



Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Unidade Universitária de Dourados
Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais

**DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DAS ASSEMBLEIAS
DE PEIXES DE RIACHOS NA BACIA DO RIO
IVINHEMA, ALTO RIO PARANÁ E SUA RELAÇÃO COM
CARACTERÍSTICAS LOCAIS E DA PAISAGEM**

Ana Paula Lemke

DOURADOS – MS
FEVEREIRO/ 2013





Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Unidade Universitária de Dourados

Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais

**DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DAS ASSEMBLEIAS
DE PEIXES DE RIACHOS NA BACIA DO RIO
IVINHEMA, ALTO RIO PARANÁ E SUA RELAÇÃO COM
CARACTERÍSTICAS LOCAIS E DA PAISAGEM**

Acadêmica: Ana Paula Lemke

Orientador: Prof. Dr. Yzel Rondon Suárez

Co-orientador: Dr. Joelson Gonçalves Pereira

“Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Recursos Naturais, área de concentração em Recursos Naturais, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais”.

DOURADOS – MS

FEVEREIRO/ 2013



L571d Lemke, Ana Paula

Distribuição e diversidade das assembleias de peixes de riachos na bacia do Rio Ivinhema, Alto Rio Paraná e sua relação com características locais e da paisagem/Ana Paula Lemke. Dourados, MS: UEMS, 2013.
38p. 30cm.

Dissertação (Mestrado) – Recursos Naturais – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Yzel Rondon Suárez.

1.Peixes 2. Diversidade 3. Paisagem I. Título.

CDD 20.ed. 639.3

Penso noventa e nove vezes e nada descubro; deixo de pensar, mergulho em profundo silêncio - e eis que a verdade se me revela.

Albert Einstein

Dedico este trabalho aos meus pais: Hugo e Eli.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Yzel Rondon Suárez pela confiança, orientação, inúmeros ensinamentos e por ter se revelado um grande amigo ao longo desses dois anos. Obrigada por compartilhar seus conhecimentos e despertar em mim um carinho pela ictiologia e ecologia.

Ao Dr. Joelson Gonçalves Pereira pela co-orientação, atenção e encorajamento desde a graduação.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais pelos ensinamentos e oportunidade de aprender e conviver com grandes profissionais, e à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul pela oportunidade de cursar o programa de pós-graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de estudos concedida.

Aos colegas de mestrado com quem partilhei dúvidas e conhecimentos, e pelos momentos de descontração, principalmente durante o período das disciplinas.

Agradeço aos “irmãos de orientação”: Dáleth, Gabriela, Aryadne, Fabiane, Patrícia, Mariane, Maiane, Lucilene, Cristiane e Gabriel pelo companheirismo e pelos inúmeros momentos de alegria e descontração proporcionados. Agradeço ao Marcelo pelo apoio nas coletas. Agradeço especialmente à Karina e ao Wagner pelo auxílio na correção do manuscrito!

Agradeço aos amigos feitos nos mais laboratórios que usei, seria injusto citar nomes, pois certamente me esqueceria de alguém, obrigada pelas sugestões e auxílio.

Aos membros da banca pela disponibilidade e sugestões.

Aos meus amigos Franciane e Francisco por me “darem” a Heloíse que com sua alegria contagiante impediu muitas vezes que eu enlouquecesse, vocês são muito especiais, à Emmanuela pelo carinho durante todos esses anos, agradeço a aos demais amigos que sempre me apoiaram em todos os momentos! Ao Evandro Seiji pelo auxílio em campo, em laboratórios, incentivo e amizade!

Aos meus pais, Hugo e Eli, verdadeiros vencedores, e que sempre me apoiaram e acreditaram, não deixando que eu desistisse mesmo diante das adversidades que surgiram. Todo meu amor e reconhecimento. Agradeço também ao meu irmão Francisco pelo apoio e a grande ajuda prestada.

E à Deus, pela vida!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	3
Rios e Riachos.....	3
Biodiversidade em rios e riachos.....	3
Fragilidade das espécies e relação com a vegetação ripária.....	4
Qualidade de água nos rios.....	4
Caracterização da área de estudo.....	5
Referências Bibliográficas	6
CAPÍTULO 2: Influência de características locais e da paisagem sobre a distribuição e diversidade das assembleias de peixes de riachos na Bacia do Rio Ivinhema, Alto Rio Paraná.....	10
Abstract.....	10
Resumo.....	11
Introdução.....	12
Materiais e Métodos.....	13
Resultados.....	16
Discussão.....	21
Referências Bibliográficas.....	26
Anexos.....	33
Instructions to Authors.....	34

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 2: Influência de características locais e da paisagem sobre a distribuição e diversidade das assembleias de peixes de riachos na Bacia do Rio Ivinhema, Alto Rio Paraná

Figura 1: Locais de amostragem na bacia do Ivinhema, Alto Rio Paraná entre 2001 a 2011.....	14
Figura 2: Gráfico de frequência de ocorrência das espécies de peixes amostradas em riachos da bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná entre 2001 e 2011.....	16
Figura 3: Auto correlação espacial para a riqueza de espécies (Moran I) e composição (correlograma de Mantel) na bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná entre 2001 e 2011.....	17
Figura 4: Diagrama de Venn com a porcentagem de variação explicando a composição da comunidade de peixes baseada na partição de variância baseada em: limnológicos e fisiográficos, ou seja: ambientais (E), posição do ponto (S), uso do solo (L), fração explicada para ambientais e uso do solo (E:L), fração explicada por ambientais e uso do solo (E:L), fração explicada por ambientais e posição do ponto (E:S), fração explicada pelos fatores ambientais, uso do solo e posição do ponto (E:L:S).....	18
Figura 5: Árvore de regressão da riqueza de espécies de peixes em riachos na bacia do Ivinhema, Alto Rio Paraná entre 2001 e 2011.....	19
Figura 6: Diagrama de dispersão da distribuição das espécies de peixes na bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná entre 2001 e 2011.....	21

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 2: Influência de características locais e da paisagem sobre a distribuição e diversidade das assembleias de peixes de riachos na Bacia do Rio Ivinhema, Alto Rio Paraná.....

Tabela 1: Resultados da Análise de Correspondência Canônica (ACC) para as comunidades de peixes do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná. * = Significativo para $\alpha = 0.05$; *** = Significativo para $\alpha = 0.001$.).....

20

RESUMO

Sabe-se que a comunidade de peixes é influenciada por diversos fatores como a variáveis limnológicas, bióticas e fatores hidrológicos, e sabendo-se que os corpos hídricos sofrem alterações devido ao uso do solo no entorno, o presente teve como objetivo avaliar a influência das características locais e de paisagem sobre a composição da comunidade de peixes na bacia do rio Ivinhema. Foram identificadas 104 espécies de peixes sendo *Astyanax altiparanae* e *Serrapinnus notomelas* foram as espécies mais comuns. Os principais preditores da riqueza íctica nessa bacia são: os fragmentos florestais, altitude, profundidade, velocidade e condutividade elétrica da água. As variáveis mais importantes para descrever a distribuição das espécies de peixes são a altitude, profundidade do riacho, condutividade elétrica e velocidade da água. Desta forma, as métricas da paisagem influenciam significativamente a riqueza mas as características hidrológicas explicam a distribuição das espécies.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia de comunidades, Uso do solo, Qualidade da água, Teoria do Rio Contínuo.

ABSTRACT

The fish assemblages is influenced by several factors as limnological, biotic and hydrological factors, and knowing that the water bodies undergo changes due to the land in the vicinity the present work aimed to evaluate the influence of local and landscape characteristics on diversity and composition of fish assemblages in Ivinhema River Basin. We identified 104 fish species, being *Astyanax altiparanae* and *Serrapinnus notomelas* the more common species. The main predictors of fish richness were: forest fragments, altitude, stream depth, water velocity and conductivity. The more important variables to describe the species distributions were altitude, stream depth, water conductivity and velocity. In this way, the landscape metrics influence significantly the species richness; however the hydrological variables explain the species distributions.

KEYWORDS: Community ecology, Landscape use, Water quality, River Continuum concept.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Rios e riachos

De toda a água existente no planeta cerca de 99% está nos oceanos e geleiras, que não são utilizadas devido a salinidade e localização. A água doce superficial, ou seja, disponível em rios e lagoas representa apenas 0,009% de toda a água existente na Terra (Tundisi e Tundisi, 2011).

Rios e riachos são caracterizados por um fluxo de água contínuo e unidirecional (Cox e Moore, 2011), sendo sistemas abertos que possuem dinâmica ao longo do eixo longitudinal (cabeceira-foz), lateral (canal-margens), vertical e temporal (Ward, 1989).

Os rios e riachos são os recursos de água doce mais importantes às comunidades e o desenvolvimento social e econômico são fortemente influenciados pela disponibilidade e distribuição da água doce contida nos sistemas fluviais (Xavier et al., 2005).

A América do Sul possui uma das maiores reservas de água doce do mundo (Santos e Ferreira, 1999), que é representada por vários rios e riachos (Agostinho et al., 2007). Os riachos são geralmente estreitos, rasos, com pouco volume de água e seu curso é irregular (Lemes & Guarutti, 2002).

Biodiversidade nos rios e riachos

Existem aproximadamente 28.900 espécies de peixes no mundo, destas cerca de 11.000 são dulcícolas (Léveque et al., 2008). Na região neotropical existem cerca de 4.500 espécies descritas, número que aumenta anualmente (Nelson, 2006). Mesmo com o aumento na pesquisa nas regiões neotropicais Winemiller et al. (2008) comentam que informações sobre a ictiofauna de riachos nas diversas regiões tropicais ainda é muito menor se relacionado às regiões temperadas.

A ictiofauna sul-americana é a mais diversa do mundo (Castro, 1999), sabe-se que a grande riqueza de espécies de peixes reflete-se também na sua diversidade morfológica e ecológica.

Em riachos existe a predominância de espécies de pequeno porte, onde a morfologia externa e taxonomia, o endemismo, o ciclo de vida, comportamento anti-predação e a alimentação são fatores extremamente importantes (Castro, 1999).

