

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

GEZIELE MUCIO ALVES

Amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) de diferentes biótopos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná

Maringá
2010

GEZIELE MUCIO ALVES

Amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) de diferentes biótopos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná

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

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha

Co-Orientador: Luiz Felipe Machado Velho

Maringá
2010

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

A474a Alves, Geziele Mucio, 1980-
Amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) de diferentes biótipos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná / Geziele Mucio Alves. -- Maringá, 2010.
50 f. : il.

Tese (doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2010.
Orientador: Prof. Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha.
Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Felipe Machado Velho.

1. Amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) - Ecologia - Lagoa de várzea - Paraná, Rio, Bacia. 2. Protistas - Ecologia - Lagoa de várzea - Paraná, Rio, Bacia. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 22. ed. -579.4317609816
NBR/CIP - 12899 AACR/2

FOLHA DE APROVAÇÃO

GEZIELE MUCIO ALVES

Amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) de diferentes biótopos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná

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. Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

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

Prof.^a Dr.^a Paulina Maria Maia Barbosa – UFMG

Prof. Dr. Ludgero Cardoso Galli Vieira – UnB

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

Prof.^a Dr.^a Evanilde Benedito
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 05 de agosto de 2010.

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

Agradecimentos

Ao meu orientador, Fábio Amodêo Lansac-Tôha, e meu co-orientador, Luiz Felipe Machado Velho, sou imensamente grata pelo incentivo, fortalecimento, amizade, paciência e orientação ao longo de todos estes anos. Obrigada pela oportunidade de enriquecer meu conhecimento, com suas argumentações científicas e sugestões em meus relatórios, artigos, entre outros;

À Cláudia Costa Bonecker, meus agradecimentos por sua permanente solicitude em todos os momentos de dificuldades;

Em especial à mestrandia Deise de Moraes Costa, por todo o auxílio, disposição e compromisso em todos os momentos em que foi solicitada. Sou muita grata por sua preocupação, confiança e valiosa parceria;

Com muito carinho, à Doutora Érica Mayumi Takahashi, pela indescritível solidariedade e afeto inestimável, que se traduziram sempre em entusiasmadas respostas e continuado estímulo;

Aos meus amigos de coleta, companheiros dessa aventura singular, Ariane, Bia, Dani, Gustavo, Janielly, Paulão, Vânia, agradeço, com muito carinho, a disposição, auxílio e as boas risadas;

Aos amigos de laboratório Mariza, Anderson, Nadson, Jú, Ciro, Clarice, Leandro, Priscila, Danilo, Pablo, Renata, Ana, Louise, Nando, Leilane agradeço pela solidariedade e amizade compartilhadas todo esse tempo;

À Salete e João, pela dedicação e solicitude em todas as vezes que precisei de assistência;

À Aldenir e Jocemara, meu muitíssimo obrigado pelas múltiplas e inestimáveis contribuições;

Ao programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, PELD e CNPq, por fornecer uma excelente infra-estrutura, por todo auxílio necessário para o desenvolvimento desta pesquisa e pelo apoio financeiro;

Ao Celso, Valdenir, Flora, Alfredo, Tião, Valdice, por estarem sempre prontos a nos ajudar, reduzindo as dificuldades dos trabalhos em campo, tornando esses momentos mais prazerosos;

Sou muito grata a todos os meus familiares pelo incentivo recebido ao longo destes anos. Meu pai, minha irmã, e, em especial, minha mãe, pois, sem o seu auxílio, a conclusão desse trabalho teria sido bem mais difícil;

À minha paixão, minha filha Natália e meu esposo Clodoaldo, pelo carinho, companheirismo, paciência, tolerância incondicional e, principalmente, pelo incentivo que recebo de vocês a todo o momento. Amo vocês;

O meu profundo e sentido agradecimento a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desta tese, estimulando-me intelectual e emocionalmente;

*"Somos o que fazemos, mas somos,
principalmente, o que fazemos para mudar o que
somos."* Eduardo Galeano

Amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) de diferentes biótopos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná

RESUMO

Em ambientes aquáticos continentais, as amebas testáceas têm sido estudadas em diferentes biótopos, como sedimento, macrófitas aquáticas e plâncton de rios, reservatórios e lagos. Contudo, são inexistentes estudos avaliando, concomitantemente, a estrutura da comunidade desses protistas nesses três biótopos em um mesmo ambiente. Além dos estudos ecológicos, a abordagem biométrica tem sido aplicada nas últimas duas décadas em estudos com amebas testáceas. Nesse sentido, este estudo objetivou quantificar e testar as relações de composição, abundância, tipos morfológicos e estrutura de tamanho de amebas testáceas, entre as comunidades presentes em diferentes biótopos (plâncton, macrófitas aquáticas e sedimento) de uma lagoa marginal da planície de inundação do alto rio Paraná. Durante o período de estudo, as espécies identificadas no plâncton não foram representadas pelas espécies mais abundantes presentes nas macrófitas aquáticas e sedimento. A espécie mais abundante para o plâncton foi *Diffugia gramen*, enquanto que para as macrófitas e sedimento foi *Centropyxis aculeata*. Ainda, o tipo morfológico das tecas predominante no plâncton (esférica e hemisférica) foi diferente dos outros dois biótopos (achatada e alongada). Em relação à estrutura de tamanho da comunidade registrou-se o predomínio de indivíduos menores no plâncton e maiores no sedimento. Durante o período de águas altas, foram registrados indivíduos menores em todos os biótopos. Os resultados sugerem que o biótopo planctônico apresenta populações características, com habilidades como formação de vacúolos de gás, elaboração de tecas de baixa densidade, maior abundância de tecas formadas por material endógeno, que garantem o sucesso dessas populações neste hábitat. Além disso, as diferenças de tamanho estão, provavelmente, associadas às atividades metabólicas, ou seja, às necessidades energéticas destes organismos unicelulares em cada tipo de biótopo.

Palavras-chave: Protistas. Estrutura de comunidade. Estrutura de tamanho. Biótopos. Lagoa de Várzea. Rio Paraná.

Testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) at different biotopes from a lake of the Upper Paraná River floodplain

ABSTRACT

In continental aquatic environments, testate amoebae have been studied at different biotopes, as sediment, aquatic macrophytes and plankton of rivers, reservoirs and lakes. However there are no studies that evaluate the community structure of these protists in these three biotopes within the same environment. Besides ecological studies, the biometric approach has been applied in the last two decades with testate amoebae. In this way, the present study quantified and tested the relationships of composition, abundance, morphological types and size structure of testate amoebae, between the communities present at different biotopes (plankton, aquatic macrophytes and sediment) from a marginal lake of the Upper Paraná River floodplain. During the study period the species identified in the plankton were not represented by the most abundant species in aquatic macrophytes and sediment. The most abundant species for the plankton was *Diffugia gramen*, while for macrophytes and sediment was *Centropyxis aculeata*. The predominant morphological type of the shell in plankton (spherical and hemispheric) was different from the other two biotopes (flattened and elongated). Regarding the size structure of the community, we recorded the predominance of smaller individuals in the plankton and larger ones, in sediment. During the high water period, we observed smaller sized individuals in all biotopes. Our results suggested that the planktonic biotope presents characteristic populations, able to produce gas vacuoles and shells with low density, higher abundance of shells formed by endogenous material, which ensure the success of these populations in this habitat. Moreover, the size differences are probably associated to metabolic activities, i.e., to energy requirements of these unicellular organisms at each biotope type.

Key words: Protist. Community structure. Size structure. Biotopes. Floodplain Lake. Paraná River.

Este trabalho foi elaborado em acordo com as normas da revista Limnologica. Disponível em:<<http://ees.elsevier.com/limno>>*

SUMÁRIO

<i>Capítulo 1 :_Estrutura da comunidade de amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) em diferentes biótopos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná</i>	<i>9</i>
Resumo	10
Abstract.....	10
1 Introdução.....	11
2 Material e métodos	13
2.1 Área de estudo.....	13
2.2 Amostragem de campo.....	14
2.2.1 Plâncton.....	14
2.2.2 Macrófitas aquáticas	14
2.2.3 Sedimento	15
2.3 Análise laboratorial	15
2.4 Análise dos dados.....	16
3 Resultados.....	17
4 Discussão	23
5 Conclusão	27
6 Referências	27
<i>Capítulo 2: Estrutura de tamanho de amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) em diferentes biótopos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná</i>	<i>31</i>
Resumo	32
Abstract.....	32
1 Introdução.....	33
2 Material e métodos	35
2.1 Área de estudo.....	35
2.2 Amostragem de campo.....	36
2.2.1 Plâncton.....	36
2.2.2 Macrófitas aquáticas	36
2.2.3 Sedimento	37
2.3 Análise laboratorial	37
2.4 Análise dos dados.....	38
3 Resultados.....	38
4 Discussão	44
5 Conclusão	48
6 Referências	48

Capítulo 1

Estrutura da comunidade de amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) em diferentes biótopos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná

Resumo: Estrutura da comunidade de amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) em diferentes biótopos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná

Este estudo teve como objetivo quantificar e testar as relações de composição, abundância e tipos morfológicos das amebas testáceas, entre as populações presentes em diferentes biótopos (plâncton, macrófitas aquáticas e sedimento) de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná. As amostragens foram feitas mensalmente, em trélicas para cada biótopo, durante o período de abril de 2007 a março de 2008. Foram identificados 89 táxons infragenéricos pertencentes a 10 famílias, sendo Diffugiidae, Arcellidae, Centropyxidae e Lesquereusiidae as mais representativas em termos de número de táxons. A análise de escalonamento multidimensional não-métrica (NMDS) evidenciou nítidos padrões de ocorrência e abundância relativa de amebas testáceas entre os diferentes biótopos amostrados. Esses padrões foram avaliados através do Procedimento de Permutação de Resposta Múltipla (MRPP). A espécie mais abundante para o plâncton foi *Diffugia gramen*, enquanto que para as macrófitas e sedimento foi *Centropyxis aculeata*. Os escores da DCA 1, classificados de acordo com o biótopo e tipos morfológicos das tecas, evidenciaram o predomínio de espécies esféricas e hemisféricas no plâncton e de espécies achatadas e alongadas nas macrófitas e sedimento. Desse modo, as predições propostas, as quais explicariam a presença ocasional das amebas testáceas no plâncton de um ambiente lêntico, ditadas por eventos aleatórios, como a ressuspensão desses organismos do sedimento e arraste destes da vegetação marginal, foram rejeitadas. Portanto, os resultados deste estudo sugerem que o plâncton apresenta populações com peculiaridades que permitem o sucesso das mesmas neste biótopo.

Palavras-chave: Protistas; estrutura de comunidade; biótopos; lagoa de várzea; rio Paraná.

Abstract: Structure of testate amoebae community (Arcellinida and Euglyphida) in different biotopes from a lake in the Upper Paraná River floodplain

The present study quantified and tested the relationships of composition, abundance and morphological types of testate amoebae, among the communities present at different biotopes (plankton, aquatic macrophytes and sediment) from a lake in the Upper Paraná River floodplain. Samplings were undertaken monthly, at triplicates for each biotope, from April 2007 to March 2008. We identified 89 infrageneric taxa, belonging to 10 families, and Diffugiidae, Arcellidae, Centropyxidae and Lesquereusiidae were the most representative regarding the number of taxa. The non-metric multidimensional scaling (NMDS) evidenced clear patterns of occurrence and relative abundance of testate amoebae among the distinct biotopes. These patterns were evaluated through the multi-response permutation procedure (MRPP). The most abundant species in plankton was *Diffugia gramen*, whereas in aquatic macrophytes and sediment, *Centropyxis aculeata*. The scores from DCA 1, classified according to biotope and shell morphology, evidenced the predominance of spherical and hemispherical species in plankton, and flattened and elongated in macrophytes and sediment. In this way, the predictions that would explain the occasional presence of testate amoebae in plankton from a lentic environment, driven by random events, as the resuspension from sediment and displacement from marginal vegetation, were rejected. Therefore, our results suggest that the plankton presents populations with traits that allow their success in this biotope.

Keywords: Protists; community structure; biotopes; floodplain lake; Paraná river.

1 Introdução

Amebas testáceas pertencem a um grupo de protistas em que uma única célula está inserida em uma concha com uma abertura bucal através da qual pseudópodes sobressaem durante a locomoção ou alimentação (Smith et al., 2008). De acordo com Mattheeussen et al. (2005), esses protistas estão presentes em uma variedade de habitats, desde lagos, lagoas e rios à solos úmidos, musgos e turfeiras. Ainda, podem ser encontrados em ambientes estuarinos (Ferreira et al., 2006), bem como na areia supralitoral marinha (Golemansky e Todorov, 2004). São heterótrofos, podendo se alimentar de matéria orgânica, algas, células de plantas, protistas, fungos e pequenos metazoários, sendo que algumas espécies são polípagas, enquanto outras possuem alimentos específicos (Gilbert et al., 2000).

Em ambientes aquáticos continentais, as amebas testáceas têm sido estudadas em diferentes biótopos, como sedimento, macrófitas aquáticas e plâncton de rios, reservatórios e lagos (Balik e Song, 2000; Velho et al., 2004; Lansac-Tôha et al., 2007, 2008; Todorov et al., 2008; Snegovaya e Alekperov, 2009). Contudo, são inexistentes estudos avaliando, concomitantemente, a estrutura da comunidade desses protistas nesses três tipos de biótopos em um mesmo ambiente.

Dentre os biótopos citados, no Brasil, o sedimento é o menos estudado, pois a maioria dos estudos realizados com amostras desse biótopo foi conduzida em lagoas costeiras ou estuários, onde a salinidade é um fator limitante para a ocorrência desses organismos. Os trabalhos desenvolvidos nesses ambientes têm mostrado que as tecamebas são mais frequentes nas regiões de maior influência fluvial, sendo substituídas pelos foraminíferos nas regiões com forte influência do ambiente marinho (Lansac-Tôha et al., 2007).

Em relação à comunidade associada às macrófitas aquáticas, a elevada ocorrência e a abundância desses organismos, neste biótopo, estão estreitamente ligadas à alta produtividade destas plantas. Esta elevada produtividade é considerada um dos principais motivos para o

grande número de nichos ecológicos e a diversidade de espécies encontradas na região litorânea, constituindo-se em um dos biótopos mais complexos dos ecossistemas aquáticos continentais (Hardoim e Heckman, 1996; Gomes e Souza, 2005).

