



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE AMBIENTES
AQUÁTICOS CONTINENTAIS

**ALGAS PERIFÍTICAS SOBRE SUBSTRATO ARTIFICIAL E
NATURAL NO RIO DO CORVO (TRIBUTÁRIO DO
RESERVATÓRIO DE ROSANA):
COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, BIOMASSA E PRODUTIVIDADE**



SIRLENE APARECIDA FELISBERTO

Maringá – Paraná
2007



SIRLENE APARECIDA FELISBERTO

**ALGAS PERIFÍTICAS SOBRE SUBSTRATO ARTIFICIAL E
NATURAL NO RIO DO CORVO (TRIBUTÁRIO DO
RESERVATÓRIO DE ROSANA):
COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, BIOMASSA E PRODUTIVIDADE**



Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em “Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais da Fundação Universidade Estadual de Maringá”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Orientadora: Dra. Liliana Rodrigues

Maringá – Paraná
2007

Comissão julgadora:

Profa. Dra. Valéria de Oliveira Fernandes
Barbosa

Prof. Dr. Francisco Antonio Rodrigues

Profa. Dra. Sueli Train

Prof. Dr. Fábio Amodêo Lansac Tôha

Profa. Dra. Liliana Rodrigues
Orientadora

Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre o profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua
Na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios
Que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias
E matam a sede da população
Águas que caem das pedras
No véu das cascatas ronco de trovão
E depois dormem tranqüilas
No leito dos lagos, no leito dos lagos
Água dos igarapés onde Iara mãe d'água
É misteriosa canção
Água que o sol evapora
Pro céu vai embora
Virar nuvens de algodão
Gotas de água da chuva
Alegre arco-íris sobre a plantação
Gotas de água da chuva
Tão tristes são lágrimas na inundação
Águas que movem moinhos
São as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes
Pro fundo da terra, pro fundo da terra
Terra... planeta água... Terra, planeta água
Terra, planeta água.

(Guilherme Arantes)

Dedico

À minha família: Amadeu Souza Felisberto e Eva Maria Correia Felisberto (pais), pelo amor e sacrifícios sempre devotados; a Sinair Maria Felisberto, Célio Antonio Felisberto e Hélio José Felisberto (irmãos), pelo apoio sempre.

Obrigada por entender minha ausência, pela paciência e carinho de cada momento e por vocês terem me inspirado a continuar nesta batalha!!

“É loucura acreditar que se conhecem todas as coisas, e é sabedoria estudar sempre”.

AGRADECIMENTOS

Com grande prazer, expresso minha gratidão às pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desse trabalho.

Muito obrigada!

Especialmente...

À professora Dra. Liliana Rodrigues, pela orientação, confiança, carinho e apoio constante desde o início de meus trabalhos com as algas perifíticas.

Ao Nupélia (Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura) pela infraestrutura e recursos oferecidos para a realização deste trabalho. Ainda aos financiadores dos projetos Pronex e CT-Hidro, que possibilitaram a execução das coletas de campo.

Aos colegas dos laboratórios do Nupélia, pelo conjunto e amizade: valeu!!.

Ao Curso de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, seus docentes, discentes e funcionários, pelo conhecimento, companheirismo, atendimento, espaço e suporte; e a CAPES pela concessão da bolsa de doutorado.

Ao pessoal do laboratório de limnologia básica pela concessão dos dados físicos e químicos da água: Raul, Maria do Carmo.

Ao professor Dr. Sidinei Magela Thomaz, Thomaz Aurélio Pagioro e André Andrian Padial de Macrófitas Aquáticas pelo fornecimento de dados referentes as macrófitas.

Ao Professor Dr. Carlos Eduardo de Mattos Bicudo (Instituto de Botânica de São Paulo) por ter disponibilizado seu tempo, sua biblioteca e sua ajuda com as “maravilhosas desmídias”, minha gratidão por contribuir na minha formação profissional.

À Josimeire Aparecida Leandrini, Elizângela Luiza Vilagra da Silva e Edson Mulinari Cabral pela amizade, paciência e principalmente por acreditar e incentivar-me a jamais desistir de meus sonhos.

Aos novos amigos goianos, pela acolhida, incentivo e estímulo constantes. À Deuselena Alves Teixeira, em especial, pelos bons momentos de convívio e apoio incessante.

A todos os amigos da turma de mestrado e doutorado, docentes e discentes, em especial Dayse, Eliza e Ciro, Mariza, Sandra e Sayuri.

Aos amigos do laboratório do perifiton, sejam aqueles que estiveram por lá: Adriane, Arnaldo, Elizângela, Josimeire, Jusara, Sandro, Vanusa, Suzi, seja aqueles que ainda fazem parte deste agregado perifítico: Carina, Cássio, Eliza, Iraúza (Dú), Liliana, Natália, Vanessa. A

todos vocês que muito colaboraram para uma convivência harmoniosa e gratificante no dia a dia de nossos trabalhos: Valeu!!!.

À equipe de coletas de campo no projeto Pronex: Alfredinho, Celsão, Hélio, João, Valdecir (Papel Noel), Thomaz, Raul, Felipe, Claudinha, Luzia (Lú), Maria do Carmo (Dú), Mariza, entre outros, que tornaram o trabalho diário mais fácil, gratificante e prazeroso: “Muito obrigada Companheiros!”

Aos membros da banca examinadora desta tese, Prof. Dr. Francisco A. R. Barbosa, Prof^a. Dra. Valéria O. Fernandes, Prof. Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha e Prof^a. Dra. Sueli Train por aceitarem fazer parte desta fase de doutoramento.

A minha família pela tolerância, apoio e principalmente pelo carinho constante!

Sobretudo A DEUS!!!

SUMÁRIO

Introdução geral

Capítulo I. ALGAS PERIFÍTICAS EM SUBSTRATO ARTIFICIAL E NATURAL NO RIO DO CORVO (TRIBUTÁRIO DO RESERVATÓRIO DE ROSANA)

Resumo	1
Abstract	1
Introdução	2
Material e Métodos	3
Área de estudo	3
Amostragem e Análise Qualitativa	4
Análise dos dados	6
Resultados	7
Composição florística	7
Formas de vida	16
Similaridade taxonômica da comunidade perifítica em substrato artificial	17
Diversidade β da comunidade perifítica em substrato artificial	17
Relação entre variáveis abióticas e a comunidade ficoperifítica	18
Discussão	20
Agradecimentos	24
Referências	24
Anexos	29

Capítulo II. BIOMASSA E PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA DA COMUNIDADE PERIFÍTICA EM SUBSTRATO NATURAL E ARTIFICIAL EM RESERVATÓRIO

Abstract	50
Resumo	50
Introdução	51
Material e Métodos	52
Área de estudo	52
Amostragem	53
Biomassa da comunidade perifítica – Clorofila <i>a</i>	53
Produtividade primária perifítica	54
Análise dos dados	54
Resultados	55
Variáveis Limnológicas	55
Biomassa – Clorofila <i>a</i>	56
Influência das principais variáveis abióticas sobre a biomassa perifítica	58
Produtividade primária	59
Discussão	61
Agradecimentos	64
Referências	64

**Capítulo III. COLONIZAÇÃO E SUCESSÃO DE ALGAS PERIFÍTICAS EM SUBSTRATO
ARTIFICIAL NO RIO DO CORVO (TRIBUTÁRIO DO RESERVATÓRIO DE ROSANA)**

Resumo	68
Abstract	68
Introdução	69
Material e Métodos	70
Área de estudo	70
Amostragem e Análise Quantitativa	71
Análise dos dados	72
Resultados	73
Densidade ficoperifítica	73
Importância relativa de cada táxon	75
Contribuição das espécies abundantes	77
Diversidade de espécies	79
Influência das principais variáveis abióticas sobre a abundância das algas perifíticas	80
Discussão	82
Agradecimentos	87
Referências	87
Conclusões gerais	98

Introdução geral

Apesar do Brasil possuir a rede hidrográfica mais extensa do Globo, estudos limnológicos, de forma geral são escassos e a grande maioria destes estudos se concentra em algumas regiões do país. Na região sul do Brasil, no Estado do Paraná, estudos limnológicos, especificamente relacionados com algas perifíticas em reservatórios são necessários, uma vez que o perifiton (algas, bactérias, fungos, protozoários, rotíferos aderidos a objetos submersos na água) é um dos componentes mais produtivos na região litorânea e com isso desempenha importante papel no metabolismo dos ecossistemas aquáticos.

Na região litorânea de ambientes aquáticos continentais as plantas aquáticas estão entre os substratos naturais mais comuns para colonização de microorganismos e dentre estes organismos as algas perifíticas merecem destaque, já que representam um grupo expressivo nos componentes bióticos. Estas algas são muito sensíveis as mudanças na qualidade da água e na hidrodinâmica do sistema, podendo ser influenciada qualitativamente por diversas variáveis abióticas, como temperatura, nutrientes e velocidade da corrente, tanto direta como indiretamente. São utilizadas freqüentemente na avaliação do ambiente, principalmente, devido a rápida reprodução e ciclo de vida curto, respondendo as perturbações que venham a ocorrer no meio aquático, em um curto espaço de tempo.

As algas perifíticas estão entre os principais produtores primários em ambientes aquáticos, podendo contribuir com 70 a 85% da produção primária total. A taxa da produtividade primária das algas perifíticas depende da área do substrato disponível para colonização, das condições físicas e químicas da água, da morfometria do sistema aquático, do tipo e qualidade do substrato (Wetzel 1983).

Este produtor primário pode ser estudado em substrato natural, como talos de macrófitas, ou artificial como plantas de plástico, lâminas de vidro, etc. Segundo Sládečková (1962), substrato artificial é qualquer objeto produzido de vários tipos de materiais com formas variadas e não originado no ambiente em que se está estudando, sendo definido como um artifício colocado no meio aquático para estudar a dinâmica de colonização de organismos. A partir do momento que os objetos são colocados na água, em poucos minutos começam a ser revestidos com aminoácidos dissolvidos e outros compostos orgânicos solúveis depositados por forças eletrostáticas e após algumas horas um revestimento de bactérias começa a se formar, e em poucos dias o perifiton está presente.

A utilização do substrato artificial imitando o natural, para o desenvolvimento das algas perifíticas é justificável por oferecer as seguintes vantagens:

- Facilitar a extração do material perifítico sem que haja interferência de tecidos, pigmentos entre outros compostos provenientes do hospedeiro;
- Auxiliar no estudo sobre o tempo de exposição definido para colonização, estádios de sucessão;
- Eliminar a interferência do processo fotossintético, respiratório de plantas hospedeiras;
- Possibilitar a utilização direta do complexo substrato/algas perifíticas para determinação da produção primária perifítica pelo método do oxigênio, já que a não extração das algas minimiza os danos causados as células.

Este estudo foi realizado no rio do Corvo, tributário do reservatório de Rosana (Bacia do Paranapanema). A estação de coleta situava-se a 4,95 km da região lacustre desse reservatório. A escolha deste ambiente ocorreu devido ao fato do Nupélia (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura) estar com um projeto apoiado pelo CT/Hidro e assim pôde fornecer suporte quanto aos dados abióticos.

Utilizou-se *Egeria najas* como substrato natural e uma planta de plástico semelhante a *Egeria* como substrato artificial. A escolha de *Egeria najas* como substrato natural ocorreu: (i) devido ao fato de não existirem estudos de algas perifíticas com este tipo de substrato e (ii) também por ser muito comum no ambiente estudado. As amostragens foram realizadas no período de 21 de novembro a 12 de dezembro de 2003, quando o clima é caracterizado como quente e chuvoso.

O objetivo principal deste estudo foi analisar a comunidade de algas perifíticas em planta de plástico (substrato artificial), semelhante ao substrato natural (*Egeria najas*), muito comum no ambiente estudado.

Os objetivos específicos foram:

- Comparar a composição, a riqueza de espécies e as formas de vida das algas perifíticas do substrato artificial com o natural;
- Estimar a biomassa e produtividade primária da comunidade perifítica de ambos os substratos (artificial e natural);
- Compreender os principais fatores abióticos que influenciaram na composição, riqueza, biomassa e produtividade primária da comunidade ficoperifítica de ambos os substratos;
- Investigar a diversidade beta da comunidade de algas perifíticas do substrato artificial em diferentes períodos de exposição do substrato;
- Diferenciar a similaridade da comunidade de algas perifíticas no substrato artificial em diferentes períodos de exposição do substrato;

- Analisar a densidade, importância relativa de cada táxon, diversidade de Shannon-Wiener da comunidade de algas perifíticas do substrato artificial;
- Analisar a influência dos fatores abióticos sobre a abundância da comunidade de algas perifíticas do substrato artificial;

As hipóteses deste estudo foram de que:

- Se existe uma relação entre maturidade da comunidade perifítica em processo sucessional, então nessa condição de maturidade a comunidade perifítica de substrato artificial, com base na composição, riqueza, biomassa e produtividade, seja semelhante à comunidade perifítica do substrato natural;
- Na condição de maturidade a comunidade de algas perifíticas de substrato artificial quanto a abundância e diversidade de Shannon-Wiener atingem seus valores máximos quando esta alcança o estado de equilíbrio, então nesta condição acredita-se que tais características podem ser utilizadas para estimar o tempo necessário que a comunidade de algas perifíticas requer para sua maturidade em substrato artificial.

Esta tese foi organizada em três capítulos (I, II e III), sendo os capítulos I e II relacionados com o estudo das algas perifíticas em substrato natural e artificial e o último (cap. III) relacionado apenas com dados quantitativos das algas perifíticas em substrato artificial.

No capítulo 1 são discutidas as alterações na composição, riqueza de espécies e formas de vida de algas perifíticas do substrato artificial e também comparando-o com o substrato natural. Neste capítulo é apresentada uma lista das espécies algais encontradas nos dois substratos. Nele, também é comparado a diversidade beta e similaridade da comunidade ficoperifítica do substrato artificial em diferentes períodos de exposição. Ainda se discute a influência das principais variáveis abióticas sobre a composição e riqueza da comunidade ficoperifítica. Ao final deste capítulo são apresentadas figuras de algumas espécies, organizadas em 10 pranchas.

O capítulo 2 mostra os resultados quanto à biomassa e produtividade primária da comunidade perifítica do substrato artificial e natural. Também se discute a relação das principais variáveis abióticas que mais influenciaram nas alterações da biomassa e produtividade primária do perifíton.

No capítulo 3 são relatadas as flutuações na densidade total das algas perifíticas, determinadas, principalmente por Bacillariophyceae e em menor grau por Chlorophyceae, Cyanophyceae e Zygnemaphyceae. Ainda, a diversidade de Shannon é comparada em diferentes períodos de exposição do substrato artificial.

Por fim, são apresentadas as conclusões gerais da tese.

CAPITULO I

Algas Perifíticas em Substrato Artificial e Natural no rio do Corvo (Tributário do reservatório de Rosana)

Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar as alterações na composição e riqueza de algas perifíticas em resposta ao tempo de colonização sobre substrato artificial e natural em reservatório tropical. Utilizou-se *Egeria najas* como substrato natural e planta de plástico semelhante a *Egeria* como substrato artificial. O experimento foi realizado no rio do Corvo, tributário do reservatório de Rosana (bacia do Paranapanema). As amostragens foram realizadas no período de 21 de novembro a 12 de dezembro de 2003, quando o clima é caracterizado como quente e chuvoso. As alterações na composição específica de algas perifíticas no substrato artificial foram analisadas utilizando-se o índice de Jaccard e o índice de diversidade beta. A composição e riqueza de espécies não diferiram nos dois substratos amostrados. A comunidade de algas perifíticas compreendeu 495 táxons, distribuídos em 133 gêneros e 11 classes. Zygnemaphyceae apresentou maior número de espécies, seguida por Bacillariophyceae, Chlorophyceae e Cyanophyceae, em ambos os substratos. *Staurodesmus*, *Closterium*, *Staurastrum* e *Cosmarium* (Desmidiáles); *Gomphonema* e *Eunotia* (Penales); *Characium*, *Scenedesmus* e *Desmodesmus* (Chlorococcales) foram os gêneros mais especiosos, independente do tipo de substrato. Entre as formas de vida, as comunidades dos dois substratos foram dominadas por algas unicelulares não flageladas. Os resultados da diversidade beta, de forma geral, demonstraram que o substrato artificial apresentou uma tendência de maior substituição de espécies na 3ª semana. A comunidade perifítica atingiu maior riqueza e diversidade no 15º dia sucessional, como demonstrado pela diversidade beta e no dendrograma da análise de similaridade. A riqueza de espécies, independentemente do tipo de substrato, foi provavelmente relacionada a maior disponibilidade de nutrientes, maiores valores de turbidez, assim como ação do vento e precipitação pluviométrica.

Palavras-chave: Algas perifíticas, diversidade beta, similaridade, reservatório, composição.

Abstract

Periphytic Algae in Artificial and Natural Substratum in the Corvo river (Rosana reservoir tributary).

This paper aimed to study the composition and species richness of periphytic algae in response to the time of colonization on artificial and natural substratum in a tropical reservoir. *Egeria najas* was used as natural substratum and plastic plant as artificial. This experiment was accomplished in the Corvo River, tributary of the Rosana reservoir (Paranapanema basin). The samplings were accomplished in the period from 21 November to 12 December 2003. This period is characterized as hot and rainy. The changes in the species composition in artificial substratum were analyzed using the Jaccard similarity and beta diversity indices. Composition and species richness didn't differ in the two substrata. 495 taxa were registered in the phycoperiphytic community, distributed in 133 genera and 11 classes. Zygnemaphyceae presented higher species number, following for Bacillariophyceae, Chlorophyceae and Cyanophyceae, in both substrata. *Staurodesmus*, *Closterium*, *Staurastrum* and *Cosmarium* (Desmidiáles); *Gomphonema* and *Eunotia* (Penales); *Characium*, *Scenedesmus* and *Desmodesmus* (Chlorococcales) were the most specious genera, independent of the substratum

type. Among the growth forms, not flagelad unicellular algae dominated the assemblies of the two substrata. The results of the beta diversity, in general, demonstrated that artificial substratum presented a tendency of higher substitution of species in the 3^a week. The epiphytic community reached higher richness and species diversity in the 15th sucessional day. This fact was demonstrated in the dendrograma of the similarity analysis, where 15th day differentiated of the other days. Species richness, independent of the substratum type was probably related the higher nutrients and turbidity values, as well as action of wind and rainfall.

Key words: Periphytic algae, beta diversity, similarity, reservoir, composition

Introdução

Pesquisas envolvendo os atributos de comunidades são importantes para melhor compreender os processos de colonização e sucessão dos organismos, pois fornecem informações relevantes sobre os aspectos ecológicos do sistema aquático. Entre os atributos exclusivos deste nível de organização biológica, a diversidade de espécies desempenha papel fundamental. Nesse enfoque, a composição de espécies e a importância de determinadas espécies constituem objetos de interesse em estudos sobre fatores que afetam o funcionamento do ecossistema.

A diversidade de espécies ocorre em todos os compartimentos aquáticos. Especificamente nas regiões litorâneas, a maior quantidade de habitat, proporcionada pela heterogeneidade e pela diversidade de vegetação aquática, fornece condições excelentes para o estabelecimento e desenvolvimento de vários organismos (Wetzel 1981, Wetzel & Likens 1991, Schwarzbald 1992). No reservatório de Rosana, assim como em seus tributários, os extensos bancos com plantas aquáticas submersas e emergentes existentes estão entre os substratos disponíveis mais frequentes para colonização e desenvolvimento da comunidade perifítica.

O perifíton representa um elo físico entre o substrato e a água circundante, em que ocorrem processos internos (autotróficos e heterotróficos) e trocas com a água circundante e, ainda, com o próprio substrato, podendo, portanto, funcionar como um microcosmo (Sládeckova 1962, Weitzel 1979, Wetzel 1983). Microorganismos como algas, bactérias, fungos, protozoários, rotíferos, aliados ainda a detritos orgânicos e inorgânicos, formam uma camada (bioderme) de até 2 mm de espessura, que pode estar aderida fortemente ou frouxamente a objetos submersos na água.

Estudos envolvendo a ecologia das algas perifíticas em substrato artificial e, em especial, em sistemas artificiais são ainda escassos. Poucos são os trabalhos realizados com substratos artificiais imitando o natural. Alguns pesquisadores usaram bastão de plástico, tubo de vidro (Higashi *et al.* 1981, Goldsborough *et al.* 1986, Moschini-Carlos *et al.* 2000), para substituir

pecíolos de macrófitas emergentes; telhas e madeira para substituir pedras e troncos (Sabater *et al.* 1998); outros utilizaram plantas de plástico selecionadas de acordo com a morfologia de plantas do local a ser estudado (Cattaneo & Kalff 1979, Morin 1986).

No Estado do Paraná, dois estudos avaliaram a composição e dinâmica de colonização da comunidade perifítica em lâminas de vidro. Rodrigues & Bicudo (2001) estudaram as algas perifíticas em distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná e Almeida (2001) analisou seu desenvolvimento no reservatório de Mourão. Desta forma, este trabalho contribuirá para ampliar o conhecimento sobre a composição, riqueza e diversidade de espécies em substrato artificial e natural neste tipo de sistema aquático, sendo o primeiro a abordar a colonização e sucessão do perifíton em substrato artificial de plástico, semelhante ao substrato natural.

Acredita-se que as características estruturais da comunidade ficoperifítica atingem seus valores máximos quando esta alcança o estado de equilíbrio. Então nesta condição, estas características podem ser utilizadas para estimar o tempo necessário que a comunidade de algas perifíticas requer para seu estabelecimento em um substrato artificial; e neste estado de equilíbrio a comunidade de um substrato artificial será semelhante ao substrato natural em termos de composição e riqueza.

Portanto, estudos com substratos, artificial e natural, foram realizados a fim de analisar a composição e riqueza de algas perifíticas em planta de plástico e em *Egeria najas*, e constitui, assim, o objetivo geral deste trabalho. Para atender o objetivo geral, procurou-se elucidar: a) a composição, riqueza e as formas de vida das algas perifíticas nos dois substratos; b) diversidade beta e similaridade das algas na comunidade perifítica; e c) os principais fatores abióticos que influenciaram na composição e riqueza da comunidade ficoperifítica nos dois substratos.

Material e Métodos

Área de Estudo

O rio Paranapanema tem uma extensão total de 929 Km em um desnível de 570 m. Suas nascentes estão localizadas na serra Agudos Grandes, no Sudeste do Estado de São Paulo, a aproximadamente 100 Km da costa Atlântica, cerca de 900 m acima do nível do mar. Destas nascentes até a foz do rio Itararé, ele atravessa em território paulista; a jusante deste ponto faz fronteira entre os estados do Paraná e de São Paulo. A bacia do Paranapanema situa-se 53% em território paranaense e 47% no paulista, formando a divisa com São Paulo ao longo de 450 Km (Nogueira *et al.* 2002). O projeto Rosana corresponde ao último aproveitamento hidrelétrico do

rio Paranapanema, que é um dos principais afluentes do alto rio Paraná. O reservatório de Rosana situa-se no trecho inferior do rio Paranapanema, trecho este conhecido como “Pontal do Paranapanema”. A área do reservatório é caracterizada por um substrato de rocha basáltica coberto por areia.

O local selecionado para a realização deste estudo é um tributário (rio do Corvo) do reservatório de Rosana (22°39'S; 052°46'W, figura 1). Esse afluente situa-se próximo à barragem do reservatório, no Estado do Paraná, entre as cidades de Diamante do Norte e Terra Rica. A estação de coleta situava-se a 4,95 km da região lacustre do reservatório.

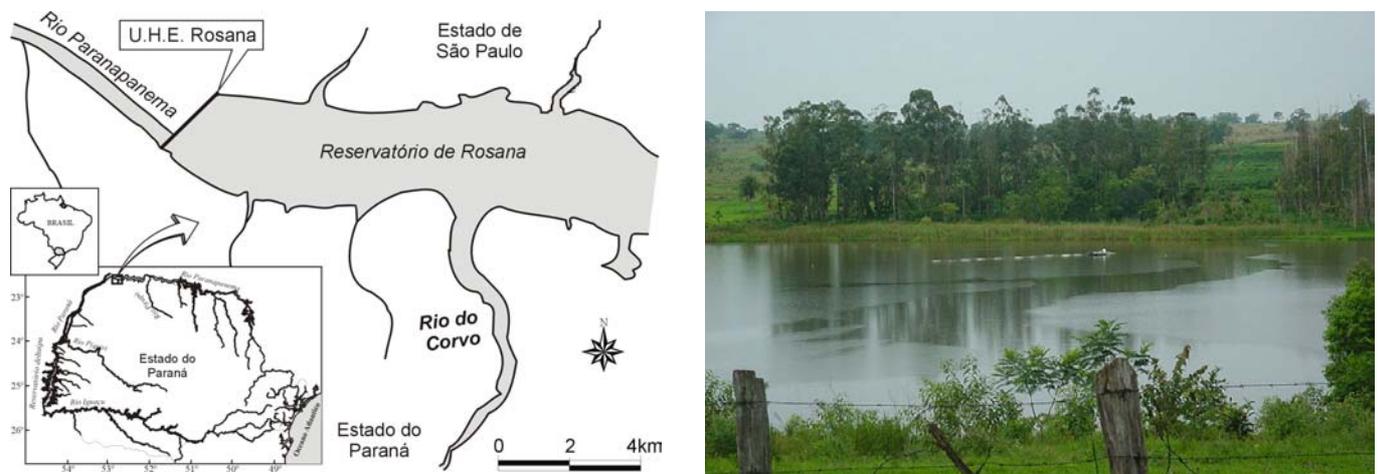


Figura 1: Mapa com a localização do rio do Corvo, tributário do reservatório de Rosana (bacia do rio Paranapanema).

O rio do Corvo, considerado como eutrófico, apresentou no local amostrado cerca de 250 m de largura e 5,8 m de profundidade. Suas margens são quase todas desprovidas de vegetação arbórea. Na região litorânea, diversos tipos ecológicos de vegetação aquática apresentam um gradiente da margem para o interior do lago: iniciam-se pelas macrófitas emersas como *Typha* sp., *Sagittaria* sp. e *Eichhornia azurea*; passam pelas flutuantes como *Eichhornia crassipes*, *Nymphaea* sp. e *Salvinia* sp., até chegarem as submersas enraizadas, tais como *Cabomba furcata*, *Egeria densa*, *Egeria najas*, *Miriophyllum* sp. e *Utricularia foliosa*.

Amostragem e Análise Qualitativa

As coletas do perifíton em substrato artificial imitando *Egeria najas* foram realizadas entre o período de 21 de novembro e 12 de dezembro de 2003, quando o clima é caracterizado como quente e chuvoso. Dois tipos de substratos foram determinados para amostragem: *Egeria najas* (natural) e uma planta de plástico (artificial), própria para aquário semelhante a *Egeria* (figura 2).



Figura 2: Substratos natural e artificial amostrados no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Cada substrato artificial foi lavado em água corrente e, após este procedimento, cada ramo foi preso a um peso (seixos embrulhado em plástico) por uma linha de nylon e a pedaços de isopor que serviram como bóias. Estes foram instalados na água em 21 de novembro a uma profundidade aproximada de 60 cm, próximo a margem esquerda do rio. As coletas foram realizadas em réplicas e em intervalos de três dias, entre 24/11 (1ª coleta e 3º dia) e 12/12/03 (última coleta e 21º dia). O perifiton foi removido dos substratos com auxílio de uma escova e/ou pincel e jatos de água destilada (figura 3), depois foi transferido para frascos (150 mL), fixado e preservado com solução de Transeau.



(a) Substrato artificial



(b) Substrato natural

Figura 3: Remoção do perifiton dos substratos, artificial e natural, amostrados no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Os dados abióticos foram coletados em todas as amostragens e fornecidos pelo Laboratório de Limnologia, do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura – Nupélia. A temperatura da água (Oxímetro portátil marca YSI modelo 55), turbidez (Turbidímetro portátil modelo Lamotte) e vento (Anemômetro) foram medidos no mesmo período que os dados do perifíton. Para a obtenção das concentrações de nutrientes, amostras da subsuperfície da água foram coletadas, acondicionadas em freezer e posteriormente levadas para o laboratório de Limnologia do Nupélia (Universidade Estadual de Maringá) para serem processadas. Nitrato = NO_3^- (Mackereth *et al.* 1978); amônio = NH_4^+ (Solorzano 1969); Nitrogênio total = NT (Valderrama 1981); fósforo total = PT (Valderrama 1981); fósforo dissolvido total = PDT (Valderrama 1981); ortofosfato = PO_4^{3-} (Golterman *et al.* 1978).

O estudo taxonômico das algas perifíticas foi realizado pela análise de aproximadamente 10 lâminas temporárias por amostras. Para esse procedimento utilizou-se microscópio óptico com uma ocular micrometrada. A identificação das algas foi fundamentada na literatura clássica, da qual pode-se citar Anagnostidis & Komárek (1988, 1990), Croasdale & Flint (1986, 1988), Dillard (1990, 1991), Förster (1982), Komárek & Anagnostidis (1986, 1989), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991), Patrick & Reimer (1966, 1975), Prescott (1982), Prescott *et al.* (1981, 1982) entre outras específicas e regionais. Quanto ao sistema de classificação das algas, adotou-se Round (1965, 1971), seguindo-se recomendação de Bicudo & Menezes (2006).

Análise dos dados

Para a avaliação da estrutura da comunidade, os seguintes atributos foram utilizados: riqueza da comunidade expressa em número de táxons; diferentes categorias quanto à forma de vida (coloniais, filamentosas, unicelulares flageladas e unicelulares não flageladas) para ambos os substratos. Ainda analisou-se a similaridade e diversidade beta das algas perifíticas para o substrato artificial. Assim, os seguintes índices foram utilizados: (i) *b*-1, que mede o quanto à diversidade regional excede a diversidade alfa média; e (ii) *b*-2, que mede o quanto à diversidade regional excede a máxima diversidade alfa (Harrison *et al.* 1992).

A similaridade das espécies de algas perifíticas do substrato artificial, entre os períodos amostrados, foi verificada pela análise de agrupamento, na qual utiliza-se o critério de presença e ausência por meio da distância pelo índice de Jaccard, de acordo com o programa NTSYS, versão 1.5 (Rohlf 1989) e média não-ponderada (UPGMA).

O processo sucessional de colonização das algas perifíticas foi diferenciado em três fases, de acordo com as coletas: primeira semana = coletas do 3º e 6º dias; segunda semana = coletas do 9º e 12º dias; terceira semana = coletas do 15º, 18º e 21º dias de colonização.

Os valores da riqueza total das Classes de algas perifíticas de ambos os substratos foram correlacionados com as variáveis abióticas, através do coeficiente de Pearson, a fim de analisar a influência destas variáveis ($p < 0,05\%$). Para esse teste, utilizou-se o programa Statistica, versão 5.5 (StatSoft Inc. 2000).

Resultados

Composição florística

A comunidade de algas perifíticas compreendeu 495 táxons distribuídos em 133 gêneros e 11 classes, considerando-se os dois substratos (natural e artificial). Desse total, 403 ocorreram no substrato natural e 401, no artificial.

Assim, o substrato artificial apresentou valores semelhantes de riqueza de espécies quando comparado ao natural. A riqueza de espécies analisadas neste último substrato variou de 156 no dia 12/12 (final do experimento) a 261 táxons em 26/11 (início do experimento), ocorrendo, portanto, uma queda brusca no número de espécies na fase final (figura 4).

Já para o substrato artificial, a riqueza de espécies variou de 169 no dia 09/12 (18º dia) a 259 táxons em 06/12 (15º dia).

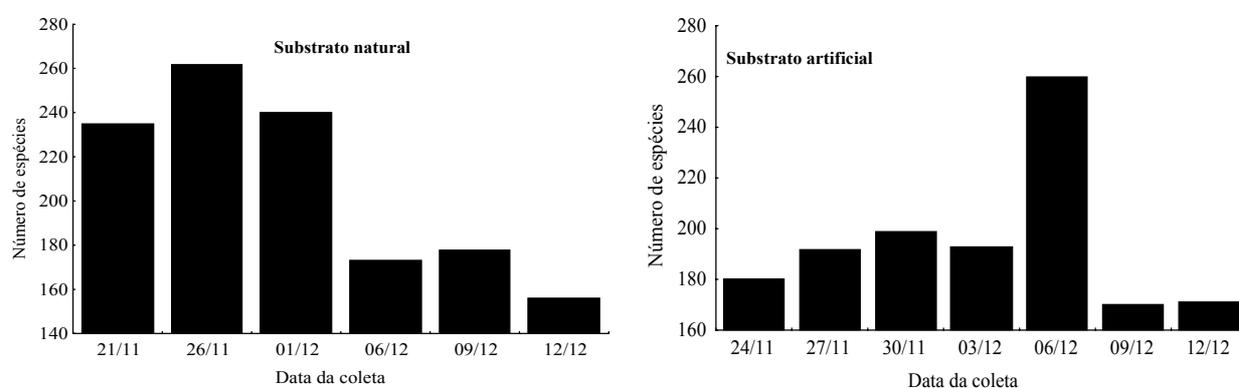


Figura 4: Número de espécies analisadas nos substratos natural e artificial, amostrados no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Na tabela 1, é apresentada a lista completa das espécies encontradas, sendo que, do total de 495 táxons, 86 ocorreram exclusivamente no substrato natural, 98 no artificial. As classes de algas representadas foram Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Oedogoniophyceae, Ulothricophyceae, Xanthophyceae e Zygnemaphyceae.

Quanto ao substrato natural, na classe Zygnemaphyceae foram identificados 150 táxons (37,2%), na classe Bacillariophyceae 87 táxons (21,6%), na classe Chlorophyceae 70 (17,4%),

na classe Cyanophyceae 53 (13,2%), na classe Euglenophyceae 16 (4%), na classe Oedogoniophyceae 8 (2%), na classe Chrysophyceae 7 (1,7%), na classe Xanthophyceae 6 (1,5%), na classe Ulothricophyceae 3 (0,7%), na classe Cryptophyceae 2 (0,5%) e na classe Dinophyceae 1 (0,2%).

Por sua vez, no substrato artificial, na classe Zygnemaphyceae foram identificados 146 táxons (36,4%), na classe Bacillariophyceae 99 táxons (24,7%), na classe Chlorophyceae 69 (17,2%), na classe Cyanophyceae 48 (12%), na classe Euglenophyceae 12 (3%), na classe Oedogoniophyceae 10 (2,5%), na classe Chrysophyceae 8 (2%), na classe Xanthophyceae 3 (0,75%), na classe Ulothricophyceae 2 (0,5%), na classe Cryptophyceae 1 (0,2%) e na classe Dinophyceae 3 (0,75%).

