

Comunidade de algas perifíticas em distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná

Iraúza Arroiteia Fonseca e Liliana Rodrigues*

Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia), Universidade Estadual de Maringá, Bloco G-90, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil., *Autor para correspondência. e-mail: lrodrigues@nupelia.uem.br

RESUMO. Foram selecionados quatro ambientes com diferentes características hidrodinâmicas, em dois períodos hidrológicos, no ano de 2001. Os dados limnológicos abióticos da região litorânea foram obtidos simultaneamente aos dados bióticos. O substrato padronizado foram pecíolos de *Eichhornia azurea* Kunth. Por meio da análise quantitativa do ficoperífton, verificou-se que não ocorreu diferença significativa entre os diferentes períodos hidrológicos analisados. O período de águas baixas apresentou maior densidade de algas perifíticas. Entretanto observou-se uma tendência para maior variância dos dados no período de águas baixas. Entre os ambientes, houve diferença significativa. No período de águas altas, o maior valor de densidade foi constatado para o ambiente lótico; em águas baixas, as diferenças entre as densidades foram mais acentuadas, sendo que a lagoa das Garças apresentou a maior densidade total. A Análise de Correspondência Canônica resumiu 92,6% da variabilidade total dos dados e discriminou os ambientes em função do regime hidrodinâmico. Em síntese, a estrutura da comunidade de algas perifíticas, em nível de Classes, respondeu às diferenças do regime hidrodinâmico dos ambientes associados à planície de inundação do alto rio Paraná.

Palavras-chave: algas perifíticas, planície de inundação, densidade.

ABSTRACT. Periphytic algae community in different environments of the upper Parana River floodplain. Four environments with different hydrodynamic characteristics were selected. The abiotic limnological data from the coastal area was collected simultaneously to the biotic data. During the low water period the higher density of periphytic algae was observed. No significant differences occurred during the hydrological periods studied by quantitative analysis of the periphytic algae community. However, a tendency for more variance in data during the low water period was observed. There was a significant difference among the environments. The highest density value was measured in the lotic environment during the high water period. In low waters, differences between densities were sharper, *lagoa das Garças* presented the highest total density. The Canonical Correspondence Analysis summed up 92.6% of the total data variability, discriminating environments according to hydrodynamic regimen. In short, the periphytic algae community structure as related to classes corresponded to the differences in the hydrodynamic regimen of the environments associated with the floodplain in upper Paraná River.

Key words: periphytic algae, floodplain, density.

Introdução

As planícies de inundação são um dos ecossistemas mais produtivos do globo, além de representarem importantes centros de diversificação biológica (Junk, 1996). O entendimento do funcionamento desses sistemas é de suma importância para medidas de proteção ambiental e uso sustentado e, conseqüentemente, para a

manutenção de sua integridade funcional e biodiversidade (Rodrigues *et al.*, 2003).

A característica dos sistemas rio-planícies de inundação é a sazonalidade marcada do nível hidrológico, que reflete sobre seus pulsos de energia e matéria e é considerada a principal função de força sobre o funcionamento desses ecossistemas (Neiff, 1990; Junk, 1996, Thomaz *et al.*, 1997).

A planície de inundação do alto rio Paraná apresenta vários tipos de ambientes aquáticos e de transição terra-água, que se distinguem pela sua morfometria, hidrodinâmica e pelo grau de conexão com o rio principal e tributários secundários. Tais diferenças conferem a esses ambientes características limnológicas próprias, que controlam os padrões de distribuição dos organismos e a dinâmica funcional dos sistemas (Thomaz *et al.*, 1997). Tais ambientes como lagoas, ressacos e remansos, por serem predominantemente rasos, apresentam extensos bancos de macrófitas aquáticas, que propiciam um grande desenvolvimento da comunidade perifítica.

O ficoperifiton desempenha, por ser primariamente autotrófico, papel fundamental nos ecossistemas aquáticos, promovendo o intercâmbio entre os componentes químicos, físicos e biológicos (Lowe e Pan, 1996). A qualidade alimentar do perifiton é determinada pela composição dos maiores grupos de algas, que influenciam a produção secundária e o fluxo de energia dos consumidores (Bott, 1996). Campeau *et al.* (1994) demonstraram que as algas perifíticas podem constituir a principal fonte alimentar para cladóceros, copépodos, larvas de quironomídeos e oligoquetas, afetando seu crescimento, desenvolvimento, sobrevivência e reprodução. Além disso, a biomassa produzida pelo perifiton pode ser alocada em vários níveis energéticos, tais como acumulação algal, decomposição (cadeia detritívora), herbivoria (cadeia dos consumidores) ou exportação de matéria orgânica.

