with the greatest number of species concentrated in the Zygnemaphyceae and Cyanophyceae classes. Over the successional process, the total number of taxa increased, with the greatest number recorded on the 118<sup>th</sup> day. Species identification revealed three phases. An initial phase – up to the 5<sup>th</sup> day; an intermediate phase from the 13<sup>th</sup> to 35<sup>th</sup> day; and a mature phase, from the 48<sup>th</sup> to the 118<sup>th</sup> day. It is believed that succession in periphytic algae communities was influenced by autogenic factors, as the variation observed in abiotic and climatological factors was very small. Further studies are necessary, however, to determine the principal causes in this variation.

**Key-words:** Periphyton. Aquaculture. Specific composition. Reservoir. Species richness. Artificial substratum. Net-cages.

## 1 INTRODUÇÃO

Reservatórios são ecossistemas aquáticos artificiais (Wetzel, 1990), cuja estrutura e dinâmica têm organização intermediária entre rios e lagos (Agostinho, 1992), visto que se comportam entre a típica organização vertical do lago e a horizontal do rio (Margalef, 1993). São sistemas continentais recentes, de fundamental importância (Tundisi, 2007). Construídos nas últimas décadas para atender a demanda energética, os reservatórios também são utilizados para diversas finalidades, entre elas, armazenamento de água potável para abastecimento, irrigação, recreação e produção pesqueira (Júlio-Junior et al., 2005; Rodrigues et al., 2005; Alves e Bacarin, 2006; Tundisi, 2007).

Uma das alternativas possíveis, entre os usos múltiplos da área de influência dos reservatórios, é a aquicultura, a criação de organismos aquáticos sob condições controladas, em tanques-rede ou gaiolas (Nuñez, 2005). Esta atividade é uma realidade recente no Brasil, datada da década de 80 (Ayrosa et al., 2005), e foi introduzida no país para a geração de emprego e renda. Embora contemporânea, desde que realizada de forma planejada, apresenta grande potencial de crescimento (Ayrosa et al., 2005), principalmente em decorrência da disponibilidade hídrica (Ayrosa et al., 2006) e de incentivos do Governo Federal (Alves e Bacarin, 2006; Nuñez, 2005). Dentre as ações governamentais de estímulo do setor, destaca-se o decreto nº 4.895 de 25 de novembro de 2003, que regulamenta o uso das águas públicas da União para a prática da aquicultura em tanques-rede (Nuñez, 2005).

Nesses sistemas intensivos de cultivos de peixes, que têm crescido em países como a China, Indonésia e Brasil (Furnaletto et al., 2006), a comunidade perifítica, complexa comunidade de microorganismos e partículas orgânicas e inorgânicas, encontrados firme ou frouxamente aderidos a substratos submersos (Wetzel, 1983), é vista apenas como um problema, causadora da redução da circulação de água e de oxigênio (Norberg, 1999). E, apesar do incentivo e do crescimento da instalação de tanques-rede, ainda são poucos os trabalhos com enfoque na comunidade de algas perifíticas aderidas a esses tanques.

Até o presente momento, tem-se o conhecimento de apenas quatro trabalhos. Destes, Norberg (1999) e Huchette e Beveridge (2003) analisaram a biomassa da comunidade perifítica em tanques-rede, enquanto Stirling e Dey (1990) e Huchette et al. (2000) avaliaram a composição específica da comunidade de algas perifíticas.

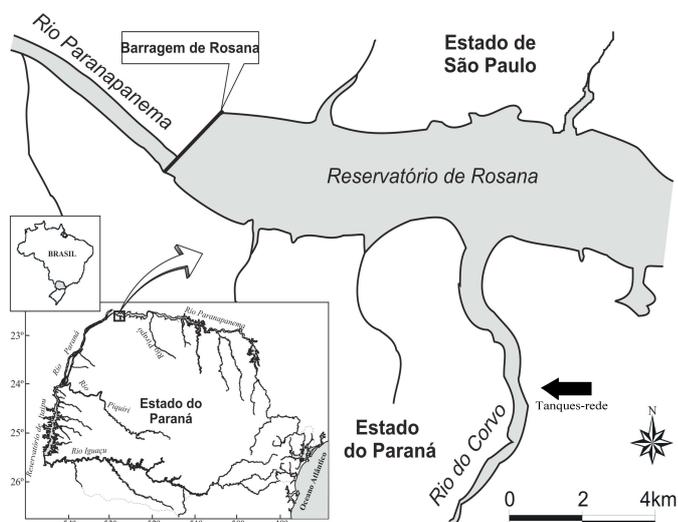
No Brasil, ainda não se tem registro de estudos com esta comunidade em tanques-rede. Schneck (2007) determinou a estrutura da comunidade de diatomáceas epifíticas em um riacho impactado por efluentes de piscicultura, analisando a comunidade perifítica a montante e a jusante da instalação de tanques-rede. Segundo Sipaúba- Tavares (2008 comunicação pessoal), outros experimentos, com a comunidade perifítica em tanques de piscicultura, estão sendo realizados, todavia, com o intuito de avaliar a possibilidade desta comunidade melhorar a qualidade da água em tanques escavados.

Desta forma, este trabalho objetivou (a) caracterizar a comunidade de algas perifíticas em tanques-rede de cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linneaus 1758) utilizando dois dos atributos desta comunidade, riqueza e composição específica; (b) verificar como ocorre o processo de sucessão desta comunidade ao longo de 118 dias sucessionais e (c) fornecer subsídios para futuras pesquisas, uma vez que nenhum estudo, até o presente momento, foi realizado com a finalidade de analisar qualitativamente a comunidade de algas perifíticas em tanques-rede.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de Estudo**

O local escolhido para a realização deste estudo foi o rio do Corvo, um dos tributários da margem esquerda do reservatório da usina hidrelétrica de Rosana, situado no trecho inferior do rio Paranapanema (22°39'S; 052°46'W, Figura 1) (Júlio- Júnior *et al.*, 2005). O rio do Corvo, considerado eutrófico (Felisberto, 2007; Borges *et al.*, 2008), com margens quase desprovidas de vegetação arbórea, apresentou no local amostrado cerca de 250 m de largura, 5,8 m de profundidade.



**Figura 1:** Mapa com a localização da estação de amostragem no rio do Corvo.

## 2.2 Delineamento Experimental e Metodologia

Quinze tanques-rede para cultivo de tilápia do Nilo, com dimensões de 2 x 2 x 1,7 m e 6 m<sup>3</sup> de volume, foram fixados em três baterias com cinco tanques cada uma, a distância aproximada de 4,7 km da região lacustre do reservatório (Filho e Ribeiro, 2006) (Figura 2).



**Figura 2:** Tanques-rede instalados no rio do Corvo.

Nos tanques-rede foram fixados substratos artificiais para o desenvolvimento da comunidade perifítica. Os substratos, lâmina de garrafa PET (politereftalato de etila), com 2 x 4 cm e aproximadamente 16 cm<sup>2</sup>, foram posicionadas, em cada tanque-rede tanto a jusante quanto a montante da corrente do rio, perpendicularmente à superfície da água e submersas à aproximadamente 30 cm.

O substrato artificial foi selecionado devido à fácil manipulação, baixo custo, por ser inerte do ponto de vista químico e por apresentar superfície resistente à ação mecânica para raspagem (Schwarzbald, 1990). Além disso, são indicados para estudos da dinâmica do processo de colonização pela comunidade perifítica (Watanabe, 1990).

A instalação dos substratos ocorreu no dia 13 de abril de 2006 e as coletas foram realizadas entre 18 de abril e nove de agosto deste mesmo ano. No início do experimento, o intervalo de remoção do substrato foi semanal e a partir do 69º dia de colonização, as coletas tornaram-se bissemanais (Tabela 1, Figura 3).

**Tabela 1:** Datas de amostragem realizada no rio do Corvo, no ano de 2006.

<i>Dias de Colonização</i>	5°	13°	20°	26°	35°	41°	48°	54°	61°	69°	83°	97°	118°
Datas de Coletas	18/04	26/04	03/05	09/05	18/05	24/05	31/05	06/06	13/06	21/06	05/07	19/07	09/08
Semanas de Coletas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17



**Figura 3:** Coleta do substrato artificial, para futura análise do material perifítico nos tanques-rede localizados no rio do Corvo.

Em cada coleta, lâminas em tréplica foram selecionadas aleatoriamente, acondicionadas em câmaras úmidas (frascos Wheaton) e transportadas até o Laboratório de Perifíton, na Universidade Estadual de Maringá (UEM), onde o perifíton foi removido com auxílio de lâmina de barbear e jatos de água destilada (Figura 4).



**Figura 4:** Remoção da comunidade perifítica dos substratos, com auxílio de lâmina de barbear envolta em papel alumínio.

O material perifítico, destinado a análise taxonômica, foi fixo em solução de Transeau, na proporção 1:1 com a água da amostra, conforme recomendação de Bicudo e Menezes (2006). O estudo taxonômico foi realizado pela análise de aproximadamente 10 lâminas temporárias por amostra ou até novo táxon não ser encontrado, para isto utilizou-se microscópio óptico com uma ocular micrometrada.

O enquadramento taxonômico adotado foi o proposto por Round (1965, 1971), segundo recomendação de Bicudo e Menezes (2006). A identificação das algas perifíticas foi baseada em literaturas clássicas, trabalhos específicos e regionais, com o nome das espécies atualizado segundo o “Index Nominum Algarum” (2008).

Os dados limnológicos utilizados foram coletados, processados e cedidos pelo laboratório de Limnologia do Núcleo de Pesquisa de Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia), da Universidade Estadual de Maringá. As variáveis ambientais monitoradas foram: pH (potenciômetro digital), temperatura da água (°C, termistor digital), vento ( $\text{m.s}^{-1}$ , anemômetro), concentrações fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), ortofosfato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) e amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Mackereth et al., 1978) e concentrações de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) e nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Zagatto et al., 1981).

A precipitação foi obtida em uma estação limnológica próxima à barragem e cedidos pela Agência Nacional das Águas (ANA).

### 2.3 Análise dos dados

A similaridade entre os dias sucessionais do substrato artificial ao longo do período amostrado foi verificada pela análise de agrupamento, na qual se utiliza o critério de presença e ausência de espécies pelo Índice de Jaccard, utilizando o programa NTSYS, versão 1.5 e média não-ponderada (UPGMA).

Os valores de riqueza total das classes de algas perifíticas foram correlacionados com as variáveis abióticas, através do coeficiente de Spearman ( $p \leq 0,05$ ). Para este teste, utilizou-se o programa Statistica, versão 7.1 (Statsoft, 2005).

## 3 RESULTADOS

A tabela 2 apresenta a caracterização de algumas variáveis físicas e químicas da água do rio do Corvo, com variáveis registradas antes e durante este estudo. Uma análise mais detalhada destes e de outros parâmetros pode ser encontrada em Roberto *et al.* (2006).

Ao longo do período sucessional observou-se uma pequena variação das características ambientais, com maior variação de 19,50% no vento e a menor no pH, 1,46% (Tabela 2).

**Tabela 2:** Algumas variáveis ambientais registradas dentro dos tanques-rede instalados no rio do Corvo, entre o período de 06/04 a 09/08/06. Média + desvio padrão (n=21).

Dias de Colonização	Antes	5°	13°	26°	54°	83°	118°	Média + D.P.	C. V.
Vento (m.s <sup>-1</sup> )	1,4	5,7	1,6	2,9	3,5	3	2	2,87 ± 0,56	19,50
pH	7,1	7,0	7,1	7	6,6	6,5	6,8	6,86 ± 0,10	1,46
Temperatura (°C)	25,9	25,2	25,5	22	21,5	20,1	21,9	23,2 ± 0,9	3,89
NT (mg.L <sup>-1</sup> )	479	516,3	425,4	745,6	583,9	479,8	917	592,6 ± 66,9	11,29
NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	186,6	213,5	234,8	244	248,6	224,6	201,1	221,9 ± 8,6	3,88
NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	34,4	14,8	12,2	13,4	18,5	18,9	31,3	19,9 ± 3,4	16,59
PT (mg.L <sup>-1</sup> )	13,2	15,6	15,7	18,4	15,3	15,3	16,9	15,7 ± 0,7	4,44
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	5,9	4,5	4,4	4,8	3,9	3,9	6,5	4,9 ± 0,4	8,26

A precipitação registrada no rio do Corvo foi mais intensa no início deste estudo, com pluviosidade máxima de 37,7 mm.L<sup>-1</sup>, no 4º dia de exposição do substrato. Outro pico de pluviosidade foi observado entre os 35º e 41º dias (36,3 mm.L<sup>-1</sup>).

A riqueza total das espécies de algas perifíticas esteve associada de forma positiva com nitrogênio total (NT) (r= 0,84), não havendo correlação com as demais variáveis abióticas.

A análise taxonômica da comunidade de algas perifíticas permitiu a identificação de 168 táxons distribuídos em 76 gêneros e oito classes: Cyanophyceae, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Oodogoniophyceae, Zygnemaphyceae e Chlorophyceae (Tabela 3).

De todos os táxons inventariados, apenas 12 foram encontrados em todos os dias de colonização, destes oito pertencem à classe Bacillariophyceae, três à Zygnemaphyceae e um à Oodogoniophyceae. Estes e os outros táxons registrados no rio do Corvo, durante este estudo, estão apresentados na tabela 3.

**Tabela 3:** Táxons encontrados no rio do Corvo durante os 118 dias de exposição do substrato, no período de 18/04 a 09/08 de 2006.

<b>Cyanophyceae</b>	
<i>Anabaena cf. planctonica</i> Brunnthalzer	<i>Leptolyngbya foveolarum</i> (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komárek
<i>Anabaena spiroides</i> Klebain	<i>Lyngbya</i> sp.
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & West	<i>Merismopedia cf. punctata</i> Meyen
<i>Aphanocapsa grevillei</i> (Berkeley) Rabenhorst	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing
<i>Aphanocapsa hyalina</i> (Lyngbye) Hansgird	<i>Microcystis protocystis</i> Crow
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg & Komárek	<i>Oscillatoria subbrevis</i> Schmidle
<i>Aphanocapsa</i> sp.	<i>Oscillatoria</i> sp.
<i>Calothrix brevissima</i> West	<i>Phormidium autumnale</i> (Agardh) Trevisan ex Gomont
<i>Calothrix fusca</i> (Kützing) Bornet et Flahault	<i>Phormidium formosum</i> (Bory ex Gomont) Anagnostidis et Komárek
<i>Chamaesiphon minimus</i> Schmidle	<i>Porphyrosiphon lomniezenis</i> (Kol) Anagnostidis et Komárek
<i>Chroococcus obliteratus</i> Richter	<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn
<i>Chroococcus</i> sp.	<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Naumann et Huber-Pestalozzi) Schwabe
<i>Coelomoron</i> sp.	<i>Pseudanabaena papillaterminata</i> (Kiselev) Kukk
<i>Coelosphaerium</i> sp.	<i>Rhabdoderma irregulare</i> (Naumann) Geitler
<i>Cyanodictyon cf. imperfectum</i> Cronberg et Weibull	<i>Rhabdoderma</i> sp.
<i>Geitlerinema splendidum</i> (Greville) Anagnostidis	<i>Radiocystis fernandoi</i> Komárek et Komárková- Legnerová
<i>Gloeothece cf. membranacea</i> (Rabenhorst) Bornet	<i>Rivularia aquatica</i> Wild
<i>Heteroleibleinia ucranica</i> (Sirsov) Anagnostidis et Komárek	<i>Rivularia</i> sp.
<i>Komvophoron</i> sp.	<i>Synechococcus ambiguus</i> Skuja
<i>Leptolyngbya angustissima</i> (West et West) Anagnostidis et Komárek	<i>Trichocoleus erectiusculus</i> (Starmach) Anagnostidis et Komárek
<b>Chrysophyceae</b>	
<i>Mallomonas</i> sp1	<i>Mallomonas</i> sp2

\* Táxon encontrado em todos os dias amostrados.

