

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

LEANDRO JUNIO FULONE

**Perifiton heterotrófico:** colonização e influência do pulso hidrossedimentológico em uma planície  
de inundação neotropical

Maringá  
2012

LEANDRO JUNIO FULONE

**Perifiton heterotrófico:** colonização e influência do pulso hidrossedimentológico em uma planície de inundação neotropical

Tese 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 parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Costa Bonecker

Maringá  
2012

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

F973p Fulone, Leandro Junio, 1980-  
Perifiton heterotrófico : colonização e influência do pulso hidrossedimentológico em uma planície de inundação neotropical / Leandro Junio Fulone. -- Maringá, 2012.  
48 f. : il. (algumas color.).

Tese (doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2012.  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Costa Bonecker.

1. Microorganismos perifíticos – Colonização - Ecologia de comunidades - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 2. Microorganismos perifíticos - Sucessão - Ecologia de comunidades - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 3. Perifíton heterotrófico - 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. -579.178209816  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

LEANDRO JUNIO FULONE

**Perifíton heterotrófico:** colonização e influência do pulso hidrossedimentológico em uma planície de inundação neotropical

Tese 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 Doutor em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Costa Bonecker  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Albano Schwarzbold  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Luis Maurício Bini  
Universidade Federal de Goiás

Dr. Luiz Felipe Machado Velho  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Porf.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Liliana Rodrigues  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 30 de agosto de 2012.

Local de defesa: Anfiteatro Prof. "Keshiyu Nakatani", Nupélia, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

Dedico este trabalho à Eddard Stark

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma na execução deste trabalho. E a todos àqueles que não atrapalharam também.

Especialmente,

Aos meus pais e meu irmão pelo apoio;

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Liliana Rodrigues por todo suporte, inclusive os que eu usei durante o experimento;

À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Costa Bonecker, ao Prof. Dr. Horácio Ferreira Júlio Jr. e ao Professor Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha pelo apoio durante toda minha estadia em Maringá;

À Dr.<sup>a</sup> Danielle Goeldner Pereira e Dr. Luis Alberto Espínola pelas valiosas críticas e sugestões;

Ao Dr. Luiz Felipe "Old Axe" pela ajuda na execução do projeto;

Ao Danilo, Carlos, Ciro, Juliana, Nadson, Leilaine, Adelina, Bianca, Nando, Felipe, Paulão, Natália, Luciana, Stefânia, Jakson, Barbara, Érica, Mary, Maria do Carmo e todos demais dos laboratórios de Zooplâncton, Protozoários e Perifíton do Nupélia.

Aos funcionários do Nupélia: Tião, Alfredo, Celsão, Sr. Ni, Aldenir, Jocemara, Salete e João.

E a todos àqueles que não esqueci mas no momento talvez não tenha lembrado.

"Quando se trata de botas, apelo para a autoridade dos sapateiros; se trata de uma casa, de um canal ou de uma ferrovia, consulto a do arquiteto ou a do engenheiro. Por tal ciência especial, dirijo-me a este ou àquele cientista. Mas não deixo que me imponham nem o sapateiro, nem o arquiteto, nem o cientista. Eu os aceito livremente e com todo o respeito que merecem sua inteligência, seu caráter, seu saber, reservando todavia meu direito incontestável de crítica e de controle. Não me contento em consultar uma única autoridade especialista, consulto várias; comparo suas opiniões, e escolho aquela que me parece a mais justa. Mas não reconheço nenhuma autoridade infalível, mesmo nas questões especiais (...) Tenho consciência de só poder abraçar, em todos os seus detalhes e seus desenvolvimentos positivos, uma parte muito pequena da ciência humana. A maior inteligência não bastaria para abraçar tudo (...), porque não há homem universal, homem que seja capaz de aplicar sua inteligência, nesta riqueza de detalhes."

Bakunin

"conto ao senhor é o que eu sei e o senhor não sabe; mas principalmente quero contar é o que eu não sei se sei e que pode ser que o senhor saiba"

João Guimarães Rosa

"Quando é mais penoso compreender tudo, tomar consciência de todas as impossibilidades, de todos os muros de pedra; porém não se humilhar diante de nenhuma dessas impossibilidades, diante de nenhuma dessas muralhas se isso te repugna, chegar, seguindo as deduções lógicas mais inelutáveis, às conclusões mais desesperadoras, no tocante a esse tema eterno de tua parte de responsabilidade nessa muralha de pedra, se bem que esteja claro até a evidência que tu não estás aqui para nada, e em conseqüência mergulhares silenciosamente, mas rangendo deliciosamente os dentes, na tua inércia, pensando que não podes mesmo te revoltar contra seja o que for, porque não há ninguém em suma, porque isto não é senão uma farsa, senão uma falcatura, porque é uma trapalhada, não se sabe o quê nem se sabe quem, porém que, malgrado todas essas velhacadas, malgrado essa ignorância, tu sofres, e tanto mais quanto menos compreendes."

Dostoiévski

"What shall we use to fill the empty spaces?"

Waters

**Perifíton heterotrófico:** colonização e influência do pulso hidrossedimentológico em uma planície de inundação neotropical

## RESUMO

O objetivo foi investigar a influência do ciclo hidrossedimentológico (limnofase e potamofase), e as oscilações diárias do nível hidrométrico sobre a composição e densidade da fração heterotrófica da comunidade perifítica (rotíferos, amebas testáceas e microcrustáceos), durante o processo de colonização em um ambiente da planície de inundação do alto rio Paraná. Nesse sentido, foram testadas as seguintes hipóteses: (i) a composição da fração heterotrófica da comunidade perifítica se diferencia entre as limnofases e potamofases; (ii) a densidade dos organismos é positivamente correlacionada com os valores do nível hidrométrico. Para isso, foi realizado um experimento durante dois ciclos hidrossedimentológicos entre 2009 e 2011: limnofase (L1) (setembro a outubro de 2009), potamofase (P1) (fevereiro a abril de 2010), limnofase (L2) (agosto a setembro de 2010) e potamofases (P2) (fevereiro a abril de 2011). Em cada uma das fases do ciclo foram instalados substratos artificiais na região litorânea de um ambiente conectado ao rio Paraná. O processo de colonização foi acompanhado durante 40 dias sendo realizadas coletas no 1º, 4º, 7º, 10º, 14º, 18º, 22º, 26º, 30º, 34º e 40º dias de colonização, totalizando 11 amostragens (em réplicas) em cada período analisado. Os resultados evidenciaram que a fração heterotrófica da comunidade perifítica atingiu altos valores de densidade, riqueza e diversidade no 10º dia de colonização. Além disso, ressalta-se a irregularidade da sucessão, a qual apresentou vários retrocessos, provavelmente provocados por perturbações relacionadas a grandes oscilações do nível hidrométrico. Fatores como a presença de fontes de dispersão e irregularidade dos pulsos hidrossedimentológicos foram responsáveis pelas diferenças significativas da composição e valores de densidade registrados em cada período. Além disso, a densidade dos organismos aumentou positivamente com o aumento do nível hidrométrico. Recomenda-se, estudos que investiguem como as oscilações diárias do nível hidrométrico podem influenciar o perifíton em ambientes conectados ao rio Paraná, mesmo quando essas oscilações não são intensas, bem como estudos em ambientes não sujeitos à perturbação, para um melhor entendimento do processo de sucessão do perifíton heterotrófico.

**Palavras-chave:** Sucessão. Pulso de inundação. Limnofase. Potamofase. Perturbação. Zooperifíton.



**Heterotrophic periphyton:** colonization and influence of flood pulse in a Neotropical floodplain.

### ***ABSTRACT***

The study aimed to investigate the influence of the flood pulse (limnophase and potamophase), as well as daily fluctuations in water levels on the composition and density of the fraction of heterotrophic periphytic community (rotifers, microcrustaceans and testate amoebae) during the colonization process in an environment of the floodplain of the Paraná River. Accordingly, we tested the following hypotheses: (i) the composition of the fraction of heterotrophic periphytic community differs between limnophases potamofases and (ii) the density of organisms is positively correlated with the values of water levels. For this, an experiment was conducted during two flood pulses between 2009 and 2011: limnophase (L1) (September-October 2009), potamophase (P1) (February-April 2010), limnophase (L2) (August-September 2010 ) and potamophases (P2) (February-April 2011). At each phase of the cycle, artificial substrates were installed in the littoral zone of a environment connected to the Paraná River. The colonization process was followed for 40 days and sampled on the 1st, 4th, 7th, 10th, 14th, 18th, 22nd, 26th, 30th, 34th and 40th days of colonization, totaling 11 samples in each period. The results showed that the fraction of heterotrophic periphytic community reached high densities and diversity in the 10 th day of colonization. Furthermore, it emphasizes the irregularity of the succession, which had several retreats, probably caused by disturbances related to large fluctuations in water levels. Factors such as the presence of sources of dispersion and irregularity of flood pulse were responsible for significant differences in the composition and density of the communities analyzed in each period. Furthermore, the increased density of organisms positive with increasing water levels. Studies are recommended to investigate how the daily fluctuations of water levels can influence periphyton in environments connected to the Paraná river, even when these oscillations are not intense, as well as studies in environments not subject to disturbance, to a better understanding of the succession process heterotrophic periphyton.

**Keywords:** Succession. Flood pulse. Limnophase. Potamophase. Disturbance. Zooperiphyton.

Tese elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica Journal of Limnology. Disponível em:

<http://limnol.pagepress.org/index.php/jlimnol/about/submissions#onlineSubmissions>

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	14
2.2	DESENHO EXPERIMENTAL.....	15
2.3	AMOSTRAGEM.....	16
2.4	VARIÁVEIS ABIÓTICAS.....	17
2.5	ANÁLISE EM LABORATÓRIO.....	18
2.5.1	Clorofila- <i>a</i> .....	18
2.5.2	Riqueza e densidade dos organismos perifíticos.....	18
2.6	DIVERSIDADE DE ESPÉCIES.....	19
2.7	ANÁLISE E TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS.....	19
3	<b>RESULTADOS</b> .....	20
3.1	REGIME HIDROLÓGICO E VARIÁVEIS ABIÓTICAS.....	20
3.2	ATRIBUTOS DA COMUNIDADE E ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	24
4	<b>DISCUSSÃO</b> .....	32
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	36
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	37
	APÊNDICE A - Táxons registrados nos diferentes períodos estudados.....	41
	APÊNDICE B - Figuras não utilizadas na discussão final.....	48

## 1 INTRODUÇÃO

Em planícies de inundação, o pulso hidrossedimentológico é considerado a principal função de força que regula a estrutura das comunidades biológicas (Junk *et al.*, 1989; Neiff, 1990; 2001). A interação dos atributos do pulso (frequência, intensidade, tensão, regularidade, amplitude), bem como a alternância entre potamofase (enchente e cheia) e limnofase (vazante e seca), determina diversos efeitos sobre a estrutura das comunidades em ecossistemas de planície de inundação, conferindo-lhes alta diversidade espacial e temporal (Ward *et al.*, 1999).

O gradiente dos atributos do pulso são afetados pela operação de reservatórios a montante. No caso do alto rio Paraná, o funcionamento dos reservatórios tem reduzido a periodicidade e intensidade dos pulsos (Arenas-Ibarra, 2008). A regulação do fluxo de água pode diminuir a conectividade e, conseqüentemente, a diversidade em ecossistemas da planície de inundação à jusante. As comunidades presentes na planície, antes eram reguladas sazonalmente pela dinâmica de inundação relacionada ao regime de chuvas, com dois períodos hidrológicos bem distintos ao longo do ano: limnofase e potamofase. Após o início do funcionamento do reservatório de Porto Primavera esse ciclo sazonal do fluxo de água foi alterado (Luz-Agostinho *et al.*, 2009) e passou a apresentar várias oscilações do nível hidrométrico ao longo de curtos períodos de tempo, controladas pelo funcionamento dos reservatórios a montante. Essas variações obedecem, sobretudo, à demanda de energia que varia tanto diária como semanalmente ao longo do ano.

Dentre as comunidades que são reguladas e estruturadas pelo pulso em planícies de inundação, encontra-se o perifíton (Rodrigues & Bicudo, 2001; Pereira *et al.*, 2007; Algarte *et al.*, 2009; Agostinho *et al.*, 2009). Todos os organismos presentes dentro da matriz perifítica, bem como o material orgânico e inorgânico, estão intimamente relacionados e em uma escala espacial mais reduzida do que ocorre no compartimento planctônico ou bentônico. Nesse sentido, o perifíton pode ser considerado um microcosmo à parte dentro do ambiente aquático, onde processos de produção, predação, decomposição, reprodução e dispersão, acontecem em micro-escala dentro de um espaço limitado. Isso confere a essa comunidade um enorme potencial na sua utilização em experimentos de ecologia ou como ferramenta de monitoramento ambiental.

No entanto, é de suma importância ter conhecimento do tempo de colonização necessário para se atingir um estágio maduro de desenvolvimento dessa comunidade, principalmente quando são utilizados como substratos, macrófitas de diferentes grupos ecológicos (e.g. submersas enraizadas, submersas livres, flutuantes, enraizadas com folhas emersas) ou mesmo substratos artificiais. Caso contrário, o fato de se comparar comunidades com diferentes estágios de

desenvolvimento pode ter consequências prejudiciais aos resultados, uma vez que as possíveis diferenças encontradas podem refletir apenas à diferenças no tempo de colonização em cada substrato, levando a resultados espúrios.

Essas considerações são pertinentes devido às características dinâmicas do perifíton. Poucos minutos após a introdução de substratos na água estes começam a ser revestidos por aminoácidos dissolvidos e outros compostos orgânicos solúveis, depositados por forças eletrostáticas (Sládečková, 1962). Nessa fase inicial, ocorre a agregação de material alóctone inorgânico, orgânico e bactérias, caracterizando uma comunidade mais heterotrófica (Schwarzbald *et al.*, 1990). Ainda de acordo com Schwarzbald *et al.* (1990), na fase seguinte ocorre rápida colonização de algas, acarretando em uma fase mais autotrófica e, por fim, com o período de senescência, o aporte de material orgânico continua, mas o incremento de massa algal fotossinteticamente ativa é proporcionalmente menor, levando novamente a uma comunidade mais heterotrófica. A escala temporal em que esse desenvolvimento ocorre é de poucas semanas. Dessa forma, a escolha do tempo adequado de colonização do perifíton em pesquisas ecológicas é crucial para que hipóteses sejam testadas e inferências possam ser feitas de maneira adequada.

