



Acta Scientiarum. Biological Sciences

ISSN: 1679-9283

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

Rondon Suárez, Yzel; Bigatão Valério, Sabrina; Tondato, Karina Keyla; Lubas Ximenes, Lidiani Queli;
Rota Alves Felipe, Thiago

Determinantes ambientais da ocorrência de espécies de peixes em riachos de cabeceira da bacia do
rio Ivinhema, alto rio Paraná

Acta Scientiarum. Biological Sciences, vol. 29, núm. 2, 2007, pp. 145-150

Universidade Estadual de Maringá

.png, Brasil

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187115764005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Determinantes ambientais da ocorrência de espécies de peixes em riachos de cabeceira da bacia do rio Ivinhema, alto rio Paraná

Yzel Rondon Suárez^{1*}, Sabrina Bigatão Valério¹, Karina Keyla Tondato², Lidiani Queli Lubas Ximenes² e Thiago Rota Alves Felipe³

¹Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Centro Integrado de Análise e Monitoramento Ambiental, Laboratório de Ecologia, Rod. Dourados a Itahum, km 12, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. ²Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. ³Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: yzel@uems.br

RESUMO. Com o objetivo de quantificar a importância de algumas características fisiográficas dos riachos sobre a ocorrência de quatro espécies de Characidae em riachos de cabeceira na bacia do rio Ivinhema, realizaram-se amostragens bimestrais em dez riachos com uso de telas de isca, com esforço amostral padronizado. A influência das variáveis ambientais sobre a ocorrência das espécies de peixes foi quantificada utilizando-se do modelo da análise de regressão logística. Constatou-se que a velocidade da correnteza foi o principal fator limitante da ocorrência de *Serrapinnus notomelas*, *Hemigrammus marginatus* e *Moenkhausia sanctaefilomenae*, enquanto a profundidade dos riachos foi o principal determinante da ocorrência de *Bryconamericus stramineus*. Assim, as primeiras espécies ocorrem predominantemente em locais com baixa velocidade da correnteza, enquanto *B. stramineus* ocorre principalmente em locais com pouca profundidade e com elevada velocidade da correnteza, sugerindo que as características fisiográficas dos *habitat* sejam importantes determinantes da colonização e persistência das espécies.

Palavras-chave: distribuição espacial, peixes de riachos, bacia do rio Ivinhema.

ABSTRACT. Environmental determinants of fish species occurrence in headwaters streams of Ivinhema river basin, upper Paraná river. In order to quantify the importance of some physiographic characteristics of headwaters streams of Ivinhema basin on occurrence of four Characidae species, bimonthly samples in 10 streams using a rectangular sieve, with standardized sampling effort were collected. The influence of environmental descriptors on species occurrence was quantified using a logistic regression model. It was observed that the water velocity was the main limiting factor to occurrence of *Serrapinnus notomelas*, *Hemigrammus marginatus* and *Moenkhausia sanctaefilomenae* while stream depth was the main determinant of *Bryconamericus stramineus* occurrence. Thus, the first three species are found mainly in sites with less water velocity, while *B. stramineus* is found mainly in sites with less depth and higher water velocity, suggesting that physiographic *habitat* characteristics can be important determinants of species colonization and persistence.

Key words: spatial distribution, stream fish, Ivinhema river basin.

Introdução

Apesar de a ecologia ser pródiga em teorias a fim de explicar a distribuição das espécies, poucos estudos tem sido realizados para gerar modelos preditivos destas teorias. Em parte, a ausência de modelos para a região neotropical, principalmente para a ictiofauna, é resultado do pouco conhecimento mesmo de uma lista razoável de espécies para as principais bacias hidrográficas.

A planície de inundação do alto rio Paraná, é o último trecho livre de represamento em território brasileiro e possui elevada diversidade de espécies (Agostinho *et al.*, 2000). Contudo, apesar do crescente

número de estudos sobre a ictiofauna neste trecho, poucos foram realizados em riachos, destacando-se os trabalhos de Agostinho e Penczack (1995), Abes e Agostinho (2001), Pavanelli e Caramaschi (2003), e inexistem estudos que geram modelos preditivos da distribuição das espécies de peixes em riachos da bacia do alto rio Paraná.

Espécies de Characidae de pequeno porte estão entre as mais comuns em toda a região neotropical, e no alto rio Paraná, encontram-se entre as espécies mais abundantes: *Serrapinnus notomelas*, *Hemigrammus marginatus*, *Moenkhausia sanctaefilomenae* e *Bryconamericus stramineus*.

