

Diversidade de peixes e sua relação com os parâmetros ambientais em trechos rurais e urbanos de um riacho da bacia do rio Paranapanema, alto rio Paraná*Fish diversity and its relationship with environmental parameters in rural and urban stretches of a Paranapanema river basin, upper Paraná river*Tânia Gabriela Bérnago¹; Thiago Rodrigues Barbosa^{1 2 3}; Dyego Leonardo Ferraz Caetano¹¹Universidade Estadual do Norte do Paraná, Grupo de Estudos e Pesquisa em Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Jacarezinho – PR, Brasil.²Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Londrina – PR, Brasil.³Autor para correspondência (*Author for correspondence*): thiago.wover@gmail.com**Resumo**

Este estudo teve como objetivo analisar a diversidade da ictiofauna, assim como as variáveis ambientais que influenciam a distribuição das assembleias de peixes, em um riacho da bacia do rio Paranapanema, alto rio Paraná. As coletas foram realizadas entre março e agosto de 2016, com a utilização de peneiras e rede de arrasto, em oito pontos de coletas distribuídos entre a zona urbana e rural das cidades de Taguaí e Fartura, estado de São Paulo, Brasil. Foram capturados 518 indivíduos, distribuídos em seis ordens, 11 famílias e 20 espécies. Characiformes foi a ordem mais representativa, com oito espécies coletadas, seguida por Siluriformes, com cinco espécies. As espécies mais abundantes foram *Bryconamericus iheringii* e *Otothyropsis biannicus*, e a maior riqueza de espécies foi encontrada no ponto mais próximo à foz, localizado na região urbana. Por fim, não foi verificada diferença nos parâmetros de diversidade entre os trechos urbanos e rurais, o que pode indicar que ambos estão sofrendo influências antrópicas prejudiciais à sua biodiversidade.

Palavras-chave: Ecologia de riacho; Fatores físicos e químicos; Ictiofauna; Temperatura; Urbanização.**Abstract**

This study aimed to analyze the diversity of the ichthyofauna, as well as the environmental variables that influence the distribution of the fish assemblages in a Paranapanema river basin, upper Paraná river. The surveys were carried out between March and August 2016, using sieves and trawl, in eight collection points distributed between the urban and rural areas of the cities of Taguaí and Fartura, state of São Paulo, Brazil. 518 individuals were captured, distributed in six orders, 11 families and 20 species. Characiformes was the most representative order, with eight species collected, followed by Siluriformes, with five species. The most abundant species were *Bryconamericus iheringii* and *Otothyropsis biannicus*, and the greatest species richness was found at the point closest to the mouth, located in the urban region. Finally, there were no differences in the parameters of diversity between urban and rural stretches, which may indicate that both are suffering anthropogenic influences detrimental to their biodiversity.

Key words: Ichthyofauna; Physical and chemical factors; Stream ecology; Temperature; Urbanization.

INTRODUÇÃO

A ictiofauna da região Neotropical é uma das mais diversificadas do mundo, com mais de 46% das 13.000 espécies de peixes de água doce registradas até então (Reis et al., 2003; Agostinho et al., 2008; Suarez & Lima-Júnior, 2009). O Brasil possui cerca de 2.500 espécies de peixes dulcícolas (Buckup et al., 2007). Porém, a composição dessa diversidade ainda é bastante desconhecida, tanto em aspectos ecológicos, como biológicos e taxonômicos (Serra et al., 2015).

A bacia do rio Paraná é a segunda maior da América do Sul e a quarta maior do mundo (Takahashi, 2010). Grande parte de sua ictiofauna consiste em espécies de pequeno porte, distribuídas em tributários de primeira à terceira ordem, com elevado grau de endemismo, sem valor comercial e dependência de vegetação ripária para alimentação, abrigo e reprodução (Castro & Menezes, 1998; Pazete de Oliveira & Tejerina-Garro, 2010).

Fatores que interferem na dinâmica dos corpos d'água são capazes de influenciar negativamente as assembleias de peixes. Assim, informações a respeito da composição do substrato, estabilidade das margens, profundidade dos rios e riachos, estruturação e preservação da vegetação ripária e parâmetros ecológicos, como a riqueza de espécies, possibilitam uma melhor compreensão da dinâmica dos ambientes aquáticos (Vannote et al., 1980).

Vannote et al. (1980) salientam que existe uma continuidade nos padrões de diversidade de ecossistemas lóticos da nascente à foz, porém, segundo Montgomery (1999), o conceito de continuidade só se aplica às bacias com base geológica mais homogênea, relevo pouco íngreme e clima relativamente estável. Esta sequência na estrutura dos riachos pode ser quebrada em função de interferências antrópicas, capazes de gerar descontinuidades nos padrões de diversidade e nos processos ecológicos relacionados à biota (Ward & Stanford, 1983).

Os ecossistemas lóticos são considerados um mosaico de ambientes, de modo que as características de cada trecho determinam as variáveis abióticas e bióticas, como a estrutura das comunidades (Pringle et al., 1988). A heterogeneidade de habitats é importante para a complexidade da biota, proporcionando a ocorrência de uma maior diversidade de espécies (Casatti et al., 2009).