A bacia do rio Paraná possui 2.600.000 km², (Latrubesse et al. 2005), Langeani et al. (2007) informam que a biodiversidade nessa bacia é de cerca de 600 espécies. Somente para o alto Rio Paraná a riqueza registrada até então é de 360 espécies de peixes (Langeani et al., 2007), sendo sua ictiofauna composta principalmente por Siluriformes e Characiformes, que correspondem a 80% das espécies dos ambientes lóticos do Alto Rio Paraná.

Fragilidade das espécies e relação com a vegetação ripária

Growns e Gehrke (2003) comentam que a zona ripária proporciona quatro funções importantes para os peixes em um rio: influência no processo geomorfológico, presença de sombra e cobertura, mantém a qualidade da água e fornece alimentos. A vegetação ripária garante a estabilidade das margens pois a água diminui a velocidade de escoamento ao passar pela serapilheira e pelas raízes das árvores (Marques e Souza, 2005) minimizando a erosão, pode também atuar como filtro retendo sedimentos, produtos tóxicos, nutrientes eutrofizantes, até 80% do fósforo, e 89% do nitrogênio (Marques e Souza, 2005).

Barrela et al. (2000) afirmam que mudanças na composição e estrutura dessa vegetação podem causar alterações nos hábitos alimentares dos peixes alterando a cadeia trófica. Casatti (2010) em uma discussão sobre o impacto da alteração no código florestal sobre as comunidades aquáticas sugere que a redução na vegetação nativa pode gerar perda de espécies, homogeneização da fauna e diminuição da abundância das espécies, gerando prejuízos não só a biota aquática, mas também às populações humanas que dependem desse recurso.

Qualidade de água nos rios

A água que chega aos corpos hídricos é fruto do ciclo hidrológico (Porto et al., 1992), em um rio os processos hidrológicos possuem duas direções predominantes de fluxo: vertical que são representados pela precipitação, evapotranspiração e unidade do solo e longitudinal, representado pelo escoamento superficial e escoamento subterrâneo (Tundisi, 2003).

Em função da capacidade de infiltração no solo a água pode escoar superficialmente ou infiltrar, situação essa dependente da forma de cobertura do solo.

Tucci (2003). Nas florestas a taxa de infiltração é alta, solos desprotegidos como estradas e pastos sofrem grande compactação reduzindo a capacidade de infiltração.

Sabe-se que a qualidade da água é influenciada pela litologia, clima, vegetação, tipo de solo, no entanto com o crescente aumento populacional e o aumento do uso dos recursos naturais, as atividades antrópicas têm modificado as paisagens naturais, o que tem degradado os ambientes aquáticos, acarretando perdas na biodiversidade. As principais causas da redução da biodiversidade são a poluição, eutrofização, assoreamento, represamentos, pesca exploratória e introdução de espécies exóticas (Agostinho et al., 2005).

Das formas de uso na bacia destaca-se a agropecuária, o principal uso da água nessa atividade vem da irrigação que utiliza grande volume de água. De acordo com Telles (2002) 98% do volume de água utilizado na irrigação retorna à atmosfera na forma de vapor, e 2% são transformados em matéria orgânica. O uso da água para irrigação ou dessedentação de animais ocasiona perda na qualidade da água entre 60-70% que se “converte” em urina e/ou outros dejetos (Telles, 2002).

Caracterização da área de estudo

O Rio Ivinhema é formado pela junção dos rios Vacaria, com elevado fluxo de água e o rio Brillhante, o principal constituinte, que tem como afluentes os rios Dourados e Santa Maria, seu desague acontece na margem direita do rio Paraná (Fortes, 2003). Na bacia localizam-se total ou parcialmente 25 municípios. Apresenta precipitação média de 1400 a 1700mm por ano e temperatura média anual de 20 a 22°C (Mato Grosso do Sul, 2006). Apresenta cinco formações geológicas: Serra Geral, Caiuá, Santo Anastácio, aluviões atuais e Ponta Porã. Possui predominância de Latossolos Roxo e Vermelho (EMBRAPA, 2000). A vegetação é formada por florestas estacionais, cerrados, vegetação de galeria e reflorestamentos (Mato Grosso do Sul, 2006).

Agricultura e pecuária são as principais atividades econômicas da região a agricultura é baseada, principalmente na soja, milho e cana-de-açúcar, seguido por indústrias de produtos alimentícios, minerais não metálicos, metalurgia, materiais elétricos, vestuário, frigoríficos, e destilarias de álcool (Mato Grosso do Sul, 2006)

Os trabalhos na área de qualidade ambiental e uso do solo realizados na bacia do rio Ivinhema abordam especialmente a sub-bacia do rio Dourados (Scorza Júnior e Silva, 2007; Gonçalves et al, 2010; Campos et al., 2011; Lemke et al., 2012), Parque Estadual de Várzeas do Rio Ivinhema (Yamaciro et al., 2007).

Desta forma, sabendo que a bacia do Ivinhema é de grande importância ambiental e econômica para o estado de Mato Grosso do Sul, considerando o contexto buscamos analisar as principais formas de uso do solo na bacia do Ivinhema e verificar sua influência sobre a comunidade de peixes.

Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR., H. F. Peixes da Bacia do Alto Rio Paraná. In: LOWE-McCONNEL, R. H. **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999. p. 374-400.

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. **Conservation Biology**. v. 19, n. 3, p. 646-652, 2007.

BARRELLA, W.; PETRERE JUNIOR, M.; SMITH, W. S.; MONTAG. L. F. A. As relações entre matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo-SP: Edusp/Fapesp, 2000. p. 320.

BONETTO, A. A. The Paraná river system. In: DAVIES, B. R.; WALKER, K. F. **The ecology of river systems**. The Netherlands: Dr. W.Junk Publishers. 1986. p. 541-555.

CAMPOS, K. B. G.; RAMIRES, I.; PAULA, S. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos de quatro córregos na região de Caarapó – MS. **Revista Ciências Ambientais**, vol. 5, n. 2, p. 77-91, 2011

CASATTI, L. Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. **Biota Neotrópica**, v.10, n.4, p. 31-34, 2010.

CASTRO, R.M.C., Evolução da Ictiofauna de riachos sul-americanos: Padrões gerais e possíveis processos causais. In: CARAMASCHI, E.P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO P.R. **Ecologia de Peixes de Riachos**, vol. 6. Série Oecologia Brasiliensis, 1999. p. 139-155. 1999

COX, C.B.; MOORE, P.D., **Biogeografia**: uma abordagem ecológica e evolucionária. Rio de Janeiro-RJ: LTC, 2011, 398p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sub-bacia hidrográfica do rio Ivinhema: aspectos físicos, sócio políticos e bioecológicos. Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000.

FORTES, E. **Geomorfologia do baixo curso do rio Ivinhema, MS**: uma abordagem morfogenética e morfoestrutural. 2003. 209p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro-SP, 2003.

GONÇALVES, G. G.; DANIEL, O.; COMUNELLO, E.; ARAI, F. K.; VITORINO, A. C. T. Evolução do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Dourados-MS, Brasil, **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, MG, v. 11, n. 36, p. 366–374, 2010. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16222>> . Acesso em 16 fev. 2012.

GROWNS, I.; GEHRKE, C. A comparison of fish assemblages associated with different riparian vegetation types in the Hawkesbury- Nepean river system. **Fisheries Management and Ecology**. v. 10, p. 209-220, 2003.

LANGANI, F., CASTRO, R. M. C. ; OYAKAWA, O. T.; SHIBATTA, O. A.; PAVANELLI, C. S.; CASATTI, L. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica*, v. 7, n. 3, p. 1-17, 2007.

LATRUBESSE, E.M.; STEVAUX, J.C.; SANTOS, M.L.; ASSINE, M.L. Grandes sistemas fluviais: geologia, geomorfologia e paleohidrologia. In: SOUZA, C.R.G., SUGUIO, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. **Quaternário no Brasil**. Ribeirão Preto: Editora Holos, Ribeirão Preto. 2005. p. 276-297.

LEMES, E. M.; GARUTTI, V.. Ecologia da ictiofauna de um córrego de cabeceira da bacia do alto rio Paraná, **Iheringia, Série Zoologia**, v. 92, n. 3, p. 69-78, 2002.

LEMKE, A.P., PEREIRA, J.G.; SÚAREZ, Y.R. Influência do uso do solo sobre os parâmetros físico, químicos e biológicos na bacia do rio Dourados, alto rio Paraná,

Mato Grosso do Sul. In: 4º GEOPANTANAL. **Anais do 4º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Bonito, MS: EMBRAPA Pantanal, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2012. p. 486 -492.

MARQUES, R.; SOUZA, L. C de. Matas ciliares e áreas de recarga hídrica. In: ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Curitiba: Sanepar. 2005. p. 161-188.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Instituto de Meio Ambiente Pantanal. Gerência de Recursos Hídricos. Bacia do Rio Ivinhema – Diagnóstico Hidroambiental e Socioeconômico 2004-2005. Campo Grande – MS, 2006.

NELSON, J. S. **Fishes of the world**. 4. ed. Hoboken: John Wiley, 2006. p. 601.

PORTO, F. A.; BRANCO, S.M.; LUCA, S. J. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R.L. **Hidrologia ambiental**. São Paulo: EDUSP, 1992. p. 375-390.

SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G. Peixes da bacia Amazônica. In: LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999. p 345-373.

SCORZA JUNIOR, R.P. & SILVA, J.P. Potencial de contaminação da água subterrânea por pesticidas na bacia do rio Dourados, MS. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e meio ambiente, v. 17, p. 87-106, 2007.

TELLES, D. A. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Uso e conservação**. 2. ed. São Paulo-SP: Academia Brasileira de Ciências, 2002. p. 305-337.

TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre os recursos hídricos**. Brasília-DF: Agência Nacional de Águas, 2003. 150p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Água no Século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos-SP: RIMA IIE, 2011. 328 p.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Limnologia**. São Paulo-SP: Oficina de Textos, 2003. 632p.

WARD, J.V. The Four Dimensional Natures of Lotic Ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, v.8, p. 2-8, 1989.

WINEMILLER, K. O.; AGOSTINHO, A. A.; CARAMASCHI, E. M. P. Fish ecology in tropical stream. In: DUDGEON, D. **Tropical stream ecology**. Oxford: Elsevier, 2008. p.107-146.

XAVIER, C. F.; DIAS, L. N.; BRUNKOW, R. F. Eutrofização. In: ANDREOLI, C. V. **Mananciais de abastecimento**: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, 2003, p.271-302.