Estudos que quantificam os fatores que determinam a distribuição das espécies de peixes são relativamente comuns, e muitos enfatizam o papel das interações bióticas como principal mecanismo responsável pelas diferenças na distribuição das espécies (Zaret e Rand, 1971; Rahel e Stein, 1988), enquanto outros enfocam o papel das características químicas e físicas da água, tanto em regiões temperadas (Oberdorff *et al.*, 2001; Robinson e Rand, 2005) quanto tropicais (Barreto e Uieda, 1998; Peres-Neto, 2004; Gerhard *et al.*, 2004; Casatti, 2005). Contudo, a grande maioria destes estudos apresenta caráter exploratório, encontra gradientes ambientais e levanta hipóteses para explicar a composição local de espécies sem que hipóteses científicas sejam testadas.

A elaboração de modelos preditivos acurados é de fundamental importância tanto para os ecólogos quanto para gestores ambientais, uma vez que estes modelos podem ser ferramentas importantes na definição de áreas para criação de unidades de conservação e proteção de espécies ameaçadas (Bulluck *et al.*, 2006). Estas ferramentas têm ganhado espaço quando se trata de comunidades aquáticas temperadas (Lamoureaux *et al.*, 1999; Oberdorff *et al.*, 2001; Olden e Jackson, 2002), contudo, em regiões tropicais, são poucos os estudos preditivos, tanto da diversidade quanto da ocorrência de espécies aquáticas, destacando-se o trabalho de Bini e Thomaz (2005), para a ocorrência de duas espécies de *Egeria*, no reservatório de Itaipu; Cetra e Petrer-Júnior (2006), sobre a influência das características ambientais e sobre a diversidade e composição de espécies de peixes na bacia do rio Corumbatá; e Valério *et al.* (2007) quantificam a influência das características espaciais e temporais sobre a composição de espécies de peixes em riachos de cabeceira das bacias dos rios Paraguai e Paraná.

O objetivo do presente estudo é quantificar a importância de algumas características ambientais e sobre a ocorrência de quatro espécies de Characidae de pequeno porte e comuns aos riachos da bacia do Alto Rio Paraná respondendo às seguintes questões: 1) a ocorrência das espécies de peixes pode ser descrita utilizando as características físicas dos riachos amostrados? 2) quais características dos riachos amostrados são melhores preditores da ocorrência das espécies? 3) as espécies analisadas apresentam as mesmas respostas aos diferentes descritores dos riachos?

Material e métodos

A área amostrada possui cerca de 200 km de extensão no trecho divisor de águas entre as bacias do

Paraná (bacia do rio Ivinhema) e Paraguai, entre as coordenadas 20°54' a 22°18' S e W54°56 a 56°05' W.

As amostragens foram realizadas bimestralmente em dez riachos nas cabeceiras da bacia do rio Ivinhema (Figura 1), de janeiro a novembro de 2004, totalizando 60 amostras. Riachos de quatro sub-bacias foram selecionados de acordo com a facilidade de acesso por estradas, posição na bacia e o estado de preservação dos riachos.

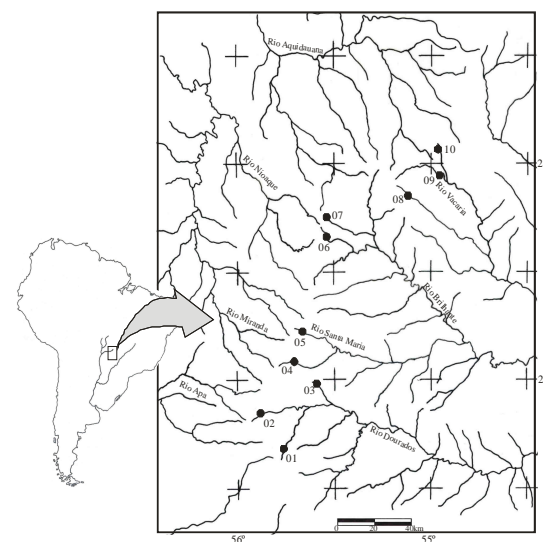


Figura 1. Localização dos riachos de cabeceira amostrados na bacia do rio Ivinhema, alto rio Paraná.

Os peixes foram amostrados durante o dia, com uma peneira retangular medindo 1,2 x 0,8 m, com 2 mm de abertura de malha e esforço padronizado (20 lances), em um trecho de aproximadamente 50 m de extensão. Esta técnica foi utilizada devido à dificuldade de utilização da pesca elétrica em riachos com baixa condutividade elétrica e turbidez e ainda devido ao difícil acesso.