Naturalmente existem quatro dimensões (longitudinal, lateral, vertical e temporal) que influenciam a complexidade dos ecossistemas lóticos e das assembleias de peixes. A longitudinal refere-se às interações no sentido montante-jusante, a lateral considera as associações entre o corpo d'água e suas margens, a vertical engloba as interações entre o rio ou riacho e os aquíferos subterrâneos, e a dimensão temporal inclui as modificações ambientais que ocorrem com o tempo (Ward, 1989).

Poole (2002) propôs o conceito de Unicidade da Descontinuidade Fluvial, que considera os rios como sistemas ímpares com estruturas únicas na escala da bacia hidrográfica, caracterizando a bacia pela presença de fragmentos, os quais apresentam características da região na qual estão inseridos (ex.: solo, vegetação, fluxo e sedimentos), evidenciando sua descontinuidade em função das características locais da paisagem fluvial.

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como finalidade investigar a ictiofauna do ribeirão Fartura, bacia do Paranapanema, em trechos rurais e urbanos inseridos nos municípios de Fartura e Taguaí, estado de São Paulo, analisando os aspectos bióticos e abióticos que influenciam os padrões de estrutura e diversidade das comunidades de peixes, uma vez que existem poucos levantamentos sobre a ictiofauna presente nessa região.

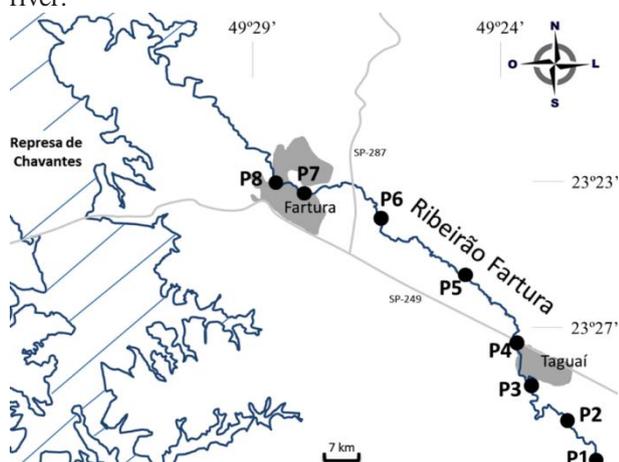
MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Paranapanema, inserida no sistema do alto rio Paraná, se estende do sudoeste paulista ao norte do estado do Paraná, drenando uma área de 100.800 Km² (Duke Energy, 2003). O rio Paranapanema, localizado na divisa dos estados de São Paulo e Paraná, apresenta 11 reservatórios em sua extensão. O reservatório de Chavantes, construído na década de 1970, é formado no eixo principal pelo próprio rio Paranapanema

Figura 1. Pontos de coleta de peixes e de variáveis abióticas no Ribeirão Fartura, bacia do rio Paranapanema, alto rio Paraná.

Figure 1. Fish collection points and abiotic variables in the Ribeirão Fartura, Paranapanema basin, upper Paraná river.



Dentre os oito trechos amostrados, quatro estão localizados na zona rural (P1, P2, P5 e P6), e quatro no perímetro urbano (P3, P4, P7 e P8). Quanto à vegetação marginal e composição do substrato, cinco trechos são dotados de vegetação ripária composta de árvores de grande e médio porte, além de substrato constituído de rochas, cascalho ou areia (P1, P3, P4, P6 e P7). As demais unidades amostrais apresentaram predominância de gramíneas em suas margens, além de substrato composto basicamente por argila e areia (P2, P5 e P8).

Coleta de dados ambientais

As características físicas e hidrológicas, aferidas de acordo com Mendonça et al. (2005), em cada unidade amostral foram: largura média do canal, utilizando quatro medidas equidistantes ao longo do trecho de

com pequenos afluentes e cachoeiras (Sampaio, 1944), e lateralmente, por um grande tributário, o rio Itararé, e seus afluentes de várias ordens (Magnoni, 2009).

O presente trabalho foi realizado no ribeirão Fartura, importante tributário da bacia do rio Paranapanema. Foram amostrados oito trechos, da cabeceira (P1), localizada no município de Taguaí, até a foz (P8), localizada no município de Fartura, estado de São Paulo (Figura 1).

50 m; profundidades média e máxima (m), calculadas a partir de nove sondagens equidistantes em quatro transectos transversais ao longo do trecho; temperatura (Tecnopon® MPA-210P); e velocidade da corrente (m/s) entre 12 pontos, sendo três em cada um de quatro pontos equidistantes ao longo do trecho.

A composição do substrato em cada trecho foi determinada pela amostragem de nove pontos equidistantes em quatro transectos transversais dentro do trecho de 50 m, caracterizando a frequência de ocorrência de cada tipo de substrato, que foram classificados em: areia, argila, tronco, folha, raiz, cascalho e rocha.

Coleta de peixes

Foram realizadas duas coletas no período entre março e agosto de 2016. Para a amostragem de peixes foram utilizados três artefatos de captura: rede de arrasto (0,5 cm de malha x 3,0 m de comprimento e 1,0 m de largura), peneira redonda (0,5 cm de malha x 0,78 m de diâmetro) e peneira retangular (0,5 cm de malha x 1,02 m de comprimento x 0,81 m de largura). Cada trecho amostrado com extensão de 50 metros foi previamente bloqueado com rede de malha de 3,0 mm. Em cada ponto foram padronizados 50 minutos de amostragem no período diurno, no sentido montante-jusante.