YAMACIRO, R.M.G.; SOUZA, G.F.; SALLES, A.T.; MARTINS, R.N.; PARANHOS-FILHO & KASHIMOTO, E.M. Utilização de um Modelo Digital de Terreno como subsídio para o gerenciamento do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema – MS, Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3227-3234.

CAPÍTULO 2: INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS LOCAIS E DA PAISAGEM SOBRE A DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES DE RIACHOS NA BACIA DO RIO IVINHEMA, ALTO RIO PARANÁ*

Ana Paula Lemke^{1,2} & Yzel Rondon Suárez²

1 – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados-MS. e-mail: anapaulalemke@yahoo.com.br

2 – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/Centro Integrado de Análise e Monitoramento Ambiental/Laboratório de Ecologia. Rod. Dourados-Itahum km 12. Dourados-MS. 79804-970. e-mail: yzel@uems.br

*Artigo redigido conforme as normas do periódico Acta Limnologica Brasiliensia

Resumo: Objetivos: Entre as questões mais importantes em ecologia de comunidades está a influência das diferentes formas de abordagem sobre o padrão de diversidade e distribuição das espécies, com base nisso o presente trabalho buscou avaliar a influência das características locais e de paisagem sobre a riqueza e composição das assembleias de peixes na bacia do rio Ivinhema. **Método:** no presente trabalho utilizamos dados da distribuição das espécies de peixes em vinte e cinco trechos de riachos da bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná, visando compreender o papel de características locais e de uso do solo sobre as assembleias de peixes; **Resultados:** Identificamos 113 espécies de peixes, sendo que as amostradas em maior número de pontos foram *Astyanax altiparanae* e *Serrapinus notomelas*. A riqueza variou entre 4 e 65 espécies. O resultado da árvore de regressão permitiu explicar 89.3% da variação da riqueza e permitiu identificar que a altitude é o principal preditor da riqueza. Conforme a análise de correspondência canônica, as variáveis que mais influenciaram a distribuição das espécies foram: altitude, profundidade, largura, velocidade, condutividade e áreas edificadas. **Conclusões:** Nossos resultados sugerem que os fatores que mais influenciam a assembleia de peixes na bacia do rio Ivinhema são as características fisiográficas e limnológicas, seguidas pelo uso do solo.

Palavras Chave: Distribuição de espécies, Riqueza de espécies, Assembleias de peixes, Ecologia da paisagem

Abstract: Objectives: Among the most relevant issues in community ecology is the influence of different ways of addressing the pattern of diversity and distribution of species, and based on this, the present study sought to evaluate the influence of landscape and local characteristics on the richness and composition of fish assemblages in the Ivinhema River basin. **Method:** In the present study, we used data of distribution of fish species in 25 stretches of streams of the Ivinhema River basin, Upper Paraná River, aiming to know the role of local characteristics and land use on fish assemblages. **Results:** We identified 113 fish species, and those sampled in a greater number of sites were: *Astyanax altiparanae* and *Serrapinus notomelas*. The richness varied between 4 and 65 species. The regression tree allowed explaining 89.3% of richness variation, and permitted to identify that altitude is the main predictor of richness. According to the canonical correspondence analysis, variables that most influenced the species distribution were: altitude, depth, width, velocity, conductivity and percentage of built-up areas. **Conclusions:** Our results suggested that factors that most influenced fish assemblages in the Ivinhema River basin were physiographic and limnological characteristics, followed by land use.

Key words: Species distribution, Species richness, Fish assemblages, Landscape ecology.

1. Introdução

Existem aproximadamente 28.900 espécies de peixes no mundo, sendo aproximadamente 11.000 exclusivas de água doce (Léveque et al., 2008). Cerca de 4.500 espécies de água doce foram descritas somente na região neotropical, número que tem aumentado a cada ano (Nelson, 2006).

As comunidades de peixes são influenciadas por diferentes fatores como variáveis limnológicas (Tundisi e Tundisi, 2008; Melo et al., 2009), variáveis bióticas (Winemiller et al., 2008; Araujo e Tejerina-Garro, 2009), fatores hidrológicos (Poff, 1997), sendo que a importância relativa de cada uma destas fontes de variação muda de acordo com o ambiente e a escala analisada.

Podemos destacar os trabalhos de Feyrer e Healey (2003) que determinaram a importância das variáveis ambientais sobre a ictiofauna do Delta do Sul na Califórnia, e o de Hanchet (2012) que analisou o efeito de quatro diferentes usos do solo sobre a distribuição de peixes nativos no rio Waikato, na Nova Zelândia. Embora Ward e Stanford (1989), Fitzgerald (1998), Lammert e Alan (1999) já tenham buscado relacionar o uso do solo com a ictiofauna em micro bacias os estudos a respeito desse tema em regiões neotropicais ainda são escassos.

Na região neotropical os estudos relatando a influência de diferentes formas uso do solo sobre a ictiofauna ainda são escassos, no entanto, existem estudos apresentando a influencia da urbanização (Paul e Meyer, 2001; Araujo e Tejerina-Garro, 2009; Furlan et al., 2012), agropecuária (Casatti et al., 2006; Ferrerira e Casatti, 2006) e benefícios das zonas ripárias (Cetra e Petrere Junior, 2006; Teresa e Casatti, 2010) sobre a comunidade de peixes. Gerhard (2007) analisou na bacia do rio Corumbataí a relação entre uso do solo: mata nativa, pastagem, canavial e a diversidade de espécies de peixes.

A bacia do rio Paraná é a segunda maior bacia da América do sul e a quarta maior do mundo, é um exemplo de rio altamente impactado, com grandes alterações no seu leito e na fauna de peixes. O sistema do alto rio Paraná inclui toda a drenagem do rio Paraná a montante do antigo salto de Sete Quedas, atualmente represado para a construção da usina hidrelétrica binacional de Itaipú (Agostinho e Julio Jr., 1999; Langeani et al., 2007).

A comunidade de peixes do Alto Paraná tem recebido maior atenção nos últimos anos, já existem trabalhos relatando a composição das espécies (Castro et al., 2003; Castro et al., 2004; Castro et al., 2005; Langeani et al., 2007), e a influência variação longitudinal (Pavanelli e Caramaschi, 2003). A influência das características fisiográficas da bacia hidrográfica foram comentadas por Suárez et al. (2007) e Suárez e Lima-Júnior (2009), a influência da vegetação ciliar é pontuada por Cetra e Petrere-Júnior (2006), os efeitos da urbanização sobre a diversidade e distribuição das espécies foi detectado por Felipe e Suárez (2010) em riachos da bacia do rio Ivinhema.

Os ecossistemas aquáticos são os que mais sofrem com as interferências humanas (Tejerina-Garro et al., 2005). A exploração excessiva do solo, poluição, modificações no fluxo, destruição de habitats naturais são grandes ameaças à biodiversidade (Dudgeom et al., 2006). Ward e Stanford (1989) afirmam que ecossistemas lóticos devem ser estudados e analisados em quatro dimensões: longitudinal, lateral, vertical e temporal, e na forma lateral destacando principalmente o

uso do solo. Assim sendo, o presente teve como objetivo avaliar a influência das características locais e de paisagem sobre a composição da comunidade de peixes na bacia do rio Ivinhema respondendo às seguintes questões: 1) Como as características locais e da paisagem interferem na riqueza de espécies de peixes nos riachos amostrados? 2) Qual escala de buffer: 1, 5 ou 10km melhor explica a distribuição das espécies de peixes na bacia do rio Ivinhema? 3) Que variáveis melhor explicam a distribuição das espécies de peixes nos riachos amostrados na bacia do rio Ivinhema?

2. Material e Métodos

2.1. Área de Estudo

A bacia do Rio Ivinhema localiza-se na porção centro-sul de Mato Grosso do Sul, na bacia do rio Paraná, entre as latitudes de 21° e 23°S e as longitudes de 53°30' e 56°W (Mato Grosso do Sul, 1990). Possui uma área de 45.000 km² e é formada pelos rios Dourados, Brilhante, Vacaria e Santa Maria. Suas nascentes se localizam a aproximadamente 700 metros acima do nível do mar e sua foz ocorre no rio Paraná, a aproximadamente 218 metros de altitude.

2.2. Amostragem

Foram selecionados 25 pontos de amostragem ao longo da bacia do Ivinhema abrangendo nascente, curso médio e foz da bacia, assim como as principais formas de uso do solo na mesma (Figura 1).

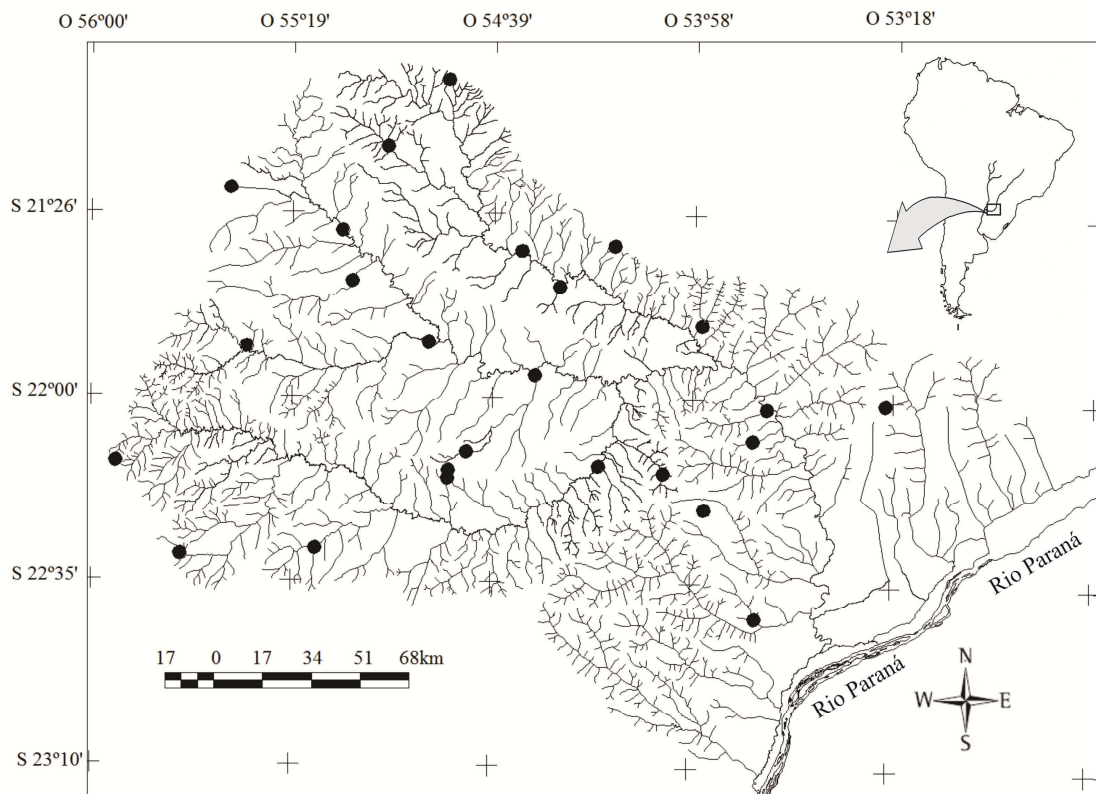


Figura 1: Locais de amostragem na bacia do Ivinhema, Alto Rio Paraná entre 2001 e 2013.