Tabela 1: Táxons inventariados no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

BACILLARIOPHYCEAE	
<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grun.) Czarn.	<i>Gomphonema augur</i> Ehr. **
<i>A. minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	<i>G. augur</i> Her. var. <i>turris</i> (Her.) Lan.-Bert.
<i>Amphipleura lindheimerii</i> Grun.	<i>Gomphonema</i> cf. <i>auritum</i> Braun ex Kütz.
<i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoem. & Arch.	<i>G. brasiliense</i> Grun.
<i>Amphora</i> cf. <i>ovalis</i> (Kütz.) Kütz. **	<i>G. gracile</i> Ehr.
<i>Amphora</i> sp.	<i>G. parvulum</i> Kütz.
<i>Aulacoseira granulata</i> (Her.) Sim.	<i>G. subtile</i> Her. **
<i>A. granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>angustissima</i> (° Müll.) Sim. **	<i>Gomphonema</i> cf. <i>truncatum</i> Her. *
<i>Aulacoseira</i> sp. *	<i>Gomphonema</i> sp.
<i>Brachysira neoxilis</i> Hor. Lan.-Bert. & Mos.	<i>Gomphonema</i> sp. 1 *
<i>Capartogramma crucicula</i> (Grun. & Cleve) **	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Her.) Grun.
<i>Cyclotella stelligera</i> (Cleve & Grun.) V. Heur.	<i>Navicula aikenensis</i> Patr.
<i>Cymbella acuta</i> (A. Schm.) Cleve	<i>N. constans</i> Hust.
<i>C. affinis</i> Kütz.	<i>N. cryptocephalla</i> Kütz.
<i>C. cuspidata</i> Kütz.	<i>N. cryptotonella</i> Lan.-Bert.
<i>Cymbella</i> cf. <i>moreirae</i> (Rod.) Ludw.	<i>Navicula</i> cf. <i>drouetiana</i> Patr. **
<i>Cymbella</i> cf. <i>myrocephala</i> Grun. *	<i>Navicula</i> cf. <i>menisculus</i> Schum. **
<i>C. naviculiformes</i> Auer. ex Heib.	<i>Navicula</i> cf. <i>tenera</i> *
<i>Diatoma</i> sp.	<i>Navicula</i> sp. *
<i>Diploneis</i> cf. <i>subovalis</i> Cleve	<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.
<i>Encyonema lunatum</i> (Smith) V. Heur. *	<i>N. frustulum</i> Grun. **
<i>E. mesianum</i> (Chol.) Mann *	<i>Nitzschia</i> cf. <i>intermedia</i> Hantz. ex Cleve & Grun.
<i>E. minutum</i> (Hil.) Mann *	<i>Nitzschia</i> cf. <i>linearis</i> Grun.
<i>Encyonema</i> cf. <i>perpusillum</i> Cleve & Mann *	<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) Smith
<i>E. silesiacum</i> (Bleis.) Mann *	<i>Nitzschia</i> sp. *
<i>Encyonema</i> sp.	Penales não identificada 1

* táxons exclusivos no substrato artificial; ** táxons exclusivos no substrato natural.

Continuação...

<i>Encyonema</i> sp. 1	Penales não identificada 2 *
<i>Eunotia bilunaris</i> Ehr.	<i>Pinnularia</i> cf. <i>braunii</i> Grun. *
<i>E. camelus</i> Ehr.	<i>P. divergens</i> Smith
<i>E. curvata</i> (Kütz.) Lagerst.	<i>P. gibba</i> Ehr.
<i>E. didyma</i> Hust.	<i>P. interrupta</i> Smith
<i>Eunotia</i> cf. <i>faba</i> (Ehr.) Grun. *	<i>P. luculenta</i> A. Schm.
<i>E. flexuosa</i> Bréb.	<i>P. maior</i> (Kütz.) Rab.
<i>E. formica</i> Ehr.	<i>P. mesolepta</i> (Ehr.) Smith
<i>E. indica</i> Grun.	<i>Pinnularia</i> cf. <i>microstauron</i> (Ehr.) Cleve *
<i>E. lineolata</i> Hust.	<i>P. subcapitata</i> Greg. *
<i>E. maior</i> (Smith) Rab.	<i>P. viridis</i> (Nitz.) Ehr.
<i>Eunotia</i> cf. <i>minor</i> (Kütz.) Grun. *	<i>Pinnularia</i> sp.
<i>E. monodon</i> Ehr. *	<i>Placoneis disparilis</i> (Hust.) Lan.-Bert.
<i>E. pectinalis</i> (Dillw.) Rab.	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Bréb.) Round & Bukh. *
<i>E. pectinalis</i> (Dillw.) Rab. var. <i>ventricosa</i> Grun.	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehr.) Comp.
<i>E. sudetica</i> O. Müll.	<i>Rhopalodia</i> cf. <i>brebissoni</i> Kram. *
<i>E. zygodon</i> Ehr. *	<i>R. gibberula</i> (Ehr.) O. Müll. **
<i>F. capucina</i> Desm.	<i>Sellaphora pupulla</i> Kütz.
<i>F. capucina</i> Desm. var. <i>gracilis</i> (Oestrup) Hust.	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitz.) Ehr.
<i>F. delicatissima</i> (Smith) Lan.-Bert.	<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lew.) Bréb. ex V. Heur.
<i>F. javanica</i> Hust. *	<i>S. intermedia</i> (Lew.) V. Heur.
<i>F. pinnata</i> Ehr. *	<i>Surirella bisseriata</i> Bréb.
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) De Toni var. <i>rhomboides</i>	<i>S. linearis</i> Smith
<i>F. rhomboides</i> (Ehr.) De Toni var. <i>crassinervia</i> (Bréb. ex Smith) Ross	<i>Surirella</i> cf. <i>robusta</i> Hust. **
<i>F. rhomboides</i> (Ehr.) De Toni var. <i>saxonica</i> (Rab.) De Toni	<i>S. sublinearis</i> Hust.
<i>Frustulia</i> cf. <i>vitrea</i> Oestrup *	<i>Surirella</i> sp.
<i>F. vulgaris</i> (Thwait.) De Toni *	<i>Synedra acus</i> Kütz. var. <i>angustissima</i> Grun. *
<i>Frustulia</i> sp. *	<i>S. goulardii</i> Bréb. *
<i>Gomphonema affine</i> Kütz.	<i>S. ulna</i> (Nitz.) Ehr.
<i>Gomphonema</i> cf. <i>apicatum</i> Ehr. *	<i>Talassiosira</i> sp. **

CHLOROPHYCEAE

<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	<i>Desmodesmus spinosus</i> (Chod.) Hegew.
<i>A. fusiformis</i> Corda	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood *
<i>A. spiralis</i> (Turn.) Lemm.	<i>Dictyosphaerium</i> sp. *
<i>Aphanochaete repens</i> Braun	<i>Dimorphococcus lunatus</i> Braun *
<i>Bicuspidela</i> cf. <i>incus</i> Pasch.	<i>Drepanochloris uherkovichii</i> Marvan
<i>Botryococcus</i> sp.	<i>Gloeocystis</i> cf. <i>gigas</i> (Kütz.) Lagerh. **
<i>Chaetosphaeridium globosum</i> (Nord.) Kleb.	<i>Golenkinia radiata</i> (Chod.) Wille **
<i>Chaetosphaeridium</i> sp. *	<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirch.) *
<i>Characiellopsis skujae</i> (Fott) Kom.	<i>Kirchneriella obesa</i> (West) West & G.S. West *
<i>Characium</i> cf. <i>acuminatum</i> Braun **	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsh.) Hind.

* táxons exclusivos no substrato artificial; ** táxons exclusivos no substrato natural.

Continuação...

<i>Characium ambiguum</i> Herm.	<i>Monoraphidium caribeum</i> Hind.
<i>Characium</i> cf. <i>cucurbitinum</i> (Biss.) Teil.*	<i>M. circinale</i> (Nyg.) Nyg.
<i>C. ensiforme</i> Herm.	<i>M. contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.
<i>C. guttula</i> Play.	<i>M. griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn. **
<i>C. ornithocephalum</i> (Braun) var. <i>ornithocephalum</i>	<i>Monoraphidium</i> sp. *
<i>C. ornithocephalum</i> (Braun) var. <i>hapochytriforme</i> Prin.	<i>Oocystis lacustris</i> Chod. *
<i>C. ornithocephalum</i> (Braun) var. <i>pringsheimii</i> (Braun) Kom.	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen
<i>Characium</i> sp. **	<i>P. duplex</i> Meyen var. <i>subgranulatum</i> Racib.
<i>Chlamydomonas</i> cf. <i>globosa</i> Snow	<i>P. tetras</i> (Ehr.) Ralfs
<i>Chlamydomonas</i> sp.	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> Smith
Chlorococcales não identificada	<i>Radiococcus</i> sp. *
Chlorococcales não identificada 1	<i>Scenedesmus antennatus</i> Bréb.
Chlorococcales não identificada 2	<i>S. acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.
<i>Closteriopsis acicularis</i> (Smith) Belc. & Swale	<i>Scenedesmus</i> cf. <i>acunae</i> Comas **
<i>Coelastrum indicum</i> Turner	<i>S. acutus</i> (Meyen) Chod.
<i>Coleochaete</i> cf. <i>irregularis</i> Prings.**	<i>S. acutus</i> (Meyen) Chod. var. <i>alternans</i> Hortob.
<i>C. orbicularis</i> Prings.**	<i>S. acutus</i> (Meyen) Chod. var. <i>globosus</i> Hortob.
<i>Coleochaete</i> sp.	<i>S. bijugus</i> (Turp.) Kütz.
<i>Crucigenia</i> sp.	<i>S. javanensis</i> Chod. *
<i>Desmodesmus</i> cf. <i>abundans</i> (Kirch.) Hegew.	<i>S. linearis</i> Kom. *
<i>D. armatus</i> (Chod.) Hegew.	<i>Scenedesmus</i> cf. <i>regularis</i> Svir. *
<i>D. armatus</i> (Chod.) var. <i>bicaudatus</i> (Gugl.) Hegew.	<i>S. wisconsinensis</i> (Smith) Chod. **
<i>Desmodesmus</i> cf. <i>armatus</i> (Chod.) var. <i>spinosus</i> (Frit. & Rich) Hegew. **	<i>Scenedesmus</i> sp.
<i>D. communis</i> (Hegew.) Hegew.	<i>Selenastrum gracile</i> (Rein.)
<i>D. denticulatus</i> (Lagerh.) Friedl & Hegew.	<i>S. rinoi</i> Kom. et Com. *
<i>D. denticulatus</i> (Lagerh.) Friedl & Hegew. var. <i>linearis</i> (Hansg.) Hegew.	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chod. **
<i>D. dispar</i> Bréb.	<i>Stigeoclonium</i> sp.
<i>D. maximus</i> (W. & G.S. West) Hegew.	<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hans. **
<i>D. opoliensis</i> (Rich.) Hegew. var. <i>carinatus</i> (Lemm.) Hegew. *	<i>T. minimum</i> (Braun) Hans. *
<i>D. perforatus</i> (Lemm.) Hegew.	<i>T. regulare</i> Kütz. **
<i>D. quadricauda</i> (Turp.) Hegew.	<i>Tetrastrum</i> sp. **
<i>D. serratus</i> (Corda) Friedl & Hegew.	<i>Westella</i> sp.

CYANOPHYCEAE

<i>Anabaena</i> cf. <i>affinis</i> Lemm. **	<i>Lyngbya comperei</i> Senna
<i>Anabaena</i> cf. <i>circinalis</i> Rab.**	<i>L. maior</i> Men.
<i>A. spiroides</i> Kleb.	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Kütz. **
<i>Anabaena</i> sp.	<i>M. tenuissima</i> Lemm.
<i>Anabaena</i> sp.1 **	<i>Merismopedia</i> sp. *
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & G.S. West	<i>Microcrocis</i> cf. <i>irregularis</i> (Lagerh.) Geitler

* táxons exclusivos no substrato artificial; ** táxons exclusivos no substrato natural.

Continuação...

<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. & G.S. West **	<i>Microcrocis</i> cf. <i>pulchella</i> (Buell) Geitler **
<i>A. grevillei</i> Raben.	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Lemm.
<i>Aphanocapsa</i> cf. <i>pulchra</i> (Kütz.) Raben. *	<i>M. firma</i> (Bréb. et Len.) Schm.
<i>Aphanocapsa</i> sp.	<i>Oscillatoria</i> cf. <i>curviceps</i> Agardh. **
<i>Calothrix</i> sp. *	<i>O. principes</i> Vaucher
<i>Chamaesiphon incrustans</i> Grun.	<i>O. sancta</i> (Kütz.) Gom.
<i>Chamaesiphon</i> sp.	<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn.
<i>Chroococcus minor</i> (Kütz.) Näg.	<i>Planktolyngbya</i> sp.
<i>C. minimus</i> (Keis.) Lemm.	<i>Phormidium</i> cf. <i>chlorinum</i> (Kütz.) Umez. & Wat.
<i>Chroococcus</i> sp.	<i>P. irriguum</i> (Kütz. ex Gom.) Anag. & Kom.
Chroococcales não identificada *	<i>Planktothrix agardhii</i> Anag. & Kom. *
<i>Coelomoron tropicale</i> Senna et al.	<i>Planktothrix</i> sp.
<i>Coelosphaerium aerugineum</i> Lemm. *	<i>Pseudanabaena catenata</i> Laut.
<i>Geitleribactron periphyticum</i> Kom. **	<i>P. lonchoides</i> Anag.
<i>Geitlerinema jasorvense</i> (Vouk) Anag. **	<i>P. moniliformes</i> Kom. & Kling
<i>G. splendidum</i> (Grev.) Anag.	<i>P. mucicula</i> (Hub.-Pest. & Naum.) Schw.
<i>Gloeocapsa</i> cf. <i>rupestris</i> Kütz.**	<i>Radiocystis fernandoi</i> Kom. & Kom.-Legn.
<i>Gloeocapsa</i> sp.	<i>Rhabdoderma irregulare</i> (Naum.) Geitler **
<i>Gloeocapsopsis</i> sp. **	<i>R. lineare</i> Schm. & Laut.
<i>Jaaginema quadripunctulatum</i> (Brühl. & Bisw.) Anag. & Kom.	<i>R. vermiculare</i> Fott
<i>Komvophoron crassum</i> (Voz.) Anag. & Kom.	<i>Rhabdoderma</i> sp. **
<i>K. minutum</i> (Skuja) Anag. & Kom. *	<i>Snowella</i> sp.
<i>K. schmidlei</i> (Jaag) Anag. & Kom.	<i>Spirulina laxa</i> Smith
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gom.) Anag. & Kom. **	<i>Synechocystis</i> sp. *
<i>L. lagerheimii</i> (Gom.) Anag. & Kom.	<i>Woronichinia elorantae</i> Kom. & Kom.-Legn. *
<i>L. perelegans</i> (Lemm.) Anag. & Kom.	

CHRYSOPHYCEAE

<i>Bicoeca</i> cf. <i>synoica</i> Skuja	<i>Salpingoeca serpettei</i> Bourr.**
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof	<i>S. urceolata</i> kent
<i>D. sertularia</i> Ehr.	<i>Salpingoeca</i> sp.
<i>Mallomonas</i> sp.	<i>Synura</i> sp. *
<i>Salpingoeca marsonii</i> Lemm. *	

CRYPTOPHYCEAE

<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.**	<i>Cryptomonas</i> sp.
---------------------------------	------------------------

DINOPHYCEAE

<i>Peridinium</i> cf. <i>cinctum</i> O. Müll. *	<i>Peridinium</i> sp. *
<i>Peridinium</i> cf. <i>volzii</i> Lemm.	

EUGLENOPHYCEAE

<i>Colacium</i> sp.	<i>Phacus</i> cf. <i>pusillus</i> Lemm. **
<i>Euglena</i> cf. <i>acus</i> Ehr. **	<i>Phacus</i> cf. <i>raciborskii</i> Drez. **

* táxons exclusivos no substrato artificial; ** táxons exclusivos no substrato natural.

Continuação...

<i>Euglena cf. gracilis</i> Klebs	<i>Phacus</i> sp. **
<i>Euglena cf. spirogyra</i> Ehr. *	<i>Strombomonas</i> sp. **
<i>E. viridis</i> Ehr. **	<i>Trachelomonas cf. bernardi</i> Wolos. **
<i>Euglena</i> sp.	<i>T. crispera</i> Balech
<i>Lepocinclis</i> sp.	<i>T. hispida</i> (Perty) Stein. *
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	<i>T. intermedia</i> Dang.
<i>P. curvicauda</i> Swir. *	<i>T. klebsii</i> Ehr. **
<i>Phacus cf. polytrophos</i> Poch. *	<i>Trachelomonas</i> sp.

OEDOGONIOPHYCEAE

<i>Bulbochaete</i> sp. *	<i>Oedogonium</i> sp.
<i>Bulbochaete</i> sp. 1	<i>Oedogonium</i> sp. 1
<i>Bulbochaete</i> sp. 2	<i>Oedogonium</i> sp. 2
<i>Bulbochaete</i> sp. 3 *	<i>Oedogonium</i> sp. 3
<i>Bulbochaete</i> sp. 4	<i>Oedogonium</i> sp. 4

ULOTHRICOPHYCEAE

<i>Ulothrix</i> sp.	<i>Uronema</i> sp. **
<i>Uronema elongatum</i> Hodg.	

XANTHOPHYCEAE

<i>Characiopsis acuta</i> (Braun) Borzi **	<i>Characiopsis sphagnicola</i> Pascher **
<i>C. aquilonaris</i> Skuja	<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Näg.) Skuja **
<i>C. elegans</i> Ettl	<i>Stipitococcus vasiformis</i> Tiff.
<i>C. minuta</i> (Braun) Lemm. **	

ZYGNEMAPHYCEAE

<i>Actinotaenium diplosporum</i> (Lund.) Teil. **	<i>Gonatozygon pilosum</i> Wolle *
<i>A. globosum</i> (Bulnh.) Teil.	<i>Haplotaenium minutum</i> (Ralfs) Bando **
<i>A. lagenarioides</i> (Roy) Teil. *	<i>H. minutum</i> (Ralfs) Bando var. <i>attenuatum</i> (W. West) Bando **
<i>Closterium acutum</i> Ehr. *	<i>Hyalotheca dissiliens</i> (Smith) Bréb. ex Ralfs
<i>C. acutum</i> Ehr. var. <i>variabile</i> (Lemm.) W. Krieg.	<i>Micrasterias abrupta</i> West & G.S. West *
<i>C. closterioides</i> (Ralfs) Louis & Peet. *	<i>M. furcata</i> Ralfs
<i>C. closterioides</i> (Ralfs) Louis & Peet. var. <i>intermedium</i> (Roy & Biss.) Ruz. *	<i>M. laticeps</i> Nordst. var. <i>acuminata</i> W. Krieg. **
<i>C. cornu</i> Ehr. ex Ralfs	<i>M. laticeps</i> Nordst. var. <i>laticeps</i>
<i>C. cynthia</i> de Not.	<i>M. mahabuleshwariensis</i> Hobs.
<i>C. diana</i> Ehr. ex Ralfs var. <i>minus</i> Hieron.	<i>M. radiosa</i> Ralfs var. <i>radiosa</i>
<i>C. ehrenbergii</i> Menegh. ex Ralfs **	<i>M. radiosa</i> Ralfs var. <i>elegantior</i> (G.S. West) Croasd.
<i>C. exiguum</i> West & G.S. West *	<i>M. rotata</i> (Grev.) Ralfs ex Ralfs **
<i>C. gracile</i> Bréb.	<i>M. truncata</i> (Corda) Bréb. ex Ralfs var. <i>pusilla</i> G.S. West
<i>C. incurvum</i> Bréb.	<i>Mougeotia</i> sp.
<i>C. jenneri</i> Ralfs	<i>Mougeotia</i> sp. 1
<i>C. laterale</i> Nordst. **	<i>Mougeotia</i> sp. 2

* táxons exclusivos no substrato artificial; ** táxons exclusivos no substrato natural.

Continuação...

<i>Closterium leibleinii</i> Kütz. ex Ralfs	<i>Mougeotia</i> sp. 3
<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehr. ex Ralfs	<i>Mougeotia</i> sp. 4
<i>C. navicula</i> (Bréb.) Lütk.	<i>Mougeotia</i> sp. 5 **
<i>C. nematodes</i> Josh. var. <i>proboscideum</i> Turn. **	<i>Netrium digitus</i> (Ehr.) Itzigs. & Rothe
<i>C. pusillum</i> Hantzsch **	<i>N. digitus</i> (Ehr.) Itzigs. & Rothe var. <i>parvum</i> (Borge) Krieg. **
<i>C. setaceum</i> Ehr. ex Ralfs	<i>N. oblongum</i> (De Bary) Lütk.*
<i>C. tortum</i> B.M. Griffiths **	<i>Octacanthium mucronulatus</i> (Nordst.) Comp.
<i>C. toxon</i> W. West	<i>Onychonema laeve</i> Nordst.
<i>C. tumidum</i> Johns.	<i>Penium exiguum</i> West *
<i>C. tumidum</i> Johns. var. <i>nylandicum</i> Grönbl.	<i>P. margaritaceum</i> (Ehr.) ex Bréb.
<i>C. venus</i> Kütz. ex Ralfs *	<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> (Bréb.) de Bary
<i>Closterium</i> sp.	<i>P. nodosum</i> (Bail.) Lund. **
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Racib. var. <i>minus</i> (West & G. S. West) W. Krieg. & Gerl.	<i>Sphaerosoma aubertianum</i> W. West *
<i>Cosmarium</i> cf. <i>abruptum</i> Lund.*	<i>Spirogyra</i> sp.
<i>C. anisochondrum</i> Nordst. var. <i>tetrachondrum</i> Scott & Grönbl. *	<i>Spirogyra</i> sp. 1
<i>C. bayleyi</i> Wolle *	<i>Spirogyra</i> sp. 2 *
<i>C. bitriangulum</i> Grönbl. var. <i>groenbladii</i> Grönbl.	<i>Spirogyra</i> sp. 3 **
<i>C. blytty</i> Wille	<i>Spirogyra</i> sp. 4 **
<i>C. brasiliense</i> (Wille) Nordst.	<i>Spondylosium moniliforme</i> Lund.
<i>Cosmarium</i> cf. <i>clevei</i> (Lund.) Lütk.**	<i>S. panduriforme</i> (Heimerl) Teil. var. <i>limneticum</i> (West & G. S. West) Först.
<i>C. comissurale</i> (Bréb.) Ralfs var. <i>crassum</i> Nordst.	<i>S. planum</i> (Wolle) West & G.S. West
<i>C. contractum</i> Kirch.	<i>S. pulchelum</i> Arch. **
<i>C. excavatum</i> Nordst.	<i>S. pulchrum</i> Bail.
<i>C. galeritum</i> Nordst. var. <i>borgei</i> Krieg. & Gerl.	<i>S. pygmaeum</i> (Cooke) W. & G.S. West *
<i>C. granatum</i> Bréb. ex Ralfs	<i>Staurastrum ambiguum</i> Turner
<i>C. impressulum</i> Elfv.	<i>S. anatinum</i> Cooke & Wills
<i>C. laeve</i> Rabenh. var. <i>laeve</i>	<i>S. bineanum</i> Rabenh.**
<i>C. laeve</i> Rabenh. var. <i>westii</i> Krieg. & Gerl.*	<i>S. boreale</i> West & G.S. West
<i>C. lagoense</i> (Nordst.) Nordst. var. <i>amoebum</i> Först. & Eck. **	<i>S. brasiliense</i> Nordst. **
<i>C. mamiliferum</i> Nordst. **	<i>S. brebissonii</i> Arch. var. <i>brasiliense</i> Grönbl.
<i>C. margaritatum</i> (Lund.) Roy & Biss. var. <i>margaritatum</i> f. <i>minor</i> (Boldt) West & G.S. West	<i>S. claviferum</i> West & G.S. West
<i>C. minimum</i> var. <i>subrotundatum</i> W. & G.S. West	<i>S. cyclacanthum</i> West & G.S. West
<i>C. moerlianum</i> Lütk. var. <i>brasiliense</i> Borge	<i>S. dilatatum</i> (Ehr.) Ralfs
<i>C. naegelianum</i> Bréb.	<i>S. hagmannii</i> Grönbl.
<i>C. norimbergense</i> Reinsch var. <i>depressum</i> (West & G. S. West) W. Krieg. & Gerl.	<i>S. hantzschii</i> Reinsch
<i>C. panamense</i> Presc.*	<i>S. leptacanthum</i> Nordst. var. <i>borgei</i> Först. *

* táxons exclusivos no substrato artificial; ** táxons exclusivos no substrato natural.

Continuação...

<i>Cosmarium phaseolus</i> var. <i>phaseolus</i> Bréb. ex Ralfs f. <i>minus</i> Boldt.	<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordst. var. <i>leptocladum</i>
<i>C. portianum</i> Arch.	<i>S. leptocladum</i> Nordst. var. <i>cornutum</i> Wille **
<i>Cosmarium protractum</i> (Näg.) de Bary	<i>Staurastrum margaritaceum</i> (Ehr.) Ralfs
<i>C. pseudobroomei</i> Wolle	<i>S. muticum</i> (Bréb.) Ralfs
<i>C. pseudoconnatum</i> Nordst.	<i>S. nudibrachiatum</i> Borge
<i>C. pseudoexiguum</i> Racib.	<i>S. orbiculare</i> (Ehr.) Ralfs var. <i>orbiculare</i>
<i>Cosmarium</i> cf. <i>pseudopyramidatum</i> Lund.**	<i>S. orbiculare</i> (Ehr.) Ralfs var. <i>depressum</i> Roy & Biss.
<i>C. punctulatum</i> Bréb.	<i>Staurastrum</i> cf. <i>polymorphum</i> Bréb. *
<i>Cosmarium</i> cf. <i>pyramidatum</i> Bréb. (Ralfs) *	<i>Staurastrum</i> cf. <i>pseudotetracerum</i> (Nordst.) West & G. S. West
<i>C. quadrum</i> Lund. var. <i>minus</i> Nordst.	<i>S. quadrangulare</i> Bréb. ex Ralfs var. <i>quadrangulare</i>
<i>C. quadrum</i> Lund. var. <i>sublatum</i> (Nordst.) West & G.S. West	<i>S. quadrangulare</i> Bréb. ex Ralfs var. <i>contectum</i> (Turn.)*
<i>C. quinarium</i> Lund. *	<i>S. quadricornnutum</i> Roy & Biss.
<i>C. regnellii</i> Wille **	<i>S. rotula</i> Nordst.**
<i>C. regnesii</i> Reinsch	<i>S. seabaldi</i> Reinsch var. <i>ornatum</i> Nordst.
<i>C. regnesii</i> Reinsch var. <i>montanum</i> Schm.	<i>S. minesotense</i> Wolle
<i>C. reniforme</i> (Ralfs) Arch. var. <i>reniforme</i>	<i>S. setigerum</i> Cleve var. <i>pectinatum</i> West & G.S. West
<i>C. reniforme</i> (Ralfs) Arch. var. <i>compressum</i> Nordst.	<i>S. subavicula</i> West & G.S. West
<i>C. sublobatum</i> (Bréb.) Arch. var. <i>brasiliense</i> Borge	<i>S. tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs
<i>C. subspeciosum</i> Nordst. var. <i>subspeciosum</i>	<i>S. trifidum</i> Nordst. var. <i>inflexum</i> West & G.S. West
<i>C. subspeciosum</i> Nordst. var. <i>validius</i> Nordst. *	<i>Staurastrum</i> sp. *
<i>C. subtumidum</i> Nordst.	<i>Staurodesmus brevispina</i> (Bréb.) Croas.
<i>C. trilobulatum</i> Reinsch	<i>S. clepsydra</i> (Nordst.) Teil.
<i>C. vexatum</i> W. West	<i>S. corniculatus</i> (Lund.) Teil. var. <i>spinigerum</i> W. West
<i>Cosmarium</i> sp. *	<i>S. cuspidatus</i> (Bréb. ex Ralfs) Teil.
<i>Cosmarium</i> sp. 1	<i>S. dejectus</i> (Bréb.) Teil. var. <i>dejectus</i>
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> (Menegh. ex Ralfs) de Bary	<i>S. dejectus</i> (Bréb.) Teil. var. <i>apiculatus</i> (Bréb.) Teil.
Desmidiaceae (<i>Cosmocladium</i> ??)	<i>S. dejectus</i> (Bréb.) Teil. var. <i>brevispinus</i> (Nygaa.) Coesel *
<i>Desmidium aptogonium</i> Bréb. *	<i>S. dickiei</i> (Ralfs) S. Lill.
<i>D. baileyi</i> (Ralfs) Nordst. **	<i>S. glaber</i> (Ehr. ex Ralfs) S. Lill.*
<i>D. grevillii</i> (Kütz.) de Bary **	<i>S. grandis</i> Teil. var. <i>parvus</i> W. & G.S. West**
<i>D. pseudostreptonema</i> West & G.S. West **	<i>S. lobatus</i> (Börger.) Bourr.**
<i>D. swartzii</i> Agardh **	<i>S. mamillatus</i> (Nordst.) Teil.
<i>Euastrum abruptrum</i> Nordst.	<i>S. patens</i> (Nordst.) Croas.
<i>E. denticulatum</i> (Kirchn.) Gay	<i>Staurodesmus</i> cf. <i>spencerianus</i> (Mask.) Teil.*
<i>E. evolutum</i> (Nordst.) W. & G.S. West **	<i>Staurodesmus</i> sp.
<i>E. monocylum</i> (Nordst.) Racib. var. <i>borgei</i> Grönbl.	<i>Teilingia granulata</i> (Roy et Biss.) Bourr.
<i>Groenbladia undulata</i> Nordst. *	<i>T. quadrispinata</i> (Scott et Grönbl.) Bourr.*
<i>Gonatozygon aculeatum</i> Hast.	<i>Zygnema</i> sp.
<i>G. monotaenium</i> de Bary	<i>Zygnema</i> sp.1

* táxons exclusivos no substrato artificial; ** táxons exclusivos no substrato natural.

Algumas das espécies citadas na tabela 1 encontram-se representadas em anexo (Anexos de I a X). Assim, independentemente do tipo de substrato, verifica-se o predomínio de Zygnemaphyceae (desmídias), seguida por Bacillariophyceae (diatomáceas), Chlorophyceae e Cyanophyceae (tabela 1, figura 5).

No substrato natural, observa-se uma diminuição nas desmídias no final do experimento, e principalmente no dia 06; e uma participação mais expressiva das diatomáceas, também no dia 06 de dezembro.

O mesmo é notado para o substrato artificial. Porém, nas últimas coletas, que ocorreram em 09 e 12 de dezembro (18° e 21° dias sucessional), clorofíceas, cianofíceas e outras classes aumentaram sua contribuição (figura 5).

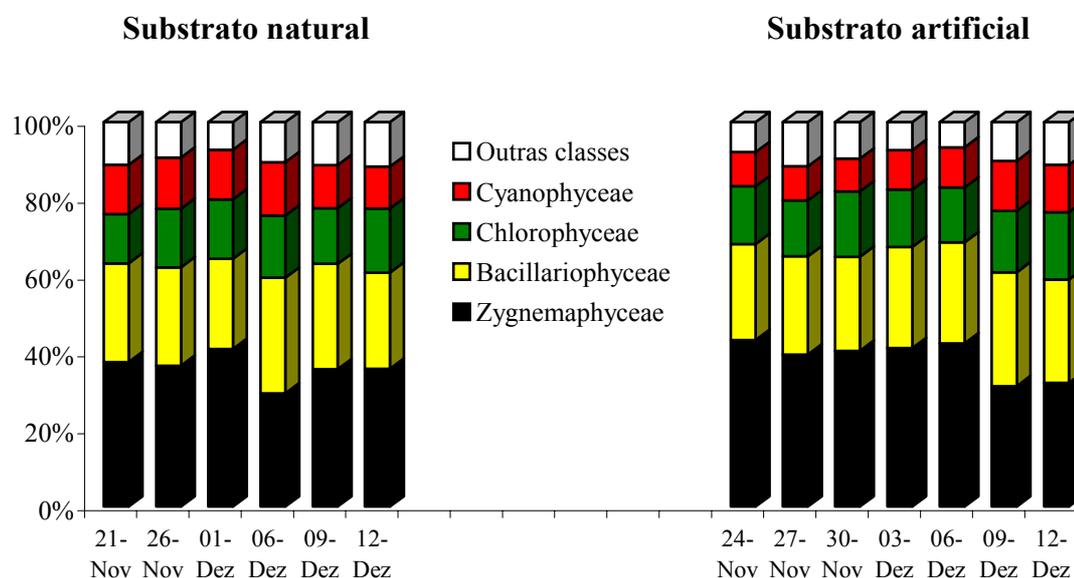


Figura 5: Porcentagem de táxons por classes algais analisadas no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03. Outras classes: Chrysophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Oodogoniophyceae, Ulothricophyceae e Xanthophyceae.

Independentemente do tipo de substrato a classe Zygnemaphyceae, representada principalmente pela ordem Desmidiales, apresentou o maior número de táxons (182), sendo *Staurodesmus*, *Closterium*, *Staurastrum* e *Cosmarium* os mais especiosos, em ordem crescente. Na classe Bacillariophyceae, representada, sobretudo pelas Pennales, *Gomphonema* e *Eunotia* são os mais especiosos. Dentre as Chlorophyceae (clorofíceas), em *Characium*, *Desmodesmus* e *Scenedesmus* ocorreram maior número de espécies.

Formas de vida

Com base em suas formas de vida, as algas foram classificadas em quatro categorias: coloniais, filamentosas, unicelulares flageladas e unicelulares não flageladas (figura 6). Sob essas categorias, as assembléias de ambos os substratos foram dominadas principalmente por desmídias e diatomáceas, as quais possuem praticamente todos os representantes unicelulares não flagelados.

No substrato natural, as formas unicelulares flageladas tiveram a menor representatividade, variando de 9 a 12%, seguidas pelas formas coloniais (14 a 17%), filamentosas (14 a 20%) e unicelulares não flageladas (53 a 60%). No substrato artificial, as unicelulares flageladas variaram de 6 a 9%, as coloniais de 14 a 19%, as filamentosas de 13 a 22% e unicelulares não flageladas de 52 a 63%.

Em relação ao tempo de exposição do substrato artificial, observa-se no dia 24/11 (3º dia sucessional) que a comunidade ficoperifítica apresentou-se muito semelhante ao substrato natural, aumentando a porcentagem de táxons unicelulares flageladas no dia 27/11 (6º dia sucessional). Entre os dias 30/11 a 06/12 (9º a 15º dias sucessionais), as assembléias permaneceram constantes e, a partir de 09/12 (18º dia sucessional), ocorreu uma diminuição na porcentagem de táxons das unicelulares não flageladas e o aumento das formas coloniais e filamentosas (figura 6).

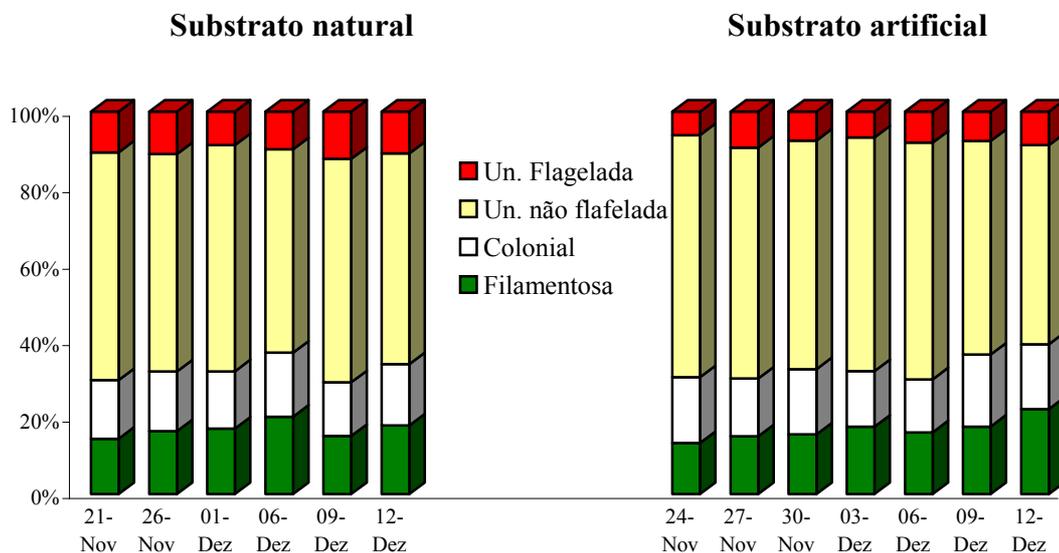


Figura 6: Porcentagem de táxons identificados de acordo com as formas de vida, analisados no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Similaridade taxonômica da comunidade perifítica em substrato artificial

No diagrama da análise de agrupamento para as algas perifíticas do substrato artificial, observa-se a formação de três diferentes momentos ao longo do processo sucessional da comunidade (figura 7). Em um primeiro momento, ficaram separadas as assembléias de espécies referentes ao 3º e 6º dias sucessionais (24 e 27/11); um segundo grupo foi formado, aproximando o período de estabelecimento da comunidade entre 9º e 15º dias (30/11 e 06/12). Entretanto, o 15º dia sucessional ficou diferenciado dos demais por apresentar a maior riqueza de espécies. Por último, ocorreu maior similaridade da comunidade entre o 18º e o 21º dias (figura 7).