Os indivíduos capturados foram anestesiados por imersão em benzocaína, imersos em formalina 10% e posteriormente preservados em álcool 70%. As identificações das espécies foram realizadas de acordo com Reis et al. (2003), Oyakawa et al. (2006) e Ota et al.

(2018). Um lote de cada espécie coletada encontra-se tombado no Museu de Ictiologia do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia), da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Análise dos dados

Para estimar a riqueza de espécies de peixes do ribeirão Fartura foram realizadas análises de curvas de acumulação, rarefação e de estimadores ACE (Abundance Coverage-based Estimator) e ICE (Incidence Coverage-based Estimator). A equação do ACE corresponde a: $ACE = S_{abund} + (S_{raras}/C_{ace}) + (F1/C_{ace}) \cdot \gamma_{ace2}$, onde S_{abund} = número de espécies abundantes, S_{raras} = número de espécies raras, C_{ace} = estimador da cobertura da abundância da amostra, $F1$ = frequência de singletons e γ_{ace2} = coeficiente estimado de variação de $F1$ para espécies raras; enquanto para o ICE: $ICE = S_{freq.} + S_{raras}/C_{ice} + Q_i/C_{ice} \cdot \gamma_{ice2}$, no qual $S_{freq.}$ = número de espécies frequentes, S_{raras} = número de espécies raras, C_{ice} = estimador da cobertura da incidência da amostra, Q_i = riqueza de espécies que ocorre em i amostras, e γ_{ice2} = coeficiente estimado da variação do Q_i para espécies raras. Além disso, foram aplicados índices de equitabilidade de Pielou, dominância de Simpson e diversidade de Shannon para cada ponto.

Adicionalmente, para a ordenação dos trechos de coleta de acordo com a riqueza e abundância de espécies foi realizada a NMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling). Também foi realizada análises de Correlação de Spearman (não-paramétrica) para relacionar os atributos ecológicos da assembleia com os parâmetros físicos, hidrológicos e de substratos, e de variância (PERMANOVA) para auxiliar na detecção de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as assembleias de peixes e os parâmetros ambientais dos pontos de coleta.

Para as análises foram utilizados os softwares EstimateS 9 (Colwell, 2013), PAST (2001) e Statistica 7.1 (Statsoft, 2005).

RESULTADOS

A Análise de Variância indicou diferenças significativas nos valores de profundidade ($p < 0,05$; F geral = 69,85) e largura ($p < 0,05$ e F geral = 137,5) entre os trechos da foz e da nascente, sendo que esses últimos apresentaram os menores valores. No que diz respeito à velocidade da correnteza, houve diferença significativa entre P1 e P3 ($p < 0,05$ e F = 4.86), entre P1 e P7 ($p = 0,01$ e F = 5.96) e entre P1 e P8 ($p < 0,01$ e F = 5.56), sendo que as velocidades médias em P3, P7 e P8 foram as maiores registradas. Também foram encontradas diferenças significativas com relação à vazão, entre o P1 e os P7 e P8 ($p < 0,05$ e F geral = 12,37) (Tabela 2).

Tabela 2. Média e Desvio padrão das variáveis abióticas em trechos urbanos e rurais do ribeirão Fartura, bacia do Paranapanema, alto rio Paraná. Legenda: Larg. = largura média (m), Prof. = profundidade média (m), Temp. = temperatura média (°C) e Veloc. = velocidade média (m/s).

Table 2. Mean and Standard deviation of abiotic variables in urban and rural stretches of the Fartura river, Paranapanema basin, upper Paraná river. Caption: Larg. = average width (m), Prof. = mean depth (m), Temp. = average temperature (°C) and speed = average speed (m / s).

Variável/Pontos	Rurais	Urbanos
Largura média (m)	5,93 ± 2,6	9,48 ± 4,02
Profundidade média (m)	0,6 ± 0,3	0,59 ± 0,12
Temperatura média (°C)	19,38 ± 0,25	20,38 ± 0,43
Velocidade média (m/s)	0,26 ± 0,09	0,53 ± 0,18
Vazão	1,42 ± 1,4	2,07 ± 1,36

O P1 apresentou maior riqueza de substratos, possuindo os sete tipos de substratos classificados (cascalho, rocha, areia, argila, tronco, raiz e folha), além de um maior índice de diversidade de substratos ($H' = 1,15$). O P8 foi o que apresentou menor riqueza, com somente dois tipos de substratos (areia e argila), e também a menor diversidade ($H' = 0,21$). Foram capturados 518 indivíduos, distribuídos em seis ordens, 11 famílias e 20 espécies (Tabela 3).

Tabela 3. Posição taxonômica, abundância total e abundância relativa de espécies de peixes coletadas entre os pontos rurais (R) e urbanos (U) do ribeirão Fartura, Alto rio Paraná.

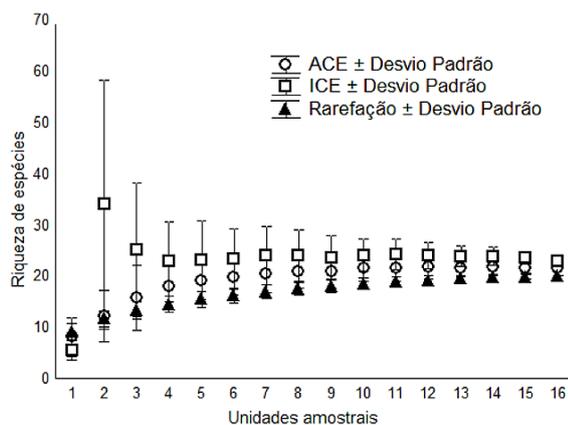
Table 3. Taxonomic position, total abundance and relative abundance of fish species collected between rural (R) and urban (U) points of the Fartura stream, upper Paraná river.

