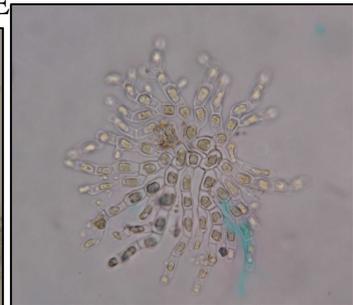
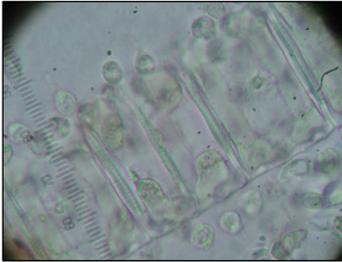


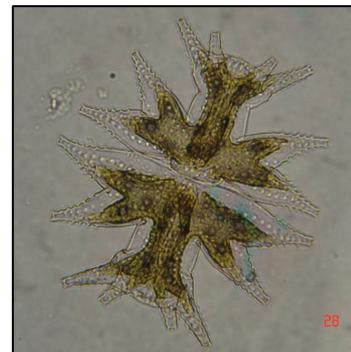
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE
AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS



VANESSA MAJEWSKI ALGARTE



Avaliação dos efeitos do dessecamento sobre a comunidade de algas
perifíticas na planície de inundação do alto rio Paraná



Maringá
2009

VANESSA MAJEWSKI ALGARTE

Avaliação dos efeitos do dessecamento sobre a comunidade de algas
perifíticas na planície de inundação do alto rio Paraná

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

Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Liliana Rodrigues

Maringá

2009

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

A394a

Algarte, Vanessa Majewski, 1980-
Avaliação dos efeitos do dessecamento sobre a comunidade de algas perifíticas na planície de inundação do alto rio Paraná / Vanessa Majewski Algarte. -- Maringá, 2009.
60 f. : il. (algumas color.).

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2009.
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Líliliana Rodrigues.

1. Algas perifíticas - Comunidades - Dessecamento - Planície de inundação - Alto rio Paraná. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em "Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais".

CDD 22. ed. -579.8178209816
NBR/CIP - 12899 AACR/2

VANESSA MAJEWSKI ALGARTE

Avaliação dos efeitos do dessecamento sobre a comunidade de algas
perifíticas na planície de inundação do alto rio Paraná

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

COMISSÃO JULGADORA

Prof^a. Dr^a. Liliana Rodrigues
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof^a. Dr^a. Valéria Oliveira Fernandes
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof^a. Dr^a. Cláudia Costa Bonecker
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Carlos Eduardo de Matos Bicudo
Instituto de Botânica/USP

Aprovada em: 10 de setembro de 2009.

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

Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos,
se não tiver amor, sou como o bronze que soa,
ou como o címbalo que retine.

Mesmo que eu tivesse o dom da profecia
e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência.

Mesmo que eu tivesse toda a fé, a ponto de transportar montanhas, se eu não tiver amor,
não sou nada.

Ainda que distribuísse todos os meus bens em sustento dos pobres e entregasse meu
corpo para ser queimado
se não tiver amor, de nada valeria!

O amor é paciente e bondoso.

Não tem inveja, nem é orgulhoso, arrogante ou escandaloso. Não busca os seus próprios
interesses,

Nem se irrita ou guarda rancor.

Não se alegra com a injustiça, mas se rejubila com a verdade.

Tudo desculpa, crê, espera e suporta.

O amor jamais acabará.

As profecias desaparecerão, o dom das línguas cessará,
o dom da ciência findará.

Nossa ciência é parcial e nossa profecia imperfeita. ...

... Hoje vemos como por um espelho, confusamente; mas então veremos face a face.

Hoje conheço em parte, mas então conhecerei totalmente, como sou conhecido.

Por ora subsistem a fé, a esperança e o amor.

Porém o maior deles é o amor!

(I Coríntios 13)

Dedico

Aos meus pais Terezinha e Osmar

Aos meus irmãos Marcelo e Adriana

Com imerso amor

A meus queridos avós Ana e Miguel

Saudades...

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que, diretamente ou indiretamente, me encorajaram e contribuíram para a concretização deste trabalho, muito obrigada!

De forma especial

A Prof^a. Dr^a. Liliana Rodrigues, por ter me concedido à oportunidade de conhecer estas pequenas jóias vivas e ter me conduzido, sempre com sabedoria, nesta caminhada. Obrigada pela confiança depositada, incentivo nos momentos de desânimo, apoio nos momentos difíceis, amizade, carinho, dedicação e paciência durante todos esses anos de convivência.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA), docentes e funcionários, por colaborarem na minha formação.

Ao projeto PELD (Pesquisas Ecológicas de Longa Duração/CNPq, sítio 6), pelo suporte logístico para a realização desse trabalho e ao Nupélia/UEM (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura), pelo suporte técnico-científico. Ao CNPq, pela bolsa concedida.

As professoras Dra. Valéria O. Fernandes, Dra. Cláudia Costa Bonecker e aos membros suplentes, Dr. Carlos Eduardo de Mattos Bicudo e Dra. Luzia Cleide Rodrigues, por terem aceitado prontamente o convite para participar da banca examinadora e contribuírem na etapa final deste trabalho.

Aos bibliotecários do Nupélia/UEM, Maria Salete Ribelatto Arita e João Fábio Hidebrandt, pelo atendimento atencioso e carinhoso.

As secretárias do PEA/UEM, Aldenir C. Oliveira e Jocemara C. dos Santos, pelos encaminhamentos referentes ao curso e à dissertação, auxiliando nas resoluções de problemas.

A coordenadora administrativa, Maria C. Z. Calegari, e aos secretários do Nupélia, Maria C. Olher, Marilze C. Tenório e Norton L. Milagres, pelos encaminhamentos do Projeto PELD/CNPq ao qual minha dissertação esteve vinculada.

Ao Sebastião Rodrigues (Tião), Willian Rodrigues e Alfredo S. da Silva, pelo indispensável auxílio para montagem do experimento e coletas. A Valdice, pela agradável companhia durante o tempo de realização do trabalho em campo.

A equipe de laboratório de ecologia de perifíton, de todas as gerações que acompanhei, Iraúza, Josimeire, Sirlene, Arnaldinho, Elisângela, Vanusa, Jussara, Eliza, Carina, Cássio, Natália, Jaques, Luciana, Stefânia, Débora, Dani Bess, Orlando e Érica por acompanhar e auxiliar meus primeiros passos nesta caminhada, pelos momentos de companheirismo, ajuda, descontração e amizade. E também aos agregados desta comunidade Thiago, Ciro e Giovana, pelo incentivo, agradáveis conversas e por me socorrerem quando precisei.

As amigas Simone e Luciana por terem compreensão e tolerância nos dias difíceis, pela amizade, carinho, momentos de descontração e constantes injeções de ânimo nesta reta final.

Aos amigos que ganhei aqui em Maringá do curso de Ciências Biológicas e do laboratório de fitoplâncton. Tenho muito carinho por vocês.

Aqueles amigos que compartilharam comigo esta aventura de se tornarem mestre, Jaqueline, Sue Ellen, Rominho, Sybelle, Élcio, Darlon, Alessandra e Marília.

A todos os amigos do curso de pós-graduação que tive muito prazer de conhecer, pelas trocas de conhecimento, convívio, amizade, risos e pelos descontraídos fins de tarde no Adão.

Aos amigos que guardo do lado esquerdo do peito, Quézia, Juliana Monti, Fabiana Lelis, Patrícia Sato, Adrianinha Giorgette, Samanta Augsburg, Fabíola, Daniela Pretto, Lucilene, Ana Cláudia, Kika, Simone Safira, Felícia, Michele, Ellen e Ariadne por torcerem sempre e compreenderem a minha ausência. Muitas saudades das nossas conversas e dos momentos felizes!

Ao Dilermando pela leitura crítica deste trabalho.

Ao Vail, Fátima e Maria pela torcida, por terem me recebido e acolhido com muito carinho.

A minha família por ter me oferecido todo o apoio, incentivo e acreditado neste sonho comigo. Por acompanhar todos os momentos de mais esta etapa, sempre com muita compreensão e carinho constante. Vocês sempre serão minha inspiração para ir adiante. Sem vocês eu não teria conseguido chegar até aqui. Amo vocês!

Ao Paulo por toda a paciência, carinho, doçura, compreensão e companhia. Com você tudo é mais alegre, sempre...

Sobretudo a Deus, por me capacitar e permitir que pessoas queridas fizessem parte da minha vida.

Avaliação dos efeitos do dessecamento sobre a comunidade de algas perifíticas na planície de inundação do alto rio Paraná

RESUMO

O regime hidrológico é o principal determinante das características estruturais e funcionais em sistemas rios-planície de inundação e toda atividade antrópica, como a construção e operação de represa, que altere esta função de força afeta tanto esses ambientes, como as comunidades ali existentes. Em virtude do regime hidrológico da planície de inundação do alto rio Paraná ser considerado regulado artificialmente, pela operação de represas a montante, e causar um estado de dessecamento transitório as regiões litorâneas, este estudo objetivou avaliar o efeito que o dessecamento exerce sobre a estrutura da comunidade de algas perifíticas. Sob a hipótese de que a exposição, a um curto período de dessecamento, imposta à comunidade de algas perifíticas determina alterações em sua composição, riqueza e abundância. Foi desenvolvido um experimento *in situ* simulando a variação do nível hidrométrico e exposição desta comunidade, já em estado de equilíbrio, ao dessecamento. Lâminas de vidro foram utilizadas enquanto substrato artificial e o experimento apresentou, ao todo, duração de 42 dias sucessivos. Os resultados deste estudo foram divididos em dois capítulos, o primeiro intitulado “Estrutura da comunidade de algas perifíticas após um distúrbio: uma abordagem experimental em ambiente de planície de inundação tropical”, no qual, a maior diferença na estrutura da comunidade de algas perifíticas foi registrada nos cinco primeiros dias após o evento, com aumento de número de táxons de Chlorophyceae e Zygnemaphyceae e decréscimo na densidade, principalmente devido à classe Bacillariophyceae. No segundo capítulo intitulado “Composição algal no perifíton após um distúrbio de dessecamento: persistência e resiliência?” foi verificado que a composição da comunidade foi substancialmente alterada depois do evento de distúrbio, com aumento de espécies frouxamente aderidas e colonizadoras iniciais. *Phacus curvicauda* foi identificada como indicadora da condição de dessecamento.

Palavras-chave: Algas perifíticas. Dessecamento. Distúrbio. Estrutura da comunidade. Resiliência. Composição. Densidade. Riqueza. Diversidade.

Evaluation of the effects of desiccation on the periphytic algae community in the upper Paraná river floodplain.

ABSTRACT

The hydrological regime is the main determinant of the structural and functional characteristics in river-floodplain systems and every anthropogenic activity, as the construction and dam operation that alters its function of force affects the environment so much, as the communities there exist. Because the hydrological regime of the floodplain from upper Paraná river to be considered regulated artificially, by the operation of dams upstreams this stretch, and to cause a state of transitory desiccated the littoral areas, this study aimed at to evaluate the effect that the desiccated exercises on the periphytic algae community's structure. Under the hypothesis that the exhibition, to a short desiccated period, imposed the periphytic algae community determines alterations in its composition, richness and abundance. An experiment *in situ* was carried simulating the variation of the hydrometric level and exhibition this community's, that has already present equilibrium, to the desiccation. Glass sheets were used while artificial substratum and the experiment lasted, as whole, 42 days successional. The results of this study were divided in two chapters, the first entitled "Structures of the periphytic algae community after a disturbance: an experimental approach in environment of the floodplain tropical", in which, the largest difference in the periphytic algae community's structure was registered in the first five days after the event, with increase of number the Chlorophyceae and Zygnemaphyceae taxa and decrease in the density, mainly due to the class Bacillariophyceae. In the second chapter entitled "Composition algal in the periphyton after a desiccated disturbance: persistence and resilience?" it was verified that the community's composition was substantially altered after the disturbance event, with increase of species adhered loosely and initial colonizers. *Phacus curvicauda* was identified as indicative of the desiccated condition.

Keywords: Periphytic algae. Desiccation. Disturbance. Community structure. Resilience. Composition. Density. Richness. Diversity.

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Hydrobiologia*. Disponível em: <http://www.springer.com/life+sci/ecology/journal/10750>

SUMÁRIO

Capítulo I. ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ALGAS PERIFÍTICAS APÓS UM DISTÚRBIO: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL EM AMBIENTE DE PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO TROPICAL

1.	Resumo	11
2.	Introdução	12
3.	Material e Métodos	13
4.	Resultados	17
5.	Discussão	23
6.	Referências	26

Capítulo II. COMPOSIÇÃO ALGAL NO PERIFÍTON APÓS UM DISTÚRBIO DE DESSECAMENTO: PERSISTÊNCIA OU RESILIÊNCIA?

1.	Resumo	31
2.	Introdução	32
3.	Material e Métodos	33
4.	Resultados	38
5.	Discussão	46
6.	Referências	49
7.	Anexo	54

CAPÍTULO I

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ALGAS PERIFÍTICAS APÓS UM DISTÚRPIO: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL EM AMBIENTE DE PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO TROPICAL

RESUMO. O objetivo desse estudo foi avaliar e comparar a riqueza, densidade e diversidade da comunidade de algas perifíticas após exposição temporária ao dessecação em ambiente tropical. Para isso, foi desenvolvido um experimento *in situ* em ambiente lântico na planície de inundação do alto rio Paraná. Lâminas de vidro foram utilizadas para a colonização e desenvolvimento do perifíton. O experimento apresentou duração de 42 dias e o distúrbio de dessecação foi induzido sobre a comunidade já em equilíbrio (21 dias após exposição). Os tratamentos, dessecado e controle, apresentaram padrão diferente de flutuação dos atributos avaliados, mais evidentes nos cinco primeiros dias após o evento. No tratamento dessecado foi registrado alteração na riqueza da comunidade perifítica. O número de táxons de Chlorophyceae e Zygnemaphyceae aumentou nos cinco primeiros dias após o distúrbio. A densidade total da comunidade apresentou abrupto decréscimo, tendo Bacillariophyceae apresentado queda mais representativa e após o primeiro dia, esta classe apresentou considerável aumento na densidade. Assim, o distúrbio causou alterações na estrutura e dinâmica da comunidade de algas perifíticas, mas esta apresentou alta capacidade de resiliência, com a convergência dos atributos avaliados em torno de dez dias.

Palavras-chave: densidade, riqueza, diversidade, resiliência, estabilidade, dessecação.

ABSTRACT. The objective of this study was to evaluate and compare the richness, density and diversity of the community after temporary exposure to desiccation in tropical environment. For this, an experiment was carried out *in situ* in lentic environment of the upper Paraná river floodplain. Glass slides were used for the periphyton colonization and development. The experiment lasted 42 days of succession, and the desiccation disturbance was induced on the community that has already present equilibrium (21 days after exposure). The desiccated and control treatment showed different pattern of fluctuation of the attributes evaluated, more obvious in the first five days after the event. Desiccated treatment was recorded change in richness of periphytic community. The number of Chlorophyceae and Zygnemaphyceae taxa increased in the first five days of disturbance community. The density showed steep decline, and fall Bacillariophyceae made more representative and after first day, this class had increased in density. Thus, the disturbance caused changes in structure and dynamics of periphytic community, however this community showed high capacity of resilience and the convergence of the attributes assessed around ten days.

Keywords: density, richness, diversity, resilience, stability, desiccation.

INTRODUÇÃO

Distúrbios são os maiores causadores de heterogeneidade espacial e temporal na estrutura e a dinâmica das comunidades (Connell, 1978; Lake, 2000) e podem ser caracterizados como eventos que alteram seu estado de equilíbrio (Souza, 1984). Para os sistemas rios-planícies de inundação os pulsos, que constituem se constituem em potamofase (enchente e cheia) e limnofase (seca e vazante) (Neiff, 1990), constituem-se distúrbios naturais integrante de seu funcionamento (Ward et al., 1999; Ward & Tockner, 2001), desempenhando importante papel na estrutura das comunidades e estabelecendo o ciclo de vida das espécies.

No entanto, esses sistemas estão sujeitos a várias intervenções antropogênicas, estando às alterações hidrológicas entre as maiores ameaças sofridas por este sistema (Poff et al., 1997). Na planície de inundação do alto rio Paraná, o represamento tem afetado a amplitude de variação dos níveis hidrométricos e alterado a dinâmica do pulso de inundação (Stevaux et al., 2009). Segundo Agostinho et al. (2004), tais distúrbios afetam os ambientes físico e biológico, interferindo diretamente ou indiretamente na estrutura dos habitats, das comunidades e nos aspectos funcionais do sistema.

Para esta planície, essas alterações afetam não apenas as áreas do curso do rio, mas também os ambientes a ele conectados, tanto através das reduções de nível e a conseqüente exposição de áreas litorâneas, como pelas próprias inundações, ambos provocados artificialmente (Souza Filho et al., 2004). As comunidades resultantes de todas essas variações espelham a frequência e intensidade dos distúrbios, sendo que aquelas capazes de suportar as flutuações serão bem sucedidas. Estudos realizados com o perifíton na planície de inundação do alto rio Paraná (Rodrigues & Bicudo, 2004; Fonseca & Rodrigues, 2005; Algarte et al., 2006, 2009), mostraram que esta comunidade respondeu de maneira precisa as variações sazonais do regime hidrológico e às oscilações do nível hidrométrico.

As algas perifíticas se desenvolvem profusamente nos sistemas rios-planícies de inundação e desempenham função importante no metabolismo desses ambientes, apresentando taxas de produção, decomposição e reposição contínuas (Stevenson, 1997). Adicionalmente promovem um elo entre os componentes físicos, químicos e biológicos por serem primariamente autotrófica, participando de distintas formas no fluxo de energia e na cadeia alimentar desses ambientes (Lowe & Pan, 1996; Lamberti, 1996).

Para ambientes continentais no Brasil, as respostas destas algas ao evento de exposição ao dessecamento ainda não existem. Desse modo o presente estudo pode fornecer informações de grande interesse, considerando o relevante papel desempenhado por elas enquanto produtoras primárias e, assim, base da cadeia alimentar. Numa perspectiva de ecologia aplicada, entender a relação causa-efeito é essencial para o entendimento das trajetórias para recuperação dessa comunidade ao estresse, diante de uma perspectiva sucessional, sendo que isto tem forte implicação no manejo e restauração dos ecossistemas.