Os espécimens foram fixados em formol a 10% e preservados em etanol a 70% para posterior identificação em laboratório e alguns exemplares testemunhos foram identificados e depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

Em cada amostragem, foi obtido um conjunto de variáveis ambientais; foi calculada a velocidade da água utilizando a técnica do flutuador de três a cinco vezes em cada trecho; foi obtida a profundidade com uma vara de madeira graduada, em pelo menos cinco locais em cada transecto; foi obtida a largura dos riachos em vários pontos do trecho amostrado, utilizando uma fita métrica, e foi obtida a altitude usando o GPS Garmin Etrex. Para as três primeiras variáveis (velocidade, profundidade e largura) foi

utilizado sempre o valor médio.

A largura dos riachos variou de 0,6 a 7 m; a profundidade de 0,11 a 1,75 m; a velocidade da água de 0,056 a 1,90 m s⁻¹; e a altitude de 264 a 641 m. Os riachos amostrados são relativamente bem preservados, com vegetação ripária e com sinais de pouca presença antrópica nas proximidades. Os valores médios e desvio padrão para cada variável podem ser visualizados na Tabela 1.

Com o objetivo de quantificar a importância das variáveis hidrológicas utilizadas na determinação da probabilidade de ocorrência das espécies foi utilizado o modelo estatístico de análise de regressão logística. Este método é um dos mais eficientes para modelar a ocorrência de espécies (Quinn e Keough, 2005), com vantagem em relação a outros por permitir a elaboração de uma equação preditiva da ocorrência das espécies (Equação 1).

$$\text{Prob. Ocorrência} = \frac{\exp(\text{constante} + \beta * \text{altitude} + \beta * \text{largura} + \beta * \text{profundidade} + \beta * \text{velocidade})}{1 + \exp(\text{constante} + \beta * \text{altitude} + \beta * \text{largura} + \beta * \text{profundidade} + \beta * \text{velocidade})} \quad (1)$$

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão para as variáveis ambientais nos riachos de cabeceira da bacia do rio Ivinhema, alto rio Paraná.

Locais	Altitude	Largura	Profundidade	Velocidade
01 - Córrego Santa Virgem	571	6,00±0,2	0,71±0,1	0,73±0,3
02 - Cabeceira do Dourados	641	1,50±0,1	0,22±0,1	0,35±0,1
03 - Córrego Boa Vista	511	7,00±0,1	0,66±0,2	0,53±0,2
04 - Córrego Lagoa Cheia	528	3,08±0,1	0,32±0,1	0,73±0,2
05 - Córrego Lagoinha	541	5,80±0,2	0,32±0,1	0,68±0,1
06 - Córrego Turvo	523	4,30±0,1	0,50±0,1	0,82±0,6
07 - Córrego Água Fria	554	1,00±0,1	0,40±0,1	0,33±0,2
08 - Córrego Passa Tempo	358	1,70±0,1	0,52±0,1	0,40±0,1
09 - Córrego São Bento	344	6,00±0,1	0,84±0,3	0,80±0,3
10 - Córrego Nova Alvorada	432	2,30±0,2	0,55±0,6	0,38±0,1

Os modelos foram ajustados utilizando-se do algoritmo de máxima verossimilhança, objetivando testar a hipótese nula de que a importância das variáveis ambientais é igual à zero. A sensibilidade e especificidade dos modelos, medidas da acurácia na estimativa da ocorrência e ausência, respectivamente, foram obtidas separadamente da medida de classificação correta na ocorrência das espécies (Wilkinson *et al.*, 1996).

Resultados

Constatamos que a ocorrência de todas espécies em pauta podem ser relacionadas com as variáveis hidrológicas mensuradas, sendo que *S. notomelas* foi a espécie cuja ocorrência foi melhor descrita pelas variáveis utilizadas (Tabela 2). A capacidade preditiva dos modelos gerados variou entre 73,2% para *B. stramineus* e 88,5% para *S. notomelas* (Tabela 2).

A velocidade da correnteza foi o melhor preditor da

ocorrência de três das espécies analisadas (*S. notomelas*, *H. marginatus* e *M. sanctaefilomenae*), sendo que para *B. stramineus* a profundidade dos riachos foi melhor descritor de sua ocorrência.

Bryconamericus stramineus foi a única espécie correlacionada positivamente com a velocidade da correnteza; por outro lado, *H. marginatus* foi a única espécie cuja ocorrência foi positivamente correlacionada com a profundidade dos riachos.

