

Influência longitudinal de barramentos na estrutura ictiofaunística em riacho de pequena ordem

Robson Alexandre Tozzo^{1*}, Augusto Frota², Renata Rúbia Ota³, Fagner de Souza⁴

1. *Biólogo e Especialista em Ecologia e Manejo de Animais Silvestres (Faculdade de Apucarana, Brasil).*

2. *Biólogo e Mestrando em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (Universidade Estadual de Maringá, Brasil).*

3. *Bióloga e Doutoranda em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (Universidade Estadual de Maringá, Brasil).*

4. *Biólogo (Faculdade de Apucarana). Doutor em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (Universidade Estadual de Maringá, Brasil).*

*Autor para correspondência: tozzo89@gmail.com

RESUMO

Para avaliar as diferenças ambientais a montante e a jusante de represas objetivamos inventariar e comparar a ictiofauna e os parâmetros ecológicos em duas áreas amostrais (córregos Japira a montante e Água do Xaxim a jusante), situadas na bacia do rio Tibagi, sistema do alto rio Paraná. Os parâmetros ecológicos utilizados foram: abundância, riqueza e diversidade de espécies, equitabilidade e dominância. Para comparar os parâmetros ecológicos entre os córregos utilizamos uma ANOVA. Houve grande dominância de *Poecilia reticulata* em ambos os córregos, porém o córrego Água do Xaxim apresentou maiores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade e baixos valores de abundância e dominância quando comparado aos valores do córrego Japira. Somente a abundância ($p = 0,0049$), equitabilidade ($p = 0,0190$) e dominância ($p = 0,0392$) apresentaram diferenças significativas entre os córregos. Além disso, a qualidade ambiental do córrego Água do Xaxim mostrou-se preservada, enquanto que a do córrego Japira mostrou-se impactada. As diferenças dos parâmetros associadas à qualidade ambiental deteriorada pela barragem permitem inferir que o córrego Japira tem sofrido impactos ecológicos e ressaltam a necessidade de medidas de conservação.

Palavras-chave: Bacia do alto rio Paraná, montante, jusante, parâmetros ecológicos.

Longitudinal influence of dams on the fish fauna structure in small order stream

ABSTRACT

To evaluate the environmental differences between the region upstream and downstream of dams, we aimed to inventory and to compare the ichthyofauna and the ecological parameters in two sampled areas (córrego Japira, upstream, and córrego Água do Xaxim, downstream of the dams), located in the rio Tibagi basin, system of upper rio Paraná basin. The ecological parameters used were: abundance, species richness and diversity, evenness and dominance. We used an ANOVA to compare the ecological parameters between the streams. There was great dominance of *Poecilia reticulata* in both streams, but the córrego Água do Xaxim showed higher values of richness, diversity, and evenness and lower values of abundance and dominance compared to the córrego Japira values. Only the abundance ($p = 0.0049$), evenness ($p = 0.0190$) and dominance ($p = 0.0392$) showed significant differences between the streams. Furthermore, the environmental quality of the córrego Água do Xaxim was preserved, while the córrego Japira was impacted. The differences between the parameters associated with the environmental quality damaged by the dam, led us to infer that the córrego Japira has been suffering with ecological impacts and emphasizes the need for conservation actions.

Keywords: Upper rio Paraná basin, upstream, downstream, ecological parameters.

Introdução

Peixes de água doce são um dos mais importantes organismos nectônicos encontrados nos ambientes lóticos, lênticos e híbridos. Pesquisas com estes organismos são cada vez mais comuns para avaliar o estado de conservação das águas continentais. Esta importância na avaliação da qualidade dos ambientes é devido às características peculiares destas comunidades, pois podem se apresentar como elo fundamental nas cadeias tróficas aquáticas, ou ainda por causa de sua dispersão limitada, da sua interação com as condições ambientais e pelo seu grande valor como base de consumo alimentar humano (PETRY et al., 2011).

A região Neotropical congrega a maior diversidade de espécies de peixes de água doce, com 20 ordens, 69 famílias, 739 gêneros e aproximadamente 5.160 espécies válidas (REIS et al., 2016). Inserido nessa região, o Brasil que possui vasta dimensão territorial e grandes bacias hidrográficas, se destaca como um dos maiores detentores desta diversidade com aproximadamente 3.379 espécies de peixes (FROESE; PAULY, 2017). Mais especificamente, diversas sub-bacias também apresentam alta diversidade de espécies, como exemplo, a bacia do rio Tibagi, o maior afluente do rio Paranapanema, localizada integralmente no estado do Paraná, sistema do alto rio Paraná. Shibatta et al. (2002) reportaram 110 espécies de peixes e apontaram preocupações alarmantes frente as atuais alterações antrópicas nos diversos afluentes, bem como no próprio rio Tibagi, as quais podem gerar efeitos negativos para a comunidade ictiológica local.