...Continuação.

**Bacillariophyceae**

<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarneck*	<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg
<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow) Czarneck	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg*
<i>Achnanthes</i> sp.	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Van Heurck
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen*	<i>Gomphonema subtile</i> Ehrenberg
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grunow) Houk et Klee	<i>Gomphonema truncatum</i> (Ehrenberg) Ross in Polunin
<i>Cymbella cuspidata</i> Kützing	<i>Gomphonema</i> sp.
<i>Encyonema mesianum</i> (Cholnoky) Mann*	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) Mann*	<i>Navicula delawerensis</i> Grunow ex Cleve
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) Mann*	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow
<i>Eunotia camelus</i> Ehrenberg	<i>Pinnularia acrosphaeria</i> Smith
<i>Eunotia indica</i> Grunow	<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Eunotia maior</i> Rabenhorst	<i>Pinnularia</i> sp.
<i>Eunotia nymanniana</i> Grunow	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst	<i>Surirella guatemalensis</i> Ehrenberg
<i>Eunotia sudetica</i> Müller	<i>Surirella linearis</i> Smith
<i>Eunotia</i> sp.	<i>Surirella</i> sp.
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières*	<i>Synedra filiformis</i> Carter & Denny
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère*

**Dinophyceae***Peridinium* sp.**Euglenophyceae***Trachelomonas* sp.**Oedogoniophyceae**

<i>Bulbochaete</i> sp1	<i>Oedogonium</i> sp1
<i>Bulbochaete</i> sp2	<i>Oedogonium</i> sp2*

**Zygnemaphyceae**

<i>Actinotaenium curcubita</i> (Nägeli) Teiling ex Ruzicka & Pouzar	<i>Mougeotia</i> sp.
<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehrenberg	<i>Netrium digitus</i> (Brébisson) Itzigs. et Rothe
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Raciborski*	<i>Onychonema laeve</i> Nordstedt
<i>Cosmarium baileyi</i> Wolle	<i>Penium</i> sp.
<i>Cosmarium</i> cf. <i>capense</i> (Nordstedt) De Toni	<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> (Brébisson) De Bary
<i>Cosmarium excavatum</i> Nordstedt	<i>Pleurotaenium minutum</i> (Ralfs) Delp.
<i>Cosmarium exiguum</i> Archer	<i>Spirogyra</i> sp1*
<i>Cosmarium granatum</i> Brébisson ex Ralfs	<i>Spirogyra</i> sp2
<i>Cosmarium formosulum</i> Hoff	<i>Spirogyra</i> sp3
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst	<i>Spirogyra</i> sp4
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Lundell) Roy & Bisset	<i>Spirogyra</i> sp5
<i>Cosmarium norimbergense</i> Reinsch	<i>Spondylosium panduriforme</i> (Heimerl) Teiling
<i>Cosmarium porrectum</i> Nordstedt	<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) West & West
<i>Cosmarium portianum</i> Archer	<i>Spondylosium pulchrum</i> (Bailey) Archer
<i>Cosmarium pseudoconnatum</i> Nordstedt	<i>Staurastrum</i> cf. <i>arnellii</i> Boldt
<i>Cosmarium quadrum</i> Lundell	<i>Staurastrum dilatatum</i> Ehrenberg ex Ralfs
<i>Cosmarium rectangulare</i> Grunow	<i>Staurastrum leptacanthum</i> Nordstedt
<i>Cosmarium regnellii</i> Wille	<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordstedt
<i>Cosmarium reniforme</i> (Ralfs) Archer	<i>Staurastrum margaritaceum</i> (Ehrenberg) Ralfs
<i>Cosmarium subtumidum</i> Nordstedt	<i>Staurastrum minnesotense</i> Wolle

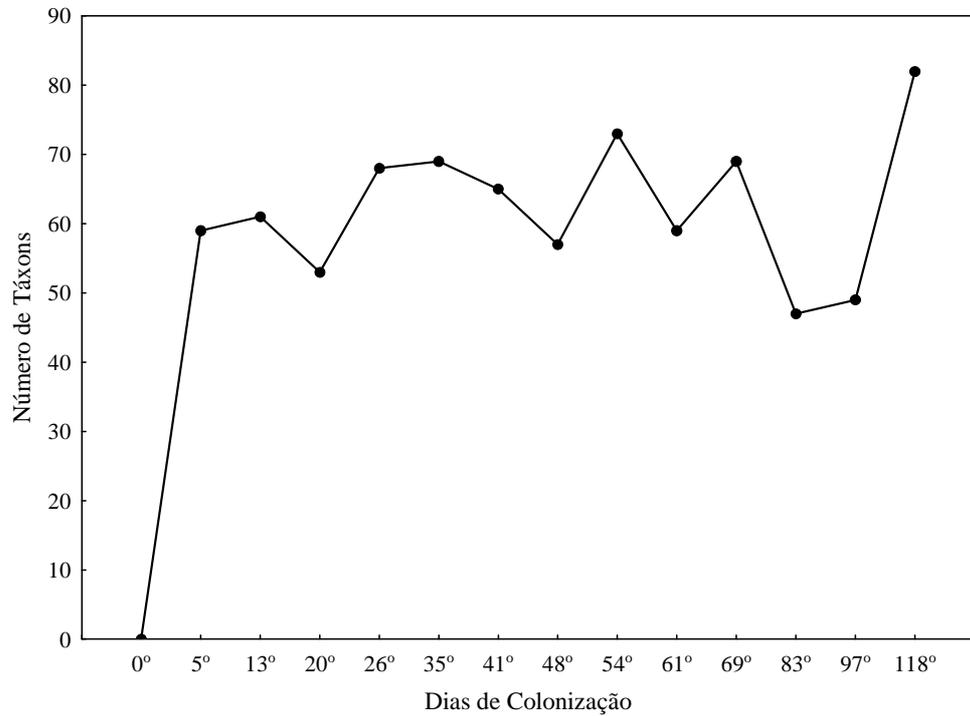
\* Táxon encontrado em todos os dias amostrados.

...Continuação.

<i>Cosmarium trilobulatum</i> Reinsch*	<i>Staurastrum muticum</i> (Brébisson) Ralfs
<i>Cosmarium</i> cf. <i>undulatum</i> Corda ex Ralfs	<i>Staurastrum quadricornatum</i> Roy & Bisset
<i>Cosmarium vexatum</i> West	<i>Staurastrum sebaldi</i> Reinsch
<i>Cosmarium venustum</i> (Brébisson) Archer	<i>Staurastrum setigerum</i> Cleve
<i>Cosmarium vogesiacum</i> Lemaire	<i>Staurastrum trifidum</i> Nordstedt
<i>Desmidium grevillii</i> (Kützing) H.A. De Bary	<i>Staurastrum wolleanum</i> Butler
<i>Euastrum abruptum</i> Nordstedt	<i>Staurastrum</i> sp.
<i>Gonatozygon aculeatum</i> Hastings	<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Brébisson) Teiling
<i>Gonatozygon pilosum</i> Wolle	<i>Zygnema</i> sp.
<i>Micrasterias truncata</i> (Corda) Brébisson ex Ralfs	
<b>Chlorophyceae</b>	
<i>Chaetosphaeridium globosum</i> (Nordstedt) Klebahn	<i>Gloeocystis vesiculosa</i> Nägeli
<i>Chlamydomonas</i> sp.	<i>Gongrosira</i> sp.
<i>Chlorella</i> sp.	<i>Oonephris palustris</i> Komárek
<i>Coleochaete irregularis</i> Pringsheim	<i>Palmella</i> cf. <i>minata</i> Nägeli
<i>Coleochaete orbicularis</i> Pringsheim	<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen
<i>Coleochaete</i> sp.	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) Hegewald	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) Hegewald	<i>Stigeoclonium</i> sp.
<i>Desmodesmus perforatus</i> (Lemmermann) Hegewald	Chlorococcales sp1
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegewald) Hegewald	Chlorococcales sp2
<i>Desmodesmus spinosus</i> (Chodat) Hegewald	Chlorococcales sp3
<i>Desmodesmus</i> sp.	Chlorococcales sp4
<i>Eutetramorus planctonicus</i> (Korsikov) Bourrelly	

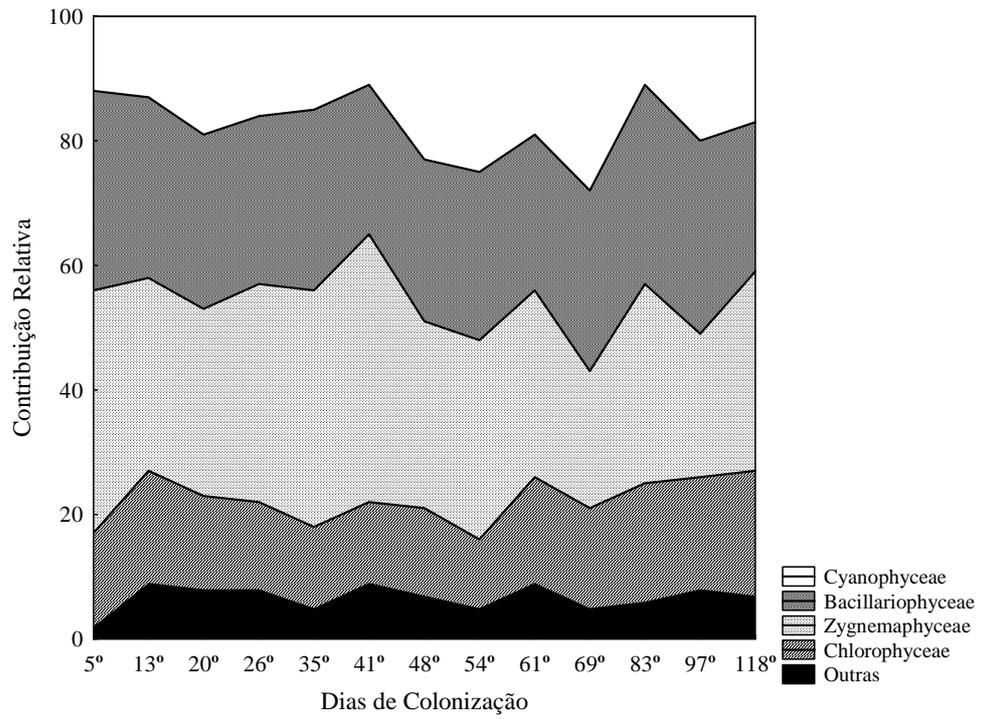
\* Táxon encontrado em todos os dias amostrados.

Após cinco dias de colonização, o substrato artificial apresentou elevado número de táxons (59). Este número aumentou ligeiramente até o 13º dia (61) e na seqüência decaiu. Outros ciclos como este, com pico e queda do número de táxons, ocorreram no decorrer do estudo. A maior riqueza (82 táxons) foi registrada após 118 dias de exposição do substrato e o menor número de táxons (47), no 83º dia (Figura 5).

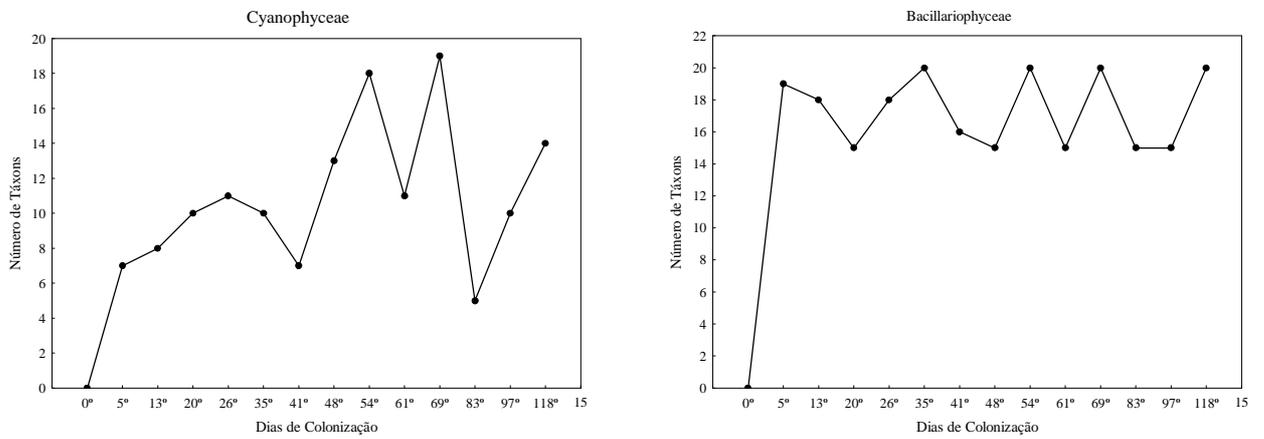


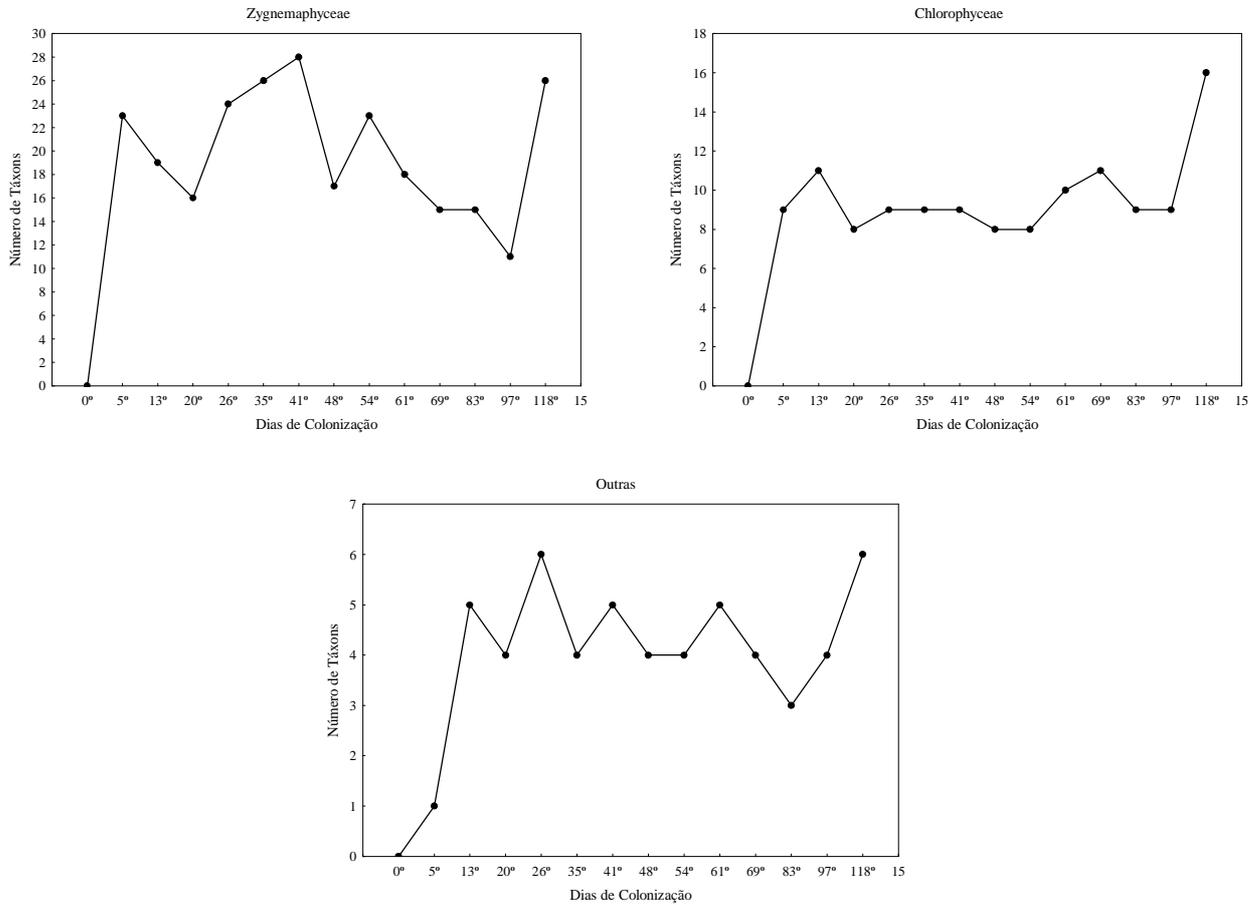
**Figura 5:** Variação temporal da riqueza de algas perifíticas analisadas nos substratos artificiais, no período de 18/04 a 09/08/06, no rio do Corvo.

