

Estrutura das comunidades de peixes na bacia do rio Iguatemi-MS

YZEL RONDON SÚAREZ

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita
Filho”, Campus de Rio Claro, para a obtenção do
título de Doutor em Ciências Biológicas (Área de
Concentração: Zoologia)

Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Março – 2004

Estrutura das comunidades de peixes na bacia do rio Iguatemi-MS

YZEL RONDON SÚAREZ

Orientador: Prof. Dr. MIGUEL PETRERE JÚNIOR

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita
Filho”, Campus de Rio Claro, para a obtenção do
título de Doutor em Ciências Biológicas (Área de
Concentração: Zoologia)

Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Março – 2004

Ficha Catalográfica

597
S939e Suárez, Yzel Rondon
 Estrutura das comunidades de peixes na bacia do rio
Iguatemi - MS / Yzel Rondon Suárez. – Rio Claro : [s.n.],
2004
 96 f. : il., tabs.

 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
 Orientador: Miguel Petrere Júnior

 1. Peixes. 2. Ecologia. 3. Água doce. I. Título

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Dedico este trabalho aos meus filhos que, mesmo nos momentos mais difíceis, conseguem com um simples sorriso acabar com qualquer stress que a redação de uma tese pode proporcionar.

AGRADECIMENTOS

A meus pais (René e Olga) pelo incentivo e apoio incondicional.

A minha esposa, pelo amor, paciência e broncas quando (algumas vezes) necessária.

Ao prof. Miguel Petrere Júnior, que nunca foi um orientador “burocrático” das atividades acadêmicas, mas sim um verdadeiro pai, transmitindo quase que diariamente lições de responsabilidade (científica e social), trabalho em equipe e humildade e me levando à certeza que você sempre será o “MEU ORIENTADOR”.

À FAPESP pelo apoio ao projeto “Estrutura das comunidades de peixes sob diferentes níveis de impacto ambiental na bacia do rio Iguatemi-MS” (Processo n.º. 99/07719-1), sem a qual não seria possível a realização do presente trabalho.

Aos alunos Kariny G. Lopes, Ildo A. Aquino e Maria L. Bezerra, pelo auxílio nos trabalhos de campo e pela convivência ao longo do trabalho.

A todos os meus irmãos de orientação (“todos” pra não esquecer ninguém) que ao longo do trabalho sempre auxiliaram com troca de experiências, leitura dos manuscritos, por aquele colchão no cantinho da sala e principalmente por dividir (através de revezamento) as broncas do orientador.

Aos colegas da UEMS que sempre auxiliaram a “mascarar” minhas ausências, para realização das disciplinas.

Aos meus antigos e atuais alunos de ecologia, que “me ensinando” a ser professor melhoraram, um pouquinho, a minha forma de transmitir de forma clara as minhas idéias.

Aos meus filhotes, que atrapalhando de vez em quando o meu trabalho, impediram que eu ficasse ainda mais louco.

A Deus, por tudo.

ÍNDICE

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
Introdução Geral.....	01
Capítulo 1: ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE PEIXES EM DOIS RIOS NEOTROPICAIS (BRASIL).....	04
Introdução.....	05
Material & Métodos.....	06
Resultados.....	08
Discussão.....	14
Bibliografia.....	17
Capítulo 2: GRADIENTE LONGITUDINAL E AMBIENTAL DE DIVERSIDADE NAS COMUNIDADES DE PEIXES NA BACIA DO RIO IGUATEMI-MS	23
Introdução.....	24
Material & Métodos.....	25
Resultados.....	27
Discussão.....	31
Bibliografia.....	36
Capítulo 3: ASSOCIAÇÕES DE ESPÉCIES DE PEIXES EM AMBIENTES LÓTICOS DA BACIA DO RIO IGUATEMI-MS.....	40
Introdução.....	41
Material & Métodos.....	42
Resultados.....	44
Discussão.....	47
Bibliografia.....	50
Capítulo 4: ORGANIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE PEIXES EM RIACHOS DA BACIA DO RIO IGUATEMI (BRASIL-MS).....	54
Introdução.....	55
Material & Métodos.....	56
Resultados.....	59
Discussão.....	63
Bibliografia.....	66

Capítulo 5: CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE PEIXES NA BACIA DO RIO IGUATEMI-MS.....	71
Introdução.....	72
Material & Métodos.....	73
Resultados.....	75
Discussão.....	83
Bibliografia.....	87
Considerações Finais.....	91
Bibliografia Geral.....	92

Resumo

Com o objetivo de descrever os principais padrões de organização das comunidades de peixes realizamos amostragens trimestrais em diferentes ambientes da bacia do rio Iguatemi. Os dados de abundância e ocorrência das espécies foram submetidos a métodos uni e multivariados procurando verificar a existência de um padrão longitudinal e sazonal para essas comunidades. Encontramos 72 espécies de peixes em toda a bacia, constatamos que existe variação longitudinal estatisticamente significativa na composição de espécies para os rios Jogui e Iguatemi, mas não existe variação sazonal. A diversidade de espécies não variou longitudinalmente no rio Iguatemi, mas sim no rio Jogui. As espécies apresentam um padrão determinístico de associação, com clara diferenciação ente espécies de riachos de cabeceira e de rios de maior volume. Existem diferenças significativas na composição de espécies entre os ambientes estudados. Contudo estas diferenças não foram relacionadas às características selecionadas dos ambientes estudados.

Palavras-Chave: Ecologia de Peixes, Bacia do rio Iguatemi, Organização de comunidades.

Abstract

FISH COMMUNITIES STRUCTURE IN IGUATEMI RIVER BASIN (MS)

This paper aims to describe the main patterns of fish communities organization. Three-monthly samples were realized in different environments of Iguatemi River basin. The abundance and occurrence of species were submitted to uni and multivariate statistical methods in order to verify the existence of a longitudinal and seasonal pattern in fish communities. Seventy two fish species were collected in all basin. We observed longitudinal differences in species composition for Jogui and Iguatemi Rivers. However we did not detect any seasonal variation. The species diversity did not show statistically significant longitudinal variation in Iguatemi River, contrary to Jogui River. Fish species presented a deterministic association pattern in both rivers, with a clear differentiation between headwaters and downstream. Albeit we detected a significant difference in species composition in the whole basin it is not correlated to selected environmental characteristics.

Key- Words: Fish community, Iguatemi river basin, Community organization.

Introdução Geral:

Há séculos os naturalistas interessaram-se pela biologia dos organismos, estudando suas interdependências e suas relações com o meio “não-vivo”, estudo este que era chamado de Físico-Teologia ou Economia da Natureza. No século XVIII as primeiras cadeias alimentares foram descritas e demonstrou-se que os seres “dependiam uns dos outros, de tal forma que se um viesse a faltar, o todo desmoronaria. Este equilíbrio dinâmico era tão perfeito e tão intrincado que só poderia ter sido criado originalmente por Deus. Deus criara não só todas as espécies, mas já as criara formando parte dos ecossistemas” (PAPAVERO et al., 1997).

Com o surgimento das teorias evolucionárias de Darwin, contrariando a idéia de que as espécies teriam surgido da inspiração Divina, os naturalistas tiveram seu papel, até então, de “detetives” em busca das espécies que não constavam da lista das criações divinas, alterado a pesquisadores que iriam tentar explicar quais os processos responsáveis não só pelo surgimento de novas espécies, mas também pela sua manutenção ao longo do tempo evolutivo.

A idéia de que as espécies em uma comunidade apresentam-se interdependentes, no entanto, não é consenso entre os ecólogos. Ainda hoje se pergunta se as comunidades biológicas são formadas por simples combinações de espécies ao acaso do “pool” de possíveis colonizadoras ou existem processos estruturadores das comunidades?

Historicamente estas perguntas têm levado a inúmeras discussões. CLEMENTS (1916) acreditava que as comunidades eram organizadas tanto pela interação com fatores abióticos quanto pela interação entre as próprias espécies que a compunham, enquanto GLEASON (1926) sugeria que a ocorrência de uma espécie em um local era simplesmente o resultado de sua própria taxa de dispersão.

Apesar das décadas de discussão, ainda hoje a controvérsia continua, sendo que alguns estudos sugerem que as comunidades de peixes em alguns ambientes são compostas por associações aleatórias de espécies (BONETTO, et al., 1969; GROSSMAN, et al., 1982 e 1985; GOULDING, 1988; SAINT-PAUL, et al., 2000, entre outros), enquanto outros estudos têm encontrado comunidades determinísticas (TONN & MAGNUSSON, 1982; MATTHEWS, 1986; ANGERMEIER & SCHLOSSER, 1989; JACKSON & HARVEY, 1989; HUGUENI, 1989; TONN et al.,

1990; RODRÍGUEZ & LEWIS, 1990, 1994 E 1997; TAYLOR et al., 1996; PERES-NETO, 1995; SÚAREZ et al., 2001, entre outros).

A teoria ecológica é pródiga no que tange aos fatores determinantes das comunidades biológicas. Dentre as teorias voltadas para as comunidades de rios o “Conceito de Rio Contínuo” (CRC) (VANNOTE et al., 1980) estabelece que características como diversidade, produtividade, relações bióticas, etc., se alteram de forma previsível ao longo do curso do rio. Assim, a distribuição dos organismos é estabelecida de maneira a conformar-se às condições físicas do canal, que por sua vez são previsíveis a partir de sua posição na rede de drenagem. No entanto, STATZNER & HIGLER (1986), estudando comunidades de invertebrados bentônicos, sugerem que processos de zonação e isolamento biogeográfico são os principais determinantes da organização das comunidades em rios.

WARD (1989) estabeleceu que os sistemas lóticos podem ser concebidos como uma estrutura em quatro dimensões: 1) longitudinal (cabeceira-foz); 2) lateral (calha do rio-margem-planície aluvial); 3) vertical (superfície-fundo) e 4) temporal.

JUNK et al., (1989) propuseram o “Conceito de Pulso de Inundação”, que considera os aspectos hidrológicos juntamente com os aspectos geomorfológicos, produzindo picos de inundações e secas, com diferentes amplitudes e períodos ao longo da bacia hidrográfica e consideram esta sazonalidade a maior força controladora da biota nos rios com planície de inundação.

De qualquer forma, aspectos hidrológicos têm sido considerados de grande importância na determinação da composição e abundância das espécies de peixes, ressaltando-se os trabalhos de RESH et al. (1988); POFF & ALLAN (1995); MARTIN-SMITH (1998); OBERDORFF et al. (2001); INOUE & NUNOKAWA (2002); entre outros.

Então, apesar do crescente número de estudos procurando quantificar não só o determinismo e estocasticidade mas quantificar a importância das diferentes fontes de variação sobre as comunidades poucos estudos tem sido realizados em regiões neotropicais, sendo que muitas bacias carecem até mesmo de um levantamento taxonômico razoável, fato que se torna ainda mais grave quando a grande maioria das bacias brasileiras apresentam-se impactadas por ações de desmatamento e assoreamento.

O rio Iguatemi, localizado no extremo sul do estado de Mato Grosso do Sul, caracteriza-se como um rio de planície, com curso meandrante, com extensas áreas alagáveis. Possui cerca de 250km de extensão, nascendo entre os municípios de Coronel Sapucaia e Amambai, cerca de 520m de altitude. A vegetação típica da região é o cerrado, alternando-se com floresta estacional semidecidual. O rio Iguatemi deságua no rio Paraná a 226m de altitude, entre os municípios de Eldorado e Mundo Novo (MS) e Guaira (PR), cerca de 20km acima das outrora famosas Sete Quedas, hoje afogadas no início da represa de Itaipu.

A agricultura e a pecuária são as principais atividades econômicas da região. No passado houve intensa exploração de madeira, ainda existente principalmente no lado paraguaio e que juntamente com a agropecuária levou ao desmatamento de boa parte da bacia, e interagindo com o relevo acidentado, acelerou o processo de assoreamento de seus afluentes.

O objetivo do presente trabalho é procurar descrever os principais padrões de organização das comunidades de peixes na bacia do rio Iguatemi, testando o ajuste de suas comunidades às principais teorias sobre organização de comunidades aquáticas, bem como quantificando a influência das características limnológicas e fisiográficas locais sobre a diversidade e composição de espécies.

CAPÍTULO 1: ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE PEIXES EM DOIS RIOS NEOTROPICAIS (BRASIL)

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

1 – UEMS – Unidade de Ivinhema. Av. Brasil, 679. CEP 79740-000. Ivinhema-MS. e-mail: yzel@uems.br; 2 – UNESP – Depto de Ecologia

Resumo: Com o objetivo de determinar os principais padrões de organização das comunidades de peixes nos rios Jogui e Iguatemi (Brasil-MS) realizamos coletas trimestrais com redes de espera nestes rios. *Hypostomus ancistroides* e *Parauchenipterus galeatus* foram as espécies mais abundantes nos rios Jogui e Iguatemi, respectivamente. A variação longitudinal foi mais importante que a sazonal na determinação da composição de espécies em ambos os rios, e a influência sazonal não foi significativa. A altitude foi o fator mais importante na determinação da distribuição das espécies.

Palavras-Chave: Ecologia de comunidades, Peixes de água doce, Fatores ambientais, Rios Neotropicais.

Abstract: FISH COMMUNITY STRUCTURE IN TWO NEOTROPICAL RIVERS (BRAZIL): In order to detect the organization pattern of Jogui and Iguatemi rivers fish community we collected fish with seine nets. *Hypostomus ancistroides* and

Parauchenipterus galeatus were the most abundant species in the Jogui and Iguatemi rivers, respectively. The longitudinal variation was more important than the seasonal in species composition determination in both rivers, and the difference between seasons was not statistically significant. Altitude was the most important factor determining the species distribution.

Key-Words: Community ecology, Freshwater fish, Environmental factors, Neotropical rivers

Introdução

As comunidades biológicas variam no tempo e no espaço, sendo que a importância dos diferentes fatores ambientais sobre a distribuição das espécies é um dos principais objetivos da ecologia de comunidades.

Historicamente, o determinismo e a estocasticidade nas comunidades biológicas têm sido objeto de discussão. Vários estudos sugerem que as comunidades de peixes em certos ambientes são representadas por um conjunto aleatório de espécies (BONETTO et al., 1969; GROSSMAN et al., 1982; GROSSMAN et al., 1985; GOULDING, 1988; SAINT-PAUL et al., 2000; entre outros), sendo que GOULDING (1998) constatou aleatoriedade na composição de espécies de peixes no Rio Negro e BONNETTO et al., (1969) não encontraram um padrão de associações de espécies em lagoas sazonalmente isoladas na bacia do rio Paraná. No entanto, outros estudos concluem que as comunidades são determinísticas (TONN & MAGNUSSON, 1982; MATTHEWS, 1986; JACKSON & HARVEY, 1989; TONN et al., 1990; RODRÍGUEZ & LEWIS, 1997; SÚAREZ et al., 2001), possuindo assim, um padrão de organização, determinado pela interação de fatores bióticos e abióticos.

A maioria dos estudos quantificando a importância das características ambientais sobre as comunidades de peixes em ambientes lóticos foi realizada em regiões temperadas (GORMAN & KARR, 1978; POFF & ALLAN, 1995; MARTIN-SMITH, 1998; PIRES et al., 1999; OBERDORFF et al., 2001), sendo que no Brasil, destacam-se os trabalhos de GUARUTTI (1988), UIEDA & BARRETO (1999), MAZZONI &

LOBÓN-CERVIÁ (2000), ABES & AGOSTINHO (2001), PAVANELLI & CARAMASCHI (2003).

A importância da variação espacial vs sazonal varia de acordo com as comunidades analisadas e entre ambientes. JUNK (1989) propõem que em rios com planície de inundação a variação sazonal é a maior força estruturadora das comunidades. No entanto, RODRIGUES & BICUDO (2001) constataram maior importância da variação espacial nas comunidades periféricas na planície do rio Paraná.

Apesar do recente aumento dos estudos ictiofaunísticos nas bacias hidrográficas neotropicais, poucos foram realizados na bacia do alto rio Paraná e inexistem publicações sobre comunidades de peixes nos afluentes sul-matogrossenses da bacia do rio Paraná, excetuando-se o trecho final do rio Ivinhema, analisadas no contexto da planície de inundação do rio Paraná (AGOSTINHO et al., 2000; PETRY et al., 2003a,b).

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi responder às seguintes questões:

- 1) A ocorrência das espécies ao longo dos rios estudados é determinística ou estocástica?
- 2) Qual fonte de variação (longitudinal vs sazonal) é mais importante na determinação da composição de espécies de peixes nos rios Jogui e Iguatemi?
- 3) Quais características limnológicas e fisiográficas dos rios estudados são mais importantes na determinação da distribuição das espécies de peixes?

Material e Métodos

Oito locais de amostragens foram definidos no rio Iguatemi e três no rio Jogui (Figura 1), escolhidos de acordo com posição na rede de drenagem e pela facilidade de locomoção por terra.

Realizamos quatro amostragens: Novembro/1999, Fevereiro/2000, Maio/2000 e Agosto/2000, realizadas através redes de espera com diferentes aberturas de malha (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 110mm) entre nós adjacentes. As redes foram armadas à tarde e recolhidas na manhã seguinte. Em cada local foi medido um conjunto de variáveis ambientais (pH, condutividade, oxigênio dissolvido, velocidade da água, temperatura da água, turbidez e altitude).

Os peixes foram fixados em formol a 10% e preservados em etanol a 70%, para posterior contagem e identificação através de chaves específicas e comparação com exemplares do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

Os dados de abundância das espécies foram utilizados para a realização de uma análise de agrupamento através do índice de Morisita-Horn, utilizando como método de agrupamento a métrica UPGMA (Unweighted Pair Group Method Average) aconselhado por atribuir similaridade entre pares de grupos de forma menos extrema. Para cada rio comparamos a matriz de dados originais (similaridade) com a matriz cofenética, obtida após o agrupamento das amostras, através de um teste de Mantel. O coeficiente de correlação mínimo de 0,80 foi utilizado como indicativo de fidelidade do dendrograma. (ROMESBURG, 1985).

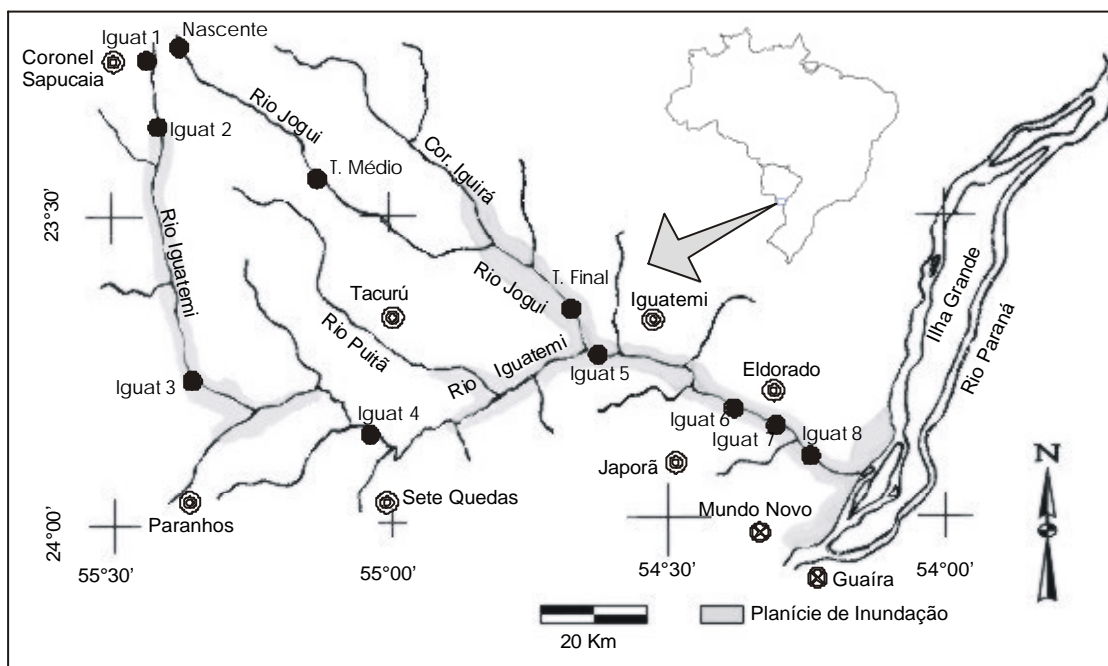


Figura 1. Mapa da bacia do rio Iguatemi, com os locais amostrados nos rios Jogui e Iguatemi-MS.

Com o objetivo de verificar se existe diferença significativa na composição de espécies entre locais e entre as estações do ano realizamos uma Análise de Similaridade (ANOSIM), proposta por CLARKE & GREEN (1988). Não foi possível a realização de uma ANOSIM Two-Way devido à ausência de captura em algumas amostras, o que não permitiu o cálculo da interação entre os fatores.

A matriz de ocorrência das espécies foi utilizada para o cálculo do índice de co-ocorrência (C-score) proposto por STONE & ROBERTS (1990) com o objetivo de avaliar, através da comparação com comunidades nulas, se a distribuição das espécies é determinística ou aleatória nos locais amostrados, utilizando o software Ecosim 7.0 (GOTELLI & ENTSMINGER, 2001).

A influência das variáveis ambientais sobre as espécies que ocorreram em dois ou mais locais foi quantificada através de uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), considerada um dos métodos mais eficientes de quantificar a importância dos fatores ambientais sobre as comunidades biológicas (RODRIGUEZ & LEWIS, 1997).

Os dados de abundância das espécies foram transformados em $\log_2+0,1$ e os dados limnológicos e fisiográficos em \log_2 , com o objetivo de atender aos pressupostos da CCA, normalidade e homocedasticidade de variâncias.

Resultados

No rio Jogui, coletamos 134 indivíduos que totalizaram 31 espécies, enquanto no rio Iguatemi coletamos 212 indivíduos distribuídos em 34 espécies. *Hypostomus ancistroides* foi a espécie mais abundante (24 ind.) no rio Jogui, seguida de *Astyanax eigenmanniorum* (18 ind.), ambas ocorreram exclusivamente no trecho Nascente, nas quatro coletas realizadas. No rio Iguatemi a espécie mais abundante foi *Parauchenipterus galeatus* (33 ind) seguida de *Leporinus friderici* (21 ind) e *Hypostomus strigaticeps* (20 ind.). Na tabela 1 apresentamos a listagem e abundância total das espécies de peixes nos rios Jogui e Iguatemi.

O agrupamento dos locais amostrados, através da abundância das espécies no rio Jogui (Morisita-Horn) permite uma clara diferenciação entre os trechos superiores dos trechos médio e final (Figura 2-A). Para o rio Iguatemi, verificamos a diferenciação das amostras de acordo com a posição na rede de drenagem (Figura 2-B) sendo que o grupo A é composto unicamente pelo primeiro ponto amostral (Iguat1), e o grupo B compõem-se principalmente do segundo e terceiro pontos amostrais, juntamente com duas amostras dos pontos 5 e uma do ponto 6.

Alguns grupos gerados através da análise de agrupamento no rio Iguatemi apresentam-se compostos por uma combinação de trechos intermediários (grupos C e

D) sugerindo que neste trecho não existe uma clara diferenciação na distribuição das espécies. Os grupos E e F apresentam-se compostos principalmente por amostras nos trechos finais do rio Iguatemi.

Constatamos que existe diferença significativa na composição de espécies ao longo do gradiente lótico nos rios Jogui e Iguatemi (Jogui ANOSIM $R = 0,952$; $P = 0,02$; Iguatemi ANOSIM $R = 0,352$; $P = 0,01$). No entanto, não existe diferença sazonal significativa (Jogui ANOSIM $R = -0,385$; $P = 0,984$; Iguatemi ANOSIM $R = -0,047$; $P = 0,799$). Desta forma é possível diferenciar os locais (Iguat1, Iguat2, ..Iguat8) de acordo com a composição de espécies com baixa probabilidade de erro, mas não é possível diferenciar as estações do ano.

O resultado da Análise de Co-ocorrência das espécies sugere que as comunidades de peixes para os rios estudados são determinísticas (rio Jogui: C-score calculado = 2,52; C-score simulado = 2,26; $P = 0,00$) e (rio Iguatemi: C-score calculado = 38,39; C-score simulado = 37,07; $P = 0,009$). Sendo assim descartamos a hipótese nula de que a distribuição das espécies ao longo do tempo e espaço para os rios estudados seja aleatória.

Os resultados da Análise de Correspondência Canônica sugerem que a altitude é o fator mais importante na determinação da distribuição das espécies de peixes nos rios estudados (Tabela 2 e Figura 3), seguida pela turbidez e condutividade elétrica no rio Jogui e pela temperatura da água e concentração de oxigênio dissolvido no rio Iguatemi. No rio Jogui 54% da variação nos dados foi descrita pelos dois primeiros eixos da CCA, enquanto no rio Iguatemi, somente 23,4% da variação foi explicada por estes eixos.

A importância da altitude na organização das comunidades também pode ser observada através da distribuição altitudinal das espécies (Figura 4), onde constatamos que *H. ancistroides*, *H. strigaticeps*, *A. eigenmanniorum*, entre outras ocorreram apenas nos trechos de maior altitude de ambos os rios, enquanto *P. galeatus*, *S. marginatus*, *L. platymetopon*, entre outras, ocorreram apenas nos trechos finais dos rios.

Tabela 1. Listagem, Número de indivíduos e Frequência de ocorrência das espécies no rio Iguatemi-MS, no período de Novembro/1999 a Agosto/2000.