Tendo por base o relevante papel do regime hidrológico no funcionamento das planícies de inundação, este trabalho pretendeu avaliar a influência do regime hidrodinâmico sobre a densidade da comunidade de algas perifíticas em diferentes ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná.

Material e métodos

Área de Estudo

O trabalho foi desenvolvido nas proximidades do município de Porto Rico, Estado do Paraná, o qual faz divisa com o estado de Mato Grosso do Sul, situando-se entre as coordenadas 22°40' - 22°45'S e 53°15' - 53°25'W (Figura 1).

Foram escolhidos quatro ambientes com distintos regimes hidrodinâmicos:

- Lagoa Clara, ambiente lântico sem comunicação com o canal principal do rio Paraná, localizada na ilha Porto Rico, sendo suas margens compostas por gramíneas e ciperáceas; possui profundidade média de 1,2 m e em toda sua área (aproximadamente 0,91 ha) possui extensos bancos de macrófitas aquáticas, constituídos principalmente por espécies submersas de *Nymphaea* e *Utricularia* e flutuantes fixas, como *Eichhornia azurea* Kunth;
- Lagoa das Garças, ambiente lântico, situada na margem direita do rio Paraná, com o qual se comunica permanentemente através de um estreito canal; possui aproximadamente 2 km de extensão e 150 m de largura e apresenta a região litorânea com grande riqueza de macrófitas aquáticas, destacando-se *E. azurea*;
- Ressaco do Pau Véio, situado na ilha Mutum, ambiente semilótico com cerca de 1,2 km de extensão e 50 m de largura; apresenta margem esquerda formada por um dique marginal natural o qual o separa do rio Paraná, onde se observa uma gradação da vegetação do sistema aquático para o sistema terrestre, compreendida por macrófitas aquáticas (principalmente *E. azurea*) e vegetação ripária herbácea e arbustiva; sua margem direita é, em sua maior parte, utilizada para pastagem;
- Canal Cortado, ambiente caracterizado, no ano de 2001, como lótico no período de águas altas e como semilótico no período de águas baixas; com cerca de 2 km de comprimento e 80 m de largura, está localizado na margem esquerda do rio Paraná; apresenta vegetação ripária de porte arbóreo, em ambas as margens, e, na região litorânea, estandes multiespecíficos de macrófitas aquáticas, com dominância de *E. azurea*.

Metodologia

As coletas foram realizadas durante três dias em dois períodos do ano de 2001, caracterizando períodos hidrológicos distintos (águas altas – fevereiro e águas baixas – agosto). Para fins comparativos, padronizou-se o tipo de substrato, que foram pecíolos de *Eichhornia azurea* Kunth no estágio adulto, conforme recomendação de Schwarzbald (1990), por ser a macrófita aquática presente e bem representada nos quatro ambientes.

Para a análise quantitativa, o perifiton foi removido, sempre em réplica ($n = 2$) e o material foi fixado com solução de lugol acético 5%.