As hipóteses que regeram este estudo foram: i) a riqueza e a abundância da comunidade de algas perifíticas apresentam alterações em seus padrões de flutuação após um distúrbio de dessecamento e ii) a estrutura da comunidade exposta ao distúrbio difere daquela não exposta ao distúrbio durante todo o período sucessional.

Assim, este estudo teve como objetivos comparar a riqueza, densidade e a diversidade das algas perifíticas após exposição da comunidade a um curto evento de dessecamento com uma comunidade não exposta, avaliar as alterações desses atributos entre as comunidades submetida e não ao dessecamento, ao longo de uma escala temporal e identificar qual é o tempo necessário para esta comunidade retornar ao estado estável (resiliência da comunidade). Conforme DeAngelis et al. (1989), a resiliência é inversamente relacionada com o tempo de retorno de uma comunidade, seguida de um distúrbio, a uma fração de deslocamento do estado estável, ou seja, quanto maior o tempo requerido para a recuperação da estrutura da comunidade, menor é a resiliência desta diante de um evento de distúrbio. Dessa maneira, neste estudo utilizou-se, como forma de estimar a resiliência da comunidade, a convergência na flutuação dos atributos empregados desta a uma não submetida à perturbação (Steinman et al., 1991; Rodríguez, 1994).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Lagoa das Garças, localizada na margem direita do rio Paraná, Estado do Mato Grosso do Sul (22°43'S e 53°14'W). Apresenta cerca de 150m de largura, 2.000m de comprimento e profundidade média de 2,5m. Por estar permanentemente conectada ao rio Paraná, é marcadamente afetada pelas flutuações de seu nível hidrométrico, o qual é regulado, em parte, pelas usinas hidroelétricas situadas a montante desta planície. Esse processo se intensificou após do

fechamento da represa de Porto Primavera no fim de 1998 (Souza Filho et al., 2004; Stevaux et al., 2009).

O experimento consistiu na exposição de lâminas de vidro que permaneceram, com o auxílio de dois suportes de madeira (Figura 1), submersas na região litorânea da lagoa durante 42 dias no período de águas altas. A retirada do suporte destinado ao dessecamento foi realizada ao entardecer, pretendendo-se, dessa forma, simular as condições *in situ* do perifíton exposto ao dessecamento em decorrência da operação das represas a montante já que devido a menor demanda de energia elétrica no período noturno faz com que haja redução do nível hidrométrico pela maior retenção de água.

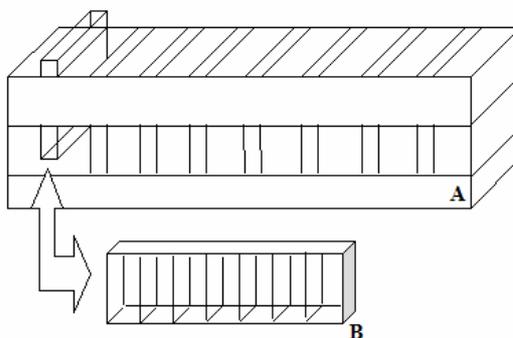


Figura 1: Esquema do suporte utilizado no experimento de dessecamento realizado na lagoa das Garças no período de 26 de fevereiro a 10 de abril de 2007, planície de inundação do alto rio Paraná. A – suporte para as gavetas; B – gaveta contendo as lâminas.

O período experimental foi dividido em três fases:

- I) Colonização da comunidade perifítica; que compreendeu desde a instalação do experimento, realizada em 26 de fevereiro a 19 de março de 2007, totalizando 21 dias. Tempo necessário para que ocorra a colonização pela comunidade perifítica e esta comunidade alcance o estágio de equilíbrio (Rodrigues & Bicudo, 2004);
- II) Distúrbio, referente à primeira amostragem realizada em 20 de março (21º dia sucessional) e indução ao distúrbio – período considerado como tempo zero para fins comparativos;
- III) Pós-distúrbio, que compreendeu as amostragens realizadas entre 22 de março a 10 de abril deste mesmo ano, totalizando 21 dias sucessionais após o período de dessecamento.

No período de distúrbio, fase II, foi realizada amostragem aleatória da comunidade perifítica, para se estimar a estrutura desta antes do evento (tempo zero), e concomitantemente, um dos suportes foi induzido ao dessecamento, sendo transferido para a margem da lagoa (tratamento dessecado). Este suporte permaneceu por

aproximadamente 15 horas emerso e foi posteriormente recolocado na água. O outro suporte permaneceu submerso na região litorânea durante todo o período de estudo para comparação (tratamento controle).

A fase pós-distúrbio iniciou um dia após a submersão do suporte exposto ao dessecação (22 de março). Neste período foram realizadas seis amostragens do material perifítico de ambos os tratamentos (dessecado e controle), sendo as três primeiras com intervalo de um dia e as demais a cada quatro dias. Na Figura 2 apresenta-se um quadro resumo do experimento.

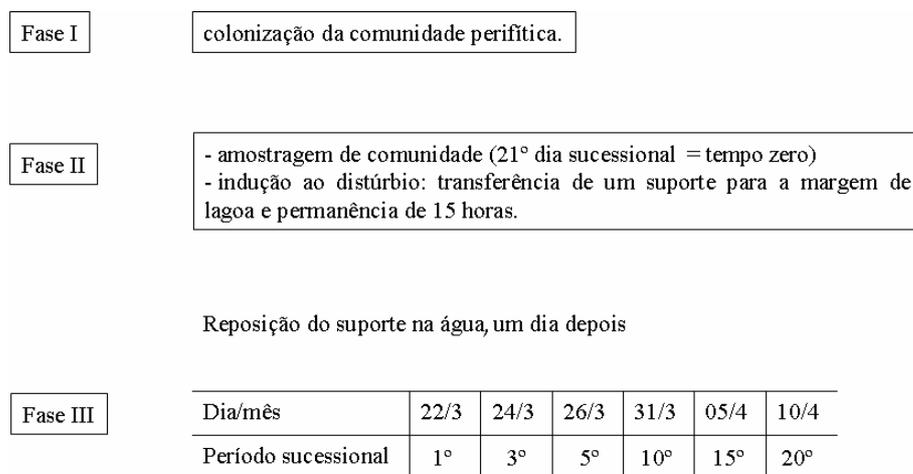


Figura 2: Esquema das etapas de desenvolvimento do experimento de dessecação realizado na lagoa das Garças no período de 26 de fevereiro a 10 de abril de 2007, planície de inundação do alto rio Paraná.

Lâminas foram coletadas em réplica para as análises quantitativas e colocadas em câmaras úmidas. Estas foram mantidas no gelo até se proceder a raspagem do material perifítico, realizado com o auxílio de lâmina de aço e jatos de água destilada. Depois de raspadas as amostras foram acondicionadas em frascos de vidro de 150 mL, fixadas e preservadas com solução de Lugol acético a 5%.

A análise qualitativa, realizada com base nos dados quantitativos das algas perifíticas, foi desenvolvida em microscópio óptico acoplado de ocular micrometrada. Literatura clássica, como Prescott et al. (1981; 1982), Förster (1982), Prescott (1982), Krammer & Lange-Bertalot (1986; 1988; 1991), Croasdale & Flint (1988), Bourrelly & Couté (1991); Komárek & Anagnostidis (1998; 2005) e trabalhos regionais foram base para a identificação taxonômica das espécies de algas perifíticas. O sistema adotado para a classificação foi de Round (1965, 1971), como recomendado por Bicudo e Menezes (2006).

A quantificação dos táxons foi realizada em microscópio invertido Olympus® CK2, utilizando câmaras de sedimentação seguindo o método de Utermöhl (1958) e através de campos aleatórios conforme recomendação de Bicudo (1990). A contagem foi realizada até atingir, no mínimo, 100 indivíduos do táxon predominante juntamente com a estabilização da curva de espécies. A equação para o cálculo da densidade seguiu Ros (1979), adaptada para a área do substrato e os resultados foram expressos por unidade de área (indivíduos x cm⁻²), como segue:

$$N = \frac{n \cdot 1000 \cdot 10^6 \cdot V \text{ (mL)} \cdot f}{vc \cdot S} \qquad vc = h \cdot Ac \cdot Nc$$

Onde:

N = densidade (número de indivíduos por cm⁻²)

n = número total de indivíduos contados

V = volume da amostra (mL)

vc = volume dos campos contados (mL)

Ac = área do campo de contagem (µm²)

h = altura da câmara de sedimentação (mm)

Nc = número de campos contados

S = superfície de raspada do substrato (cm²)

10⁶ e 10 = fator de correção para as unidades

f = fator de diluição da amostra, quando necessário

A análise da estrutura da comunidade de algas perifíticas foi realizada utilizando os descritores: riqueza expressa como o número de táxons; densidade expressa como o número de indivíduos por cm⁻² e diversidade da comunidade. Para se avaliar a diversidade e a equitabilidade, em cada dia após o evento de dessecação entre ambos os tratamentos, foi aplicado o índice de diversidade de Shannon (Shannon & Weaner, 1963).

Para se determinar diferenças nos dados de riqueza, densidade e diversidade da comunidade de algas perifíticas em cada dia entre ambos os tratamentos foi realizado um Teste *t* para amostras independentes com nível de significância de 5%. Para verificar as possíveis associações entre a riqueza e densidade de cada classe e o total da comunidade, utilizou-se a análise de regressão linear simples, por meio do índice de correlação de Pearson (Zar, 1984).

RESULTADOS

Riqueza da comunidade de algas perifíticas e dos grupos taxonômicos

Foram registrados 261 táxons ao todo, 221 no controle e 206 no tratamento dessecado.

Após o evento de dessecamento, a riqueza da comunidade de algas perifíticas, no tratamento dessecado, apresentou marcadas variações nos estágios iniciais de amostragem (1º ao 5º dia). De forma geral, a riqueza foi superior no tratamento dessecado durante a maior parte do período, excetuando apenas o 10º dia (Figura 3).

No primeiro dia após o dessecamento, foi verificada pequena queda na riqueza de táxons no tratamento dessecado em relação ao tempo zero. Ao contrário, no controle ocorreu uma diminuição acentuada no número de espécies. O declínio na riqueza em ambos os tratamentos ocorreu até o 3º dia, entretanto no tratamento dessecado a riqueza foi superior, com uma diferença de 34 táxons em relação ao controle. Neste dia registrou-se diferença significativa da riqueza da comunidade de algas perifíticas ($t = -4,83$; $p = 0,040$). No final do experimento, a riqueza apresentou semelhança entre os tratamentos (Figura 3).

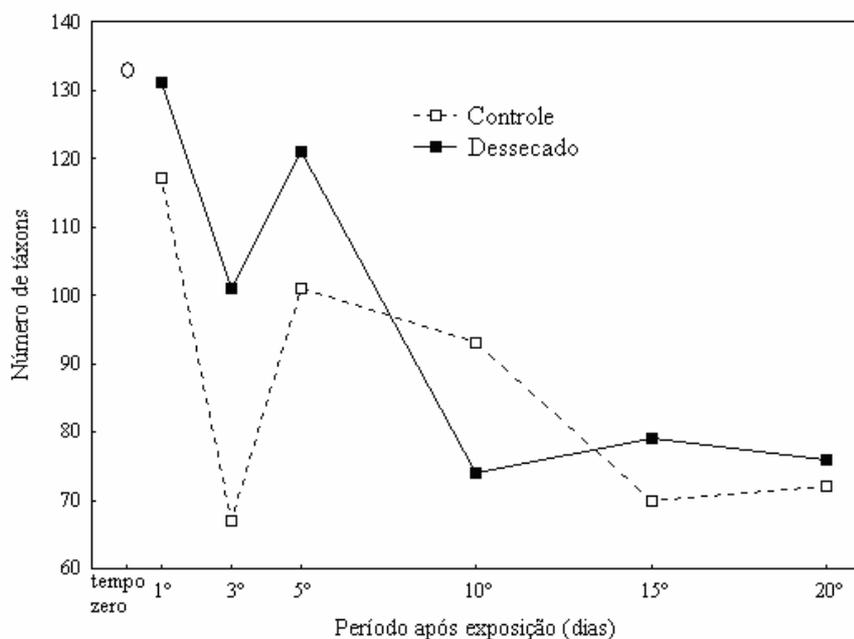


Figura 3: Riqueza total das algas perifíticas no controle e tratamento dessecado após o experimento de dessecamento realizado na lagoa das Garças no período de 26 de fevereiro a 10 de abril de 2007, planície de inundação do alto rio Paraná.

As classes mais importantes em termos qualitativos foram: Chlorophyceae (64 táxons), Bacillariophyceae (53), Zygnemaphyceae (49), Cyanophyceae (48), Euglenophyceae (19), Xanthophyceae (14), Chrysophyceae (7), Oedogoniophyceae (6) e Rhodophyceae (1), esta última foi registrada apenas no tratamento dessecado (capítulo 2, Anexo 1).

Chlorophyceae e Bacillariophyceae foram as classes que apresentaram maiores contribuição da riqueza. No controle, Chlorophyceae predominou no 1º e 5º dias. Já no tratamento dessecado, esta classe apresentou maiores valores de riqueza durante todo o período, exceto para o 10º dia, quando Bacillariophyceae predominou (Figura 4).

Zygnemaphyceae apresentou valores de riqueza superiores no tratamento dessecado (exceto no 10º dia), em relação ao controle. Esses valores foram maiores nos cinco primeiros dias do dessecamento quando comparado aos dias finais de estudo. As classes Rhodophyceae, Chrysophyceae, Xanthophyceae, Euglenophyceae e Oedogoniophyceae tiveram pequena representatividade em número de táxons durante todo o período (Figura 4).

Embora tenha ocorrido decréscimo na riqueza total no primeiro e terceiro dias no tratamento dessecado, quando comparado ao controle (Figura 3), houve aumento do número de táxons das algas verdes, com maiores contribuições, principalmente, das classes Chlorophyceae e Zygnemaphyceae (Figura 4). Bacillariophyceae, Cyanophyceae e as demais classes apresentaram pequenas alterações na riqueza quando comparados os tratamentos por dia, porém a riqueza dessas classes foi superior no material dessecado nos 1º, 3º e 5º dias, exceto de Bacillariophyceae no 1º dia (Figura 4).

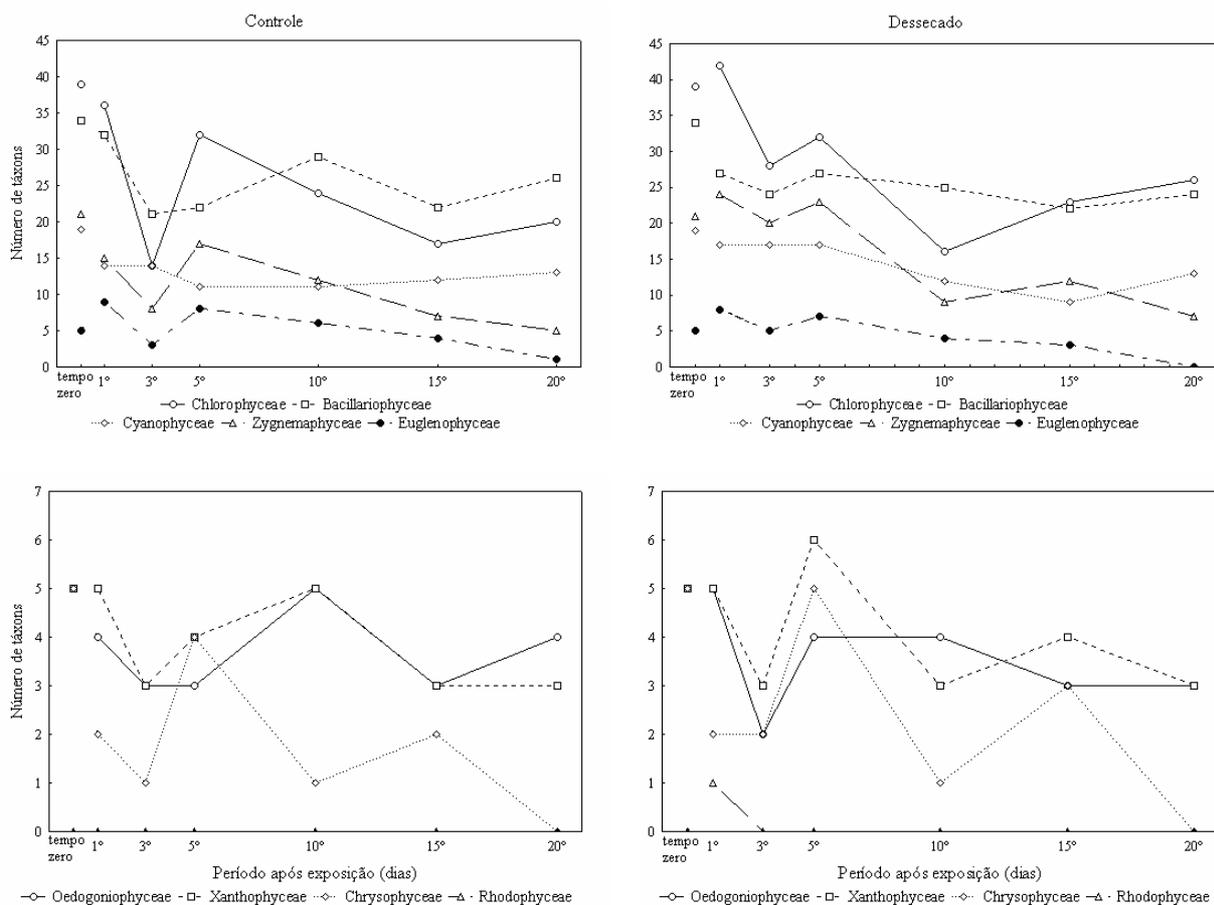


Figura 4: Riqueza das algas perifíticas por classe no controle e no tratamento dessecado após o período de exposição ao dessecamento realizado na lagoa das Garças no período de 26 de fevereiro a 10 de abril de 2007, planície de inundação do alto rio Paraná. Observar diferenças entre as escalas.

Abundância da comunidade de algas perifíticas e dos grupos taxonômicos

Maiores valores de densidade foram registrados no controle superou os valores de densidade do tratamento dessecado, exceto nos 3^o, 5^o e 20^o dias (Figura 5). Foi registrado $681,91 \times 10^3$ ind. \times cm^{-2} no controle e $490,28 \times 10^3$ ind. \times cm^{-2} no tratamento dessecado.