ORDEM / Família / Espécie	R	R	U	U	R	R	U	U
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
CHARACIFORMES								
Anostomidae								
<i>Schizodon nasutus</i> (Kner, 1858)	0	0	0	0	0	0	0	1
Crenuchidae								
<i>Characidium zebra</i> (Eigenmann, 1909)	0	0	0	0	0	0	2	0
Characidae								
<i>Astyanax bockmanni</i> (Vari & Castro, 2007)	42	7	5	2	11	8	0	15
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Astyanax paranae</i> (Eigenmann, 1914)	7	0	0	0	0	7	0	5
<i>Bryconamericus exodon</i> (Eigenmann, 1907)	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887)	31	40	4	18	15	5	2	0
Erythrinidae								
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	0	0	0	0	1	1	0	1
SILURIFORMES								
Loricariidae								
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	9	1	1	4	13	5	10	0
<i>Loricaria</i> sp	0	2	1	16	0	1	0	0
<i>Otothyropsis biannicus</i> (Calegari, Lehmann A. & Reis, 2013)	0	5	0	9	7	7	5	69
Trichomycteridae								
<i>Trichomycterus diabolus</i> (Bockmann, Casatti & de Pinna, 2004)	0	1	0	7	0	0	0	0
Heptapteridae								
<i>Imparfinis schubarti</i> (Gomes, 1956)	8	0	0	0	0	0	1	0
GYMNOTIFORMES								
Gymnotidae								
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i> (Valenciennes, 1842)	0	0	1	0	0	0	0	1
CYPRINODONTIFORMES								
Poeciliidae								
<i>Phaloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Phaloceros harpagos</i> (Lucinda, 2008)	75	0	0	0	0	0	1	1
<i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859)	0	0	0	3	2	0	0	2
SYNBRANCHIFORMES								
Synbranchidae								
<i>Synbranchus marmoratus</i> (Bloch, 1795)	0	0	0	0	0	1	1	0
PERCIFORMES								
Cichlidae								
<i>Crenicichla britskii</i> (Kullander, 1982)	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	0	1	0	2	3	2	0	2

Com base nas curvas de acumulação, rarefação e de extrapolação das espécies (estimadores ACE e ICE), não foi capturado o número máximo de espécies presentes no ribeirão Fartura. O ACE estimou que o número máximo de espécies presentes no ribeirão Fartura. O ACE estimou que o número máximo de espécies é de 22, e o ICE, de 23 (Figura 2).

Figura 2. Padrões de riqueza de espécies de peixes do ribeirão Fartura, bacia do Paranapanema, alto rio Paraná, baseadas nas curvas de rarefação e de acumulação de espécies (estimadores ACE e ICE).

Figure 2. Wealth patterns of fish species from the Fartura river basin, Paranapanema basin, upper Paraná River, based on rarefaction and species accumulation curves (ACE and ICE estimators).



B. iheringii, *O. biannicus*, *A. bockamanni* e *P. harpagos* foram as espécies mais abundantes (Tabela 3). Nenhuma espécie foi compartilhada entre os oito pontos, sendo três compartilhadas entre sete pontos (*A. bockamanni*, *B. iheringii* e *H. ancistroides*).

Cinco espécies estiveram presentes em apenas um dos pontos (*A. lacustris*, *B. exodon*, *C. zebra*, *P. caudimaculatus* e *S. nasutus*). A ordem Characiformes apresentou a maior riqueza, seguida por Siluriformes.

As ordens Gymnotiformes e Synbranchiformes foram as menos representativas em todas as unidades amostrais. O ponto que demonstrou maior abundância foi o P1, com 172 indivíduos, seguido pelo P8, com 101 indivíduos capturados (Figuras 3 e 4). A maior riqueza de espécies ocorreu no P8 (11).

Figura 3. Riqueza e abundância das espécies entre pontos rurais e urbanas no ribeirão Fartura, bacia do Paranapanema, alto rio Paraná.

Figure 3. Species richness and abundance between rural and urban points in the Fartura river basin, Paranapanema basin, upper Paraná river.

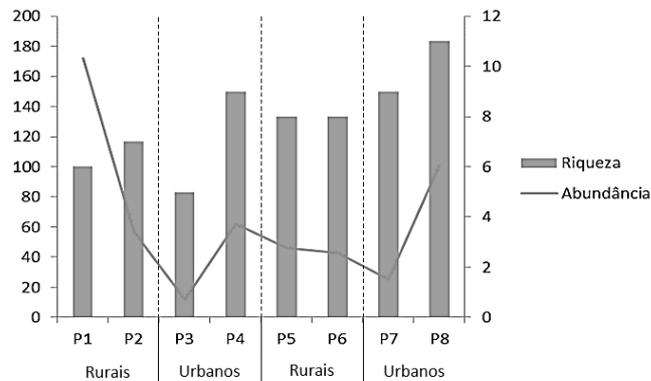
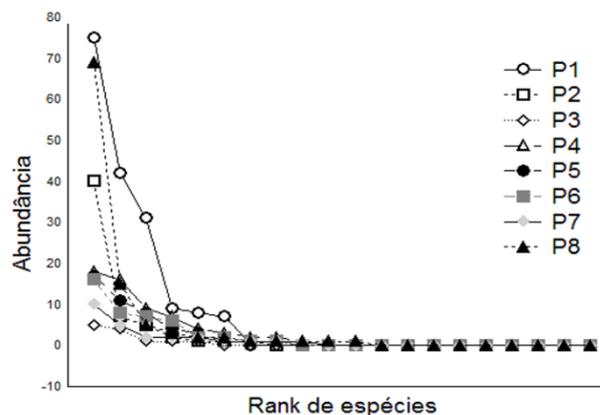


Figura 4. Valores de abundância em função da riqueza (Rank de espécies) em trechos do ribeirão Fartura, bacia do Paranapanema, alto rio Paraná.