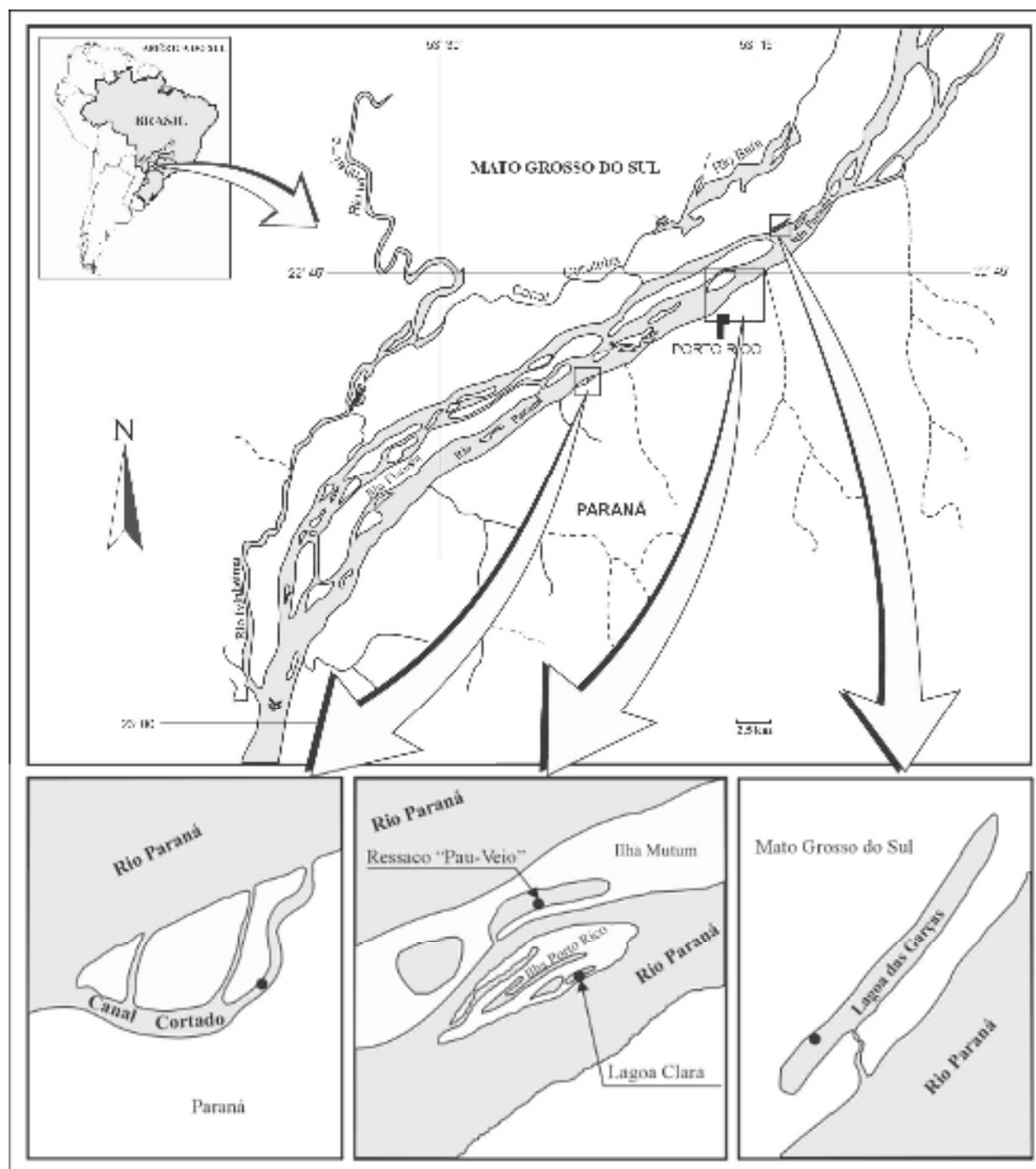


Figura 1. Localização do rio Paraná e dos quatro ambientes selecionados na planície de inundação do alto rio Paraná, com regimes hidrodinâmicos diferentes (sistema lótico: Canal Cortado, sistema semilótico: ressaco do Pau Véio, sistemas lênticos: lagoa Clara e lagoa das Garças).

Tal material foi acondicionado a um volume conhecido e enumerado segundo Utermöhl (1958) e através de campos aleatórios, conforme recomendação em Bicudo (1990). Para a sedimentação do material biológico, foram utilizadas câmaras de 2,8 ou 2,9 mL. A equação para o cálculo da densidade seguiu Ros (1979), adaptada para a área

do substrato. Os resultados foram expressos em termos de indivíduos/área do substrato.

A coleta dos dados limnológicos abióticos da água circundante dos ambientes, foi realizada simultaneamente à coleta dos dados biológicos. As seguintes variáveis abióticas foram determinadas: transparência da coluna de água (disco de Secchi); temperatura da água (termistor digital); pH e

condutividade elétrica (potenciômetros digitais); alcalinidade (Mackereth *et al.*, 1978); oxigênio dissolvido (Golterman *et al.*, 1978); nitrogênio amoniacal (Koroleff, 1978), nitrito e nitrato (FIA - Zagatto *et al.*, 1981); ortofosfato, fósforo total dissolvido, fósforo e nitrogênio total (Mackereth *et al.*, 1978); carbono orgânico dissolvido (Analisador de Carbono Shimadzu TOC 5000). Para análise da fração dissolvida dos nutrientes e determinação de material em suspensão, as amostras foram filtradas em filtros Whatman GF/C. Tais dados foram processados e cedidos pelo Laboratório de Limnologia do Núcleo de Pesquisa de Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura – Nupélia, da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Estado do Paraná.

As medidas do nível fluviométrico do rio Paraná foram fornecidas pela Agência Nacional das Águas (ANA).

