

Associações de espécies de peixes em ambientes lóticos da bacia do rio Iguatemi, Estado do Mato Grosso do Sul

Yzel Rondon Suárez^{1,2*} e Miguel Petrere Júnior²

¹Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade de Ivinhema. Av. Brasil, 679, 79740-000, Ivinhema, Mato Grosso do Sul, Brasil. ²Universidade Estadual Paulista, Departamento de Ecologia, Rio Claro, São Paulo, Brasil. Autor para correspondência. e-mail: yzel@uem.br

RESUMO. Com o objetivo de descrever os padrões das associações entre espécies de peixes e sua distribuição nos ambientes lóticos ao nível da bacia, foram realizadas amostragens em 27 locais na bacia do rio Iguatemi-MS, distribuídas em quatro ambientes (rio Iguatemi, rio Jogui, rio Puitã e riachos). Os dados de presença/ausência das espécies que ocorreram em dois ou mais locais foram submetidos a métodos multivariados com o objetivo de descrever os principais padrões de associação entre espécies. A distribuição das espécies foi considerada determinística nessas comunidades (C-score = 17,33; $P = 0,000$), existindo diferença significativa entre os ambientes estudados (ANOSIM $r = 0,082$; $P = 0,012$), sendo constatada diferença entre rio Iguatemi e riachos ($P = 0,001$) e riachos e rio Jogui ($P = 0,014$). Constatamos uma clara segregação entre as espécies de riachos de cabeceiras e de trechos mais caudalosos dos rios ou mesmo de riachos com maior vazão.

Palavras-chave: ecologia de comunidades, associações de espécies, ambientes lóticos.

ABSTRACT. Fish species associations in lotic environments in Iguatemi river basin, State of Mato Grosso do Sul. The aim of this paper is to describe the patterns of associations between fish species and their distribution in lotic habitats at basin level. Samples were accomplished in 27 localities of Iguatemi river basin, distributed in four environments (Iguatemi river, Jogui river, Puitã river and streams). The presence/absence data of those species which occurred in 2 or more sites were submitted at multivariate methods with the aim to describe the major species associations. The species distribution was considered determinative in these communities (C-score = 17,33; $P = 0,000$), with significant difference among the studied environments (ANOSIM $r = 0,082$; $P = 0,012$), with verified difference between Iguatemi river and streams ($P = 0,001$) and also streams and Jogui river ($P = 0,014$). We verified a strong segregation among species from headstreams and more discharge river stretches or even larger streams.

Key words: community ecology, species associations, lotic environments.

Introdução

A ocorrência de uma ou mais espécies em um determinado local é normalmente interpretado como resultado das interações interespecíficas e das necessidades de cada espécie; então, quando se constata que duas espécies ocorrem em um determinado local (co-ocorrentes) e que uma terceira espécie não ocorre (apesar de ocorrer na mesma região), sugere-se que esta terceira espécie simplesmente ocupe um nicho diferente ou que tenha sido excluída por competição.

Diamond (1975), estudando os padrões de co-ocorrência em aves, sugeriu que a ocorrência freqüente de pares de espécies co-ocorrentes em

uma comunidade é evidência de que essa comunidade é determinística. Connor e Simberloff (1979) foram os primeiros a testar os padrões de organização das comunidades de aves através de modelos nulos, utilizando simulações de Monte Carlo, onde se assume que, se a freqüência de co-ocorrência entre pares de espécies é maior do que o esperado ao acaso, é porque existe algum fator estruturador dessa comunidade. No entanto, apenas recentemente é que a comparação das comunidades observadas com comunidades nulas tornou-se comum nos estudos de ecologia de comunidades, em parte devido às dúvidas quanto ao comportamento estatístico dos algoritmos dos modelos nulos (Gotelli e Entsminger, 2001).

Como o determinismo na organização das comunidades não é consenso entre os ecólogos, sendo que muitos sugerem que as comunidades de peixes sejam estocásticas em alguns ambientes (Grossman *et al.*, 1982 e 1985; Goulding, 1988; entre outros), ainda hoje a controvérsia continua.

Jackson *et al.* (2001) comentam que os estudos que buscam compreender a interação entre fatores locais e regionais na determinação do uso de habitat em peixes têm aumentado recentemente, sendo de grande importância para a conservação das comunidades aquáticas.

