

Estabilidade e persistência de assembléias zooplancônicas em um pequeno lago tropical

Ludgero Cardoso Galli Vieira^{1*}, Gleibiane Sousa Marques² e Luis Mauricio Bini²

¹Programa de Pós-Graduação em Biologia (Ecologia), Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil. ²Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás. *Autor para correspondência. e-mail: ludgerovieira@pop.com.br

RESUMO. As mudanças na estrutura da assembléia zooplancônica da lagoa Samambaia (GO) foram estudadas entre agosto de 2003 e janeiro de 2004 (períodos de estiagem e chuvoso, respectivamente), objetivando analisar, dessa forma, a estabilidade e a persistência dessa assembléia. As coletas foram realizadas ao longo de um transecto, composto por nove locais de coleta, disposto ao longo do eixo longitudinal da represa. As amostras foram obtidas com o auxílio de moto-bomba e rede de plâncton com abertura de malha de 70 μ m, sendo filtrados 1000 litros por amostra. O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para medir a estabilidade dessa assembléia; a persistência foi considerada por meio de uma análise de agrupamento. A assembléia analisada foi estável, considerando os padrões de distribuição da abundância. Entretanto a persistência dessa assembléia entre os períodos de amostragem foi baixa, apresentando uma composição de espécies distinta em cada período analisado.

Palavras-chave: zooplâncton, estrutura de comunidades, distúrbios, estabilidade, persistência.

ABSTRACT. *Stability and persistence of zooplanktonic assemblage in a shallow tropical pond.* The spatial structure of zooplanktonic assemblage from Samambaia Lake, state of Goiás, Brazil, was studied, in two seasons, to analyze the stability and persistence of this assemblage. Nine sites were sampled along a transect on longitudinal axis of the water-body. A suction pump was used to filter 1000 L of water in a net with a mesh of 70 μ m. Stability was measured by the Spearman rank correlations. In general, the assemblage was stable considering the patterns of abundance distribution. However, assemblage persistence was small, showing a distinct species composition in each period analyzed.

Key words: zooplankton, community structure, disturbances, stability, persistence.

Introdução

A análise dos processos que estruturam as comunidades naturais é um objetivo recorrente dos estudos ecológicos (Rahel *et al.*, 1984; Rahel, 1990; Ives *et al.*, 2000). Além das interações intra e interespecíficas, os padrões de distribuição temporal das populações de espécies que compõem uma comunidade estão sujeitos aos efeitos de alterações ambientais (e.g. ciclos hidrológicos). Nesse contexto, Connell e Sousa (1983) sugerem que, antes de se aplicarem modelos matemáticos baseados na teoria da estabilidade das populações ou comunidades naturais, dever-se-ia primeiramente averiguar se essas são ou não estáveis em uma determinada escala temporal.

Há duas maneiras (uma quantitativa e outra qualitativa) de tratar as mudanças na estrutura das comunidades ao longo do tempo. A primeira pode ser chamada de análise de estabilidade, consistindo

de uma análise quantitativa da mudança na abundância relativa de espécies ao longo do tempo (Connell e Sousa, 1983). A estabilidade pode resultar de dois tipos de mecanismos: resistência e resiliência. Para um sistema ser considerado estável, deve existir um ou mais pontos de equilíbrio em que o sistema em estudo (no caso, uma assembléia ou comunidade) permanece após ter sofrido os efeitos de alguma perturbação ambiental (resistência), ou que o sistema retorna ao ponto original após a perturbação (resiliência) (Meffe e Minckley, 1987; Begon *et al.*, 1996; Ives *et al.*, 2000).

Uma segunda forma de tratar com as mudanças temporais na estrutura das comunidades é pela análise de persistência. Por meio dessa perspectiva qualitativa, compara-se a presença continuada das espécies (e.g. composição de espécies) ao longo do tempo. Dessa forma, a análise de persistência indica se uma população ou espécies se tornaram extintas durante um dado período de tempo (Connell e

Sousa, 1983; Meffe e Minckley, 1987).