A despeito de as tecamebas não serem consideradas por muitos autores como tipicamente planctônicas, a maior diversidade de espécies desses protistas, no Brasil, foi registrada no plâncton (Lansac-Tôha et al., 2007, 2009), especialmente em ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná (Velho et al., 2004; Alves et al., 2007, 2008; Lansac-Tôha et al., 2007, 2008). Nessa planície foram amostrados desde lagoas marginais e pequenos canais e tributários, como o próprio rio principal. Esses ambientes são, em sua maioria, rasos e com grande desenvolvimento de vegetação marginal, com uma proximidade entre as regiões pelágica e litorânea e mistura diária da coluna de água, o que pode intensificar a troca de procto entre os diferentes habitats (Lansac-Tôha et al., 2003). Nesse sentido, alguns autores afirmaram que, embora as tecamebas não tenham o plâncton como habitat preferencial, elas são frequentes em amostras desse biótopo e sua ocorrência no plâncton não deve ser considerada ocasional, como o simples carreamento desses organismos do sedimento e vegetação marginal (Green, 1994; Velho et al., 2003; Lansac-Tôha et al., 2004; Alves et al., no prelo).

Assim, este estudo teve como objetivo quantificar e testar as relações de composição, abundância e tipos morfológicos de amebas testáceas, entre as populações presentes em diferentes biótopos (plâncton, macrófitas aquáticas e sedimento), de uma lagoa marginal da planície de inundação do alto rio Paraná. Para tal, considerou-se que, se a presença de amebas testáceas no plâncton for atribuída apenas a processos ocasionais, as seguintes predições serão verdadeiras:

- i. A composição de amebas testáceas registrada no plâncton será semelhante à composição desses protistas presente nas macrófitas aquáticas e sedimento;

- ii. As espécies identificadas no plâncton representam as mais abundantes presentes nas macrófitas aquáticas e sedimento;
- iii. A similaridade entre o plâncton e os outros biótopos será maior no período de águas altas, visto que, o arraste desses organismos da vegetação marginal (macrófitas aquáticas) e do sedimento é maior nesse período;
- iv. O tipo morfológico das tecas predominante no plâncton será similar aos tipos dos seus biótopos preferenciais.

2 Material e métodos

2.1 Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido na lagoa Guaraná, uma lagoa de várzea da planície de inundação do alto rio Paraná, associada ao rio Baía (Figura 1). Esse rio possui um grande número de lagoas associadas ao longo de seu curso (Thomaz et al., 1991). A lagoa Guaraná, localizada nas coordenadas 22°43'S; 53°18'W, apresenta forma arredondada, com profundidade média de 2,1 m, perímetro de 1.058,3 m e área de 4,2 ha. Está permanentemente conectada ao rio Baía por um canal de 70 m de comprimento e 18 m de largura (Teixeira et al., 2008).

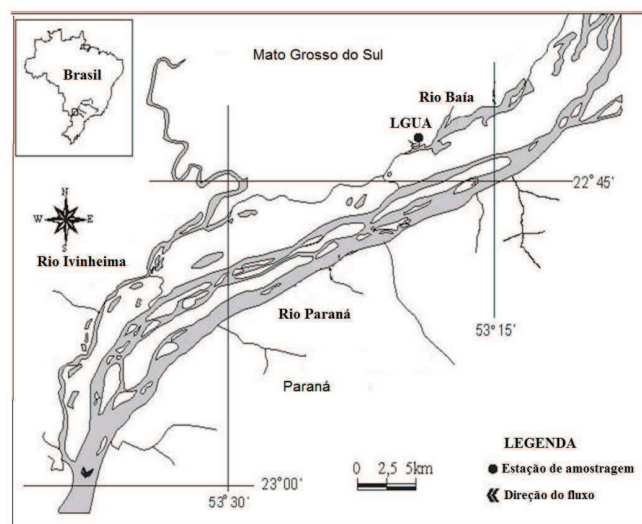


Figura 1. Mapa da área de estudo com localização da estação de coleta (LGUA: lagoa Guaraná).

Essa lagoa apresenta coloração marrom escura, possui um sedimento arenoso rico em matéria orgânica em decomposição e suas margens são tomadas por gramíneas e arbustos.

2.2 Amostragem de campo

As coletas de tecamebas foram feitas, mensalmente, no período de abril de 2007 a março de 2008. As amostras foram coletadas em trélicas para cada biótopo, plâncton, macrófitas aquáticas e sedimento. Em cada ponto de coleta foram tomadas as medidas das variáveis: pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/L) e condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$), com auxílio de potenciômetros digitais portáteis.

2.2.1 Plâncton

As coletas de plâncton foram obtidas à sub-superfície da região pelágica com auxílio de uma garrafa de “Van Dorn” de 5 L. Foram filtrados 50 litros de água por amostra em uma rede de plâncton de 20 μm de abertura de malha. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno e fixadas com solução de formaldeído 4% tamponada com carbonato de cálcio.

2.2.2 Macrófitas aquáticas

As coletas foram realizadas utilizando-se uma rede de 20 μm de abertura de malha e boca da rede com diâmetro de 30 cm ($\text{Área} = 706 \text{ cm}^2$), colocada sob bancos de macrófitas aquáticas multiespecíficas. As porções das diferentes macrófitas contidas nesta área foram cortadas e todo o material retido na rede foi colocado em sacos plásticos. As tecamebas associadas às macrófitas foram amostradas por lavagem da vegetação em dois baldes subsequentes, o primeiro contendo 3 L de solução de formaldeído 4%, tamponada com carbonato de cálcio, e o outro contendo 3 L de água. O volume com os organismos

remanescentes dos dois baldes foi filtrado em uma rede (20 µm) e preservado em frasco de polietileno contendo solução de formaldeído (4%), tamponada com carbonato de cálcio.

No período de estudo, na região litorânea da lagoa Guaraná, foram coletadas as macrófitas flutuantes livres, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Salvinia auriculata* Aubl., *Salvinia biloba* Raddi, *Pistia stratiotes* L., *Limnobium laevigatum* (Humb. e Bonpl. ex Willd.) Heine, *Wolffiella* sp., as macrófitas emergentes *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth, *Hydrocotyle ranunculoides* L. f., *Paspalum repens* P.J. Bergius, *Ludwigia* sp. e a macrófita fixa de folhas flutuantes *Nymphaea amazonum* Mart. e Zucc. Somente as quatro últimas espécies não estiveram presentes em todas as coletas.

2.2.3 Sedimento

As tecamebas foram amostradas no sedimento da região central da lagoa utilizando-se um coletor de sedimento tipo “Ekman”. A partir do material coletado com o amostrador, foi retirada, da camada superior do sedimento (primeiro centímetro), uma amostra correspondente a 100 cm² (com quadrado de 10 x 10 cm). Posteriormente, o material foi acondicionado em frascos de polietileno contendo solução de formaldeído 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

2.3 Análise laboratorial

As amostras foram coradas com rosa de bengala e apenas os organismos que apresentavam protoplasma corado foram identificados, assumindo-se que estavam vivos no momento da coleta. Para a análise quantitativa das amostras foram retiradas três subamostragens subsequentes com pipeta tipo Hensen-Stempel de 2,5 mL e analisadas em câmara de Sedgwick-Rafter. Os indivíduos foram triados de cada amostra e montados em

lâminas com glicerina para posterior identificação. As análises foram feitas com auxílio de microscópio óptico (Olympus).

O enquadramento taxonômico das amebas testáceas foi baseado naquele proposto por Adl et al. (2005). Assim, esses organismos foram agrupados em Arcellinida Kent, 1880 (Amoebozoa, Testacealobosia) e Euglyphida Copeland, 1956 (Rhizaria, Silicofilosea).

2.4 Análise dos dados

A densidade de amebas testáceas registrada no plâncton foi estimada em ind.m^{-3} , enquanto que para as macrófitas aquáticas e no sedimento foi estimada em ind.m^{-2} . Devido à grande amplitude dos valores, a densidade final dos diferentes biótopos foi expressa em dados log transformados ($\log x+1$).

A similaridade entre a ocorrência e abundância relativa nos diferentes biótopos foi avaliada através de uma análise de ordenação segundo a técnica de escala multidimensional não-métrica (NMDS) (Clarke e Warwick, 1994). A matriz de similaridade foi calculada com dados obtidos a partir do índice de Bray-Curtis. A distorção da resolução é expressa pelo valor S (*stress*). Quanto mais próximo de zero for o valor de *stress*, melhor o ajuste entre a distância original dos dados amostrais e a configuração obtida pela análise (Legendre e Legendre, 1998).

As diferenças na composição e abundância relativa entre os diferentes biótopos foram testadas através do Procedimento de Permutação de Resposta Múltipla - MRPP (McCune e Mefford, 1999). Esse teste foi feito utilizando-se, também, uma matriz de similaridade de Bray-Curtis. Esta estatística, denominada “A”, varia de zero a um, e possui valor máximo quando todos os biótopos possuem a mesma composição de espécies.

Uma análise de variância (ANOVA) (Sokal e Rohlf, 1991), considerando $p < 0,05$ como nível de significância, foi utilizada para avaliar se a estrutura da comunidade pode ser

predita pelo biótopo amostrado. Essa análise foi feita utilizando-se os escores do eixo 1 da DCA (“Detrended Correspondence Analysis” – DCA) (Hill e Gauch, 1980; Jongman et al., 1995), obtidos a partir dos dados de abundância relativa das espécies e classificados de acordo com os diferentes biótopos e tipos morfológicos das teca. A classificação dos tipos morfológicos da tecas foi baseada naquela utilizada por Velho et al. (2003), incluindo quatro tipos: alongada, achatada, esférica e hemisférica. Após a identificação de diferenças significativas através do teste ANOVA foi utilizado o teste Tukey de comparação de médias *a posteriori* para investigar quais biótopos diferiram significativamente.

Para avaliar a estrutura da comunidade desses protistas, os cálculos de NMDS, MRPP, DCA e ANOVA foram desenvolvidos com os dados de densidade, dos distintos biótopos, transformados em abundância relativa, objetivando minimizar as diferenças entre os esforços amostrais empregados entre eles. Ainda, para a execução dessas análises não foram incluídos os táxons frequentes em menos de 10% das amostras.

Com o objetivo de testar a predição iii, referente à similaridade entre o plâncton e os demais biótopos amostrados durante o período águas altas, foram utilizadas para as análises, as amostras coletadas nos meses de maior e menor profundidade da lagoa Guaraná (Figura 3).

As análises NMDS e DCA foram ordenadas com auxílio do programa Paleontological Statistics (PAST), versão 1.92 (Hammer et al., 2001). O teste MRPP foi realizado com o auxílio do programa Biodiversity R (Kindt e Coe, 2005). A ANOVA e o teste de Tukey foram desenvolvidos utilizando-se o pacote Statistica 7.1 (Statsoft Inc., 2005).

3 Resultados

Durante o período de estudo, a profundidade da lagoa variou de 1,4 a 2,5m (Figura 3). Os meses de maior profundidade da lagoa foram dezembro de 2007 e janeiro e fevereiro de

2008, período considerado como de águas altas. Os meses de menor profundidade, período estimado como de águas baixas, foram maio, junho e julho de 2007 (Figura 2).

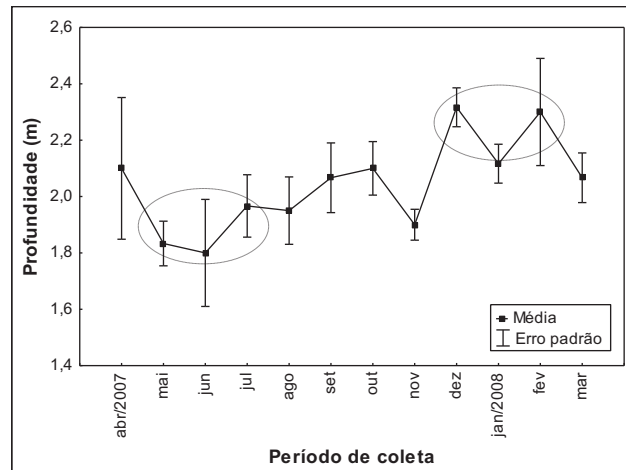


Figura 2. Profundidade média registrada para a lagoa Guaraná durante o período de estudo (Águas baixas = maio, junho e julho; Águas altas = dezembro, janeiro e fevereiro).

Durante o período de estudo os valores de pH (5,35 a 7,93), temperatura (18,1 °C a 30,9 °C), oxigênio dissolvido (1,29 a 8,93 mg/L) e condutividade (27,2 a 60,1 μ S/cm) foram similares entre os três diferentes biótopos amostrados (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis limnológicas registradas nos diferentes compartimentos da lagoa Guaraná durante o período de estudo (T = Temperatura; OD = Oxigênio Dissolvido; C = Condutividade).

Variável limnológica	Plâncton	Macrófita	Sedimento
pH	5,35 – 7,45	5,44 – 7,09	5,41 – 7,93
T (°C)	18,3 – 29,5	19,0 – 30,9	18,1 – 29,5
OD (mg/L)	1,29 – 8,93	2,43 – 8,85	2,12 – 8,87
C (μ S/cm)	28,4 – 53,9	27,2 – 54,0	28,7 – 60,1

Foram identificados 89 táxons infragenéricos pertencentes a 10 famílias, sendo Diffugiidae (41 táxons), Arcellidae (18 táxons), Centropyxidae (11 táxons) e Lesquereusiidae (10 táxons) as mais representativas em termos de número de táxons (Tabela 2).

Tabela 2: Inventário da procta nos diferentes biótopos amostrados da lagoa Guaraná durante o período de estudo.