Tratamento dos dados

A Análise Multivariada de Componentes Principais (matriz de correlação) foi utilizada para a ordenação dos períodos hidrológicos e dos ambientes em relação às variáveis físicas e químicas (temperatura da água, MST, NO_3 , N-total, P-total, P-dissolvido, PO_4). Todas as variáveis abióticas foram log-transformadas, utilizando o programa Pc-Ord, versão 4.0. Os eixos considerados foram aqueles com maiores valores do modelo de Broken-Stick.

Foi utilizada a ACC a fim de correlacionar as variáveis limnológicas abióticas correlacionadas com a estrutura da comunidade de algas perifíticas nos dois períodos hidrológicos (águas altas e águas baixas) bem como nos quatro ambientes (canal Cortado, resaca do Pau Véio, lagoa das Garças e lagoa Clara).

Para verificar diferenças significativas na densidade entre os períodos e entre os ambientes, foi utilizado um teste de médias (Teste t), por meio do programa Statistica 5.5 (2000).

Resultados e discussão

Para a caracterização dos ambientes em estudo, utilizou-se uma análise dos componentes principais (ACP) que resumiu 61,4% da variabilidade total dos dados abióticos em seus dois primeiros eixos, revelando a formação de três grupos (Figura 2).

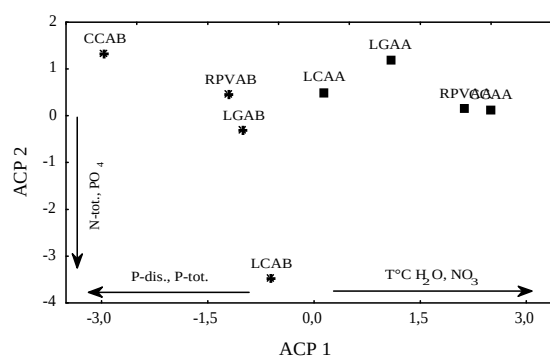


Figura 2. Análise de Componentes Principais (ACP) para os locais de coleta na planície de inundação do alto rio Paraná.

O primeiro componente (36,7%) associou-se positivamente com a temperatura da água e nitrato e negativamente com o fósforo total dissolvido e o fósforo total (Tabela 1). Nesse componente, fica evidente a formação de dois grupos, separando os ambientes pelos períodos hidrológicos: (a) o período de águas altas, onde os sistemas se aproximam devido à temperatura e ao nitrato; (b) o período de águas baixas, no qual os ambientes, principalmente aqueles com conexão ao rio, agrupam-se devido ao fósforo total e ao fósforo dissolvido.

Tabela 1. Correlação das variáveis abióticas com os Componentes Principais I e II.

Variáveis	Componentes Principais	
	I	II
Temperatura °C H ₂ O	0,5139	0,2989
NO ₃ ug/l	0,3974	-0,3165
NO ₂ ug/l	0,2426	-0,0954
N-total	0,0399	-0,6575
MST	-0,1226	-0,1469
PO ₄ ug/l	0,0681	-0,5394
P-dis. ug/l	-0,5285	-0,1958
P-tot. ug/l	-0,4674	0,1352
% de variação explicada	36,7	24,7

O segundo componente (24,7%) separou a lagoa Clara, ambiente sem comunicação com a calha principal do rio, dos demais sistemas. Essa dissociação se deu no período de águas baixas, devido principalmente aos valores de nitrogênio total e ao orto-fosfato.

Os resultados limnológicos abióticos corroboram o já afirmado por Agostinho e Zalewski (1996), Thomaz e Bini (2003), Rodrigues e Bicudo (2001), ou seja, o nível hidrológico do rio Paraná desempenha papel-chave nos padrões de variação espacial e sazonal dos sistemas da planície de inundação do alto rio Paraná. Demonstram ainda o papel controlador do regime hidrodinâmico dos ambientes associados ao rio sobre o seu funcionamento dos mesmos.

As diferenças no grau de comunicação de cada sistema com a calha do rio conferem características limnológicas diferenciadas a cada ambiente analisado, o que certamente interfere na presença e distribuição dos organismos.

Por meio da análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas, verificou-se que não ocorreu diferença significativa entre os diferentes períodos hidrológicos analisados ($p=0,18$). Entretanto observou-se uma tendência para maior variância dos dados no período de águas baixas. Já a densidade entre ambientes apresentou diferença significativa ($p=0,0095$).