Benedito-Cecílio e Agostinho (1999), estudando os padrões de co-ocorrência das espécies de peixes na bacia do Alto rio Paraná, constataram que o agrupamento das espécies ocorria principalmente de acordo com o tipo de habitat e não por preferência alimentar, sendo constatada a ocorrência de espécies de diferentes guildas tróficas em um mesmo grupo de espécies co-ocorrentes.

O objetivo do presente trabalho é o de descrever os padrões de associação de espécies de peixes nos ambientes lóticos da bacia do rio Iguatemi, Estado do Mato Grosso do Sul, através de métodos multivariados e de aleatorização,

procurando verificar se a composição de espécies nos diferentes ambientes varia ao acaso ou se existe uma distribuição diferenciada das espécies nos vários ambientes lóticos da bacia.

Material e métodos

Foram realizadas quatro amostragens (novembro/1999, fevereiro/2000, maio/2000 e agosto/2000), com oito redes de espera (10 x 1,5m) com malhas de 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 110mm entre nós adjacentes. As redes eram armadas à tarde e recolhidas na manhã seguinte. Com o objetivo de se obter a maior representatividade possível da ictiofauna, nos riachos, também foram realizadas amostragens com telas de sombrite (malha de 2mm), adaptadas para utilização como rede de arrasto (1,5m x 3m) com esforço padronizado em 20 lances por local. No rio Iguatemi, fez-se a coleta em oito locais; no rio Jogui, em 3 locais; no rio Puitã, em 2 (todos com 4 amostragens) e mais 14 riachos amostrados, totalizando 27 pontos amostrais. O córrego Panduá foi amostrado duas vezes, enquanto os demais riachos foram amostrados apenas uma vez (Figura 1).

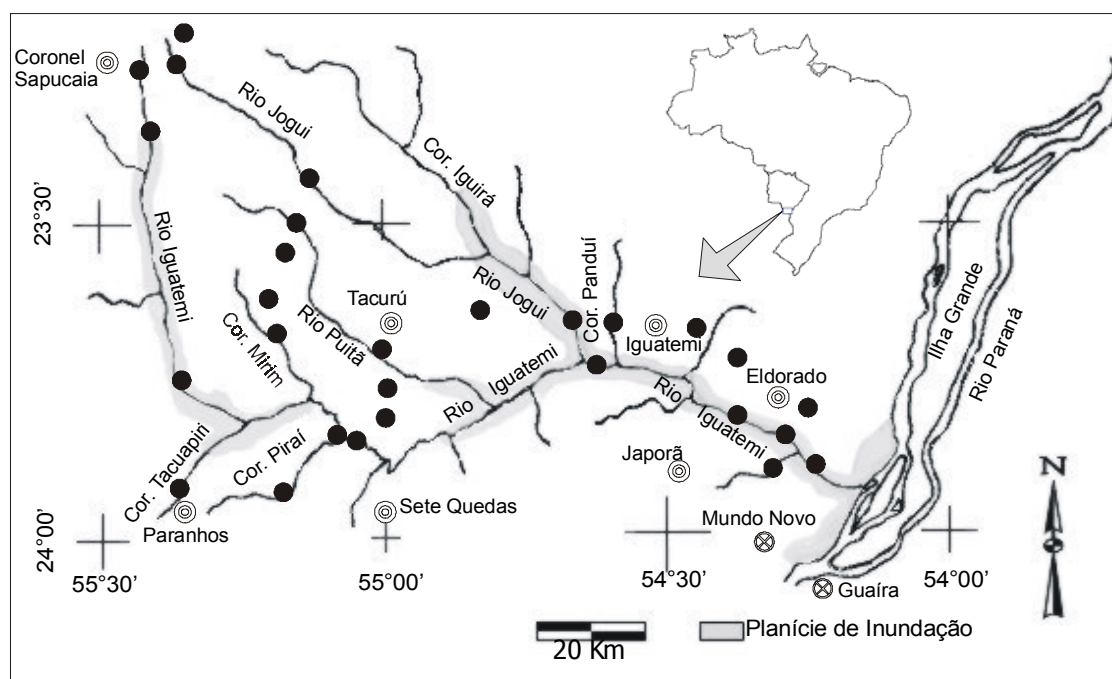


Figura 1. Localização dos locais amostrados na bacia do rio Iguatemi.