ARCELLINIDA	
Arcellidae	
<i>Arcella arenaria</i> GREEFF, 1866	<i>A. megastoma</i> PÉNARD, 1902
<i>A. conica</i> (PLAYFAIR, 1917)	<i>A. mitrata</i> LEIDY, 1879
<i>A. costata</i> EHRENBERG, 1847	<i>A. mitrata</i> var. <i>spectabilis</i> DEFLANDRE, 1928
<i>A. crenulata</i> DEFLANDRE, 1928	<i>A. nordestina</i> VUCETICH, 1973
<i>A. discoides</i> EHRENBERG, 1843	<i>A. rota</i> DADAY, 1905
<i>A. gibbosa</i> PÉNARD, 1890	<i>A. rotundata</i> var. <i>aplanata</i> DEFLANDRE, 1928
<i>A. gibbosa</i> var. <i>mitriformis</i> DEFLANDRE, 1928	<i>A. vulgaris</i> EHRENBERG, 1830
<i>A. hemisphaerica</i> PERTY, 1852	<i>A. vulgaris</i> f. <i>elegans</i> DEFLANDRE, 1928
<i>A. hemisphaerica</i> f. <i>undulata</i> DEFLANDRE, 1928	<i>A. vulgaris</i> f. <i>undulata</i> DEFLANDRE, 1928
Centropyxidae	
<i>Centropyxis aculeata</i> (EHRENBERG, 1838)	<i>C. gibba</i> DEFLANDRE, 1929
<i>C. aerophila</i> DEFLANDRE, 1929	<i>C. hirsuta</i> DEFLANDRE, 1929
<i>C. aerophila</i> var. <i>sphagnicola</i> DEFLANDRE, 1929	<i>C. marsupiformis</i> (WALLICH, 1864)
<i>C. constricta</i> (EHRENBERG, 1841)	<i>C. platystoma</i> (PÉNARD, 1902)
<i>C. discoides</i> (PÉNARD, 1890)	<i>C. spinosa</i> (CASH, 1905)
<i>C. ecornis</i> (EHRENBERG, 1841)	
Diffugiidae	
<i>Cucurbitella dentata</i> f. <i>crucilobata</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960	<i>D. lithophila</i> PÉNARD, 1902
<i>C. dentata</i> f. <i>quinquilobata</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960	<i>D. lobostoma</i> LEIDY, 1879
<i>C. dentata</i> f. <i>trilobata</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960	<i>D. lobostoma</i> var. <i>cornuta</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>C. madagascariensis</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960	<i>D. lobostoma</i> var. <i>multilobata</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>C. mespiliformis</i> PÉNARD, 1902	<i>D. lobostoma</i> var. <i>tuberosa</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>Diffugia acuminata</i> EHRENBERG, 1838	<i>D. microclaviformis</i> (KOUROV, 1925)
<i>D. acuminata</i> var. <i>inflata</i> PÉNARD, 1899	<i>D. muriformis</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>D. acutissima</i> DEFLANDRE, 1931	<i>D. muriformis</i> f. <i>crucilobata</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>D. amphoralis</i> HOPKINSON, 1909	<i>D. nebeloides</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>D. angulostoma</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958	<i>D. oblonga</i> EHRENBERG, 1838
<i>D. bicruris</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958	<i>D. pleustonica</i> DIONI, 1970
<i>D. capreolata</i> PÉNARD, 1902	<i>D. pseudogramen</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960
<i>D. cf. parva</i> (THOMAS, 1954)	<i>D. schuurmanni</i> VAN OYE, 1932
<i>D. corona</i> WALLICH, 1864	<i>D. stellastoma</i> VUCETICH, 1989
<i>D. corona</i> f. <i>tuberculata</i> VUCETICH, 1973	<i>D. urceolata</i> CARTER, 1864
<i>D. correntina</i> VUCETICH, 1978	<i>D. ventricosa</i> DEFLANDRE, 1926
<i>D. difficilis</i> THOMAS, 1955	<i>D. ventricosa</i> f. <i>recticaulis</i> DIONI, 1970
<i>D. elegans</i> PÉNARD, 1890	<i>Pontigulasia compressa</i> (CARTER, 1864)
<i>D. globularis</i> (WALLICH, 1864)	<i>Pontigulasia</i> sp.
<i>D. gramen</i> PÉNARD, 1902	<i>Protocucurbitella coroniformis</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960
<i>D. limnetica</i> (LEVANDER, 1900)	
Lesquereusiidae	
<i>Lesquereusia gibbosa</i> THOMAS e GAUTHIER-LIÈVRE, 1959	<i>L. spiralis</i> v. <i>caudata</i> (PLAYFAIR, 1917)
<i>Lesquereusia mimetica</i> PÉNARD, 1902	<i>L. spiralis</i> v. <i>hirsuta</i> THOMAS e GAUTHIER-LIÈVRE, 1959
<i>L. modesta</i> RHUMBLER, 1896	<i>Netzelia oviformis</i> (CASH, 1909)
<i>L. modesta</i> v. <i>caudata</i> (PLAYFAIR, 1917)	<i>N. tuberculata</i> (WALLICH, 1864)
<i>L. spiralis</i> (EHRENBERG, 1840)	<i>N. wailesi</i> (OGDEN, 1980)
Hyalosphenidae	
<i>Heleopera</i> sp.	
Plagiopyxidae	
<i>Plagiopyxis callida</i> PÉNARD, 1910	<i>Hoogenraadia cryptostoma</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
Trigonopyxidae	
<i>Cyclopyxis kahli</i> (DEFLANDRE, 1929)	<i>Trygonopyxis</i> sp.
Phryganellidae	
<i>Phryganella</i> sp.	
EUGLYPHIDA	
Euglyphidae	
<i>Euglypha acanthophora</i> (EHRENBERG, 1841)	<i>Euglypha cristata</i> LEIDY, 1874
Trinematidae	
<i>Trinema</i> sp.	

A análise de escalonamento multidimensional não-métrica (NMDS) evidenciou distintos padrões de ocorrência e abundância relativa de amebas testáceas para cada biótopo amostrado (Figura 3).

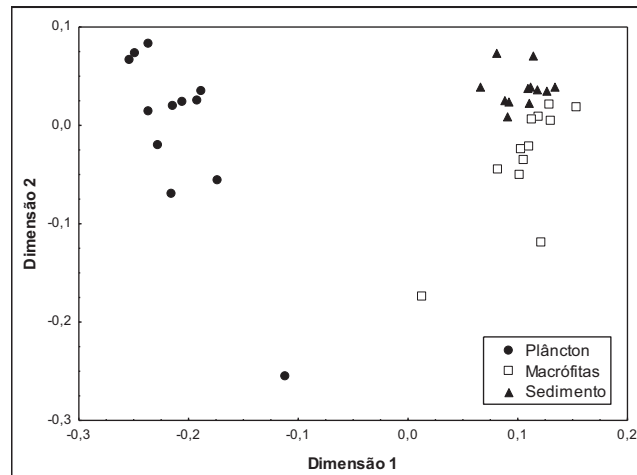


Figura 3: Escala multidimensional não-métrica (NMDS) obtida a partir dos dados de ocorrência e abundância relativa de amebas testáceas dos diferentes biótopos ($stress = 0, 1103$).

Os resultados da MRPP mostraram que existem diferenças significativas entre os dados de ocorrência e abundância das amebas testáceas entre os biótopos amostrados ($A = 0, 29$). Além disso, esses resultados evidenciaram que essas diferenças foram maiores quando considerada a relação entre o plâncton e macrófitas ($A = 0, 26$) e plâncton e sedimento ($A = 0, 32$). Conseqüentemente, existem menores diferenças, entre esses atributos, quando comparados os biótopos preferenciais, macrófitas e sedimento ($A = 0, 09$). Para todas essas análises de MRPP, o valor de p foi $< 0, 001$.

Quando avaliados somente os períodos hidrológicos, o plâncton foi o biótopo que registrou a menor influência do nível hidrométrico (Figura 4).

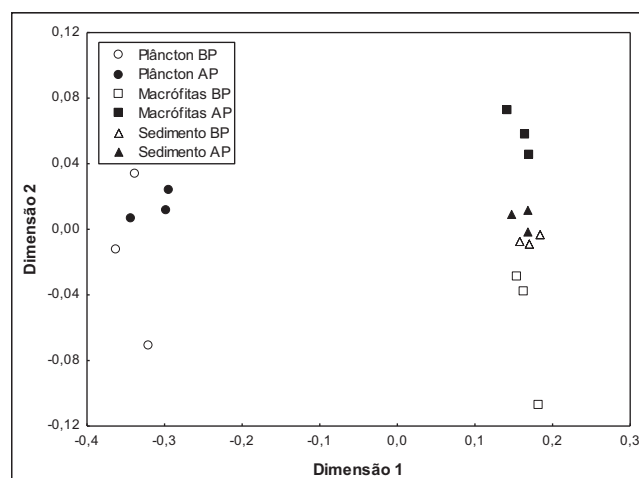


Figura 4: Escala multidimensional não-métrica (NMDS) obtida a partir dos dados de ocorrência e abundância relativa de amebas testáceas dos diferentes biótopos considerando a profundidade da lagoa ($stress = 0,11$).

Analisando-se separadamente os períodos de águas baixas e águas altas, os resultados da MRPP identificaram diferenças significativas para os dados de ocorrência e abundância relativa entre os biótopos, durante ambos os períodos avaliados, de águas baixas ($A= 0,38$; $p= 0,003$) e de águas altas ($A= 0,55$; $p= 0,004$).

Avaliando a distribuição da densidade média, não foi verificado um padrão temporal entre os diferentes biótopos, durante o período de coleta. Ou seja, não houve uma tendência de acréscimo ou diminuição no número de indivíduos, de forma similar, entre as populações presentes no plâncton, nas macrófitas e no sedimento neste período (Figura 5).

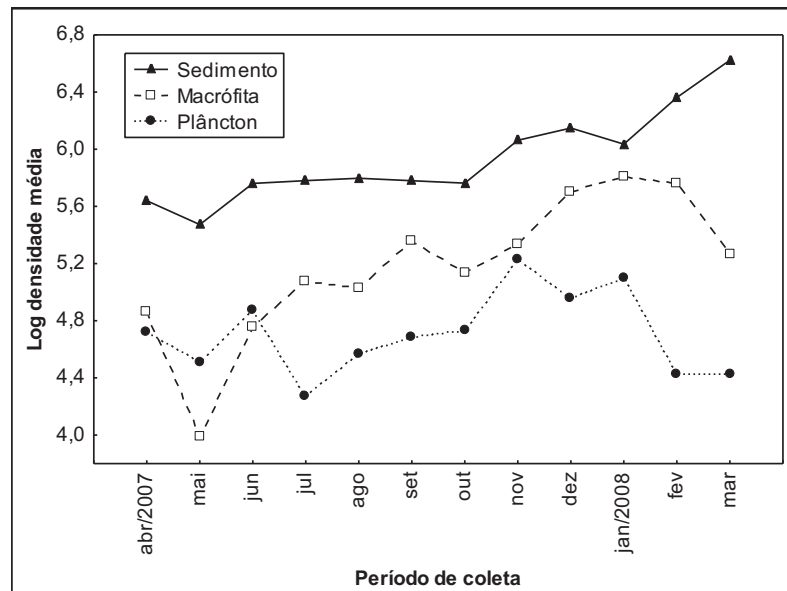


Figura 5: Flutuação temporal da densidade média de amebas testáceas nos diferentes biótopos estudados (plâncton = $\log \text{ind.m}^{-3}$; macrófita e sedimento = $\log \text{ind.m}^{-2}$).

Em relação à distribuição da abundância entre os táxons, puderam-se verificar diferenças entre as principais espécies para cada biótopo (Figura 6). As espécies mais abundantes para o plâncton foram *Diffugia gramen*, *D. pseudogramen* e *D. stellastoma*. Nas macrófitas e sedimento, *Centropyxis aculeata*, *C. hirsuta* e *Euglypha acanthophora* foram as mais abundantes. Ainda, no biótopo planctônico destacaram-se espécies pertencentes ao gênero *Arcella* (*A. conica*, *A. gibbosa* var. *mitriformis*, *A. hemisphaerica*, *A. discoides* e *A.*

gibbosa). *Phryganella* sp. foi evidenciada apenas nas macrófitas, assim como, espécies do gênero *Lesquereusia* foram destacadas quantitativamente somente para o biótopo sedimento (Figura 6).

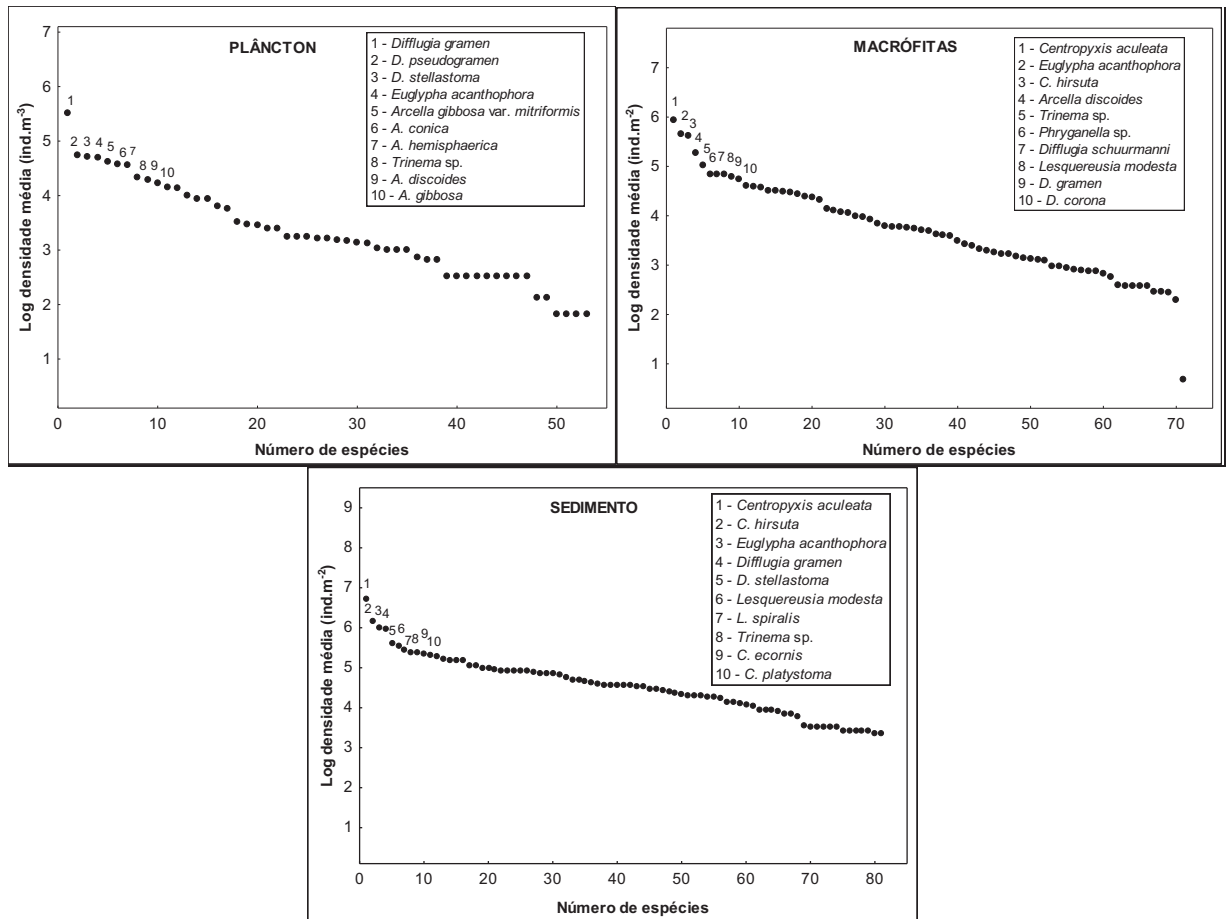


Figura 6: Distribuição da densidade média das amebas testáceas, com destaque para as dez espécies mais abundantes em cada biótopo.