Foi utilizado um banco de dados de ocorrência das espécies de peixes obtidas entre os anos de 2001 e 2013 em toda a bacia do rio Ivinhema. Em todos os pontos amostrais foram realizadas pelo menos seis amostragens ao longo do ano, a fim incluir a influência da variação sazonal sobre a composição de espécies de peixes. Para as amostragens foram utilizadas tela de isca (1,2x0,8m) com 2mm de abertura, pesca elétrica, redes de arrasto com diferentes aberturas de malha, e redes de espera que foram colocadas no período vespertino de um dia, e retiradas ao meio dia do dia seguinte, em cada local as coletas foram realizadas em trechos de aproximadamente 100m de extensão.

Os peixes coletados foram fixados em Formol a 10% e após um período de 72 horas foram transferidos para Álcool 70%. A identificação foi realizada segundo Graça e Pavanelli (2007) e quando necessária foi realizada a consulta a especialistas.

Em cada local foram obtidas as seguintes variáveis ambientais: condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), através de um condutivímetro (Delta OHM Conductivity Meter HD 8706 – R2), profundidade (m) e a largura (m) foram obtidas em cinco locais em cada

trecho amostrado (100m), com a utilização de uma haste de madeira graduada e a velocidade da água (m/s^{-1}) foi obtida utilizando um fluxômetro digital (Global Water FP101), foram obtidas ao menos cinco estimativas em locais aproximadamente equidistantes que posteriormente foram utilizadas para descrever a média do local.

Para análise de uso do solo foram utilizadas imagens LANDSAT 5, do ano de 2010, os dados foram processados através do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram criados buffers com 1, 5 e 10km de raio dentro dos quais foram quantificadas as principais formas de uso do solo na bacia: agropecuária, área edificada, fragmentos florestais e áreas úmidas.

A classificação do uso do solo foi feita de forma supervisionada, através do algoritmo de Battacharia (Moreira, 2005), para o desenvolvimento da metodologia são selecionadas áreas com tipo de uso do solo conhecidas e o algoritmo reconhece áreas semelhantes baseados nas propriedades espectrais da imagem.

2.3. Análise dos dados

A existência de um padrão espacial na riqueza e composição das assembleias de peixes foi analisada pelo teste de Moran I para a riqueza de espécies e para a ocorrência das espécies foi realizado um correlograma de Mantel (Legendre e Fortin, 1989; Legendre, 1993). O cálculo do índice de auto correlação de Moran I, bem como sua significância foi realizado através do software SAM (Spatial Analysis in Macroecology) desenvolvido por Rangel et al. (2010), enquanto o correlograma de Mantel para a composição de espécies foi obtido usando a função *mgram* no software *ecodist* utilizando a Plataforma R (R Development Core Team, 2011).

Foram realizadas duas partições de variância, sendo a primeira a fim de verificar qual escala de buffer (1km, 5km ou 10km) mais influenciou na variação dos dados. E uma segunda para verificar qual conjunto de dados 1) os parâmetros limnológicos e características fisiográficas da bacia; 2) o uso do solo, ou 3) a posição do ponto amostral na bacia hidrográfica - que melhor explicou a variação da ocorrência das espécies (Borcard et al., 1992).

Para analisar a influência das variáveis ambientais sobre a diversidade representada nesse trabalho pela riqueza, foi realizada uma árvore de regressão usando a riqueza em resposta às variáveis ambientais e classes de uso do solo como variáveis

explanatórias. De acordo com De'ath e Fabricius (2000) a árvore de regressão é um método de particionamento da variância no qual as observações são consecutivamente divididas se em grupos cada vez mais homogêneos de acordo com as variáveis explanatórias fornecidas.

A fim de verificar a influência individual das variáveis ambientais sobre as espécies que ocorrem em mais de 10% das amostras (pelo menos três locais) foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA). A importância individual dos descritores ambientais foi quantificada através da rotina envfit que no processo de obtenção de um valor de r^2 para as variáveis ambientais e métricas de paisagem utiliza um processo de randomização para definir a significância destas variáveis (999 permutações). Todas as análises estatísticas foram realizadas através do pacote vegan na plataforma R (R Development Core Team, 2011).

Resultados

Foram amostradas 113 espécies ao longo dos trechos amostrados da bacia do rio Ivinhema. As espécies que foram registradas em maior número de trechos foram *Astyanax altiparanae* (84% dos locais amostrados) e *Serrapinus notomelas* (80% dos locais amostrados) ambas em 80% dos trechos amostrados. Doze espécies ocorreram em mais de 50% dos trechos de riachos amostrados, enquanto 24 espécies ocorreram em apenas um trecho amostrado. Desta forma, se constata que a grande maioria das espécies ocorre em baixa frequência nos trechos de riachos amostrados (Figura 2).

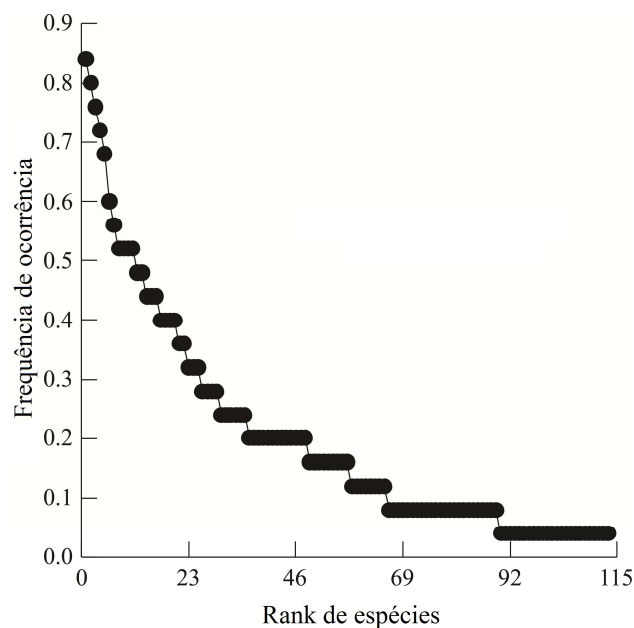


Figura 2: Gráfico de frequência de ocorrência das espécies de peixes amostradas em riachos da bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná entre 2001 e 2013.

A riqueza de espécies nos trechos de riachos variou entre 4 e 65 espécies (média=22,8; dp=16,09). Os pontos com maior riqueza de espécies (65 e 54 espécies) são ambos localizados na porção inferior da bacia. O ponto com menor riqueza (quatro espécies) está localizado na porção superior da bacia, próximo à nascente.

A condutividade elétrica da água esteve entre 12,3 e 401,6 μ S/cm⁻¹, a largura dos riachos variou entre 0,4 e 52m, a profundidade esteve entre 0,3 e 3,5m, a velocidade da água variou entre 0,16 e 1,38m/s⁻¹ e a altitude variou de 244 a 680m.

O correlograma de Mantel e o teste de autocorrelação espacial Moran I evidenciaram que não existe autocorrelação para a riqueza de espécies, e para a composição de espécies apenas a classe de distância final teve autocorrelação espacial estatisticamente diferente de zero.

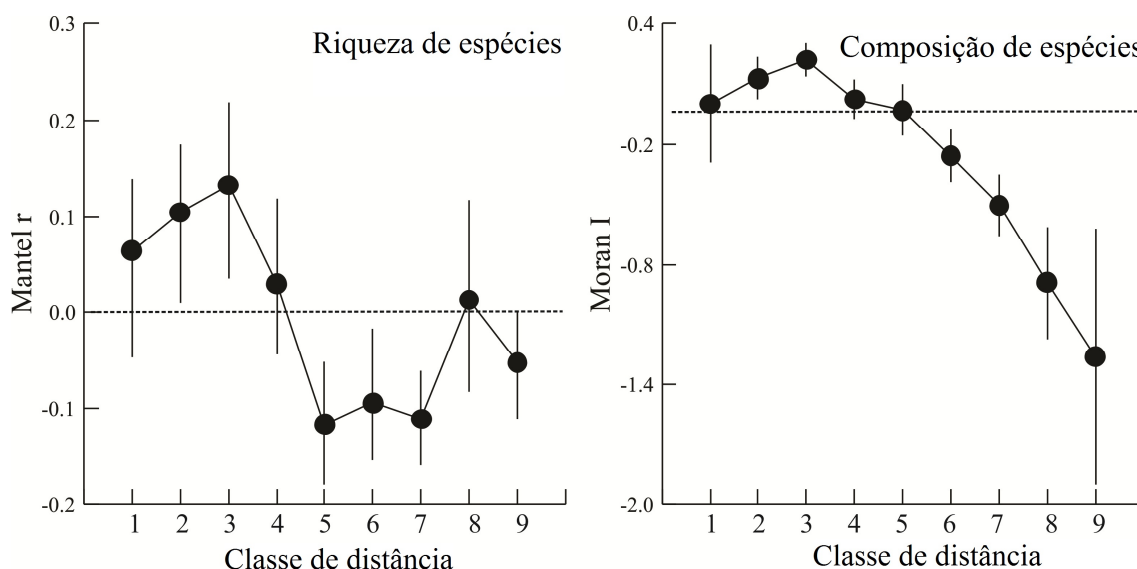


Figura 3: Auto correlação espacial para a riqueza de espécies (correlograma de Mantel) e composição (Moran I) na bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná entre 2001 e 2013.