As classes que mais contribuíram para a riqueza total da comunidade de algas perifíticas nos tanques-rede foram, em ordem decrescente, Zygnemaphyceae (35%), Cyanophyceae (24%), Bacillariophyceae (21%) e Chlorophyceae (15%). Oedogoniophyceae contribuiu com 2% para a riqueza total de algas perifíticas, sendo uma das classes que menos contribuiu, juntamente com Chrysophyceae, Dinophyceae e Euglenophyceae. Estas três últimas classes contribuíram para a riqueza total com aproximadamente 1% cada (Figuras 6, 7).



**Figura 6:** Variação temporal da contribuição percentual das classes de algas perífíticas na riqueza total, no período de 18/04 a 09/08/06, no rio do Corvo.





**Figura 7:** Riqueza de classes de algas perifíticas registradas no rio do Corvo, no período de 18 de abril a 09 de agosto. Outras Classes= Chrysophyceae + Dinophyceae + Euglenophyceae + Oedogoniophyceae. Observar a diferença das escalas entre os gráficos.

A principal mudança na representatividade de classes algais, em resposta ao processo de sucessão foi observada nos 69° e 97° dias de colonização, com a substituição de Zygnemaphyceae, por Bacillariophyceae. No 69° dia, foram observados 20 táxons para a classe Bacillariophyceae, enquanto que para Zygnemaphyceae, apenas 15. E após o 97° dia de exposição do substrato, foram registrados 15 táxons de Bacillariophyceae e apenas 11 de Zygnemaphyceae. Ressalta-se também a mudança na representatividade das classes que contribuíram em terceiro lugar para a riqueza específica. Enquanto nos 5°, 13°, 41° e 118° dias de exposição do substrato a classe Chlorophyceae foi a terceira em contribuição à riqueza total, nos dias restantes esta posição foi ocupada pela classe Cyanophyceae (Tabela 4).

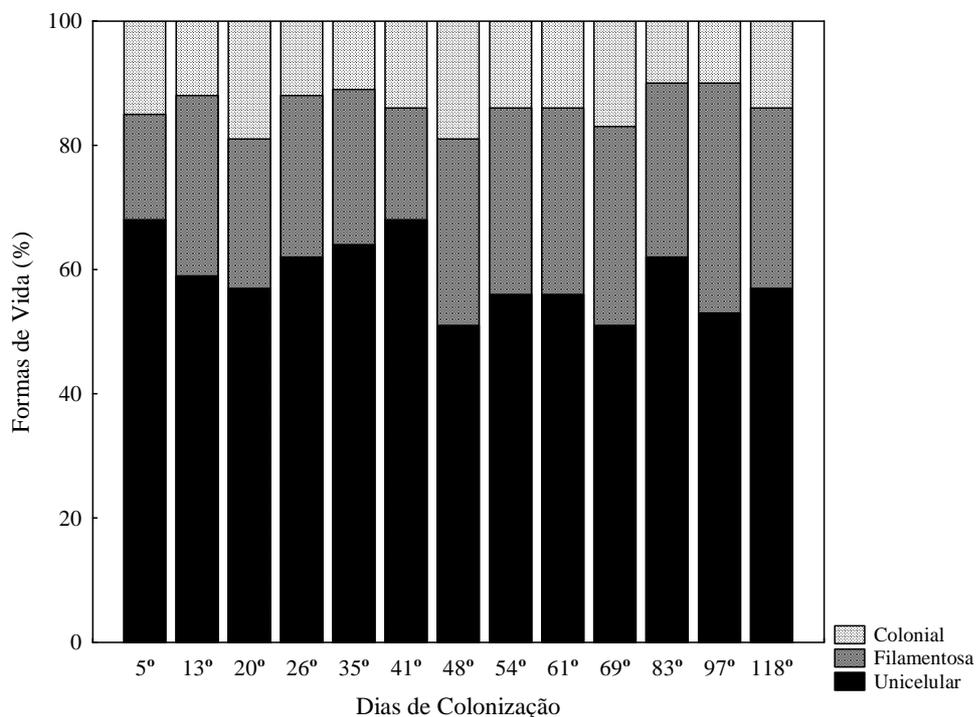
**Tabela 4:** Riqueza das classes de algas perifíticas, registrada durante o processo sucessional no rio do Corvo, no período de 18/04 a 09/08/06.

Classes	Dias de Colonização													Total
	5°	13°	20°	26°	35°	41°	48°	54°	61°	69°	83°	97°	118°	
<b>Cyanophyceae</b>	7	8	10	11	10	7	13	18	11	19	5	10	14	<b>40</b>
<b>Chrysophyceae</b>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	<b>2</b>
<b>Bacillariophyceae</b>	19	18	15	18	20	16	15	20	15	20	15	15	20	<b>36</b>
<b>Dinophyceae</b>	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	<b>1</b>
<b>Euglenophyceae</b>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
<b>Zygnemaphyceae</b>	23	19	16	24	26	28	17	23	18	15	15	11	26	<b>59</b>
<b>Oedogoniophyceae</b>	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	<b>4</b>
<b>Chlorophyceae</b>	9	11	8	9	9	9	8	8	10	11	9	9	16	<b>25</b>
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>53</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>65</b>	<b>57</b>	<b>73</b>	<b>59</b>	<b>69</b>	<b>47</b>	<b>49</b>	<b>82</b>	<b>168</b>

A classe com maior número de táxons, Zygnemaphyceae, foi representada principalmente pelas famílias Desmidiaceae e Mesotaeniaceae, com destaque para os gêneros *Cosmarium*, *Staurastrum* e *Spirogyra*, pelo maior número de táxons registrados, respectivamente 23, 13 e cinco. Destacaram-se também, dentre as cianobactérias, o gênero *Aphanocapsa* com cinco táxons, na classe Bacillariophyceae, os gêneros *Eunotia* (7) e *Gomphonema* (5) e dentre as Chlorophyceae, o gênero com elevado número de táxons foi *Desmodemus* (6).

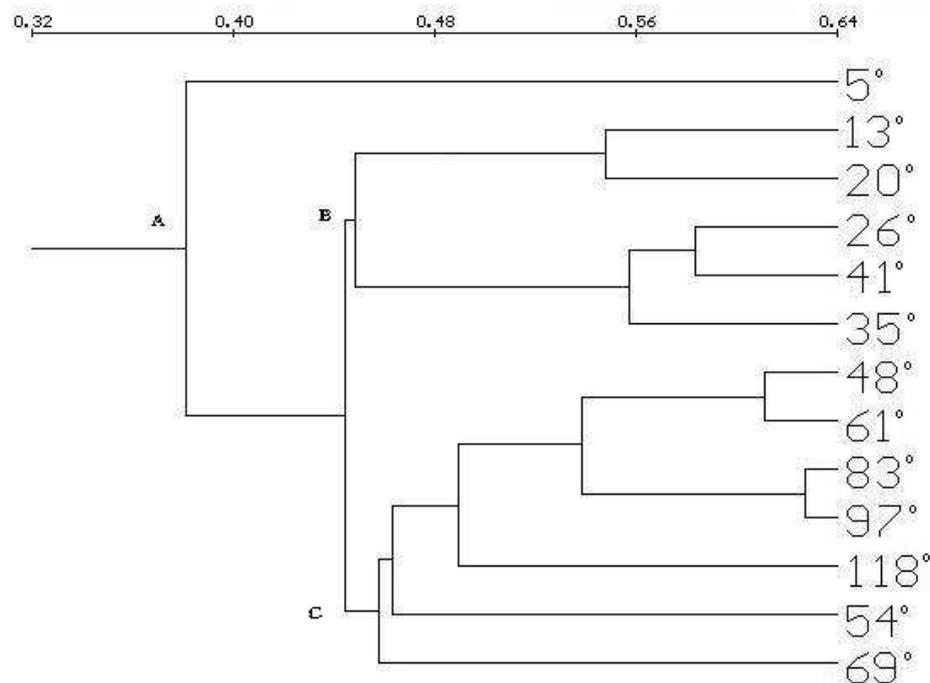
Com relação às formas de vida das algas perifíticas, independente do dia de colonização predominaram as formas unicelulares, com 96 táxons (57%), seguida das filamentosas, com 41 táxons (24%) e das coloniais ou cenobiais, com 31 táxons (19%).

A maior contribuição das formas unicelulares (68%) foi verificada nos 5° e 41° dias de exposição do substrato e a menor contribuição (51%), nos 48° e 69° dias. A maior porcentagem de algas filamentosas (37%) foi observada no 97° dia e a menor (17%), no 5° dia. Já a contribuição das formas coloniais foi mais relevante (19%) nos 20° e 48° dias e menos relevante (10%) nos 83° e 97° dias (Figura 8).



**Figura 8:** Porcentagens de táxons de algas perifíticas identificados de acordo com as formas de vida, no período de 18/04 a 09/08/06, no rio do Corvo.

A distinção florística entre a comunidade de algas perifíticas dos diferentes dias de colonização foi evidenciada no dendrograma de similaridade. Observou-se a formação de três fases ao longo do processo sucessional da comunidade. Primeiro, observou-se a separação da comunidade de algas perifíticas encontrada no 5° dia de exposição do substrato. Em um segundo momento, as amostragens correspondentes ao início do processo de sucessão ficaram agrupadas (Figura 9b). O final deste processo ficou agrupado numa terceira fase (Figura 9c), neste último grupo, notou-se a proximidade entre os 83° e 97° dias de colonização.



**Figura 9:** Dendrograma obtido por UPGMA, resultante da análise de agrupamento com base no índice de similaridade de Jaccard, entre todos os táxons registrados no período de 18/04 a 09/08/06 (Teste de Mantel,  $r= 0,71$ ).

#### 4 DISCUSSÃO

Ao longo do período sucessional englobado neste trabalho, foi registrada uma pequena variação das variáveis abióticas e climatológicas avaliadas. Isso pode indicar que a sucessão da comunidade de algas perifíticas foi influenciada por fatores autogênicos.

Neste estudo, após cinco dias de exposição do substrato, na fase inicial de colonização, foi observado uma elevada riqueza de táxons, corroborando com dados de Almeida (2001) e Felisberto (2007), obtidos em estudos também realizados em reservatórios paranaenses. Segundo Almeida (2001), após dois dias de colonização, foi registrado um total de 18 táxons, 40% de toda comunidade registrada em substrato de vidro no reservatório de Mourão I. Felisberto (2007), em experimento no rio do Corvo, registrou incremento do número de táxons de algas perifíticas já no terceiro dia de colonização, observando, ainda, que a comunidade encontrada no substrato artificial era muito similar ao substrato natural. Este elevado número de táxons, já nos primeiros dias de exposição do substrato possivelmente ocorreu devido ao “pool” de espécies presentes no ambiente (Rodrigues e Bicudo, 2004; Felisberto, 2007) e, também, devido os processos de

colonização e sucessão que possibilitaram a instalação da comunidade no substrato artificial, até então não colonizado (Felisberto, 2007).

Nos 13°, 35°, 54°, 69° e 118° dias foram registrados elevados número de táxons de algas perifíticas. Segundo Lobo e Buselato-Taniolli (1985), características estruturais de uma comunidade, tais como riqueza e composição específica, podem ser utilizados como estimativas do tempo de exposição para o estabelecimento da comunidade perifítica em substratos artificiais, e tendem a valores mais altos em estágios maduros de sucessão.

Excetuando o 13°, 48° e 97° dias de colonização, nos demais períodos sucessionais, quando ocorreu um aumento da riqueza de espécies, houve uma diminuição na abundância das algas perifíticas (Segundo capítulo). Esta diminuição ocorreu em decorrência do predomínio de processos de perda, como a morte, emigração, ação de “grazing”, entre outros (Ács e Kiss, 1993; Biggs, 1996; Azim e Asaeda, 2005), das espécies abundantes e/ou dominantes, o que promoveu um novo processo de ocupação do substrato, levando ao aumento de espécies.

Ao comparar a riqueza de algas perifíticas registrada nos tanques-rede instalados no rio do Corvo, com outros estudos conduzidos em outros reservatórios, paranaenses e da região sudoeste do Brasil, realizados em uma variedade de ambientes, de forma experimental ou observacional, nota-se a diferença no número de táxons registrados. A riqueza nos tanques-rede foi inferior ao registrado em reservatórios de Mourão, Rosana, Salto do Vau (Felisberto e Rodrigues, 2005), Irai, Segredo (Moresco, 2006) e de Rosana (Felisberto, 2007). Todavia, superior ao registrado nos reservatórios de Mourão I (Almeida, 2001) e Irai (Cetto et al., 2004), na represa do Jurumirim (Moschini-Carlos, 1996), no lago do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (Vercellino, 2001; Ferragut, 2004) e no Lago das Garças (Vercellino, 2001; Barcelos, 2003; Vercellino e Bicudo, 2007).

Essa divergência de número de táxons, principalmente quando comparado ao estudo de Felisberto (2007), também conduzido no rio do Corvo, pode ter ocorrido, entre outros fatores, em função do local de instalação do substrato artificial, da estação do ano em que estes experimentos foram conduzidos, da concentração de nutrientes no meio e do aumento do efeito de herbivoria. Essa autora alocou os substratos próximos à margem esquerda do rio do Corvo, região colonizada por densos bancos de macrófitas. Estas propiciam uma diversidade de habitats (Murakami, 2008a) e o desenvolvimento do perifíton (Rodrigues et al., 2003; Murakami, 2008b), principalmente de algas verdes filamentosas e desmídias (Felisberto e Rodrigues, 2005).

Além de depender do local onde os substratos são instalados (Schwarzbald, 1990), a comunidade perifítica é influenciada pela natureza e qualidade do substrato (Panitz, 1990; Burkholder, 1996; Moschini-Carlos, 1999). Ainda, a comunidade depende das condições hidrológicas (Moschini-Carlos, 1999), sendo o processo sucessional mais lento durante o inverno, principalmente devido a luz e a temperatura, fatores controladores do estabelecimento e desenvolvimento da comunidade perifítica (Bicudo et al., 1995).

Além disso, a eutrofização artificial, causada principalmente pelo aumento nas concentrações de nitrogênio e fósforo com a instalação dos tanques-rede, pode ter produzido mudanças na qualidade da água, incluindo da biodiversidade aquática, conforme o descrito por Huszar et al. (2005). Train et al. (2006) registraram a influência direta na implementação dos tanques na riqueza fitoplanctônica, com a diminuição do número de táxons.

Inúmeros são os fatores que afetam o crescimento da comunidade perifítica. Segundo Blanco et al. (2008), o crescimento desta comunidade depende não somente da disponibilidade de nutrientes, mas da densidade de herbívoros. Assim, acredita-se que a redução de táxons perifíticos, e também fitoplanctônicos, pode estar relacionada com o aumento da pressão de “grazing”, já que, após a instalação dos tanques-rede no rio do Corvo, observou-se incremento de algumas espécies de peixes (Veríssimo et al., 2006).