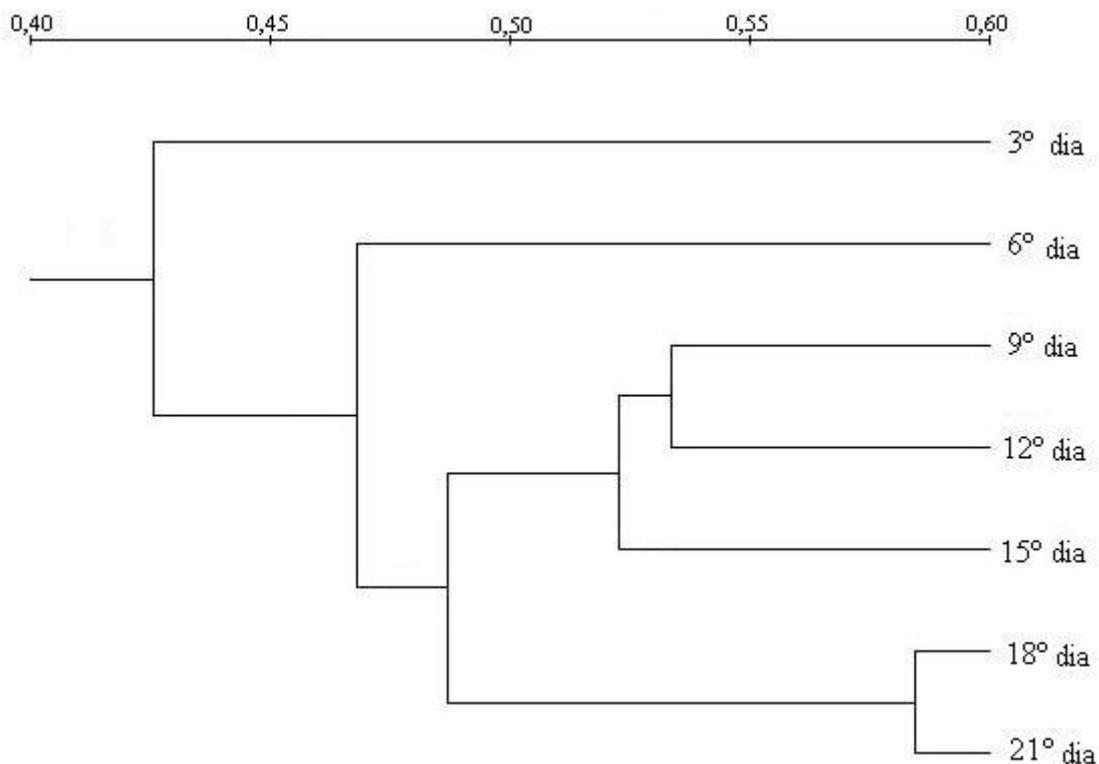


Figura 7: Dendrograma obtido por UPGMA, resultante da análise de agrupamento com base no índice de similaridade de Jaccard, entre todas as espécies de algas da comunidade perifítica do substrato artificial, no período de 21/11 a 12/12/03. Teste de Mantel com $r = 0,86$.

Diversidade Beta da comunidade perifítica em substrato artificial

A diversidade beta foi aplicada com o objetivo de quantificar a renovação ou substituição de espécies entre as amostragens. Essa medida exhibe como a composição de espécies se alterou ao longo dos dias amostrados (períodos sucessionais).

Os resultados dos índices utilizados, para se estimar a diversidade beta, de forma geral, demonstraram que o substrato artificial apresentou maior substituição de espécies ($b - 1 = 0.176$

e $b - 2 = 0.090$). E quando a diversidade beta é analisada por semana, observa-se maior variação na substituição de espécies nas três semanas analisadas, o que ocorreu de forma mais especificamente na 3ª semana e o número de táxons seguiu a mesma tendência da diversidade beta-1 (figura 8). Este elevado número de táxons e diversidade beta-1 deve-se à elevada riqueza de espécies registrada no 15º dia sucessional.

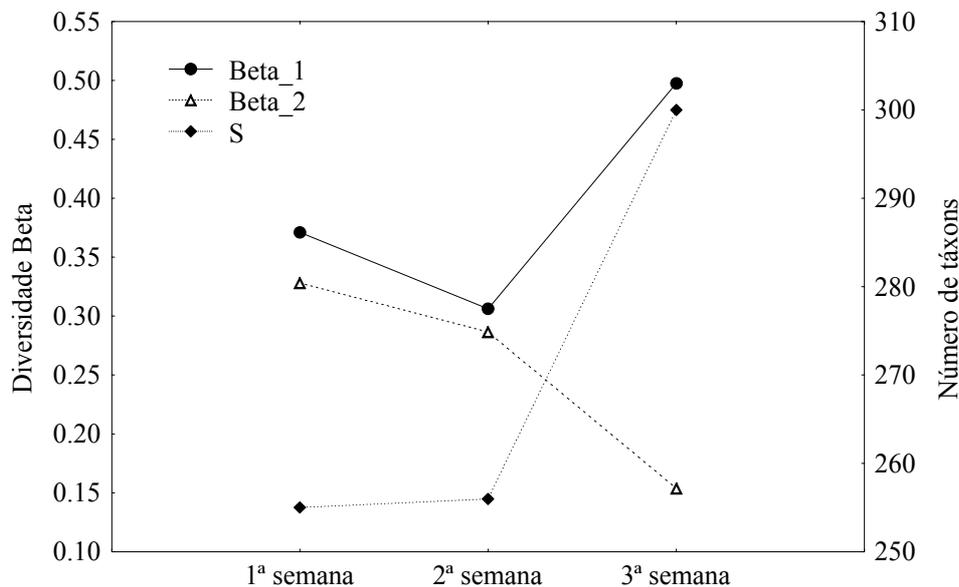


Figura 8: Diversidade Beta e número de táxons analisados nos substratos natural e artificial, coletados no rio do Corvo, (reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Relação entre variáveis abióticas e a comunidade ficoperifítica

Semanalmente a riqueza de táxons do substrato natural correlacionou-se positivamente com NT ($r = 0,95$), PT ($r = 0,88$), PO_4^{-3} ($r = 0,93$), PDT ($r = 0,84$) e negativamente, com o vento ($r = -0,91$) na 1ª semana; correlacionou-se ainda de forma positiva com PO_4^{-3} ($r = 0,92$), na 2ª semana, e também com a turbidez ($r = 0,93$), na 3ª semana.

Quando o processo de sucessão das algas em substrato artificial é analisado semanalmente, observa-se maior influência dos nutrientes e turbidez sobre a riqueza. Na 1ª semana, a riqueza correlacionou-se positivamente com PT ($r = 0,93$), com NH_4^+ ($r = 0,97$), turbidez ($r = 0,91$) e vento ($r = 0,99$). Na 2ª semana, a correlação se deu com o nitrato ($r = 0,95$) e vento ($r = 0,88$), de forma positiva; com o PDT ($r = -0,97$) e a turbidez ($r = -0,93$), ocorreu negativamente. Na 3ª semana, houve uma correlação negativa com a turbidez ($r = -0,98$).

Essa maior influência dos nutrientes, turbidez, vento e precipitação pluviométrica sobre a comunidade de algas epifíticas, pode ter sido causada pela maior oscilação dos valores destas variáveis, como demonstrado na tabela 2.

Tabela 2: Valores das variáveis abióticas medidas no rio do Corvo (reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Semanas	1ª Semana				2ª Semana			3ª Semana		
	Variáveis	21-11	24-11	26-11	27-11	30-11	01-12	03-12	06-12	09-12
Temperatura da água (°C)	26,0	28,2	27,5	26,8	26,7	26,5	27,0	26,9	26,7	28,6
Vento (m.s ⁻¹)	2,8	3,1	1,5	1,0	5,6	1,0	3,4	3,0	6,7	2,3
Turbidez (NTU)	2,9	2,8	2,5	3,0	4,2	6,6	11,9	4,1	27,0	18,7
PT (µg.L ⁻¹)	5,7	9,6	13,1	11,1	18,0	17,8	22,4	22,7	21,6	26,3
PDT (µg.L ⁻¹)	3,1	3,2	5,2	4,4	9,0	8,8	9,2	9,5	8,2	16,6
PO ₄ ³⁻ (µg.L ⁻¹)	2,3	3,3	4,3	4,2	7,0	6,9	3,7	4,7	4,5	3,8
NT (µg.L ⁻¹)	322,1	409,0	392,6	346,8	300,0	299,8	236,5	310,0	300,6	339,5
NO ₃ ⁻ (µg.L ⁻¹)	185,3	215,1	206,3	176,6	120,0	119,0	114,4	136,0	134,0	97,6
NH ₄ ⁺ (µg.L ⁻¹)	18,0	20,9	31,7	65,1	66,0	29,2	35,8	75,0	73,9	44,0

Na bacia do rio Paranapanema há um regime de precipitações com a concentração de chuvas no período de novembro a fevereiro. A elevada precipitação (figura 9) aliada aos ventos fortes, analisados no período de estudo (novembro e dezembro), influenciou na maior quantidade de material alóctone para dentro do reservatório e, assim, contribuiu para aumentar a turbidez e a concentração de nutrientes.

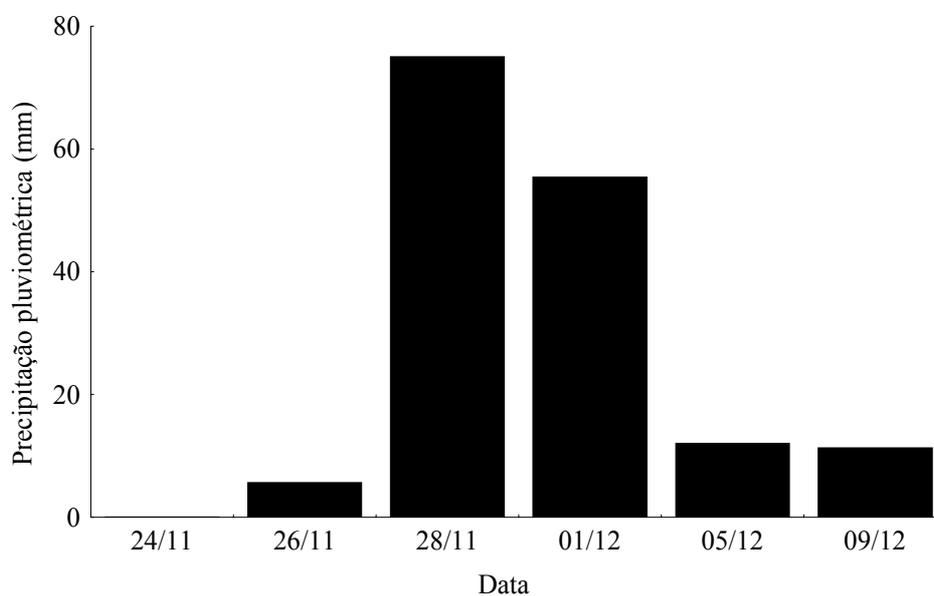


Figura 9: Valores de precipitação pluviométrica obtidos no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Discussão

A heterogeneidade na estrutura da comunidade ficoperifítica pode ser compreendida por meio da composição de espécies em diferentes estágios de sucessão e também da análise das formas de vida, como algas unicelulares, coloniais e filamentosas. Os estudos de distribuição e mobilidade das algas desta comunidade, quando analisados em intervalos de um a dois dias, são mais adequados devido às mudanças populacionais (Wetzel 1983).

Neste estudo, após três dias de colonização, o substrato artificial revelou uma composição de espécies muito similar ao substrato natural. Esse incremento de espécies já nos primeiros dias de colonização possivelmente deve-se ao pool de espécies presentes no ambiente, uma vez que sendo um hábitat ainda não colonizado, os processos de migração facilitam a colonização e sucessão de espécies, permitindo, assim, a composição não somente de espécies colonizadoras e oportunistas de diatomáceas, como também de algas verdes em geral (Chlorococcales e Desmidiiales) e filamentosas, como *Bulbochaete* e *Oedogonium*. A imigração é um processo importante no aumento e sucessão de algas perifíticas em substrato artificial, como já identificado em Stevenson & Peterson (1989).

Além dos processos migratórios no aumento/diminuição de espécies, há que se considerar ainda o estado fisiológico das algas e a questão trófica, já que as algas perifíticas são utilizadas como recursos alimentares por vários organismos heterótrofos. Segundo Ács & Kiss (1993), o aumento no número de espécies de algas perifíticas, no processo sucessional, ocorre simultaneamente por causa da reprodução e da imigração e, a diminuição se dá em função da mortalidade, emigração e herbivoria. É importante destacar ainda que a grande maioria das algas, em geral, utiliza ao menos um substrato para reprodução.

Os resultados da composição das espécies epifíticas de *Egeria najas* e da planta de plástico deste estudo estão de acordo com os de Morin (1986), que também analisou uma composição de espécies aderidas a *Myriophyllum*, similar ao da planta artificial. Apesar de Sabater *et al.* (1998) utilizarem substratos diferentes daqueles empregados neste trabalho, os pesquisadores documentaram que a composição da comunidade de algas perifíticas em substratos naturais (pedras e troncos) foi semelhante à composição dos substratos artificiais (telhas e madeiras).

A classe Zygnemaphyceae apresentou maior número de espécies, seguida por Bacillariophyceae, em ambos os substratos, o que levou a uma dominância das algas unicelulares não flageladas. Este fato também foi constatado por Rodrigues & Bicudo (2004), que registraram as formas unicelulares não flageladas como predominantes nos ambientes estudados, na planície de inundação do alto rio Paraná. Segundo Hillebrand & Sommer (2000), organismos unicelulares

têm maior aptidão para proliferar rapidamente nos habitats; enquanto organismos multicelulares, com estruturas vegetativas e reprodutivas, que exigem maior desenvolvimento ou são fragmentadas, são mais lentos no processo de proliferação. Isso, provavelmente, explica a maior dominância de organismos unicelulares não flagelados em nosso estudo.

A grande representatividade de Zygnemaphyceae – desmídias pode estar relacionada, em parte, a quantidade de substrato disponível para colonização (diversidade de vegetação aquática), aos valores elevados de nutrientes e a temperatura da água. Rodrigues & Bicudo (2001) relacionaram a grande riqueza de desmídias na comunidade perifítica a presença de estandes de macrófitas aquáticas. Conforme Coesel & Wardenaar (1990), uma variação da temperatura entre 25-30°C é considerada ótima para o crescimento das desmídias. Como explicita Coesel (1996), em regiões tropicais, a flora mais diversificada de desmídias, tanto em espécies como em gêneros, provavelmente, deve-se às temperaturas mais elevadas. Dessa forma, o rio do Corvo, ambiente de região tropical, com temperaturas variando de 26 a 28° C, elevadas concentrações de nutrientes e diversidade de vegetação aquática, torna-se um local favorável ao desenvolvimento desta flora algal. É necessário salientar que as desmídias apresentaram uma quantidade elevada de espécies incluídas em alguns gêneros, como *Staurodesmus* (15), *Closterium* (25), *Staurastrum* (32) e *Cosmarium* (49). Esses gêneros são considerados cosmopolitas e, neste estudo, corresponderam a 66,5% do total das Desmidiales.

A participação das diatomáceas, com várias espécies de *Eunotia* (maior número de espécies nas Penales), constituindo grandes filamentos de células agregadas em cadeias (*E. pectinalis*, *E. sudetica*, *E. camelus*) ou formando extensas “colônias arborescentes” ligadas entre si, pelas extremidades (*E. flexuosa* e *E. lineolata*), entre outras, pode estar relacionada às características morfológicas e adaptativas de cada táxon, uma vez que estas algas são melhor adaptadas ao hábito perifítico, além de estarem agrupadas e envolvidas em bainhas de mucilagens que facilitam a aderir melhor aos substratos.

Dentre as clorofíceas, as Chlorococcales foram representadas principalmente por *Characium*, *Desmodesmus* e *Scenedesmus*. Os representantes de *Desmodesmus* e *Scenedesmus* são extremamente comuns em qualquer tipo de ambiente, oligo, meso ou eutrófico (Lürling 2003, Bicudo & Menezes 2006), e estão entre os primeiros a colonizar o ambiente (Bicudo & Menezes 2006). As características mais eutróficas do ambiente estudado (rio do Corvo) possibilitaram o desenvolvimento de espécies desta Ordem. Quanto as espécies de *Characium*, estas possivelmente pelo estágio de desenvolvimento do biofilme perifítico foram favorecidas pelo aumento de espécies de algas verdes filamentosas (como *Oedogonium* e *Bulbochaete*) e

também pela maior quantidade de espécies do gênero *Eunotia*, aos quais encontravam-se fixos pelos discos de fixação.

A diminuição no número de espécies ao longo dos dias, do substrato natural, provavelmente, deve-se aos eventos de perturbação, que ocorreram nos dias de maior intensidade pluviométrica. Por outro lado no substrato artificial, observou-se um comportamento diferenciado, possivelmente, por estar ainda em processo sucessional, uma vez que o aumento de espécies foi gradual até o dia 30/11 (9º dia sucessional), havendo uma diminuição no dia 03/12 (12º dia). Nesse período, ocorreu elevada precipitação na noite do dia 01/12, ou seja, dois dias antes da coleta do 12º dia. A partir deste período, as condições ambientais estabilizaram-se até o dia 05/12, quando houve uma chuva menos intensa, que, possivelmente, não influenciou muito na riqueza específica. Conseqüentemente, a riqueza atingiu o pico máximo no dia 06/12 (15º dia sucessional), voltando a diminuir drasticamente a partir do 09/12 (18º dia), período em que a chuva, assim como o vento, foram marcantes.

A maior substituição de espécies no substrato artificial, demonstrada pelos índices de diversidade beta, provavelmente, deve-se, em parte, ao fato de este substrato estar em processo sucessional de espécies, quando comparado ao substrato natural. Esse fato é mais marcante na 3ª semana de colonização quando há um máximo de riqueza regional, fase de maturidade da comunidade. Nesta etapa, a diversidade beta-1 foi superior a beta-2, evidenciando a substituição de espécies que ocorreu na comunidade em relação ao tempo de exposição. As observações mostraram os seguintes padrões: (a) a diversidade beta variou localmente até duas vezes o seu valor inicial; (b) a proporção em que a diversidade beta muda dentro da comunidade pode variar consideravelmente, sugerindo uma elevada heterogeneidade florística entre as semanas amostradas. Estudos de sucessionais em períodos de curta duração são mais apropriados para analisar os efeitos das variáveis abióticas, uma vez que, com o passar do tempo, a interação dos fatores associados à própria comunidade aumenta (Cattaneo & Amireault 1992).

A oscilação da diversidade pode ser explicada pela predominância de espécies resilientes presentes na comunidade ficoperifítica, as quais conseguem se recuperar de eventos perturbadores, como oscilações nos níveis da água e maior movimentação da coluna da água, provocados pela precipitação pluviométrica e ventos constantes. *A. minutissimum*, por exemplo, é amplamente registrada como colonizadora intermediária e altamente resistente a distúrbios (Biggs & Thomsen 1995). A alta resistência de muitas diatomáceas aos efeitos das ondas, até mesmo de inundações, mostra vantagens competitivas (Biggs & Thomsen 1995) e permite sua dominância nos ambientes de rios com alta freqüência de inundações. Com base nos estudos de sucessão de algas perifíticas, as assembléias seriam mais resilientes em ambientes heterogêneos,

do que em ambientes homogêneos, porque a diversidade de espécies em um habitat aumentaria o uso eficiente de recursos disponíveis (Stevenson 1997). Os resultados observados neste estudo são condizentes com as previsões de Harrinson *et al.* (1992), os quais afirmam que a diversidade beta deve aumentar em gradientes ambientais de maior variabilidade.

A diferenciação da comunidade perifítica do substrato artificial se deu em três fases: a inicial formada pelos dias 24 e 27/11 (3º e 6º dias sucessionais), quando a comunidade recebeu incremento gradual de espécies; a fase intermediária, na qual ocorreu ainda aumento do número de espécies, aumento esse que atingiu o máximo no dia 06/12 (15º dia) e a fase final, momento em que houve uma redução drástica no número de espécies, provavelmente, devido aos eventos de perturbação.

De acordo com Patrick & Reimer (1975), o tempo de exposição para que a comunidade do perifiton atinja seu estado de maturidade é de duas semanas e pode ser alterado, dependendo do tipo de ambiente e da temperatura da água. Conseqüentemente, o tipo de ambiente e o tipo de substrato influenciaram no tempo de exposição quanto à maturidade da comunidade epifítica, no rio do Corvo, uma vez que essa fase foi alcançada por volta da 2ª e 3ª semanas de colonização. Portanto, a maturidade da comunidade ficoperifítica ocorreu na semana de maior riqueza e diversidade de espécies, como analisado por outros pesquisadores (Cattaneo *et al.* 1975, Lam & Lei 1999, Rodrigues & Bicudo 2001, Almeida 2001).

Rodrigues & Bicudo (2001) relacionaram a maior riqueza de espécies, tanto no substrato natural quanto artificial (lâminas de vidro), à maior disponibilidade de nutrientes, em especial o fósforo. A turbidez foi citada por Albay & Akcaalan (2003) como um dos fatores controladores do processo de colonização, quanto à composição algal epifítica, diversidade e riqueza de espécies em lâminas de vidro. Perturbações como variações acentuadas do nível hidrológico do rio Paraná e fortes ventos foram os principais fatores controladores da sucessão perifítica, em substrato artificial, em intervalos curtos de tempo (Rodrigues & Bicudo 2004). Sendo assim, os processos ambientais de cada habitat exercem uma influência direta no desenvolvimento, na composição e distribuição da comunidade ficoperifítica, especificamente no que diz respeito à flora algal de cada lugar (Weitzel 1979, Casco & Toja 1994).

Segundo Cattaneo & Kalff (1978), existem abordagens diferenciadas na literatura a respeito dos efeitos das macrófitas aquáticas sobre as epífitas. Há quem defenda existir uma competição entre macrófitas e epífitas por nutrientes. Outros, porém, defendem que há transferência de nutrientes das macrófitas para as epífitas, o que beneficia as últimas. (Cattaneo *et al.* (1998) ressaltaram que as plantas submersas proporcionam uma arquitetura diferenciada ao oferecerem diferentes oportunidades para as epífitas como superfícies com melhor iluminação e

retenção de detritos nos talos e raízes. Entretanto, sabe-se que para a comunidade perifítica, independentemente da forma como os nutrientes são assimilados, haverá influência do estado trófico da água, do tipo de substrato e das condições fisiológicas, maturidade e composição da comunidade.

Finalizando, os resultados da composição taxonômica, riqueza de espécies e formas de vida das algas perifíticas do substrato natural (*Egeria najas*) e artificial (planta de plástico) foram semelhantes, corroborando assim a hipótese inicial. Os resultados das análises de similaridade e diversidade beta da comunidade ficoperifítica representados pelo substrato artificial, os quais alcançaram valores máximos no 15º dia sucessional, nos permitem sugerir que a comunidade atingiu seu estado de maturidade. A composição da comunidade de algas epifíticas respondeu prontamente às modificações ocorridas no ambiente. Este fato foi corroborado pelas correlações entre a riqueza de espécies com nutrientes (sobretudo fósforo e nitrogênio), turbidez, vento e precipitação pluviométrica.

Agradecimentos

Agradecemos aos biólogos e técnicos do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura – Nupélia, pelo suporte técnico-científico e também ao PEA (Programa de Pós-Graduação em Ambientes Aquáticos Continentais) da Universidade Estadual de Maringá pelo apoio logístico na execução do projeto, a CAPES pela concessão da bolsa de doutorado e a Silvia Emiliano pela correção do português.

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.
- ALBAY, M. & AKCAALAN, R. 2003. Comparative study of periphyton colonization on common reed (*Phragmites australis*) and artificial substrate in a shallow lake, Manyas, Turkey. *Hydrobiologia* 506-509: 531-540.
- ALMEIDA, A.C.G. 2001. Desenvolvimento da comunidade perifítica sobre substrato artificial em um reservatório paranaense. Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 3 – Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie* 80: 327-472.

- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 5 – Stigonematales. *Archiv für Hydrobiologie* 86: 1-73.
- BICUDO, C.E.M. & MENEZES, M. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil (Chave de identificação e descrições). RiMa, São Carlos.
- BIGGS, B.J.F. & THOMSEN, H.A. 1995. Disturbance of stream periphyton by perturbations in shear stress: time to structural failure and differences in community resistance. *Journal of Phycology* 31: 233-241.
- CASCO, M.A. & TOJA, J. 1994. The distribution and interaction of algal communities in reservoir. *Archiv für Hydrobiologie Beiheft Ergebnisse der Limnologie* 40: 85-96.
- CATTANEO, A., GHITTORI, S. & VENDEGNA, V. 1975. The development of benthonic phytocenosis on artificial substrates in the Ticiano river. *Oecologia* 19: 315-327.
- CATTANEO, A. & KALFF, J. 1978. Seasonal changes in the epiphyte community of natural and artificial macrophytes in lake memphremagog (Que & VT). *Hydrobiologia* 60: 135-144.
- CATTANEO, A.; KALFF, J. 1979. Primary production of algae growing on natural and artificial aquatic plants: a study of interactions between epiphytes and their substrate. *Limnology and Oceanography* 24: 1031-1037.
- CATTANEO, A. & AMIREAULT, M.C. 1992. How artificial are artificial substrata for periphyton? *Journal of the North American Benthological Society* 11(2): 244-256.
- CATTANEO, A., GALANTI, G., GENTINETTA, S. & ROMO, S. 1998. Epiphytic algae and macroinvertebrates on submerged and floating-leaved macrophytes in an Italian lake. *Freshwater Biology* 39: 725-740.
- COESEL, P. F. M. 1996. Biogeography of desmids. *Hydrobiologia* 336: 41-53.
- COESEL, P. F. M. & WARDENAAR, K. 1990. Growth responses of planktonic desmid species in a temperature – light gradient. *Freshwater Biology* 23: 551-560.
- CROASDALE, H. & FLINT, E.A. 1986. *Flora of New Zealand: Freshwater algae, Chlorophyta, Desmids*. Government Printer, Wellington.
- CROASDALE, H. & FLINT, E.A. 1988. *Flora of New Zealand: Freshwater algae, Chlorophyta, Desmids*. Government Printer, Wellington.
- DILLARD, G.E. 1990. *Freshwater Algae of the Southeastern United States. Part 3. Chrolophyceae: Zygnematales: Mesotaeniaceae and Desmidiaceae (Section 1)*. *Bibliotheca phycologica*, v.85. J. Cramer, Berlin.
- DILLARD, G.E. 1991. *Freshwater Algae of the Southeastern United States. Part 4. Chrolophyceae: Zygnematales: Desmidiaceae (Section 2)*. *Bibliotheca phycologica*, v.89. J. Cramer, Berlin.

- FÖRSTER, K. 1982. Conjugatophyceae: Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae). In *Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie* (G. Huber-Pestalozzi, ed.). Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- GOLDSBOROUGH, L. G.; ROBINSON, G. G. C. & GURNEY, S. E. 1986. An enclosure/substratum system for in situ ecological studies of periphyton. *Archiv für Hydrobiologie* 106: 373-393.
- HARRISON, S., ROSS, S. J. & LAWTON, J. H. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *Journal of Animal Ecology* 61: 151-158.
- HILLEBRAND, H. & SOMMER, U. 2000. Diversity of benthic microalgae in response to colonization time and eutrophication. *Aquatic Botany* 67: 221-236.
- HIGASHI, M., MIURA, T., TANIMIZU, K. & IWASA, Y. 1981. Effect of the feeding activity of snails on the biomass and productivity of an algal community attached to a reed stem. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Limnologie* 21: 590-595.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes 2 – Chroococcales. *Archiv für Hydrobiologie* 73: 157–226.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4 – Nostocales. *Archiv für Hydrobiologie* 82: 247-345.
- KRAMMER, K., LANGE-BERTALOT, H., 1986. Bacillariophyceae: Naviculaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasser flora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer, Stuttgart, 2° vol., 1: 876p.
- KRAMMER, K., LANGE-BERTALOT, H., 1988. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasser flora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer, Stuttgart, 2° vol., 2/2, 596p.
- KRAMMER, K., LANGE-BERTALOT, H., 1991. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasser flora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer, Stuttgart, 2° vol., 3: 576p.
- LAM, P. K. S. & LEI, A. 1999. Colonization of periphytic algae on artificial substrates in a tropical stream. *Diatom Research* 14(2): 307-322.
- LÜRLING, M. 2003. Phenotypic plasticity in the green algae *Desmodesmus* and *Scenedesmus* with special reference to the induction of defensive morphology. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 39(2): 85-101.
- MACKERETH, F.J.H., HERON, J. & TALLING, J.F. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Titus Wilson & Sons Ltd, Kendall. (Freshwater Biological Association Scientific Publication n° 36). 117 pp

- MORIN, J.O. 1986. Initial colonization of periphyton on natural and artificial apices of *Myriophyllum heterophyllum* Michx. *Freshwater Biology* 16: 685-694.
- MOSCHINI-CARLOS, V., HENRY, R. & POMPÊO, M. L. M. 2000. Seasonal variation of biomass and productivity of the periphytic community on artificial substrata in the Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia* 434: 35-40.
- NOGUEIRA, M.G., JORCIN, A., VIANA, N.C. & BRITTO, Y.T. 2002. Uma avaliação dos processos de eutrofização nos reservatórios em cascata do rio Paranapanema (SP/PR), Brasil. *In Seminário Internacional Gestión Ambiental e Hidroelectricidad*. Disponível em CD-Rom. Salto, Argentina – Uruguay, CACIER-CTMSG. p.91-106.
- PATRICK, R. & REIMER, C.W. 1966. The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii. Livingstgon Company, Philadelphia. v. 1, pt. 1 (Monography n.13), 688p.
- PATRICK, R. & REIMER, C.W. 1975. The Diatoms of United States: exclusive of Alaska and Hawaii. Academy of Natural Sciences, Philadelphia, v.2, pt.1. (Monography n.13). 213p.
- PRESCOTT, G. W. ALGAE of de Western great lakes area. Koenigstein/W-Germany: Otto Koeltz Science Publishers. 1982.
- PRESCOTT, G.W., CROASDALE, H.T., VINYARD, W.C. & BICUDO, C.E.M. 1981. A Synopsis of North American Desmids; Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 3. *In Desmidiales*. (G.W. Prescott, ed.). University Nebraska Press, Lincoln.
- PRESCOTT, G.W., BICUDO, C.E.M. & VINYARD, W.C. 1982. A Synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 4. *In Desmidiales*. (G.W. Prescott, ed.). University Nebraska Press, Lincoln.
- RODRIGUES, L. & BICUDO, D.C. 2001. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 235-248.
- RODRIGUES, L. & BICUDO, D. C. 2004. Periphytic Algae. *In The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation*. S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & N.S. Hahn, eds.). Leiden, The Netherlands, Backhuys Publishers, pp. 125-143.
- ROHLF, F. J. 1989. NTSYS-PC. Numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 1,50. Exeter Publ. Ltda.
- ROUND, F.E. 1965. *The Biology of the algae*. London, Edward Arnold (Publishers) Ltd.
- ROUND, F.E. 1971. The taxonomy of the Chlorophyta, 2. *British Phycological Journal* 6(2): 235-264.

- SABATER, S., GREGORY, S.V. & SEDELL, J.R. 1998. Community dynamics and metabolism of benthic algae colonizing wood and rock substrata in a forest stream. *Journal of Phycology* 34: 561-567.
- SCHWARZBOLD, A. 1992. Efeitos do regime de inundação do rio Mogi-guaçu (SP) sobre a estrutura, diversidade, produção e estoques do perifiton da Lagoa do Infernã. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- SLÁDEČKOVÁ, A. 1962. Limnological investigation methods for the periphyton ("Aufwuchs") community. *Revista de Botânica*, 28(2): 286-350.
- SOLORZANO, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. *Limnology and Oceanography*, 14:799-801.
- STATSOFT, Inc. (2000). *STATISTICA for Windows* [Computer program manual]. Tulsa.
- STEVENSON, R.J. 1997. Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. *Journal of the North American Benthological Society* 16(1): 248-262.
- STEVENSON, R.J. & PETERSON, C.G. 1989. Variation in benthic diatom (Bacillariophyceae) immigration with habitat characteristics and cell morphology. *Journal of Phycology* 25: 120-129.
- VALDERRAMA, J.C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.*, 10:109-122.
- WEITZEL, R.L. 1979. Periphyton measurements and application. *In* *Methods and measurements of periphyton communities: a review*. (R.L. Weitzel, ed.). American Society for Testing and Materials, Philadelphia 3-33.
- WETZEL, R.G. 1981. *Limnologia*. Ediciones Omega S.A., Barcelona.
- WETZEL, R.G. 1983. Recommendations for future research on periphyton. *In* *Periphyton of freshwater ecosystems* (R.G. Wetzel, ed.). *Developments in Hydrobiology*, 17. Dr. W. Junk, The Hague, 339-346.
- WETZEL, R. G. & LIKENS, G.E. 1991. *Limnological analyses*. 2. New York, Springer Verlag.

ANEXOS

Anexo I

Figuras 9, 10 e 11: *Ankistrodesmus falcatus* (32 x 2 μm);

Figura 12: *Monoraphidium arcuatum* (51,2 x 2,5 μm);

Figura 13: *M. griffithii* (48,6 x 3,6 μm);

Figura 14: *A. fusiformis* (31,2 x 1,2 μm);

Figura 15: *Coelastrum indicum* (5,5-9,5 μm de diâmetro da célula);

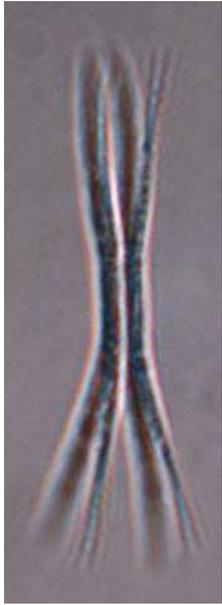
Figura 16: *Drepanochloris uherkovichii* (10 x 2,5-3 μm);

Figura 17: *Scenedesmus bijugus* (20,4 x 9,6 μm);

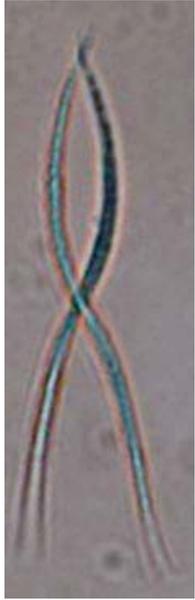
Figura 18: *Coleochaete orbicularis* (16,9 μm de diâmetro da célula);

Figura 19: *Pediastrum duplex* (18-20 x 26 μm).