A associação entre as construções de barramentos e o desenvolvimento econômico/industrial do Brasil tem como grande impulso e como principal objetivo a geração de energia elétrica. Atualmente, diversos importantes rios brasileiros são

segmentados com inúmeras represas, proporcionando o surgimento de lagos artificiais (ESTEVES, 2011) e ocasionando grande instabilidade dos componentes limnológicos, bióticos e abióticos (AGOSTINHO et al., 2016). Especificamente, metade do total da área confinada aos reservatórios no Brasil pertence à drenagem do alto rio Paraná, sendo uma das bacias hidrográficas mais barradas do mundo (AGOSTINHO et al., 2008). Além dos inúmeros barramentos, estudos aprovados para a construção de algumas usinas hidrelétricas na bacia do rio Tibagi não servem de base para propor ações mitigadoras ou conservacionistas para as comunidades aquáticas ali existentes (RAIO; BENNEMANN, 2010). Este fato reforça a extrema urgência de novos estudos que avaliem de forma eficiente os danos já causados pelos represamentos, e que permitirão incrementar futuras ações conservacionistas para esta bacia.

Muitos são os efeitos negativos gerados pelos grandes lagos artificiais, de maneira que estes impactos podem atuar de forma distinta em diferentes regiões do rio represado. Na região a montante da barragem os impactos incluem o aumento da taxa de sedimentação e inundação de áreas florestais, as quais causam alterações nas características químicas e físicas do meio aquático e nas condições de reprodução das espécies aquáticas; modificações substanciais nos *habitats*; aumento da taxa de biomassa das comunidades de macrófitas aquáticas; maior possibilidade de eutrofização; e profundas alterações na estrutura da ictiofauna (PETRY et al., 2011; AGOSTINHO et al., 2016; ANGULO-VALENCIA et al., 2016; AFFONSO et al., 2016). Além disso, ambientes a montante de barragens sofrem uma hibridização de sua dinâmica, o que possibilita a ampliação dos impactos instalados nesses locais. Consequentemente, a redução

da qualidade ambiental deve ocasionar menor riqueza, equitabilidade e diversidade devido à ausência de recursos, o que aumenta a competição inter e intraespecífica (PORTELLA et al., 2017). Por sua vez, na região a jusante da represa há alterações no regime hidrológico, que passa a ter regime de cheia e seca aperiódico, bem como na qualidade física e química da água modificando valores como pH e teor de oxigênio dissolvido (ESTEVES, 2011).

Com base nessas premissas traçamos duas hipóteses: (H1) ambiente lótico represado apresenta diferenças nos parâmetros ecológicos da comunidade ictiológica, com os menores valores exibidos nos ambientes a montante da barragem; (H2) menores valores nos parâmetros ecológicos ocorrem em ambiente com reduzida qualidade ambiental. Dessa maneira, objetivamos inventariar e comparar a ictiofauna e seus parâmetros ecológicos em dois ambientes de um riacho separados por barragens artificiais, situados na bacia do rio Tibagi, sistema do alto rio Paraná. Este fato reforça a extrema urgência de novos estudos que

avaliem de forma eficiente os danos já causados pelos represamentos, os quais podem incrementar futuras ações conservacionistas à bacia.

Material e Métodos

Área de estudo

Trata-se de um córrego de primeira ordem no município de Apucarana (PR) pertencente à bacia do rio Tibagi, no qual seu fluxo hidrológico é separado por duas barragens sequenciais, com características físicas distintas a montante e a jusante. Desta maneira, foram selecionadas duas áreas amostrais, uma acima das barragens (córrego Japira) e outra abaixo das barragens (córrego Água do Xaxim). Em cada área amostral foram subdivididas três subáreas: montante, médio curso e baixo curso (Figura 1). Breves descrições de algumas características ambientais para cada ponto amostral constam na Tabela 1.

Tabela 1. Descrições das características ambientais da área de estudo. / **Table 1.** Descriptions of the environmental characteristics of the study area.