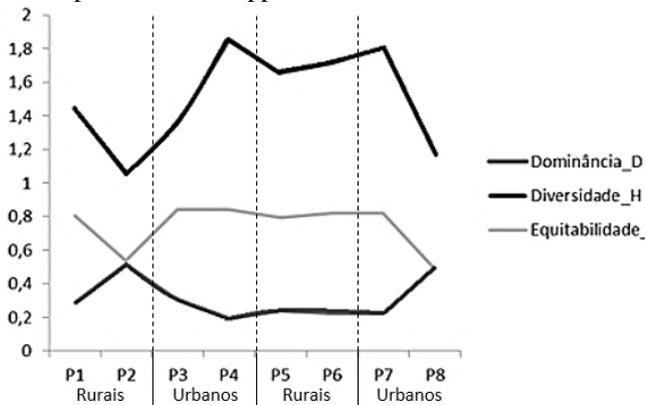
Figure 4. Values of abundance as a function of richness (Rank of species) in stretches of the Fartura river, Paranapanema basin, upper Paraná river.



Os maiores valores no índice de diversidade de Shannon foram encontrados no P4 ($H' = 1,84$) e no P7 ($H' = 1,81$), os maiores valores de equitabilidade de Pielou foram verificados em P3 e P4 ($J = 0,84$), seguidos pelo P7 ($J = 0,82$). As maiores dominâncias foram encontradas no P2 ($D = 0,51$) e no P8 ($D = 0,49$) (Figura 5).

Figura 5. Diversidade, equitabilidade e dominância das espécies em pontos rurais e urbanos do ribeirão Fartura, bacia do Paranapanema, alto rio Paraná.

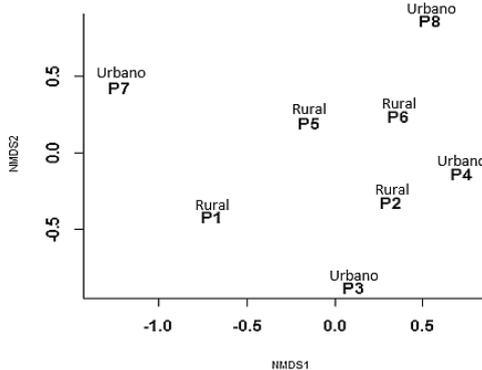
Figure 5. Diversity, equitability and dominance of the species in rural and urban points of the Fartura stream, Paranapanema basin, upper Paraná river.



Na análise NMDS pode-se verificar a presença de um grande grupo principal formado por P2, P4, P5 e P6, e o P8 isolado dos demais (Figura 6).

Figura 6. Análise de ordenação NMDS mostrando o agrupamento de acordo com a composição e abundância de espécies de peixes entre pontos do ribeirão Fartura, bacia do Paranapanema, alto rio Paraná.

Figure 6. NMDS ordering analysis showing the grouping according to the composition and abundance of fish species between points of the Fartura river, Paranapanema basin, and the upper Paraná River.

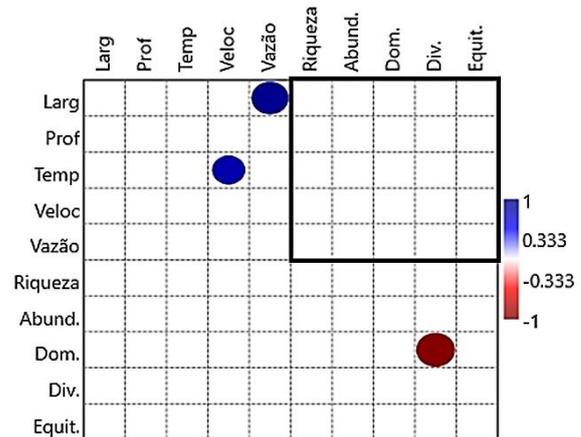


Não ocorreram correlações significativas entre os atributos de diversidade de peixes e os fatores ambientais (Figura 7).

Não ocorreram diferenças nos parâmetros ambientais e de diversidade entre os trechos urbanos e rurais.

Figura 7. Correlação de Spearman entre atributos de diversidade de peixes e os fatores ambientais dos trechos urbanos e rurais do ribeirão Fartura, bacia do Paranapanema, alto rio Paraná.

Figure 7. Spearman Correlation between attributes of fish diversity and environmental factors of the urban and rural sections of the Fartura river, Paranapanema basin, upper Paraná river.



DISCUSSÃO

A alta abundância de espécies de peixes pertencentes às ordens Characiformes e Siluriformes reflete uma situação esperada em riachos do alto rio Paraná. Esse padrão de distribuição das ordens Characiformes e Siluriformes já foi constatado em diversos outros trabalhos na bacia do alto rio Paraná (Castro et al., 2003; Langeani et al., 2007; Araújo e Tejerina-Garro, 2007).