De acordo com Azim & Asaeda (2005), embora alguns estudos reportem que uma parte importante da composição perifítica não é de origem algal, pouca atenção tem sido dada para quantificar a natureza dos componentes heterotróficos e a maior parte da literatura existente descreve a diversidade taxonômica das algas e, algumas vezes limitam-se apenas às espécies de diatomáceas. Assim, o papel dos organismos heterotróficos presentes no perifíton e os mecanismos que regulam e influenciam a estrutura e dinâmica dessa comunidade tem sido amplamente negligenciados (Peters *et al.*, 2007). Vários autores criticam a escassez de tais pesquisas, tanto no Brasil (Bicudo *et al.*, 1995; Huszar *et al.*, 2005; Pereira *et al.*, 2007), como em outras partes do mundo (Duggan, 2001; Arora & Mehra, 2003; Azim & Asaeda, 2005; Schroeder *et al.*, 2012; Torkowska-Kukuryk & Mieczan, 2012). Essa carência de informação surpreende uma vez que o perifíton é considerado um componente chave em ecossistemas com regiões litorâneas rasas, tanto em lagos como em rios (Peters *et al.*, 2007), bem como em planícies de inundação (McCormick & Stevenson, 1998).

De acordo com França *et al.* (2011), estudos sobre a sucessão de algas perifíticas em ambientes tropicais são escassos. Considerando os constituintes heterotróficos do perifíton, os estudos são ainda mais incipientes. Em estudos com algas perifíticas em ambientes tropicais, tem sido reportado que o tempo necessário para que a comunidade alcance um estágio maduro de desenvolvimento é de mais ou menos três semanas (Pompêo & Moschini-Carlos, 2003; Rodrigues & Bicudo, 2004; Siqueira, 2008). Tendo em vista que ao longo do desenvolvimento da comunidade os componentes autotróficos e heterotróficos se alternam quanto à sua importância relativa, espera-se

que o tempo para a colonização dos componentes heterotróficos seja distinto do reportado para as algas.

Nesse sentido, os objetivos do presente estudo foram investigar a influência do pulso hidrossedimentológico, bem como, das oscilações diárias do nível hidrométrico sobre a composição e densidade da fração heterotrófica da comunidade perifítica (rotíferos, amebas testáceas e microcrustáceos) durante o processo de colonização em um ambiente da planície de inundação do alto rio Paraná. As seguintes hipóteses foram testadas: (i) a composição da fração heterotrófica da comunidade se diferencia durante a limnofase e potamofases; e (ii) a densidade dos organismos é positivamente correlacionada com os valores do nível hidrométrico.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado em um trecho da planície de inundação do alto rio Paraná, localizado 30 km à jusante do reservatório de Porto Primavera. Este trecho do rio apresenta padrão multicanal, largura variada, profundidade média de 4 m e muitas ilhas e barras (Souza-Filho & Stevaux, 1997). Nessa planície está inserida a Área de Proteção Ambiental das Ilhas de Várzea do rio Paraná.

O experimento foi desenvolvido no ressaco Pau Véio (22°44'S; 53°15'W), localizado em uma das ilhas da calha do rio (Ilha Mutum) (Fig. 1). Esse ambiente constitui um antigo canal do rio, que foi fechado no extremo anterior por deposição de bancos de areia, e apresenta comunicação direta com o mesmo no seu extremo distal. Na região litorânea do ressaco pode ser observada a ocorrência de extensos bancos de macrófitas aquáticas multiespecíficos, com destaque para *Eichhornia azurea* e macrófitas submersas como *Egeria* e *Cabomba*.

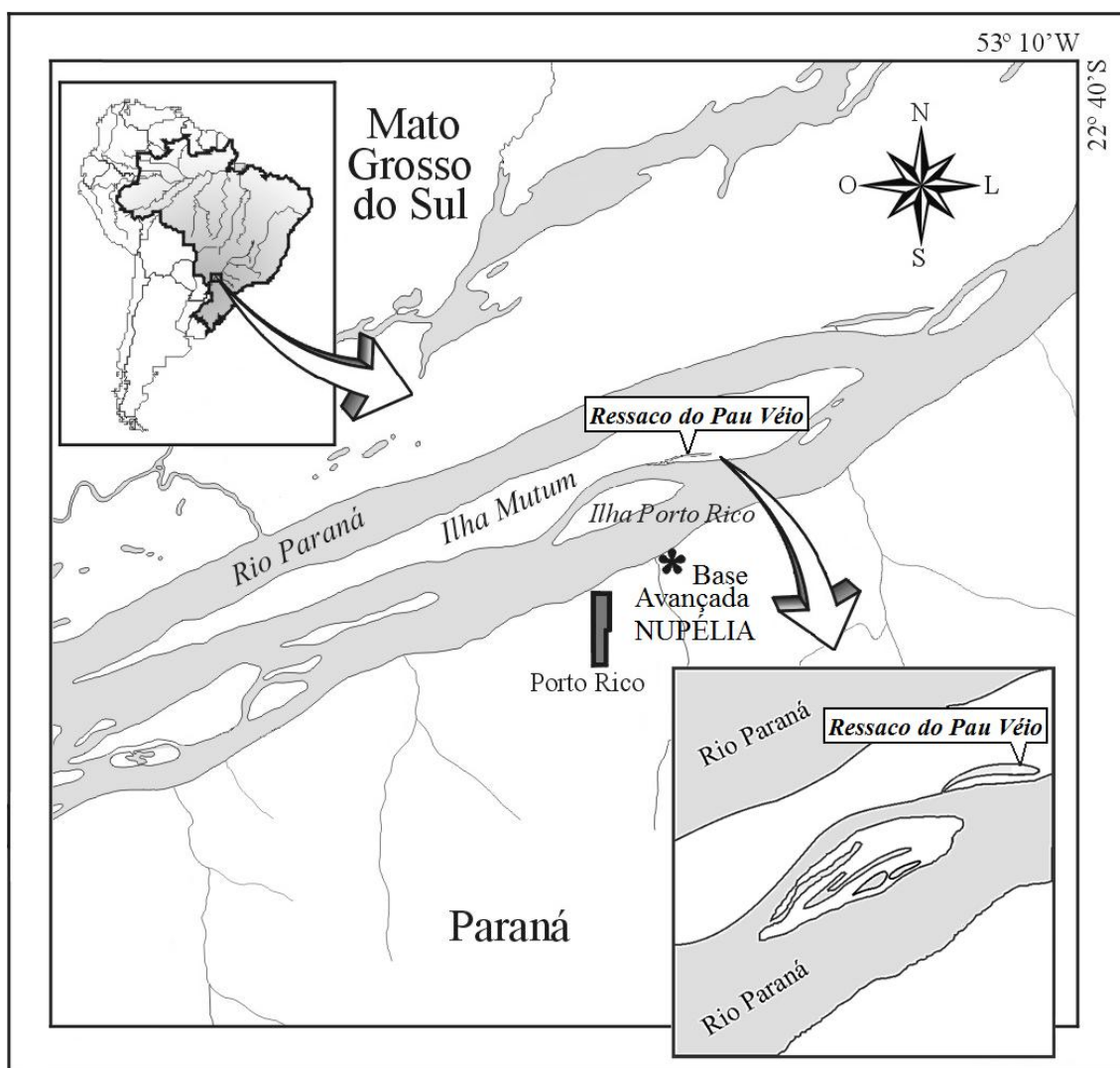


Figura 1. Área de estudo com localização da estação de coleta na planície de inundação do alto rio Paraná.

## 2.2 DESENHO EXPERIMENTAL

O presente estudo foi realizado durante dois períodos em cada fase do ciclo hidrossedimentológico: limnofase (L1), entre setembro e outubro de 2009, potamofase (P1) entre fevereiro e abril de 2010, limnofase (L2) entre agosto e setembro de 2010 e potamofase (P2) entre fevereiro e abril de 2011. Em cada um dos períodos, foram instalados na região litorânea, a aproximadamente 170 metros da entrada do ressaco, suportes de madeira com lâminas de vidro ( $n=300$  por período) dispostas verticalmente (Figs. 2 e 3). O experimento durou 40 dias em cada período.

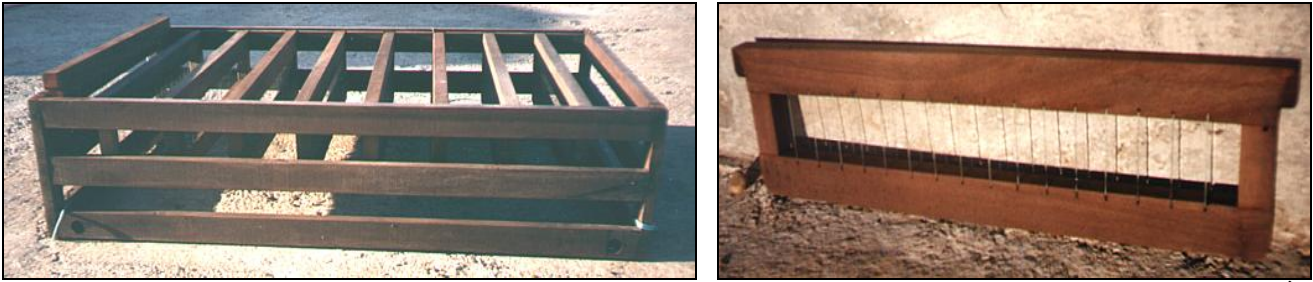
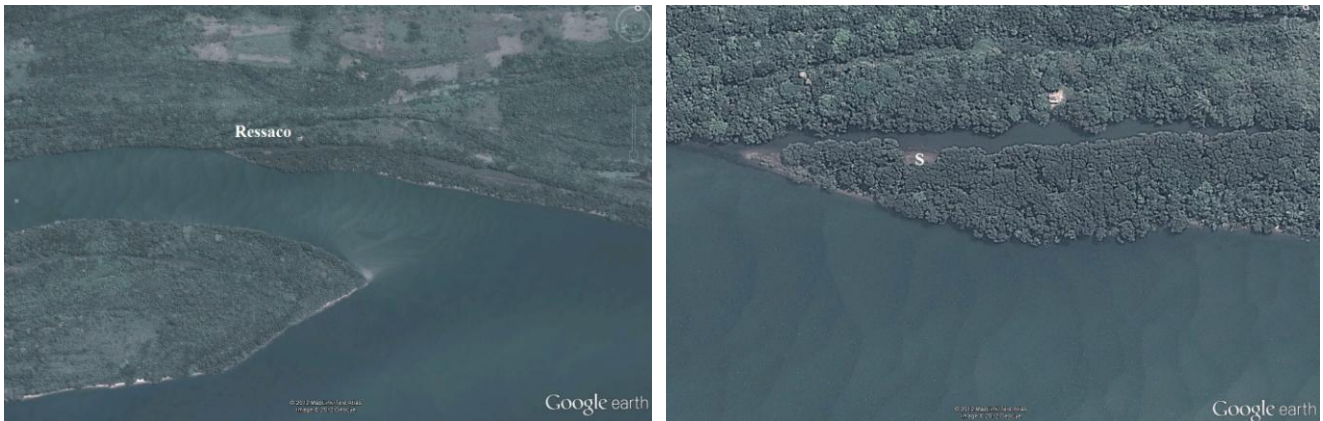


Figura 2 - Suporte de madeira onde foram colocados os substratos artificiais para colonização do perifíton. À esquerda, suporte com as gavetas e, à direita, detalhe de uma das gavetas com as lâminas de vidro.



Figuras 3 - Imagens do ressaco onde os suportes foram instalados. À esquerda, imagem geral da localização do ressaco e, à direita, detalhe do local onde os suportes foram instalados (S).

### 2.3 AMOSTRAGEM

Foram coletadas 6 lâminas, ao acaso, em cada amostragem que foram realizadas no 1°, 4°, 7°, 10°, 14°, 18°, 22°, 26°, 30°, 34° e 40° dias de colonização, totalizando 11 amostragens (em tréplicas) por período analisado. Das lâminas coletadas, três foram acondicionadas em câmaras úmidas e mantidas em caixa térmica com gelo para posterior remoção do perifíton e análise da riqueza e densidade dos organismos. As outras três lâminas foram acondicionadas em frascos de vidro encapados com papel laminado e destinadas para a análise laboratorial da concentração de clorofila-*a*.

O ambiente onde o estudo foi conduzido apresentou alterações quanto à presença de macrófitas aquáticas durante as campanhas. Na primeira campanha (L1), os suportes foram colocados em meio a bancos de *Eichhornia azurea* e o mesmo foi feito na segunda campanha (P1). Porém durante o período de amostragem da P1, este banco foi diminuindo até que no final já havia sido totalmente carregado devido à cheia. Nas duas campanhas seguintes (L2 e P2) os suportes foram instalados fora de bancos de *E. azurea*, uma vez que esses estavam presentes no ambiente mas com menor densidade e em locais distantes de onde os suportes seriam instalados. Em todas as campanhas foram observados bancos de macrófitas submersas, principalmente na entrada do ressaco e próximos ao local onde os suportes foram instalados (Fig. 4).





Figura 4 - Imagens dos suportes instalados em cada campanha. Imagens acima: L1 e P1, (esquerda e direita, respectivamente), e abaixo, L2 e P2 (esquerda e direita, respectivamente).

## 2.4 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

As seguintes variáveis físicas e químicas foram determinadas concomitantemente às amostragens dos organismos perifíticos: temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), através de aparelho digital portátil marca YSI; oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ), através de oxímetro digital portátil marca YSI; pH, através de potenciômetros de campo Digimed e condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), através de potenciômetros de campo Digimed; profundidade e transparência (profundidade de desaparecimento do disco de Secchi) (cm).

Os valores do nível hidrométrico (manhã e tarde) foram obtidos a partir da régua fluviométrica localizada na Base Avançada de Pesquisa do Nupélia, no município de Porto Rico - PR. Os valores de pluviosidade foram obtidos junto a Agência Nacional das Águas (ANNA) e são provenientes da Estação Porto São José, próxima ao local onde foram realizados os experimentos (aproximadamente 10 km).

## 2.5 ANÁLISE EM LABORATÓRIO

### 2.5.1 Clorofila-*a*

Para obtenção dos valores da concentração de clorofila-*a* o material foi removido dos substratos artificiais utilizando lâminas de aço e jatos de água destilada. Este material foi filtrado utilizando-se uma bomba a vácuo e filtros de fibra de vidro SeS GF 52-C. Posteriormente, os filtros foram dobrados com papel alumínio e guardados em *freezer*. No laboratório de Limnologia Básica do Nupélia, foi realizada a extração dos pigmentos utilizando-se acetona 90% a frio como solvente. Os filtros foram macerados em condições de ausência parcial de luz e, em seguida, centrifugados. O sobrenadante foi reservado e a leitura realizada em espectrofotômetro nos comprimentos 663 nm e 750 nm, corrigida para feofitina (Nusch & Palme, 1975). Os cálculos foram realizados segundo a fórmula descrita em Wetzel & Likens (2000).

### 2.5.2 Riqueza e densidade dos organismos perifíticos

O material foi removido dos substratos artificiais, utilizando-se lâminas de aço e jatos de água destilada. O perifíton era removido das lâminas antes de cada análise e as demais amostras eram mantidas a baixa temperatura até o término da análise da amostra anterior, para reduzir o metabolismo dos organismos. As amostras foram analisadas "*in vivo*" e integralmente. Este procedimento foi adotado devido à grande quantidade de espécies desprovidas de lóricas entre os rotíferos perifíticos, o que dificulta a identificação destes quando fixados, em decorrência da contração de suas estruturas.