	Rio Jogui		Rio Iguatemi	
	Núm. Indiv.	Freq. Ocor. %	Núm. Indiv.	Freq. Ocor. %
Characiformes				
Anostomidae				
<i>Leporinus friderici</i>	5	30,0	21	34,5
<i>Leporinus silvestrii</i>	-	-	5	13,8
<i>Leporinus sp.</i>	-	-	2	6,9
<i>Schisodon borellii</i>	1	10,0	10	20,7
<i>Schisodon intermedius</i>	-	-	1	3,4
<i>Schisodon nasutus</i>	2	10,0	5	10,3
Characidae				
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	2	20,0	1	3,4
<i>Astyanax altiparanae</i>	7	30,0	9	20,7
<i>Astyanax eigenmaniorum</i>	18	40,0	4	3,4
<i>Mylopus levis</i>	-	-	1	3,4
<i>Oligosarcus paranensis</i>	2	20,0	9	3,4
<i>Roeboides paranensis</i>	1	10,0	-	-
<i>Salminus maxillosus</i>	2	20,0	1	3,4
<i>Serrasalmus marginatus</i>	-	-	11	13,8
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	2	20,0	-	-
<i>Serrapinus notonelas</i>	4	40,0	-	-
Curimatidae				
<i>Steindachnerina inculpta</i>	3	20,0	2	6,9
Cynodontidae				
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	-	-	3	10,3
Erythrinidae				
<i>Hoplias malabaricus</i>	5	40,0	6	13,8
Lebiasinidae				
<i>Pirhulina australis</i>	3	30,0	-	-
Prochilodontidae				
<i>Prochilodus lineatus</i>	4	20,0	2	6,9
Siluriformes				
Auchenipteridae				
<i>Auchenipterus nuchalis</i>	-	-	2	6,9
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	2	10,0	33	20,7
<i>Parauchenipterus striatulus</i>	-	-	5	10,3
Ageneiosidae				
<i>Ageneiosus brevifilis</i>	-	-	1	3,4
<i>Ageneiosus valenciennesi</i>	-	-	1	3,4
Callichthyidae				
<i>Hoplosternum litoralle</i>	3	20,0	-	-
Doradidae				
<i>Doras eigenmanni</i>	-	-	2	6,9
<i>Pterodoras granulatus</i>	1	10,0	5	6,9

Tabela 1. (Continuação)...

	Rio Jogui		Rio Iguatemi	
	Núm. Indiv.	Freq. Ocor. %	Núm. Indiv.	Freq. Ocor. %
Loricariidae				
<i>Hypostomus ancistroides</i>	24	40,0	15	20,7
<i>Hypostomus strigaticeps</i>	17	30,0	20	13,8
<i>Hypostomus</i> sp.	-	-	17	10,3
<i>Loricarichthyes platymetopon</i>	8	20,0	1	3,4
Pimelodidae				
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	2	20,0	10	20,7
<i>Inheringichthys labrosus</i>	1	10,0	-	-
<i>Pimelodella gracilis</i>	4	20,0	-	-
<i>Pimelodus fur</i>	-	-	1	3,4
<i>Pimelodus maculatus</i>	1	10,0	-	-
<i>Pimelodus ornatus</i>	1	10,0	-	-
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	1	10,0	1	3,4
<i>Rhamdia gr. quelen</i>	4	30,0	2	3,4
Gymnotiformes				
Apteronotidae				
<i>Apteronotus brasiliensis</i>	1	10,0	-	-
Gymnotidae				
<i>Gymnotus</i> sp.	2	20,0	-	-
Sternopygidae				
<i>Eigenmannia trilineata</i>	1	10,0	1	3,4
Perciformes				
Sciaenidae				
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	-	-	2	6,9

Tabela 2. Resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA) para as comunidades de peixes nos rios Jogui e Iguatemi.

Características Ambientais	Rio Jogui		Rio Iguatemi	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
PH	-0,189	0,143	-0,518	-0,292
Condutividade	0,867	0,128	-0,123	0,857
Oxigênio Dissolvido	0,351	0,329	0,567	-0,373
Turbidez	-0,873	-0,329	-0,410	-0,300
Temperatura da Água	-0,533	-0,409	-0,594	0,230
Velocidade da Água	-0,033	0,191	0,346	0,117
Altitude	0,991	0,062	0,976	0,106
Resumo Estatístico dos eixos 1 e 2				
Porcentagem de Explicação (%)	33,8	20,2	14,9	8,5
Correlação Espécie/Ambiente	0,999	0,927	0,974	0,882
Simulação de Monte Carlo "P"	0,003	0,107	0,001	0,03

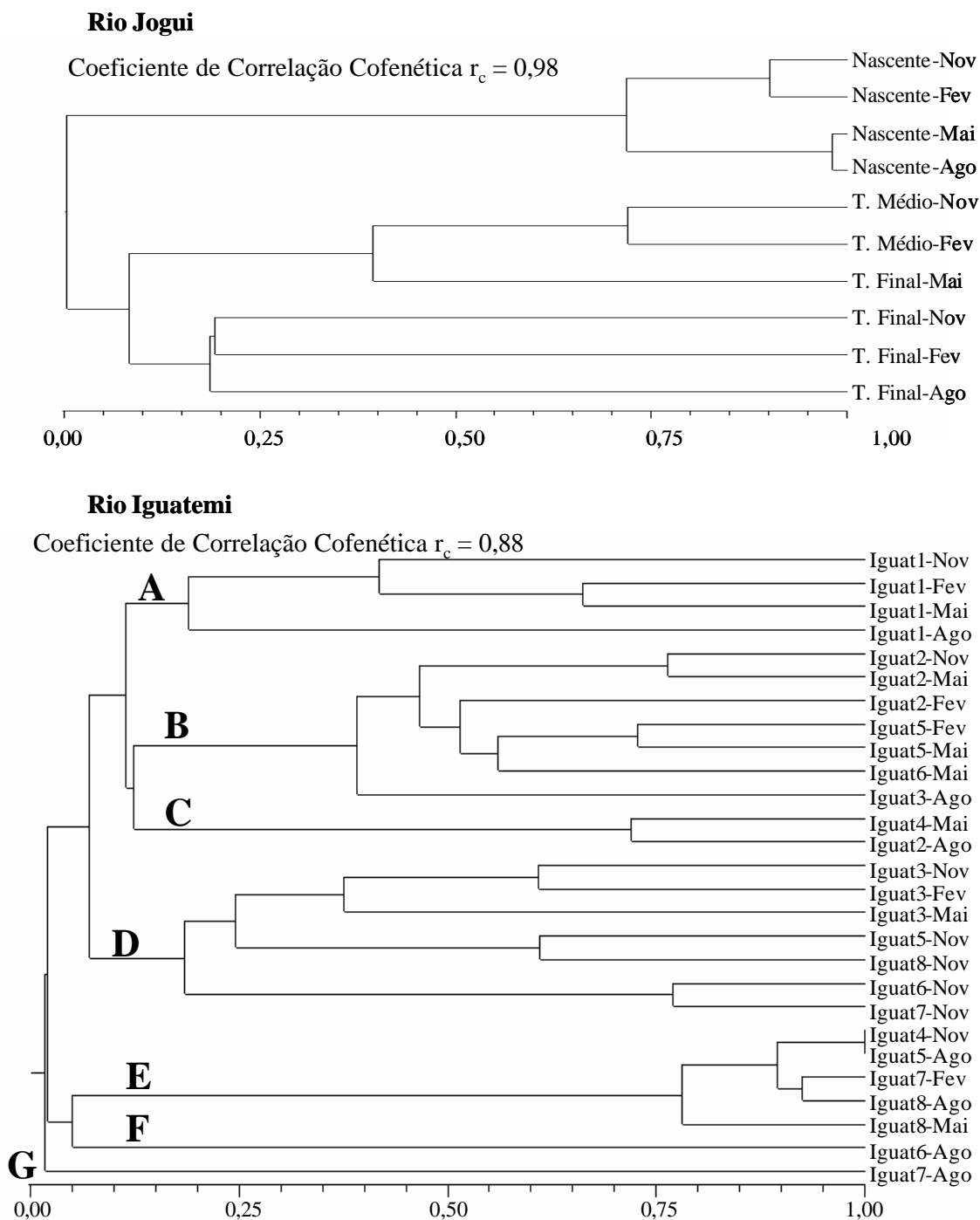


Figura 2. Dendrograma de similaridade das comunidades de peixes nos rios Jogui e Iguatemi-MS.

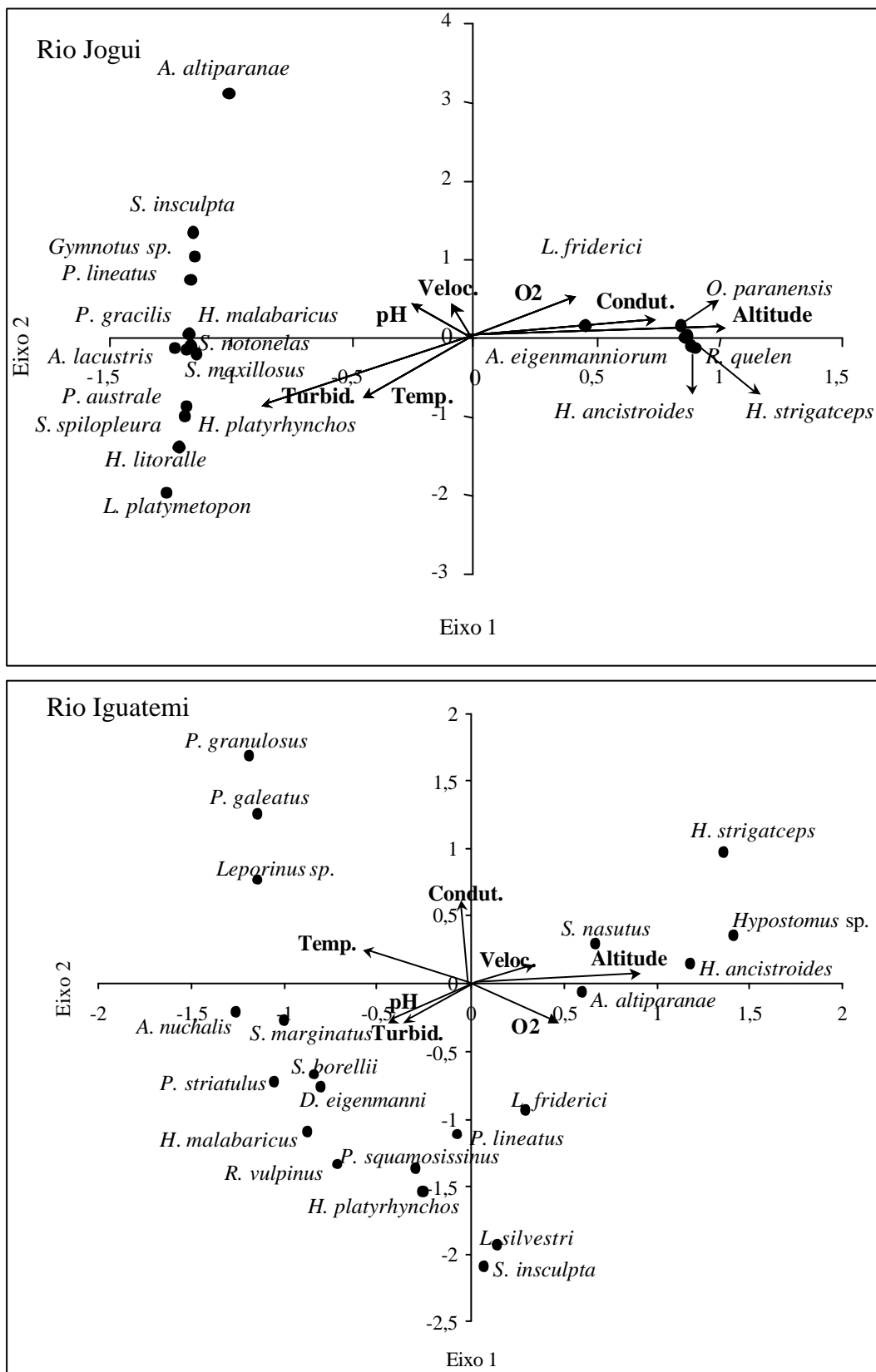


Figura 3. Diagrama de dispersão das espécies e influência das características ambientais sobre as comunidades de peixes nos rios Jogui e Iguatemi.

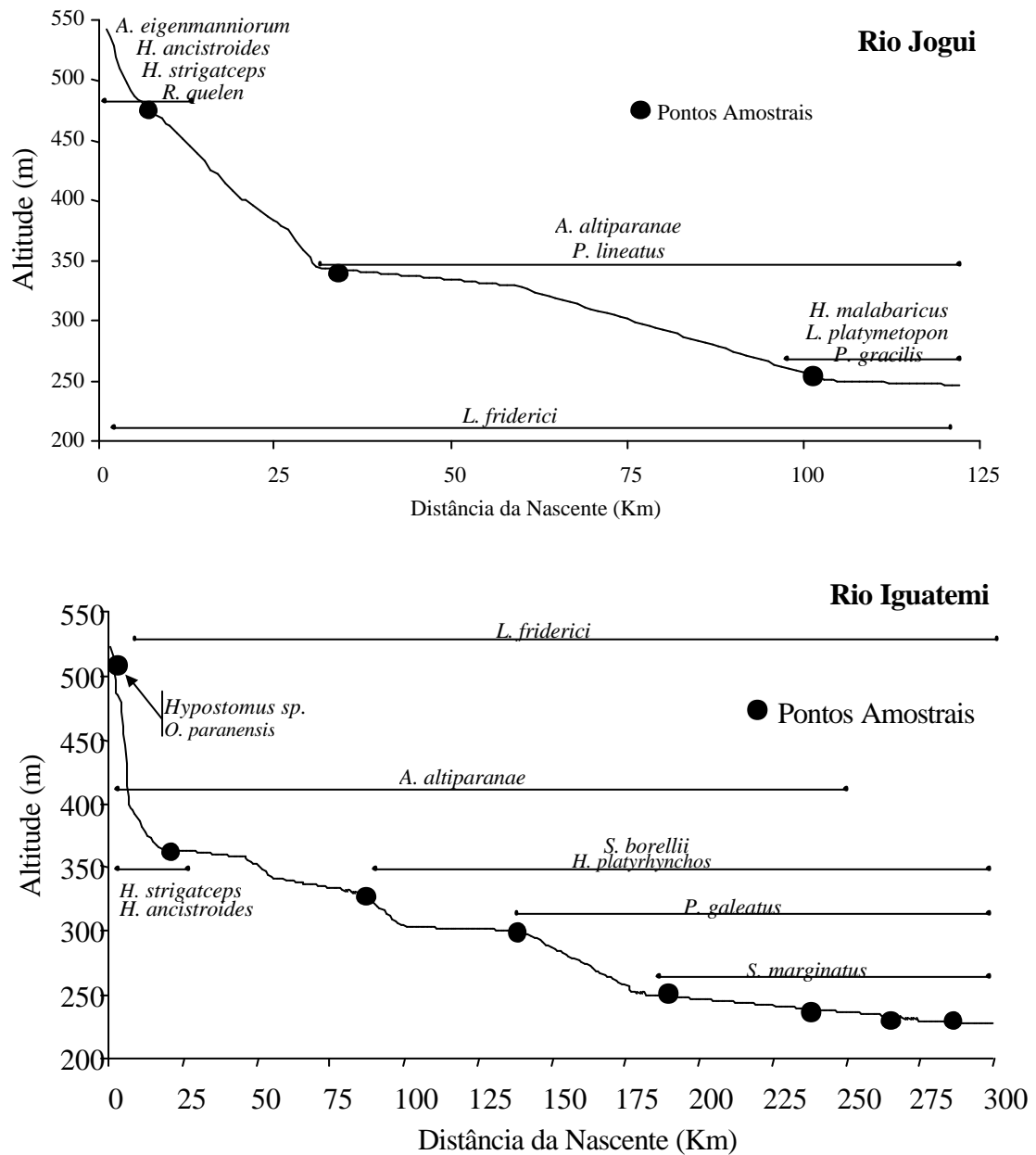


Figura 4. Distribuição Altitudinal das espécies mais abundantes nos rios Jogui e Iguatemi.

Discussão

As características estruturais dos ambientes lóticos são determinadas principalmente pela morfologia do canal e pela vazão do rio (VANNOTE et al., 1980; INOUE & NUNOKAWA, 2002), e estas características do gradiente lótico determinam

a distribuição e abundância das espécies de peixes, à medida que fornecem os recursos para um determinado conjunto de espécies do pool de possíveis colonizadores.

Ao contrário do que foi constatado para outros rios da bacia do Paraná (ex: Rio Iguazu), o rio Iguatemi não apresenta espécies endêmicas, uma vez que todas as espécies aqui coletadas são de ampla distribuição na bacia do Alto Rio Paraná (AGOSTINHO & JÚLIO, 1999).

A prevalência numérica de *H. ancistroides* e *A. eigenmanniorum* no rio Jogui, que ocorreram principalmente nos trechos iniciais, em detrimento das espécies de distribuição mais ampla foi o principal fator responsável pela diferenciação ictiofaunística entre os trechos iniciais e finais do rio, evidenciando a diferenciação na distribuição das espécies em função das características do ambiente físico.

No rio Iguatemi, constatamos a predominância de *P. galeatus*, seguida de *L. friderici* e *H. strigaticeps*, a primeira e terceira ocorreram predominantemente nos trechos finais enquanto a segunda foi mais abundante nos trechos finais da bacia, reforçando a diferenciação acima citada.

A diferenciação entre os trechos iniciais e finais nos rios Jogui e Iguatemi é claramente evidenciada através das Análises de Agrupamento, da ANOSIM e da CCA e corroborada por vários estudos (VANNOTE et al., 1980; BENNEMANN et al., 1995; SULLIVAN, 2000; BISTONI & HUED, 2002; MAY & BROWN, 2002; PAVANELLI & CARAMASCHI, 2003; BHAT, 2003), sendo que esta zonação na abundância das espécies associada à inexistência de variação sazonal significativa sugere que as características de cada local (altitude, turbidez, condutividade, etc...) sejam os mais importantes fatores determinantes na distribuição das espécies, de forma relativamente independente da época do ano.

Vários estudos têm constatado que a variação nas características hidrológicas é uma das principais forças estruturadoras em comunidades lóticis (RESH et al., 1988; POFF & ALLAN, 1995; MARTIN-SMITH, 1998; OBERDORFF et al., 2001; HEINO et al., 2003; PAAVOLA et al., 2003; WALTERS et al., 2003, entre outros) associadas ou não à variação altitudinal, uma vez que TAYLOR (2000) e ERÖS, et al., (2003), constataram claramente comunidades de peixes diferenciadas entre ambientes de remansos e corredeiras. Sendo assim, no presente estudo, a variação longitudinal na

composição de espécies parece ser resultado da variação nas características hidrológicas entre os locais estudados.

Através dos dados de vazão fornecidos pela ANEEL nas duas estações de dados hidrológicos no rio Iguatemi (Estação Amambaí = Porção superior e Estação Iguatemi = Porção inferior do rio) constatamos que ambos os trechos apresentam baixos valores do Coeficiente de Variação (CV) na vazão média ao longo do ano (CV = 14,3% trecho superior e CV = 11,6% no trecho inferior), sendo que apesar da inexistência desta informação para outros rios, na literatura, este resultado permite sugerir que a baixa variação na vazão ao longo do ano possa ser um fator responsável pela inexistência de variação sazonal na composição de espécies.

Os riachos são considerados ambientes instáveis, tanto no que tange às características físicas e químicas da água quanto à ocorrência e abundância das espécies (MOYLE & VONDRACEK, 1985). No entanto, no presente estudo, os trechos de cabeceira formaram, em ambos os rios, o grupo mais coeso quanto à abundância das espécies, fato que corrobora a importância da variação entre os locais (variação longitudinal) na composição de espécies.

RESH et al. (1988) comentam que os fatores abióticos são basicamente dependentes das variações nas características hidrológicas ao longo do canal o que determina a instabilidade dos riachos e a ocorrência de espécies bem adaptadas às suas características, levando também a diferenciação entre as comunidades de cabeceira e dos trechos inferiores dos rios. Desta forma, o padrão determinístico encontrado, bem como a maior importância das características ambientais analisadas (altitude, condutividade, turbidez) refletem a zonação longitudinal na distribuição das espécies ao longo dos rios estudados (Figura 4) e permitem concluir que para os rios estudados a variação nas características hidrológicas seja a principal fonte de organização das comunidades de peixes.

Agradecimentos: À FAPESP (Processo nº 99/07719-1), UEMS, UNESP e CNPq pelo financiamento parcial deste projeto. K. G. Lopes, I. A. Aquino e M. L. Bezerra pela ajuda no trabalho de campo. À Flávio C. T. Lima (MZUSP – São Paulo), pelo auxílio taxonômico.

Bibliografia

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**, v. 445, p. 217-227, 2001.

AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO, H. F. 1999. Peixes da bacia do Alto rio Paraná. In. McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. EDUSP, São Paulo, p. 374-400, 1999.

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; MINTE-VERA, C. V.; WINEMILLER, K. O. Biodiversity in the high Paraná river Floodplain. In. Gopal, B.; Junk, W. J.; Davis, J. A. **Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation**. Backhuys Publishers, Leiden. Pp. 89-118. 2000.

BENNEMANN, S. T.; SILVA-SOUZA, A. T.; ROCHA, G. R. A. Composicion ictiofaunistica em cinco localidades de la cuenca Del rio Tibagi, PR – Brasil. **Interciência**. v. 20, p. 1-13, 1995.

BHAT, A. Diversity and composition of freshwater fishes in river systems of central western ghats, India. **Environmental Biology of Fishes**. v. 68, p. 25-38, 2003.

BISTONI, M. A.; HUED, A. C. Patterns of fish species richness in rivers of the central region of Argentina. **Brazilian Journal of Biology**. v. 62, n. 4B, p. 753-764, 2002.

BONETTO, A. A.; CORDIVIOLA DE YUAN, E.; PIGNALBERI, C.; OLIVEROS, O. Ciclos hidrológicos del río Parana y las poblaciones de peces contenidas en las cuencas temporarias de su valle de inundacion. **Physis**. v. 29, p. 213-223. 1969.

CLARKE, K. R., GREEN, R. H. Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v. 92, p. 213-226. 1988.

ERÖS, T.; BOTTA-DUKÁT, Z.; GROSSMAN, G. D. Assemblage structure and habitat use of fishes in a Central European submontane stream: a patch-based approach. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 12, p. 141–150. 2003.

GOMI, T.; SIDLE, R. C.; RICHARDSON, J. S. Understanding processes and downstream linkages of headwater systems. **BioScience**, v. 52, n. 10, p. 905-916, 2002.

GORMAN, O. T.; KARR, J. R. Habitat structure and stream fish communities. **Ecology**, v. 59, n. 3, p. 507-515. 1978.

GOTELLI, N.; ENTSMINGER, G. L. **EcoSim: null model software for ecology. Version 7.0.** Kesity-Bear and Acquired Intelligence, Inc. URL <http://home-pages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>. Acesso em 10 Dez. 2001.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L.; FERREIRA, E, G. **Rio Negro. Rich Life in Poor Water: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities.** SPB Academic Publishing. The Hague. 200 pp. 1988.

GROSSMAN, G. D.; MOYLE, P. B.; WHITAKER, J. O. Stochasticity in structural and functional characteristics of an Indiana stream fish assemblage: a test of community theory. **Am. Nat.** v. 120, p. 423-454. 1982.

GUARUTTI, V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, Bacia do rio Paraná. **Rev. Bras. Biol.** v. 48, p. 747-759. 1988.

HEINO, J.; MUOTKA, T.; PAAVOLA, R. Determinants of macroinvertebrate diversity in headwater streams: regional and local influences. **Journal of Animal Ecology**, v. 72, p. 425-434, 2003.

INOUE, M.; NUNOKAWA, M. Effects of longitudinal variations in stream habitat structure on fish abundance: an analysis based on subunit-scale habitat classification. **Freshwater Biology**. v. 47, p. 1594-1607, 2002.

JACKSON, D. A; HARVEY, H. H. Biogeographic associations in fish assemblages: Local vs. Regional processes. **Ecology**. v. 70, n. 5, p. 1472-1484. 1989.

MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.; STAFFORD, S. **Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research**. New York: Springer-Verlag. 2000. 283 pp.

MATTHEWS, W. J. Fish Faunal “breaks” and stream order in the eastern and central United States. **Env. Biol. Fish** v. 17, n. 2, p. 81-92. 1986.

MARTIN-SMITH, K. M. Relationships between fishes and habitat in rainforest streams in Sabah, Malaysia. **Journal of Fish Biology**. v. 52, p. 458-482, 1998.

MAY, J. T.; BROWN, L. R. Fish communities of the Sacramento River Basin: implications for conservation of native fishes in the central, California. **Environmental Biology of Fishes**. v. 63, p. 373-388, 2002.

MAZZONI, R. & LOBÓN-CERVIÁ, J. Longitudinal structure, density and production rates of a neotropical stream fish assemblage: the river Ubatiba in the Serra do Mar, Southeast Brazil. **Ecography**. 23: 588-602. 2000.

MEFFE, G. K.; BERRA, T. M. Temporal characteristics of fish assemblage structure in an Ohio stream. **Copeia**, v. 3, p. 684-690. 1988.

MOYLE, P. B.; Vondracek, B. Persistence and structure of the fish assemblage in a small California stream. **Ecology**, v. 66, n. 1, p. 1-13. 1985.

OBERDORFF, T.; PONT, D.; HUGUENY, B.; CHESSEL, D. A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. **Freshwater Biology**. v. 46, p. 399-415, 2001.

PAAVOLA, R.; MUOTKA, T.; VIRTANEN, R.; HEINO, J.; KREIVI, P. Are biological classifications of headwater streams concordant across multiple taxonomic groups? **Freshwater Biology**, v. 48, p. 1921-1923, 2003.

PAVANELLI, C. S.; CARAMASCHI, E. P. Temporal and Spatial distribution of the ichthyofauna in two streams of the upper rio Paraná Basin. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 2, p. 271-280. 2003.

PETRY, A. C.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. Spatial variation of the fish assemblage structure from the upper rio Parana floodplain, Brazil, in a dry year. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 15, n. 1, p. 1 - 13, 2003a.

PETRY, A. C.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. **Neotropical Ichthyology**. v. 1, n. 2, p. 111-119, 2003b.

PIRES, A. M.; COWX, I. G.; COELHO, M. M. Seasonal changes in fish community structure in intermittent streams in the middle reaches of the Guadiana basin, Portugal. **Journal of Fish Biology**. v. 54, p. 235-249, 1999.