Os peixes foram fixados em formol a 10% e preservados em etanol a 70%, para posterior identificação. Exemplos testemunho encontram-se disponíveis no laboratório de Biologia da UEMS/Unidade de Ivinhema e no Museu de Zoologia da USP (MZUSP). Para a identificação das espécies foi utilizado o trabalho de Britski *et al.* (1999), bem como consultas a chaves específicas para cada grupo taxonômico (Menezes, 1987; Menezes e Géry, 1983; Garavello e Britski, 1987; 1990; Guarutti e Britski, 2000) e comparações com espécimens testemunho no Museu de Zoologia da USP.

Os dados de presença/ausência das espécies que ocorreram em dois ou mais locais foram tabulados, gerando uma matriz de 56 amostras e 43 espécies. Realizamos análises de agrupamento com os dados de ocorrência (Simple Matching) das espécies nos locais amostrados. Utilizamos como método de agrupamento a métrica UPGMA (*Unweighted Pair Group Method Average*); esse método foi aconselhado por atribuir similaridade entre pares de grupos de forma menos extrema (Romesburg, 1985), levando assim a uma menor distorção dos dados. Comparamos a matriz de dados originais (similaridade) com a matriz cofenética, através do teste de Mantel, a fim de avaliar o grau de distorção proporcionado pelo método de agrupamento sobre os dados originais. O coeficiente de correlação mínimo de 0,80 foi utilizado para considerar o dendrograma como uma boa representação da matriz de similaridade original.

A matriz de ocorrência das espécies também foi utilizada para a realização de uma Anosim (Análise de Similaridade), um método não paramétrico proposto por Clarke e Green (1988), a fim de verificar se existe diferença significativa na composição de espécies entre os ambientes estudados (rio Iguatemi, rio Jogui, rio Puitã e riachos) bem como uma TWINSpan (*Two Way Indicator Species Analysis*), a fim de verificar se as espécies estudadas podem ser utilizadas como indicadoras de um grupo de locais amostrados.

Foi calculado o índice de co-ocorrência (C-score) das espécies, proposto por Stone e Roberts (1990), e sua significância foi testada através da comparação com comunidades nulas, utilizando o software ECOSIM (Gotelli e Entsminger, 2001). A comparação do índice de co-ocorrência com comunidades nulas permite determinar se as associações observadas são maiores do que o esperado pelo acaso. Tanto para a ANOSIM quanto para a análise de co-ocorrência o resultado obtido foi comparado com os valores obtidos com 1000 permutações (1000 comunidades nulas).

Resultados

Hypostomus ancistroides foi a espécie que ocorreu em maior número de locais (17), seguida de *Leporinus friderici* (15) e *Hoplias malabaricus* (13), portanto as espécies que se encontram mais isoladas no agrupamento (Figura 2) são aquelas com distribuição ampla na bacia. *Astyanax eigenmanniorum* apresentou ampla distribuição nos riachos e nos trechos iniciais (nascentes) dos rios Iguatemi e Jogui (Figura 2).