A identificação e contagem dos organismos foram realizadas sob microscópio óptico (Olympus CX41) em câmaras de Sedgwick–Rafter utilizando quando necessário, lâminas, glicerina, hipoclorito de sódio e lamínulas para a identificação. Os microcrustáceos e espécies mais ágeis de rotíferos foram triados previamente e separados em gotas postas em lâminas para identificação. Para identificação dos táxons utilizou-se bibliografia especializada. A densidade dos organismos foi expressa em  $10^3 \text{ ind cm}^{-2}$  e para essa estimativa foi calculada a área de cada lâmina amostrada, considerando a área de um retângulo ( $\text{cm}^2$ ). Devido à baixa representatividade dos cladóceros e copépodes, estes foram agrupados e tratados como microcrustáceos. Pelo fato de os copépodes apresentarem grande diversidade de hábitos alimentares ao longo dos diferentes estágios de desenvolvimento, além de tamanhos diferentes (Esteves, 1998), as formas jovens de náuplio e copepoditos foram tratadas como unidades taxonômicas distintas.

## 2.6 DIVERSIDADE DE ESPÉCIES

A diversidade de espécies ( $H'$ ) da comunidade foi estimada através do índice de Shannon. A fim de quantificar as alterações temporais na composição de espécies ao longo dos estágios sucessionais, o índice de diversidade Beta,  $\beta$ -2, (Harrison *et al.*, 1992) foi calculado. Este índice pode ser utilizado para medir como a composição de espécies muda ao longo de um gradiente espacial ou temporal. Todos estes índices foram gerados através do programa PAST que é um programa livre, disponível no site <http://folk.uio.no/ohammer/past> (Hammer *et al.*, 2003). Os gráficos foram elaborados no pacote estatístico STATISTICA 7.1 (Statsoft Inc., 2005).

## 2.7 ANÁLISE E TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Para testar a hipótese de que as composições das comunidades eram diferentes entre as limnofases e potamofases, foi realizada uma análise canônica de coordenadas principais (CAP) (Anderson & Willis, 2003). Esta análise é semelhante à PERMANOVA, porém mais aconselhável quando as amostras possuem autocorrelação (Anderson & Robinson, 2003) e foi realizada com o programa CAP (Anderson, 2004). As campanhas (L1, L2, P1 e P2) foram os fatores fixos e utilizou-se todas as amostras para a permutação ( $n=33$  por campanha,  $n=132$  no total) e a medida de dissimilaridade de Bray-Curtis como descritora de distância. A significância das relações foram testadas com 999 permutações. Os eixos resultantes foram utilizados para confeccionar um gráfico para análise visual de como os grupos se diferenciavam. Para testar quais grupos apresentavam diferenças significativas recorreu-se ao MULTIV (Pillar, 2006). Os dois programas foram utilizados, uma vez que o CAP testa apenas a diferença entre os grupos e o MULTIV discrimina quais grupos são diferentes. Para todas as análises, o nível de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ .

A hipótese de que a densidade dos organismos aumenta positivamente com os maiores valores do nível hidrométrico foi testada por meio de uma regressão linear simples. Utilizou-se como variável dependente a densidade dos organismos ( $10^3$  ind  $\text{cm}^{-2}$ ) e como variável independente a média dos últimos cinco valores de nível hidrométrico antes de cada amostragem (valor da manhã no dia da amostragem, e os valores da manhã e tarde dos dois dias anteriores). Esta análise foi realizada com o pacote estatístico STATISTICA 7.1 (Statsoft Inc., 2005).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 REGIME HIDROLÓGICO E VARIÁVEIS ABIÓTICAS

O nível de transbordamento do rio Paraná, utilizado para distinguir os períodos de limnofase e potamofase em cada ciclo hidrossedimentológico, é de 3,5 m (Thomaz *et al.*, 2004). Valores abaixo desse limiar indicam períodos de limnofase e, acima, potamofase. Devido à influência dos reservatórios a montante e o regime de chuvas, os períodos caracterizados como limnofase e potamofase foram distintos uns dos outros, sendo que apenas a L2 foi inteiramente compreendida dentro da variação do nível que a caracteriza dentro do ciclo hidrológico. Apesar disso, os outros períodos (L1, P1 e P2) foram caracterizados com predomínio dentro de cada valor de nível hidrométrico correspondente ao seu respectivo limite, acima ou abaixo de 3,5 m, com poucos dias acima ou abaixo desse limiar. O período de potamofase P2 apresentou maior intensidade e duração (Fig. 6). A diminuição do nível hidrométrico para valores abaixo do patamar de transbordamento de 3,5m no 7º dia de colonização durante P1 e P2, provocou um retrocesso na sucessão das comunidades durante as potamofases, o que levou os valores de densidade serem atingidos mais tarde do que durante as limnofases (L1 e L2) (ver também Fig. 12).

Em relação à pluviosidade, também não ocorreu separação distinta entre os períodos de limnofase e potamofase, com os maiores valores sendo registrados em L1 e P2 (Figs. 5 e 7).

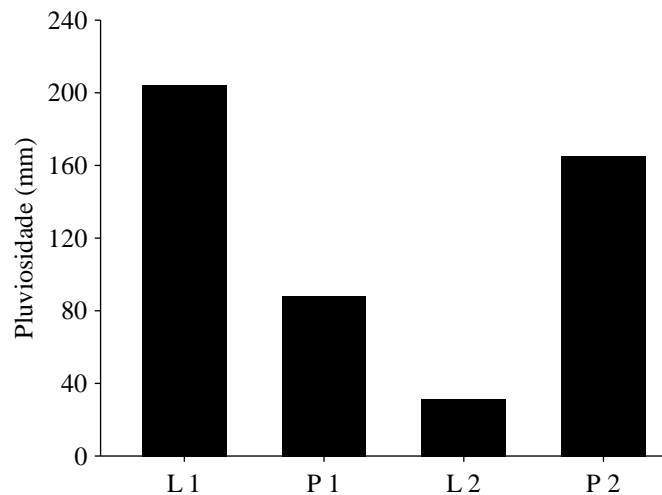


Figura 5 - Valores totais de precipitação (mm) registrados durante os períodos.

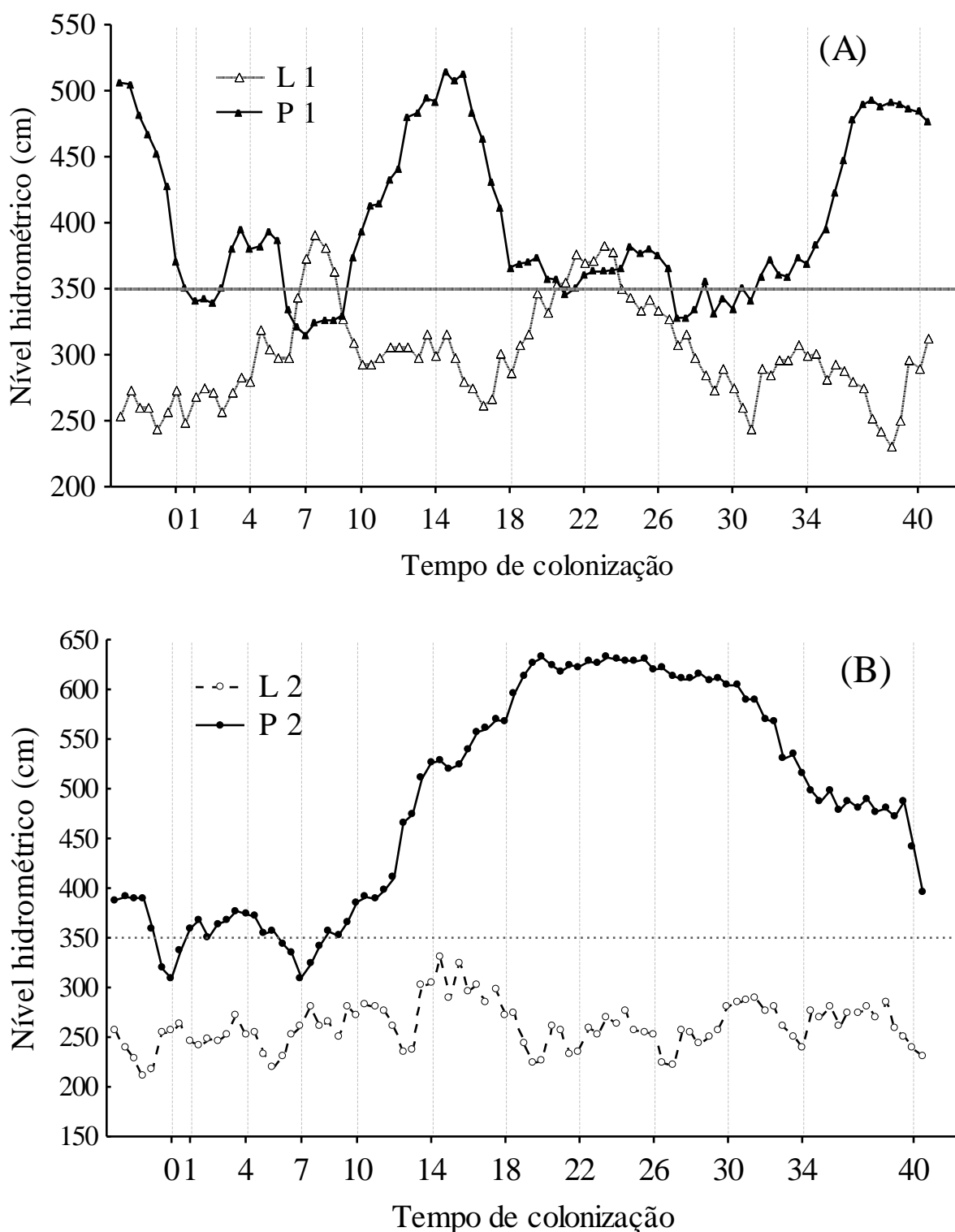


Figura 6 - Valores diários do nível hidrométrico registrados nos períodos matutino e vespertino ao longo do tempo dos experimentos. A linha tracejada horizontal indica o nível de transbordamento. O tempo de colonização (em dias) indica os tempos em que foram realizadas as coletas e o tempo zero, quando os suportes com os substratos foram instalados. Legenda: (A) L1 e P1; (B) L2 e P2.

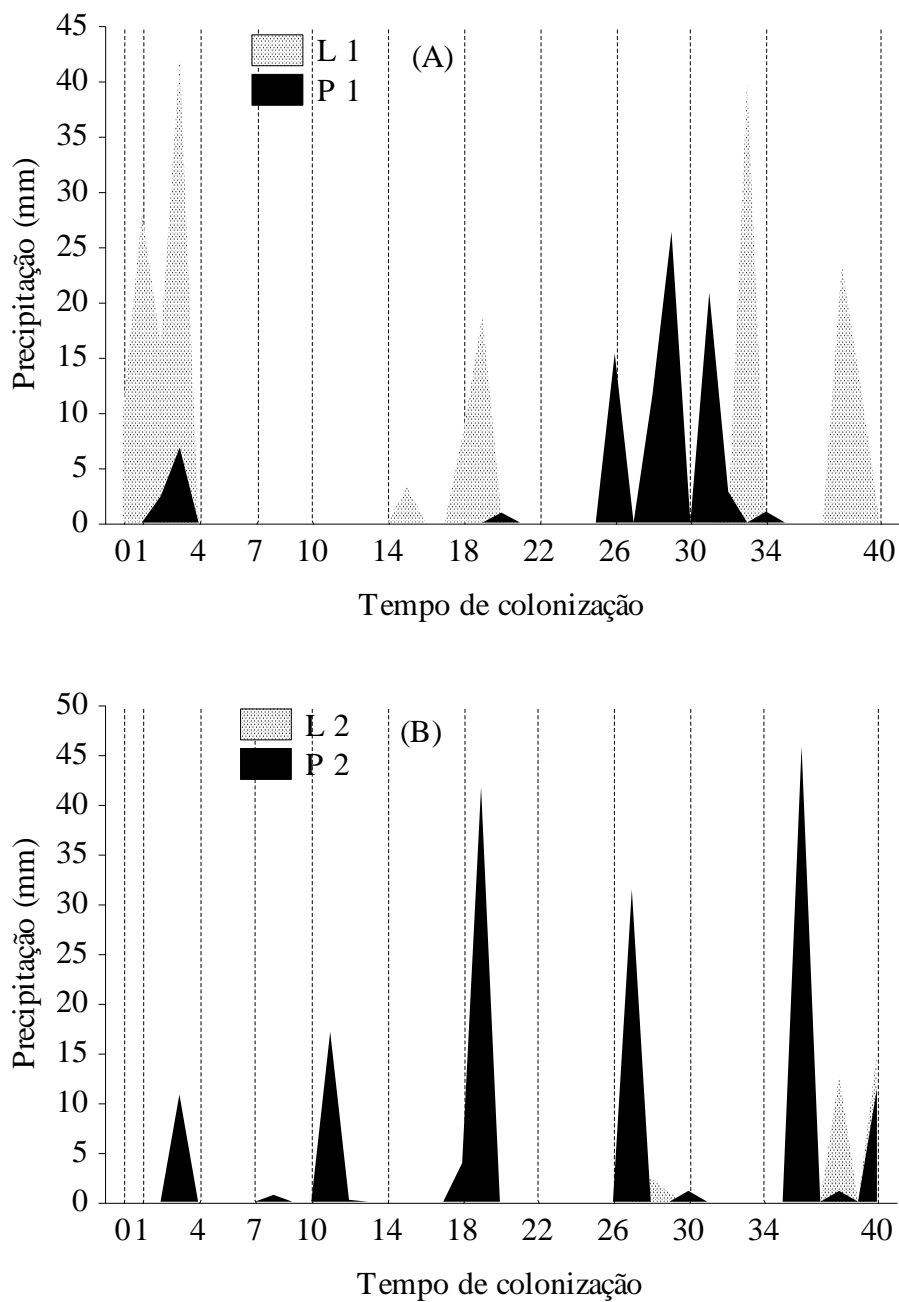


Figura 7 - Valores diários de precipitação (mm) em cada período. As linhas verticais tracejadas indicam os dias em que foram realizadas as coletas e o tempo zero, o dia em que os suportes foram instalados. A: L1 e P1; B: L2 e P2.

As diferenças mais conspícuas entre as variáveis abióticas obtidas nas diferentes campanhas foram observadas para temperatura, transparência, profundidade e nível hidrométrico, sendo que todas essas variáveis apresentaram maiores valores durante as potamofases (Tab. I).

Tabela I - Parâmetros físicos e químicos medidos no local das amostragens em cada período ao longo do desenvolvimento do estudo. O tempo zero foi quando os suportes foram instalados. Os valores de transparência correspondem à profundidade de desaparecimento visual do disco de Secchi e ST = Secchi total.