POFF, N. L.; ALLAN, J. D. Functional organization of stream fish assemblages in relation to hidrological variability. **Ecology**, v. 76, n. 2, 606-627. 1995.

RESH, V. H.; BROWN, A. V.; COVICH, A. P.; GURTZ, M. E.; LI, H. W.; MINHALL, G. W.; REICE, S. R.; SHELDON, A. L.; WALLACE, J. B.; WISSMAR, R. The role of disturbance in stream ecology. **J. N. Am. Benthol. Soc.**. v. 7, p. 433-455. 1988.

RODRÍGUEZ, M. A.; LEWIS, W. M. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. **Ecological Monographs**, v. 67, n. 1, p. 109-28. 1997.

ROMESBURG, H. C. **Cluster analysis for Researchers**. Lifetime Learning Publications. Belmont, CA. 1985.

SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.; CORREA, M. A. V.; GARCIA, M.; FABRÉ, N. N.; BERGER, U.; JUNK, W. J. Fish communities in central Amazonian white- and blackwater floodplains. **Env. Biol. Fish.**, v. 57, p. 235-250. 2000.

STAZNER, B.; HIGLER, B. Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. **Freshwater Biology**, v. 16, p. 127-139. 1986.

STONE, L.; ROBERTS, A. The checkerboard score and species distribution. **Oecologia**, v. 85, p. 74-79. 1990.

SÚAREZ, Y. R.; PETRERE-JÚNIOR, M.; CATELLA, A. C. Factors determining the structure of fish communities in Pantanal lagoons (MS, Brazil). **Fisheries Management and Ecology**, v. 8, n. 2, p. 173-186. 2001.

SULLIVAN, D. J. **Fish communities and their relation to environmental factors in the Eastern Iowa Basins in Iowa and Minnesota, 1996**. Water Resources Investigations Report. USGS. Iowa, 2000, 23p.

TAYLOR, C. M. A large-scale comparative analysis of riffle and pool fish communities in an upland stream system. **Environmental Biology of Fishes**, v. 58, p. 89-95, 2000.

TONN, W. M.; MAGNUSON, J. J. Patterns in the species composition and richness of fish assemblages in northern Wisconsin lakes. **Ecology**, v. 63, n. 4, p. 1149-1166. 1982.

TONN, W. M.; MAGNUSON, J. J.; RASK, M.; TOIVONEN, J. Intercontinental comparison of small-lake fish assemblages: The balance between local and regional processes. **American Naturalist**, v. 136, p. 345-375. 1990.

UEIDA, V. S.; BARRETO, M. G. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, Bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. **Rev. Bras. Zool.**, v. 1, n. 1, p. 55-67. 1999.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDEL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Can. J. fish. Aquat. Science**, v. 37, p. 130-137. 1980.

WALTERS, D. M.; LEIGH, D. S.; FREEMAN, M. C.; FREEMAN, B. J.; PRINGLE, C. M. Geomorphology and fish assemblages in a Piedmont river basin, U. S. A. **Freshwater Biology**, v. 48, p. 1950-1970, 2003.

ZALEWSKI, M.; PUCHALSKI, W.; FRANLIEWICZ, P.; BIS, B. Riparian ecotones and fish communities in rivers - intermediate complexity hypothesis. pp. 152-160, In: Cowx, I. G. **Rehabilitation of Freshwater Fisheries**. Fishing News Books, Oxford. 1994.

**CAPÍTULO 2: GRADIENTES LONGITUDINAL E AMBIENTAL DE
DIVERSIDADE NAS COMUNIDADES DE PEIXES NA BACIA DO RIO
IGUATEMI-MS**

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

1 – UEMS – Unidade de Ivinhema. Av. Brasil, 679. CEP 79740-000. Ivinhema-MS. e-mail: yzel@uems.br; 2 – UNESP – Depto de Ecologia

Resumo: Com o objetivo de verificar a importância da variação longitudinal, sazonal e o efeito das características físicas e químicas da água sobre a diversidade de peixes realizamos amostragens trimestrais em três locais no rio Jogui e oito no rio Iguatemi entre novembro/1999 e agosto/2000. A variação longitudinal foi mais importante que a sazonal na determinação da riqueza e número de indivíduos. No entanto, a equitabilidade não apresentou variação significativa nem longitudinal nem sazonalmente. No rio Iguatemi não foi verificada variação significativa para nenhum dos parâmetros analisados. No entanto, constatamos maior influência da variação sazonal. No rio Jogui, 79,1% da variação na riqueza de espécies, 73,3% do número de indivíduos e 41,4% da equitabilidade foram explicadas pelas características da água. Para o rio Iguatemi 23,9% da riqueza, 45% do número de indivíduos e 26,4% da equitabilidade foram explicados pelas características da água.

Palavras-Chave: Diversidade de peixes, Bacia do rio Iguatemi

Abstract: LONGITUDINAL AND ENVIRONMENTAL GRADIENTS IN FISH COMMUNITY DIVERSITY IN IGUATEMI RIVER BASIN-MS. In order to verify the importance of longitudinal and seasonal variations and the effect of physical and chemical water characteristics upon the fish species diversity we accomplished three-month samplings in three selected points in the Jogui River and eight points in the Iguatemi River between november/1999 and August/2000. The longitudinal variation was more important than the seasonal in the determination of the richness, number of individuals. However, the evenness neither presented statistically significant differences nor longitudinal nor seasonally. In the Iguatemi River we did not detect statistically significant differences in none of the analyzed community descriptors and with none of the factors. However, larger influence of the seasonal variation was verified. For the Jogui River, 79.1% of species richness, 73.3% of individuals number and 41.4% of evenness variation was explained by the water chemical and physical characteristics. For Iguatemi River 23.9% of richness, 45% of individuals number and 26.4% of evenness was also explained by water chemical and physical characteristics.

Key- Words: 1) Ecology, 2) Community, 3) Fish, 4) Diversity.

Introdução:

Dentre as teorias utilizadas para explicar a diversidade de espécies nas comunidades biológicas LOREAU & MOUQUET (1999) destacam dois grupos: 1) As teorias que enfocam o papel dos fatores abióticos e das interações biológicas na organização das comunidades (Variação espaço-temporal, competição, predação, mutualismo), onde alguns dos estudos clássicos são os de PIANKA (1966), MACARTHUR & LEVINS (1967) e SCHOENER (1974), quanto à diferenciação de nicho e competição interespecífica e 2) O segundo grupo enfoca o efeito dos processos em grande escala determinando a colonização de um novo ambiente e as taxas de extinção das populações, onde o principal trabalho é o de MACARTHUR & WILSON (1967) sobre a teoria de biogeografia de ilhas.

Analisando comunidades lólicas, o Conceito do Rio Contínuo (CRC – VANNOTE et al., 1980) estabelece que as características como diversidade, produtividade, relações bióticas, etc., se alteram de forma previsível ao longo do curso do rio. No entanto, existe certa controvérsia quanto à variação na diversidade de espécies em suas diferentes formas (Riqueza, Equitabilidade, etc.) ao longo do gradiente lótico, sendo que alguns estudos sugerem que ocorra a adição de espécies ao longo do gradiente lótico, influenciado pelo aumento da diversidade de microhabitats disponíveis (CARAMASCHI, 1986; GUARUTTI, 1988; REASH & PIGG, 1990; BENNEMANN et al., 1995; PERES-NETO, 1995; SILVA, 1999; VILA-GISPERS et al. 2002; BISTONI & HUED, 2002). No entanto, STATZNER & HIGLER (1986), estudando comunidades de invertebrados bentônicos, sugerem que os processos de zonação e isolamento biogeográfico sejam os principais determinantes da organização das comunidades em rios, ocorrendo basicamente a substituição das espécies ao longo do gradiente lótico. Por outro lado, JUNK et al., (1989) sugerem que os aspectos hidrológicos juntamente com os aspectos geomorfológicos, produzindo picos de inundações e secas, com diferentes amplitudes e períodos ao longo da bacia hidrográfica, sejam a maior força controladora da biota nos rios com planície de inundação.

Considerando a controvérsia sobre a importância das diferentes fontes de variação nas comunidades, bem como a escassa literatura comparando as diferentes teorias em comunidades de peixes neotropicais, o objetivo do presente estudo é responder às seguintes perguntas:

- 1) Qual fonte de variação (Longitudinal vs Sazonal) é mais importante na determinação da diversidade de espécies de peixes na bacia do rio Iguatemi?
- 2) Como as características físicas e químicas dos locais influenciam a diversidade da ictiofauna?

Material e Métodos:

Realizamos quatro amostragens, Novembro/1999, Fevereiro/2000, Maio/2000 e Agosto/2000. As amostragens foram realizadas com oito redes de espera (10 x 1,5m)

com malhas de 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 110mm entre nós adjacentes. As redes eram armadas à tarde e recolhidas na manhã seguinte.

Definimos oito pontos amostrais no rio Iguatemi e três no rio Jogui (Figura 1). Os locais de amostragens foram definidos de acordo com a posição na bacia hidrográfica, aliado à facilidade de deslocamento por terra, devido ao fato dos rios apresentarem vários trechos de corredeiras em seu curso, o que impossibilita a utilização de barco em toda a sua extensão.

Os peixes foram fixados em formol a 10% e preservados em etanol a 70%, para posterior identificação e biometria. Exemplares testemunho encontram-se disponíveis no laboratório de Biologia da UEMS/Unidade de Ivinhema e no Museu de Zoologia da USP (MZUSP).

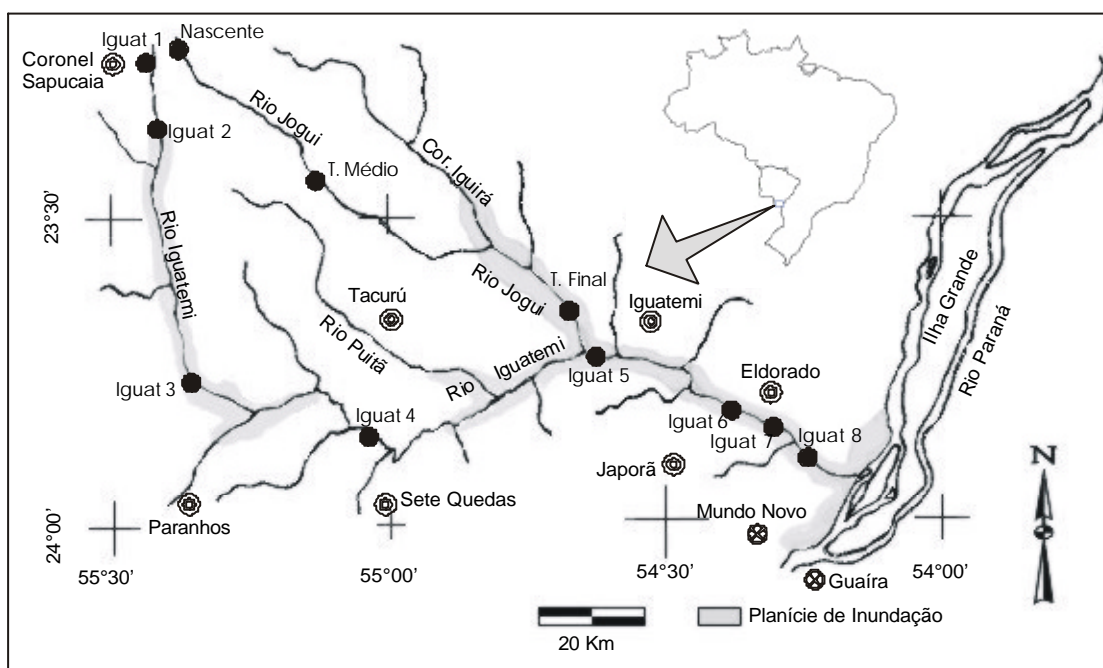


Figura 1. Mapa da bacia do rio Iguatemi, com os locais amostrados nos rios Jogui e Iguatemi-MS.

A influência da variação sazonal e longitudinal sobre a riqueza de espécies, equitabilidade e número de indivíduos coletados foi verificada através de análises de variância (ANOVA) one-way tendo como fatores: mês e posição longitudinal. Não foi possível a realização de uma análise Two-Way devido à impossibilidade de amostragem em três locais durante as amostragens de fevereiro (Iguat4, Iguat7 e Iguat8) e pela ausência de captura em outros locais (Maio: Iguat7 e Trecho Médio do rio Jogui;

Agosto: Iguat4 e Trecho Médio do rio Jogui), o que impede a análise da interação dos fatores. Os resultados da ANOVA foram considerados satisfatórios quando o poder do teste foi igual ou superior a 80%. Quando, por problemas de normalidade ou homogeneidade de variâncias (mesmo após transformação) não foi possível a realização da ANOVA, esta foi substituída por um teste de Kruskal-Wallis.

Com o objetivo de quantificar o efeito das características ambientais sobre os descritores das comunidades (riqueza, equitabilidade e número de indivíduos coletados) realizamos análises de regressão linear stepwise, tendo como variáveis resposta a riqueza, equitabilidade e número de indivíduos e como variáveis explanatórias o pH, condutividade, concentração de O₂, turbidez, temperatura da água, velocidade da correnteza e altitude. Com o objetivo de atender aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias, necessários para a Análise de Regressão, os dados foram transformados em $\log_2+0.1$, com exceção da equitabilidade que foi transformada pelo Arcoseno da Raiz Quadrada no rio Jogui. No rio Iguatemi não foi necessária a transformação dos dados de equitabilidade.

A opção pela utilização da riqueza e equitabilidade, ao invés da diversidade de espécies, foi tomada pelo fato da diversidade, por unir a riqueza e equitabilidade acaba confundindo sua interpretação, que muitas vezes não pode ser interpretada estatística ou biologicamente (Gotelli & Entsminger, 2001).

Resultados:

No rio Jogui, constatamos que a riqueza e o número de indivíduos coletados variaram significativamente entre os pontos amostrados, mas não variaram ao longo dos meses amostrados (Tabela 1). No entanto, para o rio Iguatemi nenhuma dos parâmetros das comunidades variou significativamente entre as estações do ano e ao longo do gradiente lótico.

Para o rio Jogui, constatamos um aumento da riqueza e equitabilidade ao longo do gradiente lótico. No entanto, o trecho médio sempre apresentou menores valores dos parâmetros analisados, o que em parte é resultado da ausência de capturas nas amostragens de maio e agosto (Figura 2). Porém, constatamos que não existe uma diferenciação clara entre as amostragens realizadas nas diferentes estações do ano.

Quando analisamos as variações longitudinais e sazonais no rio Iguatemi (valores de F), independente de significância estatística, constatamos que a riqueza apresentou maior variação sazonal, enquanto o número de indivíduos apresentou maior variação longitudinal (Tabela 2 e Figura 3). Quanto à equitabilidade, mesmo desconsiderando a significância estatística não é possível visualizar nenhum padrão de variação.

No rio Iguatemi, não constatamos variação longitudinal clara, uma vez que ocorre um aumento da riqueza e equitabilidade do primeiro ao terceiro ponto amostral, apresentando queda entre o quarto e quinto pontos amostrais, voltando a apresentar aumento nos demais pontos subsequentes (Figura 3). Sazonalmente constatamos que, com exceção da equitabilidade, os demais parâmetros da estrutura das comunidades apresentaram maiores valores durante as amostragens de fevereiro/2000.

Tabela 1. Resultado da Análise de Variância do Log (n) + 0,1 da Riqueza e Número de Indivíduos e Kruskal-Wallis da Equitabilidade para o rio Jogui-MS.

	Variação Longitudinal			Variação Sazonal		
	F	P	Poder	F	P	Poder
Riqueza	11,681	0,006	0,920	0,159	0,920	0,050
Num. Indivíduos	9,967	0,002	0,961	0,144	0,930	0,050
Graus de Liberdade	gl=2, 7			gl= 3, 6		
	H	P	Poder	H	P	Poder
Kruskall-Wallis						
Equitabilidade	2,209	0,104	-	1,916	0,059	-

Tabela 2. Resultado da Análise de Variância da Riqueza, Número de Indivíduos e Equitabilidade para o rio Iguatemi-MS.

	Variação Longitudinal			Variação Sazonal		
	F	P	Poder	F	P	Poder
Riqueza (ln)	1,042	0,436	0,057	2,742	0,066	0,386
Num. Indivíduos (ln n)	2,3	0,068	0,413	1,857	0,165	0,201
Equitabilidade	0,589	0,734	0,050	0,257	0,855	0,050
Graus de Liberdade	gl=7, 21			gl=3, 25		

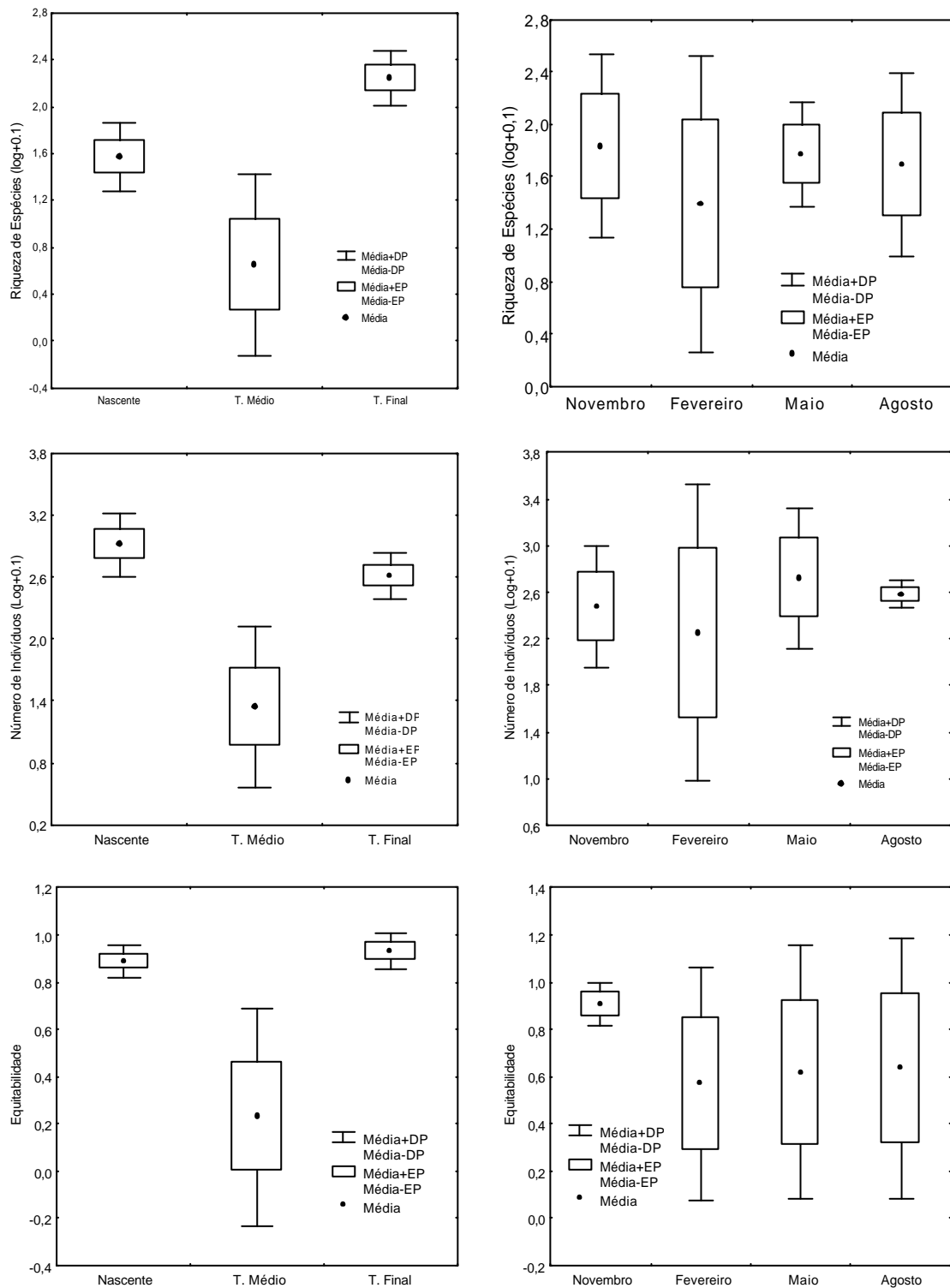


Figura 2. Variação Longitudinal e Sazonal na Riqueza, Número de indivíduos e Equitabilidade nas comunidades de peixes do rio Jogui, entre Novembro/1999 e Agosto/2000.

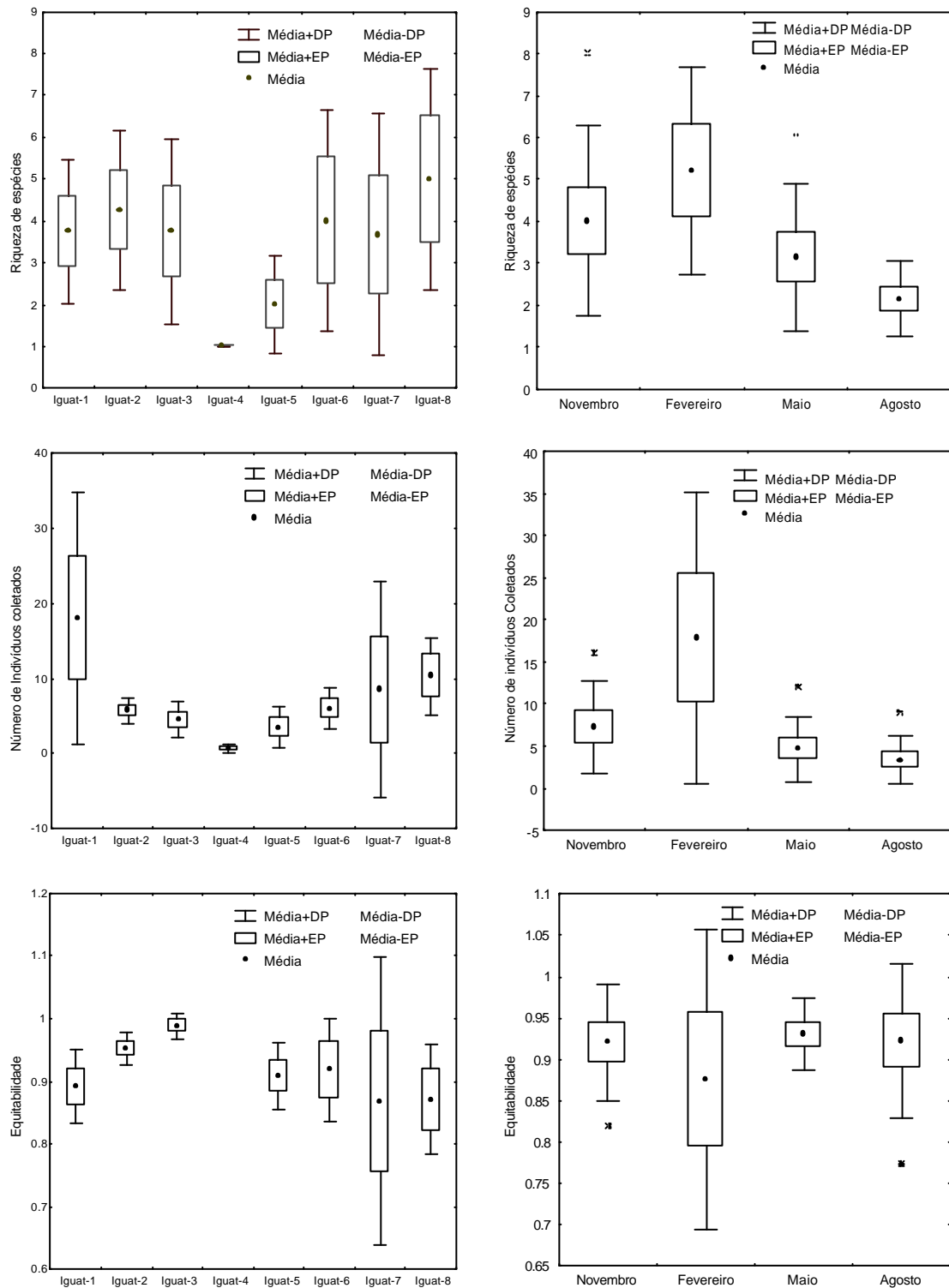


Figura 3. Variação Longitudinal e Sazonal na Riqueza, Número de indivíduos e Equitabilidade nas comunidades de peixes do rio Iguatemi, entre Novembro/1999 e Agosto/2000.

A riqueza de espécies no rio Jogui foi significativamente **correlacionada** pelo seguinte conjunto de variáveis: pH, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez e altitude, em ordem decrescente de importância ($r^2 = 0,783$; $F=4,335$ $N=12$; $P=0,05$), sendo que estas variáveis permitiram explicar 78,3% da variação nos dados. A regressão entre o número de indivíduos e as características ambientais permitiu explicar 81,6% da variação nos dados ($r^2 = 0,816$; $F=7,782$; $N=12$; $P=0,01$), sendo que as variáveis mais importantes foram oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez e altitude. Não constatamos influência significativa das características ambientais sobre a equitabilidade, sendo que somente 41,1% da variação nos dados foi explicada pelo modelo ($r^2 = 0,411$; $F=3,137$; $N=12$; $P=0,093$) (Tabela 3).

O resultado da Análise de Regressão Stepwise entre a riqueza de espécies e as características limnológicas do rio Iguatemi permitiu concluir que nenhuma das variáveis utilizadas é um preditor significativo para riqueza de espécies ($r^2 = 0,289$; $F=2,442$; $N=29$; $P=0,074$). Para o Número de indivíduos coletados constatamos que o conjunto formado pelas variáveis condutividade e oxigênio dissolvido influenciam significativamente o número de indivíduos coletados, sendo que ambos apresentaram correlação positiva com o número de indivíduos coletados ($r^2 = 0,378$; $F=7,901$; $N=29$; $P=0,002$), no entanto, analisando os valores parciais de “p” constatamos que somente a condutividade apresenta influência significativa. A equitabilidade não foi estatisticamente influenciada pelas características dos locais estudados ($r^2 = 0,231$; $F=2,504$; $N=29$; $P=0,082$) (Tabela 3).