A densidade total do 1^o dia, no tratamento dessecado, quando comparado ao controle do tempo zero, apresentou declínio de sua densidade de 29,76%. Já, quando comparado o 1^o dia entre os tratamentos, foi observada uma diferença de 48,82% da densidade total no controle em relação ao tratamento dessecado. O 3^o e 15^o dias também apresentaram uma pequena alteração na densidade entre os materiais, sendo esta diferença significativa ($t = -3,99$ e $p = 0,057$; $t = 5,86$ e $p = 0,027$, respectivamente). Nos demais dias as densidades não diferiram entre si, apresentando um padrão semelhante de flutuação em ambos os tratamentos (Figura 5).

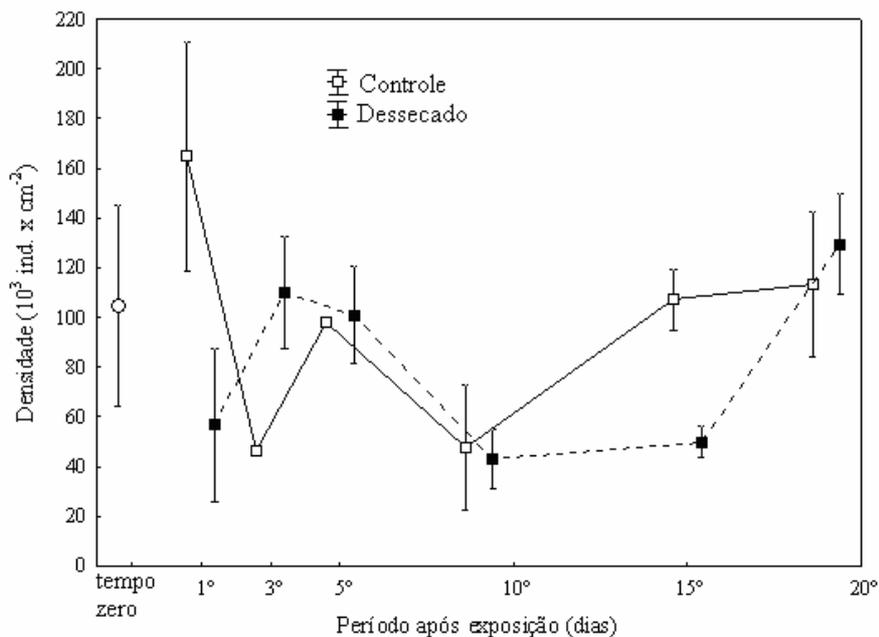


Figura 5: Densidade da comunidade de algas períficas após o evento de dessecação, nos tratamentos controle e dessecao, realizado na lagoa das Garças, planície de inundação do alto rio Paraná. Valores de média (\square) e desvio padrão (I).

A classe Bacillariophyceae determinou o padrão de oscilação da densidade para ambos os tratamentos, representando 82,33% da densidade total no controle e 78,62% no tratamento dessecao (Figura 6) e foi seguido das classes Cyanophyceae, Chlorophyceae e Xanthophyceae. Estas somaram 104,39 e 92,18 x 10³ ind.cm⁻² da densidade total nos tratamentos controle e dessecao, respectivamente (Figura 7).

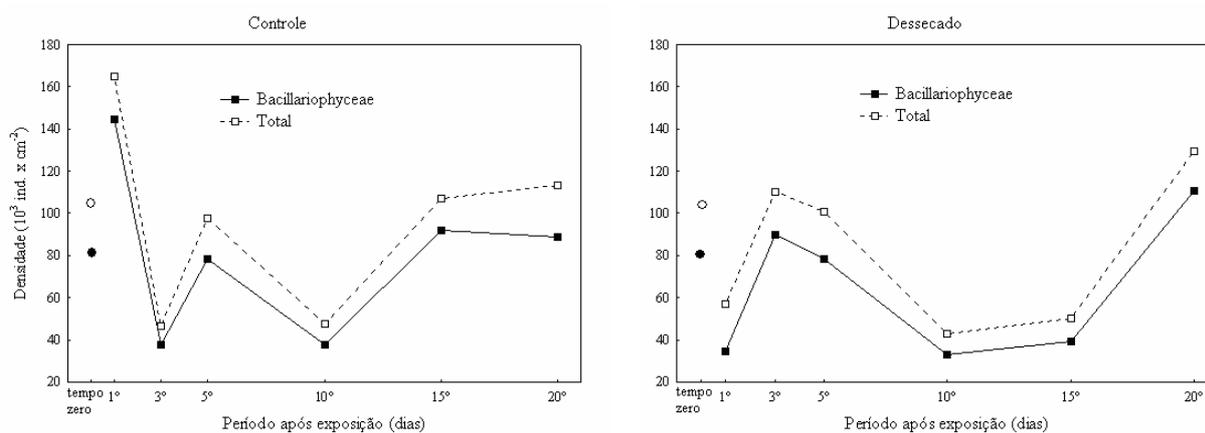


Figura 6: Densidade total da comunidade de algas períficas e da classe Bacillariophyceae após o evento de dessecação, nos tratamentos controle e dessecao, realizado na lagoa das Garças, planície de inundação do alto rio Paraná.

A diminuição da densidade, no 1º dia no tratamento dessecado, foi determinada pela classe Bacillariophyceae, o inverso do ocorrido no controle. As classes Cyanophyceae e Euglenophyceae apresentaram aumento na densidade nesse dia em relação ao tempo zero. No 3º dia, os valores no tratamento dessecado superaram os do controle, representando uma diferença de 62×10^3 ind. \times cm^{-3} da densidade total das classes, tendo a classe Bacillariophyceae contribuído com 83,87%. No 15º dia, os valores de densidade do material não dessecado excederam o dessecado principalmente devido ao aumento na densidade da classe Bacillariophyceae, seguido de Cyanophyceae (Figuras 6 e 7). Rhodophyceae foi registrada apenas no tratamento dessecado no primeiro dia com pequena densidade.

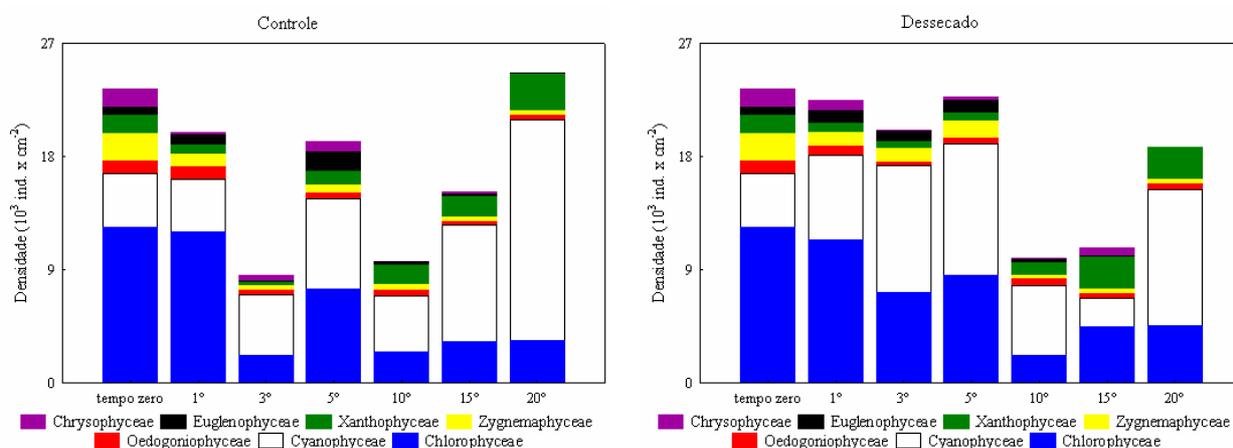


Figura 7: Densidade total por classe das algas perífíticas, após o evento de dessecamento, nos tratamentos controle e dessecado, realizado na lagoa das Garças, planície de inundação do alto rio Paraná.

Análise conjunta do padrão de flutuação da riqueza e da densidade da comunidade de algas perífíticas

Da análise conjunta do padrão de flutuação da riqueza e da densidade (Figura 8), observou-se que, no tratamento dessecado, no início do estudo, estes atributos da comunidade apresentaram uma relação inversa. A partir do 5º dia os atributos começaram a apresentar semelhança na flutuação. Já para o controle as flutuações foram semelhantes em ambos os atributos durante todo o período de estudo, apresentando uma correlação positiva entre a riqueza e a densidade total ($r= 0,52$; $p< 0,05$). Dentre as classes no controle, a riqueza total Chlorophyceae ($r= 0,87$; $p< 0,05$) e Zygnemaphyceae ($r= 0,95$; $p< 0,05$) apresentaram correlação positiva com a densidade total da comunidade.

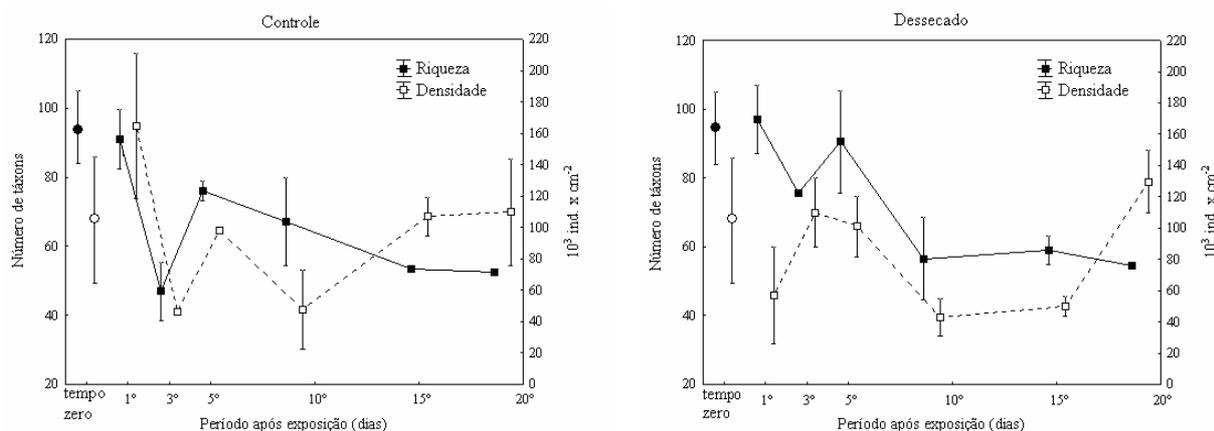


Figura 8: Riqueza e densidade totais nos tratamentos controle e dessecado após período de exposição, realizado na lagoa das Garças, planície de inundação do alto rio Paraná. Valores de média (□) e desvio padrão (I).

Durante todo o experimento, os valores de diversidade foram mais elevados no tratamento dessecado. As variações médias foram de 1,54 a 2,29 bits. Ind⁻¹ no controle e de 1,76 a 3,16 no tratamento dessecado (Figura 9A). Para o tratamento dessecado, as maiores variações ocorreram do 1° ao 5° dia, seguido de estabilização e queda entre os 15° e 20° dias. Para o controle, os valores oscilaram durante todo o período (Figura 9A). A diversidade da comunidade perifítica apresentou diferenças significativas entre o 1° (t= -6,40; p= 0,02) e 15° dias (t= -10,83; p= 0,008).

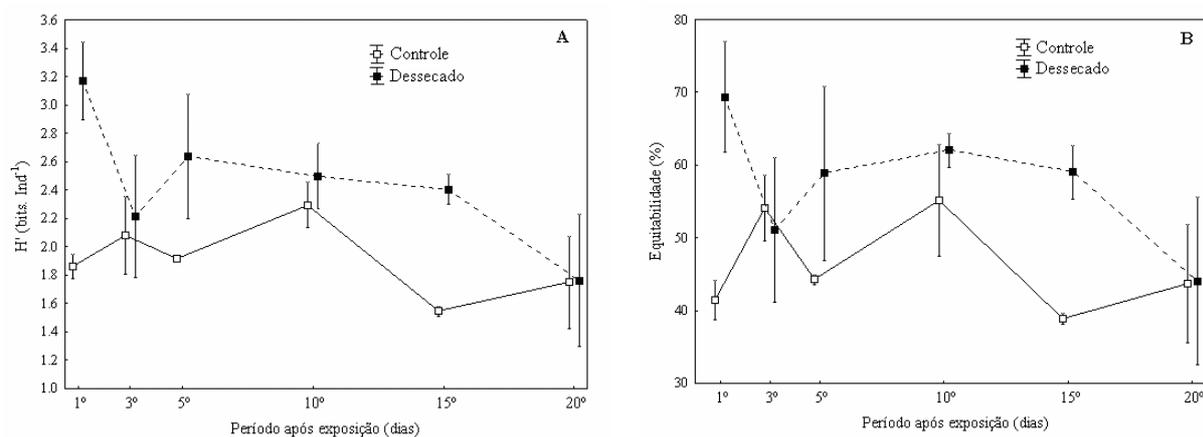


Figura 9: Diversidade (A) e equitabilidade (B) da comunidade de algas perifíticas após o evento de exposição ao dessecamento no controle e no tratamento dessecado, realizado na lagoa das Garças, planície de inundação do alto rio Paraná. Valores de média (□) e desvio padrão (I).

Os valores de equitabilidade da comunidade perifítica exposta ao dessecamento variaram entre 70% no 1° dia e 45% no último dia, nos restantes dos dias os valores

permaneceram em torno de 60%. Na comunidade não exposta, essa variação oscilou entre 55% no 10º dia e 39% no 15º dia (Figura 9B).

DISCUSSÃO

Distúrbios, de maneira geral, alteram a estrutura das comunidades que se reestruturam por meio de acréscimo, eliminação e interação de espécies (Souza 1984; Huston, 1991). Os resultados deste estudo sugerem que o evento de dessecação proporcionou alteração na estrutura da comunidade de algas perifíticas e causou aumento da diversidade de espécies diante da redução das densidades totais registradas.

No tratamento dessecado foi registrada grande variação na riqueza da comunidade, de modo geral. No primeiro dia, após exposição ao dessecação, a comunidade de algas perifíticas não diferiu significativamente em termos totais de riqueza específica do controle, caracterizando-se por apresentar pequena queda no número de táxons. Entretanto, quando analisado em nível de classe, houve aumento das algas verdes, principalmente de Chlorophyceae e Zygnemaphyceae, e decréscimo das demais classes. Este resultado revela que após o dessecação houve a eliminação de alguns táxons e a substituição destes, ocasionado pela invasão e estabelecimento de outros. Os distúrbios atuam alterando os recursos ou os determinantes ambientais ao menos temporariamente (Mooney et al., 1995), criando oportunidades para umas espécies e eliminando outras (Connell, 1978).

Aumento no número de táxons de Zygnemaphyceae (desmídias) foi registrado, principalmente nos cinco primeiros dias após o distúrbio, como também de Chlorophyceae que predominou durante todo o período. Estes táxons podem ter se utilizado do biofilme existente, pois as algas e bactérias, pertencentes à matriz perifítica, secretam um glicocálix adesivo e substâncias mucopolissacarídeas que favorecem a instalação de colonizadores secundários (Burkholder, 1996) e possibilitou um aumento na diversidade da comunidade. Domozych & Domozych (2008), revelaram que as desmídias são capazes de colonizar novos substratos rapidamente e incorporar-se ao biofilme. As algas pertencentes às clorofíceas apresentam as mais variadas formas de vida (Bicudo & Menezes, 2006), o que pode ter aumentado a possibilidade de invasão por propiciar vantagem competitiva na utilização do espaço disponível por meio tanto da sua firme adesão ao substrato como por poder permanecer frouxamente no biofilme perifítico.

A influência deste distúrbio sobre a densidade total da comunidade revelou que existiu elevada redução da abundância logo após o evento, principalmente a classe Bacillariophyceae (diatomáceas). Semelhante decréscimo na densidade de diatomáceas foi encontrado por Gottlieb et al. (2005), ao estudar os efeitos de dessecação sobre a comunidade perifítica nos Everglades da Flórida.

As espécies de diatomáceas, que mais comumente compõem a comunidade perifítica, apresentam algum tipo de estrutura que propicia sua adesão ao substrato ou podem formar cadeias e se aderir por meio da secreção de tubos mucilaginosos (Hoagland et al., 1982; observação pessoal) e, sob baixa corrente, podem se acumular sobre filamentos de Chlorophyceae (Caramujo et al., 2008). Dessa forma, porções de filamentos que são rompidos e perdidos levam consigo esses indivíduos, fato este que pode ter contribuído para o decréscimo na densidade das diatomáceas neste estudo.

Embora ocorrido queda na densidade dos grupos algais, as classes Cyanophyceae, Euglenophyceae e Rhodophyceae apresentaram aumento de suas densidades, ressaltando suas características oportunistas nas condições de dessecação. Alta abundância de cianofíceas filamentosas foi registrada na comunidade perifítica submetida ao dessecação no estudo realizado por Gottlieb et al. (2005).

Após esse registro de abrupta queda na densidade total, houve uma substancial proliferação das diatomáceas, aumentando rapidamente os valores de densidade no tratamento dessecado. As diatomáceas são *r-estrategistas*, ou seja, apresentam altas taxas de recrutamento, reprodução e curto tempo de geração e, ainda, complexos mecanismos que conferem motilidade, permitindo rápidos e eficientes movimentos contribuindo para a rápida exploração de espaço (Hoagland et al., 1993; Biggs, 1996). Essas características conferem alta vantagem competitiva sobre os demais grupos registrados, permitindo a rápida colonização de microhabitats criados pelo distúrbio.

O decréscimo na densidade da comunidade de algas perifíticas submetidas ao dessecação, maiores valores de riqueza e homogeneidade das abundâncias registradas neste material durante todo o período, sugere o aumento da diversidade devido ao distúrbio, o qual interrompeu a dominância de espécies e permitiu a instalação (coexistência) de táxons menos competitivos na matriz. Este resultado concorda com os obtidos por Rodríguez (1994), que registrou maior abundância de táxons colonizadores iniciais relacionados à diminuição da competitividade por táxons dominantes. Resultados semelhantes foram encontrados por Peterson (1987) no epilítton, no qual a

comunidade exposta ao dessecação apresentou maior diversidade. Os distúrbios podem reduzir a densidade por área e aumentar o suprimento de nutrientes e luz no substrato, estimulando a reprodução nas populações (Peterson e Stevenson, 1992), proporcionando a instalação de novas espécies, evitando a dominância e a competitividade em estágios sucessionais mais avançados (Connell, 1978).