Limnofase 2009 (L1)													
Tempo (dias)	0	1	4	7	10	14	18	22	26	30	34	40	Min - Max
Temperatura (°C)	23,2	23,4	23,8	22,3	22,4	24,2	22,6	22,9	22,7	24,4	24,6	24,6	22,3 - 24,6
Condutividade ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	49,3	49,9	50,3	50,3	52,2	54,2	52,5	55,5	56,9	59,3	58	55,3	49,3 - 59,3
Transparência (cm)	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	80 - 185
Profundidade (cm)	85	80	90	185	105	110	95	180	145	90	115	100	80 - 185
Nível hidrométrico (cm)	273	269	281	374	294	300	287	370	334	276	300	290	269 - 374
pH	6,98	6,73	7,03	7,1	6,43	6,79	6,72	7,31	6,78	6,75	7	7,53	6,43 - 7,53
O <sub>2</sub> dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ )	7,2	5,9	5,25	5,88	3,15	4,5	4,89	7,69	6,4	5	4,4	6,02	3,15 - 7,69
Potamofase 2010 (P1)													
Tempo (dias)	0	1	4	7	10	14	18	22	26	30	34	40	Min - Max
Temperatura (°C)	30	30,9	28,3	27,2	28,5	28,3	28,3	28,2	28,2	28,1	27,8	27,6	27,2 - 30,9
Condutividade ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	76,4	81	64,9	72,6	74,2	73,8	72,6	67,9	65,3	65,4	59,4	59,2	59,2 - 81
Transparência (cm)	160	ST	ST	ST	ST	185	120	125	180	155	ST	300	120 - 300
Profundidade (cm)	220	190	230	165	240	340	215	210	225	200	220	325	165 - 340
Nível hidrométrico	371	340	380	315	393	492	366	360	375	335	369	484	315 - 492
pH	7,19	6,99	7,14	6,66	7,24	7,45	7,26	7,21	7,06	6,72	6,72	7,2	6,66 - 7,45
O <sub>2</sub> dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ )	6,2	4,78	6,42	3,53	7,41	7,96	6,34	7,01	7,37	5,56	10,68	10,48	3,53 - 10,68
Limnofase 2010 (L2)													
Tempo (dias)	0	1	4	7	10	14	18	22	26	30	34	40	Min - Max
Temperatura (°C)	18,8	18,6	19,1	20,6	21,2	21,7	22,5	21,3	22,7	21,8	22,8	23,2	18,6 - 23,2
Condutividade ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	58,1	57,4	57,1	57,4	57,5	57,3	56,3	58	58,8	58,2	57,9	58,1	56,3 - 58,8
Transparência (cm)	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	50 - 115
Profundidade (cm)	70	60	65	75	85	115	90	50	65	95	60	60	50 - 115
Nível hidrométrico	257	246	252	261	271	304	272	234	253	280	240	240	234 - 304
pH	7,18	6,81	6,56	7,06	7,07	7,26	6,62	6,64	7,12	7,08	6,88	6,8	6,56 - 7,26
O <sub>2</sub> dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ )	7,37	7	5,98	7,15	6,55	7,45	5,69	5,71	6,22	5,57	4,71	4,21	4,21 - 7,45
Potamofase 2011 (P2)													
Tempo (dias)	0	1	4	7	10	14	18	22	26	30	34	40	Min - Max
Temperatura (°C)	28,7	29,3	29	29,3	27,2	26,8	26,6	26,8	28	26,9	27,3	27,2	26,6 - 29,3
Condutividade ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	54,7	54,3	52,3	61,7	49	55,7	54,5	57,4	58	50,3	57,7	50,3	49 - 61,7
Transparência (cm)	130	130	ST	140	ST	240	270	220	230	180	195	155	130 - 270
Profundidade (cm)	157	205	210	160	215	315	355	425	420	385	305	280	160 - 425
Nível hidrométrico	309	359	374	310	386	526	568	623	620	604	516	442	309 - 623
pH	6,62	7,35	7,22	6,38	6,98	7,25	7,16	7,3	7,52	7,32	7,4	7,36	6,38 - 7,52
O <sub>2</sub> dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ )	4,07	5,9	4,58	2,78	5,54	8,32	8,48	7,89	7,15	8,72	8,06	7,23	2,78 - 8,72

### 3.2 ATRIBUTOS DA COMUNIDADE E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Ao longo do estudo foram registrados 248 táxons, sendo 142 táxons de rotíferos, 80 táxons de amebas testáceas, 18 de cladóceros e 8 de copépodes. Os táxons estiveram distribuídos em 32 famílias (19 famílias de rotíferos, 9 de amebas testáceas, 3 de cladóceros e 1 de copépode) e 63 gêneros (39 de rotíferos, 13 de amebas testáceas, 9 de cladóceros e 2 de copépodes) (Anexo I).

Os maiores valores de riqueza (expressos em número de táxons) foram registrados durante a L1 e P2 com 150 táxons em ambos os períodos, seguidos por P1 com 104 táxons e L2 com 83 táxons. Os rotíferos apresentaram os maiores valores em todas as fases, seguidas pelas amebas testáceas e, por último, os microcrustáceos (Fig. 8).

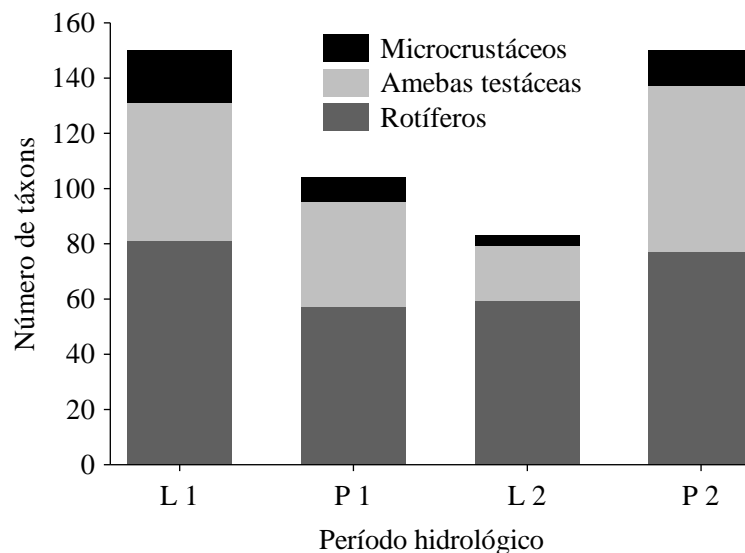


Figura 8 - Total do número de táxons de rotíferos, amebas testáceas e microcrustáceos registrados em cada período.

Em relação a cada período de colonização, os maiores valores de riqueza foram observados no 10º dia de colonização durante a L1 e P1. No entanto, a comunidade apresentou um rápido aumento na riqueza e atingiu o maior valor desse atributo no 7º dia durante o P2 enquanto que em L2 foi observado um incremento mais lento e progressivo até o final do tempo de colonização, no 40º dia (Fig. 9).



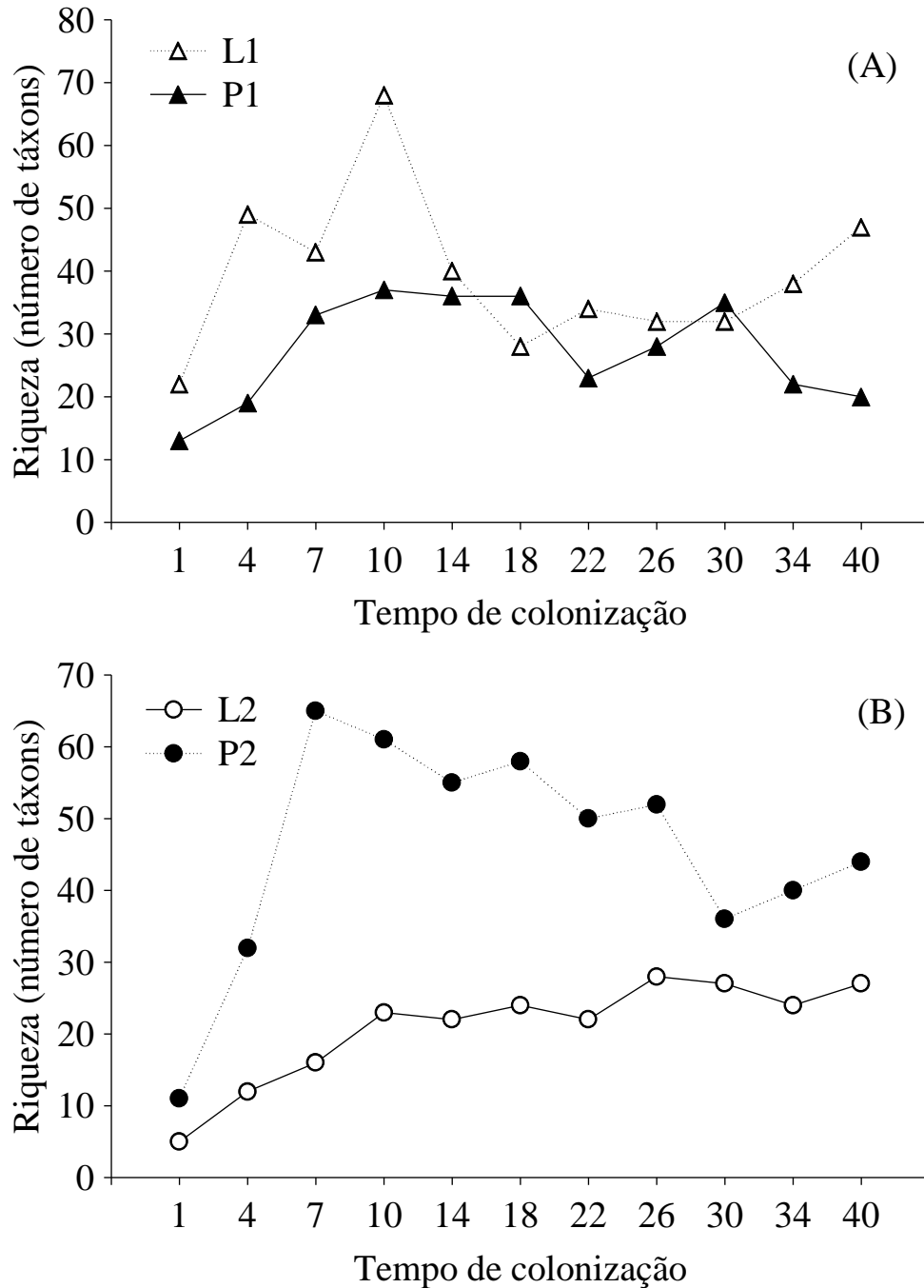


Figura 9 – Valores médios do número de táxons (n=3) registrados ao longo dos 40 dias de colonização em cada período: (A) L1 e P1; (B) L2 e P2.

Em relação à densidade, os maiores valores foram registrados durante as potamofases, sendo que durante a P2 foi registrado um valor maior do que nas outras três fases somadas (aproximadamente 55%). Os rotíferos apresentaram os maiores valores, seguidos pelas amebas testáceas, exceto na L2 quando os microcrustáceos foram mais abundantes do que estas últimas,

devido principalmente à presença de náuplios (Fig. 10). Correlações positivas entre o nível hidrométrico e maiores valores de abundância foram registradas ( $R^2 = 0,6955$ ; e  $p \leq 0,05$ ) (Fig. 11).

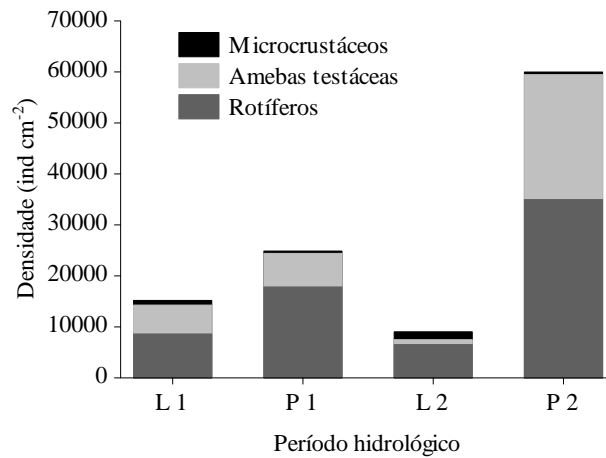


Figura 10 – Densidade total ( $10^3$  indivíduos por  $\text{cm}^2$ ) de rotíferos, amebas testáceas e microcrustáceos registrados em cada campanha.

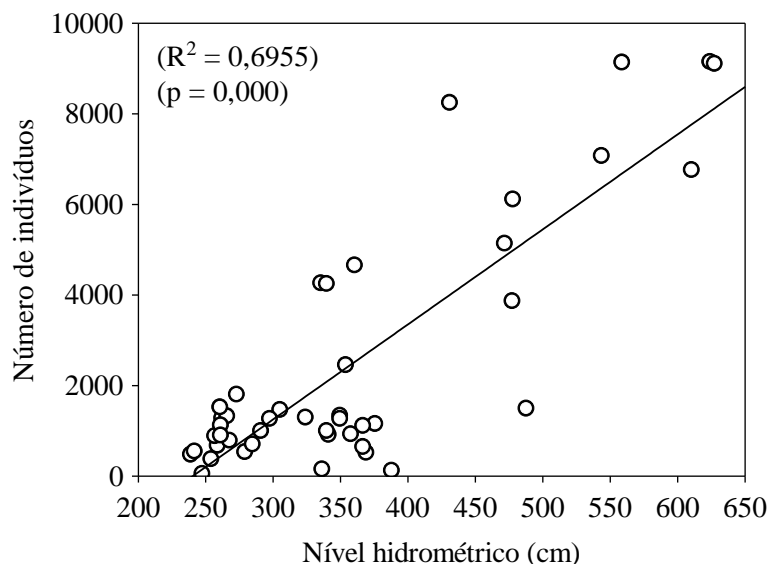


Figura 11 - Regressão linear entre o número de indivíduos e o nível hidrométrico do rio Paraná.

Considerando a densidade em cada um dos períodos, durante as potamofases, os maiores valores foram registrados no 18º dia de colonização. Especificamente, durante a P1 foi observada uma queda brusca após essa data e os valores mantiveram-se com baixos valores até o 40º dia, sendo que, na P2, os altos valores continuaram até o 26º dia. Em relação às limnofases, durante a L1, maiores valores foram registrados no 10º dia com posterior redução e baixos valores até o 40º dia de colonização, enquanto que durante a L2, apesar de um pequeno aumento também no 10º dia, os valores mantiveram-se similares, com pequenas oscilações durante todo o período de colonização (Fig. 12).