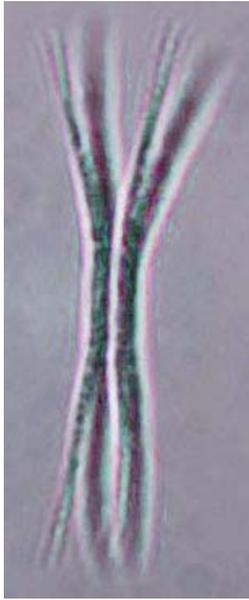
Anexo I



9



10



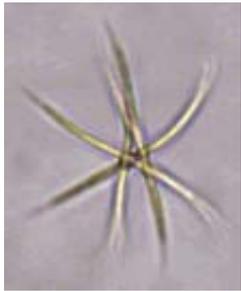
11



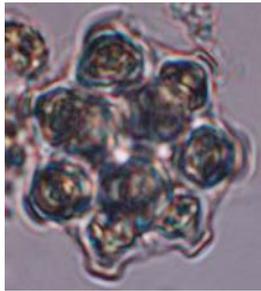
12



13



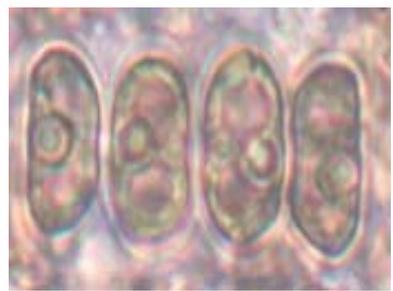
14



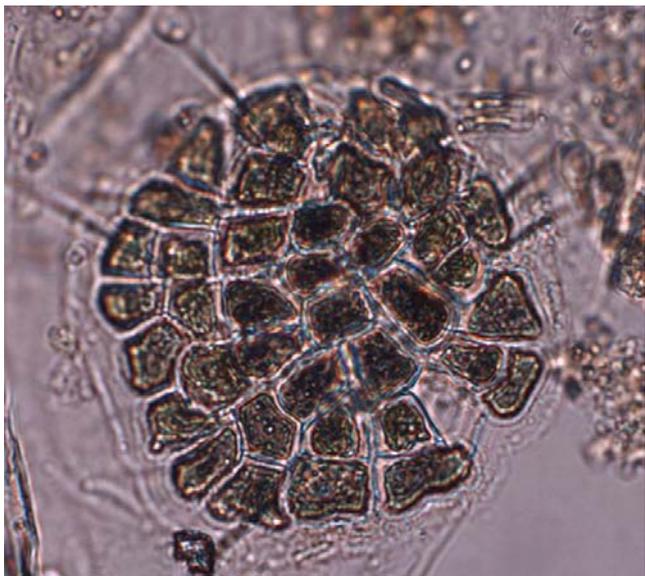
15



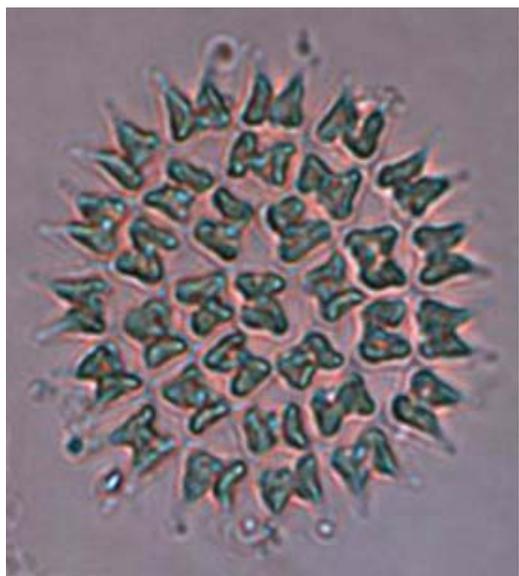
16



17



18



19

Anexo II

Figuras 20 e 21: *Desmodesmus armatus* (10-17,5 x 4,5-6; espinho: 6-11 μm);

Figura 22: *D. denticulatus* (10-14,6 x 3,7-5 μm);

Figura 23: *D. quadricauda* (14-22 x 6-7; espinho: 7-15 μm);

Figura 24: *Characium ornithocephalum* (20-30 com haste x 4,5-6; haste: 7-11 μm);

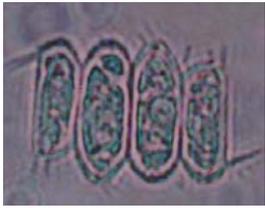
Figura 25: *Uronema elongatum* (17,5 x 3,7 μm);

Figura 26: *Bulbochaete* (13-24,3 x 13,17,5 μm) sobre *Oedogonium* (33-100 x 40 μm):

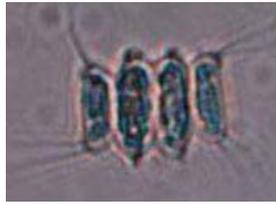
Figura 27: *Oedogonium* (32-90 x 6-11 μm);

Figura 28: *Bulbochaete* (40-60 x 14-18 μm).

Anexo II



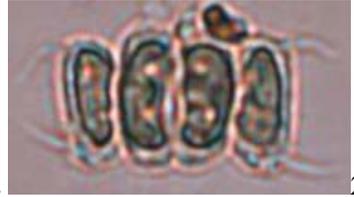
20



21



22



23



24



25



26



27



28

Anexo III

Figura 29: *Oedogonium* (12-24 x 3,5-5 µm);

Figura 30: *Achnantheidium minutissimum* (9 x 5 µm) sobre célula de *Bulbochaete*;

Figura 31: *Gomphonema augur* sobre *Eunotia*;

Figura 32: Pedúnculo com *Gomphonema*;

Figuras 33-35: *Eunotia* em cadeias;

Figura 36: *E. didyma* (48,6-124 x 9-20 µm; 9-12 estrias);

Figura 37: *Frustulia rhomboides* (34-55 x 9,7-13,7 µm);

Figura 38: *Navicula* sp. (31 x 7 µm);

Figura 39: *Fragilaria capucina* (40-52 x 3-5 µm; 16 estrias);

Figura 40: *Cymbella* cf. *naviculiformes* (31-40 x 6-13µm);

Figura 41: *Encyonema mesianum* (26,5-32 x 7-8,5 µm; 10-12 estrias);

Figura 42: *E. minutum* (17,5-22 x 5-6,5 µm; 10-12 estrias);

Figura 43: *Eunotia camelus* (21-51 x 7-8 µm; 10-11 estrias);

Figura 44: *Diploneis* sp. (29,5 x 17,5 µm).

Anexo III



29



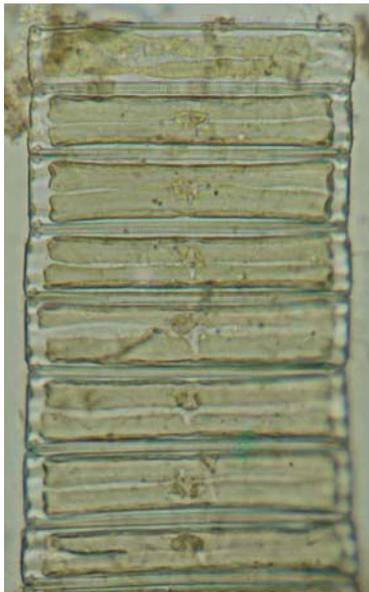
30



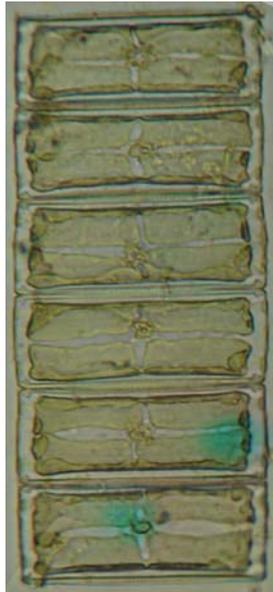
31



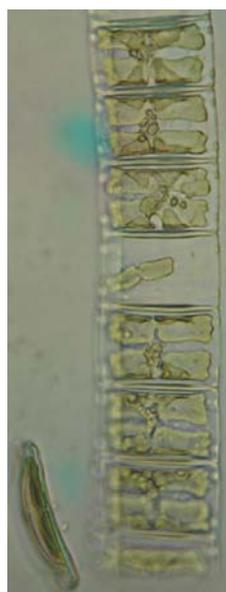
32



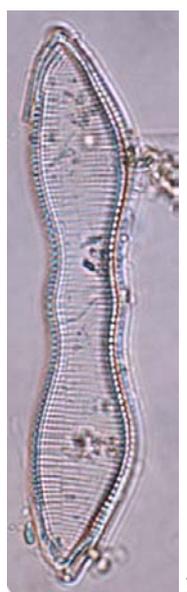
33



34



35



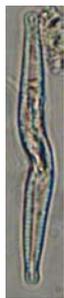
36



37



38



39



40



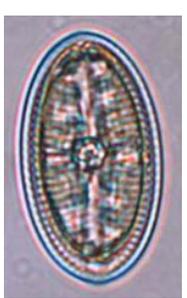
41



42



43



44

Anexo IV

Figuras 45-46: Espécies de *Eunotia* conectadas pelas extremidades;

Figura 47: *Pinnularia* sp. (180 x 26 µm);

Figura 48: *Gomphonema augur* var. *turris* (62-71 x 16-17 µm; 8 estrias);

Figura 49: *G. augur* (79,2 x 19,2 µm);

Figura 50: *G. subtile* (43,2 x 8,5 µm; 11 estrias);

Figura 51: *Gomphonema* sp. (36,7 x 7,5 µm);

Figura 52: *G. brasiliense* (17-32 x 4-9 µm; 12-14 estrias).

Anexo IV



45



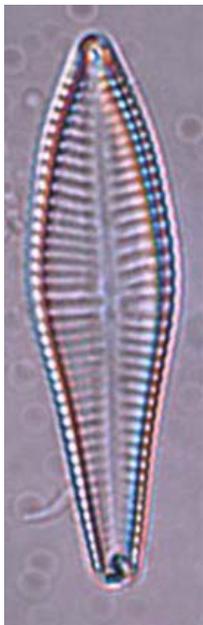
46



47



48



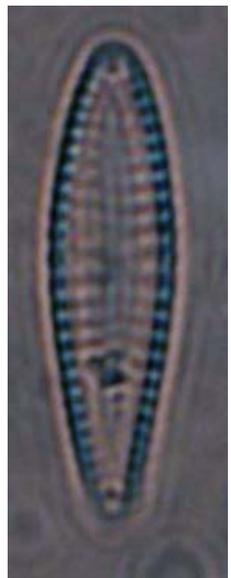
49



50



51



52

Anexo V

Figura 53: *Microcystis aeruginosa* (célula com 6-9 μm de diâmetro);

Figura 54: *Radiocystis fernandoi* (célula com 7,5 μm de diâmetro);

Figura 55: *Merismopedia glauca* (3,0 μm de diâmetro);

Figura 56: *Phormidium irriguum* (2-6,8 x 3,3-7 μm);

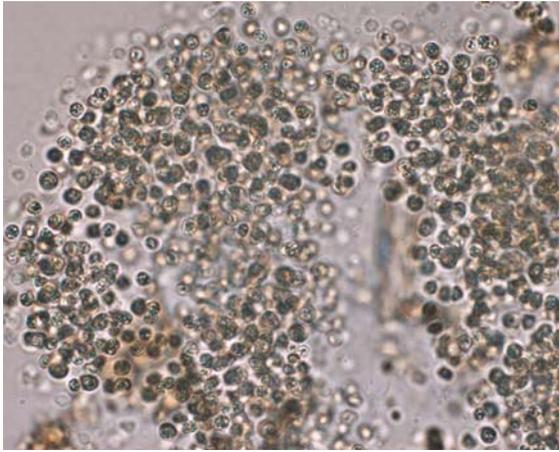
Figuras 57-58: *Oscillatoria principis* (2-5 x 14-20,5 μm);

Figura 59: *Komvophoron crassum* (2,2-5,6 x 2,2-3,7 μm);

Figura 60: *K. minutum* (2 x 2 μm);

Figura 61: *Isthmochloron lobulatum* (40 x 46 μm).

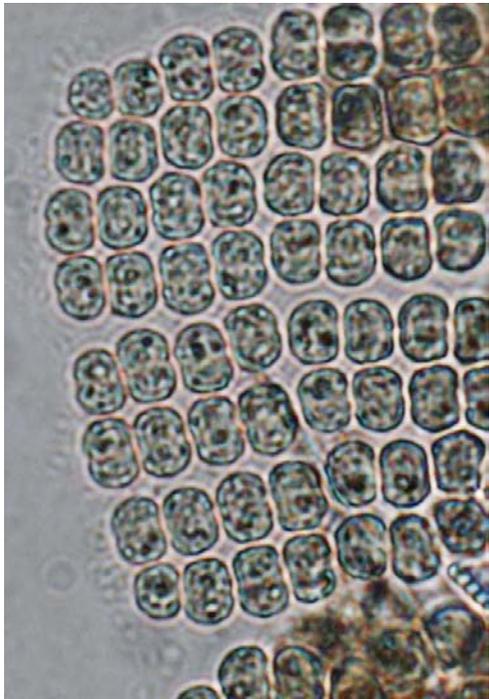
Anexo V



53



54



55



56



57



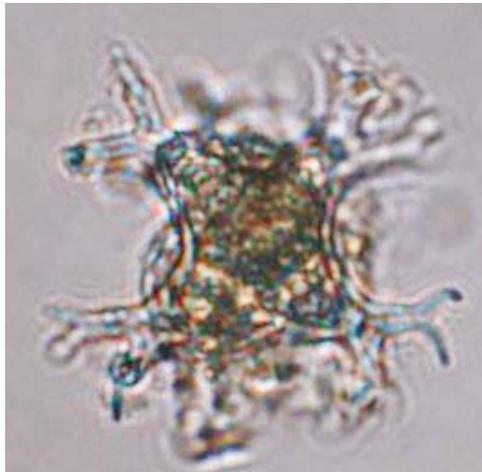
58



59



60



61

Anexo VI

Figura 62: *Actinotaenium globosum* (30-32 x 15,5-17,5 µm);

Figura 63: *Closterium cornu* (55-85 x 4,7-6,5 µm);

Figura 64: *C. incurvum* (40-60 x 7-11,5 µm);

Figura 65: *C. leibleinii* (90-160 x 17-35 µm);

Figura 66: *C. tumidum* (123,7-140 x 20 µm);

Figura 67: *C. setaceum* (200-270 x 8-15 µm);

Figuras 68-69: *C. laterale* (440 x 54 µm);

Figura 70: *Haploaenium minutum* (176 x 16 µm);

Figura 71: *Cosmarium granatum* (26,7-37,5 x 17,5-26; istmo: 5-6 µm);

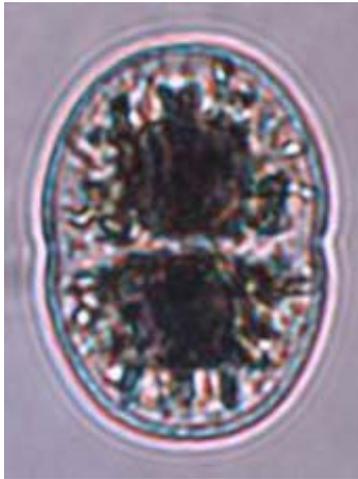
Figura 72: *C. subtumidum* (22-27 x 17-22; istmo: 4-8,5 µm);

Figura 73: *C. contractum* (22,5 x 17; istmo: 5,7 µm);

Figura 74: *C. norimbergense* var. *depressum* (15-17 x 13-15; istmo: 4,5-5 µm);

Figura 75: *C. trilobulatum* (25 x 20-21; istmo: 5,3-7,5 µm).

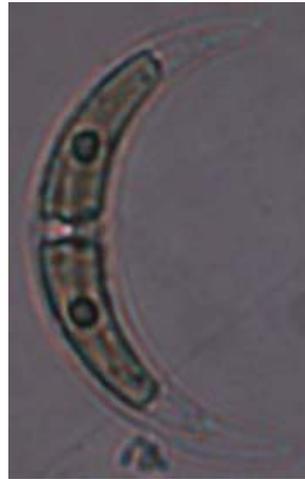
Anexo VI



62



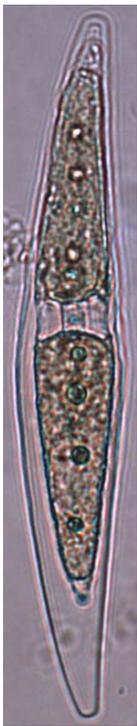
63



64



65



66



67



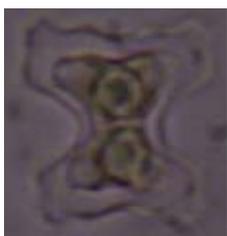
68



69



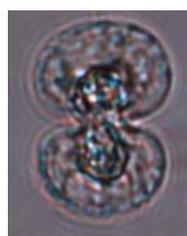
70



71



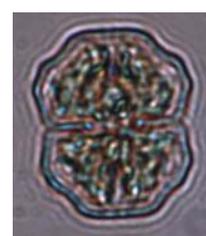
72



73



74



75

Anexo VII

Figuras 76-77: *Cosmarium portianum* (43,7 x 34; istmo: 15 μm);

Figura 78: *C. punctulatum* (17-22,5 x 15-21,5; istmo: 4-7 μm);

Figura 79: *C. regnesii* (12-14 x 12,5-14 μm);

Figura 80: *C. pseudobroomei* (30-34 x 33-36; istmo: 10-12 μm);

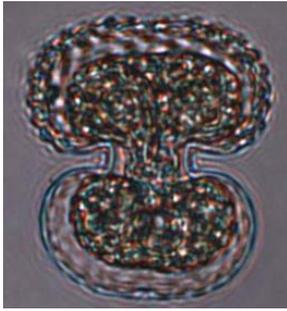
Figura 81: *C. quadrum* var. *minus* (44-52,5 x 46-50; istmo: 12,5-15,4 μm);

Figura 82: *C. pseudoconnatum* (36-42,5 x 27-32,5 μm);

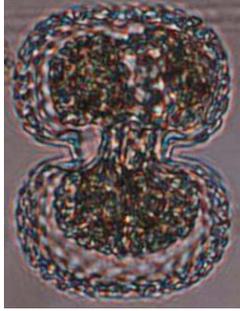
Figuras 83-84: *Cosmarium* cf. *clevei* (80-97,5 x 20-22,5; istmo: 14-15 μm);

Figura 85: *C. quadrum* var. *sublatum* (70-75 x 78-96; istmo: 22-25 μm).

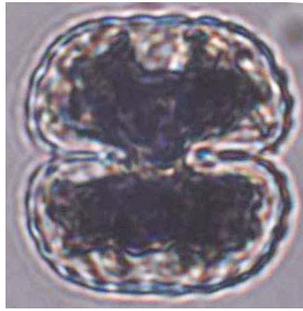
Anexo VII



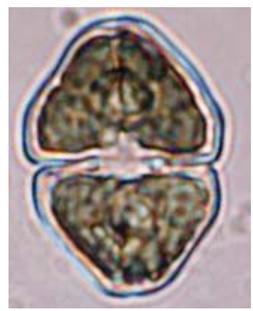
76



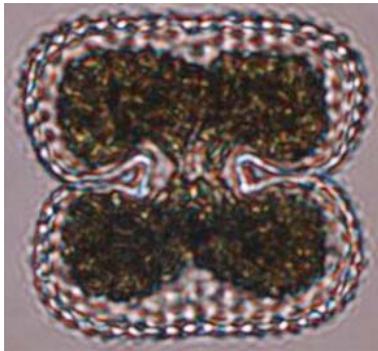
77



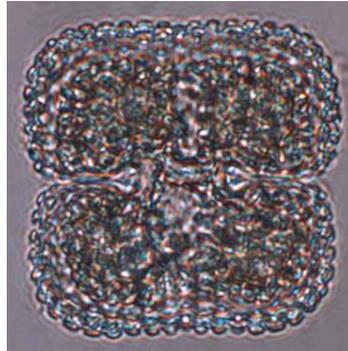
78



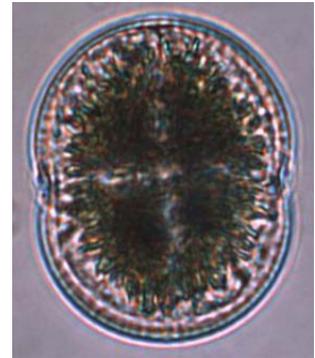
79



80



81



82



83



84



85

Anexo VIII

Figuras 86-87: *Gonatozygon monotaenium* (105-121,5 x 9-13 μm);

Figura 88: *Pleurotaneium ehrenbergii* (323-430 x 20-22,5 μm);

Figura 89: *Spirogyra* sp. (72-122 x 12-15 μm);

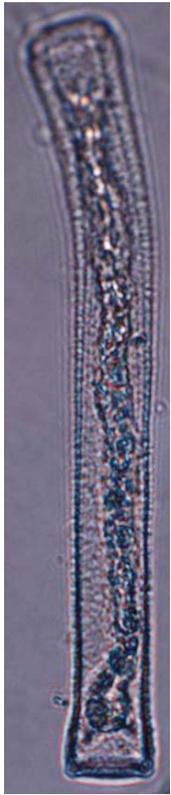
Figura 90: *Hyalotheca dissiliens* (16-17,5 x 20-27 μm);

Figura 91: *Zygnema* sp. (42-73 x 29-40 μm);

Figura 92: *Micrasterias furcata* (115-172 x 112,5-164; istmo: 17 μm);

Figura 93: *M. Mahabuleshwariensis* (146-160 x 123-150; istmo: 24-50 μm).

Anexo VIII



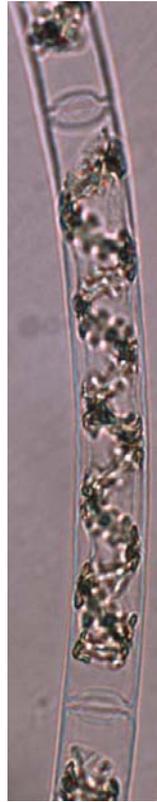
86



87



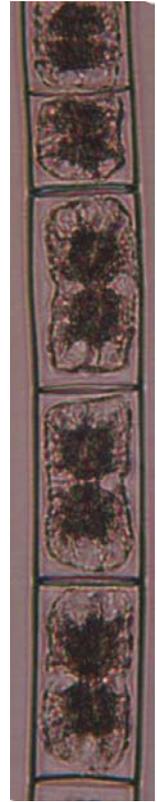
88



89



90



91



92



93

Anexo IX

Figuras 94: *Micrasterias radiososa* (137 x 137; istmo: 14,5 µm);

Figura 95: *M. truncata* var. *pusilla* (53-60 x 57-70; istmo: 10-12,5 µm);

Figura 96: *Euastrum abruptum* (43-59,5 x 34-41; istmo: 6-9 µm);

Figura 97: *Staurodesmus lobatus* (64-71 x 46-47; istmo: 18 µm);

Figura 98: *Staurastrum hantzschii* (30 x 20 sem processos; istmo: 12,5; processos: 10 µm);

Figura 99: *Staurastrum leptocladum* (36-47,5 x 98-132 com processos; istmo: 7-10; processos: 38-55 µm);

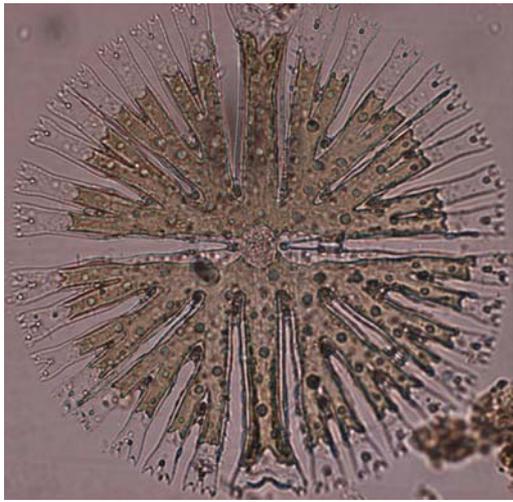
Figura 100: *Staurodesmus mamillatus* (30-33 x 22-24 sem espinhos; istmo: 5-6; espinhos: 9-14 µm);

Figura 101: *Staurastrum margaritaceum* (24-32 x 25-30 com processos; istmo: 5-11; processos: 5-10 µm);

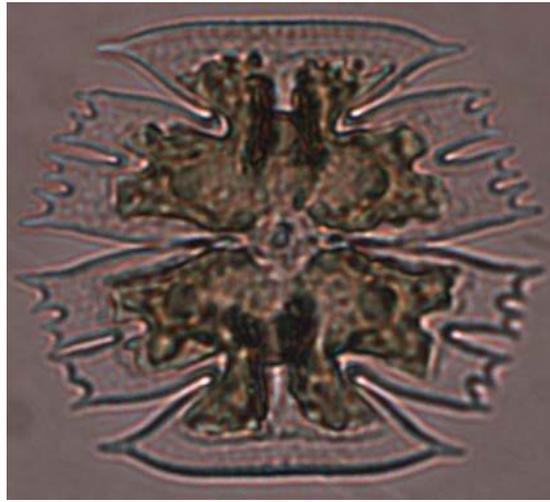
Figura 102: *S. dilatatum* (19,5 x 19,5; istmo: 7,2 µm);

Figura 103: *S. tetracerum* (20-23 x 20-25; istmo: 3-7 µm).

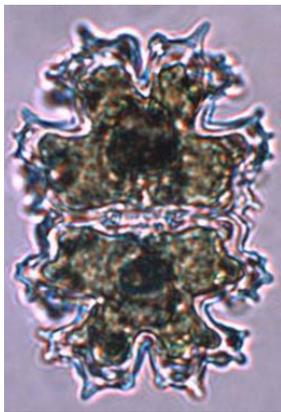
Anexo IX



94



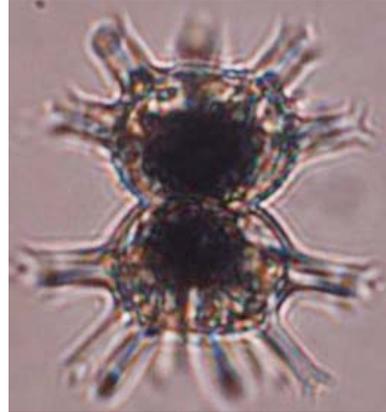
95



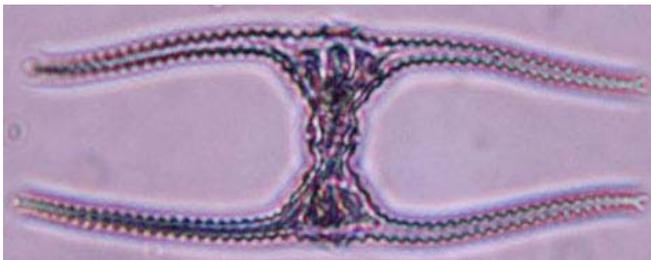
96



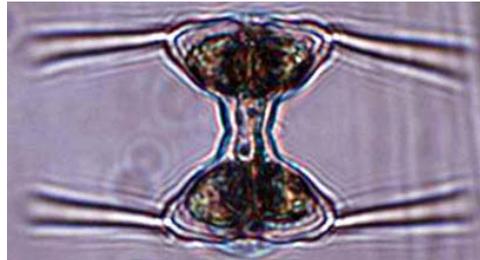
97



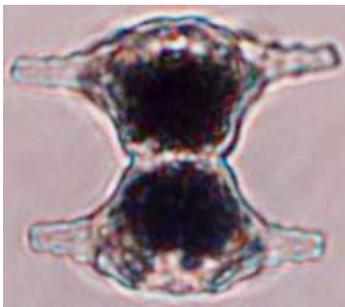
98



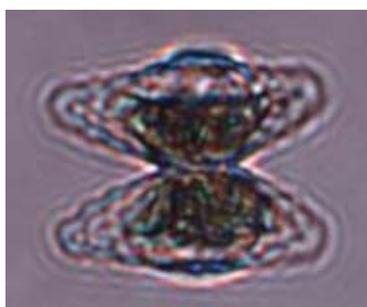
99



100



101



102



103

Anexo X

Figuras 104-105: *Staurastrum minesotense* (77-95 x 68-80 sem espinhos; istmo: 24-29; espinhos: 14-24 μm);

Figura 106: *Desmidium swartzii* (17,5-24 x 61-65 μm);

Figura 107: *Spondylosium moniliforme* (24 x 20; istmo: 9 μm);

Figura 108: *S. pulchrum* (30-37,5 x 54-60; istmo: 12-18 μm).

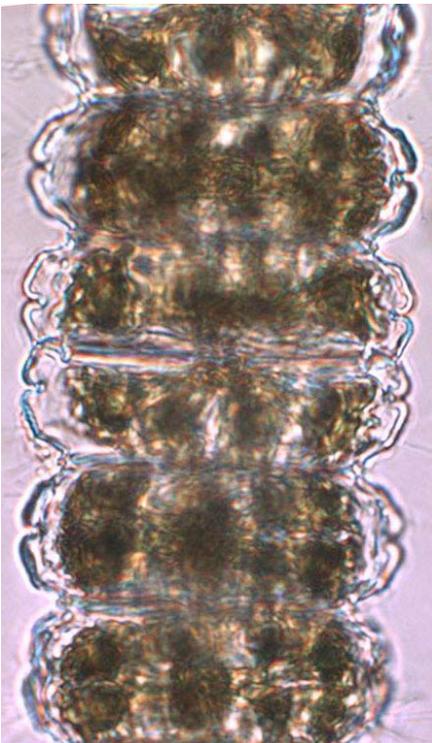
Anexo X



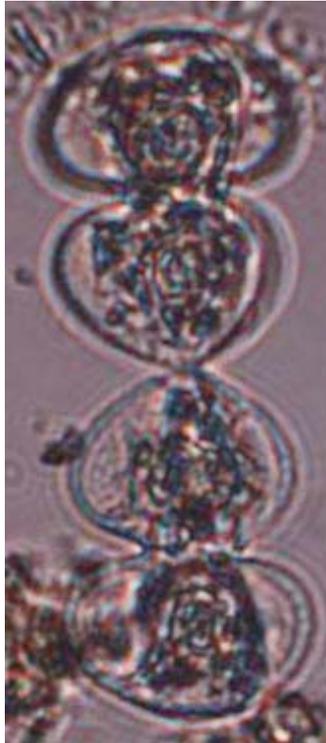
104



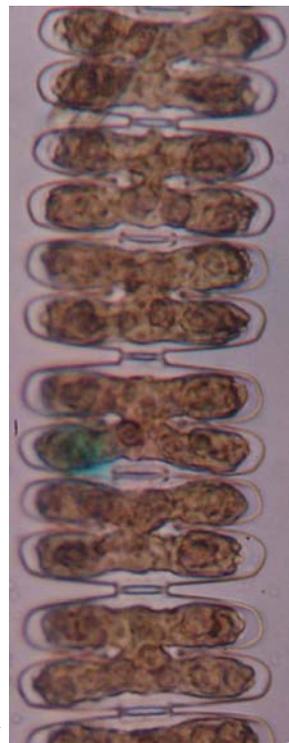
105



106



107



108

CAPITULO II

Biomassa e Produtividade Primária da Comunidade Perifítica em Substrato Natural e Artificial em Reservatório

Abstract: Biomass and Primary productivity on periphytic community in natural and artificial substratum in tropical reservoir. This paper aimed to study biomass and primary productivity of the periphytic community in natural and artificial substrata. Experiment was accomplished in the Corvo River, tributary of the Rosana reservoir (Paranapanema Basin). *Egeria najas* was used as natural substratum and plastic plant as artificial. The samplings were accomplished in period from 21 November to 12 December 2003, when the climate is characterized as hot and rainy. Results showed higher biomass (chlorophyll *a*) in the third week, independently of the substratum type. The variance analysis applied for data of periphytic biomass in the artificial substratum indicated that to 15^o day differed significantly of the other days. Primary productivity of periphytic community in the artificial substratum were higher than production in natural substratum. Rainfall, wind, turbidity and nutrients were variables that more influenced in the alterations of periphyton biomass and primary productivity.

Key Words: Periphyton, biomass, productivity, substrata natural and artificial.

Resumo: Biomassa e produtividade primária da comunidade perifítica em substrato natural e artificial em reservatório tropical. Este trabalho teve por objetivo o estudo da biomassa e produtividade primária da comunidade perifítica em substrato natural e artificial. O experimento foi desenvolvido no rio do Corvo, tributário do reservatório de Rosana (Bacia do Paranapanema). Dois tipos de substratos foram selecionados para amostragem, *Egeria najas* e uma planta de plástico semelhante a *Egeria*. As amostragens foram realizadas no período de 21 de novembro a 12 de dezembro de 2003, quando o clima é caracterizado como quente e chuvoso. Os resultados mostraram maior biomassa (clorofila *a*) na terceira semana, independentemente do tipo de substrato. A análise de variância unifatorial aplicada para os dados de biomassa perifítica do substrato artificial indicou que o 15^o dia sucessional diferiu significativamente dos demais dias. A produtividade primária da comunidade perifítica aderida ao substrato artificial foi maior que aquela aderida ao substrato natural. A precipitação pluviométrica, o vento, a turbidez e os

nutrientes foram as variáveis que mais influenciaram nas alterações da biomassa e produtividade primária do perifíton.

Palavras-chave: Perifíton, biomassa, produtividade, substrato natural e artificial.

Introdução

As algas foram as primeiras produtoras de oxigênio no nosso planeta e são responsáveis até hoje por grande parte da produtividade primária nos ecossistemas aquáticos, constituindo-se a base da cadeia alimentar desses ambientes por sua biomassa ser utilizada por outros organismos. Conseqüentemente, a biomassa é de grande valor no estudo da produtividade quando espécies com grande biomassa passam a ter forte influência na transferência de energia e de matéria para os demais níveis tróficos do ecossistema. Segundo Lowe & Pan (1996), mudanças na biomassa em dado momento são usadas como estimativas indiretas da produtividade.

A clorofila *a*, pigmento presente em todos os grupos taxonômicos de algas, é utilizada como estimativa de biomassa, tanto para microalgas em cultura, como para o fitoplâncton e o perifíton. No caso da comunidade perifítica, a quantificação de sua estrutura pode ser baseada na avaliação não apenas da enumeração de indivíduos vivos, mas também através da biomassa (Wetzel, 1983; Watanabe, 1990).

Vários autores têm evidenciado a importância do perifíton na produtividade total de lagos (Wetzel, 1964, 1990, 1996; Cattaneo & Kalff, 1979, 1980; Moeller et al. 1988; Sand-Jensen & Borum, 1991; Chamixaes, 1991; Moschini-Carlos et al., 2000, 2001). Bicudo et al. (1995) efetuaram uma revisão dos estudos de produtividade primária do perifíton realizados no Brasil até 1995 e constataram seis trabalhos. Nos estudos citados neste levantamento foram utilizados diferentes substratos, desde os naturais (*Eichhornia azurea*, *Nymphaea ampla*, *Nymphoides indica*, *Panicum rivulare*, *Pontederia cordata* e *Utricularia gibba*) aos artificiais (folha de flandres, madeira, cerâmica, lâmina de vidro e acrílico). A partir de 2000, estudos sobre produtividade primária do perifíton foram realizados no reservatório de Jurumirim (Bacia do Paranapanema). Neste reservatório, Moschini-Carlos et al. (2000, 2001) analisaram a produtividade primária do perifíton aderido ao substrato artificial (tubos de vidro) e substrato natural (*Echinochloa polystachya*), com maior produção para o perifíton de substrato natural.