De acordo com Langeani et al. (2007), as espécies *B. exodon*, *G. inaequilabiatus* e *P. reticulata* são alóctones ao alto rio Paraná, sendo que a primeira passou a ocorrer na área após a construção do reservatório de Itaipu, a segunda apresenta causa de introdução ainda desconhecida, e a terceira foi introduzida para o controle de larvas de mosquitos. Porém, nenhuma das três espécies supracitadas foi abundante no ribeirão Fartura. É importante que se faça o monitoramento constante dessas espécies no ribeirão Fartura, mais intensamente da espécie *P. reticulata*, considerada exótica invasora em muitos trabalhos (Daga et al., 2012; Barrilli et al., 2015).

Segundo Oricolli e Bennemann (2006), *B. iheringii* é uma espécie generalista, conseguindo se adaptar em vários ambientes, degradados ou não. O P2 do ribeirão Fartura, onde *B. iheringii* foi a espécie mais abundante, trata-se de uma área de pastagem, sem mata ciliar, indo de acordo com Caetano et al. (2016), que consideraram a alta abundância dessa espécie como indicadora de ambientes com baixa qualidade ambiental em riachos do alto rio Paraná. Desse modo, a alta abundância de *B. iheringii* no presente estudo pode ser explicada possivelmente em função de seus hábitos oportunistas e generalistas.

Por outro lado, espécies como *C. zebra* e *G. inaequilabiatus* foram pouco abundantes no ribeirão Fartura. Cionek (2010) também verificou esse resultado em riachos de primeira ordem, inseridos em unidades de conservação da região Noroeste do Paraná, relacionando a baixa abundância de *C. zebra* e *G. inaequilabiatus* com a baixa heterogeneidade ambiental.

Uma menor riqueza foi verificada em comparação com os demais trabalhos citados (Casatti et al., 2001; Castro et al., 2003; Castro et al., 2004; Ferreira & Casatti, 2006; Araújo & Tejerina-Garro, 2007; Perez-Junior & Garavello, 2007; Suarez & Lima-Junior, 2009; Pazete de Oliveira & Terejina-Garro, 2010; Aaraújo et al., 2011; Rosa et al., 2016.), os quais utilizaram outras técnicas de coletas, e/ou foram realizados em um período maior de amostragem. Para Uieda e Castro (1999), cada método de coleta possui suas limitações com relação aos diferentes tipos de habitats e espécies de peixes, o que pode justificar os resultados do ACE e ICE encontrados no presente trabalho.

Apesar da eficiência comprovada da metodologia empregada, principalmente nas amostragens em riachos e na vegetação marginal (Uieda & Castro 1999), se faz necessária a utilização de outros métodos específicos frente à heterogeneidade ambiental, em função dos diversos micro-habitats. Desse modo, são necessárias outras metodologias de coleta para alcançar os padrões de riqueza mais próximos da

realidade, visto que muitas espécies necessitam de metodologias de coleta específicas (Takahashi, 2010).

O ponto onde foi encontrada a maior abundância de espécies (P1) foi também onde se verificou a maior riqueza e diversidade de substratos. Por outro lado, também foram verificadas alta riqueza e abundância de espécies em trechos com baixa diversidade de substratos (Ex.: P8, com maior predominância de areia). Nesse caso, a baixa diversidade de substrato pode ter sido compensada pela alta vazão, refletindo o conceito do contínuo fluvial de Vannote et al. (1980), o qual prediz o aumento da riqueza de espécies ao longo do gradiente longitudinal (cabeceira-foz) dos corpos d' água em resposta ao aumento da largura e da profundidade do canal principal (Vannote et al., 1980; Takahashi 2010; Vieira, 2011).

A similaridade das assembleias de peixes entre os trechos estudados está, aparentemente, relacionada às suas estruturas ambientais, pois o P8, que foi o mais distante de todos na análise de agrupamento, principalmente por possuir maior riqueza de espécies, demonstrou menor riqueza e diversidade de substratos. Os trechos P2, P4, P5 e P6, agrupados de acordo com suas riqueza e abundância de espécies, são semelhantes também na composição de seus substratos, uma vez que a maior parte é composta por areia e argila. Segundo Garutti (1998), a diversidade íctiofaunística tende a aumentar de acordo com a maior disponibilidade de habitats, que está relacionada também com a diversidade de substratos.

No trabalho realizado por Kaufmann e Pinheiro (2009), em uma bacia do rio Uruguai, foi ressaltado que valores nos índices de equitabilidade superiores à 0,8 indicam que os indivíduos estão bem distribuídos entre as espécies. No presente trabalho apenas dois pontos não atingiram equitabilidade superior à 0,8, sendo eles o P2 e P8, devido à alta abundância de *B. iheringii* no P2, e *O. biamnicus* no P8, esta última, aliás, recentemente descrita por Calegari et al. (2013) e incluída em uma lista de espécies

recentes do alto rio Paraná (Fagundes et al., 2015; Cetra et al., 2016). Além disso, as características ambientais também colaboraram para a menor equitabilidade do P8, pois como já mencionado, o P8 também foi o ponto menos diverso em relação aos substratos, composto predominantemente por areia.