O predomínio entre as classes de algas perifíticas encontrado nos tanques-rede também diferiu do registrado na maioria dos estudos em reservatórios, sejam eles realizados de forma observacional ou experimental. Enquanto nos tanques-rede a classe que apresentou maior número de táxons foi Zygnemaphyceae, Almeida (2001), Cetto et al. (2004) e Moresco (2006) registraram o predomínio de Bacillariophyceae, Vercellino (2001), Barcelos (2003) e Ferragut (2004) de Chlorophyceae e Vercellino (2007), de Cyanophyceae. Os resultados alcançados nessa pesquisa vão de encontro com dados de Moschini-Carlos (1996) e Felisberto (2007), que também registraram o predomínio da classe Zygnemaphyceae, grupo de algas com maior número de espécies e variedades, além de ampla distribuição geográfica (Parra e Bicudo, 1995). Acredita-se que o sucesso das desmídias pode ter ocorrido em função do tamanho relativamente grande que este grupo de algas apresenta, o que dificulta a ação de herbívoros, como observado por Cetto et al. (2004). Este baixo efeito da herbivoria sobre as desmídias foi mostrado por Brook (1981) com a análise de conteúdo estomacal de dois organismos zooplanctônicos, que revelou que as desmídias quando ingeridas raramente ou nunca são digeridas.

Nos tanques-rede, a classe Zygnemaphyceae foi seguida por Cyanophyceae. Neste mesmo rio, Felisberto (2007) registrou Bacillariophyceae como a segunda classe em contribuição para a riqueza de táxons, o que também foi observado por Moschini-Carlos (1996) na desembocadura do reservatório de Jurumirim.

Elevado número de táxons de cianofíceas também foi registrado para a comunidade de algas fitoplanctônicas, nos tanques-rede instalados no rio do Corvo (Train et al., 2006). Ainda, segundo Train et al. (2006), o aumento do número de táxons de cianobactérias foi em resposta a implantação dos tanques-rede, visto que este constituiu um dos fatores preponderantes para o aceleração do processo de eutrofização. Blanco et al. (2008) também observaram que a concentração de nutrientes aumentou a abundância e a riqueza de cianobactérias.

O aumento de nutrientes na coluna d'água favoreceu a floração de algas como *Radiocystis fernandoi* Komárek et Komareková- Legnerová, causando redução da riqueza fitoplanctônica, principalmente no final do experimento (Train et al., 2006; Borges et al., *em prep.*). Acredita-se que determinados táxons migraram para os substratos, em busca de condições mais apropriadas ao seu desenvolvimento, ou mesmo para reprodução, seguindo o modelo de interações tróficas proposto por Goldsborough e Robinson (1996).

Ao comparar a comunidade perifítica encontrada nos tanques-rede instalados no rio do Corvo com estudos realizados em tanques escavados (Wahab et al., 1999; Azim et al., 2001; Azim et al., 2002), onde bambus foram fornecidos como substrato para a comunidade perifítica, com objetivo de estimular a produção e o crescimento de peixes, observou-se diferenças qualitativas entre estas comunidades. Nos tanques-rede, a classe predominante em número de táxons foi Zygnemaphyceae, já em tanques escavados a classe mais rica em número de táxons foi Chlorophyceae (Wahab et al., 1999; Azim et al., 2001; Azim et al., 2002).

Um maior número de gêneros de algas perifíticas foi registrado no rio do Corvo. Enquanto Azim et al. (2001) identificaram 34 gêneros, Azim et al. (2002) registraram a ocorrência de 50 e Wahab et al. (1999), de 53 táxons genéricos. Nos tanques-rede instalados no rio do Corvo, 78 gêneros de algas perifíticas foram registrados. Alguns destes gêneros, num total de 16, foram comuns a esses experimentos e também foram registrados nos tanques-rede do rio do Corvo. Destes, sete pertenciam à classe Bacillariophyceae (*Achnanthes*, *Cyclotella*, *Cymbella*, *Fragilaria*, *Navicula*, *Nitzschia* e *Synedra*), três à Cyanophyceae (*Chroococcus*, *Oscillatoria* e

*Phormidium*), três a Zygnemaphyceae (*Closterium*, *Gonatozigon* e *Zygnema*), dois a Chlorophyceae (*Coleochaete* e *Stigeoclonium*) e um a Oedogoniophyceae (*Oedogonium*).

Apesar da presença de gêneros comuns nos tanques-rede e escavados, a identificação ao nível de gênero não fornece muita informação para trabalhos ecológicos, podendo, eventualmente, fornecer informações incompletas e truncadas, pois em um único gênero, podem ocorrer dezenas de espécies com requerimentos ecológicos muito distintos e até antagônicos (Senna e Magrin, 1999).

Dos poucos trabalhos realizados em tanques-rede, apenas Stirling e Dey (1990) e Huchette et al. (2000) avaliaram a composição específica da comunidade perifítica. Stirling e Dey (1990) identificaram 20 espécies de algas perifíticas, número muito inferior ao registrado no rio do Corvo. Dentre estes táxons, apenas *Desmodesmus communis* (Hegewald) Hegewald e *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère foram comuns a esses dois experimentos. Huchette et al. (2000) registraram a ocorrência de 31 táxons pertencentes à classe Bacillariophyceae, número ligeiramente inferior ao observado no rio do Corvo (35). Destes, três também foram registrados no rio do Corvo, *Fragilaria capucina* Desmazières, *Encyonema silesiacum* (Bleisch) Mann e *Ulnaria ulna*.

A similaridade entre os dias sucessionais do substrato artificial ao longo do período amostrado foi evidenciada pelo dendrograma de similaridade. Observou-se a formação de três fases. Primeiramente, observou-se, a separação da comunidade de algas perifíticas encontrada no 5º dia de exposição do substrato, possivelmente devido ao início da colonização, com maior porcentagem de táxons unicelulares e menor contribuição das formas filamentosas, além da presença de seis táxons exclusivos (Tabela 5). Em um segundo momento, foram agrupadas as amostragens correspondentes ao início do processo de sucessão. E, finalmente, numa terceira fase formada, foram agrupados os dias correspondentes ao final do processo. Neste último grupo, notou-se a proximidade entre os 83º e 97º dias, estágios sucessionais que apresentaram a menor riqueza de espécies, e entre os 48º e 61º dias, quando ocorreu queda no número de espécies de algas perifíticas. Nos 54º, 69º e 118º dias ocorreu um aumento na riqueza de espécies, não havendo semelhança com outros períodos sucessionais. As espécies exclusivas desses dias de colonização e que contribuíram para a separação desses períodos foram principalmente Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae e Cyanophyceae (Tabela 5).

**Tabela 5:** Táxons que ocorreram apenas nos 5°, 54°, 69° e 118° dias de colonização.

5°	54°	69°	118°
<i>Synedra filiformis</i>	<i>Onychonema laeve</i>	<i>Eunotia nymanniana</i>	<i>Eunotia indica</i>
<i>Cosmarium formosulum</i>	<i>Staurastrum leptacanthum</i>	<i>Gomphonema augur</i>	<i>Navicula delawerensis</i>
<i>Euastrum abruptum</i>	<i>Staurastrum</i> sp.	<i>Desmodesmus</i> sp.	<i>Surirella linearis</i>
<i>Onychonema laeve</i>	<i>Cyanodictyon</i> cf. <i>imperfectum</i>	<i>Oonephris palustris</i>	<i>Chlamydomonas</i> sp.
<i>Aphanocapsa</i> sp.	<i>Rivularia</i> sp.	<i>Desmidium grevillii</i>	<i>Gongrosira</i> sp.
<i>Oscillatoria</i> sp.		<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	<i>Cosmarium vexatum</i>
		<i>Aphanocapsa grevillei</i>	<i>Gonatozygon aculeatum</i>
		<i>Chamaesiphon minimus</i>	<i>Netrium digitus</i>
		<i>Coelomoron</i> sp.	<i>Onychonema laeve</i>
		<i>Coelosphaerium</i> sp.	<i>Penium</i> sp.
		<i>Porphyrosiphon lomniezenis</i>	<i>Staurastrum minnesotense</i>
			<i>Calothrix brevissima</i>
			<i>Merismopedia</i> cf. <i>punctata</i>
			<i>Malomonas</i> sp2

## 5 CONCLUSÃO:

Apesar do crescente incentivo e da implementação de tanques-rede, ainda são poucos os estudos que enfocam a comunidade de algas perifíticas quem crescem nestes tanques. Em âmbito nacional, até o presente momento, este constituiu na primeira informação acerca da riqueza e composição específica de algas em tanques-rede.

Foram identificados 168 táxons, distribuídos em oito classes taxonômicas. Ao longo da sucessão, o número de táxons tendeu a aumentar, com pico máximo no 118° dia. Receberam destaque Zygnemaphyceae e Cyanophyceae, as duas classes que mais contribuíram para a riqueza de táxons. Também, foram identificadas três fases sucessionais, baseada na riqueza de espécies. Uma fase inicial (5° dia), uma fase intermediária, entre os 13° e 35° dias e uma fase madura, entre 48° e 118° dias.

Finalmente, ao longo do período sucessional englobado neste trabalho, foi registrada uma pequena variação dos fatores abióticos e climatológicos avaliados. Isso pode indicar que a sucessão da comunidade de algas perifíticas foi influenciada por fatores autogênicos. Entretanto, novos estudos devem ser realizados para determinar as principais causas responsáveis por essa variação.

## REFERÊNCIAS

- ÁCS, E., KISS, K.T., 1993. Colonization process of diatoms on artificial substrates in the River Danube near Budapest Hungary. *Hydrobiologia* 269/270, 307-315.
- AGOSTINHO, A.A., 1992. Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios. In: Agostinho, A.A.; Benedito- Cecílio, E.B. Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil. EDUEM, Maringá, pp. 106-121.
- ALMEIDA, A.C.G., 2001. Desenvolvimento da comunidade perifítica sobre substrato artificial em um Reservatório Paranaense. Dissertação Mestrado, Universidade Estadual de Maringá.
- ALVES, R.C.P., BACCARIN, A.E., 2006. Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre a sedimentação de materiais em suspensão e de nutrientes no córrego da Arribada (UHE Nova Avanhandava, Baixo Rio Tiete, SP). In: Nogueira, M.G.; Henry, R.; Jorcin, A. (Orgs.), *Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. RiMa, São Carlos, pp. 329-347.
- AYROSA, L.M.S., FURLANETO, F.P.B., AYROZA, D.M.M.R., SUSSEL, F.R., 2005. Piscicultura no médio Paranapanema: Situação e perspectivas. *Revista Aqüicultura & Pesca*. 2, p. 27- 32.
- AYROSA, D.M.M.R., FURNALETO, F.P.B., AYROSA, L.M.S., 2006. Regularização de projetos de cultivo de peixes em tanques-rede no estado de São Paulo. *Panorama da Aqüicultura*.16, 1-8.
- AZIM, M. E., ASAEDA, T., 2005. Periphyton structure, diversity and colonization. In: Azim, M.E.; Beveridge, M.C.M.; Van Dam, A.A; Verdegem, M.C.J. (Eds.), *Periphyton: Ecology, exploitation and management*. CABI Publishing, Cambridge, pp. 15-34.
- AZIM, M.E., WAHAB, M.A., VAN DAM, A.A., BEVERIDGE, M.C.M., MILSTEIN, A., VERDEGEM, M.C.J., 2001. Optimization of the fertilization rate for maximizing periphyton production on artificial substrates and the implications for periphyton- based aquaculture. *Aquacult. Res.* 32, 749- 760.
- AZIM, M.E., VERDEGEM, M.C.J., RAHMAN, M.M., WAHAB, M.A., VAN DAM, A.A., BEVERIDGE, M.C.M., 2002. Evaluation of polyculture of Indian major carps in periphyton-based ponds. *Aquaculture* 213, 131- 149.
- BARCELOS, E.M., 2003. Avaliação do perifíton como sensor da oligotrofização experimental em reservatório eutrófico (Lago das Garças, São Paulo). Dissertação Mestrado, Universidade Estadual Paulista.
- BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M., 2006. Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. RiMa, São Carlos, 502 pp.
- BICUDO, D.C., NECCHI-JÚNIR, O., CHAMIXAES, B.C.B., 1995. Periphyton studies in Brazil: present status and perspectives. In: Tundisi, J.G.; Bicudo, C.E.M.; Matsumura-Tundisi, T. (Eds), *Limnology in Brazil*. ABC/SLC, Rio de Janeiro, pp. 37- 58.
- BIGGS, B.J.F., 1996. Patterns in benthic algae of streams. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L. (Eds.), *Algal ecology: freshwater bentic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp. 31-56.
- BLANCO, S., ROMO, S., FERNÁNDEZ-ALÁEZ, M., 2008. Response of epiphyton algae to nutrient loading and fish density in a shallow lake: a mesocosm experiment. *Hydrobiologia* 600, 65- 76.

- BORGES, P.A.F., TRAIN, S., RODRIGUES, L.C., 2008. Estrutura do fitoplâncton, em curto período de tempo, em um braço do reservatório de Rosana (ribeirão do Corvo, Paraná, Brasil). *Acta Sci. Biol. Sci.* 30, 57-65.
- BROOK, A.J., 1981. The biology of desmids. In: Burnett, J.H., Baker, H.G., Beevers, H., Whatley, F.R. (Eds), *Botanical Monographs*, 16. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 1-276.
- BURKHOLDER, J.M., 1996. Interactions of benthic algae with their substrata. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.J., Lowe, R.L. (Eds.), *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp 253 –297.
- CETTO, J.M., LEANDRINI, J.A., FELISBERTO, S.A., RODRIGUES, L., 2004. Comunidade de algas perifíticas no reservatório de Irai, estado do Paraná, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.*, 26, 1-7.
- FELISBERTO, S.A., 2007. Algas perifíticas sobre substrato artificial e natural no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana): composição, abundância, biomassa e produtividade. Tese Doutorado, Universidade Estadual de Maringá.
- FELISBERTO, S., RODRIGUES, L., 2005. Comunidade de algas perifíticas em reservatórios de diferentes latitudes. In: Rodrigues, L., Thomaz, S.M., Agostinho, A.A., Gomes, L.C. (Orgs.), *Biocenose em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. RiMa, São Carlos, pp.97-114.
- FERRAGUT, C., 2004. Respostas das algas perifíticas e planctônicas à manipulação de nutrientes (N e P) em reservatório urbano (Lago do IAG, São Paulo). Tese Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- FILHO, L. A.; RIBEIRO, R.P. 2006 Avaliação do desempenho de cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em tanques-rede de pequeno volume, associado às avaliações das variáveis físico-químicas da água para a busca da sustentabilidade do sistema de produção. In: Agostinho, A.A (Coord.), *Avaliação preliminar da viabilidade econômica e ambiental de cultivo de inverno de tilápia nilótica em tanques-rede*. Relatório complementar. PRONEX/ Nupélia/Universidade Estadual de Maringá. pp. 107- 110.
- FURNALETO, F.P.B., AYROZA, D.M.M.R., AYROSA, L.M.S., 2006. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis* spp.) em tanques-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/ 05. *Informações Econômicas*. 36, 63- 69.
- GOLDSBOROUGH, G.E., ROBINSON, G.C.R., 1996. Patterns in wetlands. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.J., Lowe, R.L. (Eds.), *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp. 78- 117.
- HUCHETTE, S.M.H., BEVERIDGE, M.C.M., BAIRD, D.J., IRELAND, M., 2000. The impacts of grazing by tilápias *Oreochromis niloticus* L. on periphyton communities growing on artificial substrates in cages. *Aquaculture* 186: 45- 60.
- HUCHETTE, S.M.H., BEVERIDGE, M.C.M., 2003. Technical and economic evaluation of periphyton-based cage culture of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in tropical freshwater cages. *Aquaculture* 218, 219- 234.
- HUSZAR, V.L.M., BICUDO, D.C., GIANI, A., FERRAGUT, C., MARTINELLI, L.A., HENRY, R., 2005. Subsídios para compreensão sobre a limitação de nutrientes ao crescimento do fitoplâncton e perifíton em ecossistemas continentais lênticos no Brasil. In: Roland, F.; César, M.; Marinho, M. (Eds.) *Lições em limnologia: fronteiras conceituais*. RiMa, São Carlos, pp. 243-260.
- INDEX NOMINUM ALGARUM. Disponível em < <http://ucjeps.berkeley.edu/INA.html> > Acesso em: 2008.