Apesar de o número de trabalhos sobre biomassa perifítica em substratos artificiais (como Rocha, 1979; Panitz, 1980; Chamixaes, 1991; Moura, 1997; Rodrigues, 1998; Almeida, 2001; Moschini-Carlos et al., 2000; Fernandes & Esteves, 2003) consistir em maior número que

aqueles para produção primária, ainda assim é uma quantidade substancialmente pequena, quando comparados a substratos naturais.

Nos substratos artificiais, em um período de quatro semanas a comunidade perífítica pode ser considerada uniforme e madura, devido ao acúmulo de biomassa e ao padrão uniforme de colonização (Panitz, 1980; Soares, 1981; Cerrao et al., 1991; Pompêo & Moschini-Carlos, 2003). De acordo com Bicudo et al. (1995), o pico de mudanças na biomassa (clorofila e peso seco) pode variar de nove a 19 dias de colonização durante o verão, ou seja, de duas a quatro semanas, período este coincidente com outra revisão realizada por Cattaneo & Amireault (1992).

Acredita-se que as características estruturais de uma comunidade em processo de colonização podem ser utilizadas para estimar o tempo de maturidade da comunidade, então nesta condição espera-se que a comunidade perífítica de substrato artificial, com base na biomassa e produtividade, seja semelhante à comunidade perífítica do substrato natural.

Desta forma, este trabalho visa ampliar o conhecimento sobre a biomassa e produtividade primária da comunidade epifítica no rio do Corvo (reservatório de Rosana), sendo o primeiro a abordar o assunto em substrato artificial de plástico, semelhante ao substrato natural. Além disso, foi analisada a influência dos fatores abióticos sobre a biomassa e produtividade da comunidade perífítica.

Material e métodos

Área de Estudo - O reservatório de Rosana situa-se no trecho inferior do rio Paranapanema, trecho este conhecido como “Pontal do Paranapanema”. O local selecionado para a realização deste estudo foi um tributário (rio do Corvo) deste reservatório ($22^{\circ}39'S$; $052^{\circ}46'W$, fig. 1). Esse afluyente situa-se próximo à barragem do reservatório, no Estado do Paraná, entre as cidades de Diamante do Norte e Terra Rica. A estação de coleta situava-se a 4,95km da região lacustre do reservatório.

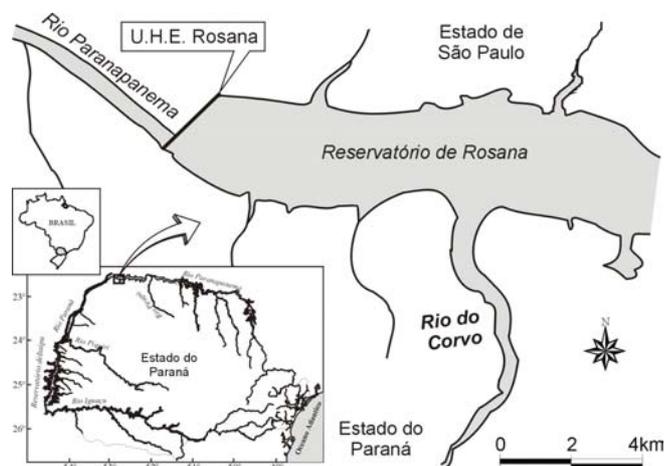


Figura 1. Mapa com a localização do rio do Corvo, tributário do reservatório de Rosana.

O rio do Corvo, considerado como eutrófico, apresentou no local amostrado cerca de 250 m de largura e 5,8 m de profundidade. Suas margens são quase todas desprovidas de vegetação arbórea. Na região litorânea, diversos tipos ecológicos de vegetação aquática apresentam um gradiente da margem para o interior do lago: iniciam-se pelas macrófitas emersas como *Typha* sp., *Sagittaria* sp., e *Eichhornia azurea*; passam pelas flutuantes como *Eichhornia crassipes*, *Nymphaea* sp. e *Salvinia* sp., até chegarem as submersas enraizadas, tais como *Cabomba furcata*, *Egeria densa*, *Egeria najas*, *Miriophyllum* sp. e *Utricularia foliosa*.

Amostragem - As coletas do perifiton foram realizadas entre o período de 21 de novembro e 12 de dezembro de 2003, quando o clima é caracterizado como quente e chuvoso. Dois tipos de substratos foram selecionados para amostragem: *Egeria najas* (natural) e uma planta de plástico (artificial), própria para aquário semelhante a *Egeria*.

Cada substrato artificial, depois de lavado em água filtrada corrente, foi preso a um peso e uma bóia por uma linha de nylon, e instalado na região litorânea do ambiente, a uma profundidade aproximada de 60 cm, em 21 de novembro. As coletas do substrato artificial foram realizadas em réplicas e intervalos de três dias, entre 24/11 (1ª coleta e 3º dia) e 12/12/03 (última coleta e 21º dia). Já as coletas do substrato natural foram realizadas em 21 e 26 de novembro (início do experimento), 01 e 06 de dezembro (meio do experimento), e 09 e 12 de dezembro (final do experimento). O perifiton foi removido dos substratos com auxílio de uma escova e/ou pincel e jatos de água destilada.

Os dados abióticos foram coletados em todas as amostragens e fornecidos pelo Laboratório de Limnologia, do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura – Nupélia. A temperatura da água (Oxímetro portátil marca YSI modelo 55), turbidez (Turbidímetro portátil modelo Lamotte) e vento (anemômetro) foram medidos no mesmo período que os dados do perifiton. Para a obtenção das concentrações de nutrientes, amostras da subsuperfície da água foram coletadas, acondicionadas em freezer e posteriormente levadas para o laboratório de Limnologia do Nupélia (Universidade Estadual de Maringá) para serem processadas. Nitrato = NO_3^- (Mackereth et al., 1978); amônio = NH_4^+ (Solorzano, 1969); Nitrogênio total = NT (Valderrama, 1981); fósforo total = PT (Valderrama, 1981); fósforo dissolvido total = PDT (Valderrama, 1981); ortofosfato = PO_4^{-3} (Golterman et al., 1978).

Biomassa da comunidade perifítica – clorofila *a* – Em cada amostragem em campo, o material perifítico foi removido dos respectivos substratos (em réplica), filtrados em filtros de fibra de vidro GF/C e armazenados em freezer para ao final do experimento serem transportados para o

Laboratório de Limnologia Básica do Nupélia (Universidade Estadual de Maringá). A determinação das concentrações de clorofila *a*, de acordo com Golterman et al. (1978).

Produtividade primária perifítica - O material perifítico, em réplica, removido de partes do substrato natural foi colocado em frascos (600 mL) transparentes e escuros com acréscimo de água do próprio ambiente. O substrato artificial foi colocado nos frascos sem remoção do perifíton, uma vez que por estar em material de plástico, a produtividade estimada deste será apenas do perifíton. Em outros frascos água do próprio ambiente foi acrescentada para estimar a produtividade primária do fitoplâncton e que será ao final utilizada para saber a produtividade exclusivamente do perifíton. Posteriormente, todos os frascos foram acondicionados a uma profundidade de 60 cm em um flutuador, por um período de 4 a 5 horas (em torno das 11 às 16 horas). A amostragem do substrato natural e do fitoplâncton foi realizada em 02/12 e 06/12, enquanto que a do substrato artificial e também do fitoplâncton foi em 06/12, 11/12 e 12/12/03.

Análise dos dados - A produtividade primária foi estimada pela mudança nas concentrações de oxigênio dissolvido em frascos transparentes e escuros (Wetzel, 1964). O princípio do método consiste na incubação das amostras, onde se produz O_2 nos frascos transparentes devido a fotossíntese, ao mesmo tempo em que se respira também o O_2 . A diferença entre o que se produz e respira compreende a fotossíntese líquida. No frasco escuro não se produz novo O_2 , portanto, constitui a respiração da comunidade. Os valores da concentração de oxigênio ($mg.L^{-1}$) inicial e final foram medidos em cada amostra incubada, no campo, por meio de Oxímetro portátil marca YSI, modelo 55. Após estimar a produtividade primária do fitoplâncton, extraiu-se no final os valores de produção exclusivamente do perifíton.

Os valores de produtividade primária, obtidos em $mg O_2.L^{-1}$ foram convertidos para $mg C.m^{-2}.h$ utilizando-se o quociente fotossintético (QF) igual a 1,2 e o quociente respiratório (QR) igual 1,0 (Wetzel & Likens, 1991).

Os valores da biomassa e produtividade foram convertidos por unidade de área do substrato (cm^2), as quais foram obtidas a partir de regressões entre o peso seco e as áreas das plantas de amostras independentes. Estas áreas foram obtidas a partir do programa Imagem-Pro Plus versão 4.5.0.29 (Media Cybernetics, Inc. 2001).

Para verificar diferenças entre os valores de clorofila *a* nos diferentes períodos de amostragem do substrato artificial e também comparar as diferenças entre os valores de produção primária do perifíton entre os dois tipos de substratos amostrados foi aplicada a Análise de Variância Unifatorial (nível de significância, $p = < 0,05\%$).

Ainda, os valores da biomassa e produtividade primária foram correlacionados com as variáveis abióticas, através do coeficiente de Pearson, a fim de analisar a influência destas variáveis sobre a biomassa e produtividade ($p < 0,05\%$). Estes testes foram aplicados utilizando o programa StatSoft, versão 5.5 (StatSoft Inc., 2000).

Resultados

Variáveis abióticas - Dentre os valores referentes as variáveis físicas e químicas da água as concentrações de nutrientes e a turbidez apresentaram maior variação (Tab. I). As razões de massa do nitrogênio total e fósforo total (N/P) indicaram o fósforo como fator limitante na 1ª semana do estudo (40:1).

Tabela I. Valores das variáveis abióticas medidas no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Semanas	1ª Semana				2ª Semana			3ª Semana		
	Variáveis	21-11	24-11	26-11	27-11	30-11	01-12	03-12	06-12	09-12
Temperatura da água (°C)	26,0	28,2	27,5	26,8	26,7	26,5	27,0	26,9	26,7	28,6
Vento (m.s ⁻¹)	2,8	3,1	1,5	1,0	5,6	1,0	3,4	3,0	6,7	2,3
Turbidez (NTU)	2,9	2,8	2,5	3,0	4,2	6,6	11,9	4,1	27,0	18,7
PT (µg.L ⁻¹)	5,7	9,6	13,1	11,1	18,0	17,8	22,4	22,7	21,6	26,3
PDT (µg.L ⁻¹)	3,1	3,2	5,2	4,4	9,0	8,8	9,2	9,5	8,2	16,6
PO ₄ ⁻³ (µg.L ⁻¹)	2,3	3,3	4,3	4,2	7,0	6,9	3,7	4,7	4,5	3,8
NT (µg.L ⁻¹)	322,1	409,0	392,6	346,8	300,0	299,8	236,5	310,0	300,6	339,5
NO ₃ ⁻¹ (µg.L ⁻¹)	185,3	215,1	206,3	176,6	120,0	119,0	114,4	136,0	134,0	97,6
NH ₄ ⁺ (µg.L ⁻¹)	18,0	20,9	31,7	65,1	66,0	29,2	35,8	75,0	73,9	44,0

Na bacia do rio Paranapanema há um regime de precipitações com a concentração de chuvas no período de novembro a fevereiro. A elevada precipitação (Fig. 2) aliada aos ventos fortes, analisados no período de estudo (novembro e dezembro), influenciou na maior quantidade de material alóctone para dentro do reservatório e, assim, contribuiu para aumentar a turbidez e a concentração de nutrientes.

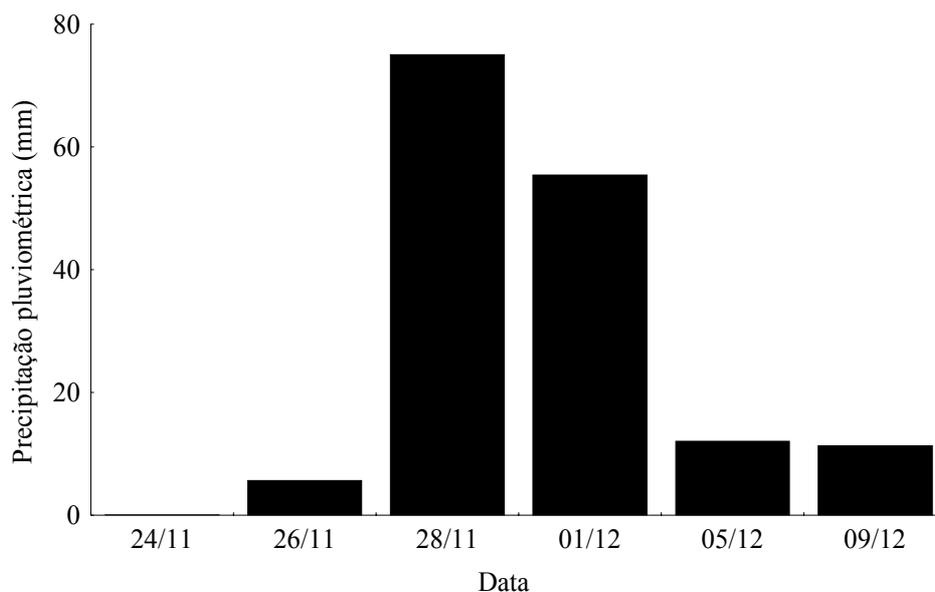


Figura 2. Valores de precipitação pluviométrica obtidos no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Biomassa – Clorofila a - Os valores de clorofila *a* variaram menos no substrato natural (0,73 a 1,56 mg.m^{-2}), com desvio padrão de 1,21, que no artificial (0,39 a 5,95 mg.m^{-2}) e desvio padrão de 1,68. Maior biomassa foi registrada nos dias 06 e 09/12 (Fig. 3), considerada como 3ª semana de coleta.

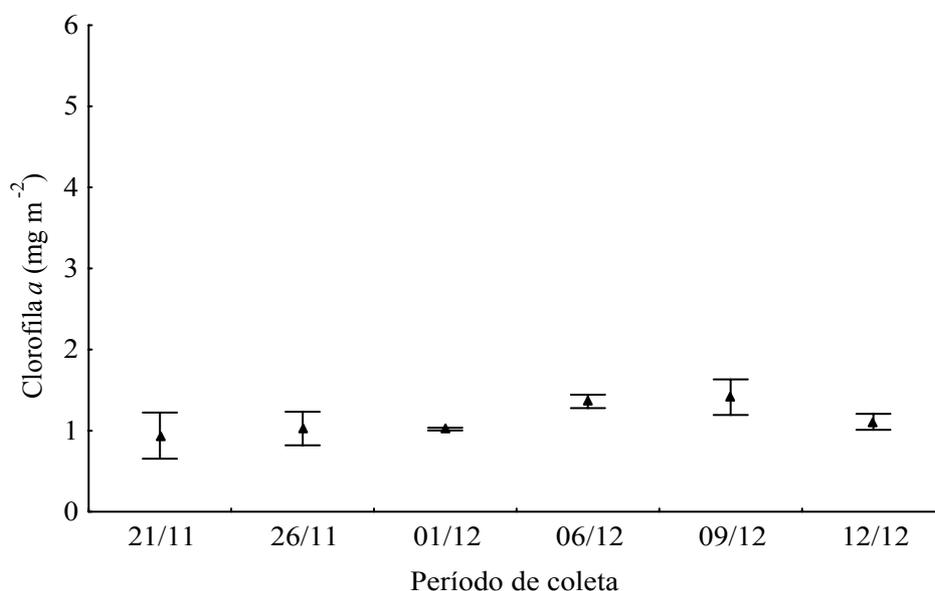


Figura 3. Valor ($n = 2$) mínimo, médio, máximo com o desvio padrão de clorofila *a* do substrato natural, coletado no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

A análise de variância unifatorial aplicada para os dados de biomassa perifítica do substrato artificial indicou diferenças significativas entre os dias sucessionais ($F_{(6,7)} = 8,75$ e $p = 0,005$). De acordo com o teste de Tukey o 15º dia diferiu do 3º, 6º, 9º e 12º dias ($p = 0,01$; $0,02$; $0,02$ e $0,02$, respectivamente), enquanto o 21º dia sucessional diferiu do 3º ($p = 0,03$; Fig. 4).

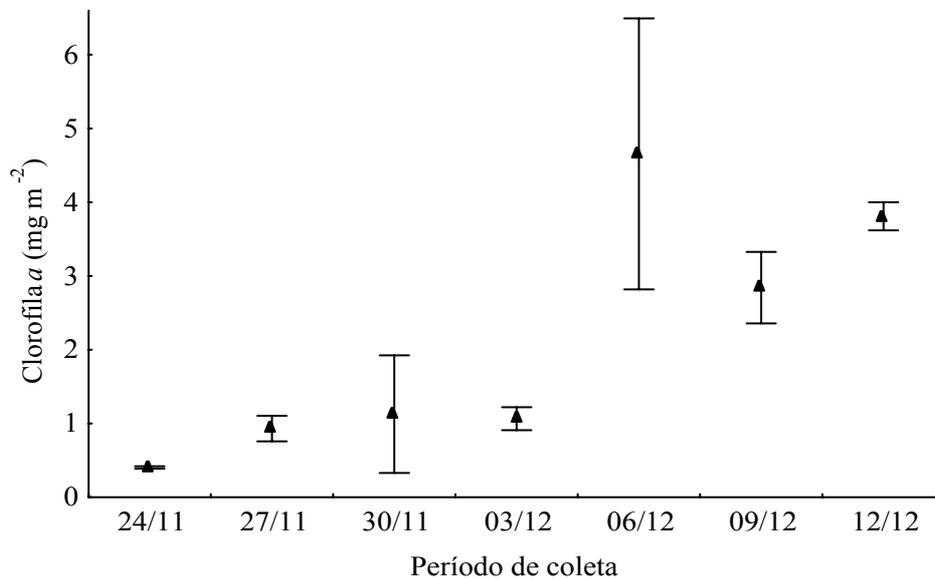


Figura 4. Valor ($n = 2$) mínimo, médio, máximo com o desvio padrão de clorofila a do substrato artificial, coletado no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03. 24/11 = 3º dia; 27/11 = 6º dia; 30/11 = 9º dia; 03/12 = 12º dia; 06/12 = 15º dia; 09/12 = 18º dia e 12/12/03 = 21º dia.

A figura 5 mostra a flutuação do acúmulo de biomassa durante 21 dias de exposição do substrato artificial, revelando as perdas e ganho de biomassa da comunidade perifítica do substrato artificial. Maior ganho de biomassa ocorreu no 15º dia sucessional, enquanto no 18º dia houve uma redução drástica, em relação ao 15º dia.

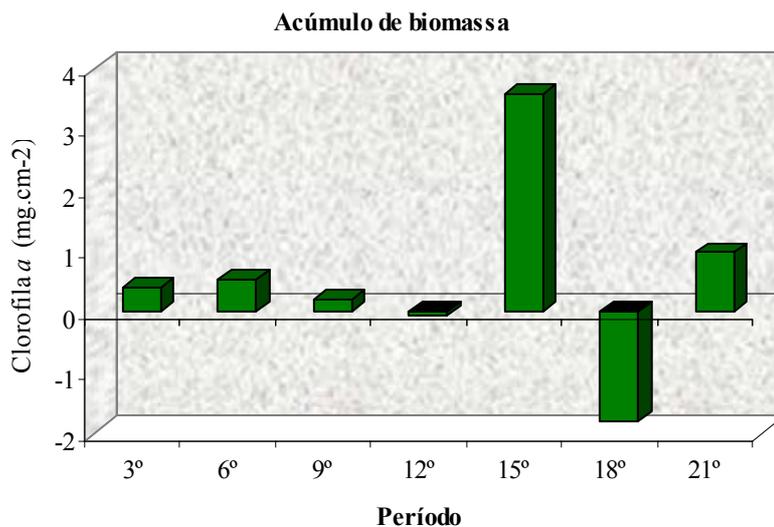
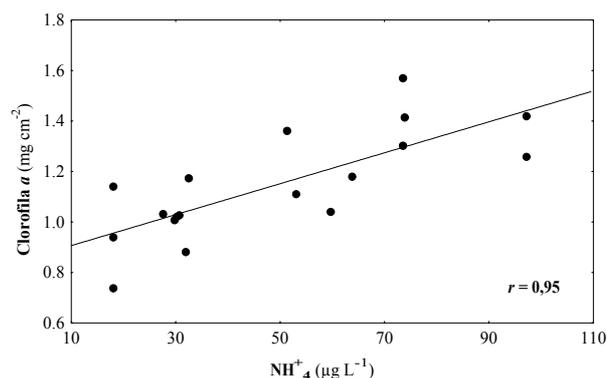
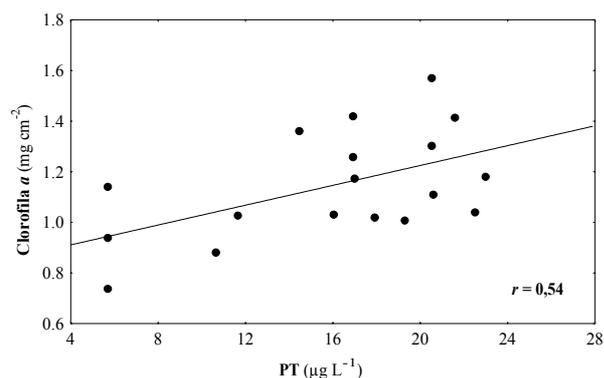
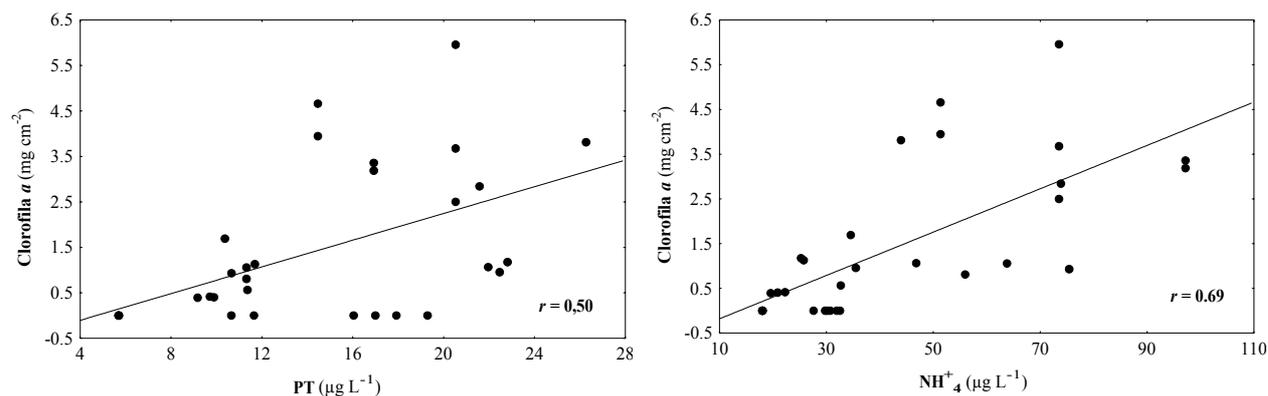


Figura 5. Valores ($n = 2$) de acumulação de biomassa através da clorofila a , durante 21 dias de exposição do substrato artificial no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Influência das principais variáveis abióticas sobre a biomassa perifítica - De forma geral, a biomassa do substrato natural correlacionou-se positivamente com PT ($r = 0,54$; fig. 6a), turbidez ($r = 0,57$) e precipitação pluviométrica ($r = 0,88$) e NH_4^+ ($r = 0,95$; fig. 6b), enquanto a do substrato artificial correlacionou-se positivamente com a turbidez ($r = 0,47$), PT ($r = 0,50$; fig. 6c) e vento ($r = 0,51$) e NH_4^+ ($r = 0,69$; fig. 6d).





c)

d)

Figura 6. Relação entre os valores de clorofila *a* da comunidade perifítica do substrato natural (a e b) e artificial (c e d) com os nutrientes, analisada no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Quando o processo de sucessão das algas em substrato artificial é analisado semanalmente, observa-se maior influência de outras formas de nutrientes e turbidez sobre a clorofila apenas na primeira semana. A clorofila correlacionou-se positivamente com PT ($r = 0,90$), NH_4^+ ($r = 0,96$), turbidez ($r = 0,91$) e vento ($r = 0,95$). Nas demais semanas não houve correlação do substrato artificial com as variáveis ambientais.

Semanalmente, a clorofila *a* do substrato natural correlacionou-se positivamente com NO_3^- ($r = 0,85$), NH_4^+ ($r = 0,89$) e vento ($r = 0,94$) e negativamente com a turbidez ($r = -0,87$) e PO_4^{3-} ($r = -0,96$) na 2ª semana; e positivamente, com a turbidez ($r = 0,84$) na 3ª semana. Na primeira semana não houve correlação entre a clorofila e as variáveis abióticas.

Produtividade primária - A tabela II mostra a produtividade primária do perifíton coletado de *Egeria najas* (substrato natural) e da planta de plástico (substrato artificial), com maiores valores estimados para o perifíton aderido ao substrato artificial.

Para o substrato natural a maior produtividade ocorreu no dia 02/12/03, enquanto no substrato artificial este fato se deu no dia 06/12/03, o qual correspondeu ao 15º dia sucessional deste substrato.

Tabela II. Valores da Produtividade Primária Bruta (PPB), Produtividade Primária Líquida (PPL) e Respiração (R) do perifiton, estimados dos substratos natural e artificial, no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Produtividade	Data	PPB	PPL	R
Perifiton aderido a		(mg C .m ⁻³ .h ⁻¹)	(mg C .m ⁻³ .h ⁻¹)	(mg C .m ⁻³ .h ⁻¹)
Substrato Natural	2/12/03	27.8 a 46.8	24.2 a 30.7	4.3 a 19.3
	11/12/03	15.8 a 16.6	8.6 a 9.8	7.2 a 9.6
Substrato Artificial	6/12/03	93.4 a 98.5	77.5 a 79.7	19.1 a 22.5
	11/12/03	43.2 a 73.1	33.3 a 64.7	10.1 a 11.9
	13/12/03	57.7 a 61.6	43.7 a 47.3	16.9 a 17.2

A análise de variância unifatorial aplicada para os dados de produtividade primária bruta da comunidade perifítica indicou diferenças significativas entre os substratos ($F_{(1,8)} = 13,02$ e $p = 0,006$; fig. 7). De acordo com o teste de Tukey, a produção perifítica do substrato artificial diferiu da produção do substrato natural ($p = 0,007$).

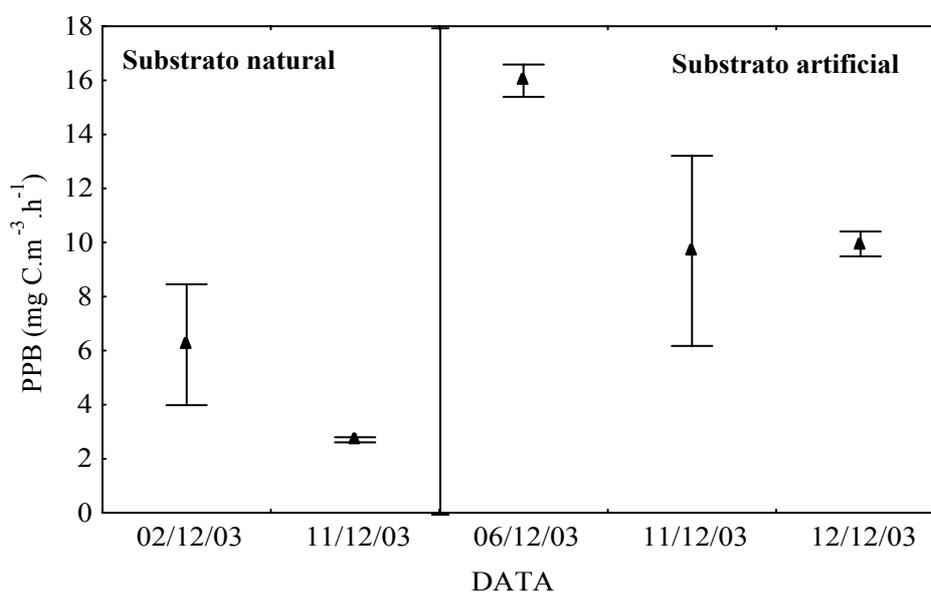


Figura 7. Valores (mínimo e máximo) da Produtividade primária bruta (PPB) para o perifiton aderido aos substratos natural e artificial, analisados para o rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

A produtividade primária bruta do substrato artificial correlacionou-se positivamente com a NH_4^+ ($r = 0,85$) e negativamente com a turbidez ($r = - 0,77$). Na primeira coleta (06/12/03) a produtividade foi relacionada positivamente com NT ($r = 1,0$).

Já a produtividade primária do substrato natural apresentou correlação negativa com a turbidez ($r = - 0,96$).

Discussão

Os resultados quanto à biomassa da comunidade perifítica apresentaram baixos valores na fase inicial do experimento e elevados teores na fase intermediária em ambos os substratos, porém mais evidenciados no substrato artificial. Maior biomassa foi registrada na terceira semana, independentemente do tipo de substrato.

Neste estudo, após três dias de exposição, o substrato artificial revelou uma biomassa epifítica muito semelhante ao substrato natural. Esse incremento de biomassa nos primeiros, possivelmente, deve-se ao fato de o substrato artificial estar em um processo de colonização e sucessão. Ao estudar a comunidade perifítica em substrato artificial, Biggs (1996) e Stevenson (1996) estabeleceram três fases de desenvolvimento: a inicial, com um crescimento rápido e aumento na biomassa e produtividade; a segunda fase, quando o biofilme alcança o máximo de biomassa e produtividade; e uma terceira fase, onde há uma diminuição bastante acentuada na biomassa e produtividade. Nessa última fase, esses processos estão relacionados às altas taxas de exportação da comunidade, que apresenta elevada complexidade e transformações internas.

Neste estudo, a biomassa perifítica apresentou na fase inicial do experimento um rápido crescimento e na fase intermediária os altos valores de biomassa, possivelmente foi devido à maior densidade de algas, principalmente das algas verdes filamentosas aderidas ao substrato. Segundo Cattaneo & Amireault (1992), fatores como temperatura, trofia e corrente que aceleram o crescimento do perifíton tendem a diminuir o tempo de colonização necessário para atingir uma alta biomassa. Considerando este enfoque, a biomassa perifítica do substrato artificial do rio do Corvo passou por duas fases de crescimento rápido: a primeira quando o substrato foi exposto no ambiente e houve um acréscimo gradual de biomassa e que se prolongou até o 9º dia sucessional. Com os eventos de distúrbios (chuva intensa nos dias 28/11 e 01/12) a biomassa diminuiu e voltou a apresentar um pico no 15º dia.

Sugere-se que a maior disponibilidade de nutrientes, principalmente de nitrogênio e fósforo, influenciada pelos elevados valores de turbidez devido à ação do vento constante e maior precipitação, tenham contribuído fortemente para o teor de clorofila ser mais elevado na 3ª semana de exposição do substrato. Este fato foi corroborado pelas relações positivas entre os valores de clorofila *a* com essas variáveis. Maior colonização de algas na comunidade perifítica, com características mais autotróficas da comunidade, está diretamente relacionada com o grau de trofia do ambiente (Fernandes & Esteves, 2003).

Durante a fase inicial de crescimento, melhores correlações podem ser obtidas entre os parâmetros e mudanças na biomassa. Nessa fase, a comunidade perifítica constitui-se uma camada mais delicada, onde as trocas externas, em proporção aos processos internos, são relativamente mais importantes que nas fases posteriores, quando a comunidade torna-se mais espessa e biologicamente mais complexa (Sand-Jensen, 1983). Isto possivelmente explica o fato de a biomassa perifítica do substrato artificial correlacionar-se mais diretamente com as variáveis abióticas, sobretudo na primeira semana.

Além da melhor disponibilidade de nutrientes, a temperatura mais elevada deve ter proporcionado aumento da atividade metabólica da comunidade, o que leva a um processo mais acelerado de incremento de biomassa fotossintética, apesar da correlação entre ambas as variáveis não ter sido confirmada estatisticamente. Segundo Sand-Jensen (1983), é difícil esclarecer quando e como parâmetros físicos e químicos regulam o crescimento das algas perifíticas, uma vez que muitos parâmetros estão potencialmente envolvidos.

As fortes chuvas que atingiram o ambiente estudado, sobretudo no período final de amostragem podem ter sido responsáveis pela diminuição drástica na biomassa da comunidade perifítica, especialmente no 18º dia (09/12/03). De acordo com Biggs (2000), o aumento da biomassa da comunidade perifítica é uma função da idade da comunidade, enquanto a diminuição deve-se a grandes perdas por causa da “lavagem” periódica pela água, da senescência, de distúrbios, como inundação ou tempestades, e perdas por herbivoria de invertebrados e peixes. Conseqüentemente, os eventos de perturbação quando em intensidade e freqüências elevadas causam impactos negativos na comunidade perifítica, enquanto em intensidade e freqüências moderadas tendem a influenciar positivamente a comunidade perifítica.

Os maiores valores estimados para produtividade primária bruta do perifíton aderido ao substrato artificial podem estar relacionados com o processo de maturidade da comunidade, com a concentração de NH_4^+ e também com os maiores valores de biomassa, uma vez que o 15º dia sucessional correspondeu a maior biomassa em termos de clorofila *a*, como também maior diversidade específica e densidade (capítulos 1 e 3).

A maior concentração dos nutrientes analisados para o ambiente estudado pode estar relacionada à precipitação e a ressuspensão do sedimento devido a ação do vento, o qual causa uma maior circulação da água e provoca ressuspensão de nutrientes do sedimento para coluna de água. Segundo Tundisi (1983), o ciclo de nutrientes em reservatórios está relacionado com a eutrofização, padrões de circulação da água, características hidráulicas e aos efeitos do vento e da precipitação. Assim, sugere-se que no rio do Corvo, situado próximo a região lacustre do reservatório de Rosana e sendo estes situados em uma região agrícola, o ciclo de nutrientes esta

relacionado com a eutrofização, padrões de circulação da água, aos efeitos do vento e precipitação e ainda as características agrícolas da região.

Apesar do papel fundamental que os nutrientes exercem sobre as comunidades, existe grande dificuldade em demonstrar a limitação desses recursos no ambiente natural, já que outras variáveis influenciam esta relação (luz, temperatura, velocidade de corrente, vento), os quais confundem a interpretação dos resultados, como também ressaltado por Fairchild & Everett (1988).

Embora a produtividade primária esteja relacionada com a radiação solar e a temperatura, não foi constatada relação direta destes parâmetros com os valores de produção, possivelmente devido ao fato de este estudo ter sido realizado em um período em que a temperatura permaneceu constante e também ao fato de os frascos instalados sempre na mesma profundidade.

Para o perifíton manter a produtividade das algas aderidas sempre elevadas, deve ocorrer reciclagem intensa e rápida de nutrientes inorgânicos entre produtores e organismos heterotróficos (bactérias, fungos, protistas) dentro do biofilme. Esta reciclagem mútua permite a comunidade manter seu próprio sustento e seqüestrar eficientemente fontes externas de nutrientes da água ao redor ou do substrato no qual ela cresce (Wetzel & Søndergaard, 1997). Como a maioria das macrófitas constitui uma relação importante entre o sedimento e a água vizinha e, ainda, por crescerem entre a região litorânea e águas abertas, podem potencialmente interceptar ou modificar o fluxo de material do ambiente terrestre para a zona pelágica, proporcionando a essa região maior produtividade.