Em ecossistemas aquáticos Neotropicais é recorrente uma maior diversidade de espécies nos períodos mais quentes do ano, pois de acordo com Oliveira et al. (2004), os meses do período do inverno tendem a apresentar menor diversidade, em função da desaceleração metabólica dos peixes em comparação com as altas temperaturas nos meses de verão.

CONCLUSÃO

A urbanização não foi considerada um fator determinante na diversidade de peixes, pois ocorre uma descontinuidade nos parâmetros ambientais também entre os trechos rurais, o que indica que, neste caso, os trechos estão sendo impactados independentemente de estarem inseridos na zona rural ou urbana, afetando negativamente a biodiversidade desses ecossistemas.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M. & GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impact and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, n. 10, p. 1119-1132, 2008.

ARAÚJO, N. B. & TEJERINA-GARRO, F. L. Composição e diversidade da ictiofauna em riachos do Cerrado, Bacia do Ribeirão Ouvidor, Alto Rio Paraná, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 981-990, 2007.

ARAÚJO, M. I.; DELARIVA, R. L.; BONATO, K. O. & SILVA, J.C. Fishes in first order stream in Ivaí River drainage basin, upper Paraná River Basin, Paraná state, Brazil. **Check list**, Porto Alegre, v. 7, n. 6, p. 1-4, 2011.

BARRILLI, G. H. C.; ROCHA, O.; NEGREIROS, N. F. & VERANI, J. R. Influence of environmental quality of the tributaries of the Monjolinho River on the relative condition factor (Kn) of the local ichthyofauna. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 25-38, 2015.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A. & GHAZZI, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, p. 195, 2007.

CAETANO, D. L. F.; OLIVEIRA, E. F. & ZAWADZKI, C. H. Fish species indicators of environmental variables of Neotropical streams in southern Brazil, upper Paraná River basin. **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, v. 46, n. 2, p. 87-96, 2016.

CALEGARI, B. B.; LEHMANN A. P. & REIS, R. E. Two new species of cascudinhos of the genus *Otothyropsis* (Siluriformes: Hypoptopomatinae) from the rio Paraná basin, Brazil. **Zootaxa**, Auckland, v. 3619, n. 2, p. 130-144, 2013.

CASATTI, L., FERREIRA, C.P. & CARVALHO, F.R. Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. **Hydrobiologia**, Switzerland, v. 632, n. 1, p. 273-283, 2009.

CASATTI, L.; LANGEANI, F. & CASTRO, R. M. C. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto rio Paraná, SP. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 1, n. 1. P. 1-15, 2001.

CASTRO, R. M. C. & MENEZES, N. A. **Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do estado de São Paulo**. In: CASTRO, R. M. C. (ed). Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, v. 16. Vertebrados. São Paulo, p. 71, 1998.

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**. Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2003.

CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L.; SANTOS, H. F.; MELO, A. L. A.; MARTINS, L. S. F.; FERREIRA, K. M.; GIBRAN, F. Z.; BENINE, R. C.; CARVALHO, M.; RIBEIRO, A. C.; ABREU, T. X.; BOCKMANN, F. A.; PELIÇÃO, G. Z, STOPIGLIA, R. & LANGEANI, F. Estrutura e Composição da Ictiofauna de riachos da bacia do Rio Grande no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**. Campinas, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2004.

CETRA, M.; MATTOX, G. M. T.; FERREIRA, F. C.; GUINATO, R. B.; SILVA, F. V. & PEDROSA, M. Headwater stream fish fauna from the Upper Paranapanema River basin. **Biota Neotropica**. Campinas, v. 16, n. 3, p. 25-37, 2016.

CIONEK, V. M. **Ictiofauna de Riachos Neotropicais da Bacia do Alto Rio Paraná (PR, Brasil): estrutura e conservação**. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ecologia de Ambientes

Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá, 2010.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>. 2013.

DAGA, V. S.; GUBIANI, E. A.; CUNICO, A. M. & BAUMGARTNER, G. Effects of abiotic variables on the distribution of fish assemblages in streams with different anthropogenic activities in southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 12-20, 2012.

DUKE ENEGY. **Peixes do Rio Paranapanema**. São Paulo, Editora Horizonte, p. 119, 2003.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2a ed. Rio de Janeiro: Interciência, p. 602, 1998.

FAGUNDES, D. C., LEAL, C. G., CARVALHO, D. R., JUNQUEIRA, N. T., LANGEANI, F. & POMPEU, P. S. The stream fish fauna from three regions of the Upper Paraná River basin. **Biota Neotropica**. Campinas, v. 15, n. 2, p. 1-8, 2015.

FERREIRA, C. P & CASATTI, L. Influência da estrutura do habitat sobre a Ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**. São Carlos, v. 23, n. 3, p. 642-651, 2006.

GARUTTI, V. Distribuição longitudinal da Ictiofauna em um córrego da Região Noroeste do estado de São Paulo Bacia do Rio Paraná. **Revista Brasileira de Biologia**. São Carlos, v. 48 n. 4, p. 747-759, 1998.

KAUFMANN, V. & PINHEIRO, A. Relações entre diversidade íctia e fatores hidrodinâmicos de um Riacho na Bacia do Rio Uruguai. **Biota Neotropica**. Campinas, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2009.

LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C.; OYAKAWA, O. T.; SHIBATTA, O. A.; PAVANELLI, C. S. & CASATTI, L. Diversidade da Ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**. Campinas, v. 7, n. 3, p. 181-197, 2007.