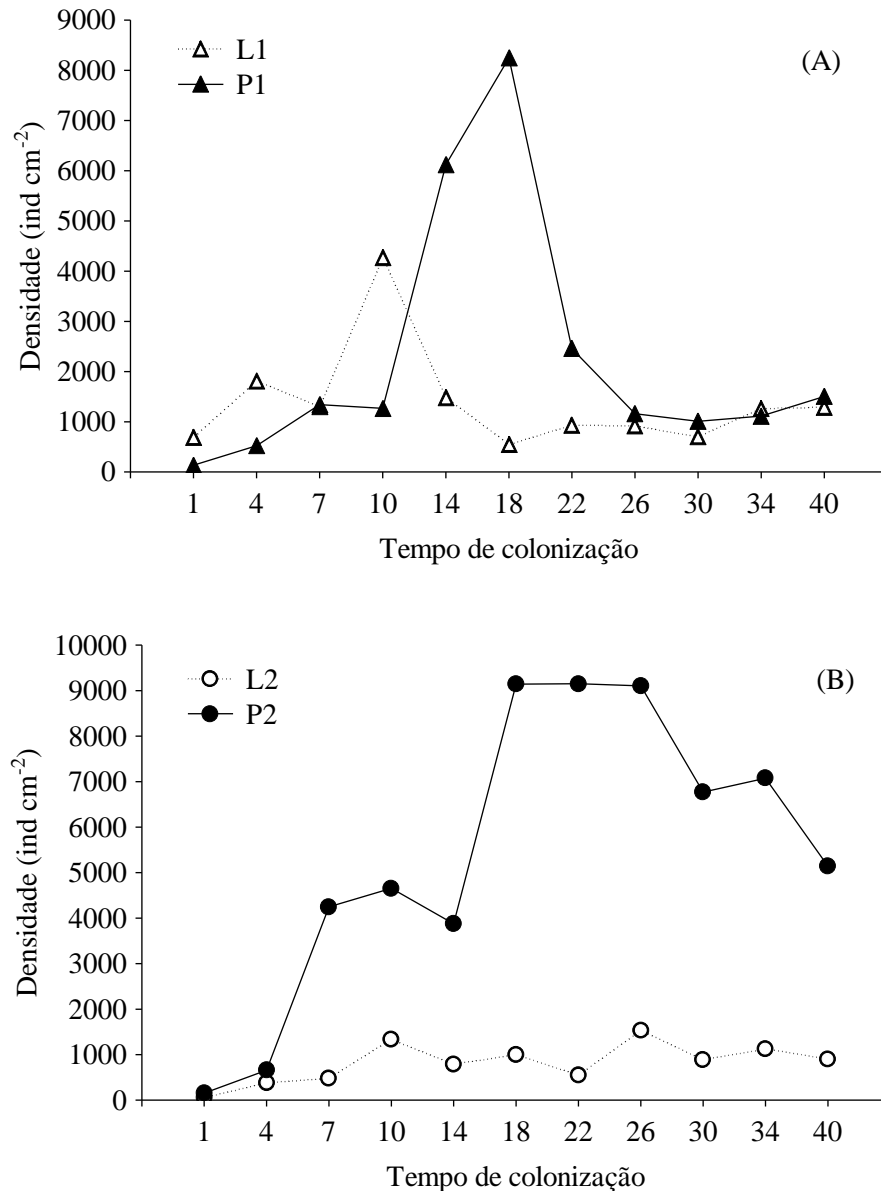


Figura 12 – Valores médios de densidade ( $10^3$  indivíduos por  $\text{cm}^{-2}$ ) ( $n=3$ ) ao longo dos 40 dias de colonização em cada período: (A) L1 e P1; (B) L2 e P2.

Esperava-se encontrar um padrão de colonização distinto entre os grupos estudados, com uma maior contribuição das amebas testáceas nos tempos iniciais de colonização, seguidas pelos rotíferos e com os microcrustáceos aumentando sua contribuição nos tempos finais de colonização. Um padrão nítido de colonização não foi encontrado durante o estudo, exceto durante a L1 e L2 quando os microcrustáceos tiveram um incremento no número de indivíduos a partir do 4º dia de colonização e durante a P2 onde o mesmo foi registrado para as amebas testáceas, porém com maior contribuição já no primeiro dia de colonização (Fig. 13). Ressalta-se a elevada contribuição das formas jovens de copépodos para a densidade dos microcrustáceos, sobretudo os náuplios de *Cyclopoida*.

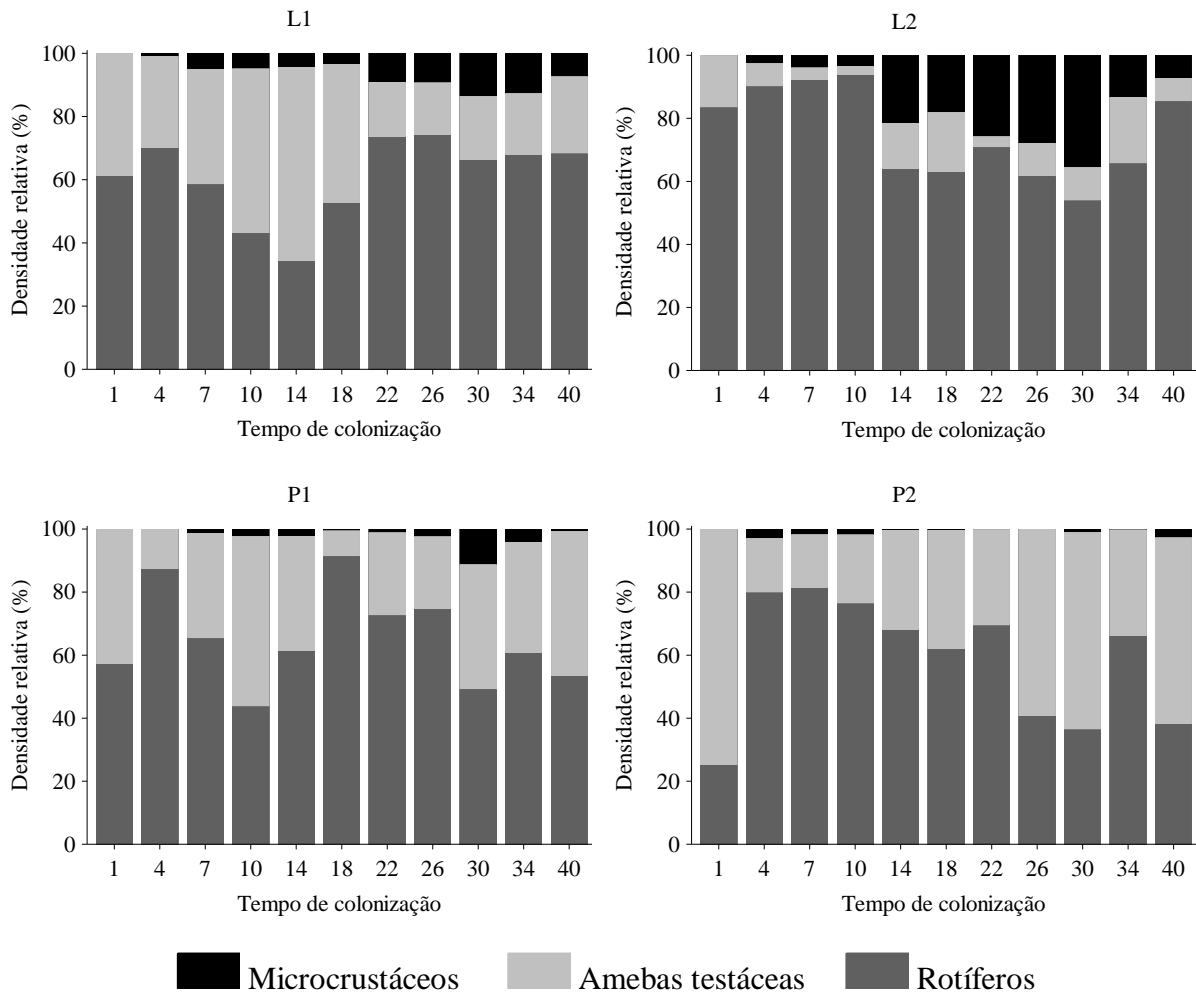


Figura 13 - Densidade relativa dos diferentes grupos estudados ao longo do tempo de colonização em cada período de amostragem.

Os maiores valores de clorofila-*a* foram observados nas potamofases, com comportamento semelhante ao registrado para a densidade dos organismos heterotróficos e, assim como para esse atributo, parecem estar relacionadas com as variações do nível hidrológico. Entretanto foram observados pequenos atrasos nas respostas, com a clorofila-*a* apresentando maiores valores em tempos diferentes e às vezes antes dos picos de abundância dos heterotróficos (e.g. como em P1), e às vezes comportamento inverso (e.g. durante a P2) (Fig. 14).

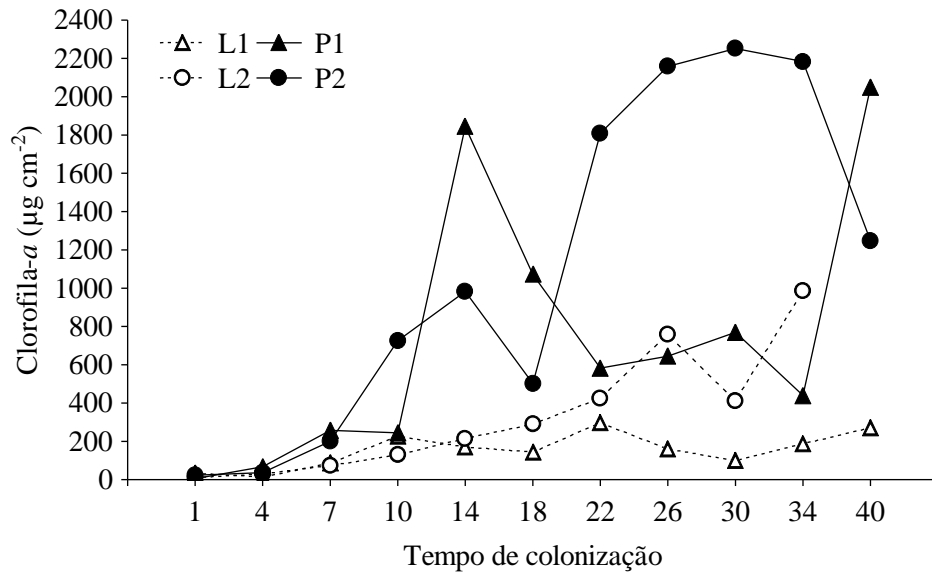


Figura 14 - Valores médios de clorofila-*a* ( $n=3$ ) ao longo do tempo de colonização em cada período. Note que o valor referente ao 40º dia de colonização durante a L2 não foi plotado devido à perda das amostras de clorofila-*a* referentes a essa data.

Em geral a comunidade apresentou um rápido aumento na diversidade, atingindo altos valores no 10º dia de colonização, com exceção das limnofases. Durante a L2, apesar de também ser observado um rápido aumento de diversidade no 10º dia, esses valores se mantiveram semelhantes até o 34º dia de colonização, quando as comunidades apresentaram o maior valor desse atributo. Já em L1, o maior valor foi registrado no 4º dia (Fig. 15).

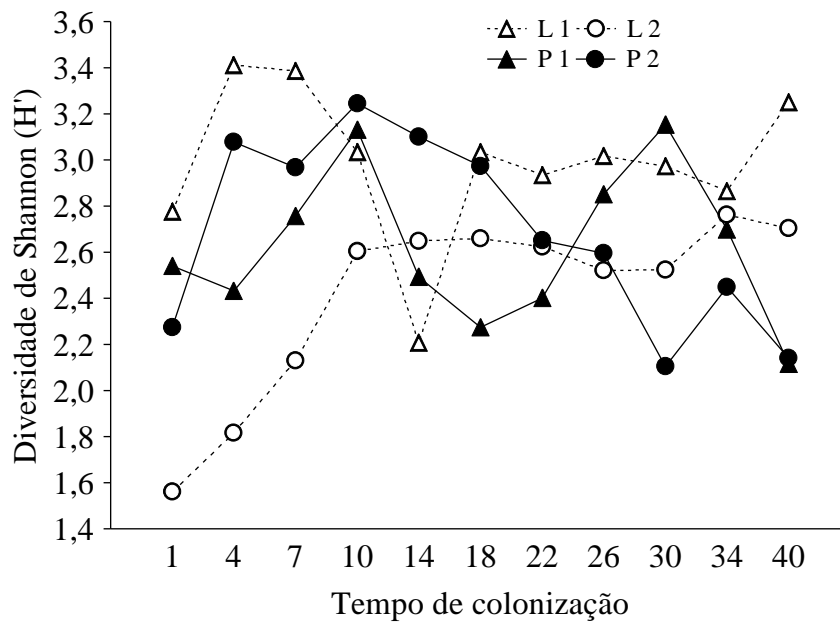


Figura 15 - Valores do índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) ao longo do tempo de colonização em cada período.

A substituição temporal dos táxons ao longo dos 40 dias de experimento, medida através do índice de diversidade  $\beta$ -2, foi mais pronunciada durante a L1 e ambas as potamofases. Por outro lado, uma baixa substituição dos táxons foi registrada durante a L2. No 10º dia de colonização as comunidades de todos os períodos apresentaram valores semelhantes, com baixa substituição de táxons (Fig. 16).

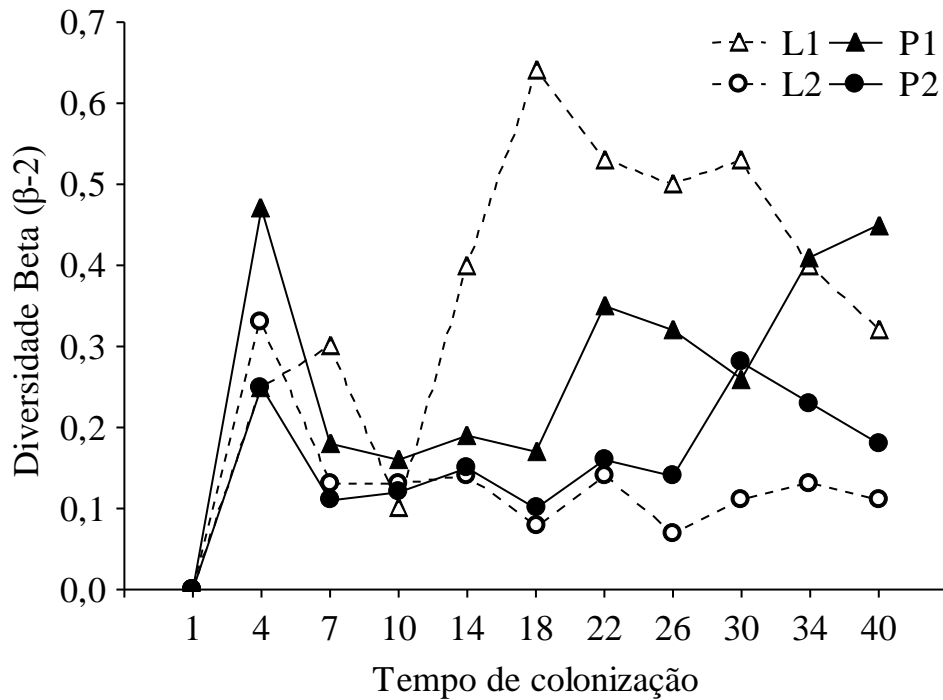


Figura 16 - Valores de diversidade  $\beta$  ( $\beta$ -2) ao longo do tempo de colonização em cada período. Valores próximos de zero indicam baixa alteração na composição específica (ou nenhuma alteração quando igual a zero), e próximos de um, uma maior alteração na composição (valor igual a um, significa completa substituição).