Os resultados de produtividade primária obtidos para o rio do Corvo, comparando substrato artificial e natural, foram contrários aos de Cattaneo & Kalff (1979), os quais demonstraram que não houve diferença significativa na produção primária entre perifíton de substrato natural e artificial. Portanto, a hipótese inicial de que a biomassa e produtividade perifítica de substrato artificial seriam semelhantes ao do substrato natural foi rejeitada.

Comparações de produtores primários em diversos sistemas são complicadas devido às diferenças nos métodos empregados, na intensidade de amostragens usadas para obter os dados, nos diferentes substratos empregados, assim como devido as várias suposições e conversões usadas para gerar os valores finais. Contudo, os valores estimados para produtividade primária da comunidade perifítica aderida a substrato natural e artificial no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), bacia do rio Paranapanema, estão dentro da amplitude de variação apontada na literatura para outros tipos de substratos (como 4,1 mg C.m⁻³ h⁻¹ produtividade perifítica de folha de flandres; 6,45 a 52,89 para produtividade de *Echinochoa polystachya*; 9,9

de *Nymphaea ampla*; 86,6 de *Pontederia cordata*; 150,1 de *Nymphoides indica*; 224,9 de *Panicum rivulare*).

Agradecimentos

Agradecemos aos biólogos e técnicos do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura – Nupélia, pelo suporte técnico-científico e também ao PEA (Programa de Pós-Graduação em Ambientes Aquáticos Continentais) da Universidade Estadual de Maringá pelo apoio logístico na execução do projeto, a CAPES pela concessão da bolsa de doutorado.

Referências

- Almeida, A.C.G. 2001. Desenvolvimento da comunidade perifítica sobre substrato artificial em um reservatório paranaense. Maringá, UEM, 28p (Dissertação).
- Bicudo, D.C., Necchi, O.J. & Chamixaes, C.B.C.B. 1995. Periphyton studies in Brazil: present status and perspectives. In: Tundisi, J.G., Bicudo, C.E.M. & Tundisi, T.M. (eds.) Limnology in Brazil. ABC/SBL, Rio de Janeiro. p. 36-58.
- 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 Benthic Ecosystems. Academic Press, San Diego. p.31-56.
- Biggs, B.J.F. 2000. Eutrophication of streams and rivers: dissolved nutrient-chlorophyll relationships for benthic algae. J. N. Am. Benthol. Soc., 19(1):17-31.
- Cattaneo, A. & Amireault, M.C. 1992. How artificial are artificial substrata for periphyton? J. N. Am. Benthol. Soc., 11(2):244-256.
- Cattaneo, A. & Kalff, J. 1979. Primary production of algae growing on natural and artificial aquatic plants: a study of interactions between epiphytes and their substrate. Limnol. Oceanogr., 24:1031-1037.
- Cattaneo, A. & Kalff, J. 1980. The relative contribution of aquatic macrophytes and their epiphytes to the production of macrophyte beds. Limnol. Oceanogr., 25(2):280-289.
- Cerrao, G.C., Carlos, V.M., Santos, M.J. & Rigolin, O. 1991. Efeito do enriquecimento artificial sobre a biomassa de perifiton em tanques artificiais na represa do Lobo (Broa). Rev. Bras. Biol., 51(1): 71-78.
- Chamixaes, C.B.C.B. 1991. Variação temporal 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). São Carlos, USP. 333p (Tese).
- Fairchild, G.W. & Everett, A.C. 1988. Effects of nutrient (N, P, C) enrichment upon periphyton standing crop, species composition and primary production in an oligotrophic softwater lake. *Freshw. Biol.*, 19:57-70.
- Fernandes, V.O. & Esteves, F.A. 2003. The use of indices for evaluating the periphytic community in two kinds of substrate in Imboassica Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 63(2):233-243.
- Golterman, H.L., Clymo, R.S. & Ohmstad, M.A.M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. Blackwell Scientific, Oxford. 214p.
- Lowe, R.L. & Pan, Y. 1996. Benthic Algal Communities as Biological Monitors. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L. & Lowe, R.L. (eds.) *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. Academic Press, San Diego. p.705-739.
- Media Cybernetics, Inc. 2001. *Imagem-Pro Plus*. Versão 4.5.0.29 for Windows. Silver Spring: Proven Solution, Inc.
- Mackereth, F.J.H., Heron, J. & Talling, J.F. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Titus Wilson & Sons Ltd, Kendall. (Freshwater Biological Association Scientific Publication n° 36). 117 pp
- Moeller, R.E., Burkholder, J.M. & Wetzel, R.G. 1988. Significance of sedimentary phosphorus to a rooted submersed macrophyte (*Najas flexilis* (Willd.) Rostk. and Schmidt) and its algae epiphytes. *Aquatic Botany*, 32:261-281.
- Moschini-Carlos, V., Henry, R. & Pompêo, M.L.M. 2000. Seasonal variation of biomass and productivity of the periphytic community on artificial substrata in the Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia*, 434:35-40.
- Moschini-Carlos, V., Pompêo, M.L.M. & Henry, R. 2001. Periphyton on Natural Substratum in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil): Community Biomass and Primary Productivity. *Int. J. Ecol. Env. Science*, 27:171-177.
- Moura, A.N. 1997. Estrutura e produção primária da comunidade perifítica durante o processo de colonização em substrato artificial no Lago das Ninféias, São Paulo, SP: análise comparativa entre períodos chuvosos e seco. Rio Claro, UNESP, 264p (Tese).
- Panitz, C. M.N. 1980. Estudo comparativo do perifiton em diferentes substratos artificiais na Represa do Lobo (“Broa”), São Carlos, USP, 224p (Tese).
- Pompêo, M.L.M. & Moschini-Carlos, V. 2003. Macrófitas aquáticas e perifiton: aspectos ecológicos e metodológicos. São Carlos, RiMa.124p.

- Rocha, A.J.A. 1979. Sucessão do perifiton em substrato artificial em dois lagos de Brasília (DF). Brasília, UNB, 89p (Dissertação).
- Rodrigues, L. (1998) Sucessão do Perifiton na Planície de Inundação do alto rio Paraná: Interação entre Nível Hidrológico e Regime Hidrodinâmico. Universidade Estadual de Maringá, PR, 208p (Tese).
- Sand-Jensen, K. 1983. Physical and chemical parameters regulating growth of periphytic communities. In: Wetzel, R.G. (ed.) Periphyton of freshwater ecosystems. Dr. W. Junk, The Hague. p. 5-10.
- Sand-Jensen, K. & Borum, J. 1991. Interactions among phytoplankton, periphyton and macrophytes in temperate freshwaters and estuaries. *Aquatic Botany*, 41:137-175.
- Soares, J.J. 1981. Estudos sobre biomassa e produtividade do perifiton em macrófitas aquáticas na represa do Lobo (Broa), SP. Universidade Federal de São Carlos, 223p (Tese).
- Solorzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. *Limnology and Oceanography*, 14:799-801.
- Statsoft, Inc. 2000. Statistica for Windows (Computer program manual). Tulsa, Oklahoma.
- Stevenson, R.J. 1996. An Introduction to Algal Ecology in Freshwater Benthic Habitats. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L. & Lowe, R.L. (eds.) *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. Academic Press: San Diego. p.3-30.
- Tundisi, J.G. 1983. A review of basic ecological processes interacting with production and standing-stock of phytoplankton in lakes and reservoirs in Brazil. *Hydrobiologia*, 100:223-243.
- Valderrama, J.C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.*, 10:109-122.
- Watanabe, T. 1990. Perifiton: comparação de metodologias empregadas para caracterizar o nível de poluição das águas. *Acta Limnol. Bras.*, 3(1):593-615.
- Wetzel, R.G. 1964. A comparative study of the primary productivity of higher aquatic plants, periphyton, and phytoplankton in a large, shallow lake. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 49(1):1-61.
- Wetzel, R.G. 1983. Recommendations for future research on periphyton. In: Wetzel, R.G. (ed.) *Periphyton of freshwater ecosystems*. Developments in Hidrobiologia, 17. Dr. W. Junk, The Hague. p.339-346.
- Wetzel, R.G. 1990. Detritus, macrophytes and nutrient cycling in lakes. *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, 47:233-249.

- Wetzel, R.G. 1996. Benthic Algae and Nutrient Cycling in Lentic Freshwater Ecosystems. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L. & Lowe, R.L. (eds.). *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. Academic Press: San Diego. p.641-667.
- Wetzel, R.G. & Likens, G.E. 1991. *Limnological analyses*. Springer Verlag, New York. 391p.
- Wetzel, R.G. & Søndergaard, M. 1997. Role of submerged macrophytes for the microbial community and dynamic of dissolved organic carbon in aquatic ecosystems. In: Jeppesen, E., Søndergaard, M., Søndergaard, M. & Christoffersen, K. (eds.) *The structuring role of submerged macrophytes in lakes*. Springer-Verlag, New York. p. 133-148. (Ecological studies, v. 131).

CAPITULO III

Colonização e Sucessão de Algas Perifíticas em Substrato Artificial no rio do Corvo (Reservatório de Rosana)

Resumo

Analisar o processo de colonização e sucessão de algas perifíticas em substrato artificial constitui-se o objetivo deste trabalho. Plantas de plástico semelhantes a *Egeria najas* foram utilizadas como substrato artificial. O experimento foi desenvolvido no rio do Corvo, tributário do reservatório de Rosana (bacia do Paranapanema). As amostragens foram realizadas no período de 21 de novembro a 12 de dezembro de 2003, quando o clima é caracterizado como quente e chuvoso. Os resultados mostraram que as flutuações na densidade total foram determinadas principalmente por Bacillariophyceae e, em menor grau, por Chlorophyceae, Cyanophyceae e Zygnemaphyceae. Os maiores valores de abundância da comunidade de algas perifíticas foram demonstrados por espécies de diatomáceas: *Achnantheidium minutissimum*, *Eunotia camelus*, *E. sudetica*, *Encyonema lunata*, *E. minutum*, *E. mesianum*, *Fragilaria capucina*, *Gomphonema parvulum*, *G. gracile* e *Synedra ulna*, as quais ocorreram, sobretudo, nos estágios iniciais. Estas espécies juntamente com *Eunotia flexuosa*, *E. lineolata*, *Bulbochaete*, *Oedogonium* e *Stigeoclonium* apresentaram maior abundância nos estágios intermediários e tardios. A diversidade de Shannon foi elevada, com o maior valor constatado na terceira semana de desenvolvimento sucessional. Os resultados da abundância, diversidade e riqueza de espécies indicaram que o tempo necessário para o estabelecimento de uma comunidade algal perifítica madura foi de três semanas. A turbidez e os nutrientes foram as variáveis limnológicas que mais influenciaram na estrutura da comunidade algal.

Palavras-chave: Algas perifíticas, Colonização, Densidade, Diversidade de Shannon, Reservatório.

Abstract

Colonization and succession of the periphytic algae in artificial substratum in the Corvo river (Rosana reservoir).

This paper aimed to study the colonization and succession process of periphytic algae in artificial substratum. Plastic plants with similar morphology to *Egeria najas* were used the artificial substratum. Experiment was accomplished in the Corvo river, tributary of the Rosana reservoir (Paranapanema basin). Samplings were accomplished in the period from 21 November to 12 December 2003, when the climate is characterized as hot and rainy. Results showed that fluctuations in total density were determined mainly for Bacillariophyceae, and in smaller degree for Chlorophyceae, Cyanophyceae, and Zygnemaphyceae. The largest values of relative abundance of the algae periphytic community were demonstrated for diatoms species (*Achnantheidium minutissimum*, *Eunotia camelus*, *E. sudetica*, *Encyonema lunata*, *E. minutum*, *E. mesianum*, *Fragilaria capucina*, *Gomphonema parvulum*, *G. gracile* and *Synedra ulna*), which occurred in the initial stages. These species together whit *Eunotia flexuosa*, *E. lineolata*, *Synedra ulna*, *Bulbochaete*, *Oedogonium* and *Stigeoclonium* presented larger abundance in the intermediate the intermediate and late stages. Shannon diversity was elevated, with higher value was observed in the third week of successional development of periphyton. Density, diversity and richness specific results indicated that three weeks was necessary time for establishment of algae periphytic community. Turbidity and the nutrients were the limnological variables that more influenced in structure algal community.

Key-words: Periphytic algae, colonization, density, Shannon diversity, reservoir.

Introdução

A comunidade de algas perifíticas representa um grupo expressivo nos componentes bióticos de ecossistemas aquáticos e devido a características peculiares oferece várias vantagens como bioindicadoras (Horne e Goldman, 1994; Lowe e Pan, 1996; Stevenson, 1996, 1997). Primeiramente, por serem organismos autotróficos ocupam a base de cadeias alimentares e assim podem influenciar os demais integrantes da comunidade aquática (Horne e Goldman, 1994). Segundo, a grande quantidade de espécies reflete diferentes informações do sistema. Em terceiro lugar, como organismos sésseis não podem evitar as condições adversas do sistema, já que estão entre os primeiros organismos a responderem a um estresse ambiental (Lowe e Pan, 1996; Stevenson, 1997) e por isso são usadas em processos industriais, incluindo tratamento de esgoto e remoção de nutrientes (Horne e Goldman, 1994). Quarta, elas possuem rápida reprodução e ciclo de vida curto e, deste modo, respondem em um curto espaço de tempo às perturbações que venham a ocorrer no meio aquático.

As plantas aquáticas estão entre os substratos naturais mais comuns para colonização de microorganismos na região litorânea de ambientes aquáticos continentais e dentre estes organismos as algas merecem destaque. Contudo, para melhor analisar esse processo, a utilização de substrato artificial para o desenvolvimento das algas perifíticas oferece algumas vantagens, como: facilitar a extração do material perifítico; auxiliar no estudo sobre o tempo de exposição definido para colonização e estádios de sucessão e eliminar a interferência dos processos fotossintético e respiratório de plantas hospedeiras (Chamixaes, 1991). Entre os diferentes tipos de substrato artificial vários materiais com formas variadas podem ser utilizados (Sládečková, 1962).

Poucos são os trabalhos realizados para estudo do perifíton com substratos artificiais imitando o natural. Alguns pesquisadores usaram bastão de plástico (Higashi *et al.*, 1981; Goldsborough *et al.*, 1986) e tubo de vidro (Moschini-Carlos *et al.*, 2000) como substrato artificial para substituir pecíolos de macrófitas emergentes. Outros utilizaram plantas de plástico próprias para aquários, selecionadas morfológicamente de acordo com plantas do local a ser estudado (Cattaneo e Kalff, 1979; Morin, 1986).

No Estado do Paraná, três estudos foram realizados sobre o processo de colonização da comunidade ficoperifítica em substratos artificiais. Rodrigues e Bicudo (2001, 2004) estudaram as algas perifíticas em ambientes lênticos e lóticos da planície de inundação do alto rio Paraná e Almeida (2001) no reservatório de Mourão, porém todos utilizaram lâminas de vidro. Desta forma, este trabalho contribuirá com os estudos da comunidade de algas perifíticas em

reservatórios, sendo o segundo a abordar a colonização das algas perifíticas em substrato artificial de plástico, semelhante morfológicamente a *Egeria najas* (substrato natural).

Se as características estruturais de uma comunidade (abundância, riqueza e diversidade específica) atingem seus valores máximos quando esta alcança o estado de equilíbrio, então nesta condição acredita-se que tais características podem ser utilizadas para estimar o tempo necessário que a comunidade de algas perifíticas requer para sua maturidade em substrato artificial.

Autores têm mostrado que a comunidade algal em substrato artificial atinge seu estado de maturidade por volta do 14^o até 21^o dia sucessional (Cattaneo et al., 1975; Lobo e Buselato-Toniolli, 1985; Sabater et al., 1998; Lam e Lei, 1999; Rodrigues e Bicudo, 2001, 2004; Almeida, 2001; Pompêo e Moschini-Carlos, 2003), quando a densidade, a diversidade e a riqueza de espécies atingem valores máximos. Contudo, este período de exposição é variável, sendo dependente do tipo de ambiente, da temperatura da água (Patrick et al., 1954) e da profundidade da coluna da água (Lobo e Buselato-Toniolli, 1985).

Portanto, estudos com substrato artificial foram realizados a fim de analisar o período sucessional de algas perifíticas requerido para o estabelecimento de uma comunidade madura, em termos de abundância e diversidade de Shannon-Wiener e constituiu-se no objetivo geral deste trabalho. Para atender o objetivo geral foram analisados os seguintes atributos: densidade, importância relativa de cada táxon, riqueza e diversidade de Shannon-Wiener. Ainda foi analisada a influência dos fatores abióticos sobre a abundância das algas perifíticas no período estudado.

Material e métodos

Área de Estudo

O rio Paranapanema tem uma extensão total de 929 Km em um desnível de 570 m. Suas nascentes estão localizadas na serra Agudos Grandes, no Sudeste do Estado de São Paulo, a aproximadamente 100 Km da costa Atlântica, cerca de 900 m acima do nível do mar. Destas nascentes até a foz do rio Itararé, ele atravessa em território paulista; a jusante deste ponto faz fronteira entre os estados do Paraná e de São Paulo. A bacia do Paranapanema situa-se 53% em território paranaense e 47% no paulista, formando a divisa com São Paulo ao longo de 450 Km (Nogueira *et al.*, 2002). O projeto hidrelétrico Rosana corresponde ao último aproveitamento hidrelétrico do rio Paranapanema, que é um dos principais afluentes do alto rio Paraná. O reservatório de Rosana situa-se no trecho inferior do rio Paranapanema, trecho este conhecido

como “Pontal do Paranapanema”. A área do reservatório é caracterizada por um substrato de rocha basáltica coberto por areia.

O local selecionado para a realização deste estudo foi um tributário (rio do Corvo) do reservatório de Rosana (22°39'S; 052°46'W, figura 1). Esse afluente situa-se próximo à barragem do reservatório, no Estado do Paraná, entre as cidades de Diamante do Norte e Terra Rica. A estação de coleta situava-se a 4,95 km da região lacustre do reservatório.

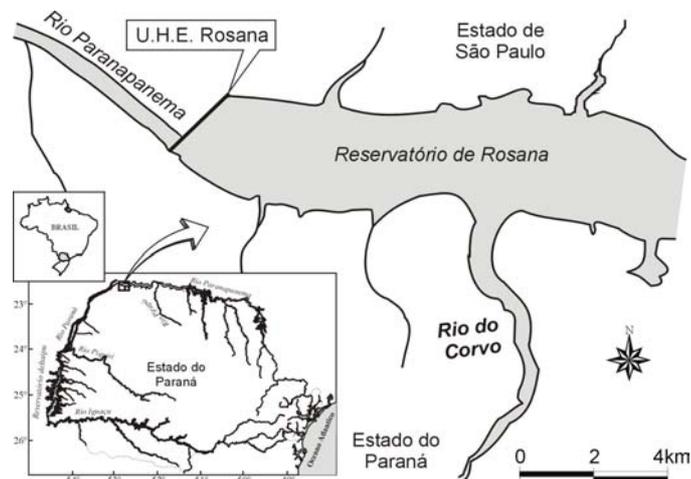


Figura 1. Mapa com a localização do rio do Corvo, tributário do reservatório de Rosana (Bacia do rio Paranapanema).

O rio do Corvo, considerado como eutrófico, apresentou no local amostrado cerca de 250 m de largura e 5,8 m de profundidade. Suas margens são quase todas desprovidas de vegetação arbórea. Na região litorânea, diversos tipos ecológicos de vegetação aquática apresentam um gradiente da margem para o interior do lago: iniciam-se pelas macrófitas emersas como *Typha* sp., *Sagittaria* sp., e *Eichhornia azurea*; passam pelas flutuantes como *Eichhornia crassipes*, *Nymphaea* sp. e *Salvinia* sp., até chegarem as submersas enraizadas, tais como *Cabomba furcata*, *Egeria densa*, *Egeria najas*, *Miriophyllum* sp. e *Utricularia foliosa*.

Amostragem e Análise Quantitativa

As coletas do perifíton em substrato artificial imitando *Egeria najas* foram realizadas entre o período de 21 de novembro e 12 de dezembro de 2003, quando o clima é caracterizado como quente e chuvoso.

Cada substrato artificial foi lavado em água clorada e, após este procedimento, cada ramo foi preso a um peso (seixos embrulhado em plástico) por uma linha de nylon e a pedaços de isopor que serviram como bóias. Estes foram instalados na água em 21 de novembro a uma profundidade aproximada de 60 cm, próximo a margem esquerda do rio. As coletas foram realizadas em réplicas e em intervalos de três dias, entre 24/11 (1ª coleta e 3º dia) e 12/12/03

(última coleta e 21º dia). O perifiton foi removido dos substratos com auxílio de uma escova e/ou pincel e jatos de água destilada, depois foi transferido para frascos (150 mL), fixado e preservado com solução de lugol acético 0,5%.

Os dados abióticos foram coletados em todas as amostragens e fornecidos pelo Laboratório de Limnologia, do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura – Nupélia. A temperatura da água (oxímetro portátil marca YSI modelo 55), turbidez (turbidímetro portátil modelo Lamotte) e vento (anemômetro) foram medidos no mesmo período que os dados do perifiton. Para a obtenção das concentrações de nutrientes, amostras da subsuperfície da água foram coletadas, acondicionadas em freezer e posteriormente levadas para o laboratório de Limnologia do Nupélia (Universidade Estadual de Maringá) para serem processadas. Nitrato = NO_3^- (Mackereth *et al.*, 1978); amônio = NH_4^+ (Solorzano, 1969); Nitrogênio total = NT (Valderrama, 1981); fósforo total = PT (Valderrama, 1981); fósforo dissolvido total = PDT (Valderrama, 1981); ortofosfato = PO_4^{3-} (Golterman *et al.*, 1978).

A quantificação das algas foi realizada em microscópio invertido, marca Olympus CK-2, utilizando-se o método de Utemöhl (1958). Os indivíduos foram contados em campos aleatórios (Bicudo, 1990), até atingir-se uma estabilização da curva (não surgirem novas espécies) e as espécies abundantes com um mínimo de 100 indivíduos. Ao todo foram analisadas 14 amostras (considerando as réplicas) para contagem das algas. O enquadramento taxonômico adotado foi o proposto por Round (1965, 1971), seguindo-se recomendação de Bicudo & Menezes (2006).

Análise dos dados

A equação para o cálculo da densidade seguiu Ros (1979). Os valores da densidade foram convertidos por unidade de área do substrato (cm^2), as quais foram obtidas a partir de regressões entre o peso seco e as áreas das plantas de amostras independentes, empregando o programa Imagem-Pro Plus versão 4.5.0.29 (Media Cybernetics, Inc., 2001).

Para a avaliação da estrutura da comunidade, utilizaram-se os seguintes atributos: densidade expressa em número de indivíduos por cm^2 , diversidade de espécies (índice de diversidade de Shannon-Wiener), o qual leva em consideração o número de espécies (riqueza) e número de indivíduos em cada espécie (abundância); e diferentes categorias quanto à abundância relativa de cada táxon (Brown, 1976). Assim, os termos usados neste trabalho para descrever estas diferentes categorias de abundância foram: espécies dominantes (**D**) = 10.000; abundante (**A**) = 5-10.000; numerosos (**N**) = 2-5000; comum (**C**) = 500-2000; pouco freqüente (**PF**) = 100-500 e rara (**R**) = 10-100.

Considerando que nem todas as espécies contribuem igualmente quanto a sua abundância para a estimativa da diversidade total, os dados foram logaritmizados ($\log_{10} + 1$). Este procedimento foi empregado para se evitar tendências (de erro) ao usarmos números muito grandes (como das espécies dominantes) junto com números muito pequenos (espécies raras).

O processo sucessional de colonização das algas perifíticas quanto a densidade foram diferenciados em três fases, de acordo com as coletas: primeira semana = coletas do 3º e 6º dias; segunda semana = coletas do 9º e 12º dias; terceira semana = coletas do 15º, 18º e 21º dias de colonização. Para comparar a densidade algal entre essas diferentes fases aplicou-se o teste da Anova (Análise de Variância Unifatorial com nível de significância, $p = < 0,05\%$). Ainda, os valores da densidade total, das classes e dos táxons foram correlacionados com as variáveis abióticas através do coeficiente de Pearson, a fim de analisar a influência destas variáveis ($p < 0,05\%$). Estes testes foram aplicados utilizando o pacote estatístico STATISTICA, versão 5.5 (StatSoft Inc., 2000) e o índice de diversidade de Shannon-Wiener de acordo com o programa PcOrd (McCune e Mefford, 1999).

Resultados

Densidade ficoperifítica

A densidade da comunidade ficoperifítica aumentou rapidamente durante os estágios iniciais de colonização, atingiu um pico máximo no 15º dia e depois diminuiu abruptamente (Figura 2). Os valores variaram de 144,75 (3º dia de colonização) a $1029,88 \times 10^3 \text{ ind.cm}^{-2}$ (15º dia). Esta densidade elevada do 15º diferiu significativamente ($F_{(6, 7)} = 10,68$; $p = 0,003$) da densidade do 3º, 6º, 9º, 12º e 21º dias de colonização (teste de Tukey, $p = 0,002$; 0,004; 0,03; 0,01 e 0,01; respectivamente).

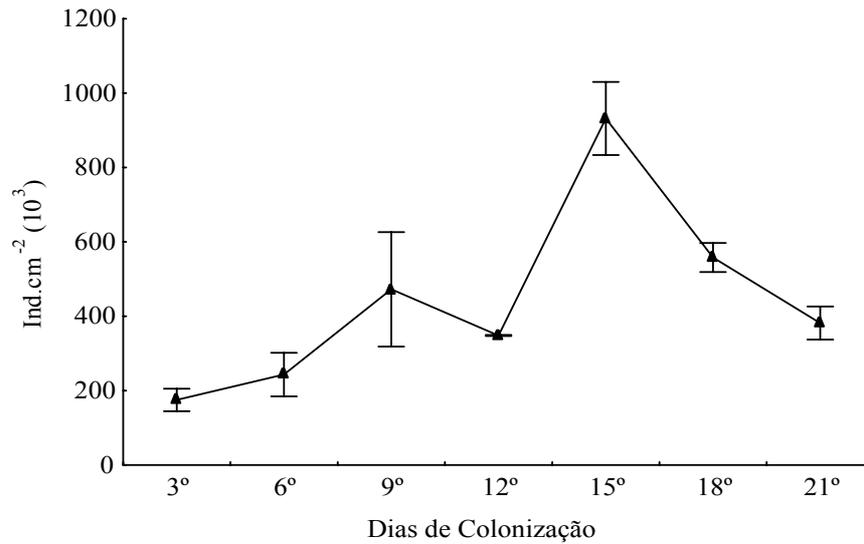


Figura 2. Densidade total (n = 2) da comunidade ficoperifítica analisada no rio do Corvo (reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Ao analisar o número de indivíduos em cada classe verificou-se o predomínio de Bacillariophyceae (diatomáceas). No 6° (27/11) e 18° (09/12) dias a porcentagem de diatomáceas foi mais baixa (73,9 e 72,4%, respectivamente), enquanto nos demais dias as diatomáceas variaram de 79 a 80% (Figura 3).

Ainda, com relação ao tempo de exposição, observa-se pelas figuras 3 e 4 que a densidade das outras classes (19 a 27,6% de táxons) no 6° e 18° dias diferiram daquelas dos tempos que as precederam. Nestes dias, Cyanophyceae e Chlorophyceae, principalmente, aumentaram sua densidade.

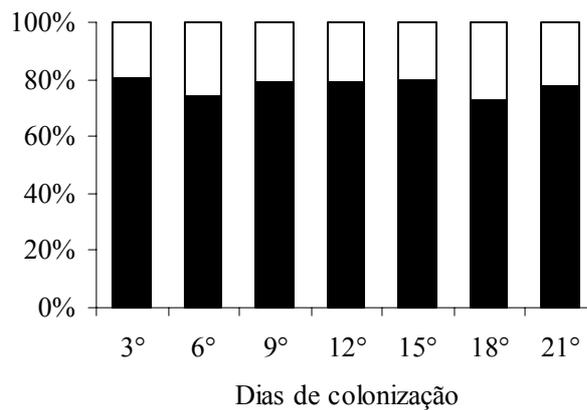


Figura 3. Porcentagem da densidade da classe Bacillariophyceae (em preto) e outras classes (em branco) analisadas no rio do Corvo (reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

De maneira geral, Cyanophyceae foi a segunda classe em densidade, com valores mais elevados na maior parte do período (12°, 15° 18° e 21° dias) e a terceira classe no 3° dia.

Zygnemaphyceae foi a segunda classe mais representativa no 3º, 6º e 9º dias sucessionais e a terceira classe no 12º e 15º dias. A contribuição das Chlorophyceae aumentou no 6º dia (terceira maior classe em densidade), permaneceu constante no 9º dia, diminuiu no 12º, apresentou um pico no 15º e 18º dias e voltou a diminuir no 21º (Figura 4). A participação das Xanthophyceae, também observada no 18º dia, foi representada por $4,42 \times 10^3$ ind.cm⁻². A classe Oedogoniophyceae representada pelos gêneros, *Oedogonium* e *Bulbochaete*, foi a terceira classe com maior densidade no 21º dia sucessional.

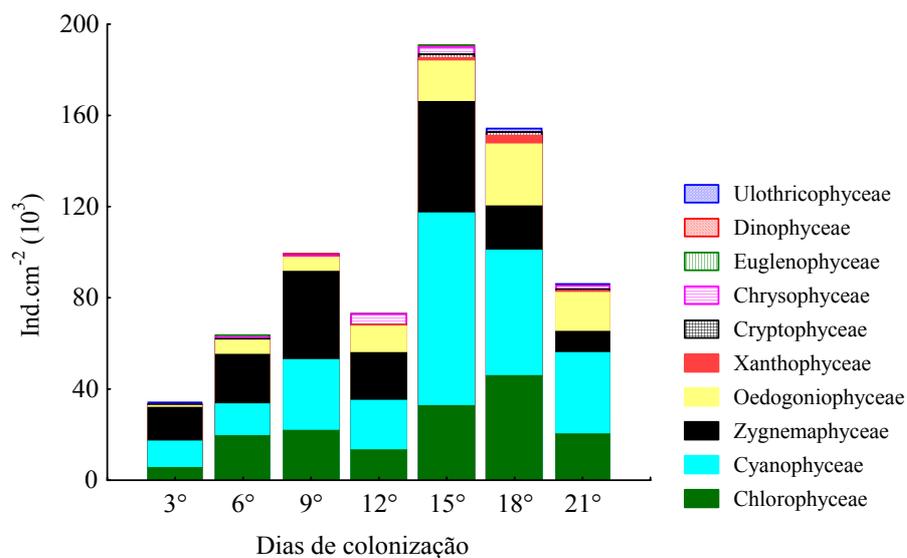


Figura 4. Densidade das demais classes (exceto Bacillariophyceae), analisadas no rio do Corvo (reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Importância relativa de cada táxon

A tabela 1 e a figura 6 mostram as diferentes categorias em que foram incluídos os táxons de acordo com a quantidade de indivíduos analisados em cada período amostrado. De forma geral, a grande quantidade de táxons representados nas categorias numerosos, abundantes e dominantes pertence às diatomáceas, enquanto a maioria daqueles incluídos nas categorias comum, pouco freqüente e rara pertence as Zygnemaphyceae. Dentre os táxons registrados, *Fragilaria capucina* foi a única espécie dominante durante todo o período.

Como já mencionado, as diatomáceas exibiram padrões de sucessão dentro do mesmo gênero e diferentes espécies de *Eunotia* dominaram diferentes fases de exposição. A abundância de *E. camelus*, em geral, aumentou após a 2ª semana e junto com *E. pectinalis*, *E. sudetica* que se mostraram, em geral, abundantes durante todo o experimento, constituíram grandes filamentos de células agregadas em cadeias lineares ou em zig-zag. *E. lineolata* atingiu o pico máximo na 3ª semana e, assim como *E. flexuosa*, seus espécimes apareceram ligados, entre si, pelas

extremidades, formando “colônias arborescentes”. *Diatoma* sp. foi outra espécie que ocorreu formando cadeias em zig-zag.

Os dois gêneros de Oedogoniaceae (*Bulbochaete* e *Oedogonium*) aumentaram sua frequência de ocorrência de pouco freqüente e comum nos estágios iniciais de sucessão (3° e 6° dias) para numerosos a abundantes nos estágios intermediários e tardios. O mesmo pode ser observado quanto a outras algas filamentosas como *Pseudanabaena catenata* e o gênero *Stigeoclonium*, os quais aumentaram a quantidade de indivíduos e passaram de pouco freqüentes nos estágios iniciais para numerosos nos estágios tardios (Tabela 1).

Entre as epífitas de outras algas, especialmente sobre *Eunotia*, os gêneros *Bicuspidela*, *Characium*, *Characiopsis*, *Geitleribactron* e *Salpingoeca* mereceram destaque por sua importância quanto à abundância relativa. *Salpingoeca* apresentou-se como táxon comum a numeroso nos estágios intermediários e tardios. *Characiopsis* cf. *aquilonaris*, analisada como táxon raro a pouco freqüente nos estágios iniciais de sucessão, atingiu sua abundância relativa máxima no 18° dia, sendo o táxon mais numeroso dentre as Xanthophyceae.

Quanto às espécies exclusivamente raras, elas ocorreram somente nos estágios iniciais, sobretudo no 6° dia (Figura 6). Ao todo foram registradas apenas 12 espécies e Zygnemaphyceae foi a classe com maior número (Tabela 1).

Depois da 2ª semana houve um aumento de espécies mais frouxamente aderidas, representadas, particularmente por: *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Stauroidesmus*, *Desmodesmus* e *Scenedesmus* (Tabela 1). A maior parte dos táxons destes gêneros foi incluída na categoria pouco freqüente, a qual teve a maior porcentagem e oscilou de 53 a 79% (Figura 6).

Os táxons dominantes, abundantes, comuns e pouco freqüentes apresentaram maior porcentagem de indivíduos no 15° dia sucessional (Figura 6), quando a densidade total atingiu valores mais elevados.