É importante considerar que o dessecação foi induzido sobre uma comunidade em equilíbrio, a qual apresenta maior complexidade, tanto de formas, como do biofilme propriamente dito (Hoagland et al., 1982; Azim & Azaeda, 2005), e que a mucilagem, neste caso um denso biofilme favorecido devido às características do ambiente lântico, pode servir como uma barreira protegendo, do dessecação, pequenas cocóides verdes, diatomáceas e células basais de zignemafíceas filamentosas (Evans, 1959; Ledger & Hildrew, 2001). Neste sentido, o evento de dessecação pode ter afetado, em maiores proporções, as algas da camada superficial do biofilme, as quais podem ter ficado mais vulneráveis às condições de dessecação. As algas estabelecidas nas camadas mais profundas da matriz tendem a sobreviver, enquanto aquelas que permanecem próximo à superfície tendem a ser mais susceptíveis ao distúrbio quando ocorre queda no nível da água e, conseqüentemente, exposição da comunidade (Evans, 1959).

A estrutura da comunidade perifítica variou marcadamente durante o período do experimento, com acentuado decréscimo da densidade e aumento na riqueza de certas classes da comunidade algal logo após o distúrbio de dessecação, particularmente nos cinco primeiros dias amostrados. Entretanto, foi registrado que a partir deste período a comunidade perifítica apresentou semelhante padrão de flutuação dos atributos utilizados, como também aproximação dos valores de riqueza e densidade em relação ao controle revelando que, embora tenha sofrido alterações, houve reorganização de sua estrutura, indicada entre a convergência com a comunidade não exposta. Como o observado por Steinman et al., 1991 e Rodríguez, 1994 ao analisarem a dinâmica da estrutura da comunidade após ter sido perturbada.

Dessa forma, podemos afirmar que a comunidade necessita de aproximadamente dez dias, após o distúrbio de dessecação, para restabelecer sua estrutura e dinâmica, sugerindo que esta comunidade apresenta características adaptativas em relação ao dessecação. Entretanto, eventos de dessecação, cujo tempo de recorrência superem o tempo requerido para a recuperação, podem limitar a comunidade a uma condição

inicial de estágio de desenvolvimento (Odum et al., 1995), bem como interferir nos aspectos funcionais desta comunidade.

Diante dos resultados expostos, pode-se concluir que o evento de dessecação agiu como um distúrbio para a comunidade de algas perifíticas, por causar desestruturação de sua estrutura e dos atributos da comunidade analisados, propiciando aumento da diversidade específica por diminuir a dominância e permitir a coexistência de várias espécies. Os efeitos do distúrbio de dessecação foram bastante evidentes para a densidade total, corroborando os resultados obtidos por Peterson (1987), que comparou diferentes comunidades em áreas protegidas de alto fluxo d'água. Algumas classes foram caracterizadas como oportunistas, por se beneficiarem das novas condições criadas. Entretanto esta comunidade, submetida ao dessecação, apresentou alto potencial de resiliência, por restaurar sua estrutura e dinâmica em torno de dez dias.

REFERÊNCIAS

- Agostinho A. A., L. C. Gomes, S. Veríssimo & E. K. Okada, 2004. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14: 11-19.
- Algarte V. M., C. Moresco & L. Rodrigues, 2006. Algas do perifíton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 28 (3): 243-251.
- Algarte V. M., N. S. Siqueira, E. A. Murakami & L. Rodrigues, 2009. Effects of hydrological regime and connectivity on the interannual variation in taxonomic similarity of periphytic algae. *Brazilian Journal of Biology*, 69 (2 Suppl.): 609-616.
- Azim M. E. & T. Azaeda, 2005. Periphyton structure, diversity and colonization. In Azim M. E., M. C. M. Beveridge, A. A. Van Dam & M. C. J. Verdegem (ed.), *Periphyton: ecology, exploitation and management*. Cambridge: CABI Publishing, pp. 15-34.
- Bicudo D. C., 1990. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifíton. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 3 (1): 459-475.
- Bicudo C. E. M. & M. Menezes, 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil.(Chave de identificação e descrições). São Carlos: RIMA, 489p.
- Biggs B. J. F., 1996. Patterns in benthic algae of streams. In: Stevenson R. J., M. L. Bothwell & R. L. Lowe (ed.), *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, pp. 31-56.
- Bourelly P. & A. Couté, 1991. Desmidiées de Madagascar (Chlorophyta, Zygothyceae). Stuttgart: J. Cramer, 348 p.

- Burkholder J. M., 1996. Interactions of benthic algae with their substrata. In: Stevenson R. J., M. L. Bothwell & R. L. Lowe (ed.), *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, pp. 253-297.
- Caramujo M. J., C. R. B. Mendes, P. Cartaxana, V. Brotas & M. J. Boavida, 2008. Influence of drought on algal biofilms and meiofaunal assemblages of temperate reservoirs and rivers. *Hydrobiologia*, 598: 77-94.
- Connell J. H., 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199: 1302-1310.
- Croasdale H. & E. A. Flint, 1988. *Flora of New Zealand: freshwater algae, Chlorophyta, Desmids*. New Zealand: Botany Division, Christchurch, v. II, 147 p.
- DeAngelis D. L., S. M. Bartell & A. L. Brenkert, 1989. Effects of nutrients recycling and food-chain length on resilience. *The American Naturalist*, 134 (5): 778-805.
- Domozych D. S. & C. R. Domozych, 2008. Desmids and biofilms of freshwater wetlands: development and microarchitecture. *Microbial ecology*, 55: 81-93.
- Evans J. H., 1959. The survival of Freshwater algae during dry periods: part II. Drying experiments: part III. Stratification of algae in pond margin litter and mud. *The Journal of Ecology*, 47: 55-81.
- Fonseca I. A. & L. Rodrigues, 2005. Comunidade de algas do perifíton em distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 27 (1): 21-28.
- Förster K., 1982. Conjugatophyceae: Zygnematales und Desmidiaceae (excl. Zygnemataceae). In: Huber-Pestalozzi G. (ed.), *Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie*. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 543 p.
- Gottlieb A., J. Richards & E. Gaiser, 2005. Effects of desiccation duration on the community structure and nutrient retention of short and long-hydroperiod Everglades periphyton mats. *Aquatic Botany*, 82: 99-112.
- Hoagland K. D., S. C. Roemer & J. R. Rosowski, 1982. Colonization and community structure of two periphyton assemblages, with emphasis on the diatoms (Bacillariophyceae). *American Journal of Botany*, 69: 188-213.
- Hoagland K. D., J. R. Rosowski, M. R. Gretz & S. C. Roemer, 1993. Diatom extracellular polymeric substrates: function, fine structure, chemistry, and physiology. *Journal of Phycology*, 29: 537-566.
- Huston M. A., 1991. *Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes*. Australia: Cambridge University Press, 215 p.

Komárek J. & K. Anagnostidis, 1998. Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. In Ettl H., G. Gärtner, H. Heyning & D. Möllenhauer (ed.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Verlag, Jena: Gustav Fischer, pp. 1-548.

Komárek J. & K. Anagnostidis, 2005. Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. In Büdel B., G. Gärtner, L. Krienitz & M. Schagerl (ed.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. München: Elsevier GmbH, pp. 1-759.

Krammer K. & H. Lange-Bertalot, 1986. Bacillariophyceae: Naviculaceae. In: Ettl H., J. Gerloff, H. Heyning & D. Mollenhauer (ed.), Süßwasser flora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fischer, 876 p. Band 2/1.

Krammer K. & H. Lange-Bertalot, 1988. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl H., J. Gerloff, H. Heyning & D. Mollenhauer (ed.), Süßwasser flora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fischer, 596 p. Band 2/2.

Krammer K. & H. Lange-Bertalot, 1991. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Ettl H., J. Gerloff, H. Heyning & D. Mollenhauer (ed.), Süßwasser flora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fischer, 576 p. Band 2/3.

Lamberti G. A., 1996. The niche of benthic algae in freshwater ecosystems. In: Stevenson R. J., M. L. Bothwell & R. L. Lowe (ed.), Algal ecology: freshwater benthic ecosystems. San Diego: Academic Press, pp. 533-572.

Lake P. S., 2000. Disturbance, patchiness, and diversity in streams. *Journal North American Benthological Society*, 19 (4):573-592.

Ledger M. E. & A. G. Hildrew, 2001. Recolonization by the benthos of an acid stream following a drought. *Archiv für Hydrobiologie*, 152 (1): 1-17.

Lowe R. L. & Y. Pan, 1996. Benthic algal communities as biological monitors. In: Stevenson R. J., M. L. Bothwell & R. L. Lowe (ed.), Algal ecology: freshwater benthic ecosystems. San Diego: Academic Press, pp. 705-739.

Mooney H. A., J. Lubchenco, R. Dirzo & O. E. Sala, 1995. Biodiversity and ecosystem functioning: basic principles. In: Heywood V. M. & E. Dowdeswell (ed.), *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 275-326.

Neiff, J. J., 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Parana. *Interciencia*, 15 (6): 424-441.

Odum W. E., E. P. Odum & H. T. Odum, 1995. Nature's pulsing paradigm. *Estuaries*, 18 (4): 547-555.

Peterson C. G., 1987. Influences of flow regime on development and desiccation response of lotic diatom. *Ecology*, 68 (4): 946-954.

Peterson C. G. & R. J. Stevenson, 1992. Resistance and resilience of lotic algal communities: importance of disturbance timing and current. *Ecology*, 73 (4): 1445-1461.

Poff N. L., D. Allan, M. B. Bain, J. R. Karr, K. L. Prestegard, B. D. Richter, R. E. Sparks & J. C. Stromberg, 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *BioScience*, 47: 769-784.

Prescott G. W., 1982. *Algae of the Western great lakes area*. Koenigstein: Otto Koeltz Science Publishers, 977 p.

Prescott G. W., C. E. M. Bicudo & W. C. Vinyard, 1982. A Synophysis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 4. In: Prescott G. W. (ed.), *Desmidiales*. Lincoln: University Nebraska Press, 698 p.

Prescott G. W., H. T. Croasdale, W. C. Vinyard & C. E. M. Bicudo, 1981. A Synophysis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 3. In: Prescott G. W. (ed.), *Desmidiales*. Lincoln: University Nebraska Press, 720 p.

Rodríguez M. A., 1994. Succession, environmental fluctuations, and stability in experimentally manipulated microalgal communities. *Oikos*, 70: 107-120.

Rodrigues L. & D. C. Bicudo, 2004. Periphytic algae. In: Thomaz, S. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (ed.), *The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers, pp. 125-143.

Ros J., 1979. *Práticas de ecologia*. Barcelona: Editora Omega, 181 p.

Round F. E., 1965. *The biology of algae*. London: Edward Arnold (Publishers) Ltda., 269 p.

Round F. E., 1971. The taxonomy of the Chlorophyta, 2. *British Phycological Journal*, 6 (2): 235-264.

Shannon C. E. & W. Weaver, 1963. *A Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press, 173 p.

Souza W. P., 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 15: 353-391.

Souza Filho E. E., P. C. Rocha, E. Comunello & J. C. Stevaux, 2004. Effects of the Porto Primavera Dam on Physical environment of the downstream floodplain. In: Thomaz, S. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (ed.), *The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers, pp. 55-74.

Steinman A. D., P. J. Mulholland, A. V. Palumbo, T. E. Flum & D. L. DeAngelis, 1991. Resilience of lotic ecosystems to a light-elimination disturbance. *Ecology*, 72: 1299-1313.

Stevaux, J. C., D. P. Martins & M. Meurer, 2009. Changes in regulated tropical rivers: the Paraná River downstream Porto Primavera Dam, Brazil. *Geomorphology*, no prelo.

Stevenson R. J., 1997. Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. *Journal North American Benthological Society*, 16 (1): 248-262.

Utermöhl H., 1958. Zur Vervollkmmnung der quantitativen phytoplankton-methodic. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 9: 1-38.

Zar J. H., 1984. *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 718p.

Ward J. V. & K. Tockner, 2001. Biodiversity: towards a unifying theme for river ecology. *Freshwater Biology*, 46: 807-819.

Ward J. V., K. Tockner & F. Schiemer, 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated rivers: Research & Management*, 15: 125-139.

CAPÍTULO II

COMPOSIÇÃO ALGAL NO PERIFÍTON APÓS UM DISTÚRPIO DE DESSECAMENTO: PERSISTÊNCIA OU RESILIÊNCIA?

RESUMO. Este estudo objetivou avaliar diferenças na composição de espécies de algas perifíticas após o evento de dessecamento em uma escala temporal de 21 dias e identificar possíveis espécies oportunistas e tolerantes ao evento. O experimento ocorreu em um ambiente lântico da planície de inundação do alto rio Paraná e foram utilizadas lâminas de vidro para seu desenvolvimento. A composição da comunidade foi substancialmente alterada depois do evento de distúrbio. A análise de correspondência (AC) evidenciou diferenças entre o tratamento submetido e não ao distúrbio nos cinco primeiros dias após o dessecamento. Após o evento foram registrados 44 táxons menos tolerantes e, destes, *Achnanthydium minutissimum* apresentou as maiores perdas de densidade. Um acréscimo do número de táxons, principalmente daqueles frouxamente aderidos e colonizadores iniciais, foi registrado nos primeiros cinco dias amostrados. Ainda, algumas espécies foram persistentes ao evento, apresentando pequenas variações de densidade. Por meio da análise de valor indicador, *Phacus curvicauda* pode ser identificada como a melhor indicadora da comunidade exposta ao dessecamento. A composição de espécies foi grandemente alterada após o evento de dessecamento, mas sua estrutura retorna ao estado de equilíbrio com cerca de dez dias. Assim podemos considerar que embora o dessecamento afete a configuração de espécies na comunidade de algas perifíticas, sua recuperação é relativamente rápida, podendo alguns fatores como disponibilidade de espécies no ambiente capazes de se incorporar ao biofilme e a ausência de corrente no ambiente podem ter favorecido esta condição.

Palavras-chave: algas perifíticas, espécie indicadora, ambiente lântico, planície de inundação.

ABSTRACT. This study presented as objective to evaluate differences in the composition of periphytic algae after the event of desiccation in a temporal scale of 21 days and to identify possible opportunist and tolerant species to the event. The experiment occurred in a lentic environment of the upper Paraná river floodplain and glass sheets were used for its development. The composition of the community was substantially modified after the disturbance event. The correspondence analysis (AC) evidenced differences between the materials submitted and not to the disturbance in the five first days the desiccation. After the event had been registered 44 taxa lesser tolerant and these, *Achnanthydium minutissimum* presented the biggest losses of density. An addition of the number of taxa, mainly of those loosely adhered and initial colonizers, was registered. Some species had been persistent to the event, presenting small variations of density. By mean of the indicative value analysis, *Phacus curvicauda* can be identified as the best indicating of the community displayed to the desiccation. The species composition was largely altered after the desiccation event, but its structure returns to the equilibrium state with about ten days. We can consider like this that although the desiccation affects the configuration of species in the periphytic algae community its recovery is relatively fast, being able to some factors as readiness of species in the environment capable to incorporate to the biofilm and the current absence in the enviromnet might have favored this condition.

Keywords: periphytic algae, indicator species, lentic environment, floodplain.

INTRODUÇÃO

O alto rio Paraná, que faz parte da segunda maior bacia hidrográfica da América do Sul, possuía até 1998 uma extensa planície de inundação (480 Km de extensão). A partir desta data, este trecho foi reduzido a 230 Km de extensão, devido ao início de funcionamento da represa de Porto Primavera (Agostinho et al., 2004a; 2004b). Atualmente, o único remanescente livre de represamento deste rio em território brasileiro compreende o trecho que se estende da represa de Porto Primavera até o reservatório de Itaipu (Souza Filho et al., 2004).

A presença da represa de Porto Primavera representou um aumento do controle no regime de descargas, causando variações diárias no nível hidrométrico e, conseqüentemente, afetando todo o segmento a jusante. Para as áreas de transição entre o sistema aquático e terrestre a situação é preocupante, porque grande área da planície pode permanecer temporariamente exposta (Souza Filho et al., 2004), causando alterações nos ambientes e na biota, como redução da qualidade ambiental e perdas de biomassa (Lake, 2000).

O perífíton, definido por Wetzel (1983) como “complexa comunidade de microorganismos (bactérias, fungos, algas, protozoários e animais), detritos orgânicos ou inorgânicos, que estão aderidos firme ou frouxamente a substratos submersos. Podendo o substrato ser orgânico ou inorgânico, vivo ou morto”, pode se desenvolver profusamente em ambientes lênticos nas planícies de inundação, por estas apresentarem extensos bancos de macrófitas aquáticas, juntamente com outros tipos de superfícies submersas (Rodrigues & Bicudo, 2001; Rodrigues et al., 2003; Leandrini et al., 2008).

A composição taxonômica das populações que compõe a comunidade de algas no perífíton promove uma interpretação mais acurada dos padrões existentes na comunidade, quando comparado aos níveis de macro-escala, como biomassa (Peterson, 1996). Cada espécie apresenta diferentes níveis de tolerância e preferência perante as condições ambientais (Lowe & Pan, 1996). Assim, a composição e abundância das algas perífíticas representa um rico sistema de informação para o monitoramento ambiental.

Apesar das características apresentadas por essa comunidade, trabalhos que a utilizam nas avaliações de impactos ambientais dos sistemas aquáticos ainda são incomuns (Rodrigues et al., 2003). No Brasil, as informações sobre esta comunidade

ainda são escassas, recentes e, na sua maioria, se constituem de trabalhos de cunho descritivo mais do que experimental.

Para a planície de inundação do alto rio Paraná, os trabalhos realizados, excetuando Murakami (2008), que investigou as respostas das algas perifíticas à adição de nutrientes, se compõem de trabalhos que investigaram as relações ecológicas desta comunidade diante das alterações ambientais recorrentes deste sistema (Rodrigues & Bicudo, 2001; Rodrigues & Bicudo, 2004; Fonseca & Rodrigues, 2005; Algarte et al., 2006; Fonseca & Rodrigues, 2007; Leandrini & Rodrigues, 2008; Leandrini et al., 2008; Algarte et al., 2009; Murakami et al., 2009).

Diante da alteração nos padrões hidrológicos que esta planície vem sofrendo, a análise da influência desta sobre os processos das comunidades fornecerá importantes informações para ações de manejo e preservação (Thomaz et al., 2004), já que detalhadas informações de seus efeitos sobre o funcionamento da planície e as respostas das assembléias são escassas para essa área (Agostinho et al., 2004a).