Ao comparar a densidade das algas perifíticas nos quatro ambientes nos diferentes períodos hidrológicos, não foi possível estabelecer qualquer diferença significativa, apesar de os dados quantitativos serem bastante distintos (Figura 3).

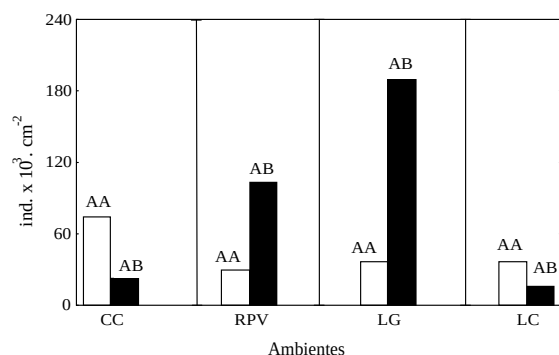


Figura 3. Densidade total de algas perifíticas (ind. x 10³.cm⁻²) nos ambientes estudados – Canal Cortado, resaca do Pau Vêio, lagoa das Garças e lagoa Clara – na planície alagável do alto rio Paraná e períodos de amostragem (AA – águas altas e AB – águas baixas), do ano de 2001.

No período de águas altas, o maior valor de densidade foi constatado para o ambiente lótico (canal Cortado, com 74 x 10³ indivíduos.cm⁻²), seguido pelos ambientes lênticos (lagoa Clara e lagoa das Garças, com 37 x 10³ e 36 x 10³ indivíduos.cm⁻², respectivamente) e ambiente semilótico (ressaca do Pau Vêio, com 29 x 10³ indivíduos.cm⁻²) (Figura 3). Apesar de o canal Cortado ter apresentado praticamente o dobro de organismos algais em relação aos demais ambientes, observou-se pequena oscilação dos valores de densidade entre os ambientes.

Em águas baixas, as diferenças entre as densidades foram mais acentuadas. A lagoa das Garças apresentou o maior número de indivíduos (189x10³ indivíduos.cm⁻²), seguido pelo resaca do Pau Vêio (103x10³ indivíduos.cm⁻²), canal Cortado (23x10³ indivíduos.cm⁻²) e lagoa Clara (11x10³ indivíduos.cm⁻²) (Figura 3).

O padrão de flutuação da densidade total da comunidade perifítica foi determinado, em águas altas, pela Classe Bacillariophyceae no canal Cortado e, principalmente, pelas Classes Cyanophyceae e Bacillariophyceae nos demais ambientes. Por sua vez, em águas baixas, a densidade total nos ambientes lagoa das Garças, resaca do Pau Vêio e canal Cortado foi determinada pela densidade de Bacillariophyceae. Na lagoa Clara, essa Classe também foi dominante, seguida pela Classe Chlorophyceae (Figura 4).

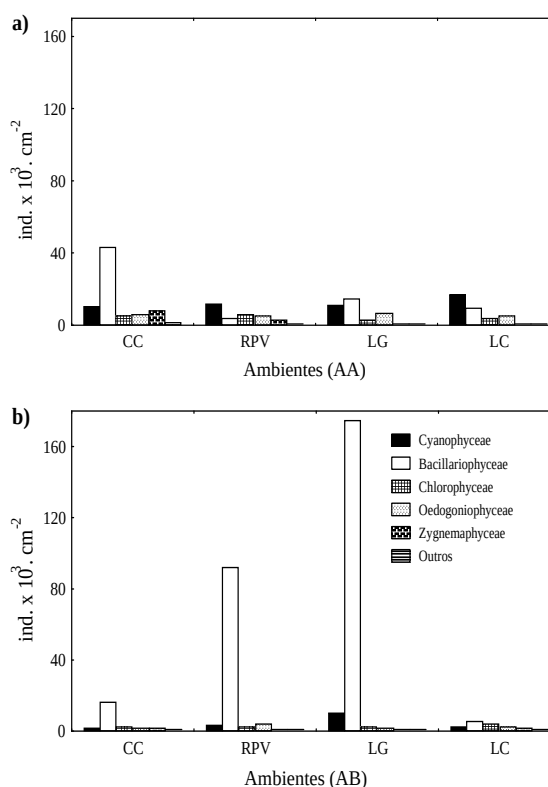


Figura 4. Densidade das classes de algas (ind. x 10³.cm⁻²) na comunidade perifítica, nos ambientes analisados – Canal Cortado, resaca do Pau Vêio, lagoa das Garças e lagoa Clara, no ano de 2001; a) águas altas (AA) b) águas baixas (AB) (outros = Ulothricophyceae + Euglenophyceae + Xanthophyceae + Chrysophyceae + Cryptophyceae + Dinophyceae + Rodophyceae).