Área amostral	Subárea	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Descrição
Córrego Japira	Montante	23°32'57,9"	51°26'36,9"	803	Apresenta erosão evidente em suas margens e assoreamento acentuado em seu leito, o qual é composto principalmente de sedimento fino.
	Médio curso	23°32'44,0"	51°26'19,8"	778	Cortado por uma ponte de acesso à bairros residenciais; apresenta visualmente péssimas condições de conservação, pois carece de vegetação ripária em suas margens, exibindo apenas poucas árvores de pequeno porte e muitas gramíneas. Há um aspecto oleoso com vestígios de descargas de esgoto doméstico e lixo na água, sendo seu leito erodido e composto por seixos e sedimento argiloso.
	Baixo curso	23°32'40,1"	51°26'9,2"	772	Exibe erosão acentuada, com ausência de mata ciliar em suas margens, apresentando espécies vegetais como <i>Ricinus communis</i> (Linnaeus 1753), <i>Brachiaria</i> spp. e <i>Panicum</i> spp. Também apresenta um aspecto oleoso na superfície da água e seu leito é erodido, composto por seixos e sedimento argiloso.
Córrego Água do Xaxim	Montante	23°32'14,9"	51°29'22,2"	736	Não apresenta erosão em suas margens e possui uma densa mata ripária, com domínio evidente de <i>Brachiaria</i> sp. e <i>Panicum</i> sp. Seu leito é formado por rochas e sedimento argiloso.
	Médio curso	23°32'19,2"	51°24'14"	730	Apresenta uma ampla faixa de mata ciliar, mas com erosão acentuada em sua margem, na qual em alguns pontos há afloramento das raízes e possibilidade de formação de clareira devido a eventuais quedas de árvores. Seu leito possui um nível moderado de assoreamento formado por seixos e sedimento argiloso com acúmulo de material autóctone.
	Baixo curso	23°33'11,01"	51°22'10,15"	651	Não apresenta erosão em suas margens e tem extensa faixa de mata ciliar com domínio de <i>Brachiaria</i> sp. e <i>Brugmansia</i> sp. Seu leito é estável com presença de rochas de distintos tamanhos.

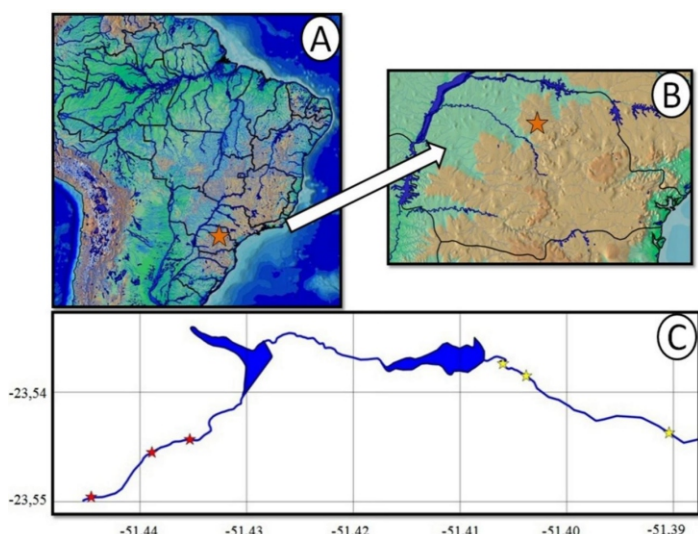


Figura 1. Área de estudo amostrada. A) Localização na América do Sul, B) Localização na bacia do alto rio Paraná e C) Pontos amostrais. Estrelas vermelhas situam-se córrego Japira e estrelas amarelas no córrego Água do Xaxim. / **Figure 1.** Area of study sampled. A) Location in South America, B) Location in the Upper Paraná River basin and C) Sampling sites. Red stars are located in the Japira Stream and yellow stars in the Água do Xaxim Stream.

Amostragem ictiológica

As coletas foram realizadas sob a licença do SISBIO Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (número 33448-1). Para a amostragem ictiológica utilizou-se peneiras com armação de ferro 10 mm com comprimento e espessura de 0,60 m x 1,22 m revestido por uma rede com malha de 2 mm² entre nós adjacentes. Após coletados, os espécimes foram anestesiados (Cloridrato de Benzocaína dissolvido em água, 100 ml/15L), mortos, fixados em formaldeído 10% e conservados em álcool 70%. Em sequência foram levados ao laboratório e identificados de acordo com chave proposta por Graça e Pavanelli (2007). Exemplares testemunhos estão depositados na Coleção Ictiológica do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia), da Universidade Estadual de Maringá. As categorias taxonômicas superiores foram classificadas de acordo com Betancur-R et al. (2013), enquanto que as famílias e subfamílias são apresentadas de acordo com Reis et al. (2003). Para demonstrar a eficiência amostral foi calculado uma curva de acumulação de espécies, com base nos valores de Mao Tau, para as duas áreas amostrais utilizando o *software* PAST versão 2.03 (HAMMER et al., 2001).