As hipóteses levantadas neste estudo foram: i) o distúrbio de dessecação altera a composição específica da comunidade de algas perifíticas e ii) as novas condições proporcionadas possibilitam o aumento da densidade de espécies oportunistas.

Dessa forma, uma abordagem experimental foi realizada com a finalidade de avaliar as alterações da composição de espécies da comunidade de algas perifíticas ao efeito do curto período de dessecação em um ambiente de planície de inundação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Lagoa das Garças, situada na margem direita rio Paraná, Estado do Mato Grosso do Sul (22°43'S e 53°14'W). Esta lagoa possui um estreito canal, de aproximadamente 100m de extensão, o qual a mantém comunicada permanentemente com o rio. Apresenta cerca de 150m de largura, 2.000m de comprimento e profundidade média de 2,5m (Figura 1). Durante o estudo, as concentrações de N-NO₃ foram em média 43µg.L⁻¹, de P-PO₄ oscilaram em torno de 6,3µg.L⁻¹ e a temperatura da água variou entre 27,6 e 29,4°C (dados cedidos pelo laboratório de Limnologia, Nupélia/UEM).

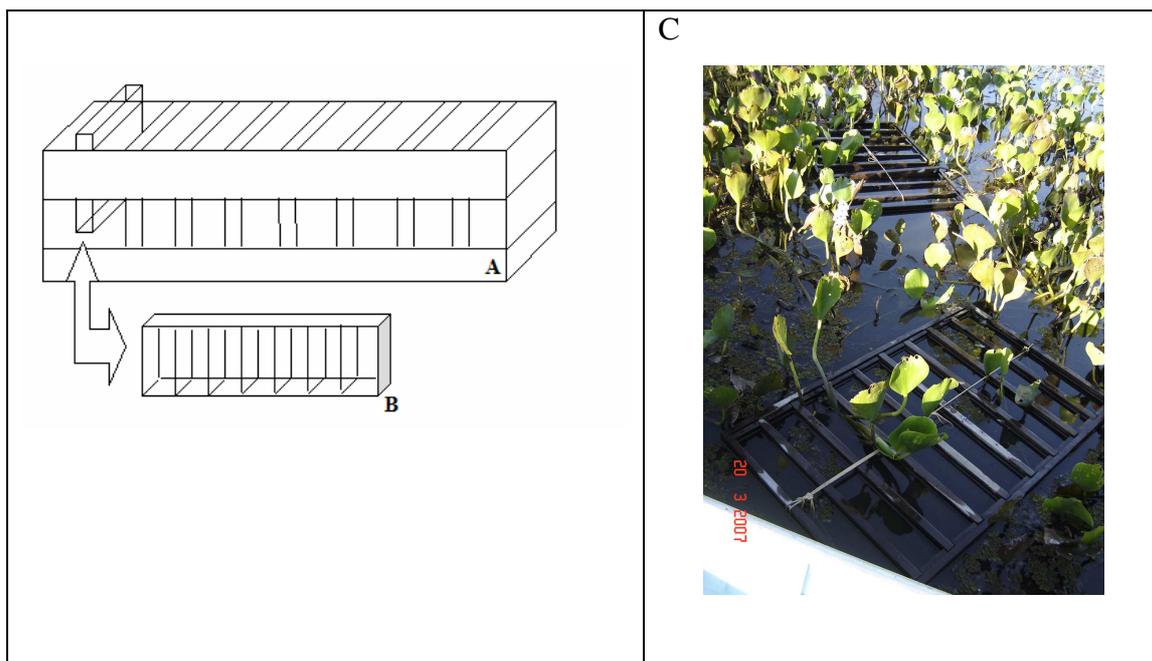


Figura 2: Suporte utilizado no experimento de dessecação realizado na lagoa das Garças no período de 26 de fevereiro a 10 de abril de 2007. A – suporte para as gavetas; B – gaveta contendo as lâminas; C – suporte na região litorânea.

No 21º dia (20/03), estágio maduro da comunidade de algas perifíticas, conforme sugerido por Rodrigues e Bicudo (2004), foi realizada uma coleta aleatória do material perifítico antes do distúrbio, sendo este considerado como tempo zero. Concomitantemente um dos suportes foi retirado da água e transferido para a margem da lagoa (tratamento dessecado), permanecendo por 15 horas e, posteriormente, foi recolocado na água. O outro suporte permaneceu submerso durante todo o período de estudo (tratamento controle).

Um dia depois de submerso o suporte exposto ao distúrbio de dessecação (22/03), iniciaram-se as coletas. Foram realizadas seis amostragens, em réplica, de material perifítico de ambos os suportes, sendo entre as três primeiras e as três últimas amostragens com intervalos de um e quatro dias, respectivamente (Figura 3). A amostragem do substrato artificial foi aleatória, com sorteio prévio entre as gavetas do suporte e as lâminas.

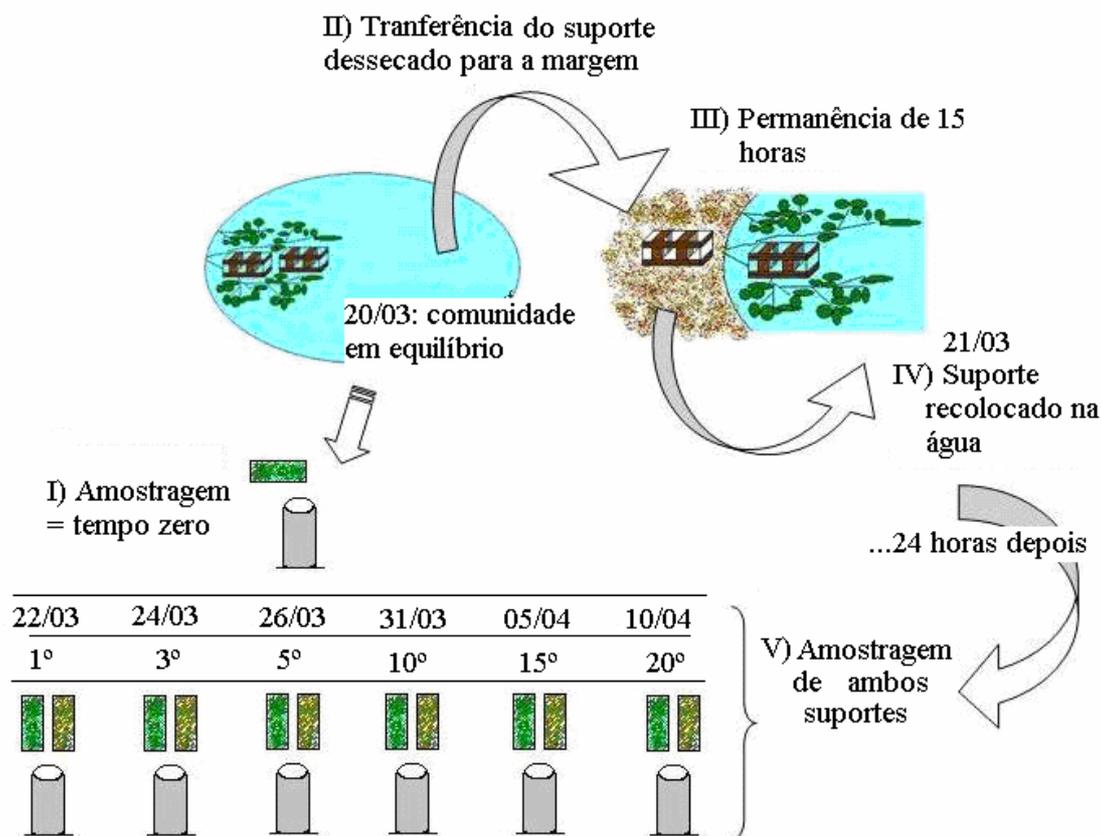


Figura 3: Etapas de desenvolvimento do experimento.

A análise qualitativa foi realizada com base na análise quantitativa do material biológico e foi desenvolvida em microscópio óptico acoplado com ocular micrometrada e a identificação taxonômica das espécies foi baseada em literatura clássica (Prescott et al., 1981, 1982; Förster, 1982; Prescott, 1982; Komárek & Fott, 1983; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991; Anagnostidis & Komárek, 1988; Croasdale & Flint, 1988; Dillard, 1990, 1991; Bourrelly & Couté, 1991; Komárek & Anagnostidis, 1998; 2005) e em trabalhos regionais. O sistema de classificação utilizado foi o proposto por Round (1965, 1971), recomendado por Bicudo & Menezes (2006).

A quantificação dos táxons foi realizada em microscópio invertido Olympus® CK2, utilizando câmaras de sedimentação seguindo o método de Utermöhl (1958) e através de campos aleatórios (Bicudo, 1990). A contagem foi realizada até atingir no mínimo, 100 indivíduos do táxon predominante juntamente com a estabilização da curva de espécies. A equação para o cálculo da densidade seguiu Ros (1979), adaptada para a área do substrato e os resultados foram expressos por unidade de área (indivíduos $\times \text{cm}^{-2}$), como segue:

$$N = \frac{n \cdot 1000 \cdot 10^6 \cdot V \text{ (mL)} \cdot f}{vc \cdot S} \quad vc = h \cdot Ac \cdot Nc$$

Onde:

N = densidade (número de indivíduos por cm⁻²)

n = número total de indivíduos contados

V = volume da amostra (mL)

vc = volume dos campos contados (mL)

Ac = área do campo de contagem (µm²)

h = altura da câmara de sedimentação (mm)

Nc = número de campos contados

S = superfície de raspada do substrato (cm²)

10⁶ e 10 = fator de correção para as unidades

f = fator de diluição da amostra, quando necessário

A composição da comunidade foi realizada com base na abundância relativa das espécies. Uma análise de correspondência (AC) foi realizada para a ordenação das unidades amostrais de ambos os tratamentos. A matriz biológica utilizada para esta análise considerou a ocorrência dos táxons sendo superior a 10% em cada tratamento durante todo o período de estudo e densidade superior a 50 indivíduos x cm⁻² (matriz com 140 espécies foi utilizada).

Com a finalidade de verificar se diferentes espécies podem ser utilizadas como indicadoras das condições de distúrbio, aplicou-se a análise de valor indicador - IndVal (Dufrêne & Legendre, 1997). Utilizou-se para tal os dados de densidade das espécies em cada tratamento (controle e dessecado) e uma tabela com as respectivas categorias previamente estabelecidas (I= período pré-distúrbio; II= período do distúrbio; III= período pós distúrbio) de acordo com o resultado obtido pela AC. Este método combina a abundância de uma espécie em um determinado grupo de unidades amostrais e a ocorrência desta espécie em certo grupo de amostra (frequência). Para cada espécie dentro de cada grupo é calculado um valor indicativo, sendo sua significância testada por meio do processo de aleatorização do tipo de Monte Carlo.

A análise de correspondência e do valor indicador foram realizadas utilizando-se o programa PC-ORD para Windows versão 4.01 (McCune & Mefford, 1999).

RESULTADOS

No dia anterior ao distúrbio, considerado tempo zero, a comunidade de algas perifíticas foi constituída por 131 táxons. No primeiro dia após o evento de dessecação, constatou-se a presença do mesmo número de táxons, entretanto, a composição de espécies foi substancialmente alterada. Observou-se um aumento no tratamento dessecado tanto de espécies frouxamente aderidas, como daquelas consideradas colonizadoras iniciais (Tabela 1 e Anexo 1). Em termos de abundância, nesse dia, foi registrado um decréscimo acentuado na densidade no tratamento dessecado, devido principalmente a remoção ou diminuição de 44 espécies. Dentre estas, *Achnanthydium minutissimum* representou 44% da queda (Figura 4).

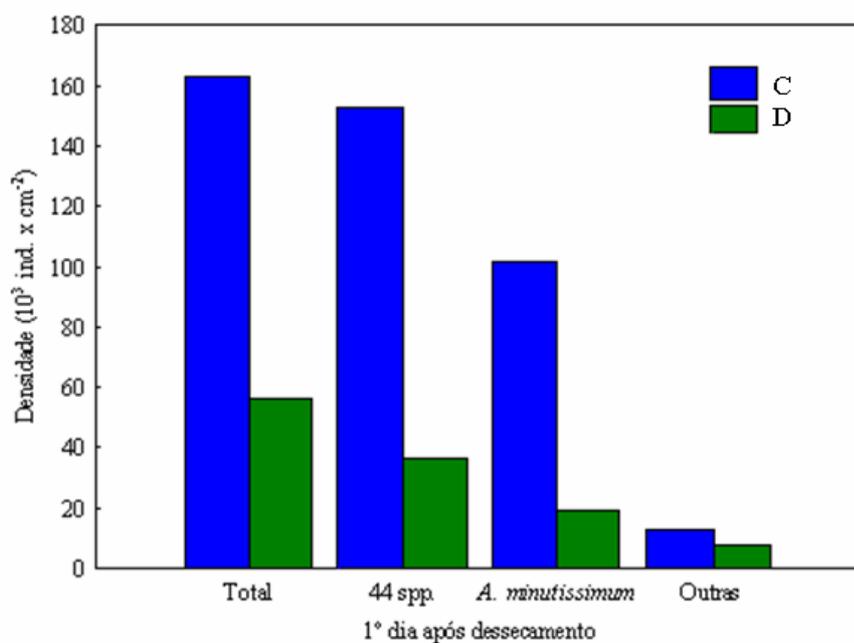


Figura 4: Densidade referente ao 1º dia após o dessecação no tratamento dessecado e controle. Da esquerda para a direita: densidade total do 1º dia, densidade das espécies que apresentaram redução, densidade de *Achnanthydium minutissimum* e das demais espécies.

Tabela 1: Táxons exclusivos do tratamento controle e dessecado referente ao 1º dia após o evento de dessecamento. (●) Indica as espécies de hábito frouxamente aderido no dessecado.

Controle			
<i>Bicuspidella sessilis</i>	<i>Stenopterobia cf delicatissima</i>	<i>Encyonema silesiacum</i>	<i>Oscillatoria simplicissima</i>
<i>Coelastrum microporum</i>	<i>Anabaena ambigua</i>	<i>Eunotia curvata</i>	<i>Xenococcus minimus</i>
<i>Eutetramorus cf fottii</i>	<i>Gleiterinema splendidum</i>	<i>Navicula cf minuscula</i>	<i>Cosmarium granatum</i>
Radiococceaceae 2	<i>Leptolyngbya subtilis</i>	<i>Staurosira elliptica</i>	<i>Cosmarium impressulum</i>
Dessecado			
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> ●	<i>Heteroleibleinia cf pusilla</i>	<i>Uronema cofervicola</i>	<i>Cosmarium baileyi</i> ●
<i>Chaetophora</i> sp.	<i>Leibleinia nordgaardii</i>	<i>Aulacoseira ambigua</i> ●	<i>Cosmarium margaritatum</i> ●
<i>Coleochaete irregualris</i>	<i>Pseudoanabaena frigida</i> ●	<i>Eunotia flexuosa</i> ●	<i>Cosmarium regnesii</i> ●
<i>Oonephris obesa</i> ●	<i>Oedogonium</i> sp. 3	<i>Eunotia minor</i> ●	<i>Micrasterias abrupta</i> ●
<i>Scenedesmus acuminatus</i> ●	<i>Closterium navicula</i> ●	<i>Anabaena</i> sp.●	<i>Staurastrum margaritaceum</i> ●
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> ●	<i>Closterium tortum</i> ●	<i>Chroococcus dispersus</i> ●	<i>Trachelomonas abrupta</i> ●
<i>Trachelomonas intermedia</i> ●	<i>Dinobryon sertularia</i>		

Comparando as comunidades em ambos os tratamentos no 1º dia, foram registradas 26 espécies exclusivas no dessecado que representaram 21,8% da composição desta comunidade (Tabela 1). Estas espécies somaram 1,70% da densidade, sendo que *Pseudoanabaena frigida* (0,35%) e *Chaetophora* sp. (0,31%) apresentaram maior contribuição. *P. frigida* mostrou aumento da densidade até o 3º dia de estudo, com posterior queda. Já *Chaetophora* sp. apresentou maior densidade neste dia seguido de decréscimo (Figura 5 A₁ e B₁).

As espécies *Trachelomonas intermedia*, *Desmodesmus brasiliensis*, *Closterium tortum* e *Cosmarium regnesii* apresentaram crescente aumento de suas densidades até o 5º dia após o evento de dessecamento (Figura 5 A₁ e A₂). Já *Micrasterias abrupta*, *Cosmarium margaritatum* e *Chroococcus dispersus* revelaram um aumento na densidade até o 3º dia, seguido de declínio (Figura 5 A₁ e A₂). Vale destacar que *Eunotia minor* manifestou expressivo aumento da densidade após o 3º dia de dessecamento (Figura 5 A₁).