Estudos da mudança temporal nas comunidades devem levar em consideração a existência de alguma forma de distúrbio (Connell e Sousa, 1983). Os distúrbios ecológicos podem ser definidos como eventos relativamente discretos no tempo que perturbam a estrutura de uma população, comunidade ou, até mesmo, de um ecossistema, a disponibilidade de substratos e/ou o ambiente físico (Pickett e White, 1985).

A comunidade zooplancônica de ambientes dulcícolas, composta principalmente por rotíferos, por cladóceras, por copépodos e por tencamebas, pode ser estruturada por diversos fatores, tais como: disponibilidade de alimento, presença de predadores, complexidade física do ambiente, características morfológicas da região, entre outros (Bini *et al.*, 1997, 2003; Pinto-Coelho, 1998; Lima *et al.*, 1998, 2003; Duggan *et al.*, 2001; Velho *et al.*, 2001, 2003; Jack e Thorp, 2002; Hobaek *et al.*, 2002; Rettig, 2003). Além desses fatores, vários trabalhos ressaltam a influência do ciclo hidrológico sobre essa comunidade (Lima *et al.*, 1998; Velho *et al.*, 1999, 2004; Baranyi *et al.*, 2002). Nessa perspectiva, considerando como perturbação ambiental os ciclos hidrológicos bem definidos na região Centro-Oeste brasileira, as mudanças na estrutura da assembléia zooplancônica da lagoa Samambaia foram estudadas entre agosto de 2003 e janeiro de 2004 (períodos de estiagem e chuvoso, respectivamente), objetivando analisar, dessa forma, a estabilidade e a persistência dessa assembléia.

Material e métodos

Área de estudo

Este trabalho foi realizado na Lagoa Samambaia ($16^{\circ} 35' S$, $49^{\circ} 16' W$), localizada no Câmpus II da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Estado de Goiás. Essa lagoa possui uma área de 40.000 m² e foi formada em 1972 por uma pequena barragem do córrego homônimo (Brandão e Kravchenko, 1997) (Figura 1-A).

Coleta de dados

Amostras de zooplâncton foram coletadas em agosto de 2003 e em janeiro de 2004, correspondendo ao período de estiagem e de chuva, respectivamente. As coletas foram realizadas ao longo de um transecto, composto por nove locais de coleta, disposto ao longo do eixo longitudinal da represa (Figura 1A).

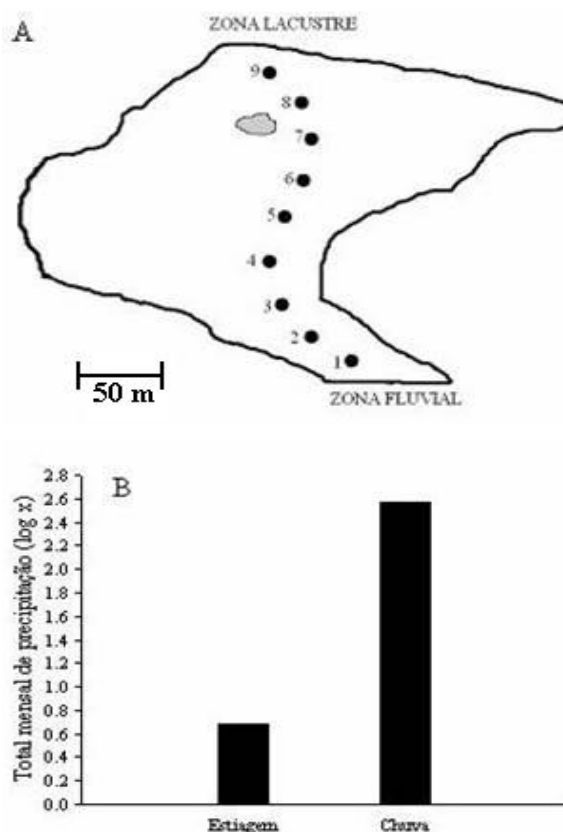


Figura 1. (A) Esquema da lagoa Samambaia, mostrando os nove pontos de coleta nos quais foram feitas amostragens nos períodos de estiagem (agosto de 2003) e chuvoso (janeiro de 2004). (B) Total mensal de precipitação na lagoa Samambaia nos dois períodos de amostragem. Os dados de precipitação pluviométrica foram fornecidos pelo Setor de Engenharia Rural – Escola de Agronomia – UFG-Universidade Federal de Goiás, Estado de Goiás.