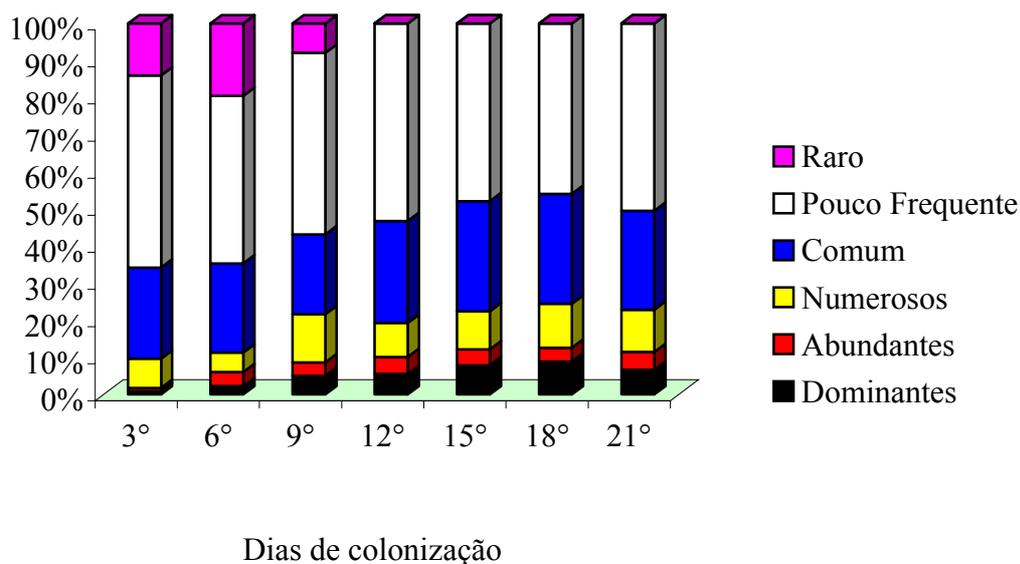


Figura 6. Porcentagem das diferentes categorias de táxons quanto a sua abundância, analisados no rio do Corvo (reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Contribuição das espécies abundantes

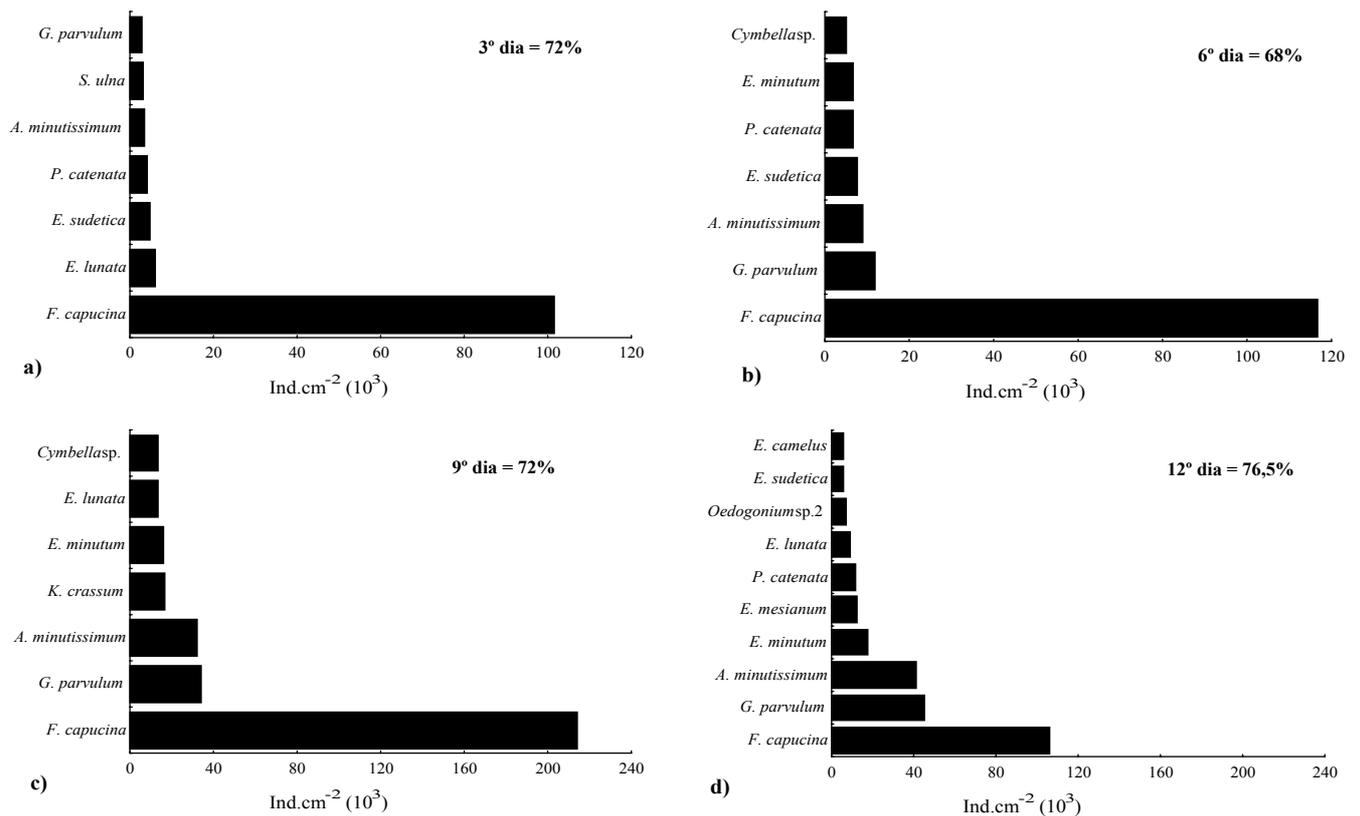
Na figura 7 é possível observar a contribuição das espécies mais abundantes em cada período, a substituição das espécies em relação ao tempo de amostragem e comprovar a grande quantidade de táxons abundantes das diatomáceas, quando estas representaram 12 espécies dentre as 19. *F. capucina*, *A. minutissimum* e *G. parvulum* foram as espécies com maiores valores de abundância registradas em todo o período.

Na 1ª semana de amostragem o 3º e 6º dias apresentaram o mesmo número de táxons mais abundantes (sete). No 3º dia, as espécies mais abundantes foram *G. parvulum*, *S. ulna*, *A. minutissimum*, *P. catenata*, *Eunotia sudetica*, *Encyonema lunata* e *F. capucina*, as quais contribuíram com 72% da comunidade de algas perifíticas (Figura 7a). No 6º dia sucessional, os táxons mais abundantes contribuíram com 68% da comunidade. Porém, *S. ulna* e *Encyonema lunata* tiveram menor abundância e foram substituídas por *Cymbella* sp. e *E. minutum* (Figura 7a e b).

Na 2ª semana, o 9º e 12º dias apresentaram sete e 10 táxons mais abundantes, respectivamente. No 9º dia, *Cymbella* sp., *E. lunata*, *E. minutum*, *K. crassum*, *A. minutissimum*,

G. parvulum e *F. capucina* foram as espécies mais abundantes e contribuíram com 72% (Figura 7c). Já no 12º dia, houve maior número de táxons abundantes, com maior contribuição destes para a comunidade (76,5%) e também houve substituição de espécies mais abundantes. *E. camelus*, *E. sudetica*, *Oedogonium* sp. 2, *P. catenata* e *E. mesianum* foram as espécies que substituíram *Cymbella* sp. e *K. crassum* (Figura 7d).

Já na 3ª semana, o 15º, 18º e 21º apresentaram nove, 13 e 11 espécies mais abundantes, respectivamente (Figura 7e, f e g). No último dia estes táxons com maior abundância contribuíram com 78,5% da comunidade. No 15º dia, *K. minutum* passou a integrar o grupo de espécies mais abundantes e, com as demais, contribuíram com 73,5% da comunidade (Figura 7e). No 18º dia, quando houve o maior número de espécies mais abundantes, *Oedogonium* sp. 2, *Chroococcus minimus*, *Gomphonema gracile*, *Achnanthidium exiguum*, *E. sudetica*, *Oedogonium* sp. 4, junto com os outros táxons, contribuíram com 74,5% da comunidade (Figura 7f).



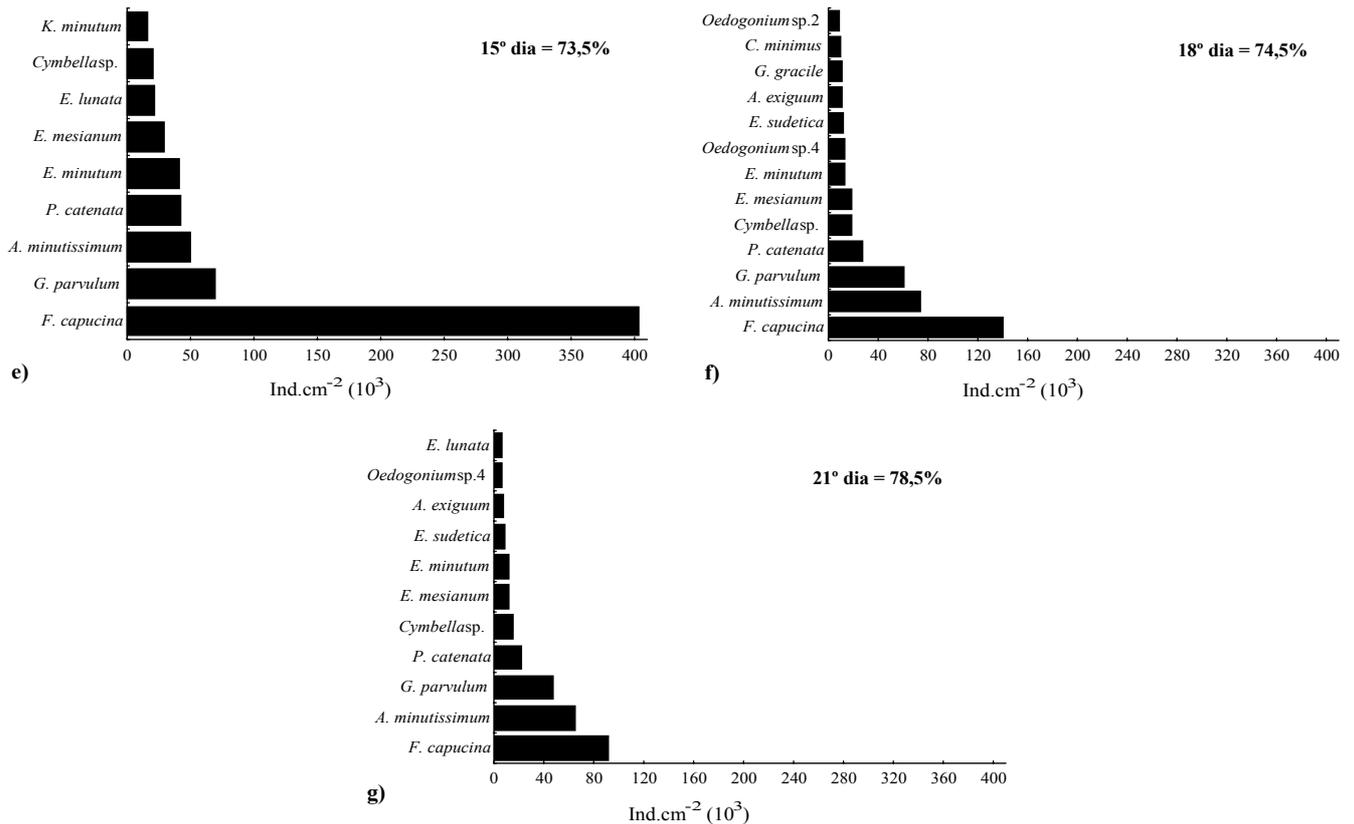


Figura 7. Contribuição das espécies mais abundantes para a comunidade ficoperifítica em cada período de amostragem, analisada no rio do Corvo (reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03. 1ª semana = a) e b); 2ª semana = c) e d); 3ª semana = e); f) e g).

Diversidade de espécies

A comparação entre a diversidade de espécies no espaço e no tempo geralmente é feita através da riqueza, mas principalmente através de índices, os quais procuram caracterizar a diversidade de uma comunidade através de um único número. E, freqüentemente, do número total de espécies de uma comunidade, uma porcentagem relativamente pequena é abundante e uma porcentagem grande é rara ou pouco freqüente, como mostrado na tabela 1.

A figura 8 mostra que os resultados da riqueza de espécies (S) e da diversidade de Shannon-Wiener (H) apresentaram tendências muito similares e indica que ambos os componentes da diversidade (S e H) variaram juntos. Nota-se que a diversidade e riqueza específica tendem a aumentar com o tempo de colonização e ambos, diversidade e riqueza, atingiram valores máximos no 15º dia sucessional.

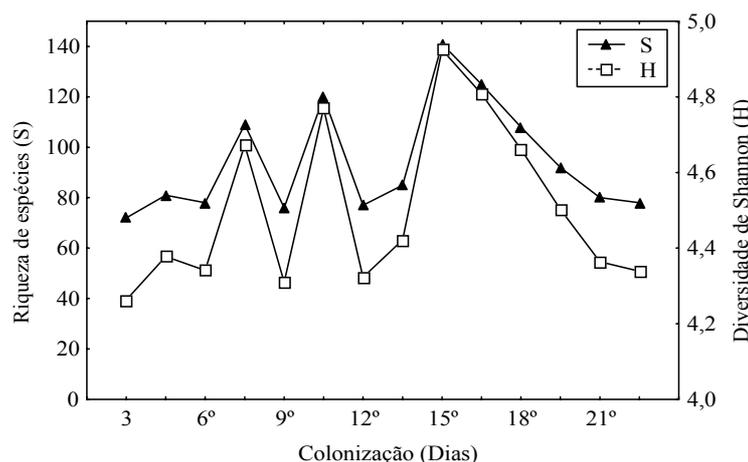


Figura 8. Riqueza de espécies (S) e Diversidade de Shannon-Wiener (H), analisadas no rio do Corvo (reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

O cálculo da equidade para a comunidade de algas perifíticas demonstrou valores consideráveis ($E = 60\%$). Esta porcentagem demonstra que o substrato artificial possui diversidade de espécies elevada e que a comunidade de algas do rio do Corvo tende a coexistir com dominância de determinados táxons, possivelmente aqueles amostrados em maiores números.

Influência das principais variáveis abióticas sobre a abundância das algas perifíticas

Quando a influência das principais variáveis abióticas sobre a abundância das algas é analisada semanalmente, observa-se maior influência dos nutrientes assim como da turbidez. Na 1ª semana, a densidade correlacionou-se positivamente com PDT ($r = 0,88$); na 2ª semana com o NT ($r = 0,97$) e na 3ª semana, negativamente, com a turbidez ($r = - 0,93$).

Entre as variáveis abióticas que afetaram a densidade das diatomáceas estão: o NT, positivamente ($r = 0,98$), na 2ª semana; e negativamente a turbidez ($r = - 0,96$ e $- 0,93$; respectivamente), na 3ª semana. Por sua vez, as cianofíceas apresentaram correlação positiva com o NT ($r = 0,98$), na 2ª semana.

A variável vento influenciou negativamente no desenvolvimento das algas perifíticas, correlacionando-se com as Chlorophyceae, Zygnemaphyceae e Oedogoniophyceae ($r = - 0,94$, $- 0,85$ e $- 0,87$, respectivamente). Ainda, Chlorophyceae, juntamente com Oedogoniophyceae, foram beneficiadas pelos nutrientes e turbidez. Oedogoniophyceae correlacionou-se com PT, PDT, NH_4^+ e PO_4^{3-} ($r = 0,84$, $0,63$, $0,72$ e $0,98$, respectivamente), além da turbidez ($r = 0,76$). As Chlorophyceae apresentaram correlação positiva com o PT, PDT, NT e NH_4^+ ($r = 0,91$, $0,88$, $0,97$ e $0,70$, respectivamente) e com a turbidez ($r = 0,92$).

As espécies que se correlacionaram com a turbidez foram: *A. exiguum* ($r = 0,95$), *A. minutissimum* ($r = 0,83$), *E. sudetica* ($r = 0,79$), *G. gracile* ($r = 0,86$), *S. ulna* ($r = 0,87$), *P. lonchoides* ($r = 0,92$), *P. mucicola* ($r = 0,85$), *Bulbochaete* sp. 4 ($r = 0,88$), *Oedogonium* sp. 2 ($r = 0,79$), *Oedogonium* sp. 4 ($r = 0,78$), *Characiopsis* cf. *aquilonaris* ($r = 0,81$), *Characium ornithocephallum* ($r = 0,85$) e *Characiellopsis skujae* ($r = 0,78$), positivamente.

Ao todo, onze espécies relacionaram-se positivamente com as formas de fósforo: *F. rhomboides*, *F. capucina*, *Phormidium* cf. *chloronium*, *K. crassum* e *Bulbochaete* sp. 1 correlacionaram-se com PO_4^{-3} ($r = 0,77$; $0,85$; $0,86$; $0,90$ e $0,92$, respectivamente); *P. lonchoides*, *Oedogonium* sp. 2 e *G. parvulum* correlacionaram com PT ($r = 0,76$; $0,76$ e $0,88$, respectivamente); enquanto *E. flexuosa* correlacionou-se com PDT ($r = 0,87$). Já *A. minutissimum* e *Bulbochaete* sp. 4 correlacionaram-se com PDT e PT ($r = 0,76$ e $0,91$; $0,78$ e $0,82$, respectivamente).

Esta influência dos nutrientes, da turbidez e vento sobre a comunidade de algas perifíticas pode ser devida a maior oscilação dos valores destas variáveis, como demonstrado na tabela 2, bem como a elevada precipitação (Figura 9).

Tabela 2. Valores das variáveis abióticas medidas no rio do Corvo (reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Semanas	1ª Semana				2ª Semana			3ª Semana		
	21-11	24-11	26-11	27-11	30-11	01-12	03-12	06-12	09-12	12-12
<i>Variáveis</i>										
Temperatura da água (°C)	26,0	28,2	27,5	26,8	26,7	26,5	27,0	26,9	26,7	28,6
Vento (m.s ⁻¹)	2,8	3,1	1,5	1,0	5,6	1,0	3,4	3,0	6,7	2,3
Turbidez (NTU)	2,9	2,8	2,5	3,0	4,2	6,6	11,9	4,1	27,0	18,7
PT (µg.L ⁻¹)	5,7	9,6	13,1	11,1	18,0	17,8	22,4	22,7	21,6	26,3
PDT (µg.L ⁻¹)	3,1	3,2	5,2	4,4	9,0	8,8	9,2	9,5	8,2	16,6
PO ₄ ⁻³ (µg.L ⁻¹)	2,3	3,3	4,3	4,2	7,0	6,9	3,7	4,7	4,5	3,8
NT (µg.L ⁻¹)	322,1	409,0	392,6	346,8	300,0	299,8	236,5	310,0	300,6	339,5
NO ₃ ⁻ (µg.L ⁻¹)	185,3	215,1	206,3	176,6	120,0	119,0	114,4	136,0	134,0	97,6
NH ₄ ⁺ (µg.L ⁻¹)	18,0	20,9	31,7	65,1	66,0	29,2	35,8	75,0	73,9	44,0

Na bacia do rio Paranapanema há um regime de precipitações com a concentração de chuvas no período de novembro a fevereiro. A elevada precipitação (Figura 9) aliada aos ventos fortes, analisados no período de estudo (novembro e dezembro), influenciou na maior quantidade de material alóctone para dentro do reservatório e, assim, contribuiu para aumentar a turbidez e a concentração de nutrientes.

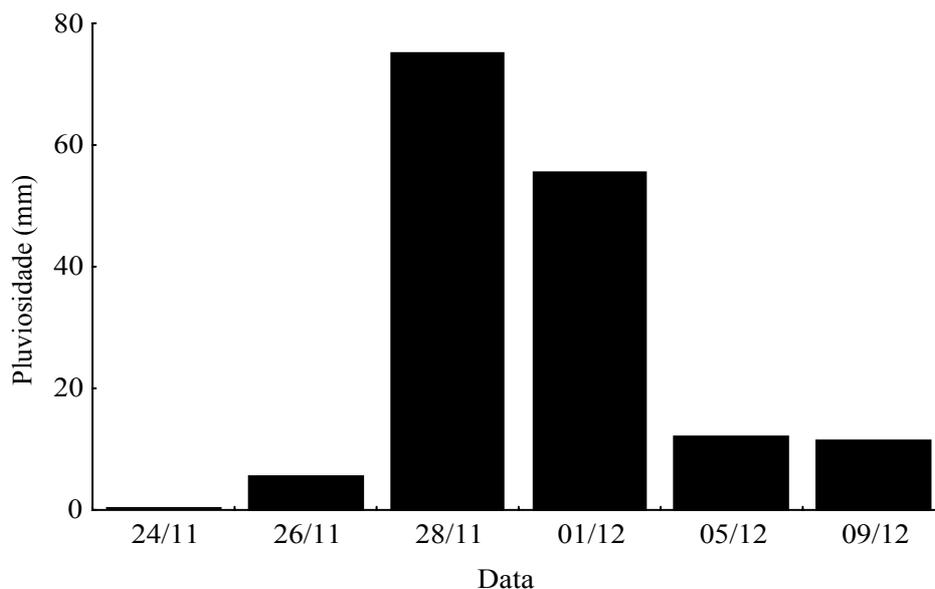


Figura 9. Valores de precipitação obtidos no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana), no período de 21/11 a 12/12/03.

Discussão

As diferenças nos valores de densidade analisadas neste estudo, mais acentuadas em determinados períodos, deve-se ao fato de o substrato artificial estar em um processo de colonização e sucessão de espécies, já que ao ser exposto no ambiente ele constitui um hábitat novo/vazio. De acordo com Ricklefs (1996), a criação de qualquer novo hábitat é um convite a inúmeras espécies, particularmente aquelas bem adaptadas, consideradas invasoras. Segundo o autor, estes primeiros colonizadores são seguidos por outros, que são mais lentos para tirar vantagens do novo hábitat, mas são eventualmente mais bem-sucedidos que as espécies pioneiras, e com isso as características da comunidade mudam com o tempo.

Conseqüentemente, neste estudo, os processos de emigração e imigração devem ter sido suficientes para causar mudanças na abundância não somente de espécies pequenas e oportunistas de diatomáceas, tais como *A. minutissimum*, *E. camelus*, *E. sudetica*, *Encyonema lunata*, *E. minutum*, *E. mesianum*, *F. capucina* e *G. parvulum*, mas também por espécies maiores, como *Eunotia flexuosa*, *E. lineolata*, *G. gracile* e *S. ulna* (abundantes durante todo o período), assim como por algas filamentosas como *Bulbochaete*, *Oedogonium*, *Stigeoclonium*, *P. catenata*, *K. crassum* e *K. minutum* (mais abundantes nos estágios finais). Segundo Stevenson e

Peterson (1989) a imigração é um processo importante no aumento e sucessão de diatomáceas bênticas em substrato artificial.

O predomínio das diatomáceas pode estar relacionado, em parte, a maior quantidade de espécies ubiqüitárias e oportunistas, que possuem uma variedade de mecanismos para adaptar a vida aos diversos substratos, como pedúnculos de fixação ao substrato, poros mucilaginosos que facilitam a adesão ao substrato. As diatomáceas representaram o componente mais importante da comunidade perifítica durante os estágios iniciais de sucessão em lâminas de vidro (Lam e Lei, 1999; Rodrigues e Bicudo, 2001; Sheath e Wehr, 2003), assim como em plantas de plásticos (Cattaneo e Kalff, 1978). Neste trabalho, os resultados foram semelhantes aos de Cattaneo e Kalff (1978) quanto à dominância de diatomáceas em plantas de plástico e também aos de Lam e Lei (1999) e Rodrigues e Bicudo (2004) em lâminas de vidro.

Entre os vários táxons de diatomáceas, com abundância elevada, *Achnantheidium exiguum*, *A. minutissimum*, *Cymbella* sp., *Encyonema lunata*, *E. mesianum*, *E. minutum*, *Eunotia camelus*, *E. sudetica*, *F. capucina*, *Gomphonema gracile*, *G. parvulum* e *S. ulna*, foram as espécies que mais contribuíram com os elevados valores de densidade das Bacillariophyceae. *F. capucina* e *S. ulna* são diatomáceas aráfides, que formam apicalmente rosetas coloniais aderidas ou células agregadas (Stevenson e Peterson, 1989; Biggs *et al.*, 1998) e, a primeira, segundo Bicudo e Menezes (2006), pode formar cadeias agregadas linearmente, como constatadas neste trabalho. Ambas as espécies são abundantes nos estágios iniciais de sucessão das assembléias algais (Stevenson *et al.*, 1991; Peterson *et al.*, 1993; Albay e Akcaalan, 2003). Táxons aráfides são imigrantes mais ativos que monorafides e biráfides, uma vez que formam colônias que se aderem apicalmente ao substrato, projetando-se verticalmente. Porém, as monorafides aderidas comprimidamente, como *A. minutissimum*, persistem nos substratos durante os distúrbios (Stevenson e Peterson, 1989).

A. minutissimum e *E. minutum* foram os táxons mais comuns nos substratos natural e artificial estudados por Sabater *et al.* (1998) em um rio montanhoso. Hawes e Schwarz (1996) encontraram *A. minutissimum* e *E. pectinalis* como espécies abundantes na flora perifítica de substratos artificiais. Almeida (2001) também registrou *A. minutissimum* e *F. capucina* como espécies dominantes na comunidade perifítica em lâminas de vidro, no reservatório Mourão, Estado do Paraná. Rodrigues e Bicudo (2004) relacionaram a predominância de *E. minutum* a sua vantagem em se adaptar melhor aos distúrbios, ao menor tamanho e a sua eficiência aos mecanismos de adesão ao substrato. Provavelmente estas características explicam, além de outros fatores, a grande abundância das diatomáceas no processo sucessional da comunidade ficoperifítica.

A participação expressiva de várias espécies de *Eunotia* seja formando grandes filamentos de células agregadas em cadeias (*E. pectinalis*, *E. sudetica*, *E. camelus*), ou formando extensas “colônias arborescentes” ligadas entre si pelas extremidades (*E. flexuosa* e *E. lineolata*), pode estar relacionado a maior concentração de fósforo. Outras espécies igualmente apresentaram uma relação positiva com esse nutriente, como *A. minutissimum*, *F. capucina*, *F. rhomboides*, *G. parvulum*. Ainda, a abundância das diatomáceas pode ter sido influenciada pelos maiores valores de turbidez, uma vez que esta também correlacionou-se positivamente com *A. exiguum*, *A. minutissimum*, *E. sudetica*, *G. gracile* e *S. ulna*. Segundo Hutchinson (1967), espécies de diatomáceas têm maior tolerância a intensidades luminosas mais baixas e por isso apresentam maior eficiência de crescimento nessas condições que outros grupos algais.

Padrões interspecíficos nas características de crescimento e emigração entre diatomáceas indicam diferentes estratégias ecológicas. Estas estratégias variam de espécies oportunistas que se reproduzem rapidamente e dispersam quando o fornecimento de nutrientes torna-se limitante, até aquelas espécies competitivas com crescimento mais lento, as quais utilizam os recursos de forma mais eficiente (Stevenson *et al.*, 1991). Estas estratégias vão alterando-se, tanto na habilidade de se proliferar em espaços recentemente vazios (Peterson, 1996), na exploração de fontes de nutrientes inorgânicos localizados e/ou passageiros, quanto na resistência a romper-se pelas ondas ou de serem levadas pela corrente (Biggs e Thomsen, 1995). Tais habilidades em proliferar-se e resistir aos distúrbios revela a grande plasticidade das espécies dessa assembléia em se estabelecerem e persistirem em diferentes condições ambientais. Este fato pôde ser verificado pela presença de *A. minutissimum*, *Encyonema mesianum*, *E. minutum*, *Eunotia sudetica*, *F. capucina* e *G. parvulum*, que são espécies colonizadoras e mantiveram abundantes até os estados tardios. Dentre estas, *A. minutissimum*, *E. minutum*, *F. capucina*, *G. parvulum*, junto com *Cymbella affinis*, são citadas por Biggs *et al.* (1998) como pertencentes a um grupo particular (seleção R) de espécies pequenas, colonizadoras, com crescimento rápido e baixa biomassa, e são encontradas em ambientes perturbados, com fornecimento de recursos de moderado a alto.

O destaque de cianofíceas, desmídias e clorofíceas, provavelmente esteve relacionado à diminuição na abundância de diatomáceas, além de outros fatores. A maior concentração de nutrientes pode ter favorecido o desenvolvimento das cianofíceas neste estudo, uma vez que esta classe apresentou uma correlação positiva com as formas de nitrogênio. O fósforo do mesmo modo influenciou as cianofíceas, já que houve uma relação positiva deste com as espécies de *K. crassum*, *Phormidium* cf. *chloronium* e *P. lonchoides*, as quais contribuíram para elevar os valores de densidade total da classe. *P. lonchoides* e *P. mucicola* correlacionaram-se

positivamente com a turbidez. Assim, considerando a concentração de nutrientes no ambiente, em parte, devido aos maiores valores de turbidez da água, que conseqüentemente deveu-se a maior precipitação pluviométrica, sugere-se que: maiores teores de nutrientes, altas temperaturas, ventos intensos e precipitação pluviométrica, no período de estudo, colaboraram para o incremento de cianofíceas.

A maior contribuição de táxons mais frouxamente aderidos ao substrato, representados por Desmidiales e Chlorococcales, bem como por algas verdes filamentosas que possuem discos de fixação ao substrato como *Bulbochaete* e *Oedogonium* e, também por *Stigeoclonium*, melhor representados nos estágios intermediários e finais de sucessão, além de estarem relacionadas a maior estabilidade da comunidade perifítica, estiveram relacionados com os nutrientes (fósforo) e a turbidez. As Zygnemaphyceae incluiu maior número de diferentes espécies pertencentes aos diversos gêneros e que alternou com Cyanophyceae quanto ao segundo maior grupo em densidade. A flora de desmídias é representada por um grande número de gêneros e cada gênero com poucas espécies (Coesel, 1982), exceto *Cosmarium*, *Staurastrum* e *Stauroidesmus*, os quais foram os mais especiosos (30, 27 e 13, respectivamente). De acordo com Coesel (1982), a abundância de vegetação aquática com folhas finamente divididas, especialmente *Ceratophyllum*, *Miriophyllum* e *Utricularia*, favorece o desenvolvimento das desmídias. No local de estudo, foram observados vários estandes de *Cabomba*, *Egeria*, *Miriophyllum* e *Utricularia*, entre outras plantas aquáticas, as quais provavelmente propiciaram maior diversidade de hábitat para esta flórua.

A relação positiva dos nutrientes (fósforo total, fósforo dissolvido total, amônio e ortofosfato) e da turbidez na densidade de Oedogoniophyceae foi corroborada pela correlação positiva com *Bulbochaete* sp. 1, *Bulbochaete* sp. 4, *Oedogonium* sp. 2 e *Oedogonium* sp. 4. Possivelmente as células basais dos representantes desta classe, com estruturas importantes para se fixarem ao substrato, favoreceram sua permanência. Segundo Dias (1997), as algas verdes filamentosas, como por exemplo, *Oedogonium* e *Bulbochaete*, desenvolvem-se preferencialmente em ambientes mais rasos, colonizados por macrófitas e com temperatura favorável entre 25 e 30 °C. Embora Felisberto e Rodrigues (2005a, 2005b, 2005c) não tenham estudado os processos de colonização e sucessão, os autores relacionaram a riqueza e densidade de desmídias e Oedogoniaceae com a temperatura e a grande quantidade de estandes de macrófitas aquáticas no reservatório de Rosana.

Apesar da precipitação pluviométrica dificultar a penetração da luz no ambiente aquático, devido a maior quantidade de material alóctone e elevação da turbidez, apresenta benefícios ao contribuir no aumento dos teores de nutrientes. Segundo Burkholder e Cuker (1991), a

sedimentação de material pode afetar as algas perifíticas, negativamente por meio da redução da disponibilidade de luz, ou positivamente pelo aumento da disponibilidade de fósforo. Nossos resultados confirmam a importância dos nutrientes e da turbidez para as algas perifíticas, uma vez que houve uma correlação positiva com clorofíceas, diatomáceas e Oedogoniaceae. Contudo, as fortes chuvas que atingiram o ambiente estudado podem ter sido responsáveis pela diminuição drástica na densidade e diversidade específica da comunidade perifítica, em especial das espécies mais frouxamente aderidas (*Cosmarium*, *Staurastrum*, *Staurodesmus*, *Desmodesmus* e *Scenedesmus*).

A maior importância de epífitas de outras algas (*Eunotia*) nos estágios intermediários e tardios do substrato artificial pode estar relacionado com a substituição de espécies que ocorrem no processo de sucessão e também pelos maiores valores de turbidez. *Characium ornithocephallum*, *Characiellopsis skujae* e *Charariopsis* cf. *aquilonaris* possuem células basais de suporte, que são utilizadas para se fixar a outras algas. Estas estruturas morfológicas favoreceram tais espécies a resistirem aos distúrbios e permanecer no hábitat, já que elas apresentaram-se constantes nos estágios finais.

A abundância de determinadas espécies favorecidas por recursos ambientais, como nutrientes, turbidez, chuvas e vento estão entre as aplicações da ecologia populacional e, de acordo com Ricklefs (1996), geralmente os indivíduos são mais numerosos onde os recursos são mais abundantes. Segundo o mesmo autor, dentro de certa comunidade, independentemente dos modelos matemáticos de abundância relativa, poucas espécies atingem uma alta abundância (dominantes), enquanto a maioria das outras espécies é representada por poucos indivíduos (espécies raras). Conseqüentemente, a abundância da espécie parece refletir a variedade e a abundância dos recursos disponíveis para cada população, bem como a influência dos competidores, predadores e doenças (Ricklefs, 1996), entre outros fatores. Desta forma, a densidade provê informações sobre as relações das populações com o ambiente e, então, mudanças na densidade refletem alterações nas condições locais; mudanças que podem ser determinadas por meio de índices, como o índice de diversidade (Hillebrand e Sommer, 2000).

Segundo Pompêo e Moschini-Carlos (2003), o índice de diversidade pode ser aplicado para entender melhor as relações entre espécies durante o processo sucessional em substrato artificial. Este fato pôde ser observado quanto aos valores de diversidade de Shannon, quando a diversidade e riqueza específica aumentaram com o tempo de amostragem, com altos índices de diversidade e riqueza registrados no 15º dia de exposição. Este pico elevado de densidade, provocado pelo incremento de indivíduos ao substrato, reflete o estágio de maturidade que a comunidade algal perifítica alcançou, indicando que o tempo de exposição necessário a uma

comunidade madura em termos de densidade e diversidade específica ocorreu na terceira semana de amostragem.

Na literatura, a diversidade de Shannon da comunidade algal em substrato artificial é variável, sendo que há autores que registraram maior diversidade (1,2) no 20º dia de sucessão (Albay e Akcaalan, 2003); outros no 14º dia (Patrick e Reimer, 1975; Sabater *et al.*, 1998), enquanto outros verificaram o máximo de diversidade entre a 3ª e 4ª semanas com 1,5 e 2,3 respectivamente (Lam e Lei, 1999). Segundo Pompêo e Moschini-Carlos (2003), de maneira geral, um período estimado em quatro semanas é suficiente para a comunidade perifítica atingir o estado de maturidade. Os valores da diversidade de Shannon-Wiener deste estudo foram superiores (média de 4,5) àqueles encontrados na literatura. Contudo, observa-se que a maturidade da comunidade ficoperifítica, de forma geral, ocorreu no 15º dia sucessional, como analisado por outros pesquisadores (Cattaneo *et al.*, 1975; Lam e Lei, 1999; Rodrigues e Bicudo, 2004).

Entretanto, antes que a comunidade ficoperifítica atingisse um pico máximo de densidade, foram registradas oscilações, revelando o que se espera de uma comunidade que passa por distúrbios e se recupera destes. Entre os distúrbios físicos controladores da sucessão estão a ação das ondas, devido a maior intensidade do vento, a própria velocidade de corrente e também a precipitação pluviométrica. Segundo Biggs e Thomsen (1995), chuvas intensas/inundações são agentes importantes de distúrbios naturais em rios. Conseqüentemente, a resposta do perifiton aos distúrbios depende da intensidade/frequência dos eventos, das propriedades da comunidade, como estágio de desenvolvimento, aspectos fisionômicos e taxonômicos (Biggs e Thomsen, 1995; Biggs *et al.*, 1998; Rodrigues e Bicudo, 2004).

Em ambientes com maior quantidade de substratos disponíveis para colonização do perifiton, o qual leva a maior heterogeneidade, a comunidade perifítica teria uma elevada diversidade de espécies, sendo fortemente relacionada com a estabilidade (Stevenson, 1997). Com isso, nesses ambientes mais heterogêneos que passam por distúrbios intermediários, a comunidade ficoperifítica apresentaria uma elevada diversidade. Segundo Stevenson (1997), a relação do aumento da diversidade de espécies das assembléias algais perifíticas com maior resiliência das espécies em ambientes mais heterogêneos seria devido ao uso mais eficiente de uma quantidade maior de recursos disponíveis.