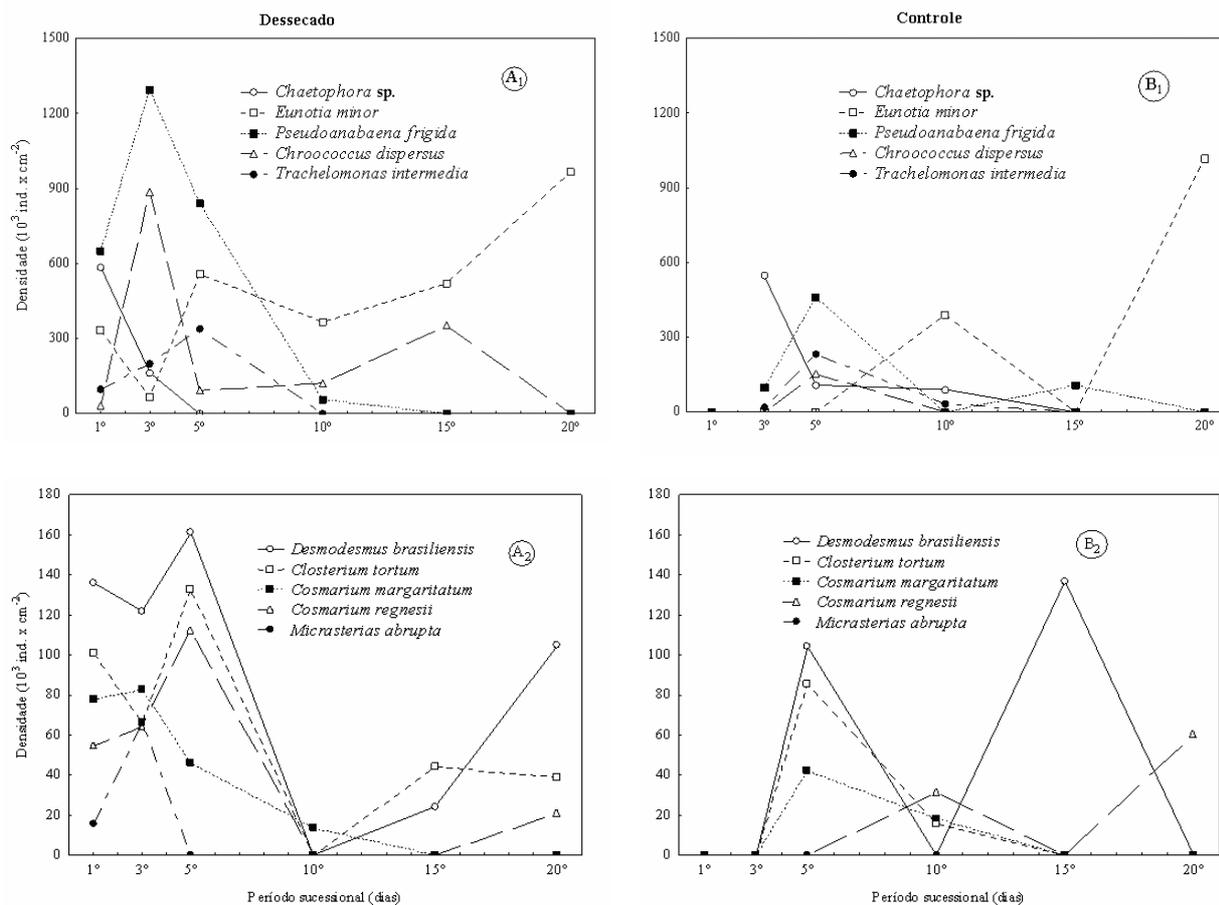


Figura 5: Densidade das espécies exclusivas no 1º dia do período sucessional nos tratamentos dessecado (A) e controle (B) na lagoa das Garças, planície de inundação do alto rio Paraná, em 2007. Observar diferenças nas escalas.

As espécies *Coleochaete orbiculares*, *Kirchneriella contorta*, *Monoraphidium arcuatum*, *Gomphonema gracile*, *Ulnaria ulna*, *Oedogonium* sp.1, *Cosmarium leave* e *Micrasterias truncata* mostraram baixa variação na densidade após o evento de dessecamento e contribuíram juntas com 1,32% da densidade total e 6,8% da composição do 1º dia (Figura 6).

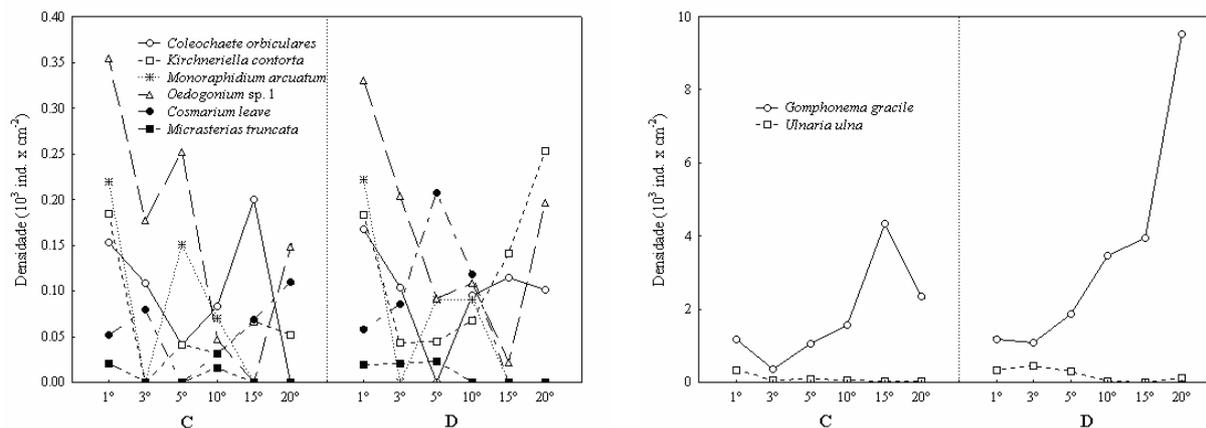


Figura 6: Espécies que não apresentaram variação na densidade após o evento de dessecamento no 1º dia nos tratamentos dessecado (D) e controle (C) no experimento desenvolvido na lagoa das Garças, planície de inundação do alto rio Paraná, em 2007. Notar diferenças entre as escalas.

Algumas espécies, embora presentes em ambos os tratamentos, apresentaram valores discrepantes de densidade até o 5º dia após o evento de distúrbio (Figura 7). A partir deste dia, foi registrada maior homogeneidade entre os valores.

No 20º dia os tratamentos apresentaram composição e densidade semelhantes. Neste dia, *Achnanthis minutissimum*, *Monoraphidium tortile*, *Tetrastrum komarekii*, *Oedogonium sp. 2*, *Cosmarium abbreviatum* e *Characiopsis aquinolaris*, (esta apenas no controle), significaram juntas cerca de 45% da densidade, para cada tratamento separadamente (Figura 8).

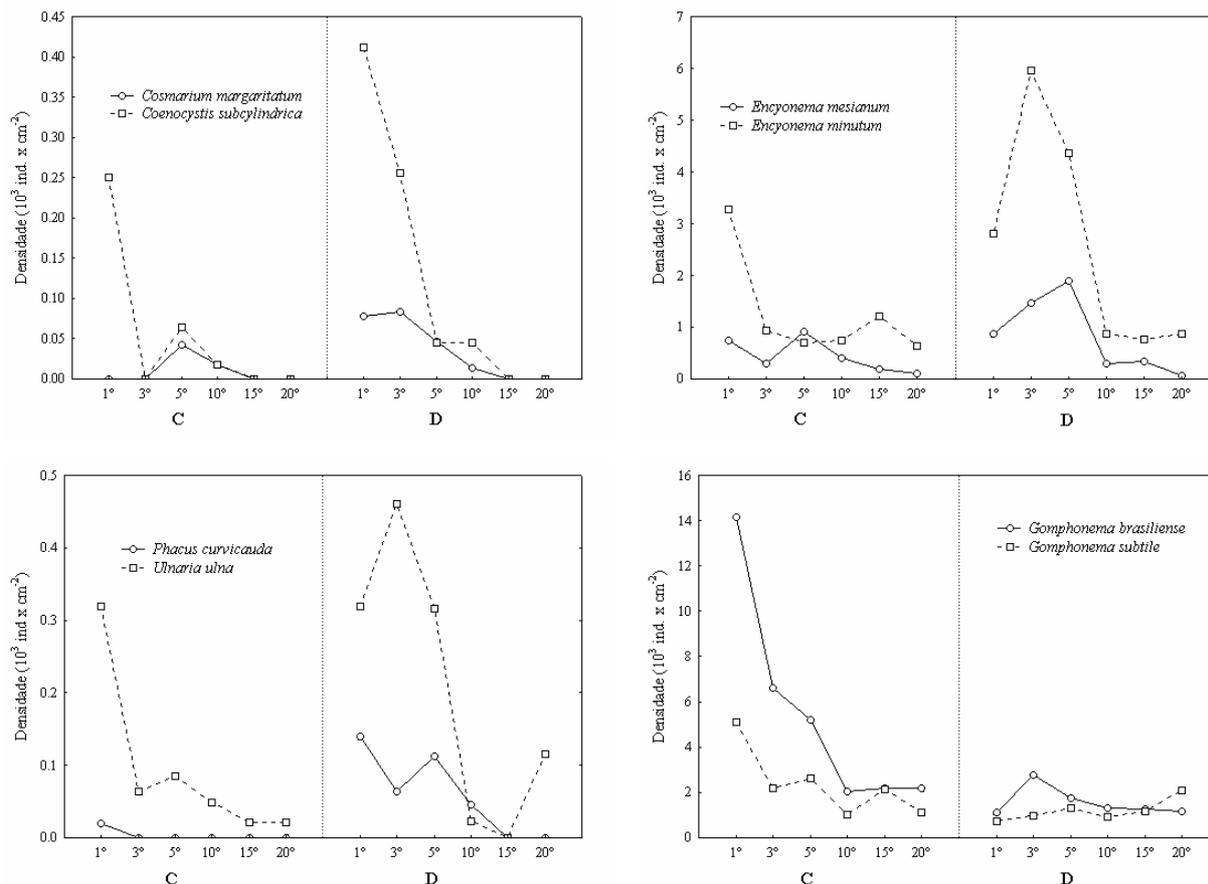


Figura 7: Densidade das principais espécies, por dia sucessional, nos tratamentos dessecado (D) e controle (C), com maior alteração da densidade entre os 1º e 5º dias do experimento desenvolvido na lagoa das Garças, planície de inundação do alto rio Paraná, em 2007.

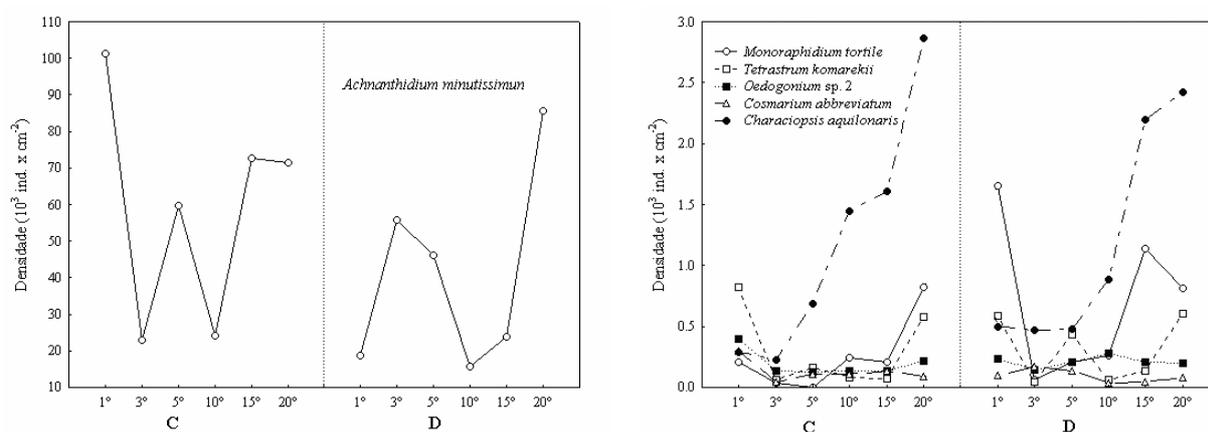


Figura 8: Densidade das espécies que apresentaram maior contribuição para a densidade total do 20º dia dos tratamentos dessecado (D) e controle (C), no experimento desenvolvido na lagoa das Garças, planície de inundação do alto rio Paraná, em 2007.

Por meio da análise de ordenação, verificou-se que os dois primeiros eixos resumiram 33,58% da variabilidade total dos dados. O eixo 1 discriminou os primeiros dias logo após o evento (1º ao 5º dia) entre os tratamentos (D e C) (eixo 1 = 19,38%). Já

no eixo 2 (14,2%) houve a formação de um grupo com os dias finais do experimento de ambos os tratamentos (Figura 9).

Phacus curvicauda ($r= 0,74$), *Encyonema mesianum* ($r= 0,70$), *Ulnaria ulna* ($r= 0,65$), *Cosmarium margaritatum* ($r= 0,64$), *Pseudoanabaena frigida* ($r= 0,63$), *Coenocystis subcylindrica* ($r= 0,62$) e *Encyonema minutum* ($r= 0,61$) apresentaram correlação positiva com o eixo 1, enquanto *Characiopsis aquilonaris* ($r= -0,69$) esteve correlacionado negativamente com este eixo. A espécie *Eunotia minor* ($r= 0,61$) correlacionou-se positivamente com o eixo 2 e *Gomphonema brasiliense* ($r= -0,80$) e *G. subtile* ($r= -0,79$) apresentaram correlação negativa com este eixo (Figura 9).

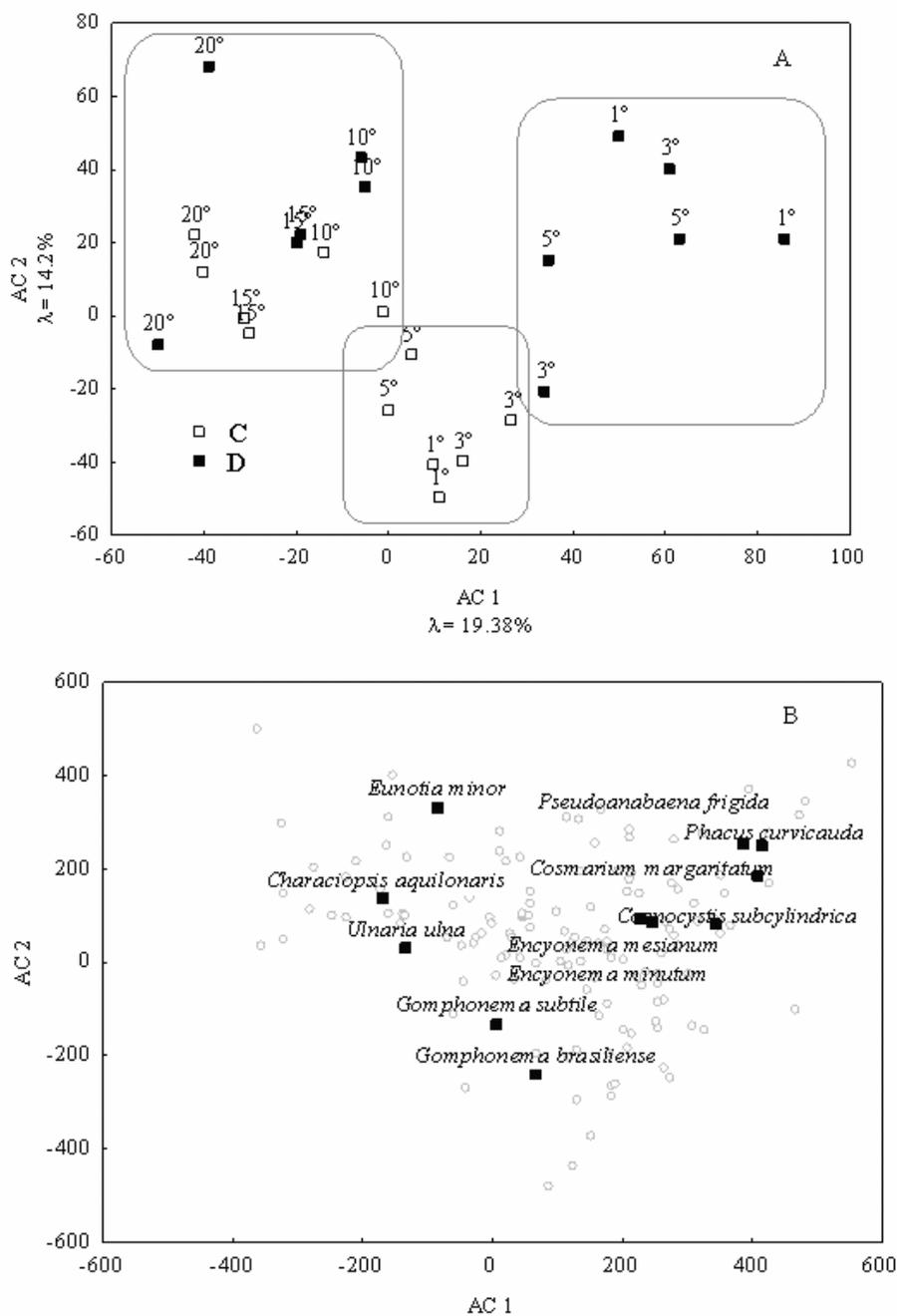


Figura 9: Dispersão dos escores dos dias/materiais (A) e dos táxons de algas perifíticas (B) nos tratamentos dessecado (D) e controle (C) ao longo do eixo da AC.

De acordo com os escores do eixo 1 da AC, observou-se separação de ambos os tratamentos após o período de exposição ao evento de dessecação, mostrando clara separação nos 1°, 3° e 5° dias. Após esse período há uma similaridade entre os tratamentos (Figura 10).

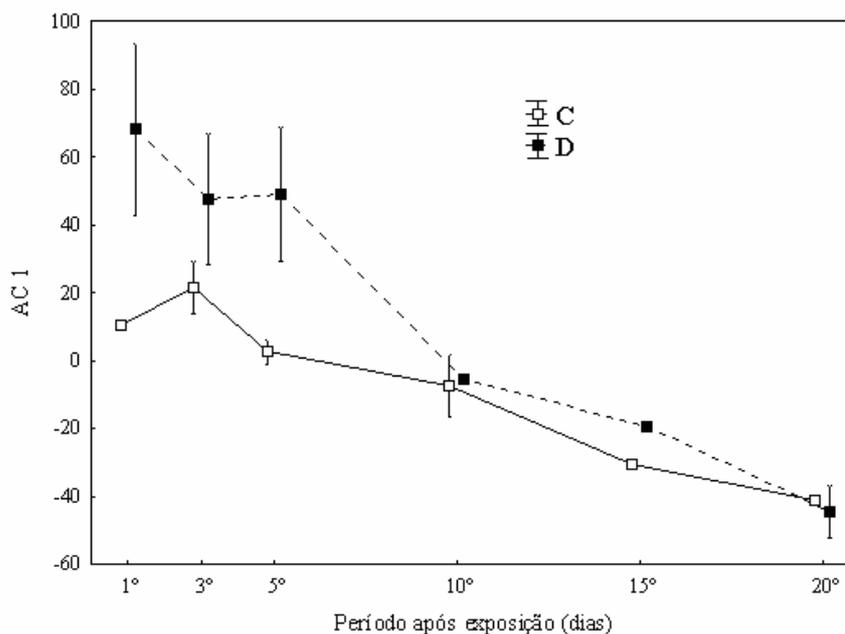


Figura 10: Escores do eixo 1 da análise de ordenação (AC) pelo tempo de exposição (dias), após evento de dessecação, entre os tratamentos dessecado (D) e controle (C), lagoa das Garças, 2007. Valores de média (□) e desvio padrão (I).

A análise de valor indicador apontou à presença de 18 espécies significativamente indicadoras das condições de distúrbio. O maior valor indicativo da condição de distúrbio foi apresentado por *Phacus curvicauda* (Tabela 2). *Gomphonema brasiliense* apresentou maior valor indicativo das condições naturais, antes do distúrbio. Já *Staurosira elliptica* e *Characiopsis aquilonaris* apresentaram maior valor indicativo de retorno às condições naturais, pós-distúrbio.