- JÚLIO- JÚNIOR, H.F., THOMAZ, S.M., AGOSTINHO, A.A., LATINI, J.D., 2005. Distribuição e caracterização de reservatórios In: Rodrigues, L., Thomaz, S. M., Agostinho, A.A., Gomes, L.C. (Orgs.), *Biocenose em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. RiMa, São Carlos, pp.1-16.
- LOBO, E.A., BUSELATO-TONIOLLI, T.C., 1985. Tempo de exposição de um substrato artificial para o estabelecimento da comunidade do perifíton no curso inferior do rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rickia* 12: 35-51.
- MACKERETH, F.Y.H., HERON, J., TALLING, J.J., 1978. Water analysis: Some revised methods for limnologists. *Freshwater Biological Association* 36.
- MARGALEF, R., 1993. *Limnologia*. Omega, Barcelona, 1010 pp.
- MORESCO, C., 2006. Comunidade de algas perifíticas, com destaque para cianobactérias, nos reservatórios de Segredo e Iraí, estado do Paraná, Brasil. Dissertação Mestrado, Universidade Estadual de Maringá.
- MOSCHINI-CARLOS, V., 1996. Dinâmica e estrutura da comunidade perifítica substratos artificial e natural, na zona de desembocadura do rio Paranapanema, represa Jurumirim, SP. Tese Doutorado, Universidade Federal de São Carlos.
- MOSCHINI-CARLOS, V., 1999. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. In: Pompêo, M.L.M. (Ed.), *Perspectivas na limnologia do Brasil*. União, São Luís, pp. 91- 103.
- MURAKAMI, E.A., 2008a. Algas perifíticas da lagoa das Garças, planície de inundação do alto rio Paraná: comparação entre os anos de 1994 e 2004. Exame Geral de Qualificação, Universidade Estadual de Maringá.
- MURAKAMI, E.A., 2008b. Resposta das algas perifíticas da planície de inundação do alto rio Paraná às alterações de temperatura e ao enriquecimento artificial de nutrientes. Tese Doutorado, Universidade Estadual de Maringá.
- NORBERG, J., 1999. Periphyton fouling as a marginal energy source in tropical tilapia cage farming. *Aquac. Res.* 30, 427- 430.
- NUÑER, A.P.O., 2005. *Limnologia e piscicultura*. In: Congresso Brasileiro de Limnologia, 10.; Ilhéus, 24-29 julho 2005. Anais...v.33, p. 3-5.
- PANITZ, C.M.N., 1980. Estudo comparativo do perifíton em diferentes substratos artificiais na represa do Lobo ("Broa"), São Carlos- São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos.
- PARRA, O.O., BICUDO, C.E.M., 1995. *Introducción a la biología y sistemática de las algas de aguas continentales*. Editora, Santiago, 268 pp.
- ROBERTO, M.C., SOARES, C.M., GALDIOLI, E.M, SANTANA, N.F., TOYSHIMA, B.S., MENDES, P.B., LOLIS, S., 2006. *Limnologia física e química*. In: Agostinho, A.A (Coord.), *Avaliação preliminar da viabilidade econômica e ambiental de cultivo de inverno de tilápia nilótica em tanques-rede*. Relatório complementar. PRONEX/Nupélia/Universidade Estadual de Maringá. pp. 1-18.
- RODRIGUES, L., BICUDO, D.C., 2004. Periphytic algae. In: Thomaz, SM., Agostinho, AA., Hahn, NS. (Eds), *The upper Paraná River and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, The Netherlands, pp.125-143.
- RODRIGUES, L., BICUDO, B. C., MOSCHINI- CARLOS, V., 2003. O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais In: Thomaz, S.M., Bini, L.M., (Eds.) *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. EDUEM, Maringá, pp. 211-230.
- RODRIGUES, L. C., TRAIN, S., PIVATO, B.M., BOVO, V.M., BORGES, P.A.F., JATI, S., 2005. *Assembléias fitoplânctônicas de trinta reservatórios do estado do Paraná*. In:

- Rodrigues, L., Thomaz, S. M., Agostinho, A.A., Gomes, L.C. (Orgs.), Biocenose em reservatórios: padrões espaciais e temporais. RiMa, São Carlos, pp.57- 72.
- ROUND, F. E., 1965. The biology of the algae. Edward Arnold (Publishers) Ltda, London, 269 pp.
- ROUND, F. E., 1971. The taxonomy of the Chlorophyta, 2. Brit. Phycol. J. 6, 235-264.
- SCHNECK, F., 2007. Ecologia da comunidade de diatomáceas epilíticas em trecho impactado por piscicultura no curso superior do rio das Antas (São José dos Ausentes, RS). Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SCHWARZBOLD, A., 1990. Métodos ecológicos aplicados ao estudo do perifíton. Acta Limnol. Bras., 3, 545-592.
- SENNA, P.A.C., MAGRIN, A.G.E., 1999. A importância da boa identificação dos organismos fitoplanctônicos para os estudos ecológicos. In: Pompêo, M.L.M. (Ed.), Perspectivas da limnologia no Brasil, União, São Luiz, pp. 131- 146.
- STATSOFT, InC. 2005 Statistica (data analysis software system). Version 7.1. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- STIRLING, H. P., DEY, T., 1990. Impact of Intensive cage fish on the phytoplankton and periphyton of a Scottish freshwater loch. Hydrobiologia 190, 193-214.
- TRAIN, S.; RODRIGUES, L.C.; JATI, S.; BORGES, P.A.F.; BOVO, V.M.; MARENGONI, E. Fitoplâncton 2006 In: AGOSTINHO, A.A (Coord.) Avaliação preliminar da viabilidade econômica e ambiental de cultivo de inverno de tilápia nilótica em tanques-rede. Relatório complementar. PRONEX/ Nupélia/Universidade Estadual de Maringá. pp. 31- 44.
- TUNDISI, J. G., 2007. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: Henry, R. (Ed.) Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Fundibio, Botucatu. pp. 19-38.
- VERCELLINO, I.S., 2001. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em dois reservatórios do parque estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo: influência do estado trófico e período climatológico. Tese Doutorado, Universidade Federal de São Carlos.
- VERCELLINO, I. S., BICUDO, D.C., 2007. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso. Ver. Brasil. Biol. 29, 363-377.
- VERCELLINO, I. S., 2007. Respostas do perifíton aos pulsos de enriquecimento em níveis crescentes de fósforo e nitrogênio em represa tropical mesotrófica (Lago das Ninfeias, São Paulo). Tese Doutorado, Universidade Estadual Paulista.
- VERÍSSIMO, S., FUGI, R., LATINI, J.D., DOMINGUES, W. M., AGOSTINHO, A.A., TOFOLI, R.M., ALVES, G.H.Z., 2006. Ictioplâncton. In: Agostinho, A.A (Coord.), Avaliação preliminar da viabilidade econômica e ambiental de cultivo de inverno de tilápia nilótica em tanques-rede. Relatório complementar. PRONEX/ Nupélia/Universidade Estadual de Maringá. pp.71- 81.
- WAHAB, M.A., AZIM, M.E., ALI, M.H., BEVERIDGE, M.C.M., KHAN, S., 1999. The potential of periphyton-based culture of the native major carp calbaush, *Labeo calbasu* Hamilton. Aquacult. Res. 30, 409- 419.
- WATANABE, T., 1990. Perifíton: Comparação de metodologias empregadas para caracterizar o nível de poluição das águas. Acta Limnol.Bras. 3, 593-615.
- WETZEL, R.G., 1983. Recommendation for future research on periphyton. In: Wetzel, R.G. (Eds.). Periphyton of Freshwater Ecosystems. Dr. W. Junk Publishers, The Netherlands, pp. 339-346.

- WETZEL, R.G., 1990. Reservoir ecosystems: conclusions and speculations. In: Thornton, K.W., Kimmel, B.L., Payne, F.E. (Eds.), Reservoir limnology: Ecological perspectives. J.Wiley & Sons, New York, pp.227-238.
- ZAGATTO, E.A.G., JACINTHO, A.O., REIS, B.F., KRUG, F.J., BERGAMIN FILHO, H., PESSEDA, L.C.R., MORTATTI, J., GINÉ, M.F., 1981. Manual de análises de plantas e águas empregando sistemas de injeção em fluxo. USP/CENA, Piracicaba, 45 pp.

## VARIAÇÃO TEMPORAL DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ALGAS PERIFÍTICAS EM TANQUES-REDE DE CULTIVO DE TILÁPIAS DO NILO

### **Resumo**

Este estudo visou avaliar mudanças estruturais na comunidade de algas perifíticas em tanques-rede de cultivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), ao longo de 118 dias, assim como descrever um modelo sucessional neste ecossistema e fornecer subsídios para futuras pesquisas. A análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas permitiu a identificação de seis classes taxonômicas, com destaque para Bacillariophyceae. No início do processo sucessional foi observado o predomínio de algas unicelulares, com destaque para as diatomáceas, sendo seguidas pelas formas filamentosas. Com o aumento da complexidade da matriz perifítica, as algas filamentosas propiciaram o desenvolvimento de unicelulares epífitas e de formas frouxamente aderidas. Esta seqüência sucessional foi consistente com trabalhos realizados em ambientes temperados e é um importante passo para a valorização da comunidade aderida em tanques-rede. Antes vista como um problema, esta comunidade pode ser considerada uma fonte alimentar alternativa para peixes estocados, com diminuição de custos com ração, favorecendo o produtor e o meio ambiente. Mas, para isto, ainda são necessários novos estudos, com testes de substratos e de espécies adaptadas para utilizar a comunidade perifítica como recurso alimentar.

**Palavras-chave:** Aqüicultura. Manejo. Perifíton. Tanques-rede.

## TEMPORAL VARIATION OF THE STRUCTURE IN THE PERIPHYTIC ALGAL COMMUNITY IN NILE TILAPIA CULTURE NET-CAGES

### **Abstract:**

This study aimed at evaluating structural changes in the community of periphytic algae in net-cages for the cultivation of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) over the period of 118 days, as well as to outline a successional model for this ecosystem and provide a basis for further research. Quantitative analysis of the periphytic algae community revealed six taxonomic classes, with a concentration of Bacillariophyceae. In the initial phase of the successional process, unicellular algae predominated – principally diatoms – followed by filamentary forms. As complexity of the periphytic matrix increased, the filamentary algae fostered the development of unicellular epiphytes and weakly attached forms. This successional sequence is consistent with studies conducted in temperate zones and is an important step for the valuation of communities in net-cages. Previously considered a problem, the community can be considered a food source for stock fish, lowering feed costs, with benefits for both the producer and the environment. For this, however, further studies are necessary to test substrata and species adapted to using the periphytic community as a food resource.

**Key words:** Aquiculture. Management. Periphyton. Net-cage.

## 1 INTRODUÇÃO

Sucessão ecológica é um dos conceitos mais antigos em ecologia de comunidades (Jackson, 2003). Amplamente utilizado, este processo se refere ao acréscimo ou substituição sequencial de espécies em uma comunidade (Lewis, 1978; Odum, 1988). Ainda, é acompanhado por alterações na abundância relativa das espécies anteriormente presentes, resultando em modificações abruptas ou graduais na estrutura e nos processos da comunidade ao longo do tempo (Odum, 1988, Glossário, 1997).

O perífíton, uma complexa comunidade encontrada firmemente ou frouxamente aderida a substratos submersos (Wetzel, 1983), é considerado apropriado para testes de hipóteses ecológicas gerais, relacionadas principalmente à colonização, sucessão, biodiversidade, estabilização, entre outros (Stevenson, 1996). Isso se deve pelo seu modo de vida sésil não migrando em condições adversas, por apresentar ciclo de vida curto, respondendo mais rapidamente às alterações ambientais, e por ser espacialmente compacta, com limites bem definidos (Stevenson, 1983).

Alguns estudos têm mostrado que a sucessão da comunidade perifítica é análoga a sucessão de plantas terrestres, com seqüência de espécies definidas no tempo e em microsucedões (Hoagland et al., 1982). De acordo com essa teoria, ocorrem mudanças direcionais na fisionomia, com a formação de uma camada orgânica, devido a instalação de bactérias, seguido da aderência de diatomáceas oportunistas (com estruturas morfológicas simples), depois de diatomáceas em formas de rosetas e com longos pedúnculos e, finalmente, a presença de algas verdes filamentosas (Hoagland et al., 1982). Outros estudos, como o de Stevenson et al. (1991), discordam dessa teoria e relatam que o desenvolvimento desta comunidade é decorrência de uma manifestação complexa de fatores abióticos e bióticos, afetando, conseqüentemente, as características de microhabitat. Os colonizadores iniciais seriam diatomáceas largas e alongadas ou formas coloniais, seguidas por pequenas diatomáceas prostadas, com as formas filamentosas dominando nos estágios finais (Steinman e McIntire, 1986; Peterson e Stevenson, 1989).

No Brasil, as investigações sobre colonização e sucessão da comunidade de algas perifíticas em substratos artificiais intensificaram-se no final da década de 70 e principalmente a partir dos anos 90, com estudos observacionais e experimentais. Acerca da avaliação do

estabelecimento da comunidade perifítica em reservatórios tem-se o conhecimento de estudos observacionais e experimentais, como os de Rocha (1979), Godinho-Orlandi e Barbieri (1983), Cerrao et al. (1990), Panitz (1980), Tedesco (1995), Moschini-Carlos (1996), Moura (1997), Ferragut (1999, 2004), Almeida (2001), Vercellino (2001, 2007), Felisberto (2007), entre outros.

Especificamente para reservatórios no estado do Paraná, dois trabalhos foram realizados com enfoque na colonização e sucessão da comunidade de algas perifíticas em substratos artificiais, sendo eles Almeida (2001) e Felisberto (2007), realizados, respectivamente, nos reservatórios de Mourão e de Rosana. Almeida (2001) utilizou lâminas de vidro para avaliar o processo de colonização desta comunidade, enquanto Felisberto (2007) abordou a colonização das algas perifíticas em substratos de plástico imitando a estrutura da macrófita aquática natural, *Egeria najas* Planchon.

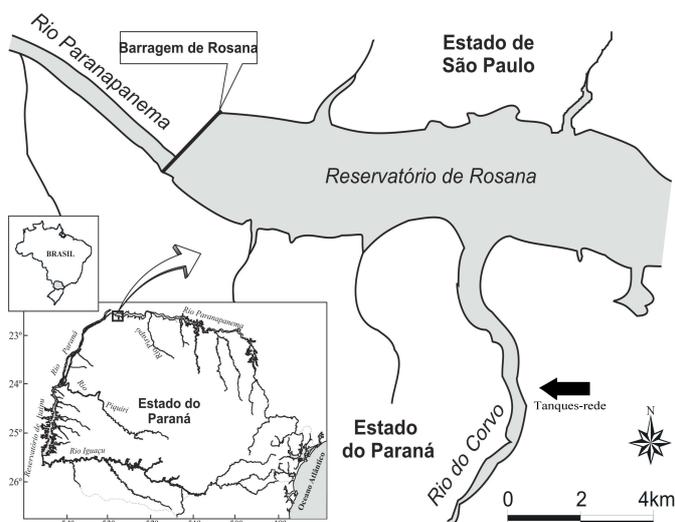
Estudos relacionados ao entendimento do processo de colonização e sucessão da comunidade de algas perifíticas são realizados, em sua maioria, em condições naturais ou em ambientes enriquecidos artificialmente. No Brasil, não se tem conhecimento de estudo que objetivem o entendimento do processo de estabelecimento desses organismos perifíticos em sistemas intensivos de cultivo de peixes.

Desta forma, este estudo pioneiro visa (a) avaliar mudanças estruturais ao longo do processo sucessional da comunidade de algas perifíticas em tanques-rede de cultivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linneaus 1758), ao longo de 118 dias, (b) descrever um modelo sucessional neste ecossistema, (c) fornecer subsídios para futuras pesquisas.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de Estudo**

O local escolhido para a realização deste estudo foi o rio do Corvo, um dos tributários da margem esquerda do reservatório da usina hidrelétrica de Rosana, situado no trecho inferior do rio Paranapanema (22°39'S; 052°46'W, Figura 1) (Júlio- Júnior *et al.*, 2005). O rio do Corvo, considerado eutrófico (Felisberto, 2007; Borges et al., 2008), com margens quase desprovidas de vegetação arbórea, apresentou no local amostrado cerca de 250 m de largura, 5,8 m de profundidade.