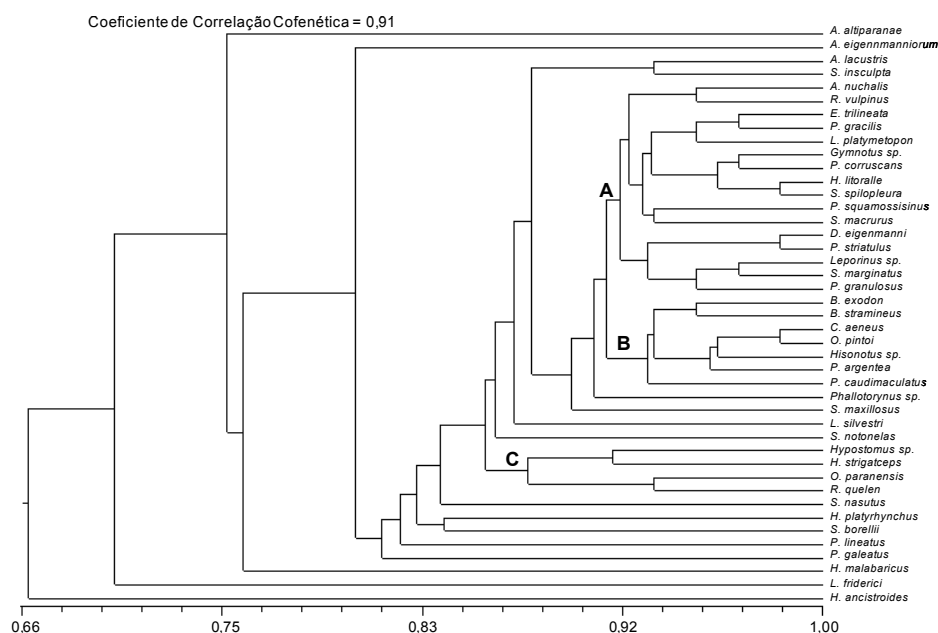


Figura 2. Análise de agrupamento das espécies de peixes nos ambientes lóticos da bacia do rio Iguatemi, Estado do Mato Grosso do Sul.

No dendrograma de similaridade (Figura 2), observa-se a formação de três grupos de espécies bem definidos, sendo: A) composto por espécies como *Serrasalmus spilopleura*, *Pseudoplatystoma coruscans*, *Plagioscion squamosissimus*, entre outras espécies que ocorreram principalmente na calha dos rios Iguatemi e Jogui, em seus trechos inferiores; B) tendo como representantes *Bryconamericus stramineus*, *Oligosarcus pinto* e *Hisonotus* sp. que ocorreram principalmente nos riachos de maior altitude e C) Composto por espécies como *Hypostomus strigaticeps*, *Oligosarcus paranensis* e *Hypostomus* sp. que ocorreram principalmente nos trechos iniciais dos rios Jogui e Iguatemi.

O resultado da TWINSpan demonstra que os locais que mais se diferenciam na bacia são os trechos iniciais dos rios Jogui e do rio Iguatemi (Grupo A - autovalor = 0,7852), encontrando como espécies indicadoras desses locais: *H. ancistroides*, *H. strigaticeps*, *A. eigenmanniorum*, *O. paranensis* e *Rhandia quelen*, espécies essas que formam o grupo C, na análise de agrupamento (Figura 2). A TWINSpan também sugere que *Astyanax altiparanae*, *L. friderici* e *Schizodon nasutus*, também pertencentes ao grupo A, apresentam distribuição parcialmente diferenciada daquelas, levando a uma nova divisão do grupo "A" em dois: sendo o primeiro (A-1), constituído da maioria das amostragens do grupo, enquanto o segundo (A-2 - autovalor = 0,5929) apresenta apenas algumas amostragens dos trechos iniciais do rio Iguatemi e uma do rio Puitã (Figura 3).

O outro grande grupo (B), constituído pelos trechos intermediários e finais dos rios Jogui e Iguatemi e pelos riachos de maior volume e baixa altitude, divide-se em outros dois grupos (B-1 e B-

2 - autovalor = 0,6358): o primeiro apresenta os trechos intermediários do rio Iguatemi, finais do rio Jogui e riachos de maior volume e baixa altitude; o segundo é constituído pelos trechos finais do rio Iguatemi e apresenta entre as espécies indicadoras *Auchenipterus nuchalis*, *Doras eigenmanni*, *Leporinus* sp., *Parauchenipterus galeatus*, *Pterodoras granulosus*, *Parauchenipterus striatulus*, *Raphiodon vulpinus*, entre outras (Figura 3).

Ordenando os locais amostrados de acordo com a altitude, constata-se que *H. strigaticeps* e *A. eigenmanniorum* ocorreram somente nos trechos mais elevados da bacia, enquanto *Parauchenipterus galeatus* e *Hoplias malabaricus* ocorreram exclusivamente nos trechos de menor altitude da bacia (Figura 4).

A análise de similaridade (ANOSIM) realizada entre os ambientes estudados revelou que existe diferença significativa na composição de espécies entre os ambientes (ANOSIM $r = 0,082$; $P = 0,012$; 1000 permutações), sendo que os locais que estatisticamente se diferenciam são o rio Iguatemi e riachos ($P = 0,001$) e riachos e o rio Jogui ($P = 0,014$), ou seja, os riachos é que apresentam uma ictiofauna estatisticamente diferenciada dos demais ambientes na bacia do rio Iguatemi.