Tabela 2. Influência das características ambientais sobre a ocorrência das espécies de peixes em riachos de cabeceira na bacia do rio Ivinhema, alto rio Paraná.

Espécies	Variáveis	"b"	Sensibilidade	Especificidade
<i>H. marginatus</i>	Constante	4,233		
	Altitude	-0,017		
	Largura	0,400		
	Profundidade	2,084	0,405	0,921
	Velocidade	-2,710		
RMV = 16,076; df = 4; P = 0,003		Classificação Correta = 0,861		
<i>S. notomelas</i>	Constante	18,304		
	Altitude	-0,032		
	Largura	-0,161	0,769	
	Profundidade	-1,420		0,923
	Velocidade	-5,978		
RMV = 23,204; df = 4; P = 0,000		Classificação Correta = 0,885		
<i>B. stramineus</i>	Constante	-5,772		
	Altitude	0,003		
	Largura	0,970		
	Profundidade	-3,385	0,617	0,794
	Velocidade	1,542		
RMV = 29,008; df = 4; P = 0,000		Classificação Correta = 0,732		
<i>M. sanctaefilomenae</i>	Constante	7,715		
	Altitude	-0,016		
	Largura	0,464	0,395	
	Profundidade	-0,555		0,879
	Velocidade	-6,457		
RMV = 17,011; df = 4; P = 0,002		Classificação Correta = 0,798		

RMV = Razão de Máxima Verossimilhança.

Assim, *H. marginatus* pode ser considerada como uma espécie que ocorre principalmente em riachos profundos e com pouca velocidade da correnteza, por outro lado, *S. notomelas* ocorre principalmente em riachos pouco profundos e com baixa velocidade da correnteza. *Bryconamericus stramineus* também ocorre em riachos com pouca profundidade, mas com elevada velocidade da correnteza e *M. sanctaefilomenae* ocorre principalmente em riachos rasos com pouca velocidade. Apesar de *S. notomelas* e *M. sanctaefilomenae* ocorrerem principalmente em locais rasos e com pouca correnteza estas diferem quanto à intensidade da resposta em relação estas variáveis, sendo que esta é mais influenciada pela velocidade da correnteza, enquanto a primeira apresenta maior dependência que esta em relação à profundidade.

A velocidade máxima da correnteza nos riachos amostrados (1,90 m s⁻¹), não se apresenta como fator limitante para a ocorrência de *S. notomelas* (Figura 2), sendo que, teoricamente, apenas a partir da velocidade de 3,06 m s⁻¹ é que sua probabilidade de ocorrência se torna menor que 0,5 (50%).

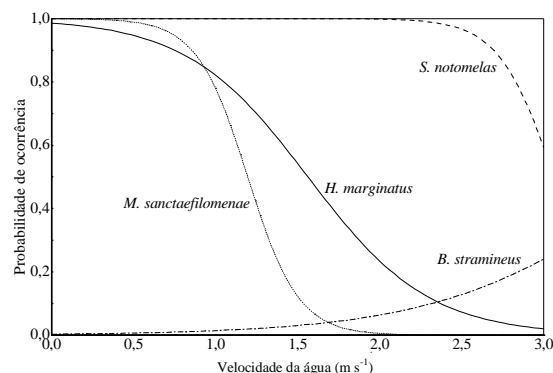


Figura 2. Probabilidade de ocorrência para as espécies de peixes estudadas em função da velocidade da correnteza nos riachos de cabeceira da bacia do rio Ivinhema, alto rio Paraná.

Discussão

A importância das características hidrológicas sobre a composição de espécies (Martin-Smith, 1998; Lamouroux *et al.*, 1999), características biológicas funcionais (Poff e Allan, 1995) e estrutura populacional (Cattanéo *et al.*, 2002) de peixes tem sido bem enfocada em comunidades temperadas. Para peixes neotropicais, o número de estudos que enfoca o papel das características hidrológicas é menor, contudo, vários trabalhos têm constatado a importância de variáveis hidrológicas determinando a distribuição das espécies de peixes (Súarez e Petrere-Júnior, 2003; Gerhard *et al.*, 2004; Peres-Neto, 2004, entre outros).