**Figura 1:** Mapa com a localização da estação de amostragem no rio do Corvo.

## 2.2 Delineamento Experimental e Coleta do Material Perifítico

Quinze tanques-rede para cultivo de tilápia do Nilo, com dimensões de 2 x 2 x 1,7 m e 6 m<sup>3</sup> de volume, foram fixados em três baterias com cinco tanques cada uma, a distância aproximada de 4,7 km da região lacustre do reservatório (Filho e Ribeiro, 2006) (Figura 2).



**Figura 2:** Instalação dos quinze tanques-rede na área de remanso do rio do Corvo.

Nos tanques-rede foram fixados substratos artificiais para o desenvolvimento da comunidade perifítica. Os substratos, lâminas de garrafas PET (politereftalato de etila) com dimensões 2x4cm e aproximadamente 16 cm<sup>2</sup>, foram posicionadas tanto a montante quanto a

jusante da corrente do rio, perpendicularmente à superfície da água, submersas à aproximadamente 30cm (Figura 3).



**Figura 3:** Fixação dos substratos artificiais para o desenvolvimento da comunidade perifítica nos tanques-rede de cultivo de tilápia do Nilo.

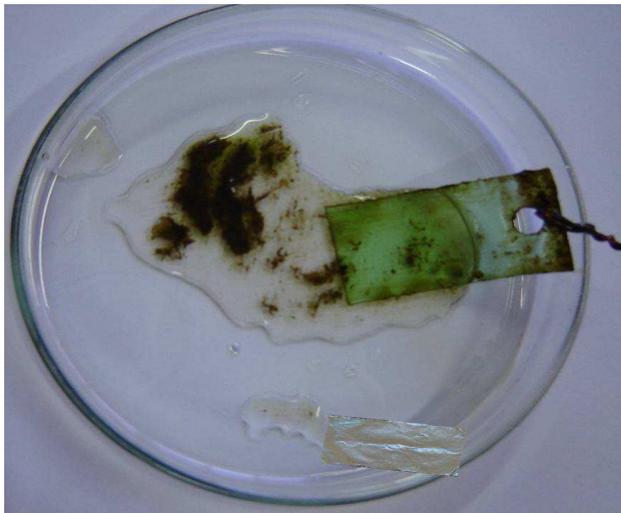
O substrato artificial foi selecionado devido à fácil manipulação, baixo custo, por ser inerte do ponto de vista químico e por apresentar superfície resistente à ação mecânica para raspagem (Schwarzbold, 1990). Além disso, são indicados para estudos da dinâmica do processo de colonização pela comunidade perifítica (Watanabe, 1990).

A instalação dos substratos ocorreu no dia 13 de abril de 2006 e as coletas foram realizadas entre 18 de abril e 09 de agosto deste mesmo ano. No início do experimento, o intervalo de remoção do substrato foi semanal e a partir do 69º dia de colonização, as coletas tornaram-se bissemanais (Tabela 1).

**Tabela 1:** Datas de amostragem realizada no rio do Corvo, no ano de 2006.

<i>Dias de Colonização</i>	5°	13°	20°	26°	35°	41°	48°	54°	61°	69°	83°	97°	118°
Datas de Coletas	18/04	26/04	03/05	09/05	18/05	24/05	31/05	06/06	13/06	21/06	05/07	19/07	09/08
Semanas de Coletas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17

Para a análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas, duas lâminas foram selecionadas aleatoriamente, acondicionadas em câmaras úmidas (frascos Wheaton) e transportadas até o Laboratório de Perifíton, na Universidade Estadual de Maringá (UEM), onde o perifíton foi removido com auxílio de lâmina de barbear e jatos de água destilada (Figura 4).



**Figura 4:** Remoção da comunidade perifítica dos substratos, com auxílio de lâmina de barbear envolta em papel alumínio.

O material foi acondicionado em frascos escuros com volume conhecido (150 ml), fixado e preservado em solução de lugol acético a 5% (Bicudo e Menezes, 2006). A enumeração foi feita em microscópio invertido, através de transectos horizontais e verticais, baseada no método de sedimentação em câmaras desenvolvido por Utermöhl (1958). O número de campos quantificados foi estabelecido com base em dois critérios: contagem de no mínimo 100 indivíduos da espécie mais freqüente na amostra e curva de rarefação de espécies (não surgirem mais espécies), conforme recomendação de Bicudo (1990).

O enquadramento taxonômico adotado foi o proposto por Round (1965, 1971), segundo recomendação de Bicudo e Menezes (2006). A identificação das algas perifíticas foi baseada em literaturas clássicas, trabalhos específicos e regionais, com o nome das espécies atualizado segundo o “Index Nominum Algarum” (2008).

Os dados limnológicos utilizados foram coletados, processados e cedidos pelo laboratório de Limnologia do Núcleo de Pesquisa de Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia), da Universidade Estadual de Maringá. As variáveis ambientais monitoradas foram: pH (potenciômetro digital), temperatura da água (°C, termistor digital), vento ( $\text{m.s}^{-1}$ , anemômetro), concentrações fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), ortofosfato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) e amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Mackereth et al., 1978) e concentrações de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) e nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Zagatto et al., 1981).

A precipitação foi obtida em uma estação limnológica próxima à barragem e cedidos pela Agência Nacional das Águas (ANA).

### 2.3 Análise do Dados:

Para a avaliação da estrutura da comunidade, utilizou-se a densidade populacional, expressa em números de indivíduos por unidade de área ( $10^3$  indivíduos por  $\text{cm}^2$ ) conforme Ros (1979). As espécies dominantes e abundantes foram determinadas conforme Lobo e Leighton (1986), considerando dominantes os táxons cujas densidades foram superiores a 50% do total da comunidade na amostra e abundantes, aquelas cujas densidades superaram a densidade média da população de cada amostra.

Para avaliar a complexidade da comunidade de algas perifíticas, os valores de densidade das algas filamentosas e unicelulares foram correlacionados entre si, através do coeficiente de Spearman ( $p < 0,05\%$ ), utilizando o programa Statistica, versão 7.1 (Statsoft, 2005).

## 3 RESULTADOS

A tabela 2 apresenta a caracterização de algumas variáveis físicas e químicas da água do rio do Corvo, com variáveis registradas antes e durante este estudo. Uma análise mais detalhada destes e de outros parâmetros pode ser encontrada em Roberto *et al.* (2006).

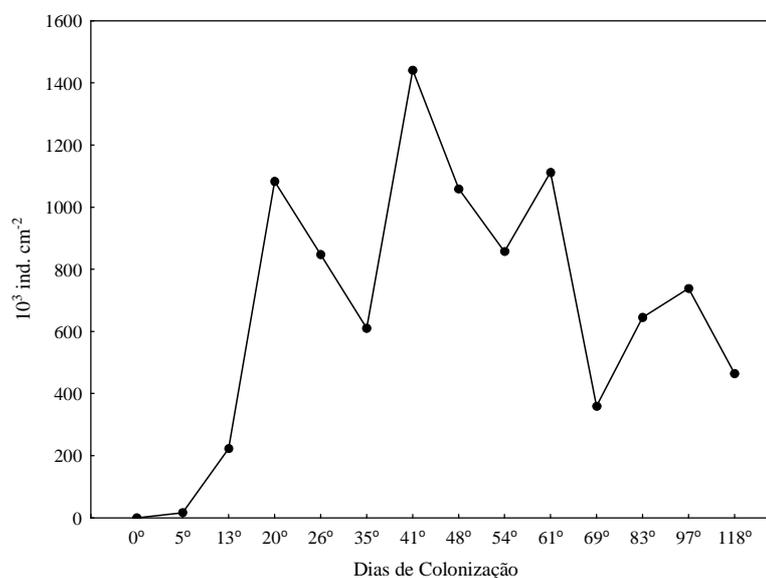
Ao longo do período sucessional observou-se uma pequena variação das características ambientais, com coeficiente de variação em torno de 9%.

**Tabela 2:** Algumas variáveis ambientais registradas dentro dos tanques-rede instalados no rio do Corvo, entre o período de 06/04 a 09/08/06. Média  $\pm$  desvio padrão (n=21).

Dias de Colonização	Antes	5°	13°	26°	54°	83°	118°	Média + D.P.	C. V.
Vento ( $\text{m.s}^{-1}$ )	1,4	5,7	1,6	2,9	3,5	3	2	$2,87 \pm 0,56$	19,50
pH	7,1	7,0	7,1	7	6,6	6,5	6,8	$6,86 \pm 0,10$	1,46
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	25,9	25,2	25,5	22	21,5	20,1	21,9	$23,2 \pm 0,9$	3,89
NT ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	479	516,3	425,4	745,6	583,9	479,8	917	$592,6 \pm 66,9$	11,29
$\text{NO}_3^{-1}$ ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	186,6	213,5	234,8	244	248,6	224,6	201,1	$221,9 \pm 8,6$	3,88
$\text{NH}_4$ ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	34,4	14,8	12,2	13,4	18,5	18,9	31,3	$19,9 \pm 3,4$	16,59
PT ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	13,2	15,6	15,7	18,4	15,3	15,3	16,9	$15,7 \pm 0,7$	4,44
$\text{PO}_4^{-3}$ ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	5,9	4,5	4,4	4,8	3,9	3,9	6,5	$4,9 \pm 0,4$	8,26

A precipitação registrada no rio do Corvo foi mais intensa no início deste estudo, com pluviosidade máxima de  $37,7 \text{ mm.L}^{-1}$ , no 4º dia de exposição do substrato. Outro pico de pluviosidade foi observado entre os 35º e 41º dias ( $36,3 \text{ mm.L}^{-1}$ ).

A densidade da comunidade perifítica oscilou durante este estudo, apresentando amplitude de variação ente  $17 \times 10^3 \text{ ind. cm}^{-2}$  (5º dia) e  $464 \times 10^3 \text{ ind. cm}^{-2}$  (118º dia). O máximo de densidade ( $1432 \times 10^3 \text{ ind. cm}^{-2}$ ) foi observado após 41 dias de exposição do substrato (Figura 5).

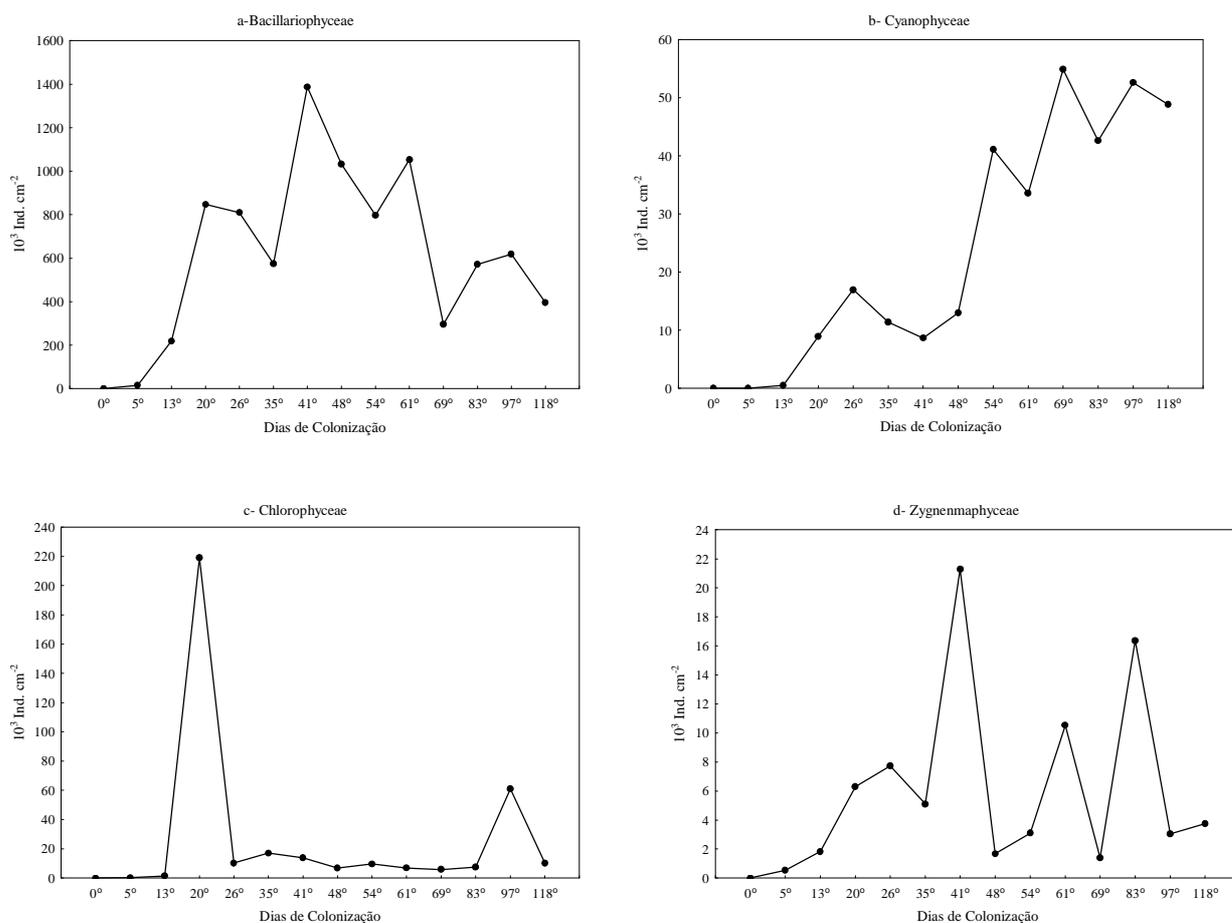


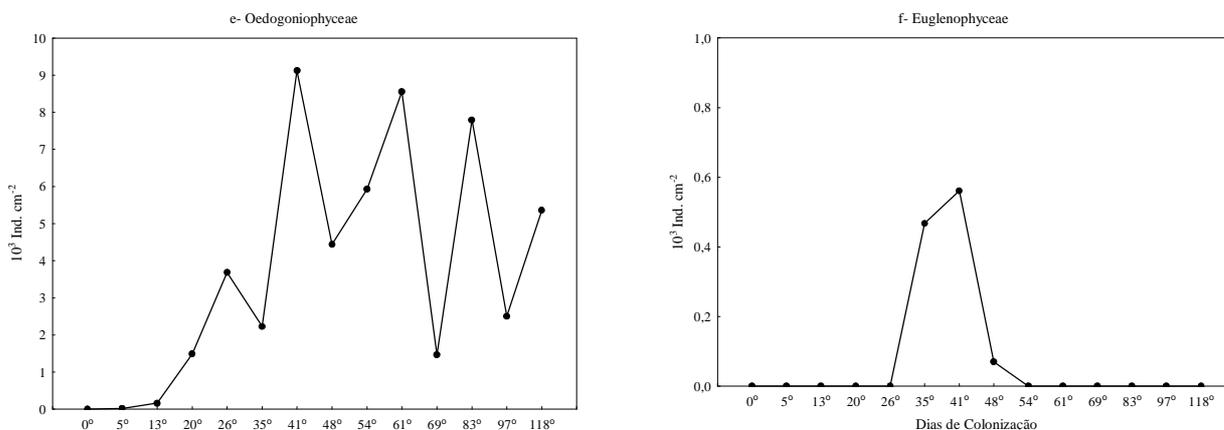
**Figura 5:** Densidade total da comunidade perifítica, em  $10^3$  indivíduos por  $\text{cm}^2$ , registradas no rio do Corvo, no período entre 18 de abril e 09 de agosto ( $n=2$ ).

Foram registradas seis classes taxonômicas: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Oedogoniophyceae e Zygnemaphyceae. Como mostra a figura 6a, a classe Bacillariophyceae (diatomácea) foi a que mais contribuiu para a densidade total da comunidade, em todos os dias amostrados, determinando o padrão de flutuação da densidade de algas perifíticas. As outras cinco classes também tiveram participação no processo sucessional da comunidade perifítica, embora com menor representatividade.