O resultado da análise de co-ocorrência (C-score) das espécies sugere que a distribuição das espécies não é ao acaso nas comunidades estudadas (C-score obtido = 17,33; C-score simulado = 16,88; $P = 0,000$; 1000 permutações), uma vez que o índice de co-ocorrência das espécies é significativamente maior do que o esperado ao acaso (Figura 5), o que indica que as espécies apresentam diferenças significativas no padrão de distribuição na bacia do rio Iguatemi.

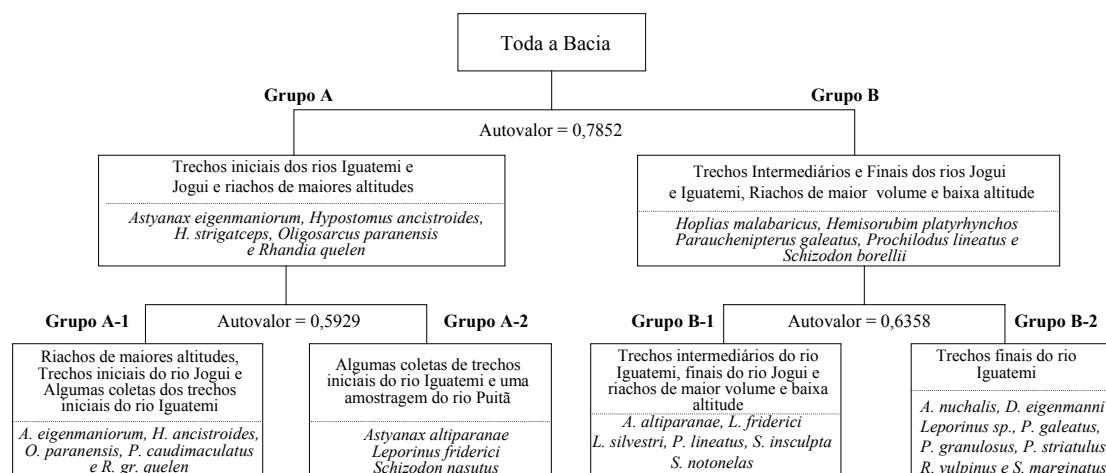


Figura 3. Organograma do TWINSpan, evidenciando os grupos formados e as principais espécies indicadoras.

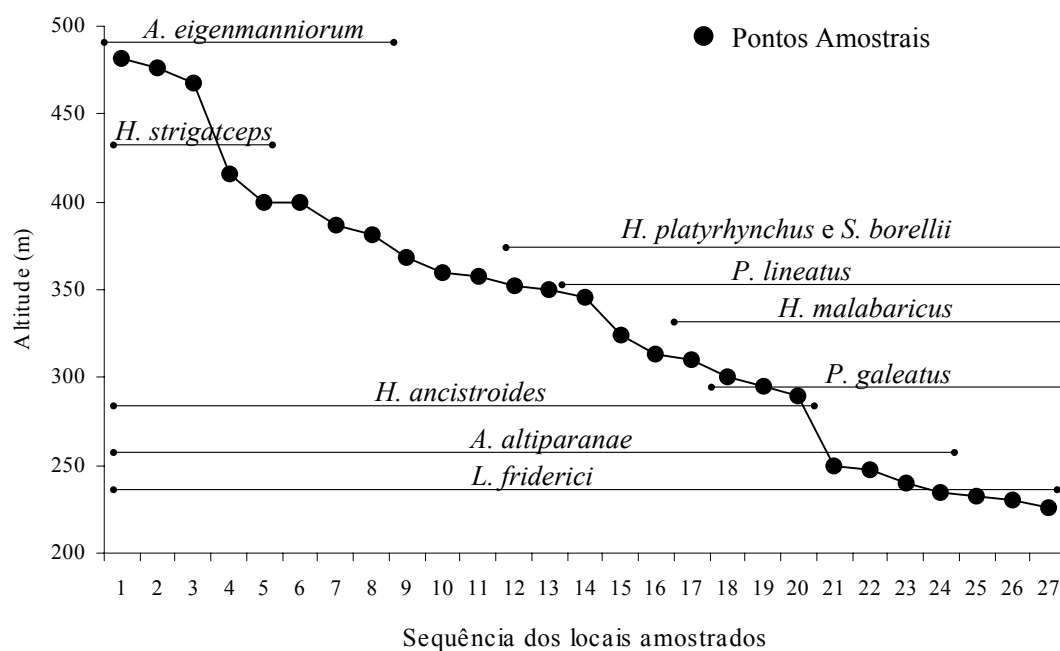


Figura 4. Distribuição altimétrica das espécies de peixes mais comuns na bacia do rio Iguatemi.