Os dados da leitura da precipitação diária (mm) na lagoa Samambaia, Estado de Goiás, foram fornecidos pelo Setor de Engenharia Rural – Escola de Agronomia – Universidade Federal de Goiás, Estado de Goiás (Figura 1B).

As amostras foram obtidas com o auxílio de moto-bomba e rede de plâncton com abertura de malha de 70 μm , sendo filtrados 1000 litros por amostra. O material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno devidamente etiquetados e fixado em solução resfriada de formaldeído a 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

A abundância foi determinada a partir da contagem, em câmaras de Sedgwick-Rafter, de, no mínimo, 50 indivíduos de cada grupo em três subamostragens obtidas com pipeta do tipo Stempel. A densidade final foi estimada em ind/m³. Os organismos (tencamebas, cladóceras, copépodos e rotíferos) foram identificados, quando possível, ao nível de espécie.

Análise de dados

O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para medir a estabilidade da assembléia dos organismos zooplancônicos na lagoa Samambaia. Para essa análise, foram consideradas apenas as espécies presentes nas duas amostragens. O raciocínio subjacente à aplicação desse teste consiste em verificar se os postos das espécies em uma determinada época estão positivamente correlacionados com os postos em uma outra época. Uma correlação positiva e significativa indica que as espécies dominantes (ou raras) são as mesmas, independentemente do período de coleta. Nesse caso, pode-se inferir que existe estabilidade no padrão de distribuição da abundância entre as espécies comuns aos dois períodos (que podem ou não ser as mais abundantes nos dois períodos).

A persistência da assembléia zooplancônica da lagoa Samambaia, durante dois períodos de amostragem, estiagem e chuvoso, foi considerada por meio de uma análise de agrupamento realizada utilizando o índice de similaridade de Jaccard e o método de ligação UPGMA. Para uma alta persistência da comunidade zooplancônica, espera-se que as unidades de coleta entre períodos diferentes de amostragem sejam mais semelhantes do que pontos dentro de um mesmo período.

Uma análise de similaridade Anosim (Clarke, 1993) foi utilizada para comparar a composição zooplancônica entre os dois períodos de amostragem. Supondo um resultado não significativo, pode-se inferir, nesse caso, que, além da estabilidade da distribuição da abundância, as composições de espécies são similares nos dois períodos estudados (baixa diversidade beta "temporal").

As análises foram realizadas pelo programa BioDiversity Pro (McAleece, 1997).

Resultados

Foram amostrados 75.821 indivíduos no período de estiagem e um total de 56 espécies. Dessas, 14 foram de tecamebas, 16 de cladóceros, 6 de copépodos e 20 de rotíferos. No período chuvoso, 11.110 indivíduos, distribuídos em 95 espécies, foram coletados. Dessas, 25 foram de tecamebas, 20 de cladóceros, 7 de copépodos e 43 de rotíferos.

A comparação das comunidades entre os dois períodos demonstra uma diferença em relação à diversidade e à equitabilidade. O período chuvoso (janeiro de 2004) apresentou maior índice de diversidade e de equitabilidade; portanto existe,

aparentemente, uma maior dominância no período de estiagem (Tabela 1; Figura 2).

Tabela 1. Estatística descritiva dos organismos zooplancônicos. (S) Riqueza de espécies, (E) equitabilidade e (H') índice de diversidade de Shannon.