Os escores da DCA 1, classificados de acordo com o biótopo, mostraram que o padrão de distribuição das espécies, a partir da ocorrência e abundância relativa das mesmas, foi significativamente diferente para o plâncton e similar para as macrófitas e sedimento (Figura 7A). O teste Tukey *a posteriori* identificou que o biótopo planctônico diferiu significativamente das macrófitas e do sedimento (Tukey: $p = 0,0001$).

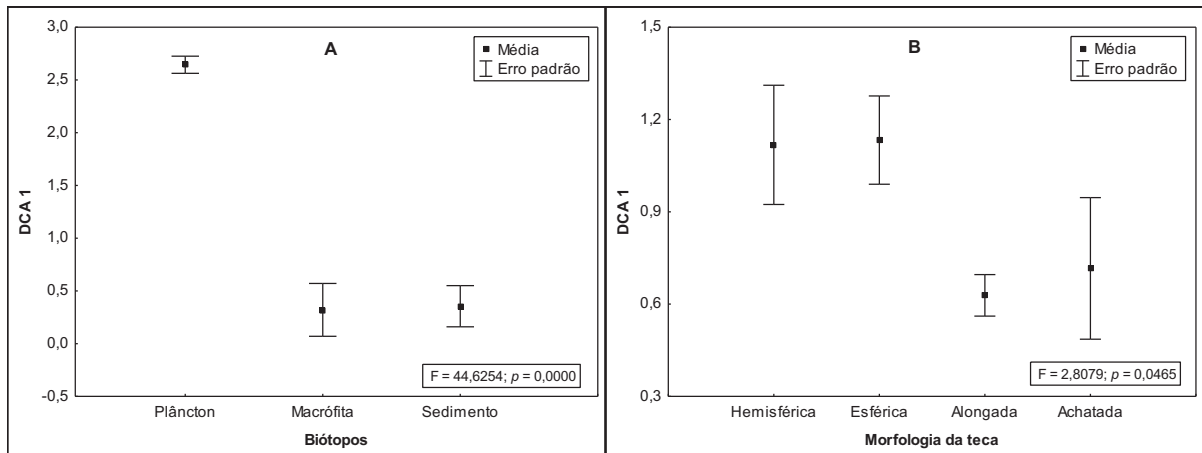


Figura 7: Escores das espécies (eixo 1 da DCA = 0,5265) de acordo com o biótopo (A) e com o tipo morfológico da teca (B).

Do mesmo modo, a ordenação dos escores da DCA 1 implicou em diferenças significativas na estrutura da comunidade em relação aos tipos morfológicos das tecas (Figura 7B). No entanto, o estudo pormenorizado das interações, através do teste Tukey, não demonstrou diferenças entre as categorias avaliadas. Contudo é possível evidenciar que as espécies esféricas e hemisféricas estiveram posicionadas mais positivamente em relação ao eixo 1 da DCA, ou seja, são tipos morfológicos mais relacionados ao biótopo planctônico. Por outro lado, as espécies alongadas e achatadas, estiveram posicionadas menos positivamente em relação ao eixo 1 da DCA, sugerindo o predomínio dessas formas nas macrófitas e no sedimento.

4 Discussão

Considerando que aos dados ambientais foram similares entre os biótopos, ao longo de todo o período de estudo, sugere-se que as diferenças ressaltadas para a estrutura e dinâmica da comunidade de amebas testáceas não devem ser atribuídas às alterações limnológicas (pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade).

As famílias mais representativas, em termos de número de espécies, identificadas neste trabalho, Diffugiidae, Arcellidae, Centropyxidae e Lesquereusiidae, são frequentemente destacadas pela alta diversidade em estudos de ambientes aquáticos continentais. Snegovaya e

Alekperov (2005), estudando amebas testáceas de plâncton, bentos e perifiton, de cinco rios do Azerbaijão Ocidental, entre 2002 e 2004, também registraram essas famílias como as mais representativas. Contudo, as diferenças entre as comunidades dos distintos biótopos não foram avaliadas por esses autores. Nesse sentido, observa-se uma mudança na dominância das famílias quando avaliados os diferentes biótopos separadamente. Em trabalhos somente com comunidades planctônicas, Arcellidae está presente entre as dominantes, juntamente com Diffugiidae e Centropyxidae (Velho et al., 2004; Lansac-Tôha et al., 2007, 2008; Alves et al., 2008). Por outro lado, em amostras de macrófitas e sedimentos, Arcellidae não se apresenta tão representativa, além disso, nestes biótopos, Lesquereusiidae destaca-se entre as famílias mais evidenciadas (Dabés e Velho, 2001; Leipnitz et al., 2006; Lansac-Tôha et al., 2007; Leão et al., 2009).

Essas diferenças, entre os biótopos, foram corroboradas pelo presente estudo. Diferenças na composição e abundância relativa entre os biótopos estudados foram evidenciadas através das análises NMDS e dos testes MRPP. Além disso, essas análises indicaram uma maior influência do tipo de biótopo, plâncton, macrófita ou sedimento, sobre as populações de amebas testáceas do que as flutuações do nível fluviométrico. Em ambientes de áreas alagáveis o pulso de inundação é apresentado como um dos fatores predominantes na estruturação das comunidades. Assim, ressalta-se que, se a presença de amebas testáceas no plâncton, neste estudo, fosse explicada apenas por processos ocasionais, no período de águas altas, a elevação do nível fluviométrico atuaria homogeneizando a composição e abundância das amebas testáceas nos diferentes biótopos amostrados. Desse modo, a estrutura da comunidade, principalmente no período de águas altas, seria similar nos diferentes biótopos, como prescrito pela predição iii.

Os resultados parecem evidenciar, ainda, que as populações em destaque no plâncton estão se desenvolvendo neste biótopo, pois não predominaram nesse compartimento somente

as espécies mais abundantes existentes em seus habitats preferenciais, macrófita e sedimento, os quais desenvolveram populações semelhantes. O fato de espécies do gênero *Arcella* (Arcellidae) apresentarem destaque entre as mais abundantes somente no plâncton admite a existência de adaptações que permitem a acessibilidade desses organismos neste biótopo. *Arcella discoides*, por exemplo, a única espécie do gênero *Arcella*, identificada também entre as mais abundantes registradas nas macrófitas, segundo Torres (1996), precisa de aproximadamente dez minutos para formar os vacúolos de gás e se deslocar do sedimento até a superfície.

Outro fator importante é que as tecas do gênero *Arcella* são elaboradas a partir de material endógeno, secretado pela própria ameba, o que permite, também, maior facilidade de ocupação do biótopo planctônico, enquanto que, *Centropyxis aculeata*, assim como, *Centropyxis*, em geral, destacado em abundância para as macrófitas e sedimento, apresenta uma teca formada, em grande parte, por material exógeno, como grãos de areia e frústulas de diatomáceas que se encontram mais disponíveis na vegetação marginal e no fundo da lagoa.

Táxons dos gêneros *Trinema* e *Euglypha*, foram evidenciados em abundância nos três biótopos. Esses resultados corroboram estudos que consideraram que alguns táxons desses gêneros sejam cosmopolitas, sendo destacada, pela elevada densidade, em diferentes biótopos de água doce (Aleksperov e Snegovaya, 2000; Heger et al., 2009).

De acordo com Gomes e Souza (2008), as tecas do gênero *Phryganella* são frágeis e podem ser quebradas, devido ao amplo pseudostoma. Essas características podem explicar o fato de esse gênero ser destacado, em termos de abundância, somente nas macrófitas, pois a complexidade estrutural dessas plantas fornece maior proteção e disponibilidade de microhabitats.

Além disso, deve-se considerar que *Diffflugia gramen*, *D. pseudogramen* e *D. stellastoma*, identificadas como as espécies mais abundantes no plâncton, possuem o mesmo

tipo morfológico, ou seja, apresentam tecas esféricas. Este tipo morfológico, juntamente com o tipo das tecas do gênero *Arcella*, classificadas com hemisféricas, foram determinadas neste trabalho, como características do biótopo planctônico (Figura 8). O mesmo padrão de formas registrado para o plâncton foi verificado por Velho et al. (2003) como característico desse mesmo biótopo em ambientes lênticos. Por outro lado, identificaram espécies com tecas alongadas e achatadas, predominantes neste estudo, nas macrófitas e sedimento, como características de região litorânea de ambientes lênticos, bem como de plâncton de ambientes lóticos. Esses autores estudaram a influência da heterogeneidade ambiental sobre a estrutura da comunidade de tecamebas, analisando amostras da região pelágica e litorânea de diferentes ambientes lóticos e lênticos da planície de inundação do alto rio Paraná.

Assim, supostamente, existe uma peculiaridade na morfologia das amebas testáceas presentes no plâncton de ambientes lênticos. Formas esféricas e hemisféricas podem se adaptar mais facilmente ao plâncton de lagoas, visto que a necessidade de resistência ao fluxo é menor nestes ambientes. Além disso, a presença de vacúolos gasosos para flutuação (Bles, 1929; Stepanék e Jiri, 1958) e formas com tecas de baixa densidade (Schönborn, 1962), como as evidenciadas no plâncton da lagoa Guaraná, permitem a permanência desses protistas neste biótopo.

Deve-se considerar que o presente estudo foi desenvolvido em ambiente lacustre e os resultados obtidos, em confronto com a literatura, sugerem uma diferença entre a estrutura da comunidade de amebas testáceas do plâncton de ambientes lóticos e lênticos. Nesse sentido, o plâncton de ambientes lênticos parece ser favorável ao desenvolvimento de populações de tecamebas. Contudo, em rios, a influência de processos estocásticos, como dispersão e arraste desses protistas de outros biótopos pode ser mais acentuada. Panarelli (2004) enfatizou que as características lênticas das lagoas marginais de planície de inundação

favorecem o desenvolvimento de populações zooplantônicas distintas das encontradas no canal principal do rio.

5 Conclusão

Em síntese, o plâncton apresentou uma particularidade na composição de amebas testáceas, o contrário do predito pela estocasticidade, em que existiria similaridade na composição entre os diferentes biótopos, principalmente no período de águas altas. As espécies identificadas no plâncton não foram representadas pelas espécies mais abundantes presentes nas macrófitas aquáticas e sedimento. Ainda, os tipos morfológicos das tecas predominantes no plâncton (esférica e hemisférica) foram diferentes dos outros dois biótopos (achatada e alongada). Desse modo, as predições propostas que poderiam explicar a presença ocasional das amebas testáceas no plâncton de um ambiente lântico ditadas por eventos aleatórios, como a ressuspensão desses organismos do sedimento e arraste destes das macrófitas da região marginal, foram rejeitadas. Portanto, esses resultados sugerem que o biótopo planctônico apresenta populações características, com habilidades como formação de vacúolos de gás, elaboração de tecas de baixa densidade, maior abundância de tecas formadas por material endógeno, que garante o sucesso dessas populações neste biótopo.

6 Referências

- Adl, S. M., Simpson, A. G. B., Farmer, M. A., Andersen, R. A., Anderson, O. R., Barta, J. R., Bowser, S. S., Brugerolle, G., Fensome, R. A., Fredericq, S., James, T. Y., Karpov, S., Kugrens, P., Krug, J., Lane, C. E., Lewis, L. A., Lodge, J., Lynn, D. H., Mann, D. G., Mccourt, R. M., Mendoza, L., Moestrup, O., Mozley-Standridge, S. E., Nerad, T. A., Shearer, C. A., Smirnov, A. V., Spiegel, F. W., Taylor, M. F. J. R., 2005. The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of Protists. *J. Eukaryot. Microbiol.* 52, 399–451.
- Alekperov, I., Snegovaya, N., 2000. The fauna of testate amoebae (Rhizopoda, Testacea) in freshwater basins of Apsheron peninsula. *Protistology* 1, 135–147.
- Alves, G. M., Lansac-Tôha, F. A., Takahashi, E. M., Velho L. F. M., 2008. Fluctuations of testate amoebae populations (Rhizopoda) in plankton from different environments on the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Int. Rev. Hydrobiol.* 93, 227-242.

- Alves, G. M., Lansac-Tôha, F. A., Velho, L. F. M., Joko, C. Y., Costa, D. M., 2007. New records of testate amoebae (Protozoa: Testacealobosea) for Upper Paraná River floodplain. *Acta Limnol. Bras.* 19, 175-195.
- Alves, G. M., Velho L. F. M., Simões, N. R., Lansac-Tôha, F. A., no prelo. Biodiversity of testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) in different habitats of a lake in the upper Paraná River floodplain. *Eur. J. Protist.*
- Balik V., Song, B., 2000. Benthic freshwater testate amoebae assemblages (Protozoa: Rhizopoda) from Lake Dongting, People's Republic of China, with description of a new species from the genus *Collaripyxidia*. *Acta Protozool.* 39, 149 – 156.
- Bles, E. J., 1929: *Arcella*. A Study in Cell Physiology. *Q. J. Microscop. Sci.* 72: 527-648.
- Clarke, K. R., Warwick, R. M., 1994. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Natural Environment Research Council, Plymouth.
- Dabés, M. B. G. S., Velho, L. F. M., 2001. Testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) associated to littoral aquatic macrophytes in a marginal lake of the São Francisco River, MG, Brazil. *Acta Sci.* 23, 299-304.
- Ferreira, F., I. Leipnitz, I., Leão, C. J.; Hansen, M. A. F., 2006: Tecamebas em sedimentos do rio Tramandaí e da lagoa do Passo, planície costeira norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *GAEA* 2: 66-74.
- Gilbert, D., Amblard, C., Boundier, G., Francez, A. J., Mitchell, E. A. D., 2000. Le régime alimentaire des Thecamoebiens. *Annee Biol.* 39, 1-12.
- Golemansky, V., Todorov, M., 2004. Shell morphology, biometry and distribution of some marine interstitial testate amoebae (Sarcodina: Rhizopoda). *Acta Protozool.* 43, 147 – 162.
- Gomes e Souza, M. B., 2005. Tecamebas (Protozoa Rhizopoda) associadas às macrófitas aquáticas da bacia do rio Jequitinhonha: Parque Estadual do Rio Preto e Parque Estadual do Grão Mogol, MG. *Unimontes Científica* 2, 129-142.
- Gomes e Souza, M. B., 2008. Guia das tecamebas. Bacia do rio Peruaçu – Minas Gerais. Subsídio para conservação e monitoramento da Bacia do Rio São Francisco. Editora UFMG, Belo Horizonte.
- Green, J., 1994. The temperate tropical gradient of planktonic Protozoa and Rotifera. *Hydrobiologia* 272, 13-26.
- Hammer, O., Harper, D. A. T., Ryan, P. D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1), 9pp.
- Hardoim, E. L., Heckman, C. W., 1996. The seasonal succession of biotic communities in wetlands of the tropical wet and dry climatic zone: IV. Free living sarcodines and ciliates of the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 81, 367-384.
- Heger, T. J., Mitchell, E. A. D., Ledeganck, P., Vincke, S., Van de Vijver, B., Beyens, L., 2009. The curse of taxonomic uncertainty in biogeographical studies of free-living terrestrial protists: a case study of testate amoebae from Amsterdam Island. *J. Biogeogr.* 36, 1551–1560.
- Hill, M. O., Gauch, H. G., 1980. Detrended Correspondence - Analysis - An Improved Ordination Technique. *Vegetatio* 42, 47-58.
- Jongman, R. H. G., Terbraak, C. J. F., Van Tongeren, G. F. R., 1995. *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press, New York.
- Kindt, R., Coe, R., 2005. *Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies*. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi.
- Lansac-Tôha, F. A., Alves, G. M., Velho, L. F. M., Robertson, B. A., Joko, C. Y., 2008. Composition and occurrence of testate amoebae in the Curuá-Una Reservoir (State of Pará, Brazil). *Acta Limnol. Bras.* 20, 177-195.