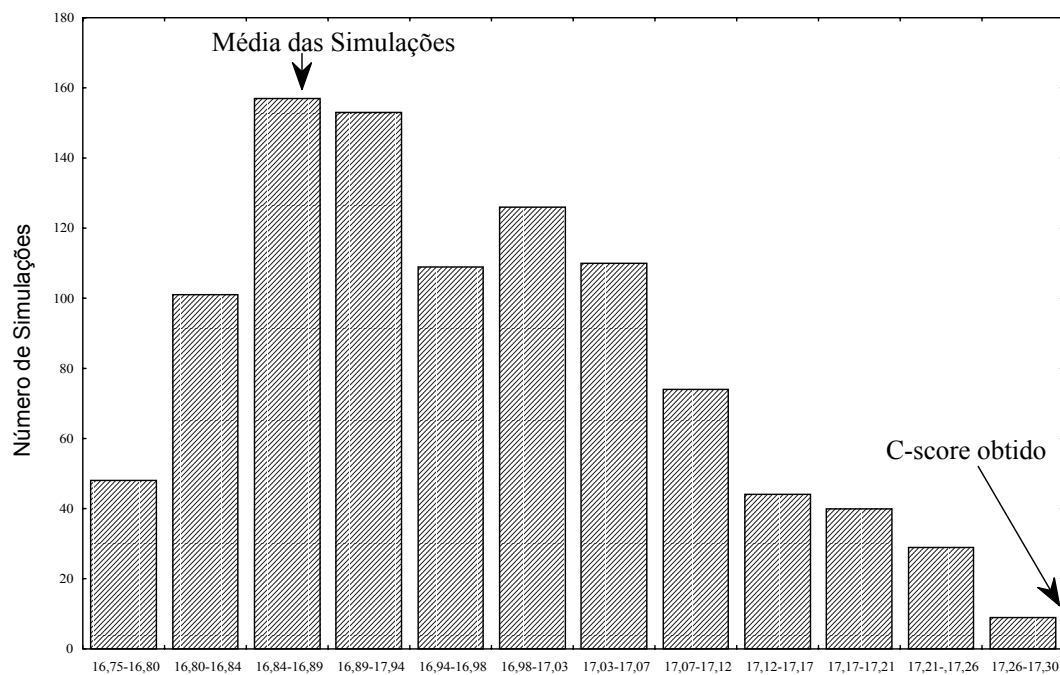


Figura 5. Histograma dos valores simulados e obtidos para o C-score na análise de co-ocorrência das espécies.

Discussão

A ocorrência de uma espécie em um determinado local é o resultado da interação de vários fatores. Como os indivíduos apresentam

diferenças na probabilidade de colonizar um tipo de ambiente, devido à capacidade de dispersão e efeitos da variação entre os ambientes, um grupo de ambientes com características ambientais similares

pode apresentar-se diferente no que diz respeito à composição de espécies (Olden *et al.*, 2001).

Chernoff e Willink (2000), estudando os padrões de distribuição da ictiofauna no Pantanal, constataram que as espécies que ocorreram nos riachos de cabeceira apresentavam uma distribuição restrita; no entanto, aquelas que ocorrem nos trechos de planície de inundação, são de modo geral, amplamente distribuídas. Esses autores comentam que o isolamento entre os habitats de cabeceira é de grande importância na determinação da distribuição restrita das suas espécies de peixes.

Essa afirmação, portanto, corrobora as conclusões deste trabalho ao sugerir que existe uma diferenciação no uso dos habitats pelas espécies de peixes que leva à formação de diferentes grupos de espécies co-ocorrentes. No presente estudo, os grupos de espécies co-ocorrentes que mais se diferenciam entre si são representados pelas espécies características de riachos e por aquelas características de trechos mais caudalosos dos rios, o que levou à diferenciação estatística entre comunidades de riachos e dos rios Jogui e Iguatemi (ANOSIM).