	Estiagem	Chuva
S	56	95
E	0.384	0.687
H'	0.672	1.358

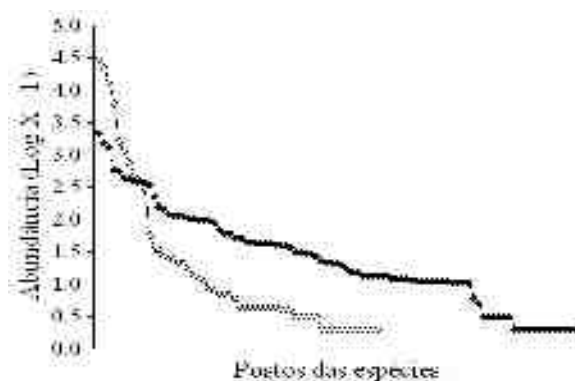


Figura 2. Postos das espécies presentes nas amostras zooplancônicas realizadas na lagoa Samambaia, nos períodos de estiagem (círculos vazios), agosto de 2003, e chuvoso (círculos preenchidos), janeiro de 2004.

As espécies que ocorreram em ambos períodos de amostragem foram também as mais abundantes. Dessa forma, as espécies raras foram aquelas que ocorreram em apenas um único período (Figura 3).

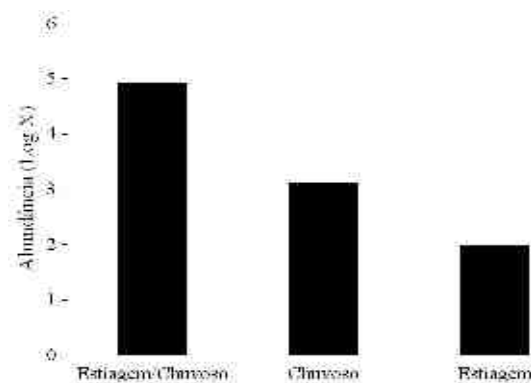


Figura 3. Abundância (log x) das espécies presentes em ambos os períodos de amostragem e com ocorrência apenas nos períodos chuvoso e de estiagem.

Em geral, considerando a assembléia total amostrada, a correlação dos postos das espécies, medida pelo coeficiente de correlação de Spearman, foi alta, ou seja, uma espécie muito abundante em um período apresentou uma abundância igualmente alta no outro (Tabela 2; Figura 4).

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Spearman entre os dois períodos de amostragem (estiagem e chuvoso), comparando os postos das espécies nos nove pontos de coleta (1 a 9) e da assembléia total amostrada (Total) na lagoa Samambaia. Apenas as espécies com ocorrência em ambos períodos foram consideradas. n = número de espécies que ocorreram nos dois períodos.

Pontos	n	r de Spearman	P
1	17	0,36	0,1570
2	15	0,52	0,0471
3	11	0,65	0,0305
4	10	0,62	0,0582
5	16	0,54	0,0305
6	11	0,16	0,6421
7	11	0,53	0,0912
8	16	0,70	0,0027
9	15	0,26	0,3418
Total	41	0,55	0,000175

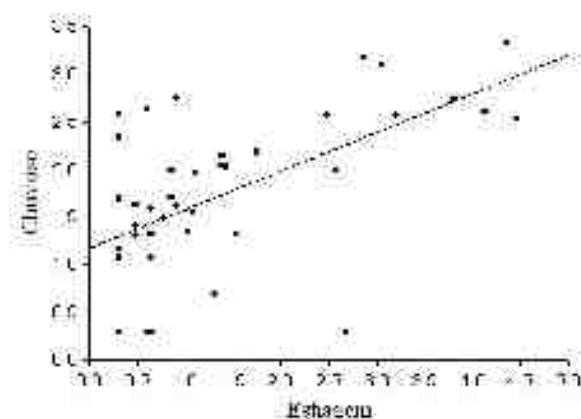


Figura 4. Relação entre as abundâncias ($\log x + 1$) das espécies nos períodos de estiagem e chuvoso na lagoa Samambaia. Apenas as espécies com ocorrência em ambos períodos foram consideradas.

Entretanto, quando comparada a correlação entre os postos das espécies para os nove pontos de amostragem, nota-se que a correlação foi significativa nos pontos 2, 3, 5 e 8 (Tabela 2; Figura 5).