- Lansac-Tôha, F. A., Bonecker, C. C., Velho, L. F. M., 2004. Composition, species richness and abundance of the zooplankton community. In Thomaz, S. M., Agostinho, A. A., Hahn, N. S. (Eds), The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 145-190.
- Lansac-Tôha, F. A., Bonecker, C. C., Velho, L. F. M., Simões, N. R., Dias, J. D., Alves, G. M., Takahashi, E. M., 2009. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from long-term studies. *Braz. J. Biol.* 69, 539-549.
- Lansac-Tôha, F. A., Velho, L. F. M., Bonecker, C. C., 2003. Influência de macrófitas aquáticas sobre a estrutura da comunidade zooplanctônica. In: Thomaz, S. M., Bini, L. M. (Eds.), *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Eduem, Maringá, pp. 231-242.
- Lansac-Tôha, F. A., Zimmermann-Callegari, M. C., Alves, G. M., Velho, L. F. M., Fulone, L. J., 2007. Species richness and geographic distribution of testate amoebae (Rhizopoda) in Brazilian freshwater environments. *Acta Sci. Biol. Sci.* 29, 185-195.
- Leão, C. J., Leipnitz, I. I., Ferreira, F., 2009. Levantamento da biodiversidade de amebas testáceas em sedimentos de lagoas artificiais de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Bioikos* 23, 39-49.
- Legendre, P., Legendre, L., 1998. Numerical ecology. *Developments in Environmental Modelling*. Elsevier, Amsterdam.
- Leipnitz, I., Silva, J. L. L., Leão, C. J., Ferreira, F., Hansen, M. A. F., 2006. Amebas testáceas (Protozoa, Rhizopoda) de ambientes límnicos do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil. *GAEA* 2, 47-58.
- Mattheeussen, R., Ledeganck, P., Vincke, S., Van De Vijver, B., Nijs, I., Beyens, L., 2005. Habitat selection of aquatic testate amoebae communities on Qeqertarsuaq (Disko Island), West Greenland. *Acta Protozool.* 44, 253 – 263.
- Mccune, B., Mefford, M. J., 1999. PC-Ord. Multivariate analysis of ecological data, version 4.0. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon.
- Panarelli, E. A., 2004. Flutuações mensais da comunidade zooplanctônica e dinâmica das populações de Cladocera em três lagoas marginais, na transição do rio Paranapanema – Represa de Jurumirim (SP). Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Schönborn, W., 1962. Über planktismus und ziklomorphose bei *Diffflugia limnetica* (Levander) Pénard. *Limnologica* 1: 21-34.
- Smith, H. G., Bobrov, A., Lara, E., 2008. Diversity and biogeography of testate amoebae. *Biodivers. Conserv.* 17, 329–343.
- Snegovaya, N., Alekperov, I., 2005. Fauna of testate amoebae of western Azerbaijan rivers. *Protistology* 4, 149 - 183.
- Snegovaya, N., Alekperov, I., 2009. New testate amoebae (Protozoa, Testacea) from the Northern-East Azerbaijan inland water bodies. *Protistology* 6, 111–125.
- Sokal, R. R.; Rohlf, F. J., 1991. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman and Company, New York.
- StatSoft Inc., 2005. *Statistica for Windows (data analysis software system)*, version 7.1, Statsoft Inc., Tulsa.
- Stepanek, M., Jiri, J., 1958: *Diffflugia gramen* Pénard, *Diffflugia gramen* var. *anchora* Pénard and *Diffflugia gramen* f. *globulosa* f. n. *Hydrobiologia* 10: 138-156.
- Teixeira, M. C., Santana, N. F., Azevedo, J. C. R., Pagioro, T. A., 2008. Padrões de variação do carbono orgânico na planície de inundação do alto rio Paraná. *Oecol. Bras.* 12, 57-65.
- Thomaz, S. M., Roberto, M. C., Lansac-Tôha, F. A., Esteves, F. A., Lima, A. F., 1991. Dinâmica temporal dos principais fatores limnológicos do rio Baía - planície de inundação do alto rio Paraná, MS, Brasil. *Revista Unimar* 13, 299-312.

- Todorov, M., Golemansky, V., Blagovest, T., 2008. Diversity and biotopic distribution of testate amoebae (Protozoa : Arcellinida and Euglyphida) in the Batak Reservoir (Southern Bulgaria). *Acta Zool. Bulg.* 60, 115-124.
- Torres, V. S., 1996. Vacúolos de gás e flutuação em *Diffflugia mitriformis* Wallich (Protista, Rhizopoda, Testacealobosea). *Rev. Bras. Zool.* 13, 67-75.
- Velho, L. F. M., Bini, L. M.; Lansac-Tôha, F. A., 2004. Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) diversity in plankton of the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia* 523, 103-111.
- Velho, L. F. M., Lansac-Tôha, F. A., Bini, L. M., 2003. Influence of environmental heterogeneity on the structure of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) assemblages in the plankton of the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Int. Rev. Hydrobiol.* 88, 154-166.

Capítulo 2

Estrutura de tamanho de amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) em diferentes biótopos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná

Resumo: Estrutura de tamanho das amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) em diferentes biótopos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná

A abordagem biométrica tem sido aplicada nas últimas duas décadas em estudos com amebas testáceas. Nesse sentido, o presente estudo objetivou investigar a relação entre a estrutura de tamanho desses organismos de distintos biótopos, plâncton, macrófitas e sedimento, em uma lagoa marginal da planície de inundação do alto rio Paraná. Foram testadas as predições de que os maiores tamanhos médios desses protistas seriam registrados no sedimento da lagoa e que durante o período de águas altas seriam registrados indivíduos menores em todos os biótopos. As coletas foram feitas, mensalmente, durante o período de abril de 2007 a março de 2008, em trélicas, para cada biótopo. As amebas testáceas foram representadas por indivíduos de tamanhos entre <50 e $400 \mu\text{m}$. Indivíduos menores predominaram no biótopo planctônico e os maiores no sedimento. Essas diferenças estão, provavelmente, associadas às atividades metabólicas, ou seja, as necessidades energéticas destes organismos unicelulares em cada tipo de biótopo. Os resultados da ANOVA bifatorial evidenciaram ainda diferenças significativas entre os períodos hidrológicos. Durante as águas altas, o aumento da pluviosidade, e conseqüentemente da velocidade de escoamento, diminui a estabilidade do ambiente, aumenta a turbulência e aumenta a movimentação da coluna de água. Assim, a estabilidade ambiental parece ser um fator importante na determinação da variação temporal da estrutura de tamanho desses organismos.

Palavras-chave: Protistas; estrutura de tamanho; biótopos; lagoa de várzea; rio Paraná.

Abstract: Size structure of testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) in different habitats from a lake in the Upper Paraná River floodplain.

The biometric approach has been applied in the last two decades in testate amoebae studies. In this way, this study aimed to investigate the relationship between the size structure of these organisms in distinct biotopes: plankton, aquatic macrophytes and sediment. The samplings were conducted in a floodplain lake of the Upper Paraná River. We tested the predictions that i) high testate amoebae mean sizes would be registered in the sediment of the lake; and ii) temporally, smaller organisms would be registered during the potamophase in all biotopes. The samplings were performed, monthly, from April 2007 to March 2008, in triplicates for each biotope. Testate amoebae were represented by individuals from <50 and $400 \mu\text{m}$. The smaller individuals predominated in plankton samples ($50 \leq T < 100 \mu\text{m}$) while the bigger ones were most representative in the sediment ($100 \leq T < 150 \mu\text{m}$). These differences are, probably, associated to the metabolic activities, ie. energetic needs of these unicellular organisms, in each biotope. The Two-Way Anova results evidenced, also, significant differences between hydrological periods. During the potamophase, the rainfall and flux velocity increase, decreasing the system stability, and increasing the turbulence and water column circulation. So, the environmental stability seems to be one of the main factors driving the temporal variation in size structure of these organisms.

Keywords: Protist; size structure; biotopes; floodplain lake; Paraná river.

1 Introdução

As amebas testáceas constituem um grupo polifilético funcional de protistas distinguindo-se das amebas nuas por sua capacidade de formar uma concha ou teca. A dimensão das tecas varia conforme o ambiente em que se encontram, sendo máxima em locais com água abundante e permanente, intermediária em formas associadas a musgos em ambiente terrestre, e mínima em ambientes com pouca disponibilidade de água (Chardez, 1967).

O tamanho corporal desempenha um papel fundamental nos processos fisiológicos, comportamentais, evolutivos e ecológicos (Ackerman e Bellwood, 2003). Ainda, de acordo com Peters (1983), o tamanho do corpo pode ser uma ferramenta útil, com forte poder preditivo para estimar a abundância, biomassa e diversidade dos mais variados grupos de organismos. Esse mesmo autor assegurou que espécies com tamanho corporal menor são encontradas, geralmente, em maior densidade.

A abordagem biométrica tem sido aplicada nas últimas duas décadas em estudos com amebas testáceas, e segundo Bobrov e Mazei (2004), o padrão de variação difere não só em espécies distintas, mas em diferentes populações da mesma espécie. A variabilidade morfométrica das populações pode ser atribuída a fatores ecológicos, como microhabitats e grandes variações ambientais (Lahr e Lopes, 2006).

Em planícies de inundação a diversidade de biótopos em um mesmo ambiente pode influenciar a estrutura e dinâmica das comunidades. A região pelágica apresenta menor heterogeneidade espacial em relação à região litorânea, onde se desenvolvem bancos de macrófitas aquáticas. Hardoim (1997) afirmou que as amebas testáceas se beneficiam destes microhabitats proporcionados pelas macrófitas, pois os processos de decomposição dos detritos, nestes locais, são intensos, ocorre o florescimento de perifiton, permite abrigo contra

invertebrados e proliferação de fungos, algas perifíticas, bactérias e ciliados, que podem servir de alimento para as amebas.

Nesse sentido, amebas testáceas de maior tamanho têm sido registradas em ambientes lênticos, entre as plantas e nas primeiras camadas do sedimento, e em águas abertas do plâncton e na correnteza dos rios, percebe-se uma tendência de proliferação dos menores espécimes de tecamebas (Gomes e Souza, 2008).

No Brasil, apenas a partir dos anos 90 que houve um acréscimo do número de estudos sobre a ecologia de amebas testáceas, em diferentes biótopos dulcícolas, sedimento, macrófitas aquáticas e plâncton (Hardoim e Heckman, 1996; Velho et al. 2004; Gomes e Souza, 2005; Leão et al. , 2007; Lansac-Tôha et al., 2007; 2008; Alves et al., 2008).

Estudos que avaliaram a estrutura de tamanho das amebas testáceas são, no entanto, escassos. No Brasil destaca-se aquele realizado por Azevedo e Bonecker (2003) que avaliaram a estrutura de tamanho da comunidade zooplanctônica, incluindo as amebas testáceas, nas regiões pelágica e litorânea de três lagoas da planície de inundação do alto rio Paraná. . Esses autores sugeriram que as variações espaciais e temporais observadas foram determinadas pelo tipo de recurso alimentar (*microbial-loop* ou cadeia de herbivoria), preferência de hábitat da espécie e estratégias de vida (crescimento e reprodução), e classificaram as amebas testáceas como organismos de pequeno porte e de principal ocorrência em região pelágica.

Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar a relação entre a estrutura de tamanho de amebas testáceas de distintos biótopos, plâncton, macrófitas e sedimento, de uma lagoa marginal da planície de inundação do alto rio Paraná. Mais especificamente testou-se as predições de que os maiores tamanhos médios desses protistas serão registrados no sedimento da lagoa, considerando-se que o reduzido fluxo de água nesse biótopo, em relação aos outros, sugere uma maior estabilidade no ambiente e que maior estabilidade permite o

desenvolvimento de populações maiores. Nesse contexto, em relação aos períodos, tendo em vista que os ciclos hidrológicos atuam como perturbações ambientais, espera-se que durante o período de águas altas sejam registrados indivíduos menores em todos os biótopos.

2 Material e métodos

2.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado na lagoa Guaraná, uma lagoa de várzea pertencente a planície de inundação do alto rio Paraná, associada ao rio Baía (Figura 1), o qual possui um grande número de lagoas associadas ao longo de seu curso (Thomaz et al., 1991). A lagoa Guaraná está localizada nas coordenadas $22^{\circ}43'S$, $53^{\circ}18' W$ apresentando forma arredondada, com profundidade média de 2,1 m, perímetro de 1.058,3 m e área de 4,2 ha. É ligada ao rio Baía por um canal de 70 m de comprimento e 18 m de largura (Teixeira et al., 2008).