Analisando a distribuição longitudinal das espécies de peixes em um riacho de primeira ordem no alto rio Paraná, Casatti (2005) encontrou que *M. sanctaefilomenae* ocorreu somente no trecho inferior do Córrego São Carlos, corroborando nossos resultados, uma vez que este trecho é que possui menor velocidade da correnteza. Ferreira e Casatti (2006) constataram que *S. notomelas* apresenta maior abundância em trechos com menor volume em um riacho do alto rio Paraná, em São Paulo, o que corrobora a influência negativa da largura, profundidade e velocidade da correnteza encontrada no presente trabalho.

Características como velocidade da correnteza, tipo de substrato e altitude atuam como “filtros de espécies” (Poff, 1997), minimizando as chances de que uma espécie com características não compatíveis colonize e persista em um determinado *habitat*. Estes mecanismos de filtros ambientais conduzem comunidades de ambientes hidrologicamente diferentes a possuírem conjuntos de espécies diferentes (Martin-Smith, 1998; Langeani *et al.*, 2005), desta forma, a maior importância da velocidade da correnteza e da profundidade dos

riachos deve estar associada a seu efeito restritivo sobre a colonização e persistência das espécies nos locais amostrados. A velocidade da água limita diretamente a colonização por espécies com diferentes características morfológicas, enquanto a profundidade do local amostrado é normalmente considerada um bom indicador da complexidade estrutural dos riachos, permitindo a coexistência de espécies com diferentes estratégias de obtenção de recursos alimentares.

Para riachos da Malásia, Martin-Smith (1998) constatou que as características hidrológicas dos riachos levavam à formação de três grupos de espécies: 1) especialistas de corredeiras: encontradas em locais com elevada velocidade da correnteza, rasos e com pouco sombreamento; 2) especialistas de poções: encontradas em locais profundos, com menor velocidade da correnteza e 3) espécies generalistas: encontradas abundantemente tanto em poções quanto em corredeiras.

Em riachos da bacia do rio Iguatemi (alto rio Paraná), Súarez e Petrere-Júnior (2005) constataram que espécies similares morfológicamente tendem a ocorrer em ambientes similares, sugerindo que as adaptações morfológicas às características hidrológicas atuam de forma significativa sobre a distribuição das espécies, desta forma, estes resultados sugerem que as espécies colonizam e persistem nos *habitat* lóticos até onde suas características morfológicas não atuem como fator limitante, o que corrobora a importância das características hidrológicas sobre a organização de comunidades lóticas constatada por outros trabalhos (Poff, 1997; Martin-Smith, 1998; Peres-Neto, 2004; Súarez e Petrere-Júnior, 2005, entre outros).

Casatti *et al.* (2006) constataram que *B. stramineus* e *M. sanctaefilomenae* foram bons indicadores da integridade dos *habitat* na bacia do rio São José dos Dourados (alto rio Paraná), desta forma, a ampliação de estudos preditivos da ocorrência das espécies de peixes em função das características ambientais pode fornecer subsídios para a avaliação e monitoramento ambiental.

Finalizando, a distribuição das espécies de peixes estudadas pode ser descrita em função de características fisiográficas de fácil obtenção em campo, sendo que a ocorrência das espécies parece ser resultado da sua capacidade de colonização e persistência nos diferentes trechos da bacia. Contudo, estudos mais aprofundados e com amostragens distribuídas ao longo de toda a bacia hidrográfica e em diferentes situações de integridade biótica podem indicar, mais detalhadamente, a dinâmica da distribuição das espécies e capacidade de

persistência não só diante das características hidrológicas locais, mas também das possíveis alterações antrópicas nos ambientes aquáticos.

Agradecimentos

À Fundect (Processo: 489/02) e UEMS pelo apoio financeiro. A Flávio C. T. Lima (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo), pelo auxílio na identificação das espécies. A Alexandro C. Florentino e Luzia S. Lourenço (UFMT-Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) e Lucas Brandão, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Referências

ABES, S.S.; AGOSTINHO, A.A. Spatial patterns in fish distributions and structure of the ichthyocenosis in the Água Nanci stream, upper Paraná river basin, Brazil. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 445, p. 217-227, 2001.

AGOSTINHO, A.A. *et al.* Biodiversity in the high Paraná River floodplain. In: GOPAL, B. *et al.* (Ed.). *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers, 2000. v. 1, p. 89-118.

AGOSTINHO, A.A.; PENCZACK, T. Populations and production of fish in two small tributaries of the Paraná River, Paraná, Brazil. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 312, p. 153-166, 1995.

BARRETTO, M.G.; UIEDA, V.S. Influence of the abiotic factors on the ichthyofauna composition in different orders stretches of Capivara River, São Paulo State, Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, Stuttgart, v. 26, p. 2180-2183, 1998.