Qualidade ambiental

Foi realizada uma avaliação da integridade dos ambientes amos-

trados diagnosticando-os em três categorias qualitativas: Impactado, Alterado e Natural. Estas categorizações são diagnosticadas por meio de questões qualitativas sobre características individuais de cada local. Esta avaliação foi de acordo com o protocolo de avaliação proposto por Callisto et al. (2002), o qual objetiva avaliar a diversidade de *habitats* ao longo de um gradiente longitudinal, bem como a estrutura e funcionamento do ecossistema aquático suportados por protocolos simplificados com parâmetros de fácil entendimento e uso. O protocolo computa um conjunto de parâmetros em categorias descritas e pontuadas de 0 a 90, sendo que valores finais de 0 a 40 representam locais impactados, de 41 a 60 locais alterados e, acima de 61 locais naturais (CALLISTO et al., 2002). Os resultados do teste às áreas amostradas estão detalhados em outros trabalhos publicados (SOUZA et al., 2014; TOZZO et al., 2016). Após a obtenção da integridade de cada local os resultados foram comparados e relacionados com os parâmetros ecológicos de cada área amostral.

Parâmetros ecológicos

Os parâmetros utilizados foram: abundância de indivíduos, riqueza de espécies, diversidade de espécies (Shannon), equitabilidade (Shannon) e dominância (Simpson). A diversidade, equitabilidade e dominância de espécies foram obtidas no *software* PAST versão 2.03 (HAMMER et al., 2001).

Análise de dados

Com os dados dos parâmetros ecológicos foi realizada uma comparação entre as áreas amostrais utilizando uma ANOVA (unifatorial). Para a realização destas análises todos os dados atingiram pressupostos necessários (normalidade e homocedasticidade) para a realização de testes paramétricos (Riqueza: *Shapiro Wilk's test* = 0,89, $p = 0,24$; *Levine's test*, $p = 0,28$. Abundância: *Shapiro Wilk's test* = 0,90, $p = 0,32$; *Levine's test*, $p = 0,22$. Dominância: *Shapiro Wilk's test* = 0,95, $p = 0,69$; *Levine's test*, $p = 0,54$. Diversidade: *Shapiro Wilk's test* = 0,96, $p = 0,82$; *Levine's test*, $p = 0,39$. Equitabilidade: *Shapiro Wilk's test* = 0,97, $p = 0,88$; *Levine's test*, $p = 0,48$). Foi aceito o nível de significância $p < 0,05$. Esta análise foi realizada no programa *Statistica* versão 7.1 (STATSOFT, 2005).

Resultados

Foram coletados 2.485 espécimes distribuídos em seis ordens, oito famílias, 13 gêneros e 14 espécies (Tabela 2). No córrego Japira, as espécies mais abundantes foram *Poecilia reticulata* Peters, 1859, com 69,07%, e *Phalloceros harpagos* Lucinda, 2008, com 26,45%. No córrego Água do Xaxim, *P. reticulata*, com 51,91%, *P. harpagos* com 14,20%, e *Hypostomus* cf. *ancistroides* (Ihering, 1911) com 13,11% foram as espécies mais abundantes. Já as espécies com menor abundância foram *H.* cf. *ancistroides* com 0,09%, e *Astyanax* aff. *paranae* Eigenmann, 1914, com 0,91% no córrego Japira e, *Cetopsorhamdia iheringi* Schubart & Gomes, 1959, *Imparfinis mirini* Haseman, 1911, *Gymnotus inaequilabiatus* (Valenciennes, 1839) e *Synbranchus marmoratus* Bloch, 1975, todos com apenas 0,55% (Tabela 2) no córrego Água do Xaxim.

A curva de acumulação de espécies esteve próxima a atingir uma assíntota amostral para o córrego Japira. Contudo, para o córrego Água do Xaxim, a curva manteve em uma crescente vertical, demonstrando que ainda há espécies a serem coletadas nessa área (Figura 2). Em relação a qualidade ambiental, os resultados do protocolo de diversidade de *habitats* demonstraram que o córrego Água do Xaxim é considerado um ambiente de características mais conservadas apresentando-se como natural, ao passo que o córrego Japira atingiu menores pontuações no protocolo e exibe características de um ambiente degradado apresentando-se como impactado.