O resultado da análise canônica de coordenadas principais (CAP) mostrou que as comunidades analisadas nos quatro períodos apresentaram diferenças significativas quanto a composição de táxons e densidade de organismos ( $p=0,001$ ). Os dois primeiros eixos da CAP foram utilizados para ilustrar como os grupos das comunidades estão agrupados nos espaços reduzidos desses eixos (Fig. 17). Em uma combinação par a par, as comunidades amostradas durante os quatro períodos, também apresentaram diferenças significativas quanto à composição e densidade ( $p \geq 0,05$ ) (Tab. II).

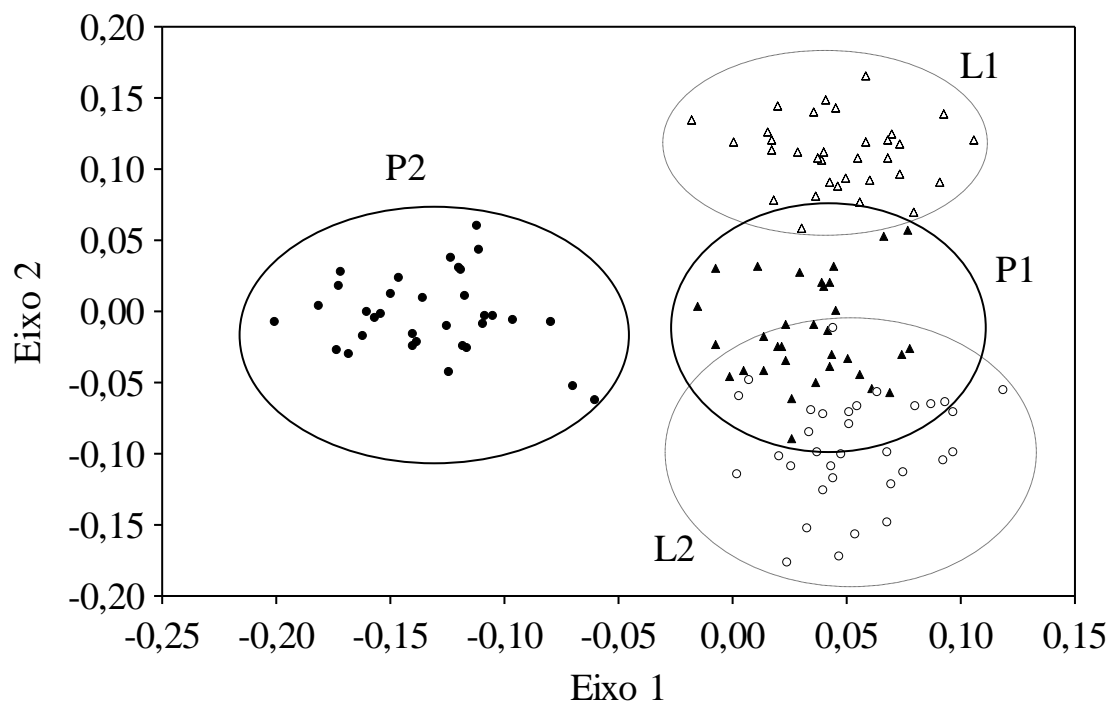


Figura 17 – Distribuição e agrupamento dos pontos no espaço reduzido pelos dois primeiros eixos da análise canônica de coordenadas principais em cada campanha.

Tabela II. Resultado do MULTIV mostrando as diferenças significativas entre cada (L1, P1, L2 e P2).

Fonte de variação	SS (Q)	Valor de p
Entre grupos	9,2006	
L1-P1	2,7899	0,001
L1-L2	2,9606	0,001
L1-P2	2,9192	0,001
P1-L2	2,5835	0,001
P1-P2	2,7476	0,001
L2-P2	4,4005	0,001
Dentre grupos	40,489	
Total	49,69	

## 4 DISCUSSÃO

Esperava-se que o tempo necessário para que a comunidade perifítica heterotrófica atingisse um estágio maduro de desenvolvimento fosse maior do que o tempo de 21 dias reportado para as algas perifíticas (Pompêo & Moschini-Carlos, 2003; Rodrigues & Bicudo, 2004; Siqueira, 2008). Isso devido ao fato de que uma comunidade bem estabelecida de algas proporcionaria uma maior disponibilidade de itens alimentares e também um hábitat mais complexo e heterogêneo devido à presença de algas de grande porte como as filamentosas o que favoreceria uma comunidade mais diversificada de organismos heterotróficos. No entanto, observou-se um rápido aumento na riqueza de espécies por volta do 7º e 10º dias de colonização, bem como maiores valores de diversidade e densidade, sendo que nas potamofases os maiores valores desse atributo foram observados no 18º dia.

No entanto, os maiores valores de densidade registrados no 18º dia de colonização durante as potamofases parecem estar relacionados à variação no nível hidrométrico que ocorreu nas duas potamofases por volta do 7º dia de colonização provocando um retrocesso nesse processo. Assim, o fato da maior densidade ter sido observada mais tarde nas potamofases pode ser explicado por essa perturbação. Pode-se inferir que, como registrado para as limnofases, 10 dias parece ser o tempo necessário para o desenvolvimento da comunidade de organismos heterotróficos no que diz respeito à riqueza e abundância dos organismos, uma vez que esse foi mais ou menos o tempo necessário para a comunidade responder a essa perturbação ocorrido no 7º dia durante as potamofases. A rápida colonização observada pelos organismos heterotróficos, com um tempo menor do que o reportado para as algas, pode estar relacionada a uma melhor capacidade de encontrar e colonizar os substratos disponíveis, devido a habilidades natatórias e de dispersão desses grupos.

Considerando estudos com algumas informações sobre a colonização de organismos perifíticos em ambientes tropicais, Vieira *et al.*, (2007), reportaram um tempo de 3 semanas de exposição de substratos artificiais para que os maiores valores de riqueza de amebas testáceas fossem registrados. Porém não fica claro o intervalo de tempo em que as coletas foram realizadas. Guevara-Cardona *et al.*, (2006) acompanharam a sucessão de organismos perifíticos heterotróficos em um rio da Colombia durante 10 semanas e observaram uma rápida colonização porém com valores maiores de densidade nos tempos intermediários de coleta. No entanto, as coletas foram realizadas em intervalos de 15 dias, tempo demasiado longo para organismos com ciclo de vida curto. No mesmo estudo, os protozoários (amebas testáceas, ciliados e flagelados) contribuíram com 62,33% da



abundância total, seguidos pelos rotíferos com 16,04%, Nematoda com 8,58%, Arthropoda com 8,23%, Annelida com 2,02%, Gastrotricha com 1,81% e Mollusca com 0,07%.

Em estudos com o mesmo enfoque mas em ambientes temperados, Peters *et al.* (2007) em um experimento realizado no lago Constança (na fronteira entre Alemanha, Suíça e Áustria) para avaliar a colonização de nematódeos, rotíferos, copépodos, ostrácodes, oligoquetas e tardigradas em substratos artificiais (placas de alumínio) encontraram que os rotíferos foram numericamente dominantes em todos os tratamentos. Além disso, neste mesmo estudo, foi observada uma rápida colonização e os nematódeos atingiram relativamente alta diversidade após apenas oito dias e o pico de diversidade após duas semanas de colonização. Estes autores sugerem que este padrão temporal de desenvolvimento indica uma grande habilidade de colonização destes organismos e adaptabilidade às alterações das condições ambientais. Por outro lado, um estudo realizado por Jax (1996) na Alemanha sobre a colonização de protozoários testáceos no perifíton, constatou que curtos períodos de tempo de exposição de substrato artificial (lâminas de vidro expostas verticalmente no ambiente durante um mês) não forneceram informações confiáveis sobre a tendência de estabelecimento dessa comunidade, especialmente no inverno, visto que a abundância e biomassa desses organismos foram muito menores do que as registradas em substratos expostos há mais tempo (por mais de dois anos). No entanto é importante salientar que as condições ambientais deste estudo foram bastante distintas das encontradas em ambientes neotropicais sendo que a variação da temperatura da água registrada por Jax (1996) foi de -2 °C a 16 °C com uma média anual de 6,6 °C.

No presente estudo, de uma forma geral não foi possível caracterizar um padrão no desenvolvimento da comunidade entre os distintos períodos. As comunidades em cada período apresentaram composição e densidade distintas. Essa diferença mesmo quando consideradas as mesmas fases do pulso, provavelmente está relacionada as peculiaridades encontradas em cada período estudado. Assim, em relação às limnofases, na L1 foi observada uma maior riqueza do que em L2, devido à presença de bancos de *Eichhornia azurea* próximo aos suportes, o que proporciona uma maior proteção contra perturbações provocadas por ventos ou ondas. Além disso, os bancos podem ser uma fonte de dispersão da qual as espécies podem partir para colonizar novos substratos. A presença dos bancos de *E. azurea* também sugere que os maiores valores de  $\beta$ -2 no período L1, foram determinados por processos de dispersão mais intensos. Entre as potamofases, a principal diferença encontrada esteve relacionada às intensidades da inundação entre P1 e P2 sendo que P1 foi marcada por várias oscilações do nível hidrométrico durante o processo de colonização, levando a retrocessos na comunidade perifítica, e em P2 ocorreu uma inundação mais intensa e com maior

duração refletindo em um desenvolvimento mais estável da comunidade após uma queda no início da colonização no 7º dia.

Com o aporte de nutrientes e o fato dos ambientes associados ao rio Paraná, mesmo nas potamofases, apresentarem baixos valores de turbidez, esperava-se um desenvolvimento mais intenso das algas perifíticas durante as cheias, o que acarretaria em um maior desenvolvimento dos organismos heterotróficos. E de fato, os valores registrados para a clorofila-*a* (uma estimativa da comunidade de algas no perifíton) foram semelhantes aos registrados para a densidade dos organismos heterotróficos, com maiores valores nas potamofases. Porém, como tanto os valores de clorofila-*a* como os de densidade, variaram de maneira semelhante às oscilações do nível hidrométrico, não é possível afirmar que a densidade dos heterotróficos estiveram relacionados com maior disponibilidade de recursos ou, por outro lado, os menores valores de clorofila-*a* estiveram relacionados com maiores taxas de herbivoria. No presente estudo, aparentemente, ambos foram controlados pelas oscilações do nível hidrométrico. Além disso, de acordo com Schroeder *et al.*, (2012), a clorofila-*a* é uma medida com resolução muito baixa para estabelecer uma ligação entre os organismos heterotróficos e suas fontes alimentares autotróficas, uma vez que os organismos heterotróficos do perifíton possuem espécies com ampla gama de especialização em relação aos seus recursos alimentares. Assim, independente da presença de algas no perifíton, tanto amebas testáceas como diversas espécies de rotíferos podem se alimentar de bactérias, material orgânico, pequenos ciliados e flagelados, entre outros.

Os ambientes aquáticos conectados ao rio Paraná possuem, em geral, baixa turbidez e baixas concentrações de fósforo e, além disso, algumas variáveis limnológicas (pH, condutividade elétrica e alcalinidade total) no rio Paraná, mantem-se constantes e independentes das oscilações dos níveis hidrométricos (Agostinho *et al.*, 2009). Portanto, a correlação entre o aumento dos valores do nível hidrométrico e maiores valores de abundância era esperada, uma vez que, a inundação proporciona o enriquecimento do ambiente devido ao aporte de nutrientes e materiais orgânicos e inorgânicos carreados das margens (Agostinho *et al.*, 2004). Além disso, esta relação já havia sido encontrada por Pereira *et al.* (2007) nesta mesma planície estudada. Por outro lado, mudanças abruptas no nível hidrométrico do rio Paraná, causada pela operação dos reservatórios a montante podem ser consideradas uma perturbação sobre a dinâmica da comunidade perifítica (Agostinho *et al.* 2009). No presente estudo essas perturbações refletiram, sobretudo, na diminuição da densidade dos organismos. Apesar disso, a comunidade perifítica respondeu com uma rápida recuperação quando as variações apresentaram menor amplitude ou se mantiveram mais ou menos constantes acima ou abaixo do limiar de transbordamento de 3,5 metros.

Estes resultados parecem contraditórios uma vez que as inundações agem como perturbação sobre o perifíton, reduzindo a densidade, mas promove um aumento nos valores desse atributo como confirmado pela correlação entre o aumento dos valores do nível hidrológico e a densidade dos organismos. Apesar das espécies perifíticas apresentarem adaptações para se fixarem no substrato, como dedos com órgãos adesivos na maioria dos rotíferos, ou pseudópodes no caso das amebas testáceas, muitos indivíduos podem ser carreados pelo aumento do fluxo provocado pelas inundações ou mesmo serem arrancados dos substratos juntos com massa algal. Resultados encontrados por Bonecker *et al.*, (1998) para outros ambientes dessa mesma planície corrobora esta interpretação pois a contribuição das espécies de rotíferos não tipicamente planctônicas (bentônicas e perifíticas) para o plâncton total aumentou durante a potamofase. Esta contribuição foi alterada de 47,4% e 41,3% durante a limnofase na lagoa e no rio principal respectivamente, para 53,5% na lagoa e 55,2% no rio durante a potamofase. Resultados semelhantes foram também observados em outros estudos nesta mesma planície de inundação para as amebas testáceas (Lansac-Tôha *et al.*, 2003), ciliados (Pauleto *et al.*, 2009) e microcrustáceos (Lima *et al.*, 1998, 2003). Assim, mesmo os substratos artificiais estando também passíveis dessas perturbações e perdendo indivíduos com as oscilações do nível hidrométrico, após esses eventos, uma grande quantidade de organismos carreados de outros substratos podem colonizá-los. Além disso, comunidades com estágios mais avançados de sucessão são mais suscetíveis a se desprenderem dos substratos e em qualquer ambiente natural espera-se que exista uma infinidade de diferentes estádios de sucessão com novos substratos surgindo e sendo colonizados, outros com diferentes idades de desenvolvimento e outros ainda, entrando em senescência. Assim a perturbação provocada pelas oscilações do nível hidrométrico, pode remover organismos dos substratos mas, por outro lado, aumentar o *pool* de espécies de potenciais novos colonizadores.

De acordo com Sousa (2009), o aumento do fluxo e turbulência da água acarretam em intensos processos de erosão e deposição, especialmente durante pulsos de cheia mais intensos, o que provavelmente, afetam as macrófitas submersas através de processos de revolvimento do sedimento e arrasto de plantas desenraizadas, somado ao estresse causado pela baixa disponibilidade de luz. Esse fato também pode ter provocado uma diminuição na disponibilidade de substratos para os organismos perifíticos durante as potamofases. Além disso, com cheias mais intensas, os organismos presentes nas macrófitas submersas, que foram observadas com grande densidade durante o estudo, ou mesmo no compartimento bentônico, podem se dispersar para evitar condições inóspitas, uma vez que com a redução da penetração de luz a produtividade das algas é afetada. Isso diminui a disponibilidade de alimentos e pode modificar as condições físicas e químicas no micro-hábitat

dentro da matriz perifítica, com a morte de componentes bióticos e levando os organismos não sésseis a procurarem novos substratos. Se ambientes favoráveis mudam e tornam-se inadequados para seus habitantes, organismos não sésseis podem se mover até encontrarem condições favoráveis novamente e o processo de seleção natural tende a eliminar indivíduos que não selecionam habitats ótimos (Wallace, 1978; Duggan, 2001).