As diatomáceas (Bacillariophyceae), presentes em todos os ambientes e em ambos os períodos, são consideradas colonizadoras rápidas e eficientes, podendo ocupar os substratos no espaço de um dia a até várias semanas (Stevenson, 1996). A capacidade dessas algas de secretarem mucilagem permite sua rápida fixação, além de serem favorecidas em sistemas com baixas concentrações de fósforo (Horner *et al.*, 1990). Além do mais, temperaturas mais amenas (em torno de 20°C) conferem às diatomáceas condições mais propícias ao seu

estabelecimento e desenvolvimento. Tanto nos aspectos qualitativo quanto quantitativo, essas características devem ter propiciado vantagem competitiva às diatomáceas em condições mais estressantes, impostas pelo nível hidrométrico, principalmente em águas baixas, e velocidade da corrente no canal Cortado em águas altas.

As cianobactérias (Cyanophyceae) formam um grupo de algas extremamente oportunistas (Huzsar *et al.*, 2000). De acordo com Whitton (1992), elas toleram altas temperaturas e radiação solar, sendo capazes de utilizar, de forma bastante eficaz, as formas nitrogenadas (nitrato e amônio). A estabilidade térmica do ambiente, usualmente maior nos períodos quentes e chuvosos, é também fundamental para o bom desenvolvimento desses organismos. Essas condições se fizeram presentes no período de águas altas em todos os ambientes estudados, provavelmente propiciando o aumento de táxons dessa Classe, assim como sua densidade. Train *et al.* (2004) registraram um incremento de cianobactérias na biomassa fitoplanctônica na maioria dos 33 biótopos analisados na planície de inundação, principalmente em período de águas altas, com temperaturas mais elevadas.

O predomínio de Chlorophyceae na lagoa Clara em águas baixas provavelmente está relacionado à presença de extensos bancos de macrófitas, que praticamente dominaram todo o ambiente, propiciando o hábito metafitico/perifítico. De acordo com Happey-Wood (1988), devido ao tamanho reduzido que eleva a razão superfície/volume, as microalgas verdes são capazes de otimizar a utilização de recursos do meio, o que favorece seu desenvolvimento em condições de escassez de recursos.

Análise integrada dos fatores limnológicos abióticos e bióticos

A ordenação pela Análise de Correspondência Canônica (ACC) das unidades amostrais referentes aos ambientes e aos períodos hidrológicos (variáveis bióticas e abióticas) resumiu 92,6% da variabilidade dos dados em seus dois primeiros eixos. A hipótese de que os eixos tenham sido gerados ao acaso foi rejeitada de acordo com o teste de Monte Carlo (Autovalor do eixo 1 = 0,35; $p = 0,001$; eixo 2 = 0,063; $p = 0,002$) (Tabela 2).

No primeiro eixo, houve a separação das unidades amostrais em função do regime hidrodinâmico dos ambientes. Todos os ambientes em águas altas e os ambientes lagoa Clara e canal Cortado, em águas baixas, posicionaram-se à esquerda do eixo 1 (Figura 4). Apenas a lagoa das

Garças e o ressaco do Pau Vêio em águas baixas ficaram no lado direito do eixo 1. As correlações indicaram que a temperatura, fósforo total e fósforo dissolvido foram as variáveis mais importantes na ordenação do eixo 1. O coeficiente canônico mostrou que o fósforo dissolvido e total foram as variáveis abióticas que mais pesaram na ordenação deste eixo (Tabela 3).

Tabela 2. Síntese dos resultados da ACC realizada a partir das variáveis abióticas e das variáveis bióticas, conforme a Figura 5.

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores	0,351	0,063
Porcentagem de variância explicada (%)	78,4	14,2
Porcentagem de variância acumulada (%)	78,4	92,6
Correlação de Pearson	1	1
Teste de Monte Carlo		
Autovalores	0,001	0,002
Correlação	0,95	0,92

Tabela 3. Coeficientes Canônicos e Correlações (ACC) “intra-set” das sete variáveis ambientais com os eixos 1 e 2 da ACC, baseada em sete variáveis abióticas e doze bióticas, no período de estudo ($n = 16$).