Discussão:

No rio Jogui, constatamos que não existe variação sazonal significativa para os descritores das comunidades analisados, mas existe variação longitudinal significativa para a riqueza e número de indivíduos coletados. No rio Iguatemi, não constatamos variação significativa (longitudinal ou sazonal) para nenhum dos descritores das comunidades, sendo que a riqueza total passou de 9 para 11 espécies ao longo do rio Iguatemi, contradizendo os pressupostos do Conceito do Contínuo Fluvial (VANNOTE et al., 1980), bem como os resultados encontrados por ANGERMEIER & KARR

(1984); GUARUTTI (1988); BARRETO (1995); REYES-GAVILÁN et al. (1996); BISTONI & HUED (2002); PAVANELLI & CARAMASCHI (2003).

Tabela 3. Resultado da Análise de Regressão Múltipla Stepwise para os parâmetros das comunidades de peixes e as características selecionadas dos locais estudados.

Rio	Var. Resposta	Var. Explanatória	Coefic. angular (b)
	Riqueza (gl=5,6; n=12)	pH	0,832 ns
		Oxigênio Dissolvido	0,413 *
		Temperatura	-0,149 ns
		Turbidez	0,032 **
		Altitude	0,010 *
Jogui	Num. Indiv. (gl=3,8; n=12)	Oxigênio Dissolvido	0,463 *
		Condutividade	-0,102 ns
		Turbidez	0,025 **
		Altitude	0,019 **
	Equitab. (gl=2,9; n=12)	Condutividade	-0,068 *
		Altitude	0,005 *
	Riqueza. (gl=4,24; n=29)	Condutividade	17,645 ns
		Velocidade	-2,249 *
		pH	0,485 ns
		Altitude	0,003 ns
Iguatemi	Num. Indiv. (gl=2,26 n=29)	Condutividade	41,206 **
		Oxigênio Dissolvido	0,255 ns
		Equitab. (gl=3,25 n=29)	Velocidade
		pH	-0,498 ns
		Altitude	-0,004 *

ns = não significativo

* = significativo a 5%

** = significativo a 1%

Dentre os efeitos das alterações longitudinais na estrutura das comunidades, o aumento da diversidade de espécies, em suas diferentes formas (riqueza, equitabilidade, etc.) é um dos padrões mais evidentes, sendo constatada por inúmeros autores, então, qual a explicação para a inexistência de um padrão claro de aumento da diversidade ao longo do rio Iguatemi?

O padrão observado de aumento da riqueza até os trechos intermediários do rio Iguatemi, seguido de uma queda e posterior novo aumento (ínfimo) da riqueza sugere que as características dos pontos intermediários do rio (presença de corredeiras, leito

encaixado na margem, entre outras) possam estar reduzindo a riqueza, ou pelo menos as capturas nestes locais, uma vez que segundo a teoria dos distúrbios intermediários (CONNELL, 1978), ambientes submetidos a níveis intermediários de stress ambiental podem permitir a existência de comunidades mais diversificadas, uma vez que impediria que as espécies mais eficientes competitivamente excluíssem as espécies raras.

Contudo, a baixa riqueza observada no trecho final pode ser resultado do nível de degradação ambiental em que a bacia se encontra, com a formação de bancos de areia, construção de canais para culturas de arroz irrigado, desmatamento, entre outras.

No rio Jogui, apesar da baixa riqueza observada no trecho médio, que possui áreas de corredeiras à montante e à jusante do local amostrado, podemos observar um claro aumento na riqueza de espécies ao longo do gradiente lótico, juntamente com a total substituição de espécies (SÚAREZ & PETRERE, capítulo 1).

Vários estudos têm constatado tanto adição quanto a substituição de espécies ao longo do gradiente lótico (CARAMASCHI, 1986; PERES-NETO, 1995; SILVA, 1999; BISTONI & HUED, 2002), sendo que a importância de uma ou outra fonte de variação depende das características fisiográficas dos rios.

O trecho final do rio Jogui apresenta velocidade média da água de 0,28 m/s, enquanto o trecho do rio Iguatemi próximo à foz do Jogui (Iguat4 e Iguat5) apresentam velocidade média de 0,40 m/s. Sendo assim, é provável que a maior riqueza de espécies no trecho final do rio Jogui (25 espécies), quando comparado ao rio Iguatemi (8 espécies) nestes trechos, seja resultado da interação de dois fatores: 1) a migração de espécies entre os rios Iguatemi e Jogui, que procurariam o rio Jogui devido à diferença de velocidade da corrente; 2) um maior fluxo de espécies entre o rio Jogui e sua planície de inundação, uma vez que a baixa velocidade não seria um fator limitante para estas espécies. A ocorrência de inúmeras espécies no trecho final, típicas de ambientes lênticos, corrobora esta hipótese (*H. malabaricus*, *P. australis*, *E. trilineata*, *L. platymetopon*, *H. littorale*, *Gymnotus sp.* e *A. lacustris*).

SÚAREZ & PETRERE (cap 1) encontraram diferença significativa na composição de espécies de peixes ao longo do gradiente lótico para os rios Jogui e Iguatemi, mas não encontraram variação sazonal significativa. Este resultado corrobora a hipótese de STATZNER & HIGLER (1986) de zonação na distribuição das espécies,

relacionada à existência de vários pequenos trechos de elevada correnteza, que podem estar determinando um padrão próprio de organização para cada trecho do rio.

CONNELL (1978) sugere que a diversidade de espécies possa ser “elevada” por pequenos distúrbios que, atuando sobre a densidade populacional das espécies, permite a ocorrência de um maior número de espécies sem que a competição leve a exclusão de uma delas, no entanto, a continuidade de um “distúrbio” por um longo período de tempo, levaria algumas espécies a apresentarem baixas densidades populacionais, o que traz também o risco de extinção.

Os rios mais impactados na bacia do rio Iguatemi são o rio Puitã e a porção final do rio Jogui. Sendo assim, o carreamento de sedimento para a porção final do rio Iguatemi, bem como as precárias condições de suas matas ripárias estão levando a uma progressiva diminuição da diversidade de microhabitats, além da alteração das características hidrológicas originais.

BEAUMORD (2000) estudando a diversificação ecomorfológica nas comunidades de peixes de alguns rios da bacia do Paraná-Paraguai constata que as comunidades de peixes em regiões com maior nível de degradação ambiental (i. e. com menor área de vegetação natural), entre eles o rio Iguatemi, apresentaram comunidades menos diversificadas morfológicamente. O que sugere que a diminuição da complexidade dos habitats tenha levado à diminuição da diversidade morfológica nas comunidades.

BARRELLA *et al.* (1994), comparando as comunidades de peixes dos rios Manso (MT) e Jacaré Pepira (SP), constataram maior diversidade ecomorfológica no rio Manso, atribuindo este resultado à maior disponibilidade de habitats, o que permite a ocorrência de maior número de espécies especialistas, quando comparado a um ambiente onde o desmatamento teria levado à predominância de espécies generalistas.

Esta hipótese, explica a baixa riqueza de espécies nos trechos finais do rio Iguatemi, uma vez que o nível de desmatamento e assoreamento em que se encontra a bacia vem a culminar no trecho final do rio, em sinergismo com o represamento do rio Paraná para a formação da represa de Itaipú (cerca de 20km abaixo), alterando a densidade das espécies pré-existentes, e possivelmente levando à extinção pontual de algumas e conseqüentemente a alteração no padrão de dominância das espécies.

No rio Jogui, o pH apresentou maior correlação com a riqueza de espécies ($b=0,832$), no entanto, assim como a temperatura da água, este parâmetro não influencia significativamente a riqueza de espécies, desta forma a influência da concentração de oxigênio, turbidez e a altitude ressalta a diferença entre os trechos estudados, onde o trecho nascente, se caracterizou pela elevada concentração de oxigênio, enquanto o trecho final pela elevada turbidez, ambos com maiores valores de riqueza, quando comparados com o trecho médio. Esta maior riqueza encontrada nos trechos finais e iniciais do rio, levou à influência quase neutra da altitude sobre a riqueza de espécies.

Resultado similar pode ser observado para o rio Iguatemi, onde o conjunto de variáveis não apresentou influência significativa, mas a velocidade da corrente apresentou, resultado da maior riqueza nos trechos finais, onde a velocidade da correnteza foi menor.

A correlação positiva entre o número de indivíduos coletados e a condutividade no rio Iguatemi está relacionado à maior captura nos trechos iniciais do rio, fato também observado para a equitabilidade, que encontra seus maiores valores em locais com maior velocidade da corrente. Neste caso, ressalta-se que apesar da altitude apresentar correlação negativa com a equitabilidade, esta é praticamente neutra ($b=-0,004$), sendo provavelmente um artifício estatístico de uma baixa estimativa de erro padrão do coeficiente angular “b” (erro padrão=0,001).

Portanto, nossos resultados sugerem que a importância das variáveis limnológicas analisadas sobre as comunidades de peixes seja principalmente resultado da posição na rede de drenagem.

Os rios Jogui e Iguatemi apresentam diferenças estruturais quanto à importância da variação longitudinal sobre a diversidade de espécies, com significativa variação longitudinal no rio Jogui e quase inexistente no rio Iguatemi, apesar de pertencerem à mesma bacia.

Não existem grandes variações geomorfológicas e de qualidade de água na bacia estudada, no entanto, a importância da condutividade na determinação da diversidade de espécies, pode ser mero resultado da baixa riqueza observada nos trechos finais, uma vez que nos trechos iniciais, devido ao afloramento de rochas ambos os rios sempre eram encontrados maiores valores de condutividade.

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

Bibliografia:

ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, p. 117-135, 1983.

BARRELLA, V.; BEAUMORD, A. C.; PETRERE, M. Comparison between the fish communities of Manso River (MT) and Jacare Pepira River (SP), Brazil. **Acta Biol. Venez.**, v. 12, v. 2, p. 11-20, 1994.

BARRETO, M. G. Caracterização da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, Bacia do rio Tietê, Botucatu, São Paulo. **Dissertação de Mestrado**, UNESP, Botucatu-SP, 123 + II p. 1995.

BEAUMORD, A. C. The ecology and ecomorphology of fish assemblages of the Paraná-Paraguay river basin in Brazil. **Ph.D. Dissertation**. University of California, Santa Barbara. 123p. 2000.

BENNEMANN, S. T.; SILVA-SOUZA, A. T.; ROCHA, G. R. A. Composición ictiofaunística em cinco localidades de la cuenca Del rio Tibagi, PR – Brasil. **Interciência**. v. 20, p. 1-13, 1995.

BISTONI, M. A.; HUED, A. C. Patterns of fish species richness in rivers of the central region of Argentina. **Brazilian Journal of Biology**. v. 62, n. 4B, p. 753-764, 2002.

CARAMASCHI, E. P. Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do Tiete e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu-SP). **Tese de Doutorado**, UFSCAR, Sao Carlos, 245 p, 1986.

CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. **Science**. v. 199, p. 1302-1310, 1978.

GUARUTTI, V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, Bacia do rio Paraná. **Rev. Bras. Biol.** v. 48, p. 747-759, 1988.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The Flood Pulse Concept in river-floodplain Systems. In: DODGE, D. P. **Proceedings of the International Larger River Symposium**, Ottawa, Canadá. p. 110-127, 1989.

LOUREAU, M.; MOUQUET, N. Immigration and the maintenance of local species diversity. **American Naturalist**. v. 154, n. 4, p. 427-440, 1999.

MaCARTHUR, R. H. ; LEVINS, R. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. **American Naturalist**. v. 101, p. 377-385, 1967.

MaCARTHUR, R. H.; WILSON, **The theory of island biogeography**. Princeton University Press, Princeton., 1967.

PERES-NETO, P. R. Estrutura das comunidades de peixes ao longo de um gradiente lótico de um rio costeiro do leste brasileiro (rio Macacu, RJ). **Dissertação de Mestrado**, UFRJ, Rio de Janeiro, 87 p. 1995.

PIANKA, E. R. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. **Amer. Nat.**, v. 100, p. 33-46, 1966.

RATHERT, D.; WHITE, D.; SIFNEOS, J. C.; HUGHES, R. M. Environmental correlates species richness for native freshwater fish in Oregon, USA. **Journal of Biogeography**. v. 26, p. 257-273, 1999.

REASH, R. J.; PIGG, J. Physicochemical factors affecting the abundance and species richness of fishes in the Cimarron River. **Proc. Okla. Acad. Sci.** v. 70, p. 23-28, 1990.

REYES-GAVILÁN, F. G.; GARRIDO, R.; NICIEZA, A. G.; TOLEDO, M. M.; BRAÑA, F. Fish community variation along physical gradients in short streams of northern Spain and the disruptive effect of dams. **Hydrobiologia**, v. 321, p. 155-163, 1996.

SCHOENER, T. W. Resource partitioning in ecological communities. **Science**, v. 185, p. 27-39, 1974.

SILVA, C. P. D. Estrutura, dieta e padrão longitudinal da comunidade de peixes de dois rios da estação ecológica da Juréia-Itatins e sua regulação por fatores bióticos e abióticos. **Tese de Doutorado**, Campinas, UNICAMP, 1999, 134 + III p.

STATZNER, B; HIGLER, B. Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. **Freshwater Biology**, v. 16, p. 127-139, 1986.

SÚAREZ, Y. R.; PETRERE-JÚNIOR, M. (cap 2.). Estutura das comunidades de peixes em dois rios Neotropicais (Brasil). In: SÚAREZ, Y. R. **Estrutura das comunidades de peixes na bacia do rio Iguatemi-MS**. Tese de Doutorado. Rio Claro (SP), UNESP, 2004, 92p.

VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDEL, J. R., CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian Journal of fisheries and Aquatic Science**, v. 37, p. 130-137, 1980.

VILA-GISPERT, A.; GARCÍA-BERTHOU, E.; MORENO-AMICH, R. Fish zonation in a Mediterranean stream: Effects of human disturbances. **Aquatic Sciences**. v. 64, p. 163-170, 2002

WOOTTON, R. J. **Ecology of Teleost fishes**. 2 Ed., Kluwer Acad. Publishers, 386 p. 1990.

CAPÍTULO 3: ASSOCIAÇÕES DE ESPÉCIES DE PEIXES EM AMBIENTES LÓTICOS DA BACIA DO RIO IGUATEMI (MS)

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

1 – UEMS – Unidade de Ivinhema. Av. Brasil, 679. CEP 79740-000. Ivinhema-MS. e-mail: yzel@uems.br; 2 – UNESP – Depto de Ecologia

Resumo: Com o objetivo de descrever os padrões das associações entre espécies de peixes e sua distribuição nos ambientes lóticos ao nível da bacia, foram realizadas amostragens em 27 locais na bacia do rio Iguatemi-MS, distribuídas em quatro ambientes (rio Iguatemi, rio Jogui, rio Puitã e riachos). Os dados de presença/ausência das espécies que ocorreram em 2 ou mais locais foram submetidos a métodos multivariados com o objetivo de descrever os principais padrões de associação entre as espécies. A distribuição das espécies foi considerada determinística nestas comunidades (C-score = 17,33; P = 0,000), existindo diferença significativa entre os ambientes estudados (ANOSIM $r = 0,082$; P = 0,012), sendo constatada diferença entre o rio Iguatemi e os riachos (P = 0,001) e entre os riachos e o rio Jogui (P = 0,014). Constatamos uma clara segregação entre as espécies de riachos de cabeceiras e de trechos mais caudalosos dos rios ou mesmo de riachos com maior vazão.

Palavras-Chave: Ecologia de Comunidades, Associações de espécies, Ambientes lóticos.

Abstract: FISH SPECIES ASSOCIATIONS IN LOTICS HABITATS IN THE IGUATEMI RIVER BASIN (MS). In order to describe the patterns of association between fish species and their distribution in lotic habitats at basin level, we collected samples in 27 reaches of the Iguatemi River basin, distributed in four locations viz Iguatemi River, Jogui River, Puitã River and streams. The presence/absence data of that species which occurred in 2 or more sites was submitted to multivariate statistical methods for describing the major species associations. The species distribution was considered deterministic in these communities (C-score = 17,33; P = 0,000), where significant difference between the studied locations exists (ANOSIM $r = 0,082$; P = 0,012). We verified differences among the Iguatemi River and streams (P = 0,001) and between streams and Jogui river (P = 0,014). We detected a strong segregation among the headstreams species and those rivers stretches with larger discharge.

Key- Words: Community Ecology, Species associations, Lotic environments.

Introdução:

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

DIAMOND (1975) estudando os padrões de co-ocorrência em aves sugeriu que a ocorrência freqüente de pares de espécies co-ocorrentes em uma comunidade é evidência de que esta comunidade é determinística. CONNOR & SIMBERLOFF (1979) foram os primeiros a testar os padrões de organização das comunidades de aves através de modelos nulos, utilizando simulações de Monte Carlo, onde se assume que se a freqüência de co-ocorrência entre pares de espécies é maior do que o esperado ao acaso é porque existe algum fator estruturador desta comunidade. No entanto, apenas recentemente é que a comparação das comunidades observadas com comunidades nulas tornou-se comum nos estudos de ecologia de comunidades, em parte devido às dúvidas

quanto ao comportamento estatístico dos algoritmos dos modelos nulos (GOTELLI & ENTSMINGER, 2001).

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

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

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

O objetivo do presente trabalho é o de descrever os padrões de associação de espécies de peixes nos ambientes lóticos da bacia do rio Iguatemi-MS, através de métodos multivariados e de aleatorização, procurando verificar se a composição de espécies nos diferentes ambientes varia ao acaso ou se existe uma distribuição diferenciada das espécies nos vários ambientes lóticos da bacia.

Material e Métodos:

Foram realizadas quatro amostragens (Novembro/1999, Fevereiro/2000, Maio/2000 e Agosto/2000), com oito redes de espera (10 x 1,5m) com malhas de 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 110 mm entre nós adjacentes. As redes eram armadas à tarde e recolhidas na manhã seguinte. Com o objetivo de se obter a maior representatividade possível da ictiofauna, nos riachos, também foram realizadas amostragens com telas de sombrite (malha de 2 mm), adaptadas para utilização como rede de arrasto (1,5m × 3m) com esforço padronizado em 20 lances por local. O rio Iguatemi foi coletado em oito locais, o rio Jogui em 3 locais, o rio Puitã em 2 (todos com 4 amostragens) e mais 14

matriz cofenética, através do teste de Mantel, a fim de avaliar o grau de distorção proporcionado pelo método de agrupamento sobre os dados originais. O coeficiente de correlação mínimo de 0,80 foi utilizado para considerar o dendrograma como uma boa representação da matriz de similaridade original.

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

Foi calculado o índice de co-ocorrência (C-score) das espécies, proposto por STONE & ROBERTS (1990) e sua significância foi testada através da comparação com comunidades nulas utilizando o software ECOSIM (GOTELLI & ENTSMINGER, 2001). A comparação do índice de co-ocorrência com comunidades nulas permite determinar se as associações observadas são maiores do que o esperado pelo acaso.

Para a simulação das comunidades nulas foi mantido como fixo o número de vezes que cada espécie ocorreu no conjunto de dados, bem como o número de espécies em cada local, a fim de evitar a influência de alterações no “tamanho” das comunidades nulas a serem geradas na comparação com o valor obtido.

Tanto para a ANOSIM quanto para a análise de co-ocorrência o resultado obtido foi comparado com os valores obtidos com 1000 permutações (1000 comunidades nulas).

Resultados:

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

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

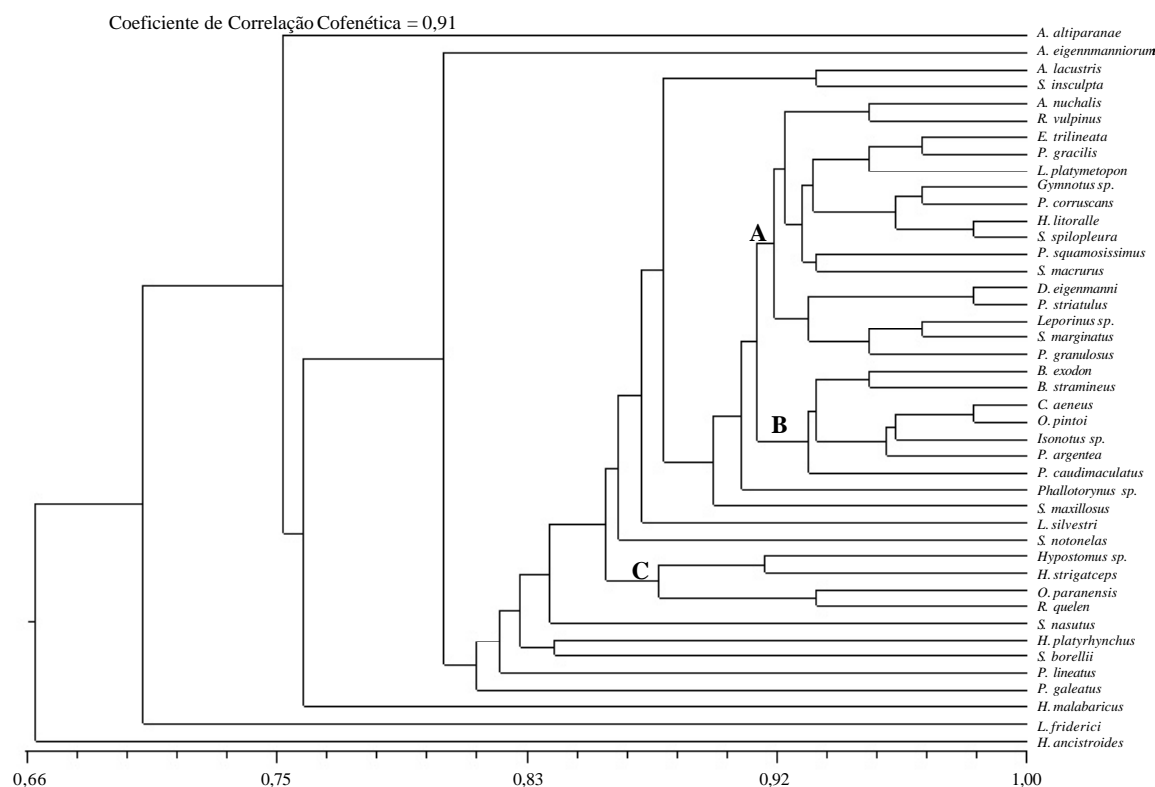


Figura 2. Análise de agrupamento das espécies de peixes nos ambientes lóticos da bacia do rio Iguatemi-MS.

O resultado da TWINSpan demonstra que os locais que mais se diferenciam na bacia são os trechos iniciais dos rios Jogui e do rio Iguatemi (Grupo A - autovalor = 0,79) encontrando como espécies indicadoras destes locais: *H. ancistroides*, *H. strigaticeps*, *A. eigenmanniorum*, *O. paranensis* e *Rhandia quelen*, espécies estas que formam o grupo C na análise de agrupamento (Figura 2). A TWINSpan também sugere que *Astyanax altiparanae*, *L. friderici* e *Schizodon nasutus* também pertencentes

ao grupo A, apresentam distribuição parcialmente diferenciada daquelas, levando a uma nova divisão do grupo “A” em dois, sendo o primeiro (A-1) constituído da maioria das amostragens do grupo enquanto o segundo (A-2 – autovalor = 0,59) apresenta apenas algumas amostragens dos trechos iniciais do rio Iguatemi e uma do rio Puitã (Figura 3).

O outro grande grupo (B), constituído pelos trechos intermediários e finais dos rios Jogui e Iguatemi e pelos riachos de maior volume e baixa altitude divide-se em outros dois grupos (B-1 e B-2 – autovalor = 0,64): o primeiro apresenta os trechos intermediários do rio Iguatemi, finais do rio Jogui e riachos de maior volume e baixa altitude, o segundo é constituído pelos trechos finais do rio Iguatemi e apresenta entre as espécies indicadoras *Auchenipterus nuchalis*, *Doras eigenmanni*, *Leporinus* sp. *Parauchenipterus galeatus*, *Pterodoras granulosus*, *Parauchenipterus striatulus*, *Raphiodon vulpinus* entre outras (Figura 3).

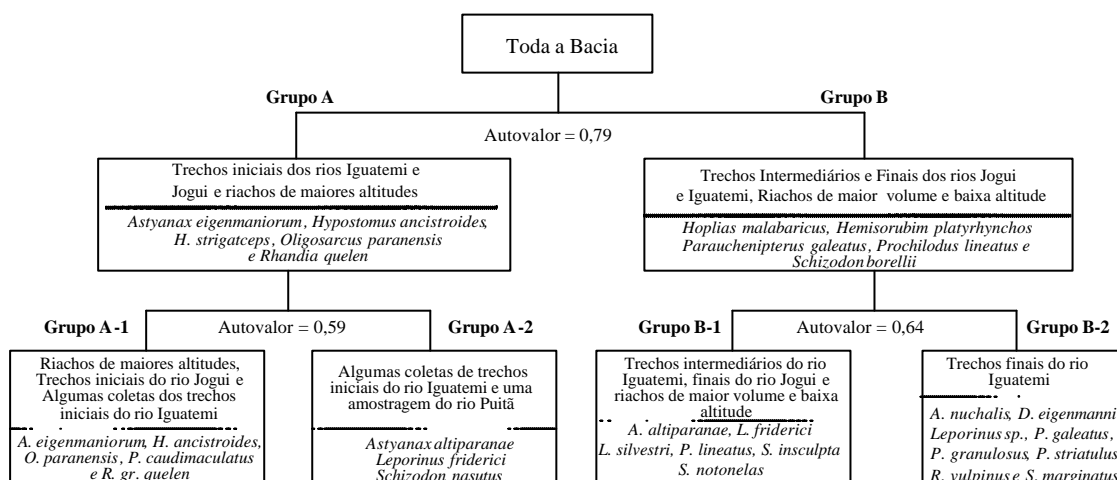


Figura 3. Organograma do TWINSPAN, evidenciando os grupos formados e as principais espécies indicadoras.