Através da primeira partição de variância constatamos que o buffer com 1km de raio é o mais indicado para quantificar a importância da paisagem sobre a distribuição dos peixes. O raio de 1km explicou 21,84% da variação dos dados obtidos, enquanto os raios de 5 e 10km explicaram 19,26% e 15,42%, respectivamente (Figura 4a). Considerando todos os buffers na escala de 10km de raio, a principal forma de uso do solo foi a agropecuária com 75,6% da área total dos buffers, seguida pelos remanescentes florestais (17,81%), áreas úmidas (3,57%) e área edificada (2,92%).

Com base na segunda partição de variância constatamos que os dados de distribuição das espécies de peixes foram influenciados primariamente pelas variáveis limnológicas e fisiográficas ($r^2 = 29,69\%$), seguidos pelo uso do solo ($r^2 = 21,87\%$) e localização do ponto amostral na bacia ($r^2 = 15,83\%$) (Figura 4b).

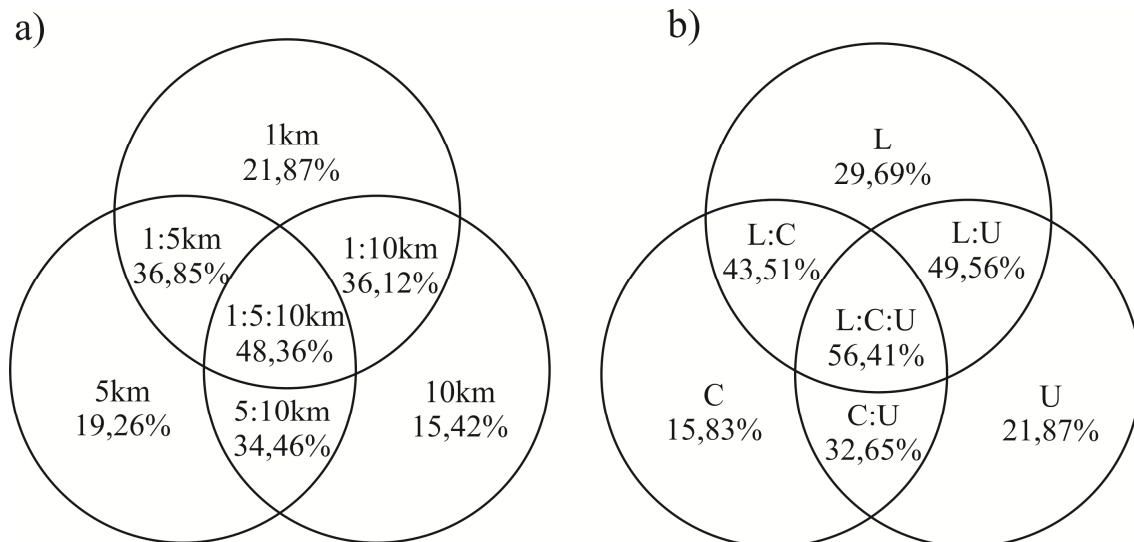


Figura 4: A) Diagrama de Venn com a porcentagem de variação explicando os diferentes raios de buffer (1, 5 e 10km) na partição de variância. B) Diagrama de Venn com a porcentagem de variação explicando a composição da comunidade de peixes baseada na partição de variância baseada em: limnológicos e fisiográficos (L), posição geográfica (C), uso do solo (U), fração explicada para ambientais e uso do solo (L:U), fração explicada por ambientais e localização do ponto (L:C), fração explicada por uso do solo e posição geográfica (U:C), fração explicada pelos fatores ambientais, uso do solo e posição geográfica (L:U:C).

Através dos resultados da árvore de regressão identificamos que a altitude é o principal preditor da riqueza de espécies, seguido dos fragmentos florestais, agropecuária, e largura dos pontos amostrados. Os resultados ainda mostraram que 89,3% da variação da riqueza de espécies é explicada pelas variáveis selecionadas. Desta forma, trechos com altitude maior que 338m e área de agropecuária tiveram menor riqueza (média 14,7). Enquanto locais com altitudes inferiores a 338m apresentaram riqueza média de 33,9 espécies. Locais com fragmentação florestal maior que 9% da área do buffer apresentaram riqueza média de 25,5 espécies (Figura 5).

Os resultados da análise de correspondência canônica sugerem que 41,88% da variação dos dados é explicada pelos dois primeiros eixos da ACC, sendo que o primeiro eixo explicou 26,46%, enquanto o segundo eixo explicou 15,42%. Os parâmetros mais importantes para a determinação da ocorrência de espécies na bacia do Ivinhema são a altitude, profundidade e largura, seguido pela condutividade, e porcentagem de fragmentos florestais (Tabela 1 e Figura 6).

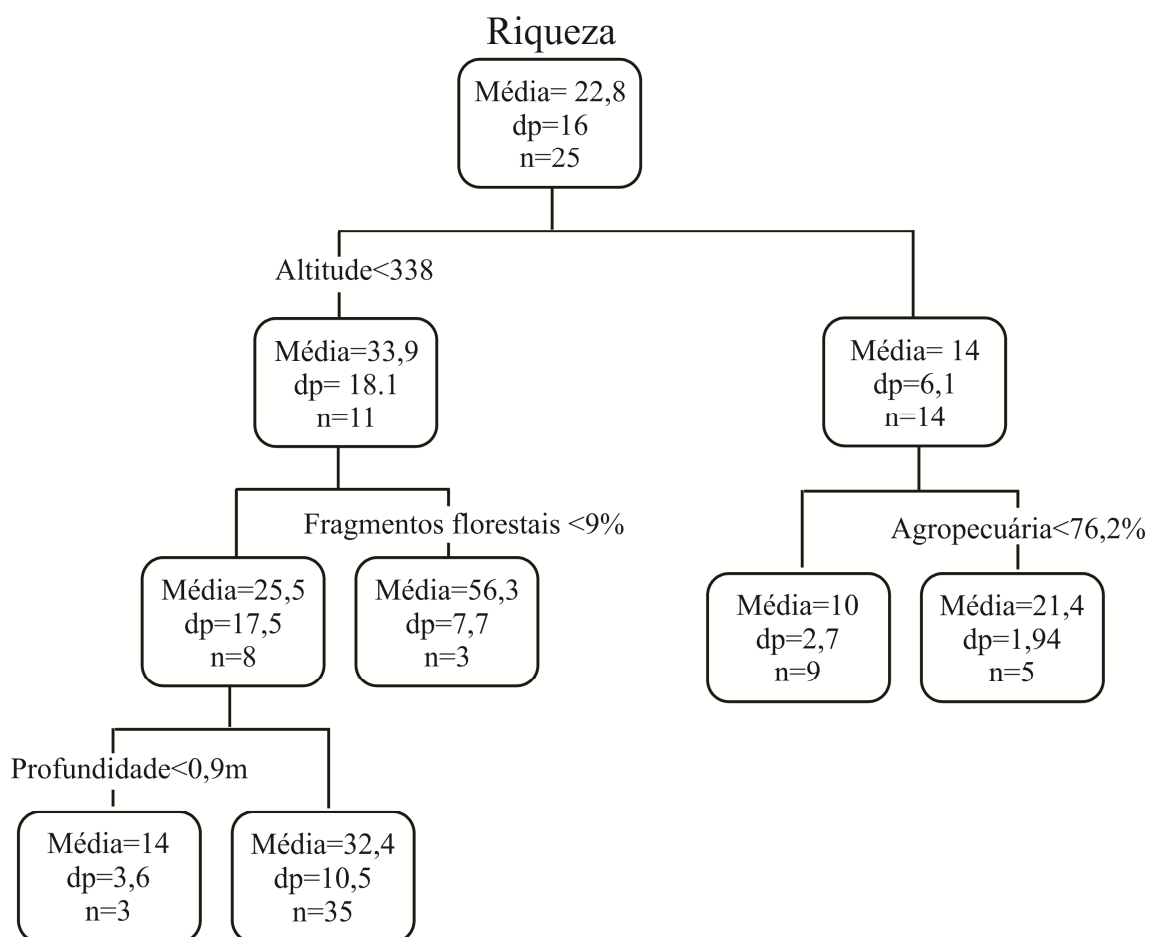


Figura 5: Árvore de regressão da riqueza de espécies de peixes em riachos na bacia do Ivinhema, Alto Rio Paraná entre 2001 e 2013.

Os resultados da ACC ainda sugerem que o grupo formado por *Parodon nasus*, *Hypostomus stricaticeps*, *Astyanax fasciatus*, *dentatus* ocorrem principalmente em locais com maior altitude, maior grau de urbanização e condutividade elétrica da água elevada, de forma complementar *Poecilia reticulata* ocorreu isolada das demais espécies. *Serrasalmus marginatus* e *Leporinus lacustris* ocorreram em locais com menor altitude e menores valores de condutividade e áreas urbanizadas. Por outro lado, o grupo de espécies incluindo *Roeboides paranensis*, *Pselogrammus kennedy*, *Salminus brasiliensis*, *Prochilodus lineatus*, *Serrasalmus maculatus* entre outras, ocorrem em locais mais profundos e mais largos.

Tabela 1: Resultados da Análise de Correspondência Canônica (ACC) para as comunidades de peixes do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná. * = Significativo para $\alpha = 0.05$; *** = Significativo para $\alpha = 0.001$.