Em relação aos parâmetros ecológicos constatou-se que no córrego Água do Xaxim há uma maior riqueza (13 espécies), diversidade (1,22), equitabilidade (0,79) e uma menor abundância (183 espécimes) e dominância (0,40). Desta maneira o córrego Japira apresentou valores mais baixos de riqueza (seis espécies), diversidade (0,55), equitabilidade (0,46) e valores altos de abundância (2.302 espécimes) e dominância (0,71) (Figura 3). Entretanto, quando comparados os parâmetros entre os córregos, somente a abundância ($p = 0,0049$), equitabilidade ($p = 0,0190$), dominância ($p = 0,0392$) e diversidade ($p = 0,0573$) apresentaram diferenças significativas, ao passo que a riqueza ($p = 0,2029$) não apresentou diferença (Figura 3).

Tabela 2. Lista de espécies coletadas nos córregos Japira e Água do Xaxim com seus números e porcentagens de espécimes amostrados. *= espécie nativa; **= espécie não-nativa. / **Table 2.** List of species collected in the sampled areas with their numbers and percentages of specimens captured. *= native species; **= non-native species.

Classificação taxonômica	Córrego Água do Xaxim	Córrego Japira
OSTEICHTHYES		
CHARACIFORMES		
CHARACIDAE		
* <i>Astyanax</i> aff. <i>paranae</i> Eigenmann, 1914	4 (2,20%)	21 (0,91%)
* <i>Astyanax bockmanni</i> Vari & Castro, 2007	2 (1,10%)	
SILURIFORMES		
CALLICHTHYIDAE		
* <i>Corydoras aeneus</i> (Gill, 1858)	-	76 (3,30%)
LORICARIIDAE		
Neoplecostominae		
* <i>Neoplecostomus yapo</i> Zawadzki, Pavanelli & Langeani 2008	4 (2,18%)	-
Loricariinae		
* <i>Rineloricaria pentamaculata</i> Langeani & de Araujo, 1994	6 (3,28%)	-
Hypostominae		
* <i>Hypostomus</i> cf. <i>ancistroides</i> (Ihering, 1911)	24 (13,11%)	2 (0,09%)
HEPTAPTERIDAE		
* <i>Cetopsorhamdia iheringi</i> Schubart & Gomes, 1959	1 (0,55%)	-
* <i>Imparfinis mirini</i> Haseman, 1911	1 (0,55%)	-
* <i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	3 (1,63%)	4 (0,17%)
GYMNOTIFORMES		
GYMNOTIDAE		
* <i>Gymnotus inaequilabiatus</i> (Valenciennes, 1839)	1 (0,55%)	-
CYPRINODONTIFORMES		
POECILIIDAE		
* <i>Phalloceros harpagos</i> Lucinda, 2008	26 (14,20%)	609 (26,45%)
** <i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	95 (51,91%)	1509 (69,07%)
SYNBRANCHIFORMES		
SYNBRANCHIDAE		
* <i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1975	1 (0,55%)	-
CICHLIFORMES		
CICHLIDAE		
* <i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	15 (8,20%)	-
Total	183	2.302

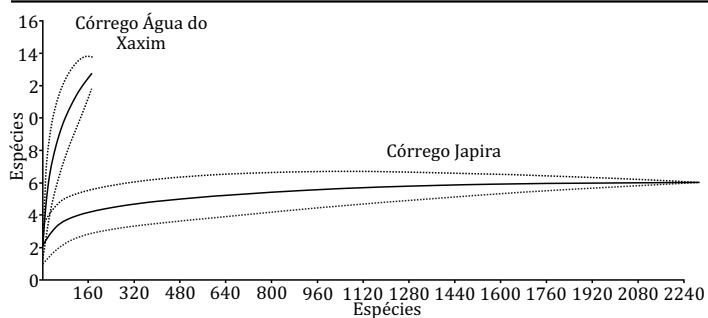


Figura 2. Curva de acumulação de espécies para as áreas amostrais. / **Figure 2.** Species accumulation curve for sampled areas.