Eventos perturbatórios sobre o perifíton, como variações do nível hidrométrico, causada pelos pulsos hidrossedimentológicos e pela ação antrópica através do manejo das comportas de reservatórios à montante afetam fortemente o funcionamento e a estrutura dessa comunidade (Rodrigues, 1998). Desta forma, o entendimento dos padrões sucessionais pode ser crucial em planos de manejo (Middleton, 1999), tendo em vista que estes padrões estão sujeitos a distintas respostas às perturbações e estão relacionadas à estabilidade da comunidade perifítica (Murakami *et al.* 2009). Nesse sentido, torna-se fundamental a identificação e quantificação dos fenômenos perturbatórios sobre a comunidade perifítica e a magnitude do impacto antrópico causado pela regulação artificial da vazão do rio, para um real entendimento da dinâmica funcional deste ecossistema (Rodrigues, 1998).

## 5 CONCLUSÃO

O tempo de colonização dos organismos perifíticos heterotróficos foi mais rápido do que o reportado para as algas, atingindo altos valores de densidade, riqueza, e diversidade no 10º dia de colonização. Isso demonstra uma maior capacidade de colonização desses em detrimento da menor habilidade de locomoção das algas. A colonização foi irregular, apresentando vários retrocessos durante a sucessão provocados por perturbações, principalmente grandes oscilações do nível hidrométrico. Para um melhor entendimento da sucessão dos organismos heterotróficos no perifíton são necessários estudos em ambientes onde a influência de perturbação seja menos intensa, como em lagoas isoladas. Fatores como a presença de fontes de dispersão e intensidade e duração dos pulsos hidrossedimentológicos foram responsáveis pela dissimilaridade da composição e densidade das comunidades analisadas em cada campanha. Além disso, a densidade dos organismos aumenta positivamente com o aumento do nível hidrométrico e as oscilações diárias do nível podem ser importantes estruturadoras da comunidade perifítica. Recomendam-se estudos que investiguem como essas pequenas oscilações podem influenciar o perifíton em ambientes conectados ao rio Paraná, mesmo quando essas oscilações não são intensas. Uma explicação possível para esse fato é que essas oscilações diárias do nível hidrométrico poderiam facilitar a dispersão dos organismos passivamente,

devido à movimentação das massas de água que entram e saem desses ambientes e aumentando as chances de encontrarem novos substratos.

## REFERÊNCIAS

- Agostinho AA, Gomes LC, Thomaz SM, Hahn NS, 2004. The Upper Paraná river and its floodplain: main characteristics and perspectives for management and conservation, p.381-393. In: S.M. Thomaz, N.S. Hahn & A.A. Agostinho (ed.) The Upper Paraná river floodplain physical aspects, ecology and conservation. Backhuys publishers.
- Agostinho AA, Bonecker CC, Gomes LC, 2009. Effects of water quantity on connectivity: the case of the upper Paraná River floodplain. *Ecohydrology & Hydrobiology* 1:99-113.
- Anderson MJ, 2004. CAP: a FORTRAN computer program for canonical analysis of principal coordinates. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand.
- Anderson MJ, Robinson J, 2003. Generalised discriminant analysis based on distances. *Australian and New Zealand Journal of Statistics* 45:301-318.
- Anderson MJ, Willis TJ, 2003. Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. *Ecology* 84:511-525.
- Arenas-Ibarra JA, 2008. Aplicações fluviológicas na planície de inundação do alto rio Paraná (PR-MS). Maringá: Universidade Estadual de Maringá – UEM. 41pp. Tese de doutorado.
- Arora J, Mehra NK, 2003. Species diversity of planktonic and epiphytic rotifers in the backwaters of the Delhi segment of the Yamuna river, with remarks on new records from India. *Zoological Studies* 42:239-247.
- Azim ME, Asaeda T, 2005. Periphyton structure, diversity and colonization, p. 15-33. In: M.E. Azim, M.C.J. Verdegem, A.A. van Dam & M.C.M Beveridge (eds.) *Periphyton: Ecology, exploitation and management*. CABI Publishing.
- Bicudo DC, Necchi-Júnior O, Chamixaes CBCB, 1995. Periphyton studies in Brasil: present status and perspectives, p.37-58. In: J.G. Tundisi, C.E.M. Bicudo & T. Matsumura-Tundisi (eds.) *Limnology in Brazil*. ABC/SBL.
- Bonecker CC, Lansac-Tôha FA, Rossa DC, 1998. Planktonic and non-planktonic rotifers in two environments of the Upper Paraná River floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 41:447-456.
- Cairns JJr, Stauffer JJr, Hocutt CH, 1979. Opportunities for maintenance and rehabilitation of riparian habitats: eastern United States, p.304-317. In: R.R. Johnson & J.F. McCormick (eds.) *Strategies for protection and management of floodplain wetlands and other riparian ecosystems*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep.
- Duggan IC, 2001. The ecology of periphytic rotifers. *Hydrobiologia*, 446/447:139-148.
- Esteves FA, 1998. Fundamentos de limnologia. Interciência, Rio de Janeiro: 602 pp.

- França RCS, Lopes MRM, Ferragut C, 2011. Structural and successional variability of periphytic algal community in a Amazonian lake during the dry and rainy season (Rio Branco, Acre). *Acta Amazonica* 41:257-266.
- Guevara-Cardona G, Reinoso-Flórez G, Villa-Navarro F, 2006. Comunidad de invertebrados del perifiton del río Combeima (Tolima, Colombia). *Revista Tumbaga* 1:43-54.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2003) *Past – Palaeontological Statistics*, ver. 1.79. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>. Acesso em: 21.05.2012.
- Harrison S, Ross SJ, Lawton JH, 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *Journal of Animal Ecology* 61:151-158.
- Huszar VLM, Bicudo DC, Giani A, Ferragut C, Martinelli LA, Henry R, 2005. Subsídios para compreensão sobre a limitação de nutrientes ao crescimento do fitoplâncton e perifiton em ecossistemas continentais lênticos no Brasil, p243-260. In F. Roland, D. César & M. Marinho (eds.) *Lições em Limnologia: Fronteiras Conceituais*, RiMa Editora.
- Jax K, 1996. The influence of substratum age on patterns of protozoan assemblages in freshwater Aufwuchs - a case study. *Hydrobiologia* 317:201-208.
- Junk WJ, Bayley PB, Sparks R, 1989. The flood pulse concept in river flood plain systems. In: D.P. Dodge (ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*. Canadian Species Publishers Fisheries Aquatic Science, 106:110-127.
- Lansac-Tôha FA, Velho LFM, Bonecker CC, (2003) Influência de macrófitas aquáticas sobre a estrutura da comunidade planctônica. In: SM.Thomaz & LM. Bini (eds.) *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Editora EDUEM.
- Lima AF, Lansac-Tôha FA, Velho LFM, Bini LM, (1998) Environmental influence on planktonic cladocerans and copepods in the floodplain of the Upper River Paraná, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, Lisse, 33:188-196.
- Lima AF, Lansac-Tôha FA, Velho LFM, Bini LM, Takeda AM, (2003) Composition and abundance of Cladocera (Crustacea) assemblages associated with *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunt stands in the Upper Paraná River floodplain. *Acta Scientiarum, Maringá*, 25: 41-48.
- Luz-Agostinho KDG, Agostinho AA, Gomes LC, Júlio-Jr HF, Fugi R, 2009. Effects of flooding regime on the feeding activity and body condition of piscivorous fish in the Upper Paraná River floodplain. *Braz. J. Biol.* 69:481-490.
- Mccormick PV, Stevenson RJ, 1998. Periphyton as a tool for ecological assessment and management in the Florida everglades. *J. Phycol.* 34:726-733.
- Magurran AE, 2011. *Medindo a diversidade biológica*. UFPR, Curitiba: 260pp.
- Middleton BA, 1999. *Wetland restoration, flood pulsing and disturbance dynamics*. J. Wiley & Sons, New York.
- Murakami EA, Bicudo DC, Rodrigues L, 2009. Periphytic algae of the Garças Lake, Upper Paraná River floodplain: comparing the years 1994 and 2004. *Braz. J. Biol.* 69: 459-468.
- Neiff JJ, 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15:424-441.

- Neiff JJ, 2001. Biodiversity in some tropical wetlands systems of South America, p. 119-139. In: B. Gopal, WJ Junk, JA Davis (eds.), Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation. Backhuys publishers.
- Nusch EA, Palme G, 1975. Biologische methoden für die praxis der gewässeruntersuchung. Bestimmung des Chlorophyll *a* und phaeopigmentgehaltes in oberflächenwasser. GWF-Wasser/Abwasser. 116:562-565.
- Pauleto GM, Velho LMV, Buosi PRB, Brão AFS, Lansac-Tôha FA, Bonecker CC, 2009. Spatial and temporal patterns of ciliate species composition (Protozoa: Ciliphora) in the plankton of the Upper Paraná River floodplain. Braz. J. Biol. 69:517-527.
- Pereira SRS, Bonecker CC, Rodrigues L, 2007. Influence of water level on periphytic meiofaunal abundance in six lagoons of the Upper Paraná River floodplain, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia 19:273-283.
- Peters L, Wetzel MA, Traunspurger W, Rothhaupt KO, 2007. Epilithic communities in a lake littoral zone: the role of water-column transport and habitat development for dispersal and colonization of meiofauna. Journal North American Benthological Society 26:232-243.
- Pillar VD, 2006. MULTIV; Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. User's guide v.2.4.
- Pompêo MLM, Moschini-Carlos V, 2003. Macrófitas aquáticas e perifíton. Aspectos ecológicos e metodológicos. Rima, São Carlos: 124 pp.
- Rodrigues L, Bicudo DC, 2001. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. Rev. bras. Bot. 24:235-248.
- Rodrigues L, Bicudo DC, 2004. Periphytic Algae, p.125-143. In: S.M. Thomaz, N.S. Hahn & A.A. Agostinho (ed.) The Upper Paraná river floodplain physical aspects, ecology and conservation. Backhuys publishers.
- Rodrigues L, 1998. Sucessão do perifíton na planície de inundação do alto rio Paraná: interação entre nível hidrológico e regime hidrodinâmico. Universidade Estadual de Maringá, Maringá. (Tese de Doutorado).
- Schroeder F, Traunspurger W, Pettersson K, Peters L, 2012. Temporal changes in periphytic meiofauna in lakes of different trophic states. J. Limnol. 71:216-227.
- Schwarzbold A, Esteves FA, Panosso RF, 1990. Relações entre peso seco e clorofila-*a* do perifíton em função de diferentes idades e épocas de coletas de pecíolos de *Eichhornia azurea* Kunt. Acta Limnol. Bras. 3:493-515.
- Siqueira NS, 2008. Comunidade de algas perifíticas em tanques de cultivo de peixes em reservatório: o processo de colonização e sucessão utilizando substrato artificial. Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá [Master thesis in Ecology]
- Sládecková A, 1962. Limnological investigation methods for the periphyton ("Aufwuchs") community. Bot. Rev. 28:286-350.
- Souza-Filho, EE, Stevaux JC, 1997. Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba, Ivinheima, p.73-102. In: A.E.A.M. Vazzoller, A.A. Agostinho, N.S. Hahn (eds.). A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná. EDUEM.

- Souza WTZ, 2009. Efeito do regime hidroecológico sobre uma comunidade de macrófitas aquáticas na planície de inundação do alto rio Paraná. Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 72pp. (Tese de Doutorado).
- StatSoft, Inc. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.
- Thomaz SM, Pagioro TA, Bini LM, Roberto MC, Rocha RRA, 2004. Limnological characterization of the aquatic environments and the influence of hydrometric levels, p.75-102. In: S.M. Thomaz, N.S. Hahn & A.A. Agostinho (ed.) The Upper Paraná river floodplain physical aspects, ecology and conservation. Backhuys publishers.
- Torkowska-Kukuryk M, Mieczan T, 2012. Effect of substrate on periphyton communities and relationships among food web components in shallow hypertrophic lake. J. Limnol. 71:279-290.
- Vieira LCG, Bini LM, Velho LFM, Mazão GR, 2007. Influence of spatial complexity on the density and diversity of periphytic rotifers, microcrustaceans and testate amoebae. Arch. Hydrobiol. 170:77-85.
- Wallace RL, 1978. Substrate selection by larvae of the sessile rotifer *Pytgura beuchampi*. Ecology 59:221-227.
- Ward JV, Tockner K, Schiemer F, 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. Regulated Rivers Research and Management 15:125-139.
- Wetzel RG, Likens GE, 2000. Limnological analyses. Springer, New York: 429pp.