Martin-Smith (1998), estudando as comunidades de peixes em riachos da Malásia, constatou que as espécies podiam ser divididas em três grupos: 1) especialistas de correnteza; 2) especialistas de remansos e 3) espécies com distribuição ampla. O mesmo autor comenta que as comunidades de correntezas são muito similares na composição de espécies, na abundância relativa e na distribuição em biomassa, sugerindo que as características físicas dos habitats levam à existência de um menor número de espécies que podem ocorrer nesses habitats. Essa hipótese também poderia explicar o maior agrupamento das espécies em relação ao volume dos corpos de água na bacia do rio Iguatemi, separando espécies de riachos de cabeceiras das espécies de rios com maior vazão.

A diferenciação do grupo A pela TWINSpan, evidenciando a importância de espécies que ocorreram sazonalmente nos trechos de cabeceira (grupo A-2), sugere que o padrão de co-ocorrência nas comunidades de riachos pode ser influenciado pela variação temporal, no entanto, o menor autovalor (0,5929) encontrado nessa divisão sugere uma menor importância temporal no padrão de co-ocorrência observado. Taylor e Warren (2001) sugerem que comunidades com elevada taxa de imigração não apresentam muitas espécies fortemente associadas e que esses locais normalmente são os trechos inferiores dos rios, mais volumosos, com baixa variabilidade ambiental e com um grande conjunto de espécies colonizadoras, o

que novamente explicaria a maior separação entre as espécies de cabeceira e de trechos inferiores da bacia constatadas no presente estudo.

Grossman e Ratajczak (1998), estudando o uso de micro-habitat pelas espécies de peixes em um riacho da Carolina do Norte (EUA), constataram que as variações no uso de habitats pelas espécies estudadas foram ocasionadas pela variação sazonal, influenciando a disponibilidade de micro-habitats, e que a maioria das espécies apresentou um uso não-aleatório desses micro-habitats.

Em outro estudo, no mesmo riacho, Grossman *et al.* (1998) sugerem que, apesar da variação sazonal permitir a ocorrência de espécies migradoras de trechos inferiores do riacho, essa aparentemente não interfere, significativamente, no uso de micro-habitat das espécies residentes.

No presente estudo, a variação temporal no padrão de co-ocorrência, visualizado através do grupo A-2 (TWINSpan), provavelmente é resultado de migrações ocorridas pelas espécies que residem em lagoas marginais associadas ao rio, o que corrobora tanto o trabalho de Taylor e Warren (2001), sobre a influência das migrações sobre a composição de espécies, quanto o trabalho de Grossman e Ratajczak (1998), sobre a importância das variações temporais na disponibilidade e consequente uso de micro-habitats. Dessa forma, pode-se afirmar que as características dos ambientes estudados juntamente com os fatores bióticos definem os padrões de co-ocorrência das espécies.

Agradecimentos

À Fapesp (Processo nº 99/07719-1), UEMS, Unesp e CNPq pelo financiamento. A Kariny G. Lopes, Ildo A. Aquino e Maria de L. Bezerra, pelo auxílio no trabalho de campo. Ao MSc. Flávio C. T. Lima, do MZUSP – São Paulo, pelo auxílio taxonômico.

Referências

- BENEDITO-CECÍLIO, E.; AGOSTINHO, A.A. Determination of patterns of ichthyofauna co-occurrence in the Paraná River Basin, area of influence of the Itaipu Reservoir. *Interciência*, Caracas, v. 24, n. 6. p. 360-365, 1999.
- BRITSKI H.A. *et al.* *Peixes do Pantanal*. Manual de identificação. Brasília: Embrapa – SPI, Corumbá: Embrapa – CPAP. 1999. 184p.
- CHERNOFF, B.; WILLINK, P.W. Ecological and geographical structure in assemblages of freshwater fishes in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. In: WILLINK, P.W. *et al.* (Ed.). *A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil*.