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

A Análise de Similaridade (ANOSIM) realizada entre os locais estudados, revelou que existe diferença significativa na composição de espécies entre eles (ANOSIM $r = 0,082$; $P = 0,012$; 1000 permutações), sendo que os locais que estatisticamente se diferenciam são o rio Iguatemi e Riachos ($P = 0,001$) e Riachos e o

rio Jogui ($P = 0,014$), ou seja, os riachos é que apresentam uma ictiofauna estatisticamente diferenciada dos demais ambientes na bacia do rio Iguatemi.

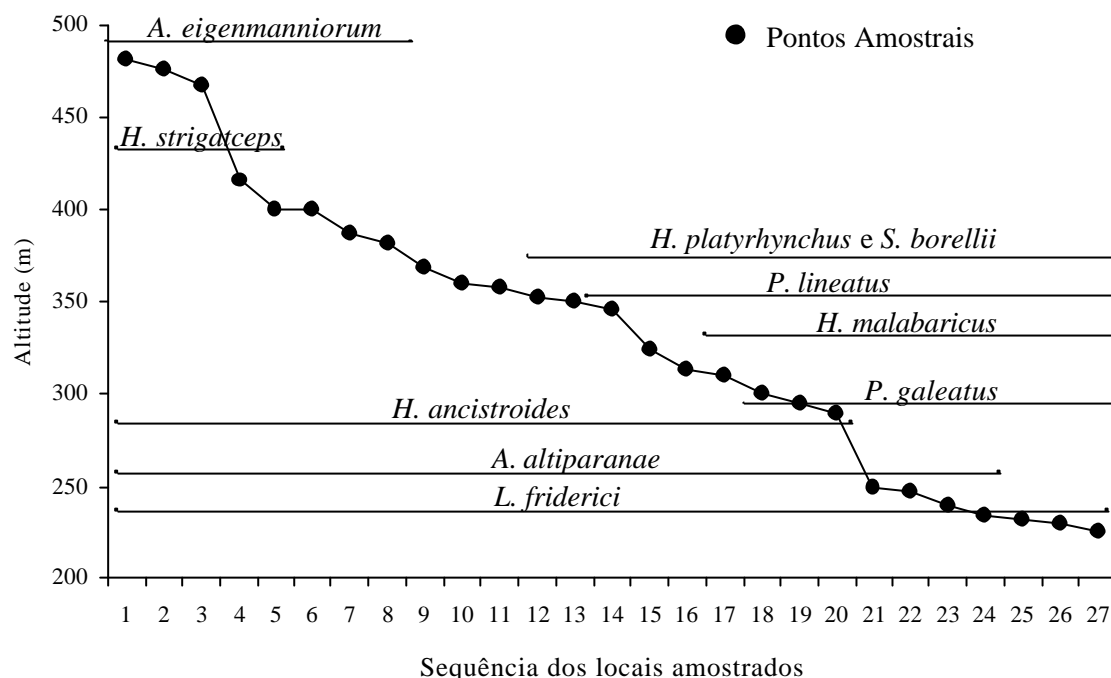


Figura 4. Distribuição altimétrica das espécies de peixes mais comuns na bacia do rio Iguatemi.

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

Discussão:

A ocorrência de uma espécie em um determinado local é o resultado da interação de vários fatores. Como os indivíduos apresentam diferenças na probabilidade de colonizar um tipo de ambiente, devido à capacidade de dispersão e efeitos da variação entre os ambientes, um grupo de ambientes com características ambientais similares

podem apresentar-se diferentes no que diz respeito à composição de espécies (OLDEN et al., 2001).

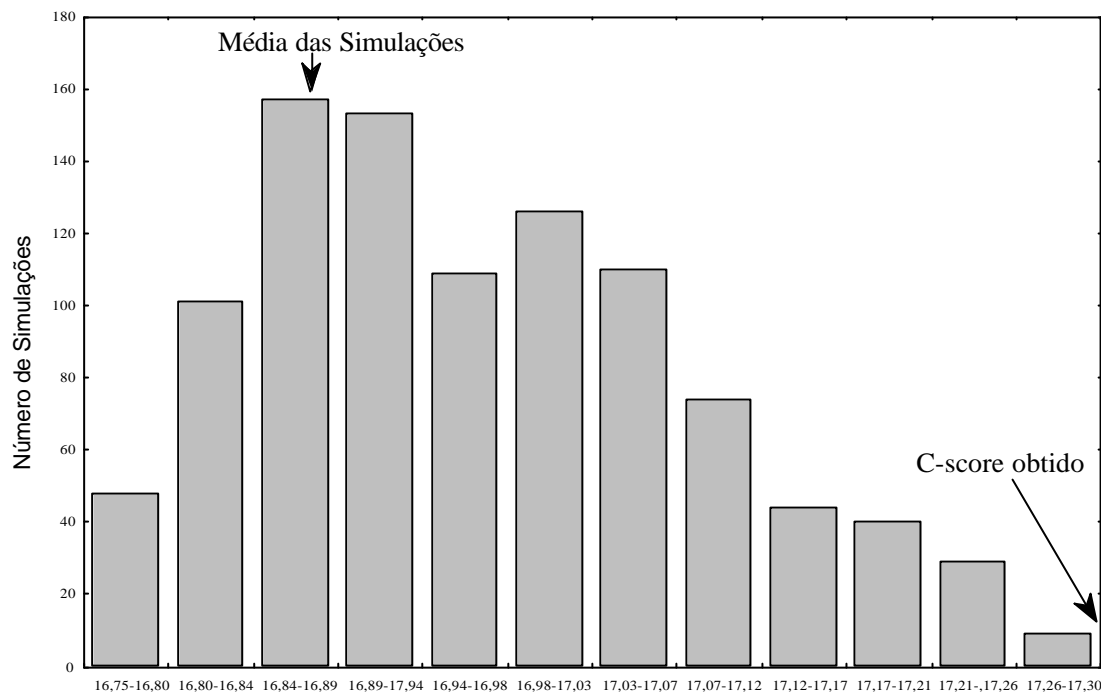


Figura 5. Histograma dos valores simulados e obtidos para o C-score na análise de co-ocorrência das espécies.

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

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

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

A diferenciação do grupo A pela TWINSPAN evidenciando a importância de espécies que ocorreram sazonalmente nos trechos de cabeceira (grupo A-2) sugere que o padrão de co-ocorrência nas comunidades de riachos pode ser influenciado pela variação temporal. No entanto, o menor autovalor (0,59) encontrado nesta divisão, sugere uma menor importância temporal no padrão de co-ocorrência observado. TAYLOR & WARREN (2001) sugerem que comunidades com elevada taxa de imigração não apresentam muitas espécies fortemente associadas e que estes locais normalmente são os trechos inferiores dos rios, mais volumosos, com baixa variabilidade ambiental e com um grande conjunto de espécies colonizadoras, o que novamente explicaria a maior separação entre as espécies de cabeceira e de trechos inferiores da bacia constatadas no presente estudo.

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

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

No presente estudo, a variação temporal no padrão de co-ocorrência, visualizado através do grupo A-2 (TWINSPAN), provavelmente é resultado de migrações ocorridas

pelas espécies que residem em lagoas marginais associadas ao rio, o que corrobora tanto o trabalho de TAYLOR & WARREN (2001), sobre a influência das migrações sobre a composição de espécies, quanto o trabalho de GROSSMAN & RATAJCZAK (1998), sobre a importância das variações temporais na disponibilidade e conseqüente uso de micro-habitats. Desta forma, pode-se afirmar que as características dos ambientes estudados juntamente com os fatores bióticos definem os padrões de co-ocorrência das espécies.

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

Bibliografia:

BENEDITO-CECÍLIO, E.; AGOSTINHO, A. A. Determination of patterns of ichthyofauna co-occurrence in the Paraná River Basin, area of influence of the Itaipú Reservoir. **Interciência**. v. 24, n. 6. p. 360-365, 1999.

BRITSKI H. A., SILIMON K. Z. de S. de, LOPES B. S. **Peixes do Pantanal, Manual de identificação**. Brasília: Embrapa – SPI, Corumbá: Embrapa – CPAP. 1999.184p.

CHERNOFF, B.; WILLINK, P. W. Ecological and geographical structure in assemblages of freshwater fishes in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. In: WILLINK, P.W.; CHERNOFF, B.; ALONSO, L.E.; MONTAMBAULT, J.R.; LOURIVAL, R. (eds.). **A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington, D.C. 2000, pp. 183-201.

CLARKE, K. R.; GREEN, R. H. Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v. 92, p. 213-226, 1988.

CONNOR, E.F.; SIMBERLOFF, D. The assembly of species communities: chance or competition? **Ecology**. v. 60, p. 1132-1140, 1979.

DIAMOND, J. M. Assembly of species communities. In: CODY, M. L.; DIAMOND, J.M. (eds). **Ecology and evolution of communities**. Harvard University Press, Cambridge. 1975. pp. 342-444.

GARAVELLO, J. C.; BRITSKI, H. A. Duas novas espécies do gênero *Leporinus* Spix, 1829, da bacia do alto rio Paraná (Teleostei, Anostomidae). **Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS, Sér. Zool.** v. 44, p. 153-165. 1987.

GARAVELLO, J. C., BRITSKI, H. A. Duas novas espécies do gênero *Schizodon* Agassiz da bacia do alto Paraná, Brasil, América do Sul (Ostariophysi, Anostomidae). **Naturalia**. v. 15, p. 153-170, 1990.

GOTELLI, N. J.; ENTSMINGER, G. L. **EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0**. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. [S. l.: s. n.], 2001. Disponível em <<http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>>. Acesso em 10 Dez. 2001.

GOULDING, M., CARVALHO, M. L., FERREIRA, E, G. **Rio Negro. Rich Life in Poor Water: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities**. SPB Academic Publishing. The Hague. 1988. 200 pp.

GROSSMAN, G. D., FREEMAN, M. C., MOYLE, P. B., WHITAKER, J. O. Stochasticity and assemblage organization in an Indiana stream fish assemblage. **American Naturalist**. v. 126, p. 275-285, 1985.

GROSSMAN, G. D., MOYLE, P. B., WHITAKER, J. O. Stochasticity in structural and functional characteristics of an Indiana stream fish assemblage: a test of community theory. **American Naturalist**. v. 120, p. 423-454, 1982.

GROSSMAN, G. D., RATAJCZAK, R. E. Jr. Long-term patterns of microhabitat use by fish in a southern Appalachian stream from 1983 to 1992: effects of hydrologic period, season and fish length. **Ecology of Freshwater Fish** v. 7, p. 108-131, 1998.

GROSSMAN, G. D., RATAJCZAK, R. E. Jr., CRAWFORD, M., FREEMAN, M. C. Assemblage organization in stream fishes: effects of environmental variation and interspecific interactions. **Ecological Monographs** . v. 68, n. 3, p. 395-420, 1998.

GUARUTTI, V.; BRITSKI, H. A. Descrição de uma nova espécie de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS, Sér. Zool.** v. 13, p. 65-88, 2000.

JACKSON, D. A.; PERES-NETO, P. R.; OLDEN, J. D. What controls who is where in freshwater fish communities - the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v. 58, p. 157-170, 2001.

MARTIN-SMITH, K. M. Relationships between fishes and habitat in rainforest streams in Sabah, Malaysia. **Journal of Fish Biology**. v. 52, p. 458-482, 1998.

MENEZES, N. A. GERY, J. Seven new Acestrorhynchin Characid species (Osteichthyes, Ostariophysi, Characiformes) with comments on the systematics of the group. **Revue Suisse Zool.** v. 90, n. 3, p. 563-592, 1983.

MENEZES, N. A. Três espécies novas de *Oligosarcus* Günther, 1864 e redefinição taxonômica das demais espécies do gênero (Osteichthyes, Teleostei, Characidae). **Bolm. Zool. Univ. S. Paulo**. v. 11, p. 1-39, 1987.

OLDEN, J. D.; JACKSON, D. A.; PERES-NETO, P. R. Spatial isolation and fish communities in drainage lakes. **Oecologia**. v.127, p.572 - 585, 2001.

ROMESBURG, H. C. **Cluster analysis for Researchers**. Lifetime Learning Publications. Belmont, CA. 1985.

STONE, L.; ROBERTS, A. The checkerboard score and species distribution. **Oecologia**. v. 85, p. 74-79, 1990.

TAYLOR, C. M.; WARREN, Jr, M. L. Dinamics in species composition of stream fish assemblages: environmental variability and nested subsets. **Ecology**. v. 82, n. 8, p. 2320-2330, 2001.

CAPÍTULO 4: ORGANIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE PEIXES EM RIACHOS DA BACIA DO RIO IGUATEMI (BRASIL-MS)

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

1 – UEMS – Unidade de Ivinhema. Av. Brasil, 679. CEP 79740-000. Ivinhema-MS. e-mail: yzel@uems.br; 2 – UNESP – Depto de Ecologia

Resumo: Como o objetivo de descrever os padrões de organização das comunidades de peixes em riachos da bacia do rio Iguatemi amostramos riachos com redes de espera e de arrasto no período de agosto/1999 a agosto/2000. Coletamos 567 indivíduos distribuídos em 24 espécies. Não constatamos influência significativa das características dos riachos sobre a riqueza, equitabilidade e log do número de indivíduos. A composição de espécies também foi pouco explicada pelas características dos riachos. Constatamos influência significativa da morfologia na distribuição em ocorrência das espécies (Mantel $r = -0,34$; $P = 0,04$), mas não na distribuição em sua abundância (Mantel $r = -0,21$; $P = 0,07$). Constatamos através do índice de co-ocorrência (C-score) das espécies que sua composição nos riachos estudados é estocástica.

Palavras-Chave: 1) Ecologia, 2) Comunidades, 3) Peixes, 4) Riachos.

Abstract: FISH COMMUNITY ORGANIZATION IN STREAMS OF IGUATEMI RIVER BASIN (MS-BRAZIL). With the objective of describing the patterns of the fish communities organization in streams of the Iguatemi river basin we sampled streams with seine nets and sieves between August/1999 to August/2000. We collected 567 individuals distributed in 24 species. We did not detect statistically significant influence of the streams characteristics upon richness, evenness and the number of individuals (ln n). The species composition was also little explained by the physical and chemical characteristics of the streams. Then we detect significant influence of the fish ecomorphology in the species occurrence (Mantel $r = -0,34$; $P = 0,04$), but not in the distribution of its abundance (Mantel $r = -0,21$; $P = 0,07$). We verified through the species co-occurrence index (C-score) that its composition in the studied streams is stochastic.

Key- Words: 1) Ecology, 2) Community, 3) Fishes, 4) Streams

Introdução:

Um das questões mais importantes em ecologia de comunidades é “Como o número e composição de espécies em um determinado local são determinados?”. Para responder a esta pergunta uma série de teorias foram postuladas, discutindo o efeito das variações temporais, espaciais, biogeográficas, entre outras.

No entanto, alguns estudos têm concentrado seus esforços em determinar se as comunidades estudadas apresentam realmente um padrão de organização, ou se são simplesmente uma combinação aleatória do pool de colonizadores potenciais. GROSSMAN et al., (1982 e 1985) sugerem que as comunidades de peixes em riachos de Indiana (EUA) sejam estocásticas, enquanto GORMAN (1986) sugere que existam fatores determinísticos regulando as comunidades de peixes.

Em regiões neotropicais são raros os estudos procurando determinar se as comunidades de peixes são determinísticas ou estocásticas, mesmo porque na maioria dos ambientes, nem mesmo existe uma listagem de espécies.

No Brasil apenas recentemente surgiram os primeiros estudos procurando descrever os padrões de organização das comunidades de peixes em riachos,

destacando-se (GUARUTTI, 1988; SABINO & CASTRO, 1990; UIEDA, 1995; AGOSTINHO & PENCZAK, 1995; PERES-NETO, 1995; SABINO & ZUANON, 1998; MAZZONI & LOBÓN-CERVIÁ, 2000, ABES & AGOSTINHO 2001, PAVANELLI & CARAMASCHI, 2003).

O presente trabalho teve como objetivo responder às seguintes perguntas:

- 1) Quais são as espécies de peixes que ocorrem nos riachos da bacia do rio Iguatemi?
- 2) Existe um padrão de organização nestas comunidades de peixes?
- 3) Quais são os fatores mais importantes na determinação da diversidade e composição de espécies nestas comunidades?

Material e Métodos:

Realizamos quatro amostragens trimestrais, iniciando-se em novembro/1999 e encerrando-se em agosto/2000. Amostramos 13 riachos apenas uma vez e um córrego (Córrego Panduí) foi amostrado duas vezes, totalizando 15 amostragens. As amostragens, no córrego Panduí, devido a seu maior porte (média 5,5 m de largura) foram realizadas com oito redes de espera com malhas variando de 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 110mm entre nós adjacentes, sendo que as redes eram armadas à tarde e recolhidas na manhã seguinte. Nos demais riachos os peixes foram amostrados somente com telas de isca (2m × 1,5m × 3m) com esforço padronizado em 20 lances por local.

Em cada local de amostragem foram anotadas as seguintes características físicas e químicas da água: temperatura °C, turbidez, pH, condutividade, oxigênio dissolvido mg/l (com o uso de um Horiba U10) além de transparência da água (disco de sechi), profundidade média do canal, largura média do canal e velocidade da correnteza. Através de uma base cartográfica foi obtida a altitude dos locais amostrados.

Os peixes foram fixados em formol a 10% e preservados em etanol a 70%, para posterior identificação e contagem. Exemplos testemunho encontram-se disponíveis no laboratório de Biologia da UEMS/Unidade de Ivinhema, sendo que alguns encontram-se no Museu de Zoologia da USP (MZUSP).

Com o objetivo de obtermos uma estimativa da riqueza total para os riachos da bacia do rio Iguatemi utilizamos o método de Jackknife (HELTSHE & FORRESTER, 1983).

A existência de um padrão de organização das comunidades foi verificada através de a comparação do índice de co-ocorrência das espécies (C-score), proposto por STONE & ROBERTS (1990), das comunidades encontradas com “comunidades nulas”, onde as espécies foram aleatoriamente distribuídas nos riachos. Para a obtenção do C-score e comparação com a comunidade nula utilizamos o software EcoSim 7.0 (GOTELLI & ENTSMINGER, 2001).

O efeito das características limnológicas e fisiográficas dos riachos sobre a diversidade (riqueza e equitabilidade) e abundância (ln do número de Indivíduos) nas comunidades de peixes foi quantificado através de uma Análise de Correlação Canônica, que funciona como uma extensão de uma Regressão Múltipla, analisando a influência de um conjunto de variáveis abióticas sobre mais de uma variável biótica. Sendo que, o valor da Redundância, representa a capacidade de um conjunto de variáveis explanatórias explicarem a variação nas variáveis resposta, sendo comparado ao r^2 de uma regressão múltipla.

A fim de verificar como as características dos riachos influenciavam a ocorrência das principais espécies de peixes, realizamos uma Análise de Correspondência Canônica, utilizando somente as espécies que representaram pelo menos 1% do número total de indivíduos coletados (12 espécies). Estas espécies somaram juntas 96,1% do total de indivíduos coletados. A significância dos eixos gerados foi testada através de uma simulação de Monte Carlo.

A influência das características dos riachos sobre a distribuição das espécies mais abundantes foi quantificada através de uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), indicada como um dos métodos mais eficientes na análise de gradiente direto em comunidades (RODRIGUEZ & LEWIS, 1997), sendo que a significância dos eixos foi testada através de uma simulação de Monte Carlo.

O efeito da morfologia das principais espécies sobre sua distribuição nos riachos estudados, foi verificada através de um teste de Mantel entre a matriz de distância ecomorfológica e a matriz de similaridade na ocorrência das espécies (Jaccard). Com o objetivo de descrever a morfologia das espécies, utilizamos 11 variáveis morfológicas

(Comprimento padrão, Altura máxima, Largura máxima, Comprimento do pedúnculo caudal, Altura do pedúnculo caudal, Comprimento da cabeça, Altura máxima da cabeça, Diâmetro do olho, Distância interorbital, Comprimento do focinho e Largura da boca), medidas com paquímetro em pelo menos três indivíduos de cada espécie. Com o objetivo de verificar se existe influência filogenética sobre a distribuição das espécies foi gerada uma matriz de distância taxonômica para as espécies analisadas, conforme descrito por (BEAUMORD, 2000). A matriz taxonômica foi comparada com a matriz de distância morfológica das espécies através do teste de Mantel (1000 permutações).

A opção pela utilização do coeficiente de Jaccard ocorreu pelo fato das amostragens não terem sido realizadas no mesmo período em todos os riachos, sendo assim a análise da ocorrência das espécies minimiza o efeito da variação sazonal na abundância das espécies.

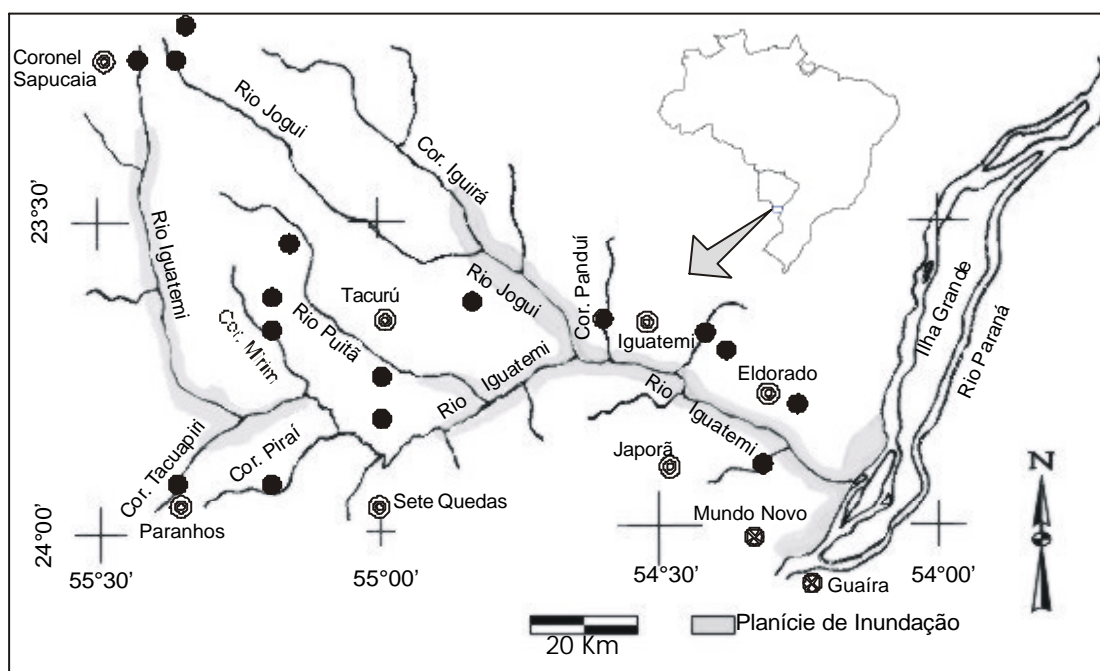


Figura 1. Localização dos riachos amostrados na bacia do rio Iguatemi-MS no período de Agosto/1999 a Agosto/2000

Os dados morfológicos foram submetidos à uma Análise Discriminante Independente do Tamanho (ADIT), proposto por REIS et al., (1990), indicada por eliminar a influência do tamanho na discriminação das espécies. Utilizamos a distância generalizada de Malanahobis entre as espécies para gerar uma matriz de distância

morfológica utilizada na realização de um teste de Mantel com a matriz de similaridade na distribuição destas espécies nos riachos estudados.

Resultados:

Coletamos 567 indivíduos, distribuídos em 24 espécies e 8 famílias. A família Characidae contribuiu com o maior número de espécies (10), seguida da família Loricariidae com 3 espécies. A espécie mais abundante foi *Astyanax eigenmaniorum* (221 ind.), seguida de *Phallocerus caudimaculatus* (164 ind.). A ordem Characiformes representou 58,3% das espécies e 52,97% dos indivíduos coletados. A abundância das três principais espécies encontradas representou 79,5% do total de indivíduos coletados. A abundância das espécies é apresentada na Tabela I.

A espécie mais constante foi *Hypostomus ancistroides* (7 riachos), seguida de *Astyanax eigenmaniorum* e *Phallocerus caudimaculatus* (4 riachos). Nove espécies ocorreram em apenas um riacho (amostra) e 5 ocorreram em apenas dois riachos. A estimativa jackknife de riqueza de espécies é de 32 espécies para os riachos da bacia do rio Iguatemi, com intervalo de confiança ($\alpha=0,05$) 26-38 espécies.

A Análise de Correspondência Canônica (CCA), realizada com os dados de ocorrência das espécies e as características dos riachos estudados permitiu explicar 44,6% (primeiros dois eixos) da variação na ocorrência das espécies e sugere que a profundidade e largura dos riachos no eixo 1 e temperatura e altitude no eixo 2, sejam os fatores mais importantes na distribuição das espécies (Figura 2).

As características dos riachos que mais influenciaram a riqueza, equitabilidade e número de indivíduos coletados foram: velocidade da correnteza, largura do riacho e pH. Sendo que o pH e a largura do riacho influenciaram positivamente a riqueza e a equitabilidade, mas influenciaram negativamente o número de indivíduos coletados (logn). No entanto o aumento da altitude e velocidade da corrente ocasionaram uma diminuição da riqueza e equitabilidade, mas também levaram a um aumento do número de indivíduos coletados (Tabela 3 e Figura 3).

Tabela 1. Lista de espécies e abundância total das espécies de peixes coletadas nos riachos da bacia do rio Iguatemi-MS no período de Novembro/1999 a Agosto/2000.