Variáveis	Coeficiente de Correlação “intra-set”		Coeficiente Canônico	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
T° C H ₂ O	-0,584	-0,149	-0,346	-0,038
NO ₃	-0,123	0,03	-0,073	0,008
MST	0,20	-0,579	0,118	-0,146
NT	0,099	-0,018	0,058	-0,005
PO ₄	-0,277	0,698	-0,164	0,176
P-dis	0,705	0,036	0,418	0,009
PT	0,721	-0,468	0,427	-0,118

Assim, os valores mais elevados de temperatura separaram os ambientes de águas altas e os valores mais elevados de orto-fosfato separaram a lagoa Clara em águas baixas dos demais ambientes (Figura 5).

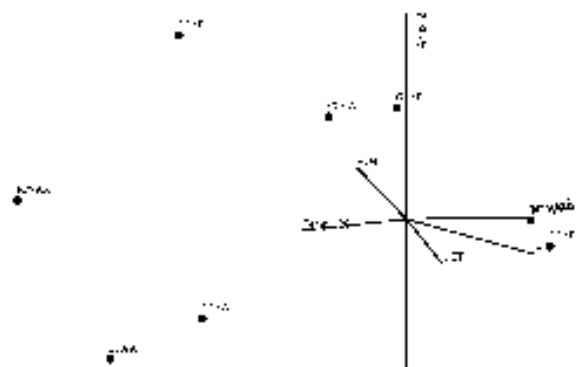


Figura 5. Análise de Correspondência Canônica (ACC) ordenando os locais de acordo com as características ambientais. Teste de Monte Carlo com 5000 iterações.

As Classes de algas mais correlacionadas com o lado esquerdo do eixo 1 foram crisofíceas (-3,705), que se associou ao ressaco do Pau Vêio em águas

altas, seguida por xantofíceas (-3,004), que se associou à lagoa Clara, também ao período de águas altas. Com menor correlação (-1,601), a Classe de cianobactérias se associou ao período de águas altas em todos os ambientes (Tabela 4).

Tabela 4. Escores dos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica (ACC), para as densidades das doze classes de algas perifíticas.

Classes	Eixo 1	Eixo 2
Cyanophyceae	-1.60144	-1.50968
Bacillariophyceae	0.638759	-0.02569
Chlorophyceae	-1.61782	1.458165
Oedogoniophyceae	-1.54392	-0.19908
Zygnemaphyceae	-1.34395	3.79187
Ulothricophyceae	0.853407	0.408224
Euglenophyceae	-1.32357	3.982121
Xanthophyceae	-3.00483	5.006087
Cryptophyceae	-3.70526	1.017524
Cryptophyceae	0.063593	1.059589
Dinophyceae	-0.97955	7.569172
Rhodophyceae	-1.31698	4.626751

No eixo 2, de baixo para cima, houve uma separação dos ambientes lênticos em águas altas, seguido do ambiente semilótico em ambos os períodos e da lagoa das Garças em águas baixas. Em seguida, houve a separação do Canal Cortado, independentemente também do período e, por último, isolada, a lagoa Clara em águas baixas, influenciados pelo orto-fosfato e material em suspensão.

As variáveis biológicas que apresentaram as maiores correlações acima do eixo 2 foram dinofíceas (7,569), xantofíceas (5,006), rodofíceas (4,626), euglenofíceas (3,982) e zignemafíceas (3,791), que se associaram ao Canal Cortado, independentemente do período hidrológico, e à lagoa Clara, no período de águas baixas. As cianobactérias apresentaram maior correlação abaixo do eixo (-1,509), associando-se aos ambientes lênticos em águas altas e à lagoa das Garças em águas baixas (Tabela 4).

Em síntese, a estrutura da comunidade de algas perifíticas, em nível de Classes, respondeu às diferenças do regime hidrodinâmico dos ambientes associados à planície de inundação do alto rio Paraná.

Dentro da comunidade perifítica, algumas perturbações podem envolver mudanças na abundância de espécies, promovendo alterações na estrutura da comunidade ficoperifítica. Isso faz que os ambientes, quando submetidos a distúrbios leves e moderados, tais como vento e chuvas fracas, aumentem tanto o número de espécies quanto a densidade da comunidade (Stevenson, 1996).

Concluindo, concordamos com Rodrigues *et al.* (2003), para os quais o papel central sobre o

desenvolvimento do perifíton na planície de inundação do alto rio Paraná é controlado pela hidrodinâmica, morfometria e pelo grau de conexão dos sistemas com o rio Paraná. Ressalta-se, entretanto, a importância da temperatura para o estabelecimento de diversos grupos algais e a necessidade premente de trabalhos experimentais que envolvam a comunidade de algas da planície de inundação do alto rio Paraná.