- Washington, DC: Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, 2000, pp. 183-201.
- CLARKE, K.R.; GREEN, R.H. Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Oldendorff, v. 92, p. 213-226, 1988.
- CONNOR, E.F.; SIMBERLOFF, D. The assembly of species communities: chance or competition? *Ecology*, Washington, DC., v. 60, p. 1132-1140, 1979.
- DIAMOND, J.M. Assembly of species communities. In: CODY, M.L.; DIAMOND, J.M. (Ed.). *Ecology and evolution of communities*. Cambridge: Harvard University Press, 1975. pp. 342-444.
- GARAVELLO, J.C.; BRITSKI, H.A. Duas novas espécies do gênero *Leporinus* Spix, 1829, da bacia do alto rio Paraná (Teleostei, Anostomidae). *Comun. Mus. Cienc. Tecnol. PUCRS, Sér. Zool.*, Porto Alegre, v. 44, p. 153-165, 1987.
- GARAVELLO, J.C.; BRITSKI, H.A. Duas novas espécies do gênero *Schizodon* Agassiz da bacia do alto Paraná, Brasil, América do Sul (Ostariophysi, Anostomidae). *Naturalia*, Piracicaba, v. 15, p. 153-170, 1990.
- GOTELLI, N.J.; ENTSMINGER, G.L. *EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0*. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. [S. l.: s. n.], 2001. Disponível em <<http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>> Acesso em 10 Dez. 2001.
- GOULDING, M. *et al.* *Rio Negro, rich life in poor water: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities*. The Hague: SPB Academic Publishing, 1988.
- GROSSMAN, G.D.; RATAJCZAK, R.E. Jr. Long-term patterns of microhabitat use by fish in a southern Appalachian stream from 1983 to 1992: effects of hydrologic period, season and fish length. *Ecology of Freshw. Fish*, Copenhagen, v. 7, p. 108-131, 1998.
- GROSSMAN, G.D. *et al.* Stochasticity in structural and functional characteristics of an Indiana stream fish assemblage: a test of community theory. *Am. Nat.*, Chicago, v. 120, p. 423-454, 1982.
- GROSSMAN, G.D. *et al.* Stochasticity and assemblage organization in an Indiana stream fish assemblage. *Am. Nat.*, Chicago, v. 126, p. 275-285, 1985.
- GROSSMAN, G.D. *et al.* Assemblage organization in stream fishes: effects of environmental variation and interspecific interactions. *Ecol. Monogr*, Washington, DC., v. 68, n. 3, p. 395-420, 1998.
- GUARUTTI, V.; BRITSKI, H.A. Descrição de uma nova espécie de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. *Comun. Mus. Cienc. Tecnol. PUCRS, Sér. Zool.* Porto Alegre, v. 13, p. 65-88, 2000.
- JACKSON, D.A. *et al.* What controls who is where in freshwater fish communities - the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Ottawa, v. 58, p. 157-170, 2001.
- MARTIN-SMITH, K.M. Relationships between fishes and habitat in rainforest streams in Sabah, Malaysia. *J. Fish. Biol.*, London, v. 52, p. 458-482, 1998.
- MENEZES, N.A.; GERY, J. Seven new Acestrorhynchin Characid species (Osteichthyes, Ostariophysi, Characiformes) with comments on the systematics of the group. *Rev. Suisse Zool.*, Geneva, v. 90, n. 3, p. 563-592, 1983.
- MENEZES, N.A. Três espécies novas de *Oligosarcus* Günther, 1864 e redefinição taxonômica das demais espécies do gênero (Osteichthyes, Teleostei, Characidae). *Bolm. Zool. Univ. S. Paulo*, São Paulo, v. 11, p. 1-39, 1987.
- OLDEN, J.D. *et al.* Spatial isolation and fish communities in drainage lakes. *Oecologia*, Berlin, v. 127, p. 572-585, 2001.
- ROMESBURG, H.C. *Cluster analysis for Researchers*. Belmont: Lifetime Learning Publications, 1985.
- STONE, L.; ROBERTS, A. The checkerboard score and species distribution. *Oecologia*, Berlin, v. 85, p. 74-79, 1990.
- TAYLOR, C.M.; WARREN, Jr, M.L. Dynamics in species composition of stream fish assemblages: environmental variability and nested subsets. *Ecology*, Washington, DC., v. 82, n. 8, p. 2320-2330, 2001.

Received on January 27, 2003.

Accepted on August 19, 2003.