## APÊNDICE A - Táxons registrados nos diferentes períodos estudados

<b>Táxons</b>	<b>L1</b>	<b>P1</b>	<b>L2</b>	<b>P2</b>
<b>AMEBAS TESTÁCEAS</b>				
<b>ARCELLIDAE</b>				
<i>Arcella conica</i>	*			*
<i>Arcella costata</i>	*	*	*	*
<i>Arcella discoides</i>	*	*	*	*
<i>Arcella gibbosa</i>		*		*
<i>Arcella hemisphaerica</i>	*	*	*	*
<i>Arcella hemisphaerica undulata</i>	*	*		*
<i>Arcella lobostoma</i>		*		
<i>Arcella megastoma</i>	*	*		*
<i>Arcella mitrata</i>				*
<i>Arcella rotundata</i>	*	*	*	*
<i>Arcella rotundata aplanata</i>	*	*	*	*
<i>Arcella vulgaris</i>	*	*	*	*
<i>Arcella vulgaris</i> var. <i>Penardi</i>				*
<i>Arcella vulgaris undulata</i>				*
<b>CENTROPYXIDAE</b>				
<i>Centropyxis aculeata</i>	*	*	*	*
<i>Centropyxis aculeata oblonga</i>		*		
<i>Centropyxis aerophila</i>	*	*		
<i>Centropyxis cassis</i>	*	*		*
<i>Centropyxis cassis spinifera</i>	*	*	*	*
<i>Centropyxis constricta</i>	*			
<i>Centropyxis discoides</i>			*	*
<i>Centropyxis ecornis</i>		*	*	*
<i>Centropyxis gibba</i>	*	*		*
<i>Centropyxis hirsuta</i>	*	*	*	
<i>Centropyxis spinosa</i>	*	*	*	*
<i>Centropyxis</i> sp.		*		
<i>Cyclopyxis kahli</i>	*			
<b>CYPHODERIDAE</b>				
<i>Cyphoderia ampulla</i>			*	
<b>DIFFLUGIDAE</b>				
<i>Cucurbitella dentata simplex trilobata</i>	*			*
<i>Cucurbitella mespiliformis</i> var. <i>africana</i>				*
<i>Cucurbitella vlasiniensis</i>				*
<i>Diffflugia achlora</i>	*	*		*
<i>Diffflugia acuminata</i>		*		
<i>Diffflugia bacilliarum</i>	*			
<i>Diffflugia capreolata</i>				*
<i>Diffflugia corona</i>	*	*		*

<i>Diffugia corona tuberculata</i>	*			
<i>Diffugia elegans</i>	*	*		*
<i>Diffugia cf fallax</i>	*			
<i>Diffugia gramen</i>	*	*		*
<i>Diffugia helvetica</i>	*			
<i>Diffugia helvetica multilobata</i>	*			
<i>Diffugia limnetica</i>	*	*		*
<i>Diffugia lithophila</i>	*			*
<i>Diffugia lobostoma</i>	*			*
<i>Diffugia lobostoma multilobata</i>	*	*	*	*
<i>Diffugia lobostoma tuberculata</i>				*
<i>Diffugia lobostoma tuberosa multilobata</i>	*			
<i>Diffugia cf. minuta</i>				*
<i>Diffugia muriculata</i>	*	*	*	*
<i>Diffugia muriformis</i>	*	*		*
<i>Diffugia cf penardi</i>	*			*
<i>Diffugia pleustonica</i>		*		*
<i>Diffugia pseudogramen</i>	*			
<i>Diffugia cf serrata</i>	*			
<i>Diffugia shuurmani</i>	*			
<i>Diffugia smilion</i>				*
<i>Diffugia cf tenuis</i>	*			*
<i>Diffugia sp1</i>	*		*	*
<i>Diffugia spp</i>				*
<b>EUGLYPHIDAE</b>				
<i>Euglypha acanthophora</i>		*		*
<i>Euglypha acanthophora flexuosa</i>			*	
<i>Euglypha filifera</i>	*	*		*
<i>Euglypha laevis</i>				*
<i>Euglypha spp</i>			*	*
<i>Trinema enchelys</i>				*
<b>HYALOSPHEENIDAE</b>				
<i>Diffugiella sp.</i>				*
<b>LESQUEREUSIIDAE</b>				
<i>Lesquereusia epistomium</i>	*	*		*
<i>Lesquereusia globulosa</i>	*			*
<i>Lesquereusia mimetica var. parva</i>				*
<i>Lesquereusia cf. minor</i>				*
<i>Lesquereusia modesta</i>		*	*	*
<i>Lesquereusia modesta minima</i>	*	*		
<i>Lesquereusia spiralis</i>	*	*		*
<i>Netzelia oviformis</i>	*	*	*	*
<i>Netzelia tuberculata</i>	*			*
<i>Netzelia wailesi</i>	*			*

**PHRYGANELLIDAE***Phyganella hemisphaerica* \**Phryganella* sp. \* \***PLAGIOPYXIDAE***Plagiopyxis* sp. \***ROTIFERA**

Rotifero não identificado \*

Bdelloidea \* \* \*

**ATROCHIDAE***Cupelopagis vorax* \***BRACHIONIDAE***Keratella cochlearis* \**Plationus patulus* \**Platyias quadricornis* \* \***COLLOTHECIDAE***Collotheca ornata* \**Collotheca trilobata* \**Collotheca* spp \* \***DICRANOPHORIDAE***Aspelta labri* \**Aspelta* spp \**Dicranophoroides claviger* \**Dicranophorus ephicaris* \**Dicranophorus grandis* \**Dicranophorus prionacis* \**Dicranophorus* spp \* \* \**Encentrum* spp \***EIPHANIDAE***Cyrtonia tuba* \**Microcodides chlaena* \* \***EUCHLANIDAE***Euchlanis dilatata* \* \**Euchlanis dilatata luckisiana* \* \* \**Euchlanis incisa* \* \* \***FLOSCULARIIDAE***Beuchampia crucigera* \**Beuchampia* sp. \**Limnias melicerta* \**Limnias* sp. \**Octotrocha speciosa* \**Ptygura* spp \* \* \***GASTROPODIDAE***Ascomorpha ecaudis* \* \* \***LECANIDAE**

<i>Lecane cf. braziliensis</i>		*		*
<i>Lecane bulla bulla</i>	*	*	*	*
<i>Lecane closterocerca</i>	*	*	*	*
<i>Lecane cornuta</i>	*	*		*
<i>Lecane doryssa</i>	*			*
<i>Lecane flexilis</i>	*			
<i>Lecane furcata</i>		*		*
<i>Lecane inermis</i>	*			
<i>Lecane haliclysta</i>				*
<i>Lecane hamata</i>	*	*	*	*
<i>Lecane hastata</i>				*
<i>Lecane hornemanni</i>		*		*
<i>Lecane leontina</i>	*			*
<i>Lecane ludwigi</i>		*		*
<i>Lecane lunaris</i>	*	*	*	*
<i>Lecane monostyla</i>	*			
<i>Lecane obtusa</i>				*
<i>Lecane papuana</i>				*
<i>Lecane quadridentata</i>	*			*
<i>Lecane scutata</i>	*			
<i>Lecane signifera signifera</i>	*	*	*	
<i>Lecane spiniventris</i>				*
<i>Lecane spp</i>	*	*		*
<b>LEPADELLIDAE</b>				
<i>Lepadella acuminata</i>	*		*	
<i>Lepadella costata</i>	*			
<i>Lepadella cyrtopus</i>	*			
<i>Lepadella ovalis</i>	*	*	*	*
<i>Lepadella patella oblonga</i>	*	*	*	
<i>Lepadella patella patella</i>		*		*
<i>Lepadella quinquecostata quinquecostata</i>	*	*		*
<i>Lepadella triptera</i>	*	*	*	
<i>Lepadella spp</i>	*	*		
<i>Colurella oblonga</i>		*		
<i>Colurella obtusa</i>			*	
<i>Colurella uncinata</i>	*	*	*	*
<i>Colurella uncinata f bicuspidata</i>	*	*	*	
<i>Colurella spp</i>	*			*
<i>Squatinella lamerllaris</i>	*		*	
<i>Squatinella mutica</i>			*	
<b>LINDIIDAE</b>				
<i>Lindia annecta</i>				*
<i>Lindia janickii</i>				*
<i>Lindia cf. torulosa</i>		*		*

<i>Lindia truncata</i>		*		*
<i>Lindia</i> sp	*		*	*
<b>MYTILINIDAE</b>				
<i>Mytilinia ventralis brevispina</i>		*		
<i>Mytilinia ventralis ventralis</i>	*	*	*	*
<b>NOTOMMATIDAE</b>				
<i>Cephalodella auriculata</i>			*	
<i>Cephalodella forficata</i>	*			
<i>Cephalodella forficula</i>	*	*		*
<i>Cephalodella gibba</i>	*	*	*	*
<i>Cephalodella</i> cf. <i>megalocephala</i>		*		
<i>Cephalodella misgurnus</i>			*	
<i>Cephalodella remanei</i>			*	
<i>Cephalodella rotunda</i>			*	
<i>Cephalodella</i> cf. <i>sterea</i>		*	*	*
<i>Cephalodella sterea</i> f <i>dentata</i>	*			
<i>Cephalodella</i> cf <i>tempesta</i>			*	
<i>Cephalodella ventripes</i>	*		*	*
<i>Cephalodella</i> cf. <i>zeteta</i>	*			
<i>Cephalodella</i> spp	*	*	*	*
<i>Eosphora thoa</i>			*	
<i>Monommata arndti</i>	*	*	*	*
<i>Notommata allantois</i>				*
<i>Notommata cerberus</i>	*	*		*
<i>Notommata codonella galena</i>	*			
<i>Notommata copeus</i>		*		*
<i>Notommata pachyura</i>		*		
<i>Notommata pseudocerberus</i>		*	*	*
<i>Notommata saccigera</i>	*		*	*
<i>Notommata tripus</i>	*	*	*	*
<i>Notommata</i> spp	*	*		*
<i>Pleurotrocha</i> sp				*
<i>Pseudoharringia similis</i>	*			
<i>Scaridium longicaudum</i>	*			*
<i>Scaridium</i> sp			*	
<i>Taphrocampa selenura</i>	*		*	*
<b>PROALIDAE</b>				
<i>Proales sigmoidea</i>	*			
<i>Proales</i> spp	*		*	
<b>SYNCHAETIDAE</b>				
<i>Polyarthra dolichoptera</i>			*	*
<i>Synchaeta pectinata</i>			*	*
<i>Synchaeta</i> spp	*			*
<b>TESTUDINELLIDAE</b>				

<i>Pompholyx cf. complanata</i>		*		
<i>Testudinella ahlstromi</i>	*			
<i>Testudinella dendradena</i>	*	*		*
<i>Testudinella patina</i>				*
<i>Testudinella patina intermedia</i>	*		*	
<i>Testudinella spp</i>	*			
<b>TRICHOCERCIDAE</b>				
<i>Trichocerca cf cavia</i>	*			
<i>Trichocerca bicristata</i>	*			*
<i>Trichocerca bidens</i>		*	*	*
<i>Trichocerca brachyura</i>	*	*	*	*
<i>Trichocerca braziliensis</i>	*	*	*	*
<i>Trichocerca cavia</i>		*		*
<i>Trichocerca collaris</i>	*			
<i>Trichocerca dixonnuttalli</i>				*
<i>Trichocerca elongata</i>	*			
<i>Trichocerca elongata braziliensis</i>		*		
<i>Trichocerca iernis</i>			*	
<i>Trichocerca intermedia</i>	*		*	
<i>Trichocerca cf gracilis</i>	*			
<i>Trichocerca pachyura</i>	*			
<i>Trichocerca parvula</i>	*			
<i>Trichocerca cf porcellus</i>	*		*	
<i>Trichocerca rattus</i>			*	
<i>Trichocerca similis</i>			*	*
<i>Trichocerca sulcata</i>	*			
<i>Trichocerca tenuior</i>	*		*	*
<i>Trichocerca tigris</i>	*			
<i>Trichocerca tropis</i>	*			
<i>Trichocerca spp</i>	*	*		*
<b>TRICHOTRIIDAE</b>				
<i>Trichotria tetractis tetractis</i>	*		*	*
<i>Trichotria spp</i>	*		*	
<i>Macrochaetus cf. longipes</i>				*
<hr/>				
<b>CLADOCERA</b>				
<b>CHYDORIDAE</b>				
<i>Alona combouei</i>		*		*
<i>Alona iheringi</i>				*
<i>Alona intermedia</i>	*			*
<i>Alona quadrangularis</i>	*			
<i>Alona verrucosa</i>	*			
<i>Alona spp</i>	*			*
<i>Alonella cf lineolata</i>	*			
<i>Chydorus eurynotus</i>	*			

<i>Chydorus nitidulus</i>	*			
<i>Chydorus pubescens</i>	*			
<i>Chydorus cf sphaericus</i>	*			
<i>Disparalona dadayi</i>	*	*		
<i>Dunhevedia odontoplax</i>	*	*		
<i>Ephemeroporus barroisi</i> -group	*	*		
<i>Ephemeroporus tridentatus</i>	*	*		*
<i>Karuallona muelleri</i>	*			*
<b>ILYOCRYPTIDAE</b>				
<i>Ilyocryptus spinifer</i>				*
<b>MACROTHRICIDAE</b>				
<i>Macrothrix triserialis</i>	*			*
<hr/>				
<b>COPEPODA</b>				
Cyclopoida adulto		*	*	*
<i>Mesocyclops meridianus</i>			*	
<i>Microcyclops anceps</i>		*		
<i>Microcyclops</i> spp	*			
Harpacticoida adulto				*
náuplio Cyclopoida	*	*	*	*
copepodito Cyclopoida	*	*	*	*
copepodito Harpacticoida	*			*
<hr/>				

## APÊNDICE B - Figuras não utilizadas na discussão final

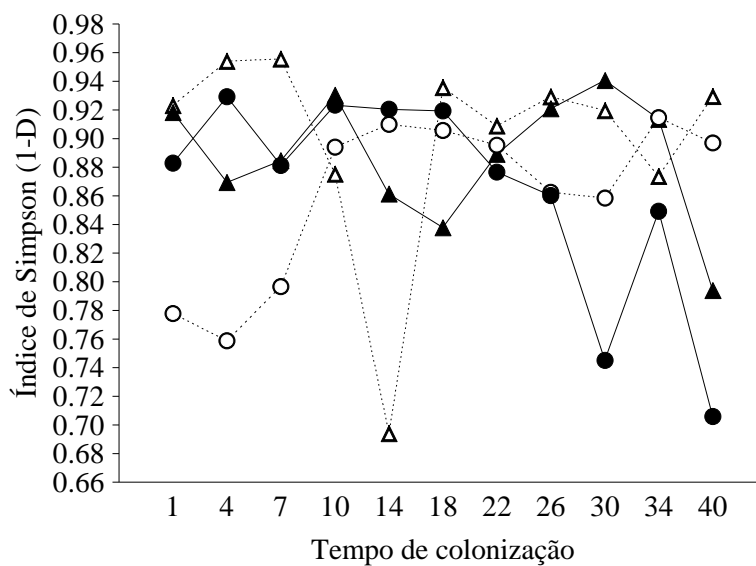


Figura 1 - Valores do índice de Simpson (1-D), ou índice de dominância, ao longo do tempo de colonização em cada experimento.

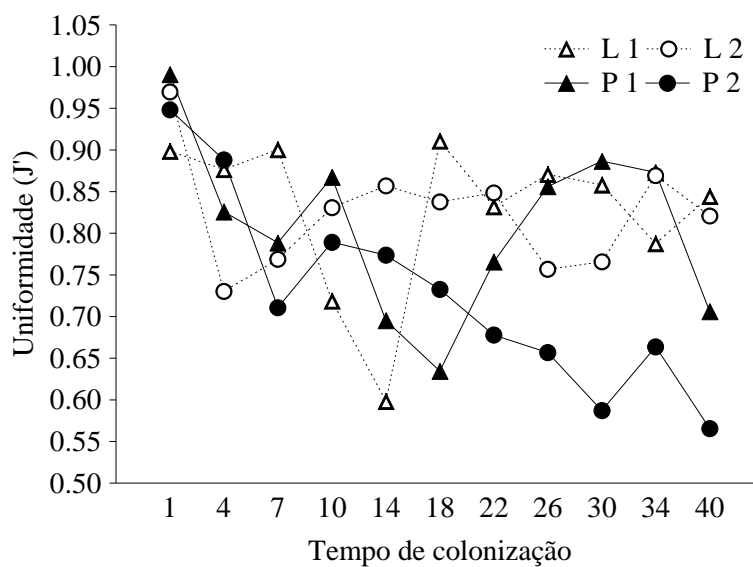


Figura 2 - Valores do índice de uniformidade de Pielou (J') ao longo do tempo de colonização em cada experimento.