De maneira geral, Cyanophyceae foi a segunda classe em representatividade para a densidade total da comunidade perifítica, com maior percentual de contribuição no final do período sucessional (Figuras 6b). Chlorophyceae foi a terceira classe em contribuição para a densidade total, sendo considerada a segunda em representatividade em alguns dias de colonização, com destaque para o 20º e 97º dias de exposição do substrato (Figura 6c).

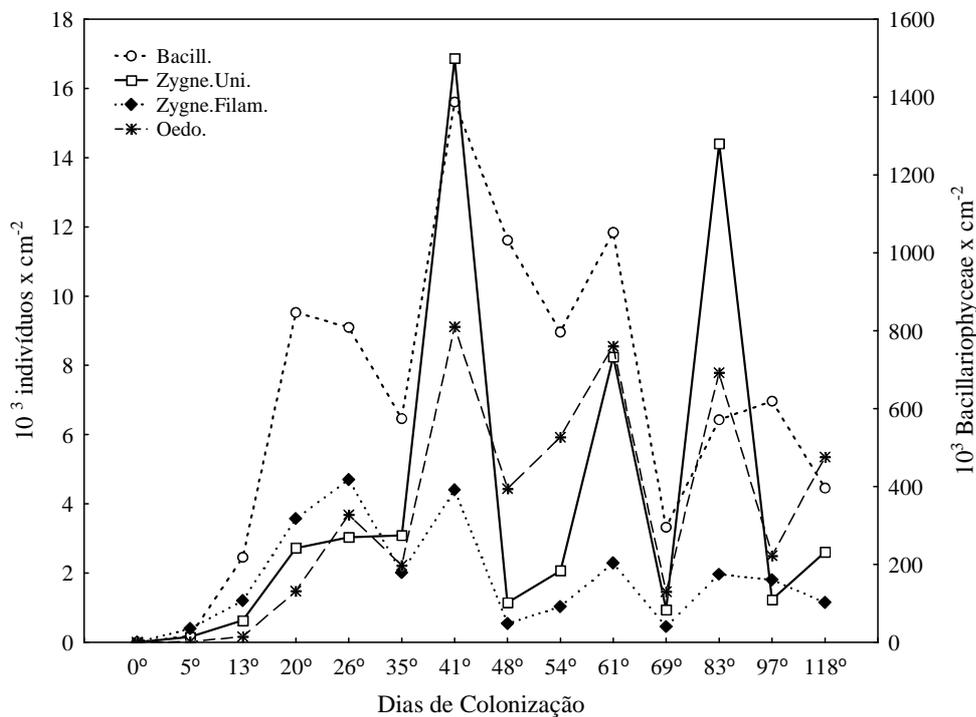
A contribuição de Zygnemaphyceae oscilou durante este estudo. Esta foi a segunda classe dominante em densidade nos 5°, 13° e 41° dias de colonização, a terceira nos 61° e 83° dias, a quarta nos 20°, 26°, 35° e 97° e a quinta nos 48°, 54°, 69° e 118° (Figura 6d). Na maior parte deste experimento, Oedogoniophyceae foi a quarta classe em densidade, ocupando a quinta posição nos demais estágios sucessionais (Figura 6e). A classe Euglenophyceae foi registrada com pouca representatividade e apenas nos 35°, 41° e 48° dias de sucessão (Figura 6f).





**Figura 6:** Densidade das classes da comunidade ficoperifítica registradas no rio do Corvo, no período de 18 de abril a 09 de agosto (n=2). Notar a diferença nas escalas entre os gráficos.

No início do processo sucessional foi observado o predomínio de algas unicelulares aderidas, com destaque para as diatomáceas, as primeiras formas autotróficas a surgiram no substrato, sendo seguidas pelas formas filamentosas. Com o aumento da complexidade da matriz perifítica, as algas filamentosas das classes Chlorophyceae, Cyanophyceae e principalmente os longos filamentos de Zygnemaphyceae e Oedogoniophyceae propiciaram o desenvolvimento de algas unicelulares epífitas (diatomáceas) e de formas frouxamente aderidas (desmídias). A relação entre as algas filamentosas e unicelulares pode ser confirmada através de correlação positiva ( $p < 0,05$ ) entre Oedogoniophyceae e Bacillariophyceae ( $r = 0,75$ ), Oedogoniophyceae e Zygnemaphyceae unicelular (desmídias) ( $r = 0,82$ ) e entre Zygnemaphyceae filamentosas e Bacillariophyceae ( $r = 0,70$ ) e pelo gráfico de densidade (Figura 7).



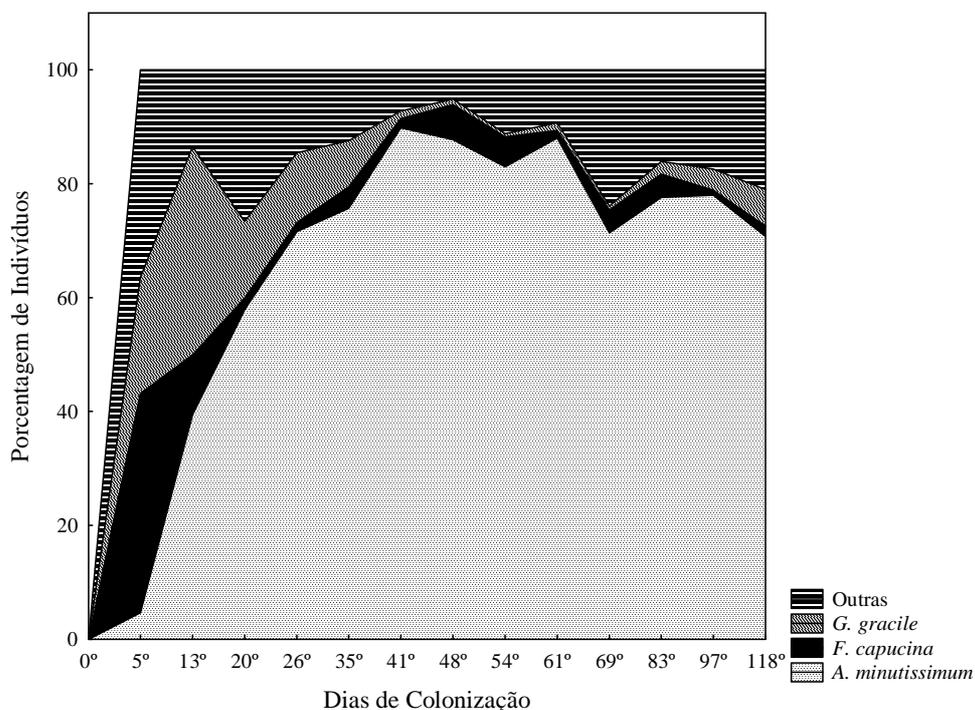
**Figura 7:** Densidade total das classes de algas perífíticas registrada no rio do Corvo, no período entre 18 de abril a 09 de agosto (n=2). Bacill = Bacillariophyceae, Zygn.Uni.= Zygnemaphyceae, Zygn.Filam.= Zygnemaphyceae, Oedo= Oedogoniophyceae.

Foram observados uma pequena quantidade de filamentos sendo epifitados por uma grande quantidade de microalgas, com destaque para *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarneck (Figura 8), além da constante presença de desmídias (Zygnemaphyceae) entre densas massas de filamentos de *Oedogonium* spp. e *Spirogyra* spp.



**Figura 8:** Um aspecto da comunidade de algas perifíticas registrada no rio do Corvo: *Achnantheidium minutissimum* aderidos a filamentos de *Oedogonium* sp1.

As diatomáceas *A. minutissimum*, *Fragilaria capucina* Desmazières e *Gomphonema gracile* Ehrenberg estiveram presente em todos os dias de colonização e foram as espécies que mais contribuíram para a densidade total da comunidade perifítica, com respectivamente, 77,8%; 3,10% e 5,4%. O complexo *A. minutissimum* foi considerado abundante até o 13º dia e a partir do 20º dia de exposição do substrato até o final do período experimental foi o único táxon classificado como dominante. *F. capucina* e *G. gracile* foram abundantes na maioria dos dias de colonização, com exceção ao 69º e 97º dias, para a primeira espécie, e aos 48º, 54º e 69º para a segunda.



**Figura 9:** Abundância dos táxons (%) da comunidade de algas perifíticas registrada no rio do Corvo, no período entre 18 de abril a 09 de agosto. (Outras = 79 táxons).

#### 4 DISCUSSÃO

Ács e Kiss (1993) descreveram a sucessão da comunidade perifítica como um processo cíclico, com uma fase inicial, na qual a densidade aumenta rapidamente, uma fase intermediária,

com pico de densidade, na qual a comunidade atinge seu clímax, e uma última fase, com diminuição da densidade ou retrocesso sucessional. Esses autores também afirmam que a diminuição da densidade ficoperifítica, denominada de colapso, pode ser seguida por recuperação, denominada de recolonização.

Biggs (1996) também analisou o processo de desenvolvimento da comunidade perifítica, utilizando em seu modelo a biomassa perifítica. Este autor descreveu uma alteração na importância entre os processos primários. Inicialmente, o número de espécies e a biomassa aumentam exponencialmente, através dos processos de colonização (imigração com a chegada de propágulos) e sucessão (crescimento), até o pico ser atingido. Então, há substituição dos processos, com predomínio de perda, através da morte, emigração, ação de “grazing” e limitação de luz (Ács e Kiss, 1993; Biggs, 1996; Azim e Asaeda, 2005). Azim e Asaeda (2005) também consideraram a limitação por nutrientes como um fator causador de senescência das algas mais próximas ao substrato.

Nos tanques-rede, infere-se que a comunidade ficoperifítica tenha seguido este modelo, com aumento gradativo da densidade, com pico de abundância seguido de queda de densidade e pelo início de novos ciclos. O primeiro pico de densidade de algas perifíticas foi atingido após 20 dias de colonização, desta forma acredita-se que três semanas de exposição do substrato seja o tempo necessário para esta comunidade apresentar-se madura e com padrão uniforme de colonização. Além disso, o intervalo de tempo necessário para a ocorrência de novos picos, com a renovação da comunidade aderida, também foi de aproximadamente três semanas, visto que elevadas densidades foram registradas nos 20º, 41º, 61º e 97º dias de exposição. Estes resultados são similares com o registrado por Pompêo e Moschini-Carlos (2003). Segundo esses autores, de modo geral, a escala de tempo necessária para que o processo de colonização alcance a uma comunidade perifítica madura é de poucas semanas, em ecossistemas tropicais.

Em vários trabalhos, com enfoque na sucessão da comunidade perifítica, realizados em uma diversidade de ecossistemas, a classe Bacillariophyceae foi a que melhor representou os estágios iniciais de colonização, tais como o registrado nos estudos de Eloranta (1982), Lobo e Buselato-Toniolli (1985), Morin (1986), Stevenson et al. (1991), entre outros. No rio do Corvo, as diatomáceas apareceram como a classe mais representativa, confirmando essa tendência. A presença marcante das algas deste grupo foi verificada não só no início da colonização, mas em todo período sucessional, como também foi constatado em trabalhos realizados em outros

reservatórios (Godinho-Orlandi e Barbieri, 1983; Moschini- Carlos et al., 1998; Almeida, 2001; Felisberto, 2007).

O predomínio das diatomáceas possivelmente é devido o fato de muitas espécies serem capazes de ocupar substratos em um curto espaço de tempo concomitantemente (Hoagland et al., 1982; Morin, 1986; Azim e Asaeda, 2005; Leandrini, 2006) e desenvolver-se em uma grande variedade de habitats aquáticos (Watanabe, 1990). Além de se desenvolvem em diferentes condições ambientais (Felisberto e Rodrigues, 2005), devido à rápida adaptação às condições locais e amplo espectro de tolerância ecológica (Lobo e Buselato-Toniolli, 1985; Watanabe, 1990; Lobo et al., 2002).

Além disso, uma variedade de adaptações morfológicas confere às diatomáceas vantagens adaptativas na comunidade, tais como resistência e maior poder de competição (McIntire, 1968). também verificado por Almeida (2001), Cetto et al. (2004) e Felisberto (2007). Essas estruturas especializadas estão presentes em muitos de seus representantes, como os longos pedúnculos mucilaginosos nas espécies de *Gomphonema*, ou a produção de matrizes gelatinosas, tais como em *Encyonema* e *Navicula*, além de colônias em forma de estrela ou de ramos, fixa pela base, como *Eunotia* e *Fragilaria*. Estas estruturas permitem às espécies aderir a uma variedade de substratos, inclusive algas maiores (Burkholder, 1996), bem como esquivar-se do sombreamento, ao elevar suas frústulas (Hoagland et al., 1982), permitindo o alcance da interface bioderme-água na matriz perifítica, onde existe uma maior disponibilidade de luz e nutrientes (Hudon e Legendre, 1987).

Segundo Lowe (1996) a comunidade perifítica de ambientes lênticos geralmente é dominada por diatomáceas, clorofíceas e cianofíceas. De modo geral, Cyanophyceae foi a segunda classe em densidade, assim como o registrado por Panitz (1980), Moschini- Carlos et al. (1998), Cetto et al. (2004) e Felisberto (2007). De acordo com Vercellino (2007), as cianofíceas foram melhores representadas na comunidade perifítica e as diatomáceas apresentaram aumento na contribuição relativa apenas a partir do 36º dia de colonização. Para Lobo e Buselato-Toniolli (1985) as cianofíceas superaram as diatomáceas, a partir da quarta semana de colonização.

Almeida (2001) observou as cianobactérias em todos os estágios sucessionais amostrados, porém em pequena densidade. Acrescentando ainda, que a segunda classe de maior influência sobre a densidade total foi Chlorophyceae. Nos tanques-rede, as clorofíceas superaram as

cianofíceas em alguns dias de colonização, mas, de maneira geral, foi a terceira classe em representatividade.

Com o passar do período sucessional, a densidade das algas filamentosas aumentou, principalmente às pertencentes à classe Oedogoniophyceae e Zygnemaphyceae, levando a um aumento também da abundância de diatomáceas. Esta seqüência foi consistente com o observado em ecossistemas temperados, como o registrado por Steinman (1996), Hoagland et al. (1982), Davis et al. (1990) e Steinman e McIntire (1986). Estes autores também observaram as algas unicelulares foram as primeiras formas autotróficas a colonizar o substrato, seguida pelas filamentosas e, finalmente, pelas formas filamentosas sendo colonizadas por algas unicelulares. A presença de algas epifíticas em algas filamentosas também foi observado por Panitz (1980) e Chamixaes (1991). Estas autoras também registraram que filamentos de *Oedogonium* spp. apresentavam áreas cobertas por diatomáceas. No rio do Corvo, dentre as algas epifíticas destacou-se *Achnanthydium minutissimum*.

Com elevada densidade em todo o processo sucessional, esta espécie cosmopolita de hábito fixo determinou o padrão de densidade de algas perifíticas, nos tanques-rede, sendo responsável pelo incremento da densidade da comunidade durante o processo de recolonização do substrato. *A. minutissimum* foi considerado abundante no início do corrente experimento e, a partir do 20º dia de colonização, tornou-se a única espécie dominante. Este táxon também recebeu destaque, desde o início de colonização e principalmente a partir dos estágios intermediários em estudos realizados em uma variedade de ecossistemas, tais como Ács e Kiss (1993), Moschini-Carlos et al (1998), Eulin e LeCohu (1998) e Almeida (2001). A dominância de apenas um táxon também foi verificado por Felisberto (2007) e Martins e Fernandes (2007). Para a primeira autora a espécie dominante foi a diatomácea *F. capucina*, já no segundo trabalho, a clorofíceia *Coelastrum microporum* Nägeli foi a dominante.