Características Ambientais	Eixo 1	Eixo 2	r ²
Agropecuária (%)	-0,10	-0,99	0,10
Fragmentos Florestais (%)	0,24	0,94	0,005
Área Úmida (%)	0,99	0,13	0,001
Área Edificada (%)	-0,81	0,57	0,20.
Largura média do riacho	0,91	0,40	0,73***
Profundidade média do riacho	0,95	0,30	0,66***
Velocidade média da água	0,74	0,66	0,16
Altitude	-0,68	0,72	0,50***
Condutividade elétrica da água	-0,11	0,97	0,41**
Resumo estatístico dos eixos 1 e 2			
Porcentagem de Explicação (%)	26,46%	15,42%	

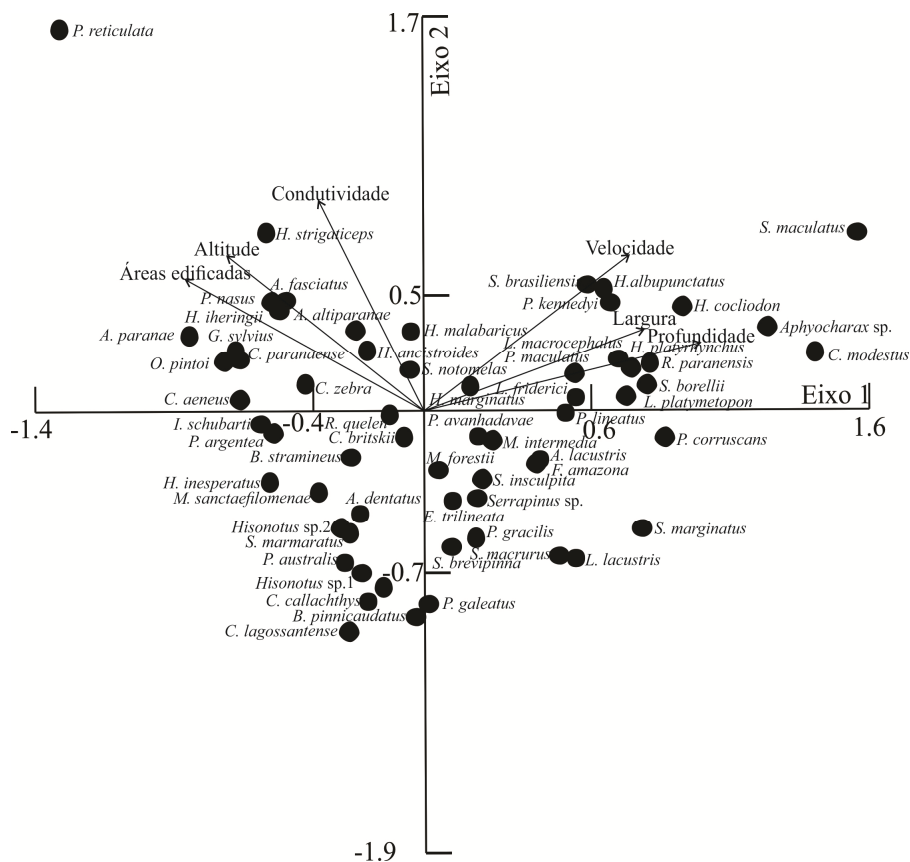


Figura 6: Diagrama de dispersão da distribuição das espécies de peixes na bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná entre 2001 e 2013.

Discussão

O Brasil abriga cerca de 43% da ictiofauna d'água doce conhecida (Buckup et al., 2007), mas o conhecimento a cerca da composição das assembleias de peixes nas diferentes bacias hidrográficas brasileiras ainda é bastante deficiente e irregular (Silva Filho et al., 2011).

O mais completo inventário da ictiofauna da bacia do Alto Rio Paraná listou 310 espécies de peixes (Langeani et al. 2007), além de outras 50 espécies em fase de descrição totalizando 360 espécies; neste sentido o presente estudo encontrou 28,9% da riqueza de peixes no Alto Rio Paraná.

A riqueza encontrada no presente trabalho foi maior que a encontrada no trabalho realizado por Suárez et al. (2011), que encontraram 111 espécies ao longo de 200 trechos amostrais na bacia do rio Ivinhema. Os riachos amostrados neste estudo são em sua maioria os mesmos amostrados no trabalho de Suárez et al., (2011), com apenas seis exceções, além da inclusão de dados mais atualizados, o que permitiu a complementação da listagem de espécies através do registro de espécies de maior porte, características de rios mais volumosos (eg. *Auchenipterus ucyalensis*, *Clarias gariepinus*, *Hemiodus orthonops* e *Sorubim lima*).

A predominância de *A. altiparanae* e *S. notomelas* é condizente com estudos anteriores realizados na bacia do rio Ivinhema (Pavanelli e Caramaschi, 2003, Costa-Pereira et al., 2012) e é resultado da grande capacidade de dispersão e hábito generalista destas espécies (Orsi et al., 2004; Gomiero e Braga, 2008) com uma ampla distribuição na bacia do Alto Rio Paraná. Por outro lado, o baixo número de espécies com ampla ocorrência na bacia, com 10,1% das espécies ocorrendo em mais de 50% dos locais amostrados sugere que poucas espécies apresentam características ecológicas que permitem a ocupação ampla da bacia do rio Ivinhema.

Segundo a teoria neutra da biodiversidade (Hubbell, 2001) a composição de espécies ao nível regional influencia significativamente as comunidades locais, uma vez que as espécies com distribuição mais ampla devam ser aquelas com maiores habilidades de dispersão. Neste sentido, como as espécies mais comuns na bacia do rio Ivinhema são registradas como comuns em outras sub-bacias do Alto Rio Paraná, acreditamos que a ampla distribuição destas espécies seja resultado de sua habilidade de dispersão. Cottenie (2005) analisando a influência relativa das características ambientais vs processos espaciais constatou que os processos neutros foram considerados os únicos

responsáveis pela estruturação de apenas 8% das comunidades naturais analisadas, no entanto, ao desconsiderar o processo de dispersão de acordo com a teoria neutra 37% das comunidades analisadas passariam a não ter um padrão importante de organização. Neste sentido, é provável que a grande capacidade de dispersão das espécies de peixes, associadas a outras características ecológicas destas e/ou dos ambientes possam interagir definindo a estrutura das comunidades locais.

Ainda que o número de pontos amostrais tenha sido pequeno, pudemos observar a variação do gradiente longitudinal na riqueza das espécies. No entanto, esses resultados foram parcialmente mascarados pelas demais variáveis ambientais. Wiens (1984) alega que as comunidades são influenciadas por um gradiente espacial, entre alguns estudos em maior escala sobre a distribuição de peixes Bistoni e Hued (2002) detectaram a variação altitudinal da riqueza em diferentes rios da Argentina.

A relação da riqueza com o volume dos riachos já era esperada fazendo uma analogia com a teoria de biogeografia de ilhas, uma vez que o volume dos riachos é uma medida equivalente à área das ilhas (MacArthur e Wilson, 1967; Gorman e Karr, 1978) e já foi detectada em outros estudos de peixes de riachos. Suárez (2007) detectou que as características do habitat juntamente com a separação das microbacias e a dinâmica de colonização atuam conjuntamente na determinação das assembleias de peixes. Couto e Aquino (2011) caracterizaram a distribuição espacial e sazonal de córregos presentes em uma unidade de conservação no Distrito Federal, Brasil e concluíram que a taxocenose íctica foi fortemente relacionada com a complexidade de habitats. Neste sentido, os habitats na porção inferior da bacia, apresentando maior volume, apresentam maior complexidade de habitats que os localizados nas cabeceiras, onde a elevada velocidade e baixo volume simplificam os habitats.

De forma complementar, o Conceito do Rio Contínuo (Vannote et al., 1980) sugere que as características como diversidade e produtividade, se alteram ao longo do corpo hídrico, fazendo com que a distribuição dos organismos seja estabelecida de acordo com as características físicas do riacho, o que é previsível de acordo com sua posição na rede de drenagem. Locais mais próximos à cabeceira são menos volumosos e possuem maior quantidade de vegetação ripária, favorecendo assim a presença de indivíduos cuja existência necessita de alimentos de origem alóctone. À medida que o volume do corpo hídrico aumenta, ocorre maior incidência de radiação solar favorecendo a produção primária, aumentando a diversidade de alimentos, favorecendo assim a presença de diversidade maior de peixes.

Os valores encontrados para a autocorrelação espacial sugerem que não existe autocorrelação espacial para a composição e nem para a riqueza de espécies, tal fato também foi observado por Cunico et al. (2012) estudando os efeitos de fatores ambientais locais e regionais sobre a estrutura da assembleia de peixes na bacia do Pirapó Brasil não detectaram correlação entre a matriz de distância dos locais amostrados e os períodos de coleta, no entanto, esta conclusão é influenciada pela menor escala espacial e temporal analisada pelos autores.

Ainda que a concepção de que a composição local de espécies seja o resultado tanto de fatores em escala local, regional e biogeográfica (Gotelli e Graves, 1996), são poucos os estudos que analisaram a importância de diferentes escalas espaciais sobre a organização das comunidades de peixes. Apesar de nosso estudo não apresentar uma distribuição de pontos amostrais que permita a abordagem biogeográfica, a constatação de que as características locais são mais importantes que as características da paisagem e a simples posição geográfica nos permite direcionar estudos futuros sobre as comunidades de peixes em riachos neotropicais. Por outro lado, a inclusão da altitude como uma característica local interfere nas nossas conclusões, uma vez que sabidamente a variação longitudinal assume grande importância na distribuição de peixes na escala da bacia hidrográfica (Vannote et al., 1980).

Na bacia do rio Ivinhema estão presentes total ou parcialmente 25 municípios e cerca de 26% da população estadual, desta forma a bacia sofre com pressões antropogênicas, que causam alterações na qualidade da água que por consequência impactam a assembleia de peixes presente no corpo hídrico. Casatti et al., (2010) analisando as alterações nas comunidades de peixes ao longo de um gradiente de integridade em riachos da Serra da Bodoquena encontraram diferenças entre as comunidades de peixes nas áreas urbanas e constataram que espécies como *Poecilia reticulata* e *Corydoras aeneus*, nesta área estudada, podem ser consideradas indicadoras de áreas urbanas.

Em trabalho realizado em riachos urbanos na cidade de Dourados, na bacia do rio Ivinhema Felipe e Suárez (2010) constataram que locais com maior nível de urbanização apresentaram predominância de *Astyanax altiparanae*, *Poecilia reticulata* e *Corydoras aeneus*, espécies com maior tolerância à degradação ambiental, contudo, a escala abordada neste trabalho foi menor e totalmente dentro da área urbana, onde as características locais (eg. despejo de esgoto) ainda assumem grande importância. Em outro estudo Cunico et al., (2012) analisaram as comunidades de peixes sob diferentes

níveis de influência antrópica na cidade de Maringá (PR) e constataram que a urbanização interferiu na riqueza e composição de espécies de peixes, sendo que nos riachos, *Poecilia reticulata* também se apresentou como uma espécie dominante.