BINI, L.M.; THOMAZ, S.M. Prediction of *Egeria najas* and *Egeria densa* occurrence in a large subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil-Paraguay). *Aquat. Bot.*, Amsterdam, v. 83, p. 227-238, 2005.

BULLUCK, L. *et al.* Spatial and temporal variations in species occurrence rate affect the accuracy of occurrence models. *Global Ecol. Biogeogr.*, Ontario, v. 15, p. 27-38, 2006.

CASATTI, L. Fish assemblage structure in a first order stream, southeastern Brazil: Longitudinal distribution, seasonality and microhabitat diversity. *Biota Neotrop.*, Campinas, v. 5, n. 1, p. 75-93, 2005.

CASATTI, L. *et al.* Stream fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, Southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 66, n. 2B, p. 681-696, 2006.

CATTANÉO, F. *et al.* The influence of hydrological and biotic processes on brown trout (*Salmo trutta*) population dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Ottawa, v. 59, p. 12-22, 2002.

CETRA, M.; PETRERE-JÚNIOR, M. Fish assemblage structure of the Corumbataí River Basin, São Paulo State, Brazil: characterization and anthropogenic disturbances. *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 66, n. 2A, p. 431-439, 2006.

FERREIRA, C.P.; CASATTI, L. Influência da estrutura do habitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, Curitiba, v. 23, n. 3, p. 642-651, 2006.

GERHARD, P. *et al.* Stream fish communities and their associations to habitat variables in a rain forest reserve in southeastern Brazil. *Environ. Biol. Fish.*, Ontario, v. 71, p. 321-340, 2004.

LAMOUREUX, N. *et al.* Predicting community characteristics from habitat conditions: fluvial fish and hydraulics. *Freshwater Biol.*, London, v. 42, p. 275-299, 1999.

LANGEANI, F. *et al.* Riffle and pool communities in a large stream of southeastern Brazil. *Neotr. Ichthyol.*, Porto Alegre, v. 3, p. 305-311, 2005.

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.

OBERDORFF, T. *et al.* A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. *Freshwater Biol.*, London, v. 46, p. 399-415, 2001.

OLDEN, J.D.; JACKSON, D.A. A comparison of statistical approaches for modeling fish species distributions. *Freshwater Biol.*, London, v. 47, p. 1976-1995, 2002.

PAVANELLI, C.S.; CARAMASCHI, E.P. Temporal and spatial distribution of the ichthyofauna in two streams of the upper Rio Paraná Basin. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, Curitiba, v. 46, p. 271-280, 2003.

PERES-NETO, P.R. Patterns in the co-occurrence of fish species in streams: the role of site suitability, morphology and phylogeny versus species interactions. *Oecologia*, New York, v. 140, p. 352-360, 2004.

POFF, N.L. Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *J. North Am. Bent. Soc.*, Ottawa, v. 16, p. 391-409, 1997.

POFF, N.L.; ALLAN, J.D. Functional organization of stream fish assemblages in relation to hydrological variability. *Ecology*, Washington, D.C., v. 76, p. 606-627, 1995.

QUINN, G.P.; KEOUGH, M.J. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 537.

RAHEL, F.J.; STEIN, R.A. Complex predator-prey interactions and predator intimidation among crayfish, piscivorous fish, and small benthic fish. *Oecologia*, New York, v. 75, p. 94-98, 1988.

ROBINSON, J.L.; RAND, P.S. Discontinuity in fish assemblages across an elevation gradient in a southern Appalachian watershed, USA. *Ecol. Fresh. Fish.*, Copenhagen, v. 14, p. 14-23, 2005.

SÚAREZ, Y.R.; PETRERE-JÚNIOR, M. Associações de espécies de peixes em ambientes lóticos da bacia do rio Iguatemi, Estado do Mato Grosso do Sul. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 25, n. 2, p. 361-367, 2003.

SÚAREZ, Y.R.; PETRERE-JÚNIOR, M. Organização das assembleias de peixes em riachos da bacia do rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 22, n. 2, p. 161-167, 2005.

VALÉRIO, S.B. *et al.* Organization patterns of headwater-stream fish communities in the Upper Paraguay-Paraná basins. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 583, n. 1, p. 241-250, 2007.

WILKINSON, L. *et al.* *Desktop data analysis with SYSTAT*. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

ZARET, T.M.; RAND, A.S. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, Washington, D.C., v. 52, p. 336-342, 1971.

Received on January 18, 2007.

Accepted on May 28, 2007.