	Num. Indiv.	Freq. Ocor. %
Characiformes		
Anostomidae		
<i>Leporinus friderici</i>	7	20
<i>Leporinus silvestri</i>	1	6.6
Characidae		
<i>Astyanax altiparanae</i>	1	6.6
<i>Astyanax eigenmaniorum</i>	221	26.6
<i>Aphyocharax sp.</i>	8	6.6
<i>Bryconamericus stramineus</i>	16	20
<i>Bryconamericus exodon</i>	4	13.3
<i>Oligosarcus pintoii</i>	7	20
<i>Oligosarcus paranensis</i>	12	13.3
<i>Salminus maxillosus</i>	1	6.6
<i>Serrapinus notonelas</i>	8	20
<i>Piabina argentea</i>	9	13.3
Erythrinidae		
<i>Hoplias gr. malabaricus</i>	3	20
Prochilodontidae		
<i>Prochilodus lineatus</i>	2	13.3
Siluriformes		
Callichthyidae		
<i>Corydoras aeneus</i>	5	13.3
<i>Hoplosternum littorale</i>	1	6.6
Loricariidae		
<i>Hisonotus sp.</i>	8	20
<i>Hypostomus ancistroides</i>	19	46.6
<i>Hypostomus sp.</i>	1	6.6
Pimelodidae		
<i>Rhamdia gr. quelen</i>	1	6.6
<i>Pimelodus argenteus</i>	1	6.6
Sternopygidae		
<i>Sternopygus macrurus</i>	1	6.6
Cyprinodontiformes		
Poeciliidae		
<i>Phallocerus caudimaculatus</i>	164	26.6
<i>Phallotorynus sp.</i>	66	20

Tabela 2. Resultado da Análise de Correspondência Canônica para a ocorrência das espécies de peixes e as características dos riachos estudados.

Variáveis Ambientais	Ocorrência	
	Eixo 1	Eixo 2
PH	-0,017	0,127
Condutividade	0,136	-0,485
O ₂ dissolvido	-0,231	0,468
Turbidez	0,080	-0,112
Temperatura	-0,198	-0,652
Velocidade da Corrente	-0,187	0,455
Largura do local amostrado	-0,284	-0,492
Profundidade Média	-0,297	0,290
Altitude do local amostrado	0,109	0,568
Resumo Estatístico dos Eixos 1 e 2		
% Explicação do eixo	26,4	18,2
Correlação Espécie/Ambiente	0,970	0,976
Simulação de Monte Carlo "P"	0,048	0,031

O resultado do teste de Mantel entre as matrizes ecomorfológica e de distribuição das espécies (Jaccard), revelou que existe efeito significativo da morfologia das espécies sobre a distribuição espacial das espécies (Mantel $r = -0,34$; $P = 0,04$). Mas não existe influência filogenética sobre a morfologia das espécies analisadas (Mantel $r = 0,20$; $P = 0,34$). Sendo assim, espécies morfologicamente semelhantes apresentaram distribuição espacial similar, uma vez que o sinal negativo da correlação (Mantel r) é resultado da utilização de um índice de similaridade (Jaccard) versus um de dissimilaridade (Distância de Malanahobis).

O teste de co-ocorrência das espécies revelou que a composição de espécies nos riachos estudados é estocástica (C-score obtido = 3,05; C-score simulado = 3,09; $P = 0,67$ com 1000 permutações).

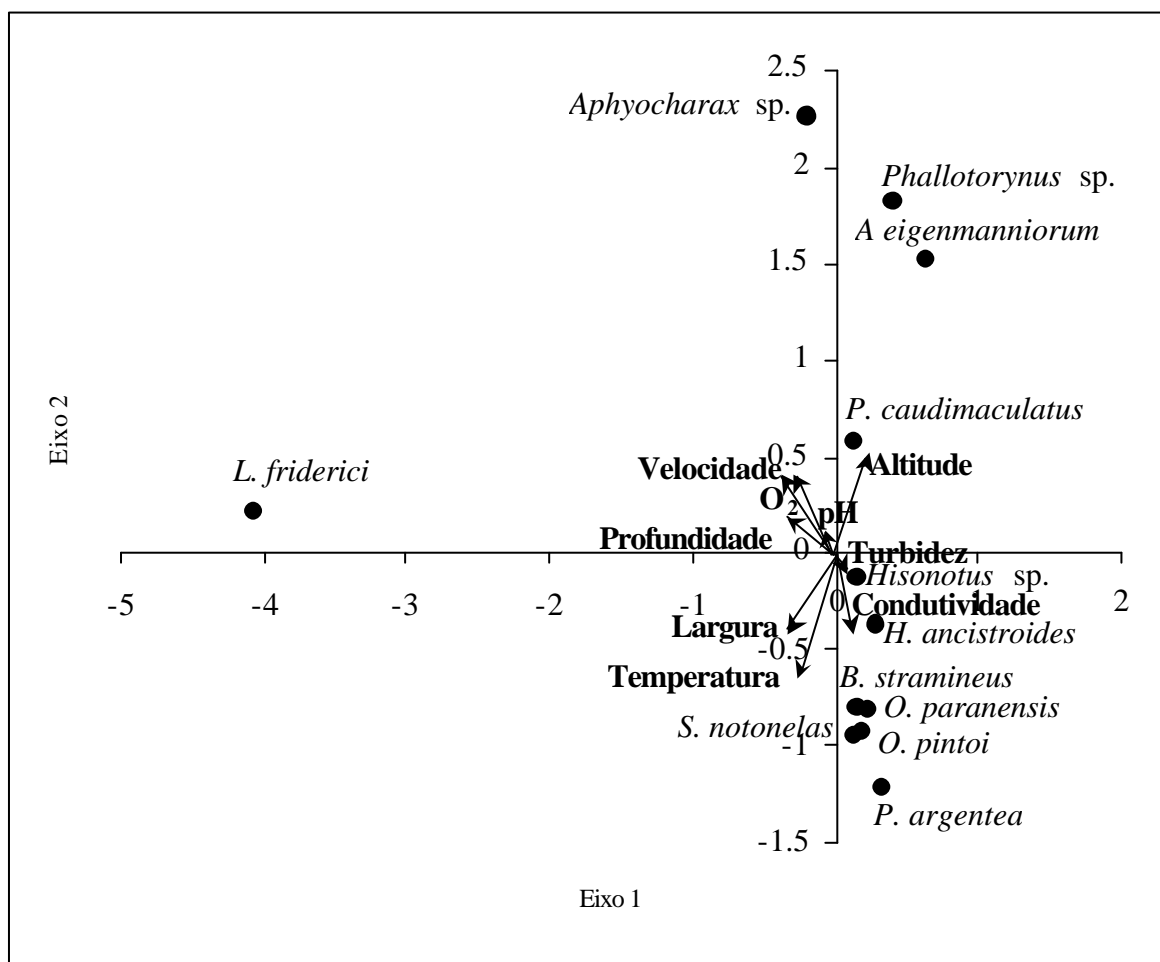


Figura 2. Gráfico de ordenação da Análise de Correspondência Canônica entre os dados de ocorrência das espécies de peixes e as características dos riachos amostrados na bacia do rio Iguatemi-MS.

Tabela 3. Fatores canônicos para as características das comunidades e as variáveis explanatórias (características dos riachos). Canonical R: 0,953; $p=0,059$

Conjunto 1 (Assembléia de peixes)		Conjunto 2 (Características dos riachos)	
Redundância	78,62%	Redundância	24,78%
Variável	Fator Canônico	Variável	Fator Canônico
Riqueza de Espécies	0,116068	pH	0,354305
Num. Indiv. (Log n)	-0,819337	Condutividade	0,216703
Equitabilidade	0,070848	O ₂ dissolvido	0,019019
		Turbidez	0,133532
		Temp. da água	0,170965
		Veloc. da Corrente	-0,525080
		Largura do riacho	0,447640
		Profundidade média	-0,056236
		Altitude	-0,334183

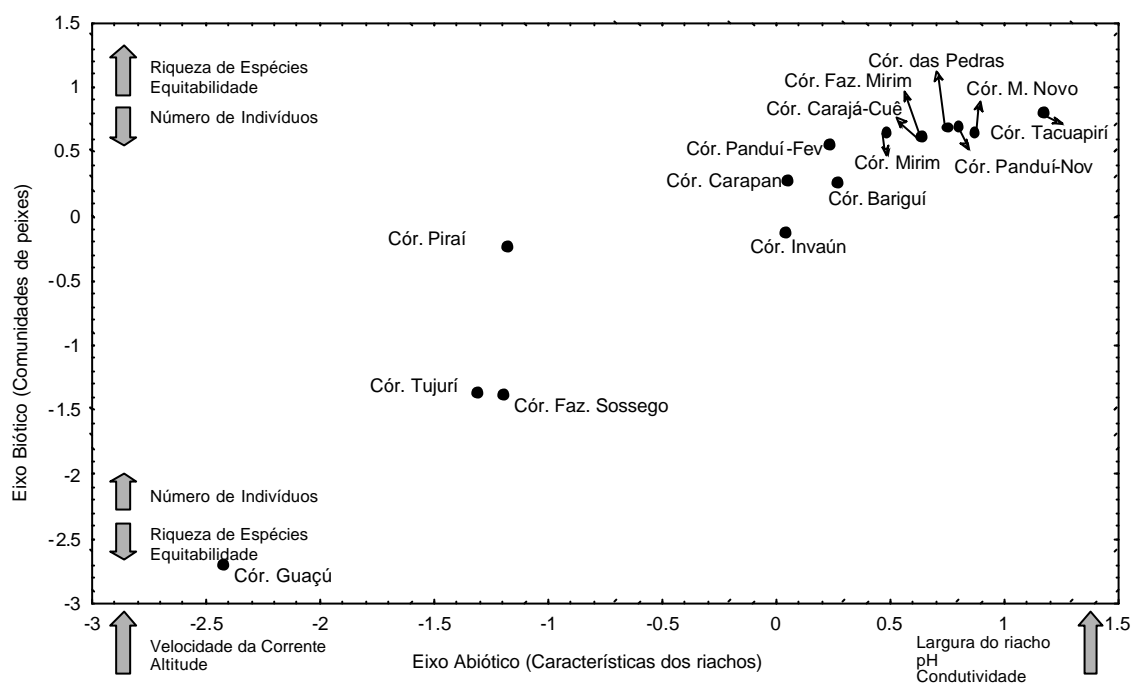


Figura 3. Scatterplot da Análise de Correlação Canônica entre as características das comunidades de peixes e as características dos riachos estudados na bacia do rio Iguatemi-MS.

Discussão:

O predomínio de Characiformes tanto em número de espécies quanto em número de indivíduos observado para os riachos da bacia do rio Iguatemi segue o padrão neotropical. A maioria das espécies encontradas é de pequeno porte e não migratória, com exceção de *L. friderici*, *L. silvestri* e *P. lineatus*. No entanto, cabe ressaltar que estas espécies ocorreram geralmente em riachos mais profundos (*L. silvestri* e *P. lineatus*).

As espécies do gênero *Astyanax* apresentam ampla distribuição geográfica, principalmente quando se considera a ictiofauna de riachos da bacia do alto rio Paraná. Contudo a distribuição de *A. eigenmanniorum* é fortemente influenciada pela altitude, não ocorrendo acima de 660m de altitude (CARAMASCHI, 1986). Acreditamos que, no presente estudo, dois fatores sejam importantes na determinação da abundância desta espécie, suas exigências específicas quanto à estrutura do habitat e o número reduzido de competidores, uma vez que as espécies coexistentes com *A. eigenmanniorum*

apresentam-se muito diferentes quanto à ocupação de nicho (*Hisonotus* sp., *P. caudimaculatus*, *Phallotorynus* sp. e *H. ancistroides*).

O fato de *P. caudimaculatus* se apresentar como uma das espécies mais abundantes corrobora outros estudos em riachos da bacia do alto rio Paraná (CARAMASCHI, 1986; BARRETO, 1995; PAVANELLI & CARAMASCHI, 1997), sendo que sua ocorrência apenas em riachos com maior nível de degradação ambiental (desmatamento e assoreamento) corroboram a idéia de seu melhor desempenho neste tipo de ambiente (CARAMASCHI, 1986; BARRETO, 1995).

Segundo a estimativa jackknife de riqueza de espécies, cerca de 81% das espécies foram amostradas, o que, considerando que a maioria dos riachos foi amostrada uma única vez permite concluir que estas foram bem caracterizadas.

Através da Análise de Correspondência Canônica (CCA) constatamos que o principal fator que diferencia as comunidades estudadas foi o volume dos riachos, através da maior importância da profundidade e largura dos riachos, uma vez que várias espécies ocorreram exclusivamente em riachos de maior volume (*L. friderici*, *L. silvestri* e *P. lineatus*), fato que aliado à importância da altitude no segundo eixo, reflete a importância das diferenças hidrológicas entre pequenos riachos e os de maior volume (POFF & ALLAN, 1995; MARTIN-SMITH, 1998; TAYLOR & WARREN, 2001; entre outros). A importância da temperatura da água sobre a ocorrência das espécies, constatada através da CCA sugere que existe influência sazonal sobre a ocorrência das espécies, resultado da distribuição irregular das amostragens, que se concentraram principalmente em Fevereiro e Agosto.

No presente estudo constatamos uma baixa correlação entre as características dos riachos estudados e a diversidade (riqueza e equitabilidade) e número de indivíduos, resultado este que pode ser resultado da realização de apenas uma amostragem para a maioria dos riachos e/ou do elevado nível de degradação ambiental em que se encontram os riachos, praticamente sem vegetação ripária e muito assoreados, tornando-se sujeitos a grandes variações limnológicas, o que torna estes ambientes estressantes para a ictiofauna, e alterando as características originais das comunidades. No entanto, apesar da não significância dos eixos constata-se que os resultados mantêm a diferenciação entre pequenos riachos e os de maior volume, através da importância da velocidade da corrente e pH (maiores nos riachos de cabeceira) e da largura dos riachos

(maior nos riachos de planície), diferenciação também constatada em outros estudos (UIEDA & BARRETO, 1999; MAY & BROWN, 2002; BISTONI & HUED, 2002; SÚAREZ & PETRERE-JÚNIOR, cap. 3).

A correlação significativa entre morfologia e distribuição espacial das espécies evidencia a importância da morfologia das espécies de peixes na determinação do uso de micro-habitats, sugerindo que a morfologia das espécies pode ser utilizada como preditora de sua distribuição espacial, corroborando o trabalho de DOUGLAS & MATTHEWS (1992).

A correlação positiva encontrada sugere, no entanto, que a competição esperada entre espécies morfologicamente semelhantes, segundo o princípio de Gause, não é um fator importante na distribuição das espécies por nós estudadas, o que sugere que, conforme proposto por MaCARTHUR & LEVINS (1967), as espécies morfologicamente semelhantes podem coexistir desde que não ultrapassem um “limite de similaridade” onde a competição seria forte demais.

A despeito das amostragens não terem sido realizadas ao mesmo tempo em todos os locais GROSSMAN & RATAJCZAK (1998) estudando o uso de micro-habitat pelas espécies de peixes em um riacho da Carolina do Norte (EUA), constataram que, as variações no uso de habitats pelas espécies estudadas foram ocasionadas pela variação sazonal, influenciando a disponibilidade de micro-habitats e que a maioria das espécies apresentou um uso não-aleatório desses micro-habitats.

Em outro estudo, no mesmo riacho, GROSSMAN et al. (1998) sugerem que apesar da variação sazonal permitir a ocorrência de espécies migradoras de trechos inferiores do riacho, esta aparentemente não interfere, significativamente, no uso de micro-habitat das espécies residentes. Sendo assim, a utilização apenas das espécies mais abundantes e de um índice qualitativo de similaridade na ocorrência sugere que os resultados encontrados quanto à morfologia, relação com fatores abióticos e distribuição das espécies sejam válidos.

Uma dúvida que paira no ar é: se existe influência significativa dos fatores ambientais e da morfologia sobre a distribuição das espécies por que motivo a análise de co-ocorrência das espécies sugere um padrão aleatório de composição de espécies?

SÚAREZ & PETRERE (capítulo 1) sugerem que a zonação longitudinal foi o principal fator responsável pela diferenciação na ocorrência das espécies, levando

também ao padrão determinístico de co-ocorrência. Para os riachos, não constatamos a mesma amplitude de variação de altitude, apresentando baixo coeficiente de variação (CV=19,2%) quando comparado aos rios Jogui e Iguatemi que apresentaram coeficiente de variação de 31,9 e 30,7% respectivamente.

Então, a menor variação na altitude, associada ao maior nível de degradação e a não realização de amostragens sazonais nos riachos podem ter interagido e levado ao padrão estocástico na co-ocorrência das espécies.

Vários estudos, quando analisando aspectos do determinismo e estocasticidade nas comunidades de peixes, sugerem que um dos grandes problemas é a forma de quantificar o determinismo (GORMAN, 1986). Assim alguns autores utilizam somente as espécies “mais abundantes”, justificando que as espécies “raras” acabam gerando resíduos na análise, fato que interagindo com os fatores acima citados também podem ter levado ao resultado obtido, uma vez que a análise de co-ocorrência foi a única que utilizou todas as espécies identificadas.

Inúmeros estudos têm sugerido que as alterações na estrutura física dos habitats levam a alterações estruturais nas comunidades de peixes (FAUSCH, et al., 1990; SMITH et al., 1997, BARRELLA, 1998, entre outros). No entanto, para os riachos aqui estudados devido à ausência de estudos anteriores e mesmo de áreas ainda preservadas que possam servir de área controle dificultam a melhor discussão quanto aos efeitos do desmatamento na organização das comunidades de peixes bem como a análise da relação espécie-ambiente.

Agradecimentos: À FAPESP (Processo nº 99/07719-1), UEMS, UNESP e CNPq pelo financiamento parcial deste projeto. K. G. Lopes, I. A. Aquino e M. L. Bezerra pela ajuda no trabalho de campo. À Flávio C. T. Lima (MZUSP – São Paulo), pelo auxílio taxonômico.

Bibliografia:

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**, v. 445, p. 217-227, 2001.

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

BARRELLA, V. Alterações das comunidades de peixes nas bacias dos rios Tietê e Paranapanema, SP, devido à poluição e ao represamento. **Tese de Doutorado**, UNESP, Rio Claro. 1998.

BARRETO, M. G. Caracterização da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, Bacia do rio Tietê, Botucatu, São Paulo. **Dissertação de Mestrado**, UNESP, Botucatu-SP, 123 + II p. 1995.

BEAUMORD, A. C. The ecology and ecomorphology of fish assemblages of the Paraná-Paraguay river basin in Brazil. **Ph.D. Dissertation**. University of California, Santa Barbara. 123p. 2000.

BISTONI, M. A.; HUED, A. C. Patterns of fish species richness in rivers of the central region of Argentina. **Brazilian Journal of Biology**. v. 62, n. 4B, p. 753-764, 2002.

CARAMASCHI, E. P. Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do Tiete e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu-SP). **Tese de Doutorado**, UFSCAR, Sao Carlos, 245 p, 1986.

DOUGLAS, M. E.; MATTHEWS, W. J. Does morphology predict ecology? Hypothesis testing within a freshwater stream fish assemblage. **Oikos**. v. 65, p. 213-224, 1992.

FAUSCH, K. D.; LYONS, J.; KARR, J. R.; ANGERMEIER, P. L. Fish communities as indicators of Environmental degradation. **Amer. Fish. Soc. Symp.**, v. 8, p. 123-144, 1990.

GORMAN, O. T. Assemblage organization of stream fishes: The effect of rivers on adventitious streams. **The American Naturalist**, v. 128, n. 4, p. 611-616, 1986.

GOTELLI, N.; ENTSMINGER, G. L. **EcoSim: null model software for ecology. Version 7.0.** Kesy-Bear and Acquired Intelligence, Inc. URL <http://home-pages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>. Acesso em 10 Dez. 2001.

GROSSMAN, G. D., RATAJCZAK, R. E. Jr. Long-term patterns of microhabitat use by fish in a southern Appalachian stream from 1983 to 1992: effects of hydrologic period, season and fish length. **Ecology of Freshwater Fish** v. 7, p. 108-131, 1998.

GROSSMAN, G. D., RATAJCZAK, R. E. Jr., CRAWFORD, M., FREEMAN, M. C. Assemblage organization in stream fishes: effects of environmental variation and interspecific interactions. **Ecological Monographs** . v. 68, n. 3, p. 395-420, 1998.

GROSSMAN, G. D.; FREEMAN, M. C.; MOYLE, P. B.; WHITAKER, J. O. Stochasticity and assemblage organization in an Indiana stream fish assemblage. **Am. Nat.** v. 126, p. 275-285, 1985.

GROSSMAN, G. D.; MOYLE, P. B.; WHITAKER, J. O. Stochasticity in structural and functional characteristics of an Indiana stream fish assemblage: a test of community theory. **Am. Nat.** v. 120, p. 423-454, 1982

GUARUTTI, V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, Bacia do rio Paraná. **Rev. Bras. Biol.** v. 48, p. 747-759, 1988.

HELTSHE, J. F.; FORRESTER, N. E. The jackknife estimate of species richness. **Biometrics**, v. 39, p. 1-11, 1983.

MACARTHUR, R. H.; LEVINS, R. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. **Amer. Nat.** v. 101, p. 377-385. 1967.

- MARTIN-SMITH, K. M. Relationships between fishes and habitat in rainforest streams in Sabah, Malaysia. **Journal of Fish Biology**. v. 52, p. 458-482, 1998.
- MAY, J. T.; BROWN, L. R. Fish communities of the Sacramento River Basin: implications for conservation of native fishes in the central, California. **Environmental Biology of Fishes**. v. 63, p. 373-388, 2002.
- MAZZONI, R.; LOBÓN-CERVIÁ, J. Longitudinal structure, density and production rates of a neotropical stream fish assemblage: the river Ubatiba in the Serra do Mar, Southeast Brazil. **Ecography**, v. 23, p. 588-602, 2000.
- PAVANELLI, C. S.; CARAMASCHI, E. P. Composition of the ichthyofauna of two small tributaries of the Paraná river, Porto Rico, Paraná State, Brazil. **Ichthyological Explorations and Freshwaters**. v. 8, n. 1, p. 23-31, 1997.
- PERES-NETO, P. R. Estrutura das comunidades de peixes ao longo de um gradiente lótico de um rio costeiro do leste brasileiro (rio Macacu, RJ). **Dissertação de Mestrado**, UFRJ, Rio de Janeiro, 87 p. 1995.
- POFF, N. L.; ALLAN, J. D. Functional organization of stream fish assemblages in relation to hidrological variability. **Ecology**, v. 76, n. 2, 606-627. 1995.
- REIS, S. F.; PESSOA, L. M.; STRAUSS, R. E. Application of size-free canonical discriminant analysis to studies of geographical differentiation. **Rev. Bras. Gen.** v. 13, p. 509-520, 1990.
- RODRÍGUEZ, M. A.; LEWIS, W. M. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. **Ecological Monographs**. v. 67, n. 1, p. 109-28. 1997.

SABINO, J.; CASTRO, R. M. C. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta atlântica (Sudoeste do Brasil). **Rev. Bras. Biol.** v, 50, n. 1, p. 23-26, 1990.

SABINO, J.; ZUANON, J. A stream fish assemblage in Central Amazonian: distribution, activity patterns, and feeding behavior. **Ichthyology Explorations Of Freshwaters.** v. 8, n. 3, p. 201-210, 1998.

SMITH, W. S.; BARRELLA, W. CETRA, M. Comunidade de peixes como indicadora de poluição ambiental. **Rev. Bras. Ecol.**, v. 1, p. 67-71, 1997.

STONE, L.; ROBERTS, A. The checkerboard score and species distribution. **Oecologia**, v. 85, p. 74-79, 1990.

SÚAREZ, Y. R.; PETRERE-JÚNIOR, M. (cap 3.). Associações de espécies de peixes em ambientes lóticos da bacia do rio Iguatemi-MS. In: SÚAREZ, Y. R. **Estrutura das comunidades de peixes na bacia do rio Iguatemi-MS.** Tese de Doutorado. Rio Claro (SP), UNESP, 2004, 92p.

TAYLOR, C. M.; WARREN, Jr, M. L. Dynamics in species composition of stream fish assemblages: environmental variability and nested subsets. **Ecology.** v. 82, n. 8, p. 2320-2330, 2001.

UIEDA, V. S. Comunidade de peixes de um rio litorâneo: Composição, Habitat e Hábitos. **Tese de Doutorado**, UNICAMP, Campinas-SP, 229p. 1995.

UIEDA, V. S.; BARRETO, M. G. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecias.** v. 1, n. 1, p. 55-67, 1999.

CAPÍTULO 5: CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE PEIXES NA BACIA DO RIO IGUATEMI-MS

Yzel Rondon Suárez^{1, 2} & Miguel Petreire Júnior²

1 – UEMS – Unidade de Ivinhema. Av. Brasil, 679. CEP 79740-000. Ivinhema-MS. e-mail: yzel@uems.br; 2 – UNESP – Depto de Ecologia

Resumo: Com o objetivo de descrever as principais características das comunidades de peixes na bacia do rio Iguatemi amostragens trimestrais foram realizadas em diferentes ambientes. Encontramos 72 espécies de peixes, sendo que a estimativa jackknife é de 92 espécies, com intervalo de confiança ($\alpha=0.05$) variando entre 83 e 101. A ordem Characiformes predominou em riqueza de espécies em todos os ambientes. No entanto, os Siluriformes foram mais abundantes no rio Iguatemi. A Análise de Similaridade sugere que as lagoas se diferenciam de todos os demais ambientes estudados, e os riachos se diferenciam dos rios Jogui e Puitã quanto a composição de espécies. Porém não há influência das características limnológicas nesta diferenciação. O número de indivíduos coletados apresentou diferença significativa entre os ambientes. Somente os rios Jogui e Iguatemi apresentaram comunidades determinísticas.

Palavras-Chave: Ecologia de Peixes, Bacia do rio Iguatemi, Organização de comunidades.

Abstract: FISH COMMUNITIES CHARACTERIZATION IN IGUATEMI RIVER BASIN-MS. Aiming to describe the main characteristics of the fish community in Iguatemi river basin three-months samples were carried out different habitats. We obtained 72 fish species, estimating a total of 92 by jackknife, with confidence interval ($\alpha=0.05$) between 83 and 101. Characiformes was the predominant Order in species richness in all habitats. However, Siluriformes were more abundant in Iguatemi River. The Similarity Analysis suggests that fish species composition of marginal lakes was statistically different from all other habitats. The streams fish community differs from Jogui and Puitã rivers, but limnological characteristics are not important in this differentiation. The number of individuals is statistically different between these habitats. Only Iguatemi and Jogui Rivers presented deterministic fish species composition.