Um dos principais problemas enfrentados pelo aumento da urbanização no entorno dos rios, é o aumento do despejo de efluentes domésticos nos rios, ocasionando assim a elevação da condutividade elétrica da água (Metcalf e Eddy, 1991). Estudos realizados em riachos com baixa influência antrópica na bacia do Ivinhema mostram que a condutividade elétrica da água varia entre 4-50 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ nos trechos de cabeceiras e até 100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ em trechos inferiores da bacia (Valerio et al., 2007; Suárez & Lima-Junior, 2009), considerando riachos relativamente íntegros, contudo riachos localizados em trechos urbanos apresentam condutividade de aproximadamente 700 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ e estes apresentaram menores valores de riqueza de espécies, assim como o predomínio de *C. aeneus* e *P. reticulata*, corroborando os estudos anteriores.

Com o aumento das áreas urbanas ocorre o aumento do escoamento superficial devido ao aumento da impermeabilidade do solo (Tucci, 2003). Devido a necessidade de grandes extensões territoriais para a produção agropecuária, o desmatamento de áreas de vegetação nativa tornam-se imprescindível. Nesse sentido, Roth et al. (1996) detectaram que em córregos com pouca agricultura e maior quantidade de áreas úmidas, em seu entorno, há maior diversidade de habitats. Da mesma forma que Wang et al. (2001) afirmam que a urbanização tem efeito negativo sobre a ictiofauna devido a impermeabilização do solo.

A altitude pode ser determinante por sintetizar algumas características limnológicas tais quais: temperatura da água, fluxo e taxa de reprodução (Tondato e Suárez, 2010). Muitas espécies possuem limitação quanto a elevadas altitudes (Matthews, 1998), ou então por encontrarem fatores que limitam sua dispersão para locais mais altos (Valerio et al., 2007).

Os dados permitem concluir que a composição e diversidade nas assembleias de peixes foram influenciados pela posição no gradiente longitudinal, que a escala mais apropriada para se descrever a influência da paisagem foram os buffers de 1km de raio, e a assembleia de peixes da bacia do Ivinhema é influenciada primariamente pelas características fisiográficas e limnológicas da bacia interagindo com o uso e ocupação do solo no entorno dos locais amostrados.

Agradecimentos

Ao CNPq e ao FUNDECT, pelo suporte financeiro. À CAPES pela bolsa de estudos concedida à primeira autora. À Dáleth Fernanda Silva Santos, Gabriel Nakamura de Souza e Marcelo Maldonado de Souza pelo apoio em campo. Ao CNPq pela bolsa de produtividade ao Y.R. Suárez.

Referências

AGOSTINHO, AA. and JÚLIO JR, H F. 1999. Peixes da Bacia do Alto Rio Paraná. *In*: Lowe-McConnel, R. H. *Estudos de comunidades de peixes tropicais*. EDUSP: São Paulo, p.374-399.

ARAUJO, NB. and TEJERINA-GARRO, FL. 2009, Influence of environmental variables and anthropogenic perturbations on stream fish assemblages, Upper Paraná River, Central Brazil. *Neotropical Ichthyology*, vol.7, no.1, p.31-38.

BISTONI, MA. and HUED, AC. 2002. Patterns of fish species in rivers of the central region of Argentina. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 62, no. 4b, p. 753-764.

BORCARD, D.; LEGEDRE, P. and DRAPEAU, P., 1992, Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology*, vol. 71. p. 1045-1055.

BUCKUP, PA.; MENEZES, NA. and GHAZZI, MS. 2007. *Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil*. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 195p.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; SILVA, A. M. and CASTRO, R. M. C. 2006, Stream fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 66, no. 2B, p.681-696.

CASATTI, L.; ROMERO, RM.; TERESA, FB.; SABINO, J. and LANGEANI, F. 2010, Fish community structure along a conservation gradient in Bodoquena Plateau streams, central West of Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 22, no. 1, p. 50-59.

CASTRO, RMC., CASATTI, L., SANTOS, HF., FERREIRA, KM., RIBEIRO, AC., BENINE, RC., DARDIS, GZP., MELO, ALA., ABREU, TX., BOCKMANN, FA., CARVALHO, M., GIBRAN, FZ. and LIMA, FCT. 2003. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. *Biota Neotropica*, vol. 3, no. 1, p. 01-31.

CASTRO, RMC., CASATTI, L., SANTOS, HF., MELO, ALA., MARTINS, LSF., FERREIRA, KM., GIBRAN, FZ., BENINE, RC., CARVALHO, M., RIBEIRO, AC., ABREU, TX., BOCKMANN, FA., DARDIS, GZP., STOPIGLIA, R. and LANGEANI, F. 2004. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do Rio Grande, no Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, vol. 4, no. 1, p. 01-39.

CASTRO, RMC.; CASATTI, L.; SANTOS, HF.; VARI, RP.; MELO, ALA.; MARTINS, LDF.; ABREU, TX.; BENINE, RC.; GIBRAN, FZ.; RIBEIRO, AC.; BOCKMANN, FA.; CARVALHO, M.; PELIÇÃO, GZP.; FERREIRA, KM.; STOPIGLIA, R. and AKAMA, A. 2005, Structure and composition of the stream ichthyofauna of four tributary rivers of the upper Rio Paraná basin, Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, vol. 16, no. 3, p. 193-214.

CETRA, M. and PETRERE JUNIOR, M. 2006, Fish-Assemblage Structure of the Corumbatai River basin, São Paulo State, Brazil: characterization and anthropogenic disturbances. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 66, no. 2A, p. 431-439.

COSTA-PEREIRA, R.; ROSA, FR. and RESENDE, EK. 2012, Estrutura Trófica da comunidade de peixes de riachos da porção Oeste da Bacia do Alto Paraná. Dados eletrônicos - Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 25p.

COTTENIE, K. 2005, Integrating environmental and spatial processes in ecological community dynamics. *Ecology Letters*, vol. 8, p. 1175-1182.

COUTO, TBA. and AQUINO, PPU. 2011, Structure and integrity of fish assemblages in streams associated to conservation units in Central Brazil. *Neotropical Ichthyology*, vol. 9, no. 2, p. 445-454.

CUNICO, AM., FERREIRA, EA., AGOSTINHO, AA., BEAUMORD, AC. and FERNANDES, R. 2012, The effects of local and regional environmental factors on the structure of fish assemblages in the Pirapó Basin, Southern Brazil. *Landscape and Urban Planning*, vol. 105, p. 336–344.

DE'ATH, G. and FABRICIUS, KE. 2000, Classification and regression trees: a powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology*, vol. 81, no. 11, p. 3178-3192.

DUDGEON, D.; ARTHINGTON, AH.; GESSNER, MO.; KAWABATA, ZI.; KNOWLER, DJ.; LÉVÊQUE, C.; NAIMAN, RJ.; PRIEUR-RICHARD, A-H.; SOTO, D.; STIASSNY, M. L. J. and SULLIVAN, C. A. 2006, Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, vol. 81, p. 163–182.

FELIPE, TRA. and SÚAREZ, YR., 2010, Caracterização e influência dos fatores ambientais nas assembleias de peixes de riachos em duas microbacias urbanas, Alto Rio Paraná. *Biota Neotropica*. vol. 10, no. 2, p. 143-151.

FERREIRA, CP. and CASATTI, L. 2006, Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 23, no. 3, p. 642-651.

FITZGERALD DG.; KOTT E.; LANNO RP. and DIXON DG. 1998, A quarter century of changes in the fish assemblages of three small streams modified by anthropogenic activities. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery*. vol. 6, p.111–127.

FEYRER, F. and HEALEY, MP. 2003, Fish community structure and environmental correlates in the highly altered southern Sacramento-San Joaquin Delta. *Environmental Biology of Fishes*, vol. 66, p.123–132.

FURLAN, N., ESTEVES, KE. and QUINÁGLIA, GA. 2012, Environmental factors associated with fish distribution in an urban neotropical river (Upper Tietê River Basin, São Paulo, Brazil). *Environmental Biology of Fishes*, vol. 96, no. 1, p.77-92.

GOMIERO, LM. and BRAGA, FMS. 2008, Feeding habits of the ichthyofauna in a protected area in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Biota Neotropica*. vol. 8, no. 1, p. 41-47.

GORMAN, OT. and KARR, JR. 1978, Habitat structure and stream fish communities. *Ecology*, vol. 59, no. 3, p. 507-515.

GOTELLI, NJ. and GRAVES, GR. 1996. *Null Models in Ecology*. Washington: Smithsonian Institution Press, 386p.

GRAÇA, WJ. and PAVANELLI, CS. 2007. *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. Maringá: EDUEM, 241 p.

HANCHET, SM. 2012, Effect of land use on the distribution and abundance of native fish in tributaries of the Waikato River in the Hakarimata Range, North Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, vol. 2 p. 159-171.

HUBBELL, SP. 2001. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press: Princeton. 396p.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2010. SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>> Acesso em: 15 fevereiro 2013.

LAMMERT, M. and ALLAN, JD. 1999, Assessing biotic integrity of streams: Effects of scale in measuring the influence of land use/cover on habitat structure on fish and macroinvertebrates. *Environmental Management*, vol. 23, no. 2, p. 257-270.

LANGANI, F.; CASTRO, RMC.; OYAKAWA, OT.; SHIBATTA, OA.; PAVANELLI, CS. and CASATTI, L. 2007, Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica*, vol. 7, no. 3, p.1-17.

LEGENDRE, P. 1993, Spatial autocorrelation: trouble or a new paradigm? *Ecology*, vol. 74, no. 6, p. 1659-1673.

LEGENDRE, P. and FORTIN, MJ. 1989, Spatial pattern and ecological analysis, *Vegetatio*, vol. 80, p.107-138.

LÉVÊQUE, C.; OBERDORFF, T.; PAUGY, D.; STIASSNY, M.L.J. and TEDESCO, P.A. 2008, Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia*, vol. 595, no.1, p.545-567.

MACARTHUR, RH. and WILSON, EO. 1967. *The theory of island Biogeography*. Princeton University Press: Princenton. 203 p.

MATO GROSSO DO SUL 1990. *Atlas multireferencial: Mato Grosso do Sul*. Campo Grande: Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. 27p.

MATTHEWS, WJ. 1998. *Patterns in freshwater fish ecology*. New York: Chapman & Hall. 756p.