Tabela 2: Espécies de algas perifíticas indicadoras das diferentes fases do tratamento. Valores da abundância relativa (Ab), frequência relativa (F), valor indicador (VI) e probabilidade (p) de cada espécie para os materiais no período pré-distúrbio (I), período do distúrbio (II) e no período pós distúrbio (III). (*) Indica as espécies que caracterizaram o distúrbio.

Espécies	I			II			III			p
	Ab	F	VI	Ab	F	VI	Ab	F	VI	
<i>Bicuspidella sessilis</i>	100	50	50	0	0	0	0	0	0	0.0207
<i>Characiopsis aquilonaris</i>	14	100	14	17	100	17	68	100	68	0.0002
<i>Chroococcus dispersus</i> *	11	17	2	72	83	60	17	17	3	0.0091
<i>Closterium navicula</i> *	0	0	0	100	50	50	0	0	0	0.0184
<i>Closterium tortum</i> *	20	33	7	69	83	58	11	25	3	0.0132
<i>Coenocystis subcylindrica</i> *	30	67	20	67	100	67	3	17	0	0.0065
<i>Coleochaete irregularis</i>	5	17	1	4	17	1	90	58	53	0.0257
<i>Cosmarium excavatum</i> *	0	0	0	100	50	50	0	0	0	0.0185
<i>Cosmarium margaritatum</i> *	16	33	5	78	67	52	6	17	1	0.0183

Continua...

continuação

Espécies	I			II			III			p
	Ab	F	VI	Ab	F	VI	Ab	F	VI	
<i>Cosmarium regnesii</i> *	0	0	0	80	100	80	20	25	5	0.0008
<i>Encyonema mesianum</i> *	28	100	28	62	100	62	10	83	8	0.0022
<i>Eunotia minor</i>	0	0	0	37	83	31	63	83	52	0.0444
<i>Encyonema minutum</i> *	24	100	24	64	100	64	12	100	12	0.0033
<i>Encyonema silesiacum</i>	3	17	0	0	0	0	97	75	73	0.0013
<i>Gomphonema brasiliense</i>	71	100	71	15	100	15	14	100	14	0.0002
<i>Gomphonema gracile</i>	13	100	13	21	100	21	65	100	65	0.0005
<i>Gomphonema subtile</i>	58	100	58	17	100	17	25	100	25	0.0011
<i>Leptolyngbya perelegans</i> *	21	67	14	76	83	63	3	25	1	0.0323
<i>Monoraphidium minutum</i> *	40	83	33	55	100	55	5	50	2	0.0426
<i>Oonephris obesa</i> *	0	0	0	100	50	50	0	0	0	0.0203
<i>Phacus curvicauda</i> *	6	17	1	88	100	88	6	8	1	0.0001
<i>Pseudoanabaena frigida</i> *	16	50	8	81	100	81	2	17	0	0.0008
<i>Scenedesmus arcuatus</i> *	25	67	17	53	100	53	22	58	13	0.0295
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> *	31	100	31	53	100	53	16	83	13	0.0291
<i>Staurastrum margaritaceum</i> *	15	33	5	85	67	57	0	0	0	0.0129
<i>Staurosira elliptica</i>	2	17	0	8	33	3	90	100	90	0.0002
<i>Ulnaria ulna</i> *	28	100	28	65	100	65	7	50	3	0.0070

DISCUSSÃO

A composição de espécies da comunidade de algas perifíticas, após o evento de dessecação, foi relativamente diferente entre os tratamentos submetido e não submetido ao distúrbio, particularmente nos cinco primeiros dias.

Após o período de exposição, foi registrado acentuado decréscimo na densidade de certos táxons, bem como a eliminação de algumas espécies. Destaque para a espécie dominante *Achnanthydium minutissimum* no primeiro dia, em que seu decréscimo resultou em perdas de aproximadamente 45% da densidade total da comunidade do tratamento dessecado. Esta espécie apresenta estruturas que permitem sua firme fixação no substrato ou, ainda pode, quando recentemente reproduzida, permanecer aderida umas às outras (Peterson, 1996). Assim, *A. minutissimum* pode ter sido indiretamente afetado pela exposição ao dessecação, visto que pode epifitar células algais mais frouxamente aderidas e/ou filamentosas e, dessa maneira, ficar mais suscetível à remoção da comunidade quando estas são destacadas da matriz. Distúrbios afetam diretamente a habilidade das espécies persistirem em um hábitat, bem como a estrutura das assembléias (Stevenson, 1997). Além desta espécie, foi registrado decréscimo nas densidades de *Gomphonema brasiliense* e *G. subtile*. Estas podem formar longos

pedúnculos mucilaginosos e permanecerem mais frouxamente aderidas no biofilme perifítico.

Alguns estudos mostram que as diatomáceas podem ser tolerantes ao dessecação. Essa adaptação envolve mudanças fisiológicas dos organismos e a sobrevivência depende das condições as quais ocorrem o evento (Evans, 1959; Hostetter & Hoshaw, 1970). Assim, nossos resultados sugerem e reforçam que a diminuição nas densidades de *A. minutissimum* pode estar diretamente relacionada com o decréscimo e a eliminação de outras menos tolerantes inseridas no biofilme, já que concomitante com essas perdas, várias espécies frouxamente aderidas e organismos filamentosos também apresentaram decréscimos. Conforme Lowe (1996) e Dodds (1991), algas filamentosas criam, continuamente, novas e complexas áreas através do crescimento, aumentando a área disponível para o epifitismo, conseqüentemente, a morte e a perda de filamentos eliminam o hábitat colonizado, bem como estes organismos aderidos (Peterson et al., 1994).

Células afetadas pelo distúrbio que permaneceram inseridas na matriz perifítica e partículas aderidas nesta, carreadas devido ao processo de exposição da comunidade, podem ter propiciado condições adequadas à reprodução e ao estabelecimento de novos organismos, como *Phacus curvicauda*, que apresentou alta densidade após o evento e foi apontada como a indicadora das condições de dessecação. De modo geral, membros das euglenofíceas são integrantes transitórios do biofilme (Domozych & Domozych, 2008), abundantes em locais onde há grande quantidade de matéria orgânica, sendo que algumas espécies podem ser heterotróficas facultativas (Rosowski, 2003) e, sob condições favoráveis, muitos flagelados podem se reproduzir rapidamente (Jones & Ilmavirta, 1988).

Espécies exclusivas foram registradas no primeiro dia após o distúrbio no material dessecado, principalmente colonizadoras iniciais e daquelas frouxamente aderidas. No geral, estas apresentaram aumento de suas densidades até o quinto dia. Distúrbios causam grandes alterações na estrutura da comunidade perifítica e podem promover a colonização e estabelecimento de novos táxons, bem como a substituição de espécies (McCormick, 1996; Stevenson, 1996). Assim a maior disponibilidade de microhábitats, proporcionado pelo evento, permitiu a entrada de propágulos presentes na coluna d'água e, que utilizam o substrato para refúgio e reprodução (Biggs, 1996). O surgimento de formas frouxamente aderidas no material dessecado pode ter sido influenciado pelas características do ambiente, tais como, possuir abundante substrato

para colonização e ausência de corrente o que favoreceu o desenvolvimento destes tipos de táxons, como daqueles firmemente aderidos (Rodrigues & Bicudo, 2001, Algarte et al., 2006). Dessa forma, o conjunto de espécies disponíveis no ambiente pode recolonizar o substrato re-imerso por meio do processo dispersivo (Stevenson, 1983).

Ainda caracterizando o período após o dessecação, foi detectada presença de espécies persistentes (tolerantes), ou seja, aquelas que permaneceram na comunidade apesar de apresentarem alguma variação na densidade após o período de dessecação. De maneira geral, estas apresentaram aumento de suas densidades a partir do quinto dia após o evento e auxiliaram o processo de reestruturação da comunidade, juntamente com algumas espécies que apresentaram marcadas quedas, seguidas de pronunciados incrementos na densidade, como *A. minutissimum*, dentre outras. Diante desses resultados notamos que os táxons mais tolerantes apresentaram maiores taxas de desenvolvimentos do que os mais sensíveis, após o evento de dessecação. Entretanto, analisando a dinâmica destas espécies, ao longo do período sucessional, foi verificado que ambos, táxons tolerantes e os sensíveis, contribuíram para a recolonização da estrutura da comunidade, corroborando com a explicação de que táxons selecionados sob condição de distúrbio contribuem para a reestruturação da comunidade (Stevenson, 1997).

A rápida recolonização do material dessecado indica alta resiliência da comunidade de algas perifíticas, sendo a composição da comunidade, somada a condições ambientais favoráveis podem ter influenciado este resultado. Quando há uma grande diversidade de espécies na comunidade o processo de restabelecimento pode ser rápido (Wantzen & Junk, 2000). A presença de espécies persistentes, de espécies oportunistas, a presença de uma matriz residual, que pode ter facilitado à adesão de novas espécies, bem como a disponibilidade de propágulos no ambiente representam fatores que contribuem para a reestruturação desta comunidade. Espécies caracteristicamente oportunistas, como *A. minutissimum*, apresentam rápidas taxas de reprodução, em menores intensidades de corrente, e curto tempo de geração, que lhes permitem um rápido recrutamento de espécies e uma eficaz exploração de hábitat (Hoagland et al., 1982; Biggs, 1996).

Assim, concorda-se com Stevenson (1997), que na avaliação dos efeitos sobre a comunidade é importante se conhecer a duração e a frequência de um distúrbio, tão bem como outros fatores, como intensidade e especificidade deste, pois estas informações podem aumentar as predições de resistência e resiliência da comunidade. A duração e a

frequência são particularmente importantes, porque são “impedimentos” temporais sobre a recuperação da estrutura e função da comunidade.

Conclui-se que a composição da comunidade de algas perifíticas foi fortemente afetada pelo distúrbio de dessecação, entretanto apresentou grande capacidade de recuperação evidenciando traços de alta resiliência. Este evento causou a diminuição da abundância das espécies dominantes como *A. minutissimum* e o aumento de espaços disponíveis para a colonização por novas espécies o que resultou na substituição de espécies, permitiu a instalação de novos organismos e a coexistência destes com outros táxons. Esta renovação de organismos permitiu uma reorganização das espécies da comunidade que contribuiu para o restabelecimento de sua estrutura. Ainda, é importante ressaltar que não apenas a configuração de espécies presentes no biofilme, mas também, os fatores ambientais e as condições de duração do distúrbio podem ter favorecido uma rápida recuperação desta comunidade.

REFERÊNCIAS

- Agostinho A. A., L. C. Gomes, S. Veríssimo & E. K. Okada, 2004a. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14: 11-19.
- Agostinho A. A., S. M. Thomaz & L. C. Gomes 2004b. Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 4 (3): 255-268.
- Algarte V. M., C. Moresco & L. Rodrigues, 2006. Algas do perifíton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 28 (3): 243-251.
- Algarte V. M., N. S. Siqueira, E. A. Murakami & L. Rodrigues, 2009. Effects of hydrological regime and connectivity on the interannual variation in taxonomic similarity of periphytic algae. *Brazilian Journal of Biology*, 69 (2 Suppl.): 609-616.
- Anagnostidis K. & J. Komárek, 1988. Morden approach to the classification system of Cyanophytes 3 – Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie*, Stuttgart, 80: 327-472.
- Bicudo D. C., 1990. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifíton. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 3 (1): 459-475.
- Bicudo C. E. M. & M. Menezes, 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil.(Chave de identificação e descrições). São Carlos: RIMA, 489p.

Biggs B. J. F., 1996. Patterns in benthic algae of streams. In: Stevenson R. J., M. L. Bothwell & R. L. Lowe (ed.), *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, pp. 31-56.

Bourrelly P. & A. Couté, 1991. *Desmidiées de Madagascar (Chlorophyta, Zygnophyceae)*. Stuttgart: J. Cramer, 348 p.

Croasdale H. & E. A. Flint, 1988. *Flora of New Zealand: freshwater algae, Chlorophyta, Desmids*. New Zealand: Botany Division, Christchurch, v. II, 147 p.

Dillard G. E., 1990. *Freshwater Algae of the Southeastern United States. Part 3. Chlorophyceae: Zygnematales: Mesotaeniaceae and Desmidiaceae (Section 1)*. *Bibliotheca phycologica*, v. 85. Berlin: Cramer, 172 p.

Dillard G. E., 1991. *Freshwater algae of the Southeastern United States*. Stuttgart: J. Cramer, 205 p.

Dodds W. K., 1991. Micro-environmental characteristics of filamentous algal communities in flowing freshwaters. *Freshwater Biology*, 25: 199-209.

Domozych D. S. & C. R. Domozych, 2008. Desmids and biofilms of freshwater wetlands: development and microarchitecture. *Microbial ecology*, 55: 81-93.

Dufrêne M. & P. Legendre, 1997. Species assemblages and indicator species definition: the need of an asymmetrical and flexible approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366.

Evans J. H., 1959. The survival of freshwater algae during dry periods: part II. Drying experiments: Part III. Stratification of algae in pond margin litter and mud. *The Journal of Ecology*, 47 (1): 55-81.

Fonseca I. A. & L. Rodrigues, 2005. Comunidade de algas do perifíton em distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 27 (1): 21-28.

Fonseca I. A. & L. Rodrigues, 2007. Periphytic Cyanobacteria in different environments from the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19 (1): 53-65.

Förster K., 1982. *Conjugatophyceae: Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae)*. In: Huber-Pestalozzi G. (ed.), *Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie*. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 543 p.

Hoagland K. D., S. C. Roemer & J. R. Rosowski, 1982. Colonization and community structure of two periphyton assemblages, with emphasis on the diatoms (*Bacillariophyceae*). *American Journal of Botany*, 69: 188-213.

Hostetter H. P. & R. W. Hoshaw, 1970. Environmental factors affecting resistance to desiccation in the diatom *Stauroneis anceps*. *American Journal of Botany*, 57 (5): 512-518.

- Jones R. I. & V. Ilmavirta, 1988. Flagellates in freshwater ecosystems. In: Jones R. I. & V. Ilmavirta (ed.), Flagellates in freshwater ecosystems. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. *Hydrobiologia*, 161: 271-274. (Developments in Hydrobiology, 45).
- Komárek J. & K. Anagnostidis, 1998. Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. In Ettl H., G. Gärtner, H. Heynig & D. Möllenhauer (ed.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Verlag, Jena: Gustav Fisher, pp. 1-548.
- Komárek J. & K. Anagnostidis, 2005. Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. In Büdel B., G. Gärtner, L. Krienitz & M. Schagerl (ed.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. München: Elsevier GmbH, pp. 1-759.
- Komárek J. & B. Fott, 1983. Chlorophyceae-Chlorococcales. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1044 p.
- Krammer K. & H. Lange-Bertalot, 1986. Bacillariophyceae: Naviculaceae. In: Ettl H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (ed.), *Süßwasser flora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer, 876 p. Band 2/1.
- Krammer K. & H. Lange-Bertalot, 1988. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (ed.), *Süßwasser flora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer, 596 p. Band 2/2.
- Krammer K. & H. Lange-Bertalot, 1991. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Ettl H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (ed.), *Süßwasser flora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer, 576 p. Band 2/3.
- Lake P. S., 2000. Disturbance, patchiness, and diversity in streams. *Journal North American Benthological Society*, 19 (4):573-592.
- Leandrini J. A. & L. Rodrigues, 2008. Temporal variation of periphyton biomass in semilotic environments of the upper Paraná river floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 20 (1): 21-28.
- Leandrini J. A., I. A. Fonseca & L. Rodrigues, 2008. Characterization of habitats based on algal periphyton biomass in the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68 (3): 503-509.
- Lowe, R. L., 1996. Periphyton patterns in lakes. In: Stevenson R. J., M. L. Bothwell & R. L. Lowe (ed.), *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, pp. 57-76.
- Lowe R. L. & Y. Pan, 1996. Benthic algal communities as biological monitors. In: Stevenson R. J., M. L. Bothwell & R. L. Lowe (ed.), *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, pp. 705-739.
- McCune B. & M. J. Mefford, 1999. Multivariate analysis of ecological data. Version 4.01, MjM Software, Oregon, USA: Gleneden Bleach.

- McCormick P. V., 1996. Resource competition and species coexistence in freshwater benthic algal assemblages. In: Stevenson R. J., M. L. Bothwell & R. L. Lowe (ed.), *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, pp. 229-252.
- Murakami, E. A., 2008. Respostas das algas perifíticas da planície de inundação do alto rio Paraná às alterações de temperatura e ao enriquecimento artificial de nutrientes. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, área de concentração: Ciências Ambientais). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, 83 p.
- Murakami E. A., D. C. Bicudo & L. Rodrigues, 2009. Periphytic algae of the Garças Lake, Upper Paraná River floodplain: comparing the years 1994 and 2004. *Brazilian Journal of Biology*, 69 (2 Suppl.): 459-468.
- Peterson C. G., 1996. Response of benthic algal communities to natural physical disturbances. In: Stevenson R. J., M. L. Bothwell & R. L. Lowe (ed.), *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, pp. 375-402.
- Peterson P. G, A. C. Weibel, N. B. Grimm & S. G. Fisher. 1994. Mechanisms of benthic algal recovery following spates: comparison of simulated and natural events. *Oecologia*, 98: 280-290.
- Prescott G. W., 1982. *Algae of the Western great lakes area*. Koenigstein: Otto Koeltz Science Publishers, 977 p.
- Prescott G. W., C. E. M. Bicudo & W. C. Vinyard, 1982. A Synophysis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermatae. Section 4. In: Prescott G. W. (ed.), *Desmidiales*. Lincoln: University Nebraska Press, 698 p.
- Prescott G. W., H. T. Croasdale, W. C. Vinyard & C. E. M. Bicudo, 1981. A Synophysis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermatae. Section 3. In: Prescott G. W. (ed.), *Desmidiales*. Lincoln: University Nebraska Press, 720 p.
- Rodrigues L. & D. C. Bicudo, 2001. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 24 (3): 235-248.
- Rodrigues L. & D. C. Bicudo, 2004. Periphytic algae. In: Thomaz, S. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (ed.), *The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers, pp. 125-143.
- Rodrigues L., D. C. Bicudo & V. Moschini-Carlos, 2003. O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: Thomaz S. M. & L. M. Bini (ed.), *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem, pp. 211-229.
- Ros J., 1979. *Práticas de ecologia*. Barcelona: Editora Omega, 181 p.