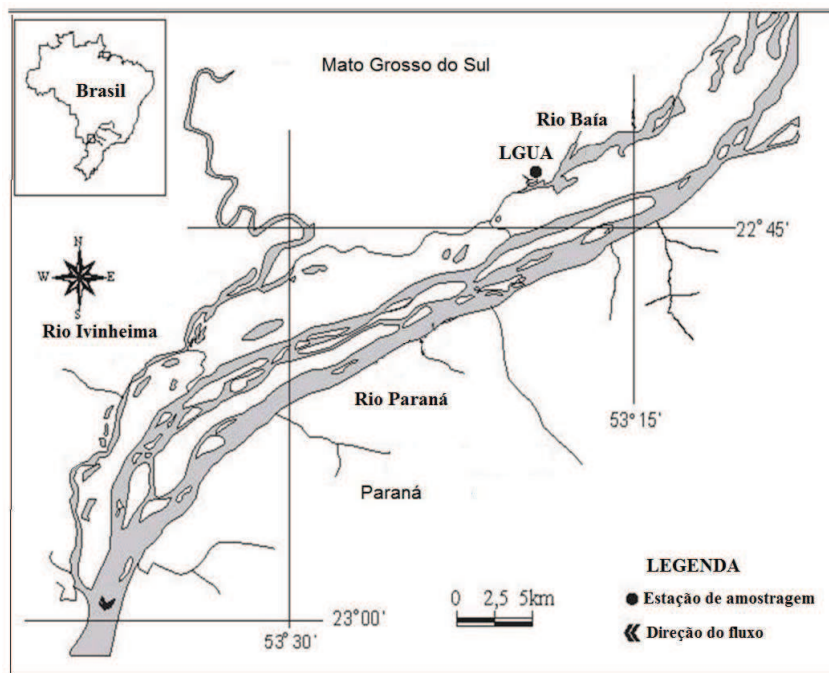


Figura 1. Mapa da área de estudo com localização da estação de coleta (LGUA: lagoa Guaraná).

Essa lagoa apresenta coloração marrom escura, possui um sedimento arenoso rico em matéria orgânica em decomposição e suas margens são tomadas por gramíneas e arbustos.

2.2 Amostragem de campo

As coletas de amebas testáceas foram realizadas, mensalmente, durante o período de abril de 2007 a março de 2008. As amostras foram coletadas em trélicas para cada biótopo, plâncton, macrófitas aquáticas e sedimento. Em cada ponto de coleta foram tomadas as medidas das variáveis: pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/L) e condutividade ($\mu\text{s/cm}$), com auxílio de potenciômetros digitais portáteis.

2.2.1 Plâncton

As coletas de plâncton foram obtidas à sub-superfície da região pelágica com auxílio de uma garrafa de “Van Dorn” de 5 L. Foram filtrados 50 litros de água por amostra em uma rede de plâncton de 20 μm de abertura de malha. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno e fixadas com solução de formaldeído 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

2.2.2 Macrófitas aquáticas

As coletas foram realizadas utilizando-se uma rede de 20 μm de abertura de malha e boca da rede com diâmetro de 30 cm ($\text{Área} = 706 \text{ cm}^2$), colocada sob bancos de macrófitas aquáticas multiespecíficas. As porções das diferentes macrófitas contidas nesta área foram cortadas e todo o material retido na rede foi colocado em sacos plásticos. As tecamebas associadas às macrófitas foram amostradas por lavagem da vegetação em dois baldes subseqüentes, o primeiro contendo 3 L de solução de formaldeído 4%, tamponada com carbonato de cálcio, e o outro contendo 3 L de água. O volume com os organismos remanescentes dos dois baldes foi filtrado em uma rede (20 μm) e preservado em frasco de polietileno contendo solução de formaldeído (4%), tamponada com carbonato de cálcio.

No período de estudo, na região litorânea da lagoa Guaraná, foram coletadas as macrófitas flutuantes livres, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Salvinia auriculata* Aubl., *Salvinia biloba* Raddi, *Pistia stratiotes* L., *Limnobium laevigatum* (Humb. e Bonpl. ex Willd.) Heine, *Wolffiella* sp., as macrófitas emergentes *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth, *Hydrocotyle ranunculoides* L. f., *Paspalum repens* P.J. Bergius, *Ludwigia* sp. e a macrófita fixa de folhas flutuantes *Nymphaea amazonum* Mart. e Zucc. Somente as quatro últimas espécies não estiveram presentes em todas as coletas.

2.2.3 Sedimento

As tecamebas foram amostradas no sedimento da região central da lagoa utilizando-se um coletor de sedimento tipo “Ekman”. A partir do material coletado com o amostrador, foi retirada, da camada superior do sedimento (primeiro centímetro), uma amostra correspondente a 100 cm² (com quadrado de 10 x 10 cm). Posteriormente, o material foi acondicionado em frascos de polietileno contendo solução de formaldeído 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

2.3 Análise laboratorial

As amostras foram coradas com rosa de bengala e apenas os organismos que apresentavam protoplasma corado foram identificados, assumindo-se que estavam vivos no momento da coleta. Para a análise quantitativa das amostras foram retiradas três subamostragens subsequentes com pipeta tipo Hensen-Stempel de 2,5 mL e analisadas em câmara de Sedgwick-Rafter. Os indivíduos foram triados de cada amostra e montados em lâminas com glicerina para posterior identificação.

Foram medidos os tamanhos de, no mínimo, 20 indivíduos das espécies mais abundantes de amebas testáceas e, para as demais, do número de indivíduos encontrados. O

tamanho do espécime foi considerado como o comprimento do maior eixo do corpo. Todas as análises foram feitas com auxílio de microscópio óptico (Olympus) e as medidas tomadas com a ampliação de 400 X.

O enquadramento taxonômico foi baseado naquele proposto por Adl et al. (2005). Assim, as amebas testáceas foram agrupadas em Arcellinida Kent, 1880 (Amoebozoa, Testacealobosia) e Euglyphida Copeland, 1956 (Rhizaria, Silicofilosea).

2.4 Análise dos dados

A densidade de amebas testáceas registrada no plâncton foi estimada em ind.m^{-3} , enquanto que nas macrófitas aquáticas e no sedimento foi estimada em ind.m^{-2} . Devido a grande amplitude dos valores, a densidade final dos diferentes biótopos foi expressa em dados log transformados ($\log x+1$).

Com o objetivo de avaliar o tamanho das comunidades entre os períodos hidrológicos, foram utilizadas para as análises, as amostras coletadas nos meses de maior profundidade e menor profundidade da lagoa Guaraná (Figura 2).

As diferenças no tamanho das populações presentes no plâncton, nas macrófitas e nos sedimento, durante período de amostragem, foram avaliadas pela ANOVA Two - Way (bifatorial), sendo considerados como fatores os biótopos e períodos de coleta. Os pressupostos da ANOVA foram testados pelo teste de Shapiro-Wilk para normalidade e pelo teste de Levene para homocedasticidade (homogeneidade das médias dos dados). Este teste foi desenvolvido utilizando-se o pacote Statistica 7.1 (Statsoft Inc., 2005).

3 Resultados

A profundidade da lagoa variou de 1,4 a 2,5 m (Figura 2). Os meses de maior profundidade da lagoa foram dezembro de 2007 e janeiro e fevereiro de 2008. Este período

foi considerado como de águas altas. Os meses de menor profundidade, período considerado como de águas baixas, foram maio, junho e julho de 2007 (Figura 2).

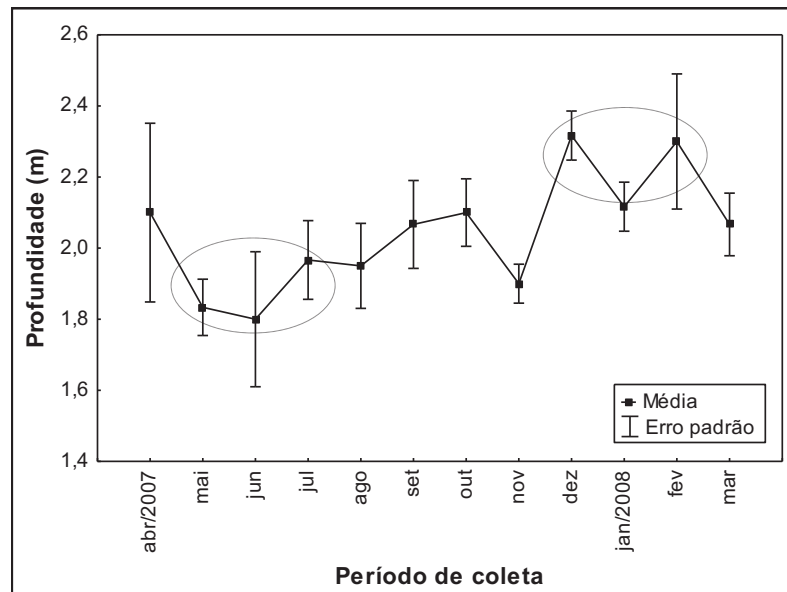


Figura 2. Profundidade média registrada para a lagoa Guaraná durante o período de estudo (Águas altas = dezembro, janeiro e fevereiro; Águas baixas = maio, junho e julho).

Os valores dos dados abióticos, pH (5,35 a 7,93), temperatura (18,1 °C a 30,9 °C), oxigênio dissolvido (1,29 a 8,93 mg/L) e condutividade (27,2 a 60,1 μ S/cm) foram similares entre os diferentes biótopos amostrados durante todo o período avaliado (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis limnológicas registradas nos diferentes compartimentos da lagoa Guaraná durante o período de estudo (T = Temperatura; OD = Oxigênio Dissolvido; C = Condutividade).

Variável limnológica	Plâncton	Macrófita	Sedimento
pH	5,35 – 7,45	5,44 – 7,09	5,41 – 7,93
T (°C)	18,3 – 29,5	19,0 – 30,9	18,1 – 29,5
OD (mg/L)	1,29 – 8,93	2,43 – 8,85	2,12 – 8,87
C (μ S/cm)	28,4 – 53,9	27,2 – 54,0	28,7 – 60,1

Durante o período de estudo foram identificados 89 táxons infragenéricos de amebas testáceas. As famílias Diffugiidae (41 táxons), Arcellidae (18 táxons), Centropyxidae (11 táxons) e Lesquereusiidae (10 táxons) as mais representativas em termos de número de táxons (Tabela 2).

Tabela 2: Inventário da procta nos diferentes biótopos amostrados da lagoa Guaraná durante o período de estudo.

ARCELLINIDA	
Arcellidae	
<i>Arcella arenaria</i> GREEFF, 1866	<i>A. megastoma</i> PÉNARD, 1902
<i>A. conica</i> (PLAYFAIR, 1917)	<i>A. mitrata</i> LEIDY, 1879
<i>A. costata</i> EHRENBERG, 1847	<i>A. mitrata</i> var. <i>spectabilis</i> DEFLANDRE, 1928
<i>A. cremulata</i> DEFLANDRE, 1928	<i>A. nordestina</i> VUCETICH, 1973
<i>A. discoides</i> EHRENBERG, 1843	<i>A. rota</i> DADAY, 1905
<i>A. gibbosa</i> PÉNARD, 1890	<i>A. rotundata</i> var. <i>aplanata</i> DEFLANDRE, 1928
<i>A. gibbosa</i> var. <i>mitriformis</i> DEFLANDRE, 1928	<i>A. vulgaris</i> EHRENBERG, 1830
<i>A. hemisphaerica</i> PERTY, 1852	<i>A. vulgaris</i> f. <i>elegans</i> DEFLANDRE, 1928
<i>A. hemisphaerica</i> f. <i>undulata</i> DEFLANDRE, 1928	<i>A. vulgaris</i> f. <i>undulata</i> DEFLANDRE, 1928
Centropyxidae	
<i>Centropyxis aculeata</i> (EHRENBERG, 1838)	<i>C. gibba</i> DEFLANDRE, 1929
<i>C. aerophila</i> DEFLANDRE, 1929	<i>C. hirsuta</i> DEFLANDRE, 1929
<i>C. aerophila</i> var. <i>sphagnicola</i> DEFLANDRE, 1929	<i>C. marsupiformis</i> (WALLICH, 1864)
<i>C. constricta</i> (EHRENBERG, 1841)	<i>C. platystoma</i> (PÉNARD, 1902)
<i>C. discoides</i> (PÉNARD, 1890)	<i>C. spinosa</i> (CASH, 1905)
<i>C. ecornis</i> (EHRENBERG, 1841)	
Diffugiidae	
<i>Cucurbitella dentata</i> f. <i>crucilobata</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960	<i>D. lithophila</i> PÉNARD, 1902
<i>C. dentata</i> f. <i>quinquilobata</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960	<i>D. lobostoma</i> LEIDY, 1879
<i>C. dentata</i> f. <i>trilobata</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960	<i>D. lobostoma</i> var. <i>cornuta</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>C. madagascariensis</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960	<i>D. lobostoma</i> var. <i>multilobata</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>C. mespiliformis</i> PÉNARD, 1902	<i>D. lobostoma</i> var. <i>tuberosa</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>Diffugia acuminata</i> EHRENBERG, 1838	<i>D. microclaviformis</i> (KOUROV, 1925)
<i>D. acuminata</i> var. <i>inflata</i> PÉNARD, 1899	<i>D. muriformis</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>D. acutissima</i> DEFLANDRE, 1931	<i>D. muriformis</i> f. <i>crucilobata</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>D. amphoralis</i> HOPKINSON, 1909	<i>D. nebeloides</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
<i>D. angulostoma</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958	<i>D. oblonga</i> EHRENBERG, 1838
<i>D. bicruris</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958	<i>D. pleustonica</i> DIONI, 1970
<i>D. capreolata</i> PÉNARD, 1902	<i>D. pseudogramen</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960
<i>D. cf. parva</i> (THOMAS, 1954)	<i>D. schuurmanni</i> VAN OYE, 1932
<i>D. corona</i> WALLICH, 1864	<i>D. stellastoma</i> VUCETICH, 1989
<i>D. corona</i> f. <i>tuberculata</i> VUCETICH, 1973	<i>D. urceolata</i> CARTER, 1864
<i>D. correntina</i> VUCETICH, 1978	<i>D. ventricosa</i> DEFLANDRE, 1926
<i>D. difficilis</i> THOMAS, 1955	<i>D. ventricosa</i> f. <i>recticaulis</i> DIONI, 1970
<i>D. elegans</i> PÉNARD, 1890	<i>Pontigulasia compressa</i> (CARTER, 1864)
<i>D. globularis</i> (WALLICH, 1864)	<i>Pontigulasia</i> sp.
<i>D. gramen</i> PÉNARD, 1902	<i>Protocucurbitella coroniformis</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1960
<i>D. limnetica</i> (LEVANDER, 1900)	
Lesquereusiidae	
<i>Lesquereusia gibbosa</i> THOMAS e GAUTHIER-LIÈVRE, 1959	<i>L. spiralis</i> v. <i>caudata</i> (PLAYFAIR, 1917)
<i>Lesquereusia mimetica</i> PÉNARD, 1902	<i>L. spiralis</i> v. <i>hirsuta</i> THOMAS e GAUTHIER-LIÈVRE, 1959
<i>L. modesta</i> RHUMBLER, 1896	<i>Netzelia oviformis</i> (CASH, 1909)
<i>L. modesta</i> v. <i>caudata</i> (PLAYFAIR, 1917)	<i>N. tuberculata</i> (WALLICH, 1864)
<i>L. spiralis</i> (EHRENBERG, 1840)	<i>N. walesi</i> (OGDEN, 1980)
Hyalosphenidae	
<i>Heleopera</i> sp.	
Plagiopyxidae	
<i>Plagiopyxis callida</i> PÉNARD, 1910	<i>Hoogenraadia cryptostoma</i> GAUTHIER-LIÈVRE e THOMAS, 1958
Trigonopyxidae	
<i>Cyclopyxis kahli</i> (DEFLANDRE, 1929)	<i>Trygonopyxis</i> sp.
Phryganellidae	
<i>Phryganella</i> sp.	
EUGLYPHIDA	
Euglyphidae	
<i>Euglypha acanthophora</i> (EHRENBERG, 1841)	<i>Euglypha cristata</i> LEIDY, 1874
Trinematidae	
<i>Trinema</i> sp.	