Referências

- AGOSTINHO, A.A.; ZALEWSKI, M. *A planície alagável do alto rio Paraná: importância e preservação*. Maringá: Eduem, 1996.
- BICUDO, D.C. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifíton. *Acta Limnológica Brasiliensis*, São Paulo, v. 3, p. 459-475, 1990.
- BOTT, T.L. Algae in microscopic food webs. In: STEVENSON, R.J. *et al.* (Ed.). *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, 1996. cap. 18, p. 573-608.
- CAMPEAU, S. *et al.* Relative importance of algae and emergent plant litter to freshwater marsh invertebrates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Ottawa, v. 51, n. 3, p. 681-692, 1994.
- GOLTERMAN, H.L. *et al.* *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. Oxford: Blackwell Scientific, 1978.
- HAPPEY-WOOD, C.M. Ecology of freshwater planktonic green algae. In: SANDGREEN, C.D. (Ed.). *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. cap. 5, p. 175-226.
- HORNER, R.R. *et al.* Responses of periphyton to changes in current velocity suspended sediment and phosphorus concentration. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 24, p. 215-232, 1990.
- HUSZAR, V.L.M. *et al.* Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 424, p. 67-77, 2000.
- JUNK, W. J. Ecology of floodplain: a challenge for tropical limnology. In: SCHIEMER, F.; BOLAND, K.T. (Ed.) *Perspectives in Tropical Limnology*. Amsterdam: Academic Publishing, 1996. p. 255-265.
- LOWE, R.L.; PAN, Y. Benthic algal communities as biological monitors. In: STEVENSON, R. J. *et al.* (Ed.). *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, 1996. cap. 22, p. 705-739.
- KOROLEFF, K. Determination of ammonia. In: GRASSHOFF, K.; KREMLING, E. (Ed.). *Methods of seawater analysis*. Weinheim: Verlag Chemie, 1978.
- MACKERETH, F.Y.H. *et al.* Water analysis; some revised methods for limnologist. *Freshwater Biological Association*, v. 36, p. 120, 1978.
- NEIFF, J.J. Ideas para la interpretacion ecológica del Paraná. *Interciencia*, Caracas, v. 15, n. 6, p. 424-441, 1990.

- RODRIGUES, L.; BICUDO, D.C. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Rev. Bras. Bot.*, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 235-248, 2001.
- RODRIGUES, L. *et al.* O papel do perifiton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Ed.). *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem, 2003. cap. 10, p. 211-242.
- ROS, J. *Práticas de Ecologia*. Barcelona: Ed. Omega, 1979.
- SCHWARZBOLD, A. Métodos ecológicos aplicados ao estudo do perifiton. *Acta Limnologica Brasiliensia*, São Paulo; v. 3, n.1, p. 545-592, 1990.
- STEVENSON, R.J. An Introduction to Algal Ecology in Freshwater Benthic Habitats. In: STEVENSON, R.J. *et al.* (Ed.). *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, 1996. cap. 1, p. 3-30.
- THOMAZ, S.M. *et al.* Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: VAZZOLER, A. E. A. M. *et al.* (Ed.). *A planície alagável do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 1997. cap. 3, p. 73-102.
- THOMAZ, S.M. *et al.* Macrófitas aquáticas em Itaipu: ecologia e perspectivas para o manejo. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*, Maringá: Eduem, 2003. cap. 16, p. 319-341.
- TRAIN, S. *et al.* Phytoplankton Composition and Biomass Environments of the Paraná River Floodplain. In: AGOSTINHO, A.A. *et al.* (Ed.). *Structure and Functioning of the Paraná River and its Floodplain: LTER – site 6*. Maringá: Eduem, 2004. cap. 2, p. 63-74.
- UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung Limnologie*, v. 9, p. 1-38, 1958.
- WHITTON, B.A. Diversity, ecology and taxonomy of Cyanobacteria. In: MANN, N.G.; CARR, N.G. *Photosynthetic prokaryotes*. New York: Plenum Press, 1992. cap. 1, p. 1-51.
- ZAGATTO, E.A.G. *et al.* *Manual de análises de plantas empregando sistemas de injeção em fluxo*. São Paulo: Universidade de São Paulo. 1981.

Received on July 13, 2004.

Accepted on March 03, 2005.