Key- Words: Fish Ecology, Iguatemi River basin, Community organization.

Introdução:

As atividades antrópicas normalmente atuam negativamente sobre as comunidades de peixes, desde os pequenos córregos até os grandes rios (ARAÚJO, 1998). Estas alterações nas comunidades, em nível de bacia hidrográfica, são resultado tanto das mudanças na qualidade da água oriundas de contaminação pontual quanto de poluição difusa e até mesmo alterações no regime hidrológico (STEIN et al., 2002).

As espécies de pequeno porte, que compõem a maior parte da ictiofauna neotropical (CASTRO, 1999; SHIBATTA & CHEIDA, 2003), são fortemente dependentes da vegetação da vegetação marginal e são extremamente ameaçadas pelas alterações ocorridas em nível de bacia hidrográfica, na maioria das vezes associada a atividades agropecuárias (CASTRO et al., 2003).

Alterações nas comunidades de peixes como resultado de ações antrópicas são bem documentadas em regiões temperadas (KARR, 1981; FAUSCH *et al.*, 1984; FAUSCH, et al., 1990; SULLIVAN, 2000; MAY & BROWN, 2002). No Brasil, apenas recentemente têm surgido estudos nesta linha (ARAÚJO, 1998; SMITH et al., 1999; BARRELLA & PETRERE, 2003).

Apesar do crescente número de trabalhos enfocando o papel das características ambientais sobre a determinação das comunidades de peixes, praticamente inexistem estudos comparando os diferentes ambientes aquáticos de uma mesma bacia hidrográfica. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é caracterizar as comunidades de peixes em diferentes locais da bacia do rio Iguatemi, procurando responder às seguintes questões:

- 1) Quantas e quais espécies de peixes ocorrem na bacia do rio Iguatemi?
- 2) Como se agrupam os ambientes estudados de acordo com a abundância das espécies e características limnológicas?
- 3) Existe diferença significativa na composição de espécies de peixes entre os diferentes locais na bacia do rio Iguatemi?
- 4) Existe diferença significativa nos valores médios dos parâmetros das comunidades entre os locais estudados?

Material e Métodos:

Realizamos quatro amostragens em: Novembro/1999, Fevereiro/2000, Maio/2000 e Agosto/2000, com oito redes de espera (10 x 1,5m) com malhas de 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 110mm entre nós adjacentes. As redes eram armadas à tarde e recolhidas na manhã seguinte. Com o objetivo de se obter a maior representatividade possível da ictiofauna, nos riachos, também foram realizadas amostragens com telas de sombrite (malha de 2 mm), adaptadas para utilização como rede de arrasto (1,5m × 3m) com esforço padronizado em 20 lances por local. O rio Iguatemi foi coletado em oito locais, o rio Jogui em 3 locais, o rio Puitã em 2 e mais 14 riachos amostrados, totalizando 27 pontos amostrais. O córrego Panduí, foi amostrado duas vezes, enquanto os demais riachos foram amostrados apenas uma vez. Amostramos 13 lagoas sendo 12 marginais ao rio Iguatemi e uma marginal ao córrego Panduí (Figura 1). Ao todo realizamos 73 amostragens de peixes.

Os dados limnológicos foram utilizados também para a realização de uma Análise de Função Discriminante, utilizada para verificar se existe diferença significativa nas características limnológicas entre os ambientes estudados e quais variáveis melhor discriminam os ambientes.

Com o objetivo de verificar se existe diferença significativa para os parâmetros das comunidades (Riqueza, Equitabilidade, Diversidade de Shannon e Número de Indivíduos coletados) entre os ambientes estudados realizamos análises de Kruskal-Wallis, uma vez que mesmo após transformação não foi obtida homogeneidade de variâncias.

Para cada ambiente, os dados de ocorrência das espécies foram organizados em matrizes para realização de uma Análise de Co-ocorrência das espécies (C-score), onde, através de comparações com comunidades nulas foi verificada se as comunidades de peixes dos ambientes estudados são determinísticas, ou seja possuem um padrão claro de co-ocorrências das espécies, ou se variam ao acaso. Tanto o cálculo do C-score quanto a comparação com comunidades nulas foi realizada através do software Ecosim (Gotelli & Entsminger, 2001).

Resultados:

Em todos os ambientes estudados coletamos 1.158 indivíduos, distribuídos em 72 espécies e 21 famílias, 21 espécies ocorreram apenas uma vez e 11 espécies ocorreram apenas duas vezes. A riqueza estimada pelo método jackknife para a bacia é de 92 espécies, sendo que o intervalo de confiança ($\alpha=0,05$) é de 83 a 101 espécies. A família Characidae apresentou ampla maioria das espécies (20), seguida da família Pimelodidae (9).

A ordem Characiformes predominou tanto em número de espécies (47,2%) quanto em número de indivíduos (53,6%). Em todos os ambientes amostrados constatase a predominância em riqueza dos Characiformes, mas esta é mais marcante nos riachos, nas lagoas e no rio Puitã (Tabelas 1 e 2). Em número de indivíduos o rio Iguatemi se destaca por ser o único ambiente em que os Siluriformes predominaram, apesar da pequena diferença. Na tabela 3 apresentamos a listagem e abundância total das espécies coletadas na bacia do rio Iguatemi.

A análise de agrupamento realizada com os dados de abundância relativa das espécies de peixes na bacia do rio Iguatemi evidencia a diferença na composição de espécies entre os ambientes estudados (Figura 2-A), ocorrendo a formação clara de dois grupos, sendo o primeiro formado pelos riachos, que se diferenciam pela elevada dominância de *A. eigenmanniorum* que não ocorreu nas lagoas e no rio Puitã e pela elevada abundância de *P. caudimaculatus*, que ocorreu somente nos riachos.

Tabela 1. Número relativo de espécies por ordem coletadas nos diferentes ambientes da bacia do rio Iguatemi-MS, no período de Agosto/1999 a Agosto/2000.

Ordem	Rio Iguatemi	Riachos	Lagoas	Rio Jogui	Rio Puitã	Geral
Characiformes	50,0	58,3	57,1	48,4	63,6	47,2
Siluriformes	44,0	33,3	28,6	41,9	9,1	36,1
Gymnotiformes	3,0	-	5,7	9,7	9,1	6,9
Perciformes	3,0	-	5,7	-	18,2	5,6
Cyprinodontiformes	-	8,4	-	-	-	2,8
Symbranchiformes	-	-	2,9	-	-	1,4

Utilizando as características limnológicas, apenas as lagoas se isolam dos demais ambientes (Figura 2-B). A Análise Discriminante indica que existem diferenças limnológicas entre os ambientes estudados (Wilk's lambda = 0,517; F = 2,19; p = 0,003), sendo estas diferenças influenciadas pela condutividade e concentração de oxigênio dissolvido (Tabela 4) que apresentaram menores valores nas lagoas.

Tabela 2. Número relativo de indivíduos por ordem coletados nos diferentes ambientes da bacia do rio Iguatemi-MS, no período de Agosto/1999 a Agosto/2000.

Ordem	Rio Iguatemi	Riachos	Lagoas	Rio Jogui	Rio Puitã	Geral
Characiformes	48,1	52,9	69,0	42,5	74,3	53,7
Siluriformes	49,1	6,5	25,9	54,3	5,7	24,1
Gymnotiformes	0,9	-	0,9	3,2	2,9	0,9
Perciformes	1,9	-	4,2	-	17,1	1,4
Cyprinodontiformes	-	40,6	-	-	-	19,9
Symbranchiformes	-	-	-	-	-	-

Tabela 3. Lista e Abundância total das espécies de peixes coletados na bacia do rio Iguatemi-MS, coletadas no período de Agosto/1999 a Agosto/2000.

Espécies	Num. Indivíd.	Freq. Ocorr.
Characiformes		
Anostomidae		
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch 1794)	40	27,5
<i>Leporinus lacustris</i> (Campos 1945)	3	1,4
<i>Leporinus silvestri</i> (Boulenger, 1902)	6	7,2
<i>Leporinus sp.</i>	2	2,9
<i>Schizodon borellii</i> (Boulenger, 1900)	14	13,0
<i>Schizodon intermedius</i> (Garavello & Britski, 1990)	4	2,9
<i>Schizodon nasutus</i> (Kner, 1859)	10	8,7
Characidae		
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Reinhardt, 1874)	13	8,7
<i>Aphyocharax sp.</i>	8	1,4
<i>Astyanax altiparanae</i> (Guarutti & Britski, 2000)	24	20,3
<i>Astyanax eigenmaniorum</i> (Cope, 1894)	234	11,6
<i>Bryconamericus exodon</i> (Eigenmann 1907)	8	8,7
<i>Bryconamericus stramineus</i> (Eigenmann 1908)	16	4,3
<i>Hypheosobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	-	5,8
<i>Hypheosobrycon cf. anisitsi</i> (Eigenmann 1907)	-	1,4
<i>Moenkhausia sanctae-filomenae</i> (Steindachner, 1907)	-	4,3
<i>Myloplus levis</i> (Eigenmann & McAtee, 1907)	1	1,4
<i>Oligosarcus paranensis</i> (Menezes & Géry, 1983)	23	7,2
<i>Oligosarcus pintoii</i> (Campos, 1945)	9	5,8
<i>Piabina argentea</i> (Reinhardt, 1866)	9	2,9
<i>Roeboides paranensis</i> (Pignalberi, 1975)	1	1,4
<i>Roeboides prognatus</i> (Eigenmann, 1915)	1	1,4
<i>Salminus maxillosus</i> (Valenciennes, 1849)	4	5,8
<i>Serrapinus notonelas</i> (Eigenmann, 1915)	14	18,8
<i>Serrapinus sp.</i>	2	2,9
<i>Serrasalmus marginatus</i> (Valenciennes, 1847)	11	2,9
<i>Serrasalmus spilopleura</i> (Kner, 1860)	4	4,3
Erythrinidae		
<i>Hoplerithrinus unitaeniatus</i> (Spix, 1829)	17	4,3
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	74	36,2
Lebiasinidae		
<i>Pyrhulina australis</i> (Eigenmann & Kennedy, 1903)	-	7,2
Curimatidae		
<i>Steidachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	9	11,6

Tabela 3. Continuação...

Espécies	Num. Indivíd.	Freq. Ocorr.
Crenuchidae		
<i>Characidium af. lagsantense</i> (Travassos, 1947)	5	7,2
Cynodontidae		
<i>Raphiodon vulpinus</i> (Agassiz, 1829)	3	4,3
Prochilodontidae		
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	43	17,4
Siluriformes		
Ageneiosidae		
<i>Ageneiosus brevifilis</i> (Valenciennes, 1840)	1	1,4
<i>Ageneiosus valenciennesi</i> (Bleeker, 1864)	1	1,4
Auchenipteridae		
<i>Auchenipterus nuchalis</i> (Spix & Agassiz, 1829)	2	2,9
<i>Parauchenipterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	47	14,5
<i>Parauchenipterus striatulus</i> (Steindachner, 1877)	5	4,3
Callichthyidae		
<i>Callichthyes callichthyes</i> (Linnaeus, 1758)	1	1,4
<i>Corydoras aeneus</i> (Gill, 1858)	5	2,9
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	38	10,1
Doradidae		
<i>Doras eigenmanni</i> (Boulenger, 1895)	2	2,9
<i>Pterodoras granulosus</i> (Valenciennes, 1821)	7	5,8
Loricariidae		
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	58	24,6
<i>Hypostomus sp.</i>	18	5,8
<i>Hypostomus sp2.</i>	1	1,4
<i>Hypostomus strigaticeps</i> (Regan, 1908)	37	10,1
<i>Hisonotus sp.</i>	8	4,3
<i>Loricariichthyes platymetopon</i> (Isbrücker & Nijssen, 1979)	14	8,7
<i>Sturisoma sp.</i>	1	1,4
Pimelodidae		
<i>Hemisorubim platyrhynchus</i> (Valenciennes, 1840)	12	11,6
<i>Iheringthys labrosus</i> (Kröyer, 1874)	1	1,4
<i>Pimelodella gracilis</i> (Valenciennes, 1836)	4	2,9
<i>Pimelodus argenteus</i> (Lacepède, 1803)	1	1,4

Tabela 3. Continuação...

Espécies	Num. Indivíd.	Freq. Ocorr.
<i>Pimelodus fur</i> (Lütken, 1874)	1	1,4
<i>Pimelodus maculatus</i> (Lacepède, 1803)	1	1,4
<i>Pimelodus ornatus</i> (Kner, 1858)	1	1,4
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Agassiz, 1829)	3	4,3
<i>Rhamdia gr. quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	10	10,1
Gymnotiformes		
Apterodontidae		
<i>Apterodontus gr. brasiliensis</i> (Reinhardt, 1852)	1	1,4
Gymnotidae		
<i>Gymnotus gr. carapo</i> (Linnaeus, 1758)	4	5,8
Sternopygidae		
<i>Eigenmannia trilineata</i> (Lopez & Castello, 1966)	2	2,9
<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes, 1847)	1	1,4
<i>Sternopygus macrurus</i> (Schneider, 1801)	2	5,8
Perciformes		
Cichlidae		
<i>Aequidens plagiозonatus</i> (Kullander, 1984)	12	7,2
<i>Cichasoma dimerus</i> (Heckel, 1840)	2	1,4
<i>Crenicichla britski</i> (Kullander, 1982)	1	1,4
Scienidae		
<i>Plagioscion squamosissinus</i> (Heckel, 1840)	2	2,9
Cyprinodontiformes		
Poeciliidae		
<i>Phallotorynus sp.</i>	66	4,3
<i>Phallocerus caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	164	5,8
Symbranchiformes		
Symbranchidae		
<i>Symbranchus marmoratus</i> (Bloch, 1795)	-	1,4

Através da ANOSIM, constatamos que existe diferença significativa na composição de espécies entre os ambientes estudados (ANOSIM $r = 0,153$; $P = 0,001$), sendo que as lagoas se diferenciam significativamente de todos os locais e os riachos se diferenciaram também dos rios Puitã e Iguatemi (Tabela 6), não existindo, contudo, correlação significativa entre estas diferenças nas comunidades de peixes e as características limnológicas dos ambientes (Mantel $r = -0,30$; $P = 0,26$). Apesar do fato

do rio Puitã ter se mostrado mais similar às lagoas na análise de agrupamento (Figura 2-A) este resultado não se repetiu na ANOSIM, sendo que estes locais apresentaram-se estatisticamente diferentes quanto à composição de espécies.

Dentre os parâmetros da estrutura das comunidades apenas o número de indivíduos variou de forma significativa entre os ambientes (Tabela 5), apresentando maiores valores nos riachos e menores nos rios Iguatemi e Puitã.

A estimativa Jackknife de riqueza de espécies evidencia que os rios Jogui e Iguatemi foram os ambientes que apresentaram maior riqueza estimada, enquanto o rio Puitã e os riachos amostrados apresentam as menores riquezas estimadas (Figura 3).

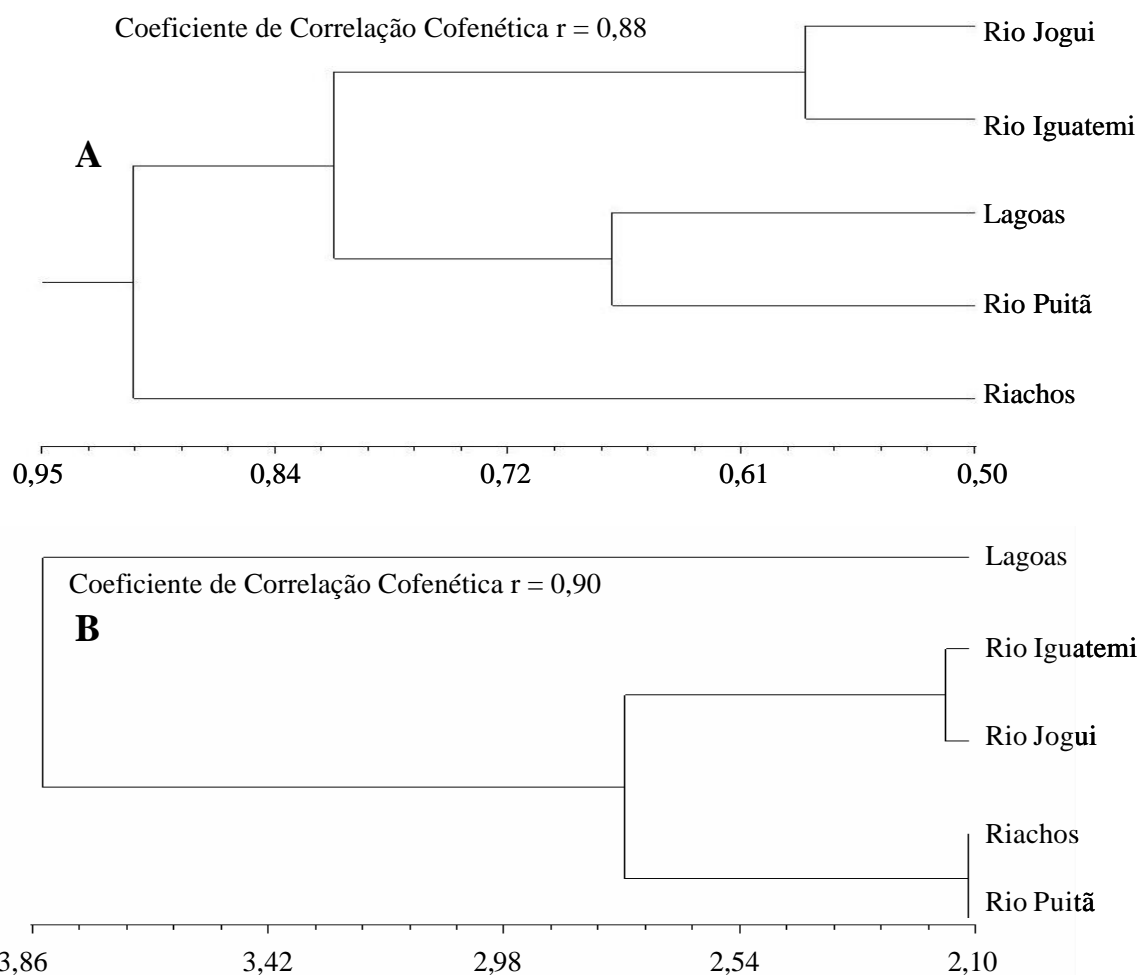


Figura 2. Dendrograma de similaridade dos locais estudados na bacia do rio Iguatemi através da abundância relativa (Bray Curtis) das espécies (A) e dados limnológicos (Distância Euclidiana) (B).

A curva de rarefação (Figura 4) mantém, parcialmente, o padrão constatado através da estimativa jackknife, mantendo os rios Jogui e Iguatemi como os ambientes

com maior riqueza de espécies, mesmo após sua correção para amostras pequenas. No entanto, a mesma análise demonstra que o rio Puitã apresenta um padrão de incremento de espécies muito similar ao das lagoas, enquanto os riachos passam a ser o ambiente menos diversificado.

O resultado da análise de co-ocorrência para os ambientes estudados na bacia do rio Iguatemi sugere que as comunidades de peixes dos riachos estudados, as lagoas marginais e o rio Puitã apresentam uma combinação aleatória de espécies (Tabela 7). A análise de co-ocorrência para todas as espécies na bacia apesar de ter encontrado um C-score acima do simulado para as comunidades nulas não permite descartar a hipótese de distribuição ao acaso das espécies, uma vez que a probabilidade de cometer erro tipo I é grande (C-score = 13,97; P=0,105).

Tabela 4. Resultado da análise discriminante com as características limnológicas dos ambientes estudados na bacia do rio Iguatemi-MS.

Variáveis	Raiz Canônica 1	F
PH	-0,206	0,274 ns
Condutividade	-0,427	4,065***
O ₂ dissolvido	-0,652	5,451***
Turbidez	-0,222	1,834 ns
Temperatura da água	-0,003	0,477 ns
R Canônico	0,659 **	

ns = não significativo

*** Significativo a P<0,001

Tabela 5. Valores médios de Riqueza, Número de Indivíduos, Diversidade e Equitabilidade dos ambientes estudados na bacia do rio Iguatemi-MS e resultado do teste de Kruskal-Wallis.

Ambiente	Riqueza	Número de Indivíduos	Diversidade (H')	Equitabilidade
Rio Iguatemi	3,5	7,8	1,77	0,914
Riachos	3,5	37,8	1,36	0,805
Lagoas	4,4	16,6	1,99	0,883
Rio Jogui	5,7	12,7	2,05	0,818
Rio Puitã	3,7	8,7	1,91	0,945
Kruskal-Wallis	6,60 ns	9,76 *	8,90 ns	4,71 ns

ns = não significativo

* Significativo a P<0,05

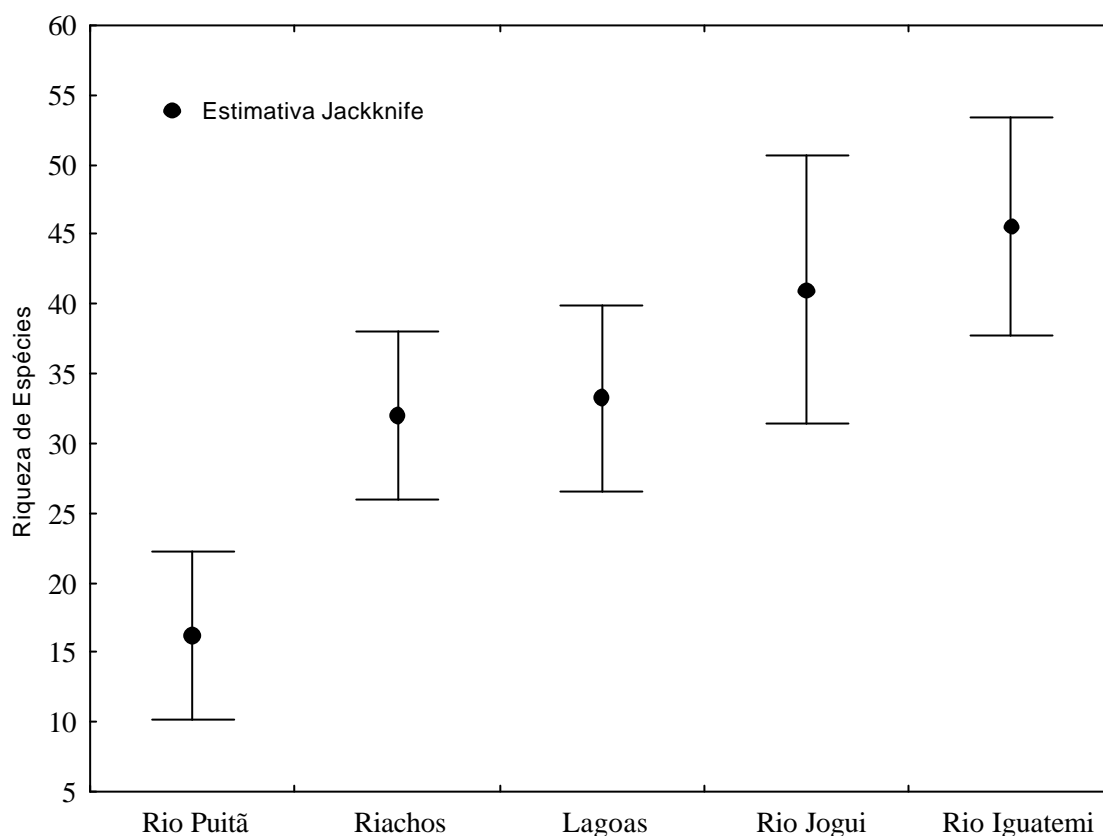


Figura 3. Estimativa Jackknife e intervalo de confiança da riqueza de espécies para os diferentes locais na bacia do rio Iguatemi-MS.

Tabela 6. Valores de “P” para a ANOSIM entre os pares de ambientes estudados.

Ambientes	Rio Iguatemi	Rio Jogui	Rio Puitã	Riachos	Lagoas
Rio Iguatemi	-				
Rio Jogui	0,504	-			
Rio Puitã	0,170	0,249	-		
Riachos	0,001	0,625	0,022	-	
Lagoas	0,002	0,001	0,023	0,002	-

Tabela 7. Resultado da análise de co-ocorrência de espécies, nos ambientes estudados na bacia do rio Iguatemi, no período de Agosto/1999 a Agosto/2000.