As populações de amebas testáceas foram representadas por indivíduos com tamanhos (T) que variaram de < 50 µm até 400 µm. No biótopo planctônico verificou-se o

predomínio de espécimes com tamanho corporal entre 50 e 100 μm . No sedimento, foi registrada uma dominância de indivíduos de tamanho entre 100 e 150 μm e nas macrófitas o predomínio foi entre 50 e 150 μm (Figura 3).

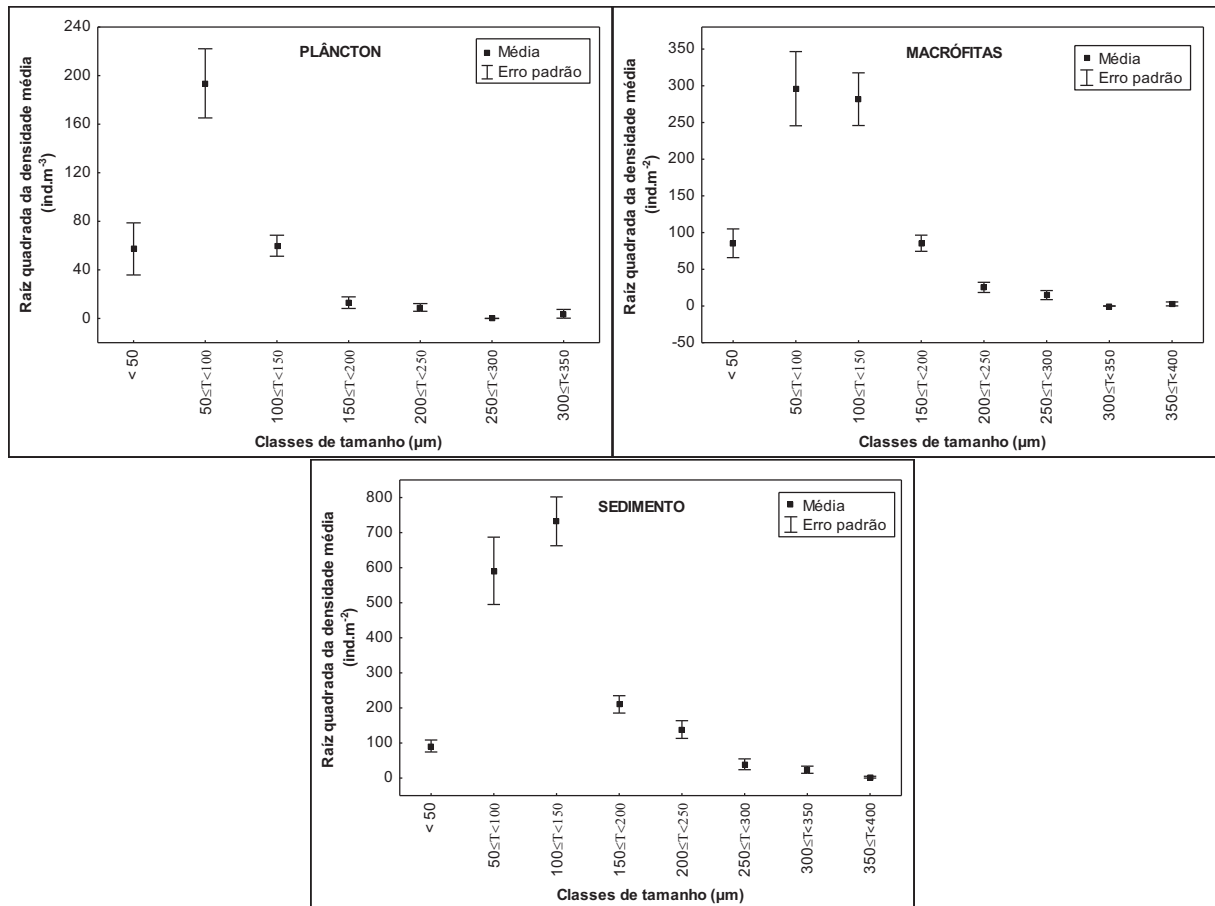


Figura 3: Número de indivíduos ordenados por classes de tamanho registradas nos diferentes biótopos da lagoa Guaraná.

Ao longo do período de coleta, foram constatadas variações expressivas no tamanho médio das populações nos diferentes biótopos estudados. Entre os meses de junho e setembro, foi registrado o mesmo padrão de variação do tamanho médio das amebas testáceas presentes no plâncton, nas macrófitas e no sedimento. Os maiores tamanhos médios foram verificados em agosto para as comunidades nas macrófitas e no sedimento, e em junho para os protistas planctônicos. Deve-se ressaltar que, de modo geral, os valores médios de tamanho das amebas testáceas do sedimento foram maiores em todo o período amostral (Figura 4).

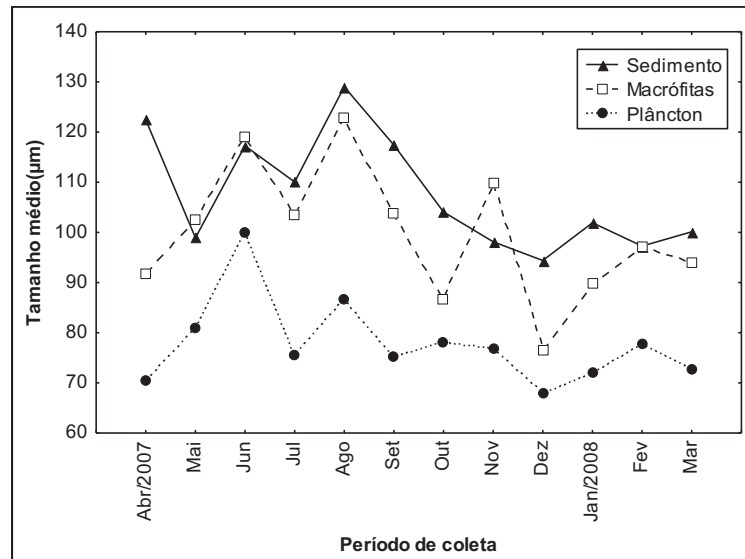


Figura 4: Variação temporal das médias de tamanho das amebas testáceas dos diferentes biótopos.

Os resultados da ANOVA bifatorial identificaram diferenças significativas entre os tamanhos médios da comunidade de amebas testáceas entre os diferentes biótopos, bem como entre os períodos hidrológicos (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados da análise de variância (ANOVA bifatorial) do tamanho médio das amebas testáceas em relação aos diferentes biótopos e períodos hidrológicos. Os valores de p foram considerados significativos (em negrito) quando $< 0,05$. * Representa a interação entre os efeitos (GL: grau de liberdade).

EFEITOS	G. L.	F	p
Biótopos	2	12	0,001
Períodos hidrológicos	1	12,24	0,004
Biótopos* Períodos hidrológicos	2	0,5	0,0621

Especificamente comparando os distintos períodos hidrológicos, observaram-se padrões semelhantes daqueles descritos anteriormente, com maiores tamanhos médios das diferentes comunidades registrados no período de águas baixas. O plâncton apresentou os menores tamanhos médios das amebas testáceas nos dois períodos hidrológicos. Destaca-se, ainda que durante as águas altas os organismos com maiores tamanhos médios foram registrados no sedimento (Figura 5).

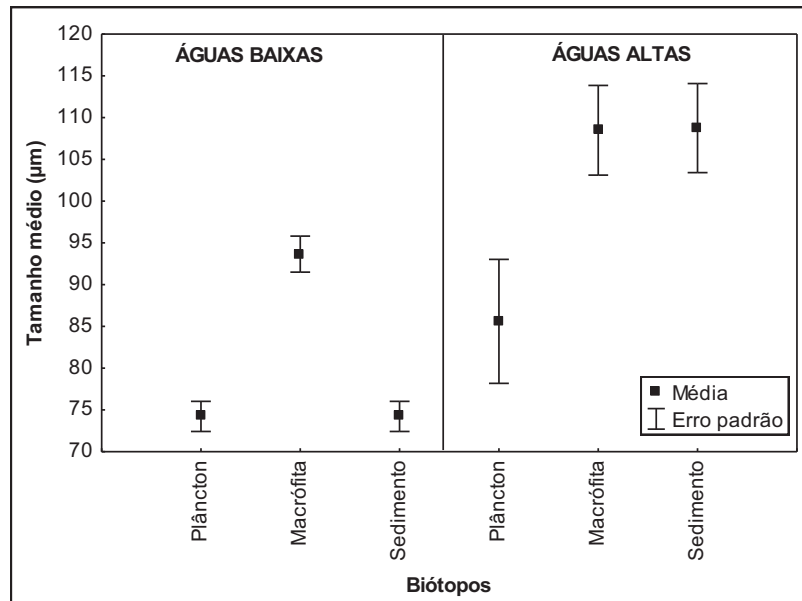


Figura 5: Distribuição do tamanho médio das amebas testáceas nos diferentes biótopos, em ambos os períodos hidrológicos.

Com o objetivo de avaliar se as alterações significativas observadas para a estrutura de tamanho da comunidade de testáceos foram determinadas por mudança no tamanho médio das populações ou pela ocorrência de espécies de diferentes tamanhos, o tamanho médio das 10 espécies mais abundantes foi comparado. Os resultados mostraram que diversas espécies apresentaram diferenças no tamanho entre os períodos hidrológicos (Figura 6). Essas diferenças foram mais evidentes no biótopo planctônico, onde um maior número de espécies apresentou maior tamanho médio das tecas, especialmente durante o período de águas baixas. Esse padrão não foi tão nítido para os outros dois biótopos, visto que, embora algumas espécies tenham mostrado diferenças de tamanho entre os períodos, algumas vezes os maiores tamanhos médios de tecas foram registrados durante as águas altas (Figura 6).

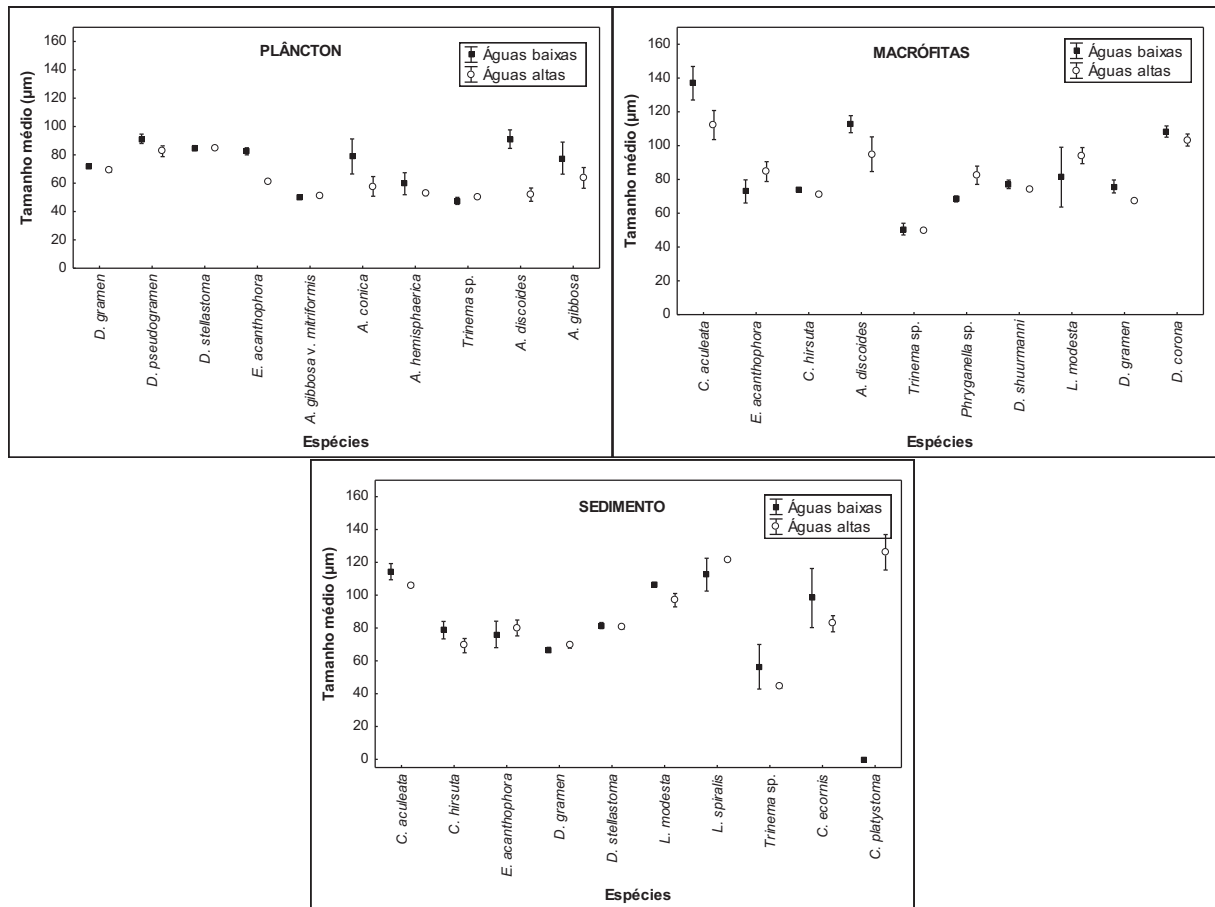


Figura 6: Distribuição do tamanho médio das espécies mais representativas em termos de abundância registradas nos diferentes biótopos, em ambos os períodos hidrológicos.