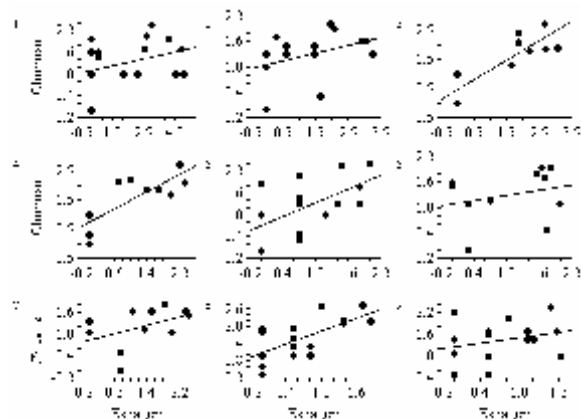


Figura 5. Relação entre as abundâncias ($\log x + 1$) das espécies amostradas nos nove pontos de amostragem (1 a 9), entre os períodos de estiagem e chuvoso, na lagoa Samambaia, Estado de Goiás. Apenas as espécies com ocorrência em ambos os períodos foram consideradas.

A composição de espécies entre os dois períodos (estiagem e chuvoso) foi diferente. Foram amostradas 110 espécies. Dessas, 41 foram comuns aos dois períodos de amostragem. No entanto, 15 espécies foram exclusivas do período de estiagem e 54 de período chuvoso. Conforme demonstrado pelo resultado da análise de agrupamento (coeficiente cofenético = 0,76), os pontos de amostragem dentro de um mesmo período são mais semelhantes do que entre períodos diferentes (Figura 6). A Anosim também demonstrou uma diferença significativa entre os períodos de amostragem ($R = 0,839$; $P = 0,001$; 1000 randomizações) (Figura 6).

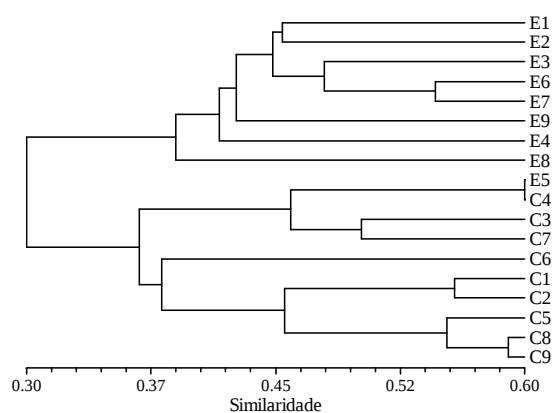


Figura 6. Análise de agrupamento dos 9 pontos de coleta em cada um dos períodos de amostragem na lagoa Samambaia, Estado de Goiás. E1 a E9 - período de estiagem (agosto de 2003) e C1 a C9 - período chuvoso (janeiro de 2004).

Discussão

Trabalhos realizados com o objetivo de quantificar a estabilidade e a persistência de uma população ou comunidade adotam, geralmente, períodos temporais de coletas prolongados, incluindo vários anos de amostragem (Matthews *et al.*, 1988; Bradt *et al.*, 1999; Scarsbrook, 2002). Estudos temporalmente longos são necessários pela importância na determinação das médias e dos valores extremos dos fatores ambientais e, além disso, são importantes na determinação da estabilidade das assembléias ao longo do tempo (Bradt *et al.*, 1999).

Segundo Connell e Sousa (1983), a determinação da estabilidade e da persistência deve ser realizada em uma escala temporal apropriada, com um período de tempo mínimo que incluía, pelo menos, um *turnover* completo dos indivíduos de uma população. Portanto, apesar de a escala temporal deste trabalho ter sido aparentemente curta (apenas dois períodos de amostragem, agosto de 2003 e

janeiro de 2004), em vista dos ciclos de vida rápidos dos organismos analisados (rotíferos, copépodes, cladóceros e tecamebas), pode-se considerar que a escala espacial adotada neste trabalho foi suficientemente prolongada para a ocorrência de uma completa “troca” da assembléia zooplancônica.