Para Almeida (2001), Cetto et al. (2004), Felisberto e Rodrigues (2005) e Felisberto (2007), *A. minutissimum* e *F. capucina* contribuíram com maior abundância de indivíduos. Para Stevenson et al. (1991), *A. minutissimum* foi codominante com *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère, sendo que esses dois táxons compreenderam uma grande porção da comunidade tanto em tratamento enriquecido com nutrientes, quanto no controle.

A dominância do complexo *A. minutissimum* no presente estudo e em outros experimentos ocorreu, pois esta é uma espécie pioneira, com rápida imigração, oportunista, com

capacidade de manter taxa de crescimento positiva durante os estágios finais de sucessão e com boa amplitude ecológica (Stevenson et al., 1991; Ács e Kiss, 1993). Essa espécie domina em ambientes com constantes trocas de matéria (Stevenson et al., 1991), ocorrendo com sucesso desde condições oligotróficas a eutróficas (Lobo et al., 2004; Stevenson e Rollins, 2006), podendo tornar-se dominante mesmo quando significante pressão de “grazing” for exercida (Eulin e LeCohu, 1998; Stevenson e Rollins, 2006) e pode persistir no substrato mesmo diante de um distúrbio (Stevenson e Peterson, 1989).

## 5. CONCLUSÃO:

Assim, nos tanques-rede a análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas permitiu a identificação de seis classes taxonômicas, com destaque para as diatomáceas, que determinaram o padrão de flutuação da densidade total. Foram determinadas a presença de 18 táxons abundantes e de apenas um dominante, *Achnantheidium minutissimum*. Com base nestas espécies abundantes e dominante, foram determinadas duas fases. A primeira envolvendo o início da colonização, ou seja, apenas o quinto dia sucessional. A segunda entre o 5º e o 20º dia sucessional e a terceira, a partir deste dia até o final do experimento.

Acredita-se que a sucessão da comunidade perifítica deve ter sido direcionada por fatores autogênicos (como a pressão de “grazing”), visto que as variáveis abióticas apresentaram pequena variação temporal.

O modelo sucessional observado iniciou-se com as formas unicelulares, seguidas das filamentosas e finalmente as filamentosas com epífitas. E apresentou semelhanças ao descrito para regiões temperadas. Essa representação da estrutura da comunidade perifítica pode ser útil para o entendimento da interação entre algas e herbívoros, sendo um importante passo para a valorização da comunidade perifítica aderida nos tanques. Não vista apenas como um problema, causadora da redução da circulação de água e de oxigênio, mas uma fonte alternativa de alimento para os peixes estocados, reduzindo custos com alimentação comercial. Isso pode implicar na redução de gastos para o produtor e para o meio ambiente. Todavia, para isso, são necessários incentivos em novos estudos com enfoque na aqüicultura brasileira, com testes de substratos e de

espécies de peixes adaptadas para utilizar a comunidade de algas perifíticas como recurso alimentar.

## REFERÊNCIAS

- ÁCS, E., KISS, K.T., 1993. Colonization process of diatoms on artificial substrates in the River Danube near Budapest Hungary. *Hydrobiologia* 269/270, 307-315.
- ALMEIDA, A.C.G., 2001. Desenvolvimento da comunidade perifítica sobre substrato artificial em um Reservatório Paranaense. Dissertação Mestrado, Universidade Estadual de Maringá.
- AZIM, M.E., ASAEDA, T., 2005. Periphyton structure, diversity and colonization. In: Azim, M.E., Beveridge, M.C.M., Van Dam, A.A., Verdegem, M.C.J. (Eds.), *Periphyton: Ecology, Exploitation and Management*. CABI Publishing, Cambridge, pp. 15-34.
- BICUDO, D.C., 1990. Considerações sobre Metodologias de Contagem de Algas do Perifíton, *Acta Limnol. Bras.*, 3, 459- 475.
- BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M., 2006. Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. RiMa, São Carlos, 502 pp.
- BIGGS, B.J.F., 1996. Patterns in benthic algae of streams. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L. (Eds.), *Algal ecology: freshwater bentic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp. 31-56.
- BORGES, P.A.F., TRAIN, S., RODRIGUES, L.C., 2008. Estrutura do fitoplâncton, em curto período de tempo, em um braço do reservatório de Rosana (ribeirão do Corvo, Paraná, Brasil). *Acta Sci. Biol. Sci.* 30, 57-65.
- BURKHOLDER, J.M., 1996. Interactions of benthic algae with their substrata. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.J., Lowe, R.L. (Eds.), *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp 253 –297.
- CERRAO, G.C., MOSQUINI-CARLOS, V., SANTOS, M.J., RIGOLIN, O., 1991. Efeito do enriquecimento artificial sobre a biomassa de perifíton em tanques artificiais na represa do Lobo Broa. *Ver. Brás. Biol.*, São Carlos, 51, 71-78.
- CETTO, J.M., LEANDRINI, J.A., FELISBERTO, S.A., RODRIGUES, L., 2004. Comunidade de algas perifíticas no reservatório de Irai, estado do Paraná, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.*, 26, 1-7.
- CHAMIXAES, C.B.C.B., 1991. Variação temporal e espacial da biomassa, composição de espécies e produtividade das algas perifíticas relacionadas com as condições ambientais de pequenos rios da bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo (Itirapina-SP). Tese Doutorado, Universidade Estadual Paulista.
- DAVIS, L.S., HOFFMANN, J.P., COOK, P.W., 1990. Seasonal succession on algal periphyton from a wastewater treatment facility. *J. Phycol.* 26, 611-617.
- ELORANTA, P.V., 1982. Periphyton growth and diatom community structure in a cooling water pond. *Hydrobiologia*, 96, 253-265.
- EULIN, A., LECOHU, R., 1998. Epilithic diatom communities during the colonization of artificial substrates in the river Garonne (France). Comparison with the natural communities. *Arch.Hydrobiol.* 143, 79-106.

- FELISBERTO, S.A., 2007. Algas perifítica sobre substrato artificial e natural no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana): composição, abundância, biomassa e produtividade. Tese Doutorado, Universidade Estadual de Maringá.
- FELISBERTO, S., RODRIGUES, L., 2005. Comunidade de algas perifíticas em reservatórios de diferentes latitudes. In: Rodrigues, L., Thomaz, S.M., Agostinho, A.A., Gomes, L.C. (Orgs.), Biocenose em reservatórios: padrões espaciais e temporais. RiMa, São Carlos, pp.97-114.
- FERRAGUT, C., 1999. Efeito do enriquecimento por N e P sobre a colonização e sucessão da comunidade de algas perifíticas: biomanipulação em reservatório raso oligotrófico de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista.
- FERRAGUT, C., 2004. Respostas das algas perifíticas e planctônicas à manipulação de nutrientes (N e P) em reservatórios urbano (Lago do IAG, São Paulo). Tese Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- FILHO, L. A.; RIBEIRO, R.P. 2006 Avaliação do desempenho de cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em tanques-rede de pequeno volume, associado às avaliações das variáveis físico-químicas da água para a busca da sustentabilidade do sistema de produção. In: Agostinho, A.A (Coord.), Avaliação preliminar da viabilidade econômica e ambiental de cultivo de inverno de tilápia nilótica em tanques-rede. Relatório complementar. PRONEX/ Nupélia/Universidade Estadual de Maringá. pp. 107- 110.
- GLOSSÁRIO de Ecologia, 1997, 2. Ed. Ver. e. Ampli. ACIESP, São Paulo, 352 pp. (Publicação ACIESP, n. 103).
- GODINHO-ORLANDI, M.J.L., BARBIERI, S.M., 1983. Observação de microrganismos perifíticos (bactérias, protozoários e algas) na região marginal de um ecossistema aquático. *An. Sem. Reg. Ecol.* 3, 135- 155.
- HOAGLAND, K.D., ROEMER, S.C., ROSOWKI, J.R., 1982. Colonization and community structure of two periphyton assemblages, with emphasis on the diatoms Bacillariophyceae. *Am. J. Bot.* 69,188-213.
- HUDON, C., LEGENDRE, P., 1987. The ecological implications of growth forms in epibenthic diatoms. *J. Phycol.* 23, 434-441.
- INDEX NOMINUM ALGARUM. Disponível em < <http://ucjeps.berkeley.edu/INA.html> > Acesso em: 2008.
- JACKSON, C. R., 2003. Changes in community properties during microbial succession. *Oikos.* 101, 444-448
- JÚLIO- JÚNIOR, H.F., THOMAZ, S.M., AGOSTINHO, A.A., LATINI, J.D., 2005. Distribuição e caracterização de reservatórios In: Rodrigues, L., Thomaz, S. M., Agostinho, A.A., Gomes, L.C. (Orgs.), Biocenose em reservatórios: padrões espaciais e temporais. RiMa, São Carlos, pp.1-16.
- LEANDRINI, J.A., 2006. Perifíton – diatomáceas e biomassa – em sistemas semilóticos da planície de inundação do alto rio Paraná. Tese Doutorado, Universidade Estadual de Maringá.
- LEWIS, W.M.Jr., 1978. Analysis of succession in a tropical phytoplankton community and new measure of succession rate. *Amer.Natur.* 112, 401- 414.
- LOBO, E.A., BUSELATO-TONIOLLI, T.C., 1985. Tempo de exposição de um substrato artificial para o estabelecimento da comunidade do perifíton no curso inferior do rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rickia* 12: 35-51.
- LOBO, A.E., LEIGHTON, G., 1986. Estruturas de lãs fitocenosis planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Rer. Biol. Mar.* 22, 143-170.

- LOBO, E.A., CALLEGARO, V.L.M., BENDER, E.P., 2002. Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da região hidrográfica do Guairá, RS, Brasil. EDUNISC, Santa Cruz do Sul, 127 pp.
- LOBO, E.A., CALLEGARO, V.L.M., HERMANY, G., BES, D., WETZEL, C.A., OLIVEIRA, M.A., 2004. Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. *Acta Limnol. Bras.* 16, 25-40.
- LOWE, R.L., 1996. Periphyton patterns in lakes. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.J., Lowe, R.L. (Eds.), *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp. 253–297.
- MACKERETH, F.Y.H., HERON, J., TALLING, J.J., 1978. Water analysis: Some revised methods for limnologists. *Freshwater Biological Association* 36.
- MARTINS, F.C.O., FERNANDES, V.O., 2007. Estrutura da comunidade de algas perifíticas em substrato natural da lagoa da Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*. 2, 11-20.
- MCINTIRE, C.D., 1968. Structural characteristics of benthic algal communities in laboratory streams. *Ecology*. 49, 520-537.
- MORIN, J.O.N., 1986. Initial colonization of periphyton on natural and artificial apices of *Myriophyllum heterophyllum* Michx. *Freshw. Biol.* 16, 685- 694.
- MOSCHINI-CARLOS, V., POMPÊO, M.L.M., HENRY, R., ROCHA, O., 1998. Temporal variation in the estrutura of periphyton algal communities on an artificial substrate in the Jurumirim Reservoir, S.P., Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26, 1758- 1763.
- MOSCHINI-CARLOS, V., 1996. Dinâmica e estrutura da comunidade perifítica substratos artificial e natural, na zona de desembocadura do rio Paranapanema, represa Jurumirim, SP. Tese Doutorado, Universidade Federal de São Carlos.
- MOURA, A.N., 1997. Estrutura e produção primária da comunidade perifítica durante o processo de colonização em substratos artificiais no lago das Ninféias, São Paulo, SP: análise comparativa entre períodos chuvosos e seco. Tese Doutorado, Universidade Estadual Paulista.
- ODUM, E.P., 1988. *Ecologia*. Guanabara, Rio de Janeiro, 434 pp.
- PANITZ, C.M.N., 1980. Estudo comparativo do perifíton em diferentes substratos artificiais na represa do Lobo (“Broa”), São Carlos- São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos.
- PETERSON, C.G., STEVENSON, R.J., 1989. Substratum conditioning and diatom colonization in different current regimes. *J. Phycol.* 25, 790-793.
- POMPÊO, M.L.M., MOSCHINI-CARLOS, V., 2003. Macrófitas aquáticas e perifíton, aspectos ecológicos e metodológicos. *RiMa*, São Carlos. 134 pp.
- ROBERTO, M.C., SOARES, C.M., GALDIOLI, E.M, SANTANA, N.F., TOYSHIMA, B.S., MENDES, P.B., LOLIS, S., 2006. Limnologia física e química. In: Agostinho, A.A (Coord.), *Avaliação preliminar da viabilidade econômica e ambiental de cultivo de inverno de tilápia nilótica em tanques-rede*. Relatório complementar. PRONEX/Nupélia/Universidade Estadual de Maringá. pp. 1-18.
- ROCHA, A.J.A., 1979. Sucessão do perifíton em substrato artificial em dois lagos de Brasília (DF). Dissertação Mestrado, Universidade de Brasília.
- ROS, J., 1979. *Práticas de Ecologia*. Omega, Barcelona. 181pp.
- ROUND, F. E., 1965. *The biology of the algae*. Edward Arnold (Publishers) Ltda, London, 269 pp.
- ROUND, F. E., 1971. The taxonomy of the Chlorophyta, 2. *Brit. Phycol. J.* 6, 235-264.

- SCHWARZBOLD, A., 1990. Métodos ecológicos aplicados ao estudo do perifíton. *Acta Limnol. Bras.*, 3, 545-592.
- STATSOFT, InC. 2005 Statistica (data analysis software system). Version 7.1. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- STEINMAN, A., 1996. Effects of grazers on freshwater benthic algae. In: *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp. 341 –373.
- STEINMAN, A.D., MCINTIRE, C.D., 1986. Effects of current velocity and light energy on the structure of periphyton assemblages in laboratory streams. *J. Phycol.* 22, 352- 261.
- STEVENSON, R.J., PETERSON, C.G., 1989. Variation in benthic diatom Bacillariophyceae immigration with habitat characteristics and cell morphology. *J. Phycol.* 25, 120-129.
- STEVENSON, R.J., PETERSON, C.G., KIRSCHTEL, D.B., KING, C.C., TUCHMAN, N. 1991. Density- dependent growth, ecological strategies, and effects of nutrients and shading on benthic diatom succession in stream. *J. Phycol.* 27, 59-69.
- STEVENSON, R.J., ROLLINS, S.L. 2006. Ecological assessments with benthic algae. In: *Methods in stream ecology*. Richard H. F., Lamberti, G.A. Academic Press, San Diego, pp.785-804.
- STEVENSON, R.J., 1983. Effects of current and conditions simulating autogenically changing microhabitats on benthic diatom immigration. *Ecology.* 64, 1514-1524.
- STEVENSON, R.J., 1996. An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. In: *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp. 3-30.
- TEDESCO, C.D., 1995. Variação espacial e sazonal de microalgas perifíticas em substrato artificial na margem nordeste da lagoa Caconde, Osório, Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- UTERMÖHL, H. 1958 Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitt.Int. Ver. Limnol.* 9, 1-38.
- VERCELLINO, I.S., 2001. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em dois reservatórios do parque estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo: influência do estado trófico e período climatológico. Tese Doutorado, Universidade Federal de São Carlos.
- VERCELLINO, I. S., 2007. Respostas do perifíton aos pulsos de enriquecimento em níveis crescentes de fósforo e nitrogênio em represa tropical mesotrófica (Lago das Ninféias, São Paulo). Tese Doutorado, Universidade Estadual Paulista.
- WATANABE, T., 1990. Perifíton: Comparação de metodologias empregadas para caracterizar o nível de poluição das águas. *Acta Limnol.Bras.* 3, 593-615.
- WETZEL, R.G., 1983. Recommendation for future research on periphyton. In: Wetzel, R.G. (Eds.). *Periphyton of Freshwater Ecosystems*. Dr. W. Junk Publishers, The Netherlands, pp. 339-346.
- ZAGATTO, E.A.G., JACINTHO, A.O., REIS, B.F., KRUG, F.J., BERGAMIN FILHO, H., PESSEDA, L.C.R., MORTATTI, J., GINÉ, M.F., 1981. Manual de análises de plantas e águas empregando sistemas de injeção em fluxo. USP/CENA, Piracicaba, 45 pp.