MAGNONI, A. P. V. **Ecologia trófica das assembleias de peixes do reservatório de Chavantes (Médio Rio Paranapanema, SP/PR)**. 2009, Tese (Doutorado) Ciências Biológicas- Zoologia. UNESP. Botucatu, 2009, 102 p.

MENDONÇA, F.P., MAGNUSSON, W. E. & ZUANON, J. Relationships Between Habitat Characteristics and Fish Assemblages in Small Streams of Central Amazonia. **Copeia**. Kansas, v. 4, n. 5, p. 750-763, 2005.

MONTGOMERY, D. R. Process domains and the river continuum. **Journal of the American Water**

Resources Association, Middleburg, v. 36, n. 8, p. 397-410, 1999.

OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E. & MINTE-VERA, C. V. Fish diversity along spatial gradients in the Itaipu Reservoir, Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. São Carlos, v. 64, n. 3, p. 447-458, 2004.

ORICOLLI, M. C. G. & BENNEMANN, S. T. Dieta de *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) em Riachos da bacia do Rio Tibagi, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 28, n. 1, p. 59-63, 2006.

OTA, R. R.; DEPRÁ, G. C.; GRAÇA, W. J. & PAVANELLI, C. S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**. Maringá, v. 16, n. 2, e170094, 2018.

OYAKAWA, O. T.; AKAMA, A.; MAUTARI, K. C. & NOLASCO, J. C. **Peixes de riachos da Mata Atlântica**. São Paulo: Editora Neotropica, 2006, 201 p.

PAZETE DE OLIVEIRA, M. & TEJERINA-GARRO, F. L. Distribuição e estrutura das assembleias de peixes em um riacho sob influência antropogênica, localizado no alto da bacia do Rio Paraná- Brasil Central. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v. 36, n. 3, p. 185-195, 2010.

PEREZ-JUNIOR, O. R. & GARAVELLO, J. C. Ictiofauna do Ribeirão do Pântano, afluente do Rio Mogi Guaçu, Bacia do Alto Rio Paraná, São Paulo, Brasil. **Iheringia série Zoologia**. Porto Alegre, v. 97, n. 3, p. 328-335, 2007.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** v.4, n.1, 9p. 2002

POOLE, G. Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum. **Freshwater Biology**. Cumbria, v. 47, n. 5, p. 641-660, 2002.

PRINGLE, C. M.; NAIMAN, R. J.; BRETSCHKO, G.; KARR, J. R.; OSWOOD, M. W.; WEBSTER, J. R.; WELCOMME, R. L.; WINTERBOURN, M. J. Patch dynamics in lotic systems: the stream as a mosaic. **Journal of the North American Benthological Society**. Chicago, v. 7, n. 4, p. 503-524, 1988.

REIS, R. E., KULLANDER, S. O. & FERRARIS JR., C. J. (Org.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003, 729 p.

ROSA, R. R.; CAETANO, D. L. F.; BELLAY, S.; DE MORAES, V. R. & VIEIRA, F. E. G. Diversidade de peixes de tributários do reservatório de Chavantes, PR, bacia do Alto rio Paraná. **Biotemas**. Florianópolis, v. 29, n. 2, p. 33-43, 2016.

SAMPAIO, T. Relatório sobre os estudos efetuados nos rios Itapetininga e Paranapanema. **Revista do Instituto Geográfico e Geológico**. São Paulo, v. 2, n. 3, p. 30-81, 1944.

SERRA, J. P.; CAMPOS, F. F. S. & CASTRO, A. L. S. Composição e estrutura da comunidade de peixes de um afluente do rio Tietê, Bacia do Alto Rio Paraná. **Revista Agrogeoambiental**. Pouso Alegre, v. 7, n. 1, p. 87-96, 2015.

STATSOFT, INC. **Statistica** (data analysis software system). Version 7.1. 2005.

SUAREZ, Y. R. & LIMA-JÚNIOR, S. E. Variação espacial e temporal nas assembleias de peixes de riachos na bacia do rio Guiraí, Alto Rio Paraná. **Biota Neotropica**. Campinas, v. 9, n. 1, p. 101-112, 2009.

TAKAHASHI, E. L. H. **Ictiofauna do Córrego Rico, bacia do rio Mogi Guaçu, alto Paraná**. 2010, 77 f. Tese (Doutorado) - Curso de Graduação em Aquicultura, Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

UIEDA, V. S. & CASTRO, R. M. C. Coleta e fixação de peixes de riachos. Pp.01-22. In CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R. & PERES-NETO, P. R. (eds). **Ecologia de Peixes de Riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, vol. 6. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, 1999.

VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian Journal. Fisheries & Aquatic Sciences**. Pokyong, v. 37, n. 10, p. 130-137, 1980.

VIEIRA, T. B. **Influência da mata ripária na estrutura das assembleias de peixes de riachos da bacia do Alto Rio Paraná em Goiás, Brasil**. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ecologia e Evolução, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

WARD, J. V. & STANFORD, J. A. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. In: FONTAINE III, T. D. I. & BARTELL, S. M. (Eds). **Dynamics of lotic ecosystems**. Michigan: Ann Arbor Science, p. 29-42, 1983.

WARD, J. V. The Four Dimensional Natures of Lotic Ecosystems. **Journal of the North American Benthological Society**. Chicago, v. 8, n. 3, p. 2-8, 1989.