A estabilidade da assembléia zooplancônica total (somada às ocorrências em todas unidades de amostragem), medida pelo coeficiente de correlação de Spearman, foi alta durante os dois períodos considerados neste estudo. Entretanto, apenas os pontos 2, 3, 5 e 8 apresentaram correlações de Spearman significativas entre esses períodos. Habitats com poucas variações ambientais promovem uma certa constância nas assembléias e, somente quando as condições do habitat mudam significativamente (e.g. inverno rigoroso, ciclos de inundações), as assembléias sofrem alterações significativas (Hansen e Ramm, 1994; Scarsbrook, 2002). Neste estudo, portanto, as alterações climáticas não foram suficientemente poderosas para alterar regionalmente a abundância relativa das espécies na lagoa Samambaia, durante o intervalo de tempo analisado, apesar de que, localmente, houve mudanças em alguns pontos.

A persistência foi baixa entre os dois períodos de amostragem. Para que uma assembléia seja classificada como persistente, em relação à sua composição, esperava-se que as mesmas unidades de coleta entre períodos diferentes de amostragem fossem mais semelhantes do que outros pontos dentro de um mesmo período (e.g. espera-se que o ponto 1 na estiagem seja mais semelhante ao ponto 1 no período chuvoso do que aos demais pontos do período de estiagem). Assim sendo, a análise de agrupamento e a Anosim demonstram uma grande diferença na composição de espécies entre os períodos de estiagem e chuvoso. Provavelmente, o aumento do nível pluviométrico (Figura 2) e, conseqüentemente, da velocidade da corrente resultou em um incremento de espécies raras no período chuvoso, carregadas principalmente dos bancos de macrófitas presentes na região litorânea e da suspensão de organismos do substrato da lagoa (nesse caso, de tecamebas). A influência desse pulso hidrológico sobre a estrutura das comunidades aquáticas tem sido um assunto de diversos estudos limnológicos. Baranyi *et al.* (2002) propõem que o regime hidrológico das planícies de inundação é crucial para os padrões de biomassa e de sucessão da comunidade zooplancônica.

Resultados divergentes entre as medidas de estabilidade e de persistência das assembléias, como apresentados neste estudo, são esperados, pois as

perturbações ambientais podem causar uma variação na composição de espécies por um processo de rarefação (redução da densidade até o ponto em que o método de coleta não é capaz de registrar a presença da espécie) maior do que uma mudança na abundância relativa (Scarsbrook, 2002). Dessa forma, sugere-se que a medida de estabilidade está relacionada às espécies abundantes e que a persistência se relaciona com as espécies raras, visto que as espécies mais abundantes foram as que ocorreram em ambos os períodos e que as espécies raras ocorreram, praticamente, em apenas um dos períodos amostrados. Destarte, conclui-se que a assembléia zooplancônica presente na lagoa Samambaia, foi estável, considerando os padrões de distribuição da abundância. Contudo, a persistência dessa assembléia entre os períodos de amostragem foi baixa, apresentando uma composição de espécies distinta em cada período analisado.

Referências

- BARANYI, C. *et al.* Zooplankton biomass and community structure in a Danube River floodplain system: effects of hydrology. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 47, n. 3, p. 473-482, 2002.
- BEGON, M. *et al.* *Ecology: individuals, populations and communities*. 3. ed. USA: Blackwell Science, 1996.
- BINI, L.M. *et al.* Spatial variation of zooplankton groups in a tropical reservoir (Broa Reservoir, São Paulo State Brazil). *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 357, p. 89-98, 1997.
- BINI, L.M. *et al.* The effect of connectivity on the relationship between local and regional species richness of testate amoebae (protozoa, rhizopoda) in floodplain lagoons of the Upper Parana River, Brazil. *Acta Oecol.-Int. J. Ecol.*, Paris, v. 24, p. 145-151, 2003.
- BRADT, P.T. Stability and resilience in benthic macroinvertebrate assemblages: Impact of physical disturbance over twenty-five years. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 403, p. 123-133, 1999.
- BRANDÃO, D.; KRAV CHENKO, A. *A biota do Campus Samambaia. História, situação atual e perspectivas*. Goiás: Editora da UFG, 1997.
- CLARKE, K.R. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, Carlton South, v. 18, n. 1, p. 117-143, 1993.
- CONNEL, J.H.; SOUSA, W.P. On the evidence needed to judge ecological stability or persistence. *Am. Nat.*, Chicago, v. 121, n. 6, p. 789-824, 1983.
- DUGGAN, I.C. *et al.* The influence of macrophytes on the spatial distribution of littoral rotifers. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 46, n. 6, p. 777-786, 2001.
- HANSEM, M.J.; RAMM, C.W. Persistence and stability of fish community structure in a Southwest New York stream. *Am. Midl. Nat.*, Notre Dame, v. 132, p. 52-67, 1994.