MELO, TL., TEJERINA-GARRO, FL. and MELO, CE. 2009, Influence of environmental parameters on fish assemblage of a neotropical river with a flood pulse regime, Central Brasil. *Neotropical ichthyology*, vol.7, no.3, p. 421-428.

METCALF and EDDY 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*. New York: McGraw-Hill, 1334p.

MOREIRA, MA. 2005. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. Viçosa: UFV, 307 p.

NELSON, JS. 2006. *Fishes of the world*. John Wiley & Sons: New York, p.523.

ORSI, ML.; CARVALHO, ED. and FORESTI, FO. 2004, Biologia populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski (Teleostei, Characidae) do médio Rio Paranapanema, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol.21, no.2, p. 207-218.

PAUL, MJ. and MEYER, JL. 2001, Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 32, p. 333-65.

PAVANELLI, CS. and CARAMASCHI, EP. 2003, Temporal and Spatial Distribution of the Ichthyofauna in Two Streams of the Upper Rio Paraná Basin. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol.46, no. 2, p. 271-280.

POFF, NL. 1997, Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 16, no. 2, p. 391-409.

R Development Core Team. 2011. *R: A language and environment for statistical computing*. [2.12.2] Vienna: R Foundation for Statistical Computing.

RANGEL, TF.; DINIZ-FILHO, JAF. and BINI, LM. 2010, SAM: a comprehensive application for spatial analysis in macroecology. *Ecography*, vol. 33, p.46-50.

ROTH, NE.; ALLAN, JD. and ERICKSON, DE. 1996, Landscape influences on stream biotic integrity assessed at multiple spatial scales. *Landscape Ecology*, vol. 11, p. 141-156.

SILVA FILHO, EG., SANTANA, FMS., SEREVI, W. 2011. Ictiofauna do reservatório de Duas Unas, bacia do rio Jaboatão, Pernambuco: resultados preliminares da composição e estrutura da assembleia. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 6, no. 2, p.351-361.

SÚAREZ, YR.; VALÉRIO, SB.; TONDATO, KK.; XIMENES, LQL. and FELIPE, TRA. 2007, 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, no. 2, p. 145-150.

SÚAREZ, YR. and LIMA JUNIOR, SE. 2009, Variação espacial e temporal nas assembleias de peixes de riachos na bacia do rio Guiraí, Alto Rio Paraná, Biota Neotropica, vol. 9, no. 1, p. 101-111.

SÚAREZ, YR.; SOUZA, MM.; FERREIRA, FS.; PEREIRA, MJ.; SILVA, EA.; XIMENES, LQL.; AZEVEDO, LG.; MARTINS, OC. and LIMA-JÚNIOR, S.E. 2011, Patterns of species richness and composition of fish assemblages in streams of the Ivinhema River basin, Upper Paraná River, *Acta Limnologica Brasiliensia*. vol. 23, no. 2, p. 177-188.

TEJERINA-GARRO, FL.; MALDONADO, M.; IBÁÑEZ, C; PONT, D.; ROSET, N. and OBERDOFF, T. 2005. Effects of natural and anthropogenic environmental changes on riverine fish assemblages: a framework for ecological assessment of rivers. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol. 48, no. 1, p. 91–108.

TERESA, FB. and CASATTI, L. 2010. Importância da vegetação ripária em região intensamente desmatada no sudeste do Brasil: um estudo com peixes de riacho. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, vol. 5, no. 3, p. 444-453.

TONDATO, KK and SÚAREZ, YR. 2010, Temporal changes in fish species composition of headwater streams of the upper Paraguay and Paraná basins, Brazil, *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, vol. 32, no. 3, p. 279-284.

TUCCI,CEM., 2003. *Impactos da variabilidade climática e do uso do solo nos recursos hídricos*. Brasília: Agência Nacional de Águas, p. 150.

TUNDISI, JG. and TUNDISI, TM. 2008. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de textos, 632p.

VANNOTE, RL.; MINSHALL, GW.; CUMMINS, KW.; SEDEL, JR. and CUSHING, CE. 1980, The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 37, p. 130-137.

VALÉRIO, SB.; SÚAREZ, YR.; FELIPE, TRA.; TONDATO, KK. and XIMENES, LQL. 2007. Organization patterns of headwater-stream fish communities in the Upper Paraguay-Paraná basins. *Hydrobiologia*, vol. 583, no. 1, p. 241-250.

WANG, L.; LYONS, J. and KANEHL, P. 2001, Impacts of urbanization on stream habitat and fish across multiple spatial scales. *Environmental Management*, vol. 28, p. 255–266.

WARD, JV. and STANFORD, JA. 1989, Riverine ecosystems: the influence of man on catchment dynamics and fish ecology. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 106, p. 56-64.

WEINS, JA. 1984, Spatial scaling in ecology, *Functional Ecology*, vol. 3, p. 386-397.

WINEMILLER, KO.; AGOSTINHO, AA. and CARAMASCHI, EP. 2008. Fish ecology in tropical streams. In Dudgeon, D., ed. *Tropical Stream Ecology*. Elsevier, Academic Press. 370 p.

ANEXOS

Instructions to Authors

Aims and Scope

Acta Limnologica Brasiliensia is a journal published by the Sociedade Brasileira de Limnologia (Brazilian Society of Limnology) that publishes original articles which contribute to the scientific development of Limnology.

The Journal covers a broad spectrum, including any theme of the ecology of continental waters from all ecosystems, such as streams, rivers, lakes, floodplain, swamps, reservoirs and estuarine zones. The scope of **Acta Limnologica Brasiliensia**. Comprises all aspects of theoretical and applied continental aquatic ecology, management and conservation, ecotoxicology, and pollution. Taxonomic works may also be accepted provided they contain ecological and geographic distribution information.

Research articles submitted to the journal must be original with no simultaneous submission to other periodicals. Notes and Review articles may also be submitted.

Editorial Policy

Submitted manuscripts will first be checked for language, presentation, and style. Scientists who use English as a foreign language are strongly recommended to have their manuscript read by a native English-speaking colleague.

Authors should prepare their papers for submission following the instructions given below. Provided it adheres to the journal's standards, each article will be sent (online) to two peer reviewers for evaluation. The journal uses the double blind procedure. After examination of the content of the work, the Editor in Chief sends the opinions (on line) to the author's reformulation. After a paper has been accepted a "proof print" of the article is sent (on line) by the editing service to the authors for a final revision.

Categories of Contributions

There are three categories of contributions to **Acta Limnologica Brasiliensia**:

- 1) Primary research papers (generally comprise up to 25 printed pages (including tables, figures and references). See below preparing the manuscript.
- 2) Short research notes, 2-4 printed pages, present concise information on timely topics. Abstract (English and Portuguese), key words (English and Portuguese) and references are required; the remainder is presented as continuous text.
- 3) Review articles. Review articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. They may be submitted or invited.

Preparing the Manuscript

Manuscripts submitted to *Acta Limnologica Brasiliensia* should be original and not being considered for publication elsewhere. An electronic version (in Word for Windows) of the manuscript, including tables and figures should be sent in one file to the Editor in Chief (actalb@rc.unesp.br). Manuscripts should be submitted in English and an abstract in Portuguese must also be included. Authors whose native language is not English are strongly advised to have their manuscript checked by an English-speaking colleague prior to submission. Manuscripts must be typed in A4 paper, 17 × 23 cm, double-spaced with wide margins. All the pages should be numbered; as well as all the lines of each page. Manuscripts should be examined by two peer reviewers.

Text

The following order must be used. First page: title in English (in bold type) and Portuguese, authors in full name (e.g. Antonio Fernando Monteiro Camargo), addresses (including e-mail addresses). All the authors should be identified by a superscript number. Second page: Abstract (in English and Portuguese) and keywords. Third and following pages: text of the article (Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements and References). The following information should accompany all species cited in the text: a) for zoology, the author name and the publication date of the original description should be given the first time that species is cited in the article; and b) for botany, only the name of the author who made the description should be given the first time that species is cited in the article.

Abstract

The concise abstract (250-300 words) should include be structured into the following topics: aim, methods, major results and conclusions. Four to five keywords should be supplied. The same format applies to the abstract in Portuguese.

Tables and Figures

Tables should be numbered consecutively using Arabic numerals. Each table must be typed on a separate sheet after references. Figures should be numbered consecutively using the Arabic numerals and typed on separate sheets after tables. Photographs in color can be used, but will be subjected to payment of charges. Tables and figures must be mentioned in the text.

Units, Symbols

Use the International System Units (SI), separating the units from the value with a space (except in the case of percentages); use abbreviations always when possible. For compost units use exponentials and not bars (Ex.: mg.day⁻¹ instead of mg/day, Xmol.min⁻¹ instead of Xmol/min). Do not add spaces to shift to the next line if a unit does not fit on a line.

References

Citation from theses, master's dissertations, undergraduate monographs, or abstracts for congresses will not be accepted.

Citation in the text:

Use the name and year system:

- Schwarzbold (2009);
- (Calijuri, 2009);
- (Santoro and Enrich-Prast, 2010).
- For more three authors use "et al."

Citations from the list of references in line with **ISO 690/1987**: All references cited in the text should be listed alphabetically in capital letters according to the first authors, References should start on a separate sheet.

Examples:

Journal:

The academic paper references must be presented in the correct established way: name of the author abbreviated (surname, given name), date of publication, title of work,

journal title, edition number, and page numbers without the omission of any relevant information.

CARVALHO,P., BINI, LM., DINIZ-FILHO, JAF. AND MURPHY, KJ. 2009, A macroecological approach to study aquatic macrophyte distribution patterns. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 21, no. 2, p. 169-174.

Chapter or Section in Book:

BONECKER, CC., LANSAC-TÔHA, FA. AND JÚLIO JÚNIOR, HF., 2009. A origem e a consolidação do conceito de ecossistema. In LANSAC-TÔHA, FA., BENEDITO, E. AND OLIVEIRA, EF. (Orgs.). *Contribuições da história da ciência e das teorias ecológicas para a Limnologia*. Maringá: Eduem, 527 p.

Book:

TUNDISI, JG. AND MATSUMURA-TUNDISI, T. 2008. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 632 p.

Offprints:

A complimentary copy of the edition will be sent to the first author of the article. If the Brazilian Society of Limnology has no available funds for the publication, the author(s) of the article will be charged a fee for the cost of each page.