4 Discussão

Tendo em vista que os dados ambientais foram similares entre os biótopos, ao longo de todo o período de estudo, sugere-se que as diferenças observadas para a estrutura de tamanho da comunidade de amebas testáceas não devem ser atribuídas às alterações limnológicas (pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade).

As famílias mais representativas identificadas neste estudo, Diffugiidae, Arcellidae, Centropyxidae e Lesquereusiidae, são frequentemente destacadas, em termos de número de espécies, em estudos de ambientes aquáticos continentais (Velho et al., 2004; Snegovaya e Alekperov, 2005; Lansac-Tôha et al., 2007, 2008, 2009; Alves et al., 2008; Leão et al., 2009).

A expressiva predominância de indivíduos menores no biótopo planctônico ($50 \leq T < 100$) sugere que estas amebas testáceas, de menor porte, estejam mais adaptadas às condições particulares desse biótopo.

No plâncton, os organismos precisam desenvolver adaptações que os mantenham suspensos na coluna de água. Entre os testáceos, é conhecida sua capacidade de formar vacúolos de gás para facilitar sua flutuabilidade, produzirem tecas de menor densidade, além de apresentarem uma redução nas dimensões do organismo (Stepanék e Jiri, 1958; Schönborn, 1962).

Peters (1983) afirmou que organismos maiores possuem uma taxa metabólica mais lenta do que os organismos de pequeno porte. Desse modo, pode-se supor que a predominância de tecamebas de menor tamanho no plâncton é devida a necessidade de um metabolismo mais acelerado, que forneça energia suficiente para sua manutenção na coluna de água, ou seja, para a produção de vacúolos de gás, maior taxa reprodutiva e produção de tecas mais leves.

Outro aspecto relevante a ser considerado para entender a ocorrência dessas espécies no compartimento planctônico, diz respeito ao tipo morfológico da teca. De acordo com Lampert e Sommer (1997), a relação entre a hidrodinâmica e a forma dos organismos é bastante complexa. Neste sentido, no capítulo 1 foi discutido o predomínio de formas esféricas e hemisféricas no compartimento planctônico, enquanto que na região litorânea e sedimento predominam, em geral, formas achatadas e alongadas. Velho et al. (2003) encontraram também diferenças expressivas na composição de testáceos no plâncton de ambientes lóticos e lênticos, quando considerada a forma das tecas.

Essa relação entre forma e tamanho dos testáceos no compartimento planctônico é bastante interessante, considerando que esses organismos não são tipicamente planctônicos. No entanto, esse padrão, ou seja, o predomínio de organismos esféricos e de pequeno porte

nesse biótopo é observado também para outros grupos de protistas como os ciliados, com o predomínio de oligotríquídeos (Mieczan, 2007; Pauleto et al., 2009), bem como de alguns prostomatídeos e scuticociliatídeos, os quais são pequenos e ovalados. Tais características seriam vantajosas sob condições em que os organismos necessitem de grande quantidade de energia, como aquelas observadas no plâncton, onde os organismos precisam se manter na coluna de água. Considerando que todo o metabolismo celular nos protistas depende da difusão de nutrientes e gases no interior da célula, em organismos esféricos e de pequeno diâmetro esse processo é facilitado, possibilitando uma produção e transporte de energia mais rápida.

O sedimento e a vegetação, habitats preferenciais das amebas testáceas, ao contrário do observado no plâncton, possibilitam a ocorrência de indivíduos de maior tamanho. Este fato pode ser atribuído a uma menor necessidade energética dos organismos, considerando que estes biótopos são mais estruturados e com menor instabilidade que o biótopo planctônico. Espécies de maior porte alocam energia para a competição e predação, quando o meio e a oferta de alimento são favoráveis a reprodução. Essas espécies são adaptadas a persistirem por mais tempo em um determinado local, devido ao seu maior ciclo de vida e são comumente chamadas de K-estrategistas (Odum, 1988; Serafim-Junior et al., 2006).

Scarsbrook (2002), avaliando a persistência e estabilidade da comunidade de invertebrados em ambientes lóticos, ressaltou que habitats com poucas alterações ambientais promovem uma determinada constância nas assembléias e, quando as condições do habitat mudam significativamente (como exemplo, em inverno rigoroso ou ciclos de inundações), as comunidades sofrem alterações significativas. Nesse contexto, quando comparados os distintos biótopos pode-se supor que o sedimento sofre menor influência dos distúrbios causados na lagoa, como vento e precipitação, os quais causam a movimentação da coluna de água, afetando principalmente as populações que residem no plâncton. Em relação às

macrófitas aquáticas, presentes na região litorânea da lagoa, esses distúrbios parecem afetar menos intensamente as populações de tecamebas associadas a essa vegetação.

Os resultados da ANOVA bifatorial evidenciaram, ainda, diferenças significativas entre os períodos hidrológicos. No período de águas altas, o aumento da pluviosidade, e conseqüentemente da velocidade de escoamento, diminui a estabilidade do ambiente, aumenta a turbulência e aumenta a movimentação da coluna de água. Por se tratar de ambiente lântico, os efeitos do período de águas altas sobre o sedimento parecem ser pequenos, pois, em relação ao tamanho das amebas testáceas, foi neste biótopo que ocorreu a menor alteração entre os distintos períodos. Takeda et al. (2001) afirmaram que a maior estabilidade no sedimento do rio Paraná, ocorre no período de águas baixas e favorece o sucesso reprodutivo e a sobrevivência de *Narapa bonettoi* (Oligochaeta).

Quando avaliada a distribuição do tamanho médio das espécies mais abundantes, registradas nos diferentes biótopos, em ambos os períodos hidrológicos, verificaram-se alterações marcantes no tamanho dos indivíduos de algumas espécies em cada biótopo. Assim, presume-se que as diferenças significativas, no tamanho das populações, observadas entre os períodos, são decorrentes, pelo menos em parte, das alterações no tamanho de alguns protistas, mas, também são certamente devidas às alterações ocorridas na composição de espécies entre os períodos.

De acordo com Bobrov e Mazei (2004), pode-se supor que a variabilidade biométrica e morfométrica das populações deve-se às condições do hábitat onde a população é formada. Um alto nível de variabilidade morfológica dentro da população pode indicar a heterogeneidade dos biótopos. Esses autores ainda acrescentaram que a variabilidade individual nem sempre é diretamente adaptativa, sendo susceptível de ser geneticamente condicionada.

5 Conclusão

Os resultados obtidos corroboraram as predições propostas no presente estudo. Assim, observaram-se diferenças significativas na estrutura de tamanho da comunidade de amebas testáceas entre os diferentes biótopos analisados, com o predomínio de indivíduos menores no plâncton e protistas maiores no sedimento. Essas diferenças estão, provavelmente, associadas às atividades metabólicas, ou seja, com as necessidades energéticas destes organismos unicelulares em cada tipo de biótopo.

Além disso, a estabilidade ambiental parece ser um fator importante na determinação da variação temporal da estrutura de tamanho desses organismos. Assim, durante o período de águas altas, foram registrados, em geral, indivíduos de menor porte em todos os biótopos.

6 Referências

- Ackerman, J. L., Bellwood, D. R., 2003. The contribution of small individuals to density–body size relationships. *Oecologia* 136, 137–140.
- Adl, S. M., Simpson, A. G. B., Farmer, M. A., Andersen, R. A., Anderson, O. R., Barta, J. R., Bowser, S. S., Brugerolle, G., Fensome, R. A., Fredericq, S., James, T. Y., Karpov, S., Kugrens, P., Krug, J., Lane, C. E., Lewis, L. A., Lodge, J., Lynn, D. H., Mann, D. G., Mccourt, R. M., Mendoza, L., Moestrup, O., Mozley-Standridge, S. E., Nerad, T. A., Shearer, C. A., Smirnov, A. V., Spiegel, F. W., Taylor, M. F. J. R., 2005. The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of Protists. *J. Eukaryot. Microbiol.* 52, 399–451.
- Alves, G. M., Lansac-Tôha, F. A., Takahashi, E. M., Velho L. F. M., 2008. Fluctuations of testate amoebae populations (Rhizopoda) in plankton from different environments on the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Int. Rev. Hydrobiol.* 93, 227-242.
- Azevedo, F., Bonecker, C. C., 2003. Community size structure of zooplanktonic assemblages in three lakes on the upper River Paraná floodplain, PR-MS, Brazil. *Hydrobiologia* 505, 147–158.
- Bobrov, A., Mazei, Y., 2004. Morphological Variability of Testate Amoebae (Rhizopoda: Testacealobosea: Testaceafilosea) in Natural Populations. *Acta Protozool.* 43, 133 – 146.
- Chardez, D. 1967. *Histoire Naturelle des Protozoaires Thécamoebiens*. Les Naturalistes Belges, Bruxelles.
- Gomes e Souza, M. B., 2005. Tecamebas (Protozoa Rhizopoda) associadas às macrófitas aquáticas da bacia do rio Jequitinhonha: Parque Estadual do Rio Preto e Parque Estadual do Grão Mogol, MG. *Unimontes Científica* 2, 129-142.
- Gomes e Souza, M. B., 2008. Guia das tecamebas. Bacia do rio Peruaçu – Minas Gerais. Subsídio para conservação e monitoramento da Bacia do Rio São Francisco. Editora UFMG, Belo Horizonte.

- Hardoim, E. L., 1997. Taxonomia e ecologia de Testacea (Protista, Rhizopoda) do Pantanal do Poconé – rio Bento Gomes e vazante Birici, Mato Grosso, Brasil. Tese de Doutorado. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Hardoim, E. L., Heckman, C. W., 1996. The seasonal succession of biotic communities in wetlands of the tropical wet and dry climatic zone: IV. Free living sarcodines and ciliates of the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 81, 367-384.
- Lahr, D. J. G., Lopes, S. G. B. C., 2006. Morphology, Biometry, Ecology and Biogeography of Five Species of *Diffflugia* Leclerc, 1815 (Arcellinida: Difflogiidae), from Tiete River, Brazil. *Acta Protozool.* 45, 77 – 90.
- Lampert, W., Sommer, U., 1997. *Limnoecology: The ecology of lakes and streams.* University Press, Oxford.
- Lansac-Tôha, F. A., Alves, G. M., Velho, L. F. M., Robertson, B. A., Joko, C. Y., 2008. Composition and occurrence of testate amoebae in the Curuá-Una Reservoir (State of Pará, Brazil). *Acta Limnol. Bras.* 20, 177-195.
- Lansac-Tôha, F. A., Bonecker, C. C., Velho, L. F. M., Simões, N. R., Dias, J. D., Alves, G. M., Takahashi, E. M., 2009. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from long-term studies. *Braz. J. Biol.* 69, 539-549.
- Lansac-Tôha, F. A., Zimmermann-Callegari, M. C., Alves, G. M., Velho, L. F. M., Fulone, L. J., 2007. Species richness and geographic distribution of testate amoebae (Rhizopoda) in Brazilian freshwater environments. *Acta Sci. Biol.* 29, 185-195.
- Leão, C. J., Leipnitz, I. I., Ferreira, F., 2007. Distribuição de amebas testáceas (Protozoa, Rhizopoda) em sedimentos de um ambiente palustre da região do Capão do Leão, município de Mostardas, Rio Grande do Sul, Brasil. *GAEA* 3, 75-86.
- Leão, C. J., Leipnitz, I. I., Ferreira, F., 2009. Levantamento da biodiversidade de amebas testáceas em sedimentos de lagoas artificiais de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Bioikos* 23, 39-49.
- Mieczan, T., 2007. Size spectra and abundance of planktonic ciliates within various habitats in a macrophyte-dominated lake (Eastern Poland). *Biologia (Bratisl)* 62, 189 – 194.
- Odum, E. P., 1988. *Ecologia.* Editora Guanabara, Rio de Janeiro.
- Pauleto, G. M., Velho, L. F. M., Buosi, P. R. B., Brão, A. F. S., Lansac-Tôha, F. A., Bonecker, C. C., 2009. Spatial and temporal patterns of ciliates species composition (Protozoa: Ciliophora) in the plankton of the upper Paraná river floodplain. *Braz. J. Biol.* 69, 517 – 527.
- Peters, R. H., 1983. *The ecological implications of body size.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Scarsbrook, M. R., 2002. Persistence and stability of lotic invertebrate communities in New Zealand. *Freshw. Biol.* 47, 417-431.
- Schönborn, W., 1962. Über planktismus und ziklomorphose bei *Diffflugia limnetica* (Levander) Pénard. *Limnologica* 1: 21-34.
- Serafim-Junior, M., Neves, G. P., Brito, L., Ghidini, A. R., 2006. Zooplâncton do rio Itajaí-Acú a jusante da cidade de Blumenau, Santa Catarina, Brasil. *Estud. Biol.* 28, 41-50.
- Smith, H. G., Bobrov, A., Lara, E., 2008. Diversity and biogeography of testate amoebae. *Biodivers. Conserv.* 17, 329–343.
- Snegovaya, N., Alekperov, I., 2005. Fauna of testate amoebae of western Azerbaijan rivers. *Protistology* 4, 149 - 183.
- StatSoft Inc., 2005. *Statistica for Windows (data analysis software system), version 7.1,* Statsoft Inc., Tulsa.
- Stepanek, M., Jiri, J., 1958: *Diffflugia gramen* Pénard, *Diffflugia gramen* var. *anchora* Pénard and *Diffflugia gramen* f. *globulosa* f. n. *Hydrobiologia* 10: 138-156.

- Takeda, A. M., Stevaux, J. C., Fujita, D. S. 2001. Effect of hydraulics, bed load grain size and water factors on habitat and abundance of *Narapa bonettoi* Righi & Varela, 1983 of the upper Paraná river floodplain. *Hydrobiologia* 463, 241-248.
- Teixeira, M. C., Santana, N. F., Azevedo, J. C. R., Pagioro, T. A., 2008. Padrões de variação do carbono orgânico na planície de inundação do alto rio Paraná. *Oecol. Bras.* 12, 57-65.
- Thomaz, S. M., Roberto, M. C., Lansac-Tôha, F. A., Esteves, F. A., Lima, A. F., 1991. Dinâmica temporal dos principais fatores limnológicos do rio Baía - planície de inundação do alto rio Paraná, MS, Brasil. *Revista Unimar* 13, 299-312.
- Velho, L. F. M., Bini, L. M.; Lansac-Tôha, F. A., 2004. Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) diversity in plankton of the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia* 523, 103-111.
- Velho, L. F. M., Lansac-Tôha, F. A., Bini, L. M., 2003. Influence of environmental heterogeneity on the structure of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) assemblages in the plankton of the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Int. Rev. Hydrobiol.* 88, 154-166.