- HOBBAEK, A. *et al.* Factors influencing species richness in lacustrine zooplankton. *Acta Oecol. Int. J. Ecol.*, Paris, v. 23, n. 3, p. 155-163, 2002.
- IVES, A.R. *et al.* Stability and species richness in complex communities. *Ecol. Lett.*, Oxford, v. 3, n. 5 p. 399-411, 2000.
- JACK, J.D.; THORP, J.H. Impacts of fish predation on an Ohio River zooplankton community. *J. Plankton Res.*, Oxford, v. 24, n. 2, p. 119-127, 2002.
- LIMA, A.F. *et al.* Composition and abundance of Cladocera (Crustacea) assemblages associated with *Eichornia azurea* (Swartz) Kunth stands in the Upper Paraná River floodplain. *Acta Sci.*, Maringá, v. 25, n. 1, p. 41-48, 2003.
- LIMA, A.F. *et al.* Environmental influence on planktonic cladocerans and copepods in the floodplain of the upper Paraná river, Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, Lisse, v. 33, n. 2-3, p. 188-196, 1998.
- MATTHEWS, W.J. *et al.* Stability and persistence of fish faunas and assemblages in three midwestern streams. *Copeia*, Carbondale, v. 4, p. 945-955, 1988.
- MCALEECE, N. *BioDiversity Pro Software*. The Natural History Museum/Scottish Association for Marine Science. Disponível em <<http://www.sams.ac.uk/activities/downloads/software/bdpro.zip>> 1997.
- MEFFE, G.K.; MINCKLEY, W.L. Persistence and stability of fish and invertebrate assemblages in a repeatedly disturbed sonoran deserte stream. *Am. Midl. Nat.*, Notre Dame, v. 117, p. 177-191, 1987.
- PICKETT, S.T.A.; WHITE, P.S. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. New York: Academic Press, 1985.
- PINTO-COELHO, R.M. Effects of eutrophication on seasonal patterns of mesozooplankton in a tropical reservoir: a 4-year study in Pampulha Lake, Brazil. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 40, n. 1, p. 159-173, 1998.
- RAHEL, F.J. The hierarchical nature of community persistence: a problem of scale. *Am. Nat.*, Chicago, v. 136, n. 3, p. 328-344, 1990.
- RAHEL, F.J. *et al.* Stochastic or deterministic regulation of assemblage structure? It may depend on how the assemblage is defined. *Am. Nat.*, Chicago, v. 124, n. 4, p. 583-589, 1984.
- RETTIG, J.E. Zooplankton responses to predation by larval bluegill: an enclosure experiment. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 48, n. 4, p. 636-648, 2003.
- SCARSBROOK, M.R. Persistence and stability of lotic invertebrate communities in New Zealand. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 47, n. 3, p. 417-431, 2002.
- VELHO, L.F.M. *et al.* Spatial and temporal variation in densities of testate amoebae in the plankton of the Upper Parana River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 411, p. 103-113, 1999.
- VELHO, L.F.M. *et al.* The longitudinal distribution of copepods in Corumba Reservoir, State of Goias, Brazil. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 453, n. 1-3, p. 385-391, 2001.
- VELHO, L.F.M. *et al.* Influence of environmental heterogeneity on the structure of testate amoebae (protozoa, rhizopoda) assemblages in the plankton of the Upper Parana River floodplain, Brazil. *Int. Rev. Hydrobiol.*, Stuttgart, v. 88, n. 2, p. 154-166, 2003.
- VELHO, L.F.M. *et al.* Testate amoeba (Rhizopoda) diversity in plankton of the Upper Parana River floodplain Brazil. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 523, n. 1-3, p. 103-111, 2004.

Received on July 05, 2005.

Accepted on November 13, 2005.