De acordo com Cattaneo e Amireault (1992) estudos envolvendo colonização e sucessão de algas perifíticas, em períodos de curta duração, são mais apropriados para ambientes ricos e quentes, uma vez que, com o passar do tempo, a interação dos fatores, associada à própria comunidade, aumenta. Diante destas considerações, pode-se afirmar que neste estudo de curta

duração a comunidade perifítica foi controlada pela concentração de nutrientes, a qual sofreu influência da turbidez e precipitação pluviométrica aliada aos ventos fortes.

Finalizando, os resultados deste estudo mostraram que as diatomáceas foram o grupo dominante, sendo os primeiros colonizadores, persistindo nos demais estágios, além de direcionarem a diversidade no substrato analisado, enquanto que as desmídias foram o grupo com predomínio de espécies pouco frequentes ou raras.

Agradecimentos

Agradecemos aos biólogos e técnicos do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura – Nupélia, pelo suporte técnico-científico e também ao PEA (Programa de Pós-Graduação em Ambientes Aquáticos Continentais) da Universidade Estadual de Maringá pelo apoio logístico na execução do projeto, a CAPES pela concessão da bolsa de doutorado.

Referências

- ALBAY, M.; AKCAALAN, R. Comparative study of periphyton colonisation on common reed (*Phragmites australis*) and artificial substrate in a shallow lake, Manyas, Turkey. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 506-509, p. 531-540, 2003.
- ALMEIDA, A.C.G. *Desenvolvimento da comunidade perifítica sobre substrato artificial em um reservatório paranaense*. 2001. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2001.
- BICUDO, D.C. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifiton. *Acta Limnologica Brasiliensia*, São Carlos, v. 3, n. 1, p. 459-475, 1990.
- BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. *Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil*. São Carlos: RiMa, 2006.
- BIGGS, B.J.F.; THOMSEN, H.A. Disturbance of stream periphyton by perturbations in shear stress: time to structural failure and differences in community resistance. *J. Phycol.*, Lawrence, v. 31, p. 233-241, 1995.
- BIGGS, B.J.F. *et al.* A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. *Arch. Hydrobiol.*, Stuttgart, v.143, n. 1, p. 21-56, 1998.
- BROWN, H.D. A comparison of the attached algal communities of a natural and an artificial substrate. *J. Phycol.*, Lawrence, v. 12, p. 301-306, 1976.
- BURKHOLDER, J.M.; CUKER, B.E. Response of periphyton communities to clay and phosphate loading in a shallow reservoir. *J. Phycol.*, Lawrence, v. 27, p. 373-384, 1991.

- CATTANEO, A.; AMIREAULT, M.C. How artificial are artificial substrata for periphyton? *J. N. Am. Benthol. Soc.*, Lawrence, v.11, n. 2, p. 244-256, 1992.
- CATTANEO, A. *et al.* The development of benthonic phytocenosis on artificial substrates in the Ticiano river. *Oecologia*, Berlin, v. 19, p. 315-327, 1975.
- CATTANEO, A.; KALFF, J. Seasonal changes in the epiphyte community of natural and artificial macrophytes in lake memphremagog (Que. & VT). *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 60, p. 135-144, 1978.
- CATTANEO, A.; KALFF, J. Primary production of algae growing on natural and artificial aquatic plants: a study of interactions between epiphytes and their substrate. *Limnol. Oceanogr.*, Waco, v. 24, p. 1031-1037, 1979.
- CHAMIXAES, C.B.C.B. *Variação temporal 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)*. 1991. Tese (Doutorado) - Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, 1991.
- COESEL, P.F.M. Structural characteristics and adaptations of desmid communities. *J. Ecology*, London, v. 70, p. 163-177, 1982.
- DIAS, I.C.A. *Chlorophyta filamentosas da reserva biológica de Poço das Antas, Município de Silva Jardim, Rio de Janeiro: Taxonomia e aspectos ecológicos*. 1997. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- FELISBERTO, S.A.; RODRIGUES, L. Influência do gradiente longitudinal (rio-barragem) na similaridade das comunidades de desmídias perifíticas. *Rev. Bras. Bot.*, São Paulo, v. 28, n.2, p. 241-254, 2005a.
- FELISBERTO, S.A.; RODRIGUES, L. Abundance of periphytic desmids in two brazilian reservoirs with distinct environmental conditions. *Acta Limnologica Brasiliensis*, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 433-443, 2005b.
- FELISBERTO, S.A.; RODRIGUES, L. Comunidade de Algas Perifíticas em reservatórios de diferentes latitudes. In: RODRIGUES, L. *et al.* (Ed.) *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RiMa, 2005c, p. 97-114.
- GOLDSBOROUGH, L.G. *et al.* An enclosure/substratum system for in situ ecological studies of periphyton. *Arch. Hydrobiol.*, Stuttgart, v. 106, p. 373-393, 1986.
- HAWES, I.; SCHWARZ, A-M. Epiphytes form a deep-water characean meadow in an oligotrophic New Zealand lake: species composition, biomass and photosynthesis. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 36, p. 297-313, 1996.

- HIGASHI, M. *et al.* Effect of the feeding activity of snails on the biomass and productivity of an algal community attached to a reed stem. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, Stuttgart, v. 21, p. 590-595, 1981.
- HILLEBRAND, H.; SOMMER, U. Diversity of benthic microalgae in response to colonization time and eutrophication. *Aquatic Bot.*, Amsterdam, v. 67, p. 221-236, 2000.
- HORNE, A. J.; GOLDMAN, C. R. *Limnology*. 2.ed. Singapore: McGraw Hill International, 1994.
- HUTCHINSON, G. E. *A treatise on Limnology*. New York: J. Wiley & Sons, v. 2, 1967.
- LAM, P.K.S.; LEI, A. Colonization of periphytic algae on artificial substrates in a tropical stream. *Diatom Res.*, London, v. 14, n. 2, p. 307-322, 1999.
- LOBO, E.; BUSELATO-TONIOLLI, T.C. Tempo de exposição de um substrato artificial para o estabelecimento da comunidade do perifiton no curso inferior do rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rickia*, São Paulo, v. 12, p. 35-51, 1985.
- LOWE, R.L.; PAN, Y. Benthic Algal Communities as Biological Monitors. *In: STEVENSON, R.J. et al. (Ed.) Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. San Diego: Academic Press, 1996, p. 705-739.
- MACKERETH, F.J.H. *et al.* Water analysis: some revised methods for limnologists. – 117 pp. Titus Wilson & Sons Ltd, Kendall. (Freshwater Biological Association Scientific Publication n° 36). 1978.
- McCUNE, B.; MEFFORD, M.J. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4. MJM Software Design, USA: Gleneden Beach, 1999.
- MEDIA CYBERNETICS. *Imagem-Pro Plus*. Versão 4.5.0.29 for Windows. Silver Spring: Proven Solution, Inc. 2001.
- MORIN, J.O. Initial colonization of periphyton on natural and artificial apices of *Myriophyllum heterophyllum* Michx. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 16, p. 685-694, 1986.
- MOSCHINI-CARLOS, V. *et al.* Seasonal variation of biomass and productivity of the periphytic community on artificial substrata in the Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 434, p. 35-40, 2000.
- NOGUEIRA, M.G. *et al.* Uma avaliação dos processos de eutrofização nos reservatórios em cascata do rio Paranapanema (SP/PR), Brasil. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL GESTIÓN AMBIENTAL E HIDROELECTRICIDAD*. Argentina - Uruguay. Buenos Aires: CACIER-CTMSG, 2002, 1 CD-Rom, p. 91-106.
- PATRICK, R. *et al.* A new method for determining the pattern of the Diatom flora. *Natulae Naturae*, Philadelphia, v. 259, p. 1-9, 1954.

- PATRICK, R.; REIMER, C.W. The Diatoms of United States. Philadelphia: Ac. Nat. Sci. Philadelphia, v. 1, pt. 1, 1975. (Monography; n. 13).
- PETERSON, C.G. Mechanisms of lotic microalgal colonization following space-clearing disturbances acting at different spatial scales. *Oikos*, Lund, Sweden, v. 77, p. 417-435, 1996.
- PETERSON, C.G. *et al.* Infection, growth, and community-level consequences of a diatom pathogen in a sonoran desert stream. *J. Phycol.*, Lawrence, v. 29, p. 442-452, 1993.
- POMPÊO, M.L.M.; MOSCHINI-CARLOS, V. *Macrófitas aquáticas e perifiton: aspectos ecológicos e metodológicos*. São Carlos: RiMa, 2003.
- RICKLEFS, R.E. *A Economia da Natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- RODRIGUES, L.; BICUDO, D.C. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Rev. Bras. Bot.*, São Paulo, v. 24, p. 235-248, 2001.
- RODRIGUES, L.; BICUDO, D.C. Periphytic Algae. In: THOMAZ, S. M. *et al.* (Ed.) *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation*. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, 2004, p. 125-143.
- ROS, J. *Prácticas de Ecología*. Barcelona, Ed. Omega, 1979.
- ROUND, F.E. *The Biology of the algae*. London, Edward Arnold (Publishers) Ltd, 1965.
- ROUND, F.E. The taxonomy of the Chlorophyta, 2. *British Phycological Journal* v. 6, n. 2, p. 235-264, 1971.
- SABATER, S. *et al.* Community dynamics and metabolism of benthic algae colonizing wood and rock substrata in a forest stream. *J. Phycol.*, Lawrence, v. 34, p. 561-567, 1998.
- SHEATH, R.G.; WEHR, J.D. Introduction to freshwater algae. In: WEHR, J.D.; SHEATH, S.G. (Ed.) *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. San Diego: Academic Press, 2003. p. 1-9.
- SLÁDECKOVÁ, A. Limnological investigation methods for the periphyton ("Aufwuchs") community. *Botanical Rev.*, Bronx, New York, v. 28, n. 2, p. 286-350, 1962.
- SOLORZANO, L. Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. *Limnol. Oceanogr.*, Stuttgart, v. 14, p. 799-801, 1969.
- STATSOFT, INC. STATISTICA for Windows (Computer program manual). Tulsa Oklahoma, 2000.
- STEVENSON, R.J. An Introduction to Algal Ecology in Freshwater Benthic Habitats. In: STEVENSON, R.J. *et al.* (Ed.) *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. San Diego: Academic Press, 1996. cap. 1, p. 3-30.

STEVENSON, R.J. Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, Lawrence, v. 16, n. 1, p. 248-262, 1997.

STEVENSON, R.J. *et al.* Density-dependent growth, ecological strategies, and effects of nutrients and shading on benthic diatom succession in streams. *J. Phycol.*, Lawrence, v. 27, p. 59-69, 1991.

STEVENSON, R.J.; PETERSON, C.G. Variation in benthic diatom (Bacillariophyceae) immigration with habitat characteristics and cell morphology. *J. Phycol.*, Lawrence, v. 25, p. 120-129, 1989.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitt. Int. Ver. Limnol.*, Stuttgart, v. 9, p. 1-38, 1958.

VALDERRAMA, J.C. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.*, Amsterdam, v. 10, p. 109-122, 1981.

Tabela 1. Importância relativa de cada táxon, analisados no rio do Corvo (reservatório de Rosana), em 2003. Categorias das espécies: **D** = dominante, **A** = abundante, **N** = numerosas, **C** = comum, **PF** = pouco freqüente e **R** = rara.

Substrato artificial															
Dias de colonização	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°	Dias de colonização	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°
Bacillariophyceae								Bacillariophyceae							
<i>Achnanthes lanceolata</i>	-	-	PF	-	-	-	-	<i>Fragilaria capucina</i>	D	D	D	D	D	D	D
<i>Achnanthidium exiguum</i>	PF	C	C	C	N	D	A	<i>F. capucina</i> forma teratológica	N	C	N	C	N	N	C
<i>A. minutissimum</i>	N	A	D	D	D	D	D	<i>Fragilaria delicatissima</i>	C	R	N	N	D	N	N
<i>Amphora</i> sp.	-	-	-	-	-	PF	-	<i>Frustulia rhomboides</i>	PF	-	C	PF	PF	PF	PF
<i>Aulacoseira granulata</i>	-	PF	PF	-	-	-	-	<i>Frustulia</i> cf. <i>vitrea</i>	-	-	-	-	PF	-	-
<i>Cyclotella</i> cf. <i>steligera</i>	PF	-	-	-	-	C	-	<i>Gomphonema</i> cf. <i>brasiliense</i>	PF	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella affinis</i>	PF	-	-	N	A	-	PF	<i>G. gracile</i>	N	C	N	N	N	D	N
<i>C. cuspidata</i>	-	-	-	PF	PF	-	-	<i>G. parvulum</i>	N	D	D	D	D	D	D
<i>Cymbella</i> cf. <i>mycrocephala</i>	-	-	-	-	-	C	C	<i>Gomphonema</i> cf. <i>truncatum</i>	-	-	-	-	PF	-	-
<i>C. naviculiformes</i>	PF	-	C	-	PF	PF	-	<i>Gomphonema</i> sp.	C	C	C	-	C	-	-
<i>Diatoma</i> sp.	-	PF	-	-	N	-	C	<i>Hantzschia amphioxys</i>	-	-	-	-	-	C	PF
<i>Diploneis</i> cf. <i>subovalis</i>	-	PF	-	-	-	-	PF	<i>Navicula</i> cf. <i>aikenensis</i>	-	-	-	-	C	PF	PF
<i>Encyonema lunata</i>	A	N	D	A	D	A	A	<i>Navicula</i> "crypto"	C	N	N	N	A	A	C
<i>E. mesianum</i>	PF	N	A	D	D	D	D	<i>Nitzschia</i> cf. <i>amphibia</i>	-	-	-	PF	-	C	PF
<i>E. minutum</i>	N	A	D	D	D	D	D	<i>Nitzschia</i> cf. <i>linearis</i>	-	-	-	PF	PF	PF	-
<i>Encyonema</i> cf. <i>perpusillum</i>	PF	-	-	-	-	-	-	<i>Nitzschia</i> cf. <i>palea</i>	C	C	N	C	A	C	PF
<i>E. silesiacum</i>	-	-	PF	N	D	A	N	<i>Nitzschia</i> sp.	-	-	PF	-	-	-	-
<i>Encyonema</i> sp.	C	A	D	-	D	D	D	Penales não identificada	-	-	PF	-	PF	-	-
<i>Encyonema</i> sp. 1	-	-	-	-	-	PF	-	Penalles não identificada 2	PF	PF	PF	C	N	-	-
<i>Eunotia bilunaris</i>	C	PF	-	-	PF	PF	PF	<i>Pinnularia</i> cf. <i>braunii</i>	R	PF	-	-	-	-	-
<i>E. camelus</i>	-	-	PF	A	N	C	C	<i>Pinnularia</i> cf. <i>divergens</i>	-	-	-	-	-	PF	PF
<i>E. flexuosa</i>	C	PF	N	C	C	C	N	<i>Pinnularia</i> cf. <i>interrupta</i>	PF	-	PF	-	C	PF	-
<i>E. formica</i>	-	C	-	-	-	-	-	<i>P. maior</i>	-	PF	PF	PF	-	PF	-

Continuação.....

Bacillariophyceae	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°	Bacillariophyceae	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°
<i>Eunotia indica</i>	PF	-	-	-	PF	C	-	<i>Pinnularia cf. microstauron</i>	-	-	R	-	-	-	-
<i>E. lineolata</i>	-	-	C	N	D	N	N	<i>Pinnularia sp.</i>	-	R	-	PF	PF	-	C
<i>Eunotia cf. minor</i>	C	PF	N	PF	-	C	C	<i>Sellaphora pupulla</i>	-	-	-	-	PF	PF	PF
<i>E. monodon</i>	-	-	-	PF	PF	-	-	<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	-	-	-	PF	-	-	-
<i>E. pectinalis</i>	-	N	N	C	PF	N	C	<i>Stenopterobia intermedia</i>	PF	PF	C	PF	C	PF	PF
<i>E. pectinalis</i> var. <i>ventricosa</i>	C	-	C	-	-	-	-	<i>S. delicatissima</i>	-	-	-	PF	PF	PF	-
<i>E. sudetica</i>	N	A	A	A	A	D	A	<i>Surirella cf. linearis</i>	PF	-	PF	PF	C	PF	PF
<i>E. zygodon</i>	-	-	-	-	-	PF	-	<i>Surirella sp.</i>	-	R	-	-	-	PF	-
<i>Fragilaria acus</i> var. <i>angustissima</i>	-	-	-	-	-	-	PF	<i>Synedra ulna</i>	N	N	A	C	D	N	N
Zygnemaphyceae								Zygnemaphyceae							
<i>Actinotaenium globosum</i>	R	PF	PF	PF	C	PF	-								
<i>Closterium acutum</i>	PF	PF	-	-	-	-	-	<i>Mougeotia sp. 2</i>	PF	C	C	PF	N	PF	PF
<i>C. closterioides</i>	-	-	-	-	-	PF	-	<i>Mougeotia sp. 3</i>	-	-	-	-	PF	-	-
<i>C. closterioides</i> var. <i>intermedium</i>	-	-	-	-	PF	-	-	<i>Mougeotia sp. 4</i>	-	-	-	PF	-	-	PF
<i>C. cornu</i>	PF	PF	PF	-	-	PF	PF	<i>Netrium digitus</i>	-	PF	-	-	PF	-	-
<i>C. incurvum</i>	PF	-	PF	-	PF	-	-	<i>Penium exiguum</i>	-	PF	-	-	-	-	-
<i>C. jenneri</i>	PF	-	PF	-	-	-	-	<i>Penium sp.</i>	-	-	-	-	PF	-	-
<i>Closterium cf. leibleinii</i>	-	-	PF	C	C	-	-	<i>Sphaerososma aubertianum</i>	R	-	-	-	-	-	-
<i>C. moniliferum</i>	-	PF	-	-	-	PF	-	<i>Spirogyra sp.</i>	PF	R	PF	PF	N	PF	PF
<i>C. navicula</i>	R	R	PF	PF	PF	PF	-	<i>Spirogyra sp.1</i>	-	-	-	-	-	PF	PF
<i>Closterium cf. venus</i>	-	-	-	-	-	PF	-	<i>Spondylosium moniliforme</i>	PF	PF	-	PF	-	-	-
<i>Closterium sp.</i>	-	PF	-	-	C	-	-	<i>S. planum</i>	-	R	PF	PF	C	PF	-
<i>Cosmarium abbreviatum</i> var. <i>minus</i>	C	C	N	PF	C	C	PF	<i>S. pulchrum</i>	-	R	-	-	-	-	-
<i>C. blytty</i>	-	-	PF	-	-	-	-	<i>Staurastrum ambiguum</i>	PF	PF	-	-	PF	-	PF
<i>C. brasiliense</i>	-	-	PF	PF	PF	PF	PF	<i>S. anatinum</i>	PF	R	PF	PF	-	-	-
<i>C. comissurale</i> var. <i>crassum</i>	-	-	-	-	PF	-	-	<i>S. boreale</i>	-	-	PF	-	-	-	-
<i>C. contractum</i>	PF	-	C	-	PF	-	-	<i>S. brebissoni</i> var. <i>brasiliense</i>	R	R	-	-	-	-	-
<i>C. excavatum</i>	-	-	PF	-	-	-	-	<i>S. claviferum</i>	-	PF	PF	PF	C	PF	-

Continuação.....

Zygnemaphyceae	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°	Zygnemaphyceae	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°
<i>Cosmarium granatum</i>	PF	-	C	PF	C	PF	PF	<i>Staurastrum cf. cyclacanthum</i>	-	-	-	-	C	-	-
<i>C. laeve</i>	C	PF	C	C	C	C	PF	<i>S. dilatatum</i>	PF	C	C	-	PF	PF	-
<i>C. minimum</i> var. <i>subrotundatum</i>	-	C	N	N	C	N	N	<i>S. hagemannii</i>	-	PF	PF	PF	PF	PF	-
<i>C. moerlianum</i> var. <i>brasiliense</i>	-	-	-	-	-	-	PF	<i>S. hantzschii</i>	PF	PF	R	-	-	-	-
<i>C. naegelianum</i>	C	C	C	C	C	PF	-	<i>S. leptocladum</i>	PF	-	-	-	PF	-	-
<i>C. norimbergense</i> var. <i>depressum</i>	-	-	-	PF	PF	PF	-	<i>S. margaritaceum</i>	C	C	C	-	PF	PF	-
<i>C. phaseolus</i> var. <i>phaseolus</i> f. <i>minus</i>	R	PF	N	C	C	C	C	<i>S. muticum</i>	-	-	C	-	PF	PF	-
<i>C. portianum</i>	-	PF	-	-	-	-	-	<i>S. nudibrachiatum</i>	-	PF	-	-	PF	-	-
<i>C. pseudoconnatum</i>	PF	PF	PF	PF	C	PF	-	<i>S. orbiculare</i>	-	PF	-	-	-	-	-
<i>C. pseudoexigum</i>	-	-	PF	-	PF	C	PF	<i>S. orbiculare</i> var. <i>depressum</i>	-	PF	PF	-	PF	-	-
<i>C. punctulatum</i>	C	C	N	PF	C	C	-	<i>Staurastrum cf. polymorphum</i>	-	R	-	-	-	-	-
<i>C. regnesii</i>	C	C	A	C	N	C	PF	<i>S. quadricornutum</i>	C	C	C	PF	PF	-	-
<i>C. reniforme</i>	-	PF	PF	PF	C	C	PF	<i>S. quadrangulare</i> var. <i>quadrangulare</i>	R	PF	PF	PF	PF	-	PF
<i>C. reniforme</i> forma menor	-	-	-	PF	PF	-	-	<i>S. quadrangulare</i> var. <i>contectum</i>	PF	-	-	-	PF	-	-
<i>C. sublobatum</i> var. <i>brasiliense</i>	-	-	-	-	PF	-	-	<i>S. sebaldi</i> var. <i>ornatum</i>	C	PF	PF	-	-	C	-
<i>C. subspeciosum</i>	-	-	PF	-	PF	-	-	<i>S. minesotense</i>	PF	-	-	-	-	-	-
<i>C. subtumidum</i>	C	PF	PF	PF	PF	PF	-	<i>S. setigerum</i> var. <i>pectinatum</i>	PF	R	PF	-	PF	-	-
<i>C. trilobulatum</i>	PF	C	PF	C	C	PF	PF	<i>S. tetracerum</i>	R	PF	C	C	C	C	-
<i>Cosmarium</i> cf. <i>vexatum</i>	-	-	-	-	PF	-	-	<i>S. trifidum</i> var. <i>inflexum</i>	PF	PF	PF	PF	PF	PF	-
<i>Cosmarium</i> sp.	PF	C	C	C	C	PF	C	<i>Staurastrum</i> sp.	-	PF	PF	PF	PF	-	-
<i>Cylindrocystis brebissonii</i>	-	-	-	-	PF	PF	-	<i>Stauroidesmus brevispina</i>	-	-	PF	-	-	-	-
Desmidiaceae 1	PF	C	R	PF	PF	-	-	<i>S. corniculatus</i> var. <i>spinigerum</i>	-	-	PF	PF	PF	-	-
<i>Euastrum abruptum</i>	-	R	-	PF	PF	PF	-	<i>S. cuspidatus</i>	PF	-	PF	-	PF	PF	-
<i>E. denticulatum</i>	PF	-	PF	PF	PF	-	-	<i>S. dejectus</i>	-	PF	-	-	PF	-	-
<i>E. monocylium</i>	-	-	PF	-	-	-	-	<i>S. dejectus</i> var. <i>brevispinus</i>	PF	-	-	-	-	-	-
<i>Gonatozygon monotaenium</i>	PF	R	-	PF	PF	PF	-	<i>S. dickiei</i>	-	-	C	PF	PF	-	-
<i>G. pilosum</i>	-	-	R	-	C	-	-	<i>S. glaber</i>	-	-	PF	-	PF	-	-
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	R	PF	PF	PF	C	C	-	<i>S. mamillatus</i>	R	R	-	-	C	PF	PF

Continuação.....

Zygnemaphyceae	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°	Zygnemaphyceae	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°
<i>Micrasterias abrupta</i>	-	-	R	-	-	-	-	<i>Staurodesmus patens</i>	-	-	PF	-	-	-	-
<i>M. furcata</i>	-	-	PF	-	PF	-	-	<i>Staurodesmus cf. spencerianus</i>	-	PF	-	-	-	-	-
<i>M. truncata</i> var. <i>pusilla</i>	-	R	-	-	-	-	-	<i>Staurodesmus</i> sp.	PF	R	-	-	-	PF	-
<i>Mougeotia</i> sp.	-	C	C	C	N	PF	PF	<i>Teilingia granulata</i>	-	-	-	-	PF	-	-
<i>Mougeotia</i> sp. 1	PF	-	-	-	N	C	C	<i>Zygnema</i> sp.	-	-	PF	-	PF	-	-
Chlorophyceae								Chlorophyceae							
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	PF	R	PF	PF	PF	-	PF	<i>Desmodesmus quadricauda</i>	C	C	C	C	C	N	C
<i>Aphonochaete repens</i>	-	-	-	-	-	PF	PF	<i>D. serratus</i>	-	-	R	-	-	-	-
<i>Bicuspidela cf. incus</i>	PF	PF	-	PF	-	-	PF	<i>D. spinosus</i>	-	PF	C	C	C	N	-
<i>Botryococcus</i> sp.	-	-	-	-	PF	-	-	<i>Kirchneriella obesa</i>	-	PF	-	-	-	-	-
<i>Chaetosphaeridium globosum</i>	-	-	PF	-	-	PF	-	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	-	-	-	-	-	PF	-
<i>Chaetosphaeridium</i> sp.	-	-	R	PF	PF	-	PF	<i>M. caribeum</i>	-	-	-	-	C	-	-
<i>Characiellopsis skujae</i>	-	-	-	PF	PF	C	PF	<i>Monoraphidium cf. circinale</i>	-	-	PF	-	-	-	-
<i>Characium cf. ambiguum</i>	PF	PF	-	-	-	-	-	<i>Monoraphidium</i> sp.	PF	-	-	PF	-	-	-
<i>Characium cf. cucurbitinum</i>	-	-	PF	-	-	-	-	<i>Oocystis lacustris</i>	-	-	PF	-	-	-	-
<i>C. ornithocephalum</i>	-	PF	-	-	PF	C	C	<i>Pediastrum duplex</i>	-	R	-	-	-	-	-
<i>C. ornithocephalum</i> var. <i>pringsheimii</i>	-	R	-	-	-	-	-	<i>P. tetras</i>	-	-	-	-	PF	-	-
<i>Chlamydomonas cf. globosa</i>	-	C	C	-	-	N	C	<i>Radiococcus</i> sp.	C	-	C	-	-	-	-
Chlorococcales não identificada	PF	C	-	-	-	-	-	<i>Scenedesmus cf. antenatus</i>	-	-	PF	-	-	-	-
Chlorococcales não identificada 2	-	-	-	-	C	C	C	<i>S. acuminatus</i>	-	PF	PF	-	PF	N	PF
Chlorococcales não identificada 3	C	C	C	PF	N	C	C	<i>S. acutus</i>	-	-	PF	C	C	C	PF
Chlorococcales não identificada 4	-	D	A	A	D	D	N	<i>S. acutus</i> cf. var. <i>alternans</i>	-	R	-	-	-	-	PF
<i>Closteriopsis acicularis</i>	-	-	-	-	C	PF	PF	<i>S. acutus</i> var. <i>globosus</i>	-	-	-	-	-	C	C
<i>Coelastrum indicum</i>	R	-	-	-	-	-	-	<i>S. bijugus</i>	PF	-	PF	PF	PF	C	PF
<i>Desmodesmus armatus</i>	-	-	PF	PF	PF	C	PF	<i>S. javanensis</i>	R	-	-	-	-	-	-
<i>D. armatus</i> var. <i>bicaudatus</i>	PF	PF	-	-	PF	PF	-	<i>Scenedesmus</i> sp.	PF	N	N	PF	C	C	C
<i>D. denticulatus</i>	-	-	-	C	C	C	C	<i>Stigeoclonium</i> sp.	-	PF	C	N	N	N	N
<i>D. denticulatus</i> var. <i>linearis</i>	C	PF	PF	-	-	-	-	<i>Selenastrum gracile</i>	R	R	-	-	PF	-	-

Continuação.....

Chlorophyceae	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°	Chlorophyceae	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°
<i>Desmodesmus perforatus</i>	R	-	PF	PF	C	C	C	<i>Westella</i> sp.	-	-	-	-	PF	C	-
Cyanophyceae								Cyanophyceae							
<i>Anabaena</i> sp.	-	R	PF	PF	PF	PF	-	<i>Lyngbya</i> sp.	-	PF	-	-	-	-	-
<i>Aphanocapsa</i> sp.	-	-	-	-	C	N	C	<i>Merismopedia tenuissima</i>	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Chamaesiphon incrustans</i>	-	-	-	-	-	PF	-	<i>Oscillatoria</i> cf. <i>principes</i>	-	-	-	-	N	-	-
<i>Chroococcus minimus</i>	PF	C	PF	C	A	A	N	<i>Phormidium</i> cf. <i>chlorinum</i>	C	C	N	C	C	C	PF
<i>C. minor</i>	-	PF	-	PF	C	C	PF	<i>P. irriguum</i>	N	-	-	C	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	C	PF	N	-	-	-	-	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	-	-	C	-	-	-	-
Chroococcales	-	-	PF	-	-	-	-	<i>Planktolyngbya</i> sp.	-	-	-	-	C	-	-
<i>Geitlerinema splendidum</i>	C	PF	C	C	N	C	C	<i>Planktothrix</i> sp.	-	-	-	-	C	-	-
<i>Gloeocapsa</i> sp.	-	PF	-	-	-	-	-	<i>Pseudanabaena catenata</i>	N	A	N	D	D	D	D
<i>Jaaginema quadripunctulatum</i>	PF	-	-	-	C	-	-	<i>P. moniliformes</i>	PF	-	-	C	-	-	-
<i>Komvophoron crassum</i>	C	C	D	C	-	-	-	<i>P. lonchoides</i>	-	-	-	C	PF	C	C
<i>K. minutum</i>	-	-	-	-	C	N	N	<i>P. mucicola</i>	PF	PF	-	C	-	N	PF
<i>Leptolyngbya lagerheimii</i>	R	-	-	-	-	-	PF	<i>Radiocystis fernandoi</i>	R	C	-	-	C	PF	PF
<i>Lyngbya comperei</i>	-	C	C	PF	N	-	-	<i>Rhabdoderma vermiculare</i>	-	-	-	-	-	PF	-
<i>L. maior</i>	-	-	PF	-	-	-	-	<i>Snowella</i> sp.	R	PF	PF	-	PF	PF	-
Oedogoniophyceae								Oedogoniophyceae							
<i>Bulbochaete</i> sp.	-	-	PF	-	-	-	-	<i>Oedogonium</i> sp. 1	-	C	N	C	C	N	N
<i>Bulbochaete</i> sp. 1	-	-	-	PF	C	PF	-	<i>Oedogonium</i> sp. 2	PF	C	-	A	A	A	A
<i>Bulbochaete</i> sp. 3	-	-	-	-	PF	PF	PF	<i>Oedogonium</i> sp. 3	-	PF	-	-	-	-	-
<i>Bulbochaete</i> sp. 4	-	-	-	PF	PF	C	C	<i>Oedogonium</i> sp. 4	PF	N	N	N	A	D	A
<i>Oedogonium</i> sp.	PF	PF	PF	-	C	PF	C								
Ulothricophyceae								Ulothricophyceae							
<i>Ulothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	C	PF	<i>Uronema</i> sp.	PF	-	-	-	-	-	-
<i>Uronema</i> cf. <i>elongatum</i>	-	-	-	-	-	PF	-								
Cryptophyceae															
<i>Cryptomonas</i> sp.	C	PF	PF	C	C	C	C								

Continuação.....

Euglenophyceae	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°	Euglenophyceae	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°
<i>Euglena</i> sp.	PF	PF	-	-	-	PF	PF	<i>Trachelomonas hispida</i>	-	-	-	-	PF	PF	-
<i>Phacus</i> sp.	-	R	-	-	PF	-	PF	<i>Trachelomonas</i> sp.	PF	R	R	-	PF	-	-
Chrysophyceae								Chrysophyceae							
<i>Dinobryon</i> cf. <i>sertularia</i>	-	-	R	-	-	-	-	<i>Salpingoeca urceolata</i>	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Mallomonas</i> sp.	-	-	PF	-	PF	-	-	<i>Salpingoeca</i> sp.	-	-	C	N	N	-	C
<i>Salpingoeca marsoni</i>	-	C	-	-	-	-	-	<i>Synura</i> sp.	-	PF	-	-	-	-	-
Dinophyceae															
<i>Peridinium</i> cf. <i>volzii</i>	-	R	R	-	PF	-	-								
Xanthophyceae								Xanthophyceae							
<i>Characiopsis</i> cf. <i>aquilonaris</i>	-	R	R	PF	C	N	C	<i>Stipitococcus</i> cf. <i>vasiformis</i>	-	PF	-	-	-	-	-
<i>Characiopsis</i> cf. <i>sphagnicola</i>	PF	-	-	-	-	-	-								

Conclusões Gerais

A alta riqueza de espécies observada nos estágios de exposição do substrato artificial, principalmente na 3ª semana, indica alta diversidade de algas perifíticas na região litorânea do rio do Corvo.

A composição e riqueza de espécies não diferiram nos dois substratos amostrados. Contudo, mais estudos necessitam ser realizados para confirmar se o substrato natural e/ou o artificial continuariam servindo como substrato neutro quanto a composição de espécies.

Zygnemaphyceae apresentou maior número de espécies, seguidas por Bacillariophyceae, Chlorophyceae e Cyanophyceae. Entretanto, as flutuações na densidade total foram determinadas, principalmente por Bacillariophyceae e em menor grau por Chlorophyceae, Cyanophyceae e Zygnemaphyceae. Desta forma, a grande quantidade de táxons representados nas categorias numerosos, abundantes e dominantes pertenceu às diatomáceas, enquanto a maioria daqueles incluídos nas categorias comum, pouco freqüente e rara pertenceu as Zygnemaphyceae.

Entre as formas de vida, as assembléias dos dois substratos foram dominadas por algas unicelulares não flageladas, as quais são representadas principalmente por diatomáceas e desmídias.

Os maiores valores de abundância da comunidade de algas perifíticas foram demonstrados para espécies de diatomáceas, as quais ocorreram, sobretudo, nos estágios iniciais, intermediários e finais. Algas verdes filamentosas apresentaram maior abundância nos estágios intermediários e tardios. *Achnantheidium exiguum*, *A. minutissimum*, *Cymbella* sp., *Encyonema lunata*, *E. mesianum*, *E. minutum*, *Eunotia camelus*, *E. sudetica*, *F. capucina*, *G. gracile*, *G. parvulum* e *S. ulna* (diatomáceas); *Chroococcus minimus*, *K. crassum*, *K. minutum* e *P. catenata* (cianofíceas); *Oedogonium* sp. 2, *Oedogonium* sp. 4 (algas verdes filamentosas) foram às espécies com maior abundância.

A comunidade ficoperifítica atingiu maior riqueza, diversidade de espécies, abundância e biomassa no 15º dia de exposição, indicando que o tempo necessário para o estabelecimento de uma comunidade algal perifítica madura foi de três semanas.

A precipitação pluviométrica, o vento, a turbidez e os nutrientes foram as variáveis que mais influenciaram nas alterações da composição, abundância, biomassa e produtividade primária do perifíton.