Ambiente	C-score simulado	C-score encontrado	P	Co-ocorrência
Rio Iguatemi	37,07	38,39	0,009	Determinística
Riachos	3,08	3,05	0,630	Estocástica
Lagoas	20,07	19,93	0,598	Estocástica
Rio Jogui	2,26	2,52	0,000	Determinística
Rio Puitã	6,944	6,833	0,753	Estocástica
Bacia toda	13,85	13,97	0,105	Estocástica

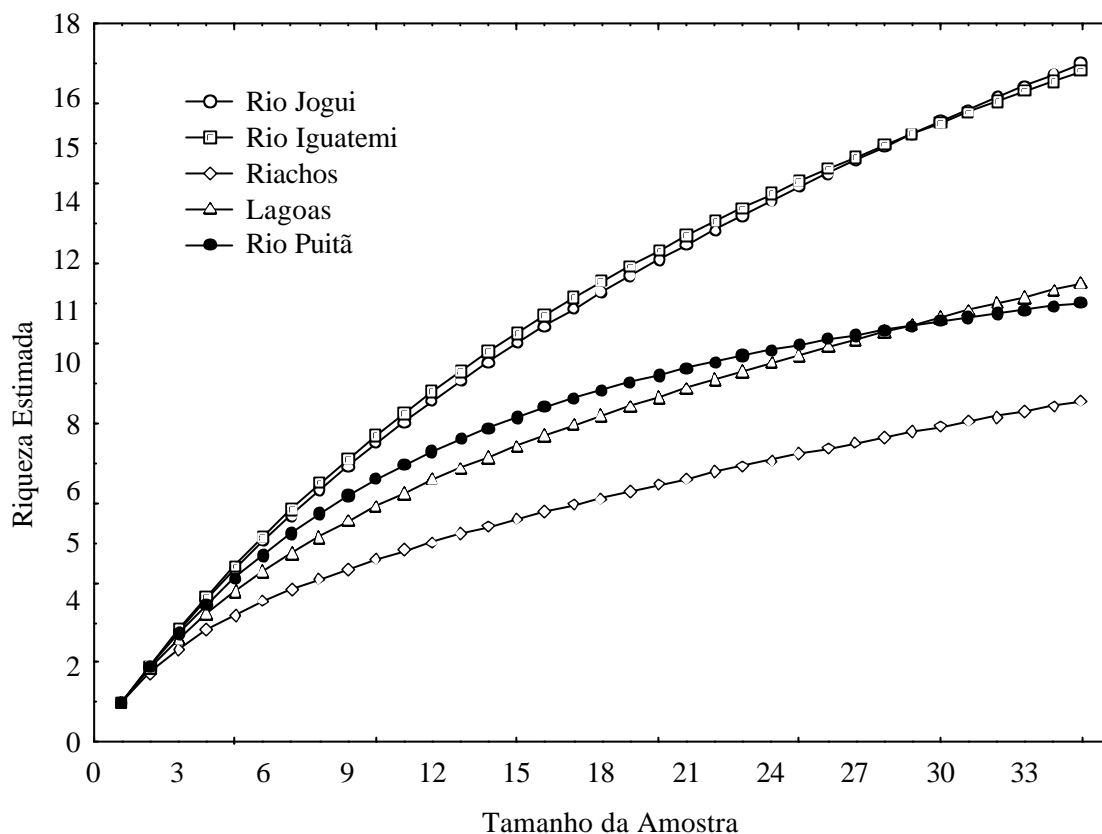


Figura 4. Curva de rarefação dos ambientes estudados na bacia do rio Iguatemi-MS

Discussão:

A predominância dos Characiformes, para os dados totais da bacia, mantém o padrão neotropical. Porém, analisando a variação da abundância e riqueza por ordens para os diferentes ambientes estudados na bacia do rio Iguatemi, constatamos que o rio Puitã e as lagoas apresentam maior predomínio dos Characiformes, quando comparado aos demais ambientes.

Esta acentuada predominância é similar ao obtido em diversos estudos em ambientes lênticos (CORDIVIOLA DE YUAN, 1980; BONETTO et al., 1981; CASTRO & ARCIFA, 1987; VERÍSSIMO, 1994; OKADA et al., 2003; FERREIRA, 1998; MESCHIATTI, et al., 2000; SÚAREZ et al., 2001), o que, associado ao resultado similar encontrado na análise de agrupamento, com maior semelhança na composição de espécies entre o rio Puitã e as lagoas marginais, sugere que o rio Puitã, estruturalmente é mais similar às lagoas.

A aparente contradição encontrada na comparação entre os resultados da análise de agrupamento e da ANOSIM quanto à similaridade entre as lagoas e o rio Puitã pode ser resultado de: 1) menor número de amostras no rio Puitã (4 amostras) o que diminui o número possível de aleatorizações; 2) realização da análise de agrupamento com os dados totais de abundância das espécies encontradas. Considerando a proporção das espécies entre as ordens analisadas (Tabela 1) acreditamos que a interação dos fatores acima citados tenha levado a uma falsa diferenciação entre o rio Puitã e as Lagoas, sugerindo também uma fragilidade do método (ANOSIM) de maximizar as diferenças entre grupos de locais quando estes (ou pelo menos um deles) apresentam poucas amostras.

A inexistência de correlação significativa entre as características limnológicas e a abundância das espécies dos ambientes estudados permite levantar duas hipóteses: 1) As características limnológicas utilizadas são insuficientes para uma caracterização biológica dos diversos ambientes e 2) Não existe relação entre as características limnológicas e as comunidades de peixes.

PETRY et al. (2003) estudando as comunidades de peixes em diversos ambientes da planície de inundação do rio Paraná, encontraram correlação significativa entre as características ambientais e a distribuição das espécies (eixo 1 DCA e Eixo 1 PCA, Pearson $r=-0,47$), utilizando praticamente as mesmas variáveis utilizadas por nós, sendo incluída apenas a profundidade e utilizando uma adaptação de dois métodos de análise de gradiente indiretos (DCA e PCA), ou seja, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson dos eixos destas análises.

O método utilizado por PETRY et al. (2003) difere pouco, filosoficamente, do teste de Mantel, aqui utilizado, uma vez que o princípio deste teste é a realização de uma análise de correlação de Pearson dos valores encontrados nas matrizes. Neste caso o tamanho das amostras de PETRY et al., (2003) com $N=19$ e o presente estudo com $N=5$ (número de ambientes na matriz), pode ter sido o diferencial entre os resultados obtidos, uma vez que o valor de correlação de Mantel obtido por PETRY et al., (2003) também é “baixo”, o que sugere que o resultado por eles encontrado pode ser um artifício do tamanho da amostra.

A utilização de métodos de coleta diferentes no presente estudo compromete o resultado de uma DCA (utilizando os dados de abundância), inviabilizando a comparação entre os métodos.

A inexistência de relação entre os parâmetros limnológicos e a distribuição das espécies, corroboraria as idéias de inúmeros autores quanto as comunidades de peixes neotropicais (BONETTO et al., 1969; GOULDING, 1988; SAINT-PAUL et al., 2000, entre outros). No entanto, nossos resultados, não foram obtidos em condições semelhantes às dos trabalhos acima citados, uma vez que a bacia do rio Iguatemi encontra-se muito impactada pelas ações antrópicas, principalmente o desmatamento e assoreamento de seu leito.

BARRELLA et al., (2000) comentam que os diferentes biótopos dentro das bacias possuem diferentes composições e funcionamentos. Sendo assim, as lagoas marginais, as matas inundadas, os brejos e outros biótopos apresentam características biológicas e abióticas distintas entre si, mas mantendo a interdependência, uma vez que as diferentes espécies animais podem migrar entre os biótopos ao longo de seu ciclo vital, hipótese que justifica as diferenças biológicas observadas entre os ambientes e permite sugerir que a inclusão de novas variáveis poderiam descrever melhor as diferenças entre os ambientes, permitindo a obtenção de uma correlação significativa entre as características ambientais e distribuição das espécies.

A análise de co-ocorrência das espécies (C-score) sugere que a bacia apresenta um conjunto aleatório de espécies, sendo que, dos ambientes estudados apenas os rios Jogui e Iguatemi teriam comunidades determinísticas, fato que pode ser atribuído à marcante zonação longitudinal observada (SÚAREZ & PETRERE, cap 1.) levando à formação de um grupo de espécies co-ocorrentes no trecho superior estatisticamente diferente das espécies no trecho inferior destes rios.

BONETTO et al. (1969) estudando lagoas formadas pela retração no nível das águas na seca sugere que as comunidades de peixes nestas lagoas sejam estocásticas, uma vez que não foram encontradas diferenças ambientais entre as lagoas que justifiquem as diferenças encontradas nas comunidades. SAINT-PAUL et al. (2000) analisando as comunidades de peixes em áreas alagáveis da Amazônia levantam argumento semelhante.

As lagoas estudadas na bacia do rio Iguatemi apresentam baixa cobertura de macrófitas aquáticas, o que representa importante fator estruturador das comunidades de peixes de lagoas (SÚAREZ et al., 2001; OKADA et al., 2003), uma vez que aumentam a complexidade dos habitats, fornecendo abrigo, alimento e minimizando o stress sobre as comunidades, ocasionado pelas alterações limnológicas durante o período de retração do nível da água. Desta forma, a falta desta proteção, pode levar a uma alteração no ritmo de migração (rio-lagoa) aumentando a variabilidade na composição de espécies destas lagoas e tornando suas comunidades estocásticas.

O rio Puitã apresenta-se em elevado estado de degradação ambiental, com alteração de seu curso original e com o predomínio de várias espécies típicas de ambientes lênticos (*A. lacustris*, *P. lineatus* e *A. plagiozonatus*), o que levou a maior similaridade entre este local e as lagoas marginais estudadas (Figura 2-A), o que sugere que ao iniciar um novo processo “sucessional” estas alterações ambientais neste rio podem ter tornado estas comunidades estocásticas.

Nos riachos estudados, metade das espécies (12 espécies) apresentaram abundância inferior a 1% do total de indivíduos coletados, principalmente como resultado de alguns riachos que praticamente não apresentaram peixes, sendo que riachos como os riachos Tacuapirí e Mirim apresentaram 2 e 3 indivíduos, respectivamente, sendo que em ambos os casos, cada indivíduo pertencia a uma espécie. Fato que justifica a estocasticidade encontrada para este grupo de ambientes, e que é reforçado pela influência significativa das variáveis ambientais sobre a distribuição das espécies (CCA) realizada apenas com as espécies mais abundantes.

As erosões que ocorrem em toda a bacia estão carreando grande quantidade de sedimento para os trechos finais do rio Iguatemi. A descarga de sedimento dos rios Jogui e Puitã no rio Iguatemi pode ser observado comparando a concentração média de sólidos totais dissolvidos no rio Iguatemi à montante dos rios Jogui e Puitã, e à jusante, sendo que a concentração aumenta de 0,30 g/l para 0,64 g/l, evidenciando o efeito da descarga de sedimento destes dois rios sobre as características limnológicas do rio Iguatemi e conseqüentemente sobre as comunidades de peixes.

Os trechos da bacia do rio Iguatemi mais impactadas pela ação do assoreamento são os trechos finais dos rios Jogui e Iguatemi, o rio Puitã e os riachos da região de Paranhos. No rio Jogui, durante o período de seca, surgem bancos de areia em suas

margens. O rio Puitã, no trecho amostrado entre Tacurú e Sete Quedas, parte do rio abandonou seu leito original, formando “piscinas” em suas margens.

Este nível de impacto ambiental corrobora os resultados de BEAUMORD (2000) que constatou uma diversificação menor de nicho no trecho final do rio Iguatemi, quando comparado a outros locais com maior integridade da vegetação ripária. Sendo assim, é possível que tenha ocorrido uma simplificação das comunidades como resultado das ações antrópicas e esta simplificação tenha alterado o padrão original de organização das comunidades.

Agradecimentos: À FAPESP (Processo nº 99/07719-1), UEMS, UNESP e CNPq pelo financiamento parcial deste projeto. K. G. Lopes, I. A. Aquino e M. L. Bezerra pela ajuda no trabalho de campo. À Flávio C. T. Lima (MZUSP – São Paulo), pelo auxílio taxonômico.

Bibliografia:

ARAÚJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 58, n. 4, p. 547-558, 1998.

BARRELLA, W., PETRERE JÚNIOR, M. Fish community alterations due to pollution and damming in Tietê and Paranapanema rivers (Brazil). **River Res. Applic.**, v. 19, p. 59-76, 2003.

BARRELLA, V. PETRERE, M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas ciliares: Conservação e Recuperação**. EDUSP, São Paulo, p. 197-207, 2000.

BEAUMORD, A. C. The Ecology and Ecomorphology of Fish Assemblages of the Paraná-Paraguay River Basin in Brazil. **Ph.D. Dissertation**. University of California, Santa Barbara. 123p. 2000.

BONETTO, A. A.; CORDIVIOLA DE YUAN, E.; PIGNALBERI, C.; OLIVEROS, O. Ciclos hidrológicos del río Paraná y las poblaciones de peces contenidas en las cuencas temporarias de su valle de inundación. **Physis**. v. 29. n. 78. p. 213-223, 1969.

BONETTO, A. A. ROLDÁN, D.; PIGNALBERI, C.; OLIVEROS, O. Algunos aspectos estructurales y ecológicos de la ictiofauna del sistema Iberá (Corrientes, Argentina). **Ecosur**, Corrientes, v. 8, n. 15, p. 79-89, 1981.

CASTRO, R. M. C.; ARCIFA, M. S. Comunidades de peixes de reservatórios no sul do Brasil. **Rev. Bras. Biol.** v. 47, n. 4, p. 493-500, 1987.

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. (Eds) **Ecologia de peixes de riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, v. 6; PPGR-UFRJ. Rio de Janeiro. p.139-155, 1999.

CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L.; SANTOS, H. F.; FERREIRA, K. M.; RIBEIRO, A. C.; BENINE, R. C.; DARDIS, G. Z. P.; MELO, A. L. A.; STOPIGLIA, R.; ABREU, T. X.; BOCKMANN, F. A.; CARVALHO, M.; GIBRAN, F. Z.; LIMA, F. C. T. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. **Biota Neotropica**. v. 3, n. 1, p. 1-35, 2003.

CLARKE, K. R., GREEN, R. H. Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v. 92, p. 213-226. 1988.

CORDIVIOLA DE YUAN, E. Campaña limnológica "Keratella I" en el río Paraná Medio: Taxocenosis de peces de ambientes leníticos. **Ecologia**, v. 4. p. 103-113, 1980

FAUSCH, K. D.; LYONS, J.; KARR, J. R.; ANGERMEIER, P. L. Fish communities as indicators of Environmental degradation. **Amer. Fish. Soc. Symp.**, v. 8, p. 123-144, 1990.

FERREIRA, A. G. Caracterização de lagoas marginais do rio Mogi-Guaçu na estação ecológica de Jataí: Composição quantitativa da ictiofauna. **Tese de Doutorado**, São Carlos: UFSCAR. 211 p., 1998.

GOTELLI, N. J.; ENTSMINGER, G. L. **EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0**. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. [S. l.: s. n.], 2001. Disponível em <<http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>>. Acesso em 10 Dez. 2001.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L.; FERREIRA, E. G. 1988. **RIO NEGRO. RICH LIFE IN POOR WATER: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities**. SPB Academic Publishing. The Hague. 200 pp.

KARR, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries**, v. 6, n. 6, p. 21-27. 1981.

MAY, J. T.; BROWN, L. R. Fish communities of the Sacramento River Basin: implications for conservation of native fishes in the central, California. **Environmental Biology of Fishes**. v. 63, p. 373-388, 2002.

MESCHIATTI, A. J.; ARCIFA, M. S. FENERICH-VERANI, N. Fish communities associated with macrophytes in Brazilian floodplain lakes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 58, p. 133-143, 2000.

OKADA, E. K., AGOSTINHO, A. A., PETRERE JÚNIOR, M., PENCSEK, T. Factors affecting fish diversity and abundance in drying ponds and lagoons in the upper Paraná River basin, Brazil. **Ecohydrology & Hydrobiology**. , v. 3, n. 1, p. 97 - 110, 2003.

PETRY, A. C.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. Spatial variation of the fish assemblage structure from the upper rio Parana floodplain, Brazil, in a dry year. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 15, n. 1, p. 1 - 13, 2003.

SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.; CORREA, M. A. V.; GARCIA, M.; FABRÉ, N. N. BERGER, U. JUNK, W. J. Fish communities in central Amazonian white- and blackwater floodplains. **Environmental Biology of Fishes**, v. 57, p. 235-250, 2000.

SHIBATTA, O. A.; CHEIDA, C. C. Composição em tamanho dos peixes (Actinopterygii, Teleostei) de ribeirões da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 20, n. 3., p. 469-473, 2003.

SMITH, W. S. A estrutura das comunidades de peixes da bacia do rio Sorocaba em diferentes situações ambientais. **Dissertação de Mestrado**, USP/CRHEA, São Carlos, 121p., 1999.

STEIN, J. L.; STEIN, J. A.; NIX, H. A. Spatial analysis of anthropogenic river disturbance at regional and continental scales: identifying the wild rivers of Australia. **Landscape and Urban Planning**. v. 60, p. 1-25, 2002.

SÚAREZ, Y. R., PETRERE JÚNIOR, M., CATELLA, A. C. Factors determining the structure of fish communities in Pantanal lagoons (MS, Brazil). **Fisheries Management and Ecology**, v.8, n.2, p.173-186, 2001.

SÚAREZ, Y. R., PETRERE JÚNIOR, M. (cap 1). Estrutura das comunidades de peixes em dois rios Neotropicais (Brasil). In: SÚAREZ, Y. R. **Estrutura das comunidades de peixes na bacia do rio Iguatemi-MS**. Tese de Doutorado. Rio Claro (SP), UNESP, 2004, 92p.

SULLIVAN, D. J. **Fish communities and their relation to environmental factors in the Eastern Iowa Basins in Iowa and Minnesota, 1996**. Water Resources Investigations Report. USGS. Iowa, 2000, 23p.

VERÍSSIMO, S. 1994. Variações na composição da ictiofauna em três lagoas sazonalmente isoladas. na planície de inundação do alto rio Paraná. ilha Porto Rico. PR-Brasil. **Dissertação de Mestrado**. UFSCAR. São Carlos. 77 p.

Considerações Finais:

Nossos resultados sugerem que para os ambientes lóticos estudados na bacia do rio Iguatemi, existe uma diferenciação longitudinal na ocorrência e abundância das espécies de peixes, conforme os pressupostos do Conceito do Rio Contínuo (VANNOTE et al., 1980) como resultado, principalmente, das diferenças hidrológicas entre riachos de cabeceira os trechos de maior volume, assim como constatado em inúmeros estudos (ANGERMEIER & KARR, 1983; POFF & ALLAN, 1995; PERES-NETO, 1995; MARTIN-SMITH, 1998; TAYLOR & WARREN, 2001; OBERDORFF et al., 2001, entre outros). No entanto, não constatamos variação sazonal na composição de espécies, contrariando o trabalho de JUNK et al., (1989), fato que foi atribuído a uma forte relação entre as espécies e as características de micro-habitat dos locais estudados, o que minimiza o impacto das migrações sazonais sobre a organização das comunidades (GROSSMAN et al., 1998) e gera um padrão muito consistente de associações entre espécies.

Nossos resultados não suportam, completamente o incremento na diversidade (em suas várias formas) ao longo deste gradiente, uma vez que no rio Iguatemi a riqueza acumulada em todas amostragens passou de 9 nas cabeceiras para 11 no trecho final, contrariando inúmeros estudos (VANNOTE et al., 1980; GUARUTTI, 1988; BISTONI & HUED, 2002, entre outros). Esta “baixa” riqueza obtida no trecho final pode ser resultado da perda de complexidade espacial, que teria levado a uma simplificação das comunidades (BEAUMORD, 2000).

Então, quando analisadas no âmbito da bacia hidrográfica, apesar de existirem diferenças significativas na composição de espécies entre os ambientes estas diferenças nem sempre foram relacionadas às características ambientais (limnológicas e fisiográficas) de cada ambiente, o que pode ser consequência do elevado nível de degradação ambiental de alguns trechos da bacia, alterando o padrão original de distribuição e abundância das espécies de peixes.

Nossos resultados sugerem ainda que apenas os rios Jogui e Iguatemi apresentam comunidades de peixes nos determinísticas dos ambientes estudados, resultado da zonação longitudinal na ocorrência das espécies observada nestes rios, enquanto os demais ambientes apresentam comunidades estocásticas.

Finalmente, entre as 72 espécies de peixes identificadas na bacia do rio Iguatemi pelo menos uma espécie (*Phallotorynus* sp.) é desconhecida pela ciência, contudo, se uma bacia fica uma dúvida: Se em uma bacia tão afetada pelas alterações antrópicas ainda existem espécies desconhecidas pela ciência, quantas outras espécies podem ter sido extintas antes mesmo destas amostragens terem sido realizadas?

Bibliografia Geral:

ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, p. 117-135, 1983.

ANGERMEIER, P. L.; SCHLOSSER, I. J. 1989. Species-area relationships for stream fishes. **Ecology**. 70 (5): 1450-1462.

BEAUMORD, A. C. The ecology and ecomorphology of fish assemblages of the Paraná-Paraguay river basin in Brazil. **Ph.D. Dissertation**. University of California, Santa Barbara. 123p. 2000.

BISTONI, M. A.; HUED, A. C. Patterns of fish species richness in rivers of the central region of Argentina. **Brazilian Journal of Biology**. v. 62, n. 4B, p. 753-764, 2002.

BONETTO, A. A.; CORDIVIOLA DE YUAN, E.; PIGNALBERI, C.; OLIVEROS, O. Ciclos hidrológicos del río Parana y las poblaciones de peces contenidas en las cuencas temporarias de su valle de inundación. **Physis**. v. 29. n. 78. p. 213-223, 1969.

CLEMENTS, F. E. Plant succession: analysis of the development of vegetation. **Publ. Carnegie Inst. Wash.**, p. 1-512, 1916

GLEASON, H. The individualistic concept of plant association. **Bull. Torrey Bot. Club.**, v. 53, p. 1-20, 1926.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L.; FERREIRA, E, G. 1988. **RIO NEGRO. RICH LIFE IN POOR WATER: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities**. SPB Academic Publishing. The Hague. 200 pp.

GROSSMAN, G. D., RATAJCZAK, R. E. Jr., CRAWFORD, M., FREEMAN, M. C. Assemblage organization in stream fishes: effects of environmental variation and interspecific interactions. *Ecological Monographs*, v. 68, n. 3, p. 395-420, 1998.

GROSSMAN, G. D.; FREEMAN, M. C.; MOYLE, P. B.; WHITAKER, J. O. Stochasticity and assemblage organization in an Indiana stream fish assemblage. **Am. Nat.** v. 126, p. 275-285, 1985.

GROSSMAN, G. D.; MOYLE, P. B.; WHITAKER, J. O. Stochasticity in structural and functional characteristics of an Indiana stream fish assemblage: a test of community theory. **Am. Nat.** v. 120, p. 423-454, 1982

GUARUTTI, V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, Bacia do rio Paraná. **Rev. Bras. Biol.** v. 48, p. 747-759, 1988.

HUGUENI, B. West African rivers as biogeographic islands: species richness of fish communities. **Oecologia**, v. 79, p. 236-243, 1989.

INOUE, M.; NUNOKAWA, M. Effects of longitudinal variations in stream habitat structure on fish abundance: an analysis based on subunit-scale habitat classification. **Freshwater Biology**. v. 47, p. 1594-1607, 2002.

JACKSON, D. A; HARVEY, H. H. Biogeographic associations in fish assemblages: Local vs. Regional processes. **Ecology**. 70 (5): 1472-1484. 1989.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The Flood Pulse Concept in river-floodplain Systems. pp. 110-127. In: Dodge, D. P. **Proceedings of the International Larger River Symposium**, Ottawa, Canadá. 1989.

MARTIN-SMITH, K. M. Relationships between fishes and habitat in rainforest streams in Sabah, Malaysia. *Journal of Fish Biology*, v. 52, p. 458-482, 1998.

MATTHEWS, W. J. Fish Faunal "breaks" and stream order in the eastern and central United States. **Environmental Biology of Fishes**. v. 17, n. 2, p. 81-92. 1986.

OBERDORFF, T.; HUGUENY, B.; VIGNERON, T. Is assemblage variability related to environmental variability? An answer for riverine fish. **Oikos**, v. 93, p. 419-428, 2001.

PAPAVERO, N.; TEIXEIRA, D. M.; LLORENTE-BOUSQUETS, J. **História da Biogeografia no período Pré-Evolutivo**. Plêiade, FAPESP, São Paulo, 258 p., 1997.

PERES-NETO, P. R. Estrutura das comunidades de peixes ao longo de um gradiente lótico de um rio costeiro do leste brasileiro (rio Macacu, RJ). **Dissertação de Mestrado**, UFRJ, Rio de Janeiro, 87 p. 1995.

POFF, N. L.; ALLAN, J. D. Functional organization of stream fish assemblages in relation to hidrological variability. **Ecology**, v. 76, n. 2, 606-627. 1995.

RESH, V. H.; BROWN, A. V.; COVICH, A. P. GURTZ, M. E.; Li, H. W.; MINHALL, G. W.; REICE, S. R.; SHELDON, A. L. WALLACE, J. B.; WISSMAR, R. The role of disturbance in stream ecology. **J. N. Am. Benthol. Soc.**. 7: 433-455, 1988.

RODRÍGUEZ, M. A.; LEWIS, W. M. Diversity and species composition of fish communities of Orinoco floodplain lakes. **Nat. Geogr. Res.** 6: 319-328. 1990.

RODRÍGUEZ, M. A.; LEWIS, W. M. Regulation and stability in fish assemblages of neotropical floodplain lakes. **Oecologia**. 99. 166-180. 1994.

RODRÍGUEZ, M. A.; LEWIS, W. M. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. **Ecological Monographs**. v. 67. n. 1. p. 109-28. 1997.

SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.; CORREA, M. A. V.; GARCIA, M.; FABRÉ, N. N. BERGER, U. JUNK, W. J. Fish communities in central Amazonian white- and blackwater floodplains. **Environmental Biology of Fishes**, v. 57, p. 235-250, 2000.

STATZNER, B; HIGLER, B. Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. **Freshwater Biology**, v. 16, p. 127-139, 1986.

SÚAREZ, Y. R., PETRERE JÚNIOR, M., CATELLA, A. C. Factors determining the structure of fish communities in Pantanal lagoons (MS, Brazil). **Fisheries Management and Ecology**, v.8, n.2, p.173-186, 2001.

TAYLOR, C. M.; WARREN, Jr, M. L. Dynamics in species composition of stream fish assemblages: environmental variability and nested subsets. *Ecology*, v. 82, n. 8, p. 2320-2330, 2001.

TAYLOR, C. M.; WINSTON, M. R.; MATTHEWS, W. J. Temporal variation in tributary and mainstream fish assemblages in a great Plains Stream System. **Copeia**, n. 2.; p. 280-289, 1996.

TONN, W. M.; MAGNUSON, J. J. Patterns in the species composition and richness of fish assemblages in northern Wisconsin lakes. **Ecology**, v. 63, n. 4, p. 1149-1166, 1982.

TONN, W. M.; MAGNUSON, J. J.; RASK, M.; TOIVONEN, J. Intercontinental comparison of small-lake fish assemblages: The balance between local and regional processes. **Amer. Nat.** v. 136, p. 345-375, 1990.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDEL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Can. J. fish. Aquat. Science**, v. 37, p. 130-137. 1980.

WARD, J. V. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. **Journal of North American Benthological Society**, v. 8, p. 2-8, 1989.