Rosowski J. R., 2003. Photosynthetic euglenoids. In: Whear J. D., Sheath R. G. (ed.), *Freshwater algae of North America: ecology and classification*. Amsterdam: Academic Press, pp. 383-422.

Round F. E., 1965. *The biology of algae*. London: Edward Arnold (Publishers) Ltda., 269 p.

Round F. E., 1971. The taxonomy of the Chlorophyta, 2. *British Phycological Journal*, 6 (2): 235-264.

Souza Filho E. E., P. C. Rocha, E. Comunello & J. C. Stevaux, 2004. Effects of the Porto Primavera Dam on Physical environment of the downstream floodplain. In: Thomaz, S. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (ed.), *The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers, pp. 55-74.

Stevenson R. J., 1983. Effects of current and conditions simulating autogenically changing microhabitats on benthic diatom immigration. *Ecology*, 64: 1514-1524.

Stevenson R. J., 1996. The stimulation and drag of current. In: Stevenson R. J., M. L. Bothwell & R. L. Lowe (ed.), *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, pp. 321-340.

Stevenson R. J., 1997. Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. *Journal North American Benthological Society*, 16 (1): 248-262.

Thomaz S. M., T. A. Pagioro, L. M. Bini, M. C. Roberto & R. R. A. Rocha, 2004. Limnological characterization of the aquatic environments and the influence of hydrometric levels. In: Thomaz, S. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (ed.), *The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers, pp. 75-102.

Utermöhl H., 1958. Zur Vervollkmmnung der quantitativen phytoplankton-methodic. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 9: 1-38.

Wantzen K. M. & W. J. Junk, 2000. The importance of stream-wetland-systems for biodiversity: a tropical perspective. In: Gopal B., W. J. Junk & J. A. Davis (ed.), *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*, volume 1. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, pp. 11-34.

Wetzel R. G., 1983. *Periphyton of freshwater ecosystems*. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 346 p.

Anexo 1: Ocorrência das espécies de algas perifíticas nos materiais não dessecado (ND) e dessecado (D) após exposição ao evento de dessecamento, lagoa das Garças, 2007. (*) espécies exclusivas e (TZ) tempo zero.

Dias	TZ	1°	3°	5°	10°	15°	20°	
Material	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D
CHLOROPHYCEAE								
<i>Ankyra judayi</i> (Smith) Fott	X	X	X	X				
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	X		X		X	X		X
<i>Aphanochaete repens</i> Braun	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bicuspidella sessilis</i> Fott*	X	X	X	X				
<i>Chaetophora</i> sp.			X	X	X	X		
<i>Chaetosphaeridium globosum</i> (Nordst.) Kleb.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Characiellopsis skujae</i> (Fott) Kom.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Characium conicum</i> Kors.	X	X	X			X	X	
<i>C. cf. guttula</i> Playf.*	X							
<i>C. ornitocephalum</i> Braun	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>C. cf. rostratum</i> Rein.*					X			
<i>Characium</i> sp.	X	X	X	X	X	X		X
<i>Chlamydomonas debaryana</i> Gorozhankin*			X					
<i>Chlamydomonas</i> sp.1	X	X	X	X	X	X		X
<i>Chlamydomonas</i> sp.2					X	X		
<i>Closteriopsis acicularis</i> (Smith) Belc. & Swale	X	X	X	X	X	X		X
<i>Coenocystis subcylindrica</i> Kors.			X	X	X	X	X	
<i>Coleastrum cambricum</i> Archer					X			X
<i>C. microporum</i> Näg.	X	X		X	X	X		
<i>C. proboscideum</i> Bohl.*				X				
<i>Coleochaete irregularis</i> Prings.	X		X		X		X	X
<i>C. orbiculares</i> Prings.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Näg.) Kom.	X	X	X	X				
<i>C. saguei</i> Kom.					X	X	X	X
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chod.) Hegew.							X	X
<i>D. brasiliensis</i> (Bohl.) Hegew.			X	X	X	X	X	X
<i>D. denticulatus</i> (Lagerh.) Friedl et Hegew.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>D. quadricauda</i> (Turp.) Hegew.	X	X	X	X	X	X		X
<i>D. spinosus</i> (Chod.) Hegew.								X
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Näg.*			X					
<i>Eutetramorus cf. fotii</i> (Hind.) Kom.	X	X		X		X		
<i>Golenkinia</i> sp.*	X							
<i>Goleocystis</i> sp.	X	X	X					
<i>Kirchneriella aperta</i> Teil.*			X					
<i>K. contorta</i> (Schm.) Bohl.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>K. lunaris</i> (Kirch.) Möbius*			X					
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.	X	X	X		X	X	X	
<i>M. minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>M. tortile</i> (W. West & G.S. West) Kom.-Legn.	X	X	X	X	X	X	X	X

Continua...

continuação

Dias	TZ	1°	3°	5°	10°	15°	20°							
Material	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D
CHLOROPHYCEAE														
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West*			X											
<i>N. schilleri</i> (Kamm.) Gonz.	X	X												
<i>Oonephris obesa</i> (W. West) Fott	X		X			X								
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	X	X												
<i>P. tetras</i> (Ehr.) Ralfs	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.			X										X	X
<i>S. arcuatus</i> (Lemm.) Lemm.	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>S. bijugus</i> (Turp.) Kütz.*					X									
<i>S. brevispina</i> (Smith) Chod.	X	X	X		X		X				X	X	X	
<i>S. cf. parisiensis</i> Chod.*														X
<i>Schroederia antillarum</i> (Kom.) Hegew. & Schnepf*			X											
<i>Selenastrum rinoi</i> Kom. & Comas			X										X	X
<i>Selenodictyon brasiliensis</i> Uherk. & Schmidt	X	X	X	X		X	X							
<i>Sphaerellopsis cf. montana</i> Christen*					X		X							
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chod.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Stigeoclonium</i> sp.					X	X	X	X					X	
<i>Sorastrum americanum</i> (Bohl.) Schm.*			X											
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansg.	X				X		X							
<i>T. trigonum</i> (Näg.) Hansg.	X	X	X				X			X				
<i>T. minimum</i> (Braun) Hansg.*			X											
<i>Tetrastrum komarekii</i> Hind.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Uronema cofervicola</i> Lagerh.	X		X			X	X	X	X	X				
Radiococcaceae 1	X	X	X	X	X	X	X							
Radiococcaceae 2	X	X				X	X							
Radiococcaceae 3	X	X	X			X	X							X
BACILLARIOPHYCEAE														
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Sim.	X		X						X				X	X
<i>A. granulata</i> (Ehr.) Sim.*			X											
<i>Cocconeis placentula</i> C.G. Ehr.*	X													
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>C. stelligera</i> Cleve & Grun.*													X	
<i>Diploneis eliptica</i> Cleve	X					X	X							
<i>Encyonema mesianum</i> (Chol.) Mann	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>E. minutum</i> (Hil.) Mann	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>E. silesiacum</i> (Bleis.) Mann			X					X	X	X			X	X
<i>Eunotia camelus</i> Ehr.	X												X	X
<i>E. curvata</i> (Kütz.) Lagerst.	X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>E. didyma</i> Grun.*	X													
<i>E. flexuosa</i> (Bréb. ex Kütz.) Kütz.	X		X	X			X	X	X		X	X		
<i>E. formica</i> Ehr.*							X		X					

Continua...

continuação

Dias	TZ	1°	3°	5°	10°	15°	20°				
Material	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	
BACILLARIOPHYCEAE											
<i>E. indica</i> Grun.*			X	X							
<i>E. intermedia</i> (Krass. ex Hust.) Nörpel & Lang.-Bert.		X	X								
<i>E. cf. luna</i> Ehr.*					X						
<i>E. minor</i> (Kütz.) Grun.	X		X	X	X	X	X		X	X	X
<i>E. praerupta</i> Ehr.*	X										
<i>E. sudetica</i> O. Müll.	X	X	X	X					X		X
<i>Eunotia</i> sp.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eunotia</i> sp.2		X	X	X	X				X		
<i>Fragilaria capuccina</i> Desm.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) De Toni	X	X									
<i>Gomphonema affine</i> Kütz.	X	X	X		X			X		X	X
<i>G. augur</i> Ehr.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>G. brasiliense</i> Grun.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>G. gracile</i> Ehr.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>G. subtile</i> Ehr.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>G. truncatum</i> Ehr.	X	X	X		X	X		X			X
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.*	X										
<i>Navicula cryptotenella</i> Lang.-Bert.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>N. cf. minuscula</i> Grun.		X		X	X	X	X				
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) Smith	X			X							
<i>N. amphibia</i> Grun.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>N. linearis</i> Smith*			X								
<i>N. lorenziana</i> Grun.*		X			X						
<i>N. palea</i> (Kütz.) Smith	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pinnularia acrosphaeria</i> (Bréb.) Rabenh.		X	X					X	X	X	
<i>P. braunii</i> Cleve		X	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>P. gibba</i> (Ehr.) Ehr.	X				X	X					X
<i>P. mesolepta</i> (Ehr.) Smith		X									X
<i>P. viridis</i> (Nitz.) Ehr.*				X				X			
<i>Pinnularia</i> sp.				X	X		X			X	
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehr.) O. Müll.*									X		
<i>Sellaphora pupulla</i> Kütz.				X	X		X				
<i>Staurosira elliptica</i> (Schum.) Williams & Round	X	X		X		X	X	X	X	X	X
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lewis) Bréb.	X	X				X	X				
<i>Surrirella tenuissima</i> Hust.*	X										
<i>Thalassiosira faurei</i> (Gasse) Hasle*				X							
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitz.) Comp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CYANOPHYCEAE											
<i>Anabaena ambigua</i> Rao*		X					X				
<i>Anabaena</i> sp.			X	X			X	X			

Continua...

continuação

Dias	TZ	1°	3°	5°	10°	15°	20°					
Material	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D		
CYANOPHYCEAE												
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. West & G.S. West*										X		
<i>A. elachista</i> W. West & G.S. West	X	X	X		X	X	X		X	X	X	
<i>A. grevillei</i> (Berkeley) Rabenh.*			X									
<i>A. holsatica</i> (Lemm.) Cronb. & Kom.*										X		
<i>A. incertae</i> (Lemm.) Cronb. & Kom.*	X											
<i>A. planctonica</i> (Smith) Kom. & Anag.*						X						
<i>A. pulchra</i> (Kütz.) Rabenh.*					X							
<i>Aphanocapsa</i> sp.								X	X	X		
<i>Calothrix fusca</i> Born. et Flah.	X	X		X			X					
<i>Chaemosiphon minimus</i> Schm.				X	X		X	X		X	X	
<i>Chroococciopsis</i> sp.*	X											
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keis.) Lemm.	X		X		X	X	X		X			
<i>C.cf. limneticus</i> Lemm.										X	X	
<i>C. minimus</i> (Keis.) Lemm.			X	X				X		X		
<i>C. minutus</i> (Kütz.) Näg.*	X											
<i>C. planctonicus</i> Bethge*				X								
<i>Coelomorom pussillum</i> (van Goor) Kom.*						X				X		
<i>Gleiterinema splendidum</i> (Grev. ex Gom.) Anag.	X	X		X	X		X	X				
<i>Gloeocapsa</i> sp.*										X		
<i>Heteroleibleinia cf. pusilla</i> (Hansg.) Comp.			X	X	X			X				
<i>Jaagnema quadripunctulatum</i> (Brühl. et Bis.) Anag. & Kom.	X		X							X		
<i>Komvophoron schmidlei</i> (Jaag) Anag. & Kom.						X		X	X			
<i>Leibleinia epiphytica</i> (Hieronymus) Comp.	X			X		X		X		X	X	X
<i>L. lignicola</i> (Frémy) Anag. & Kom.*									X			
<i>L. nordgaardii</i> (Wille) Anag. & Kom.			X	X			X		X			
<i>Leibleinia</i> sp.*						X						
<i>Leptolyngbya foveolarum</i> (Rabenh. ex Gom.) Anag. & Kom.*				X								
<i>L. perelegans</i> (Lemm.) Anag. & Kom.			X	X	X	X		X	X		X	
<i>L. subtilis</i> (W. West) Anag.	X	X		X								
<i>L. thermalis</i> Anag.	X	X	X		X	X	X	X		X	X	
<i>Lyngbya martensiana</i> Men. ex Gom.			X	X								
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Kütz.					X	X						
<i>M. tenuissima</i> Lemm.	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
<i>Nostoc cf. muscorum</i> Agardh*					X							
<i>Oscillatoria limosa</i> Agardh ex Gom.*	X											
<i>O. perornata</i> Skuja*			X									
<i>O. simplicissima</i> Gom.	X	X			X		X	X				
<i>O. tenuis</i> Agardh*									X			
<i>Phormidium interruptum</i> Kütz. ex Gom.	X				X							
<i>Pseudoanabaena catenata</i> Laut.*	X											
<i>P. frigida</i> (Fritsch) Anag.			X	X	X	X		X	X			

Continua...

continuação

Dias	TZ	1°	3°	5°	10°	15°	20°							
Material	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D		
CYANOPHYCEAE														
<i>P. limnetica</i> (Lemm.) Kom.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Radiocystis fernandoi</i> Kom. et Kom. - Legn.*			X											
<i>Scytonema</i> sp.*		X												
<i>Synechococcus elongatus</i> (Näg.) Näg.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Xenococcus minimus</i> Geitler		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
OEDOGONIOPHYCEAE														
<i>Bulbochaete</i> sp.		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Oedogonium reinschii</i> Bory*		X												
<i>Oedogonium</i> sp.1		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
<i>Oedogonium</i> sp.2		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Oedogonium</i> sp.3				X	X			X		X				
<i>Oedogonium</i> sp.4		X	X	X			X	X	X			X		
ZYGNEMAPHYCEAE														
<i>Actinotaenium globosum</i> (Bulnh.) Teil.			X	X	X		X		X					
<i>A. wolle</i> (Grönblad) Teil.							X							
<i>Arthrodesmus mucronulatus</i> Nordst.		X					X							
<i>Closterium acutum</i> Ehr.				X			X				X			
<i>C. diana</i> Her.*							X							
<i>C. incurvum</i> Bréb.*				X										
<i>C. jenneri</i> Ralfs*		X												
<i>C. lineatum</i> Ehr.*				X										
<i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehr.*		X												
<i>C. navicula</i> (Bréb.) Lütck.		X		X			X							
<i>C. tortum</i> Griffiths				X		X	X	X			X		X	
<i>C. venus</i> Kütz.*						X								
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Racib.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>C. baileyi</i> Wolle*				X			X		X		X			
<i>C. connatum</i> (Bréb.) Ralfs*						X								
<i>C. excavatum</i> Nordst.		X		X			X							
<i>C. granatum</i> Bréb. ex Ralfs		X	X		X		X		X	X	X	X	X	
<i>C. impressulum</i> Elfv.*				X			X			X				
<i>C. leave</i> Rabenh.		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		
<i>C. margaritatum</i> (Lund.) Roy & Bisset				X		X	X	X	X					
<i>C. ordinatum</i> (Børgesen) West & West*			X											
<i>C. pseudoconnatum</i> Nordst.*											X			
<i>C. portianum</i> Archer		X	X	X										
<i>C. porrectum</i> Nordst.						X	X							
<i>C. punctulatum</i> Bréb.		X	X	X			X	X	X	X		X		
<i>C. praecisum</i> Borge				X		X	X							
<i>C. quadratulum</i> (Gay) De Toni												X	X	X
<i>C. rectangulare</i> Grun.		X				X	X							

Continua...

continuação

Dias	TZ	1°	3°	5°	10°	15°	20°			
Material	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D
ZYGNEMAPHYCEAE										
<i>C. regnelli</i> Wille	x	x	x	x	x	x	x		x	
<i>C. regnesii</i> Reinsch			x		x	x				x x
<i>C. cf. seelyanum</i> Wolle*						x				
<i>C. trilobulatum</i> Reinsch	x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Euastrum denticulatum</i> Gay					x	x		x	x	x
<i>E. rectangulare</i> Fretsch & Rich*	x									
<i>E. validum</i> West & G.S. West*	x									
<i>E. verrucosum</i> Ehr.		x				x				x
<i>Gonatozygon pilosum</i> De Bary	x		x		x	x				
<i>Micrasterias abrupta</i> West & West*			x		x					
<i>M. truncata</i> (Corda) Bréb. Ex Ralfs		x	x		x	x				
<i>Mougeotia</i> sp.	x	x				x				
<i>Spirogyra</i> sp.	x	x	x	x		x		x		x
<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordst.						x	x			x
<i>S. margaritaceum</i> (Ehr.) Men.	x		x	x	x	x				
<i>S. muticum</i> (Bréb.) Bréb.	x				x	x	x			
<i>S. quadrangulare</i> Bréb.*						x				
<i>S. quadrispinatum</i> Turner					x					
<i>S. setigerum</i> Cleve	x		x		x					
<i>S. tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs*			x							
<i>Staurastrum</i> sp.*			x		x					
XANTHOPHYCEAE										
<i>Brachiogonium ophiaster</i> Pasch. & Ettl									x	x x
<i>Characiopsis aquilonaris</i> Skuja	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x x
<i>C. longipes</i> (Rabenh.) Borzi						x	x	x	x	x
<i>C. minor</i> Pasch.*	x									
<i>C. cf. pyriformis</i> (Braun) Boris			x	x		x				
<i>C. cf. sphagnicola</i> Pasch.	x	x	x		x					
<i>Characiopsis</i> sp.*	x									
<i>Goniochloris contorta</i> (Bourr.) Ettl*						x				
<i>Ophycitium capitatum</i> Wolle*				x						
<i>O. bicuspidatum</i> Lemm.			x	x		x	x		x	x
<i>O. parvulum</i> (Pertry) Braun	x	x	x				x	x		
<i>O. cochleare</i> (Eich.) Braun								x	x	
<i>Tetraedriella regularis</i> (Kütz.) Fott*			x							
<i>Tetraplekton torsum</i> (Skuja) Dedusenko Scegoleva							x	x		x x
EUGLENOPHYCEAE										
<i>Euglena acus</i> (O. Müll.) Ehr.						x		x		x
<i>E. fusca</i> (Klebs) Lemm.*								x		
<i>Euglena</i> sp.1			x				x			
<i>Euglena</i> sp.2			x	x		x	x			

Continua...