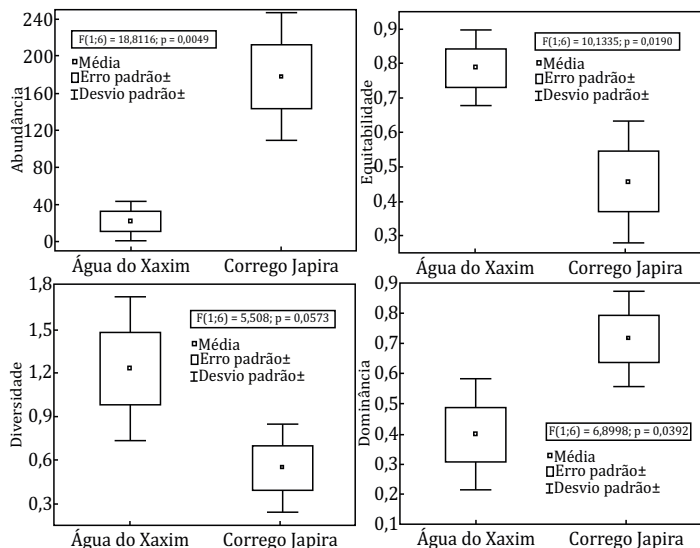


Figura 3. Distribuição dos parâmetros ecológicos e valores da ANOVA entre as áreas amostradas. / **Figure 3.** Distribution of ecological parameters and ANOVA values between the sampled areas.

Discussão

A relação entre a qualidade ambiental e os parâmetros ecológicos já foi evidenciada por outros autores (LUIZ et al., 2005; SOUZA et al., 2013; SOUZA et al., 2014), e esta pode ser a mesma situação entre as duas áreas aqui amostradas. Analisando a composição de espécies, observa-se a presença em grande quantidade de indivíduos de *Poecilia reticulata* (espécie exótica para a região), a qual é tolerante às intensas modificações ambientais devido às suas adaptações morfológicas e fisiológicas (BOOCK; MACHADO NETO, 2005).

Esta espécie apresenta ampla variedade de formas para obtenção de recursos (LIEM, 1980) e oxigênio na coluna de água (BOOCK; MACHADO NETO, 2005; ROCHA et al., 2009), logo é uma espécie bioindicadora de ambientes degradados (SOUZA; TOZZO, 2013). Além disso, o maior número de indivíduos desta espécie acarreta em competição com outras, especialmente *Phalloceros harpagos* (SOUZA et al., 2013). Estes fatores (competição e maior adaptabilidade às mudanças ambientais) influenciam negativamente as espécies não oportunistas, possibilitando a sobreposição de nicho e forçando a competição inter e intraespecífica entre as espécies nativas e exóticas (REZNICK et al., 2011). Dessa maneira, em ambientes com reduzida qualidade ambiental, possivelmente com menor disponibilidade de recursos, o fenômeno da exclusão competitiva deve ser mais intenso (PORTELLA et al., 2016).

O córrego Água do Xaxim apresenta um ambiente mais equilibrado e com mais complexidade ambiental em relação ao córrego Japira (ver Tabela 1), sendo que tais qualidades possibilitam características de ambiente natural, como diagnosticado pelo protocolo de diversidade de *habitats* (SOUZA et al., 2014; TOZZO et al., 2016). A presença da vegetação ripária natural permite uma redução dos efeitos negativos das barragens, propiciando recursos

alimentares para as comunidades, e ainda permitindo uma maior estabilidade das características limnológicas (TOWNSEND et al., 2010). Algumas espécies capturadas somente no córrego Água do Xaxim, bem como as que ainda devem ser inventariadas devido a ineficiência amostral evidenciada na curva de acumulação de espécies, dependem quase que exclusivamente de itens alimentares alóctones (PENCZACK et al., 1994; SILVA et al., 2014). Portanto, assim como verificado para *Astyanax aff. fasciatus* na bacia do rio Pirapó (SILVA et al., 2014), muitas outras espécies apresentam em sua dieta relações positivas com itens alóctones, fato que reforça a importância do manejo e preservação da vegetação ripária na manutenção destas espécies (ARAÚJO et al., 2009).

A presença de altos valores de abundância e índice de dominância e os baixos valores na equitabilidade e diversidade de espécies no córrego Japira, quando comparados aos valores do córrego Água do Xaxim, também ajudam a inferir sobre a baixa qualidade ambiental (GALDINO; TROMBINI, 2011; SOUZA et al., 2013; SOUZA et al., 2014), podendo indicar impactos ecológicos nas comunidades biológicas ali residentes (CUNICO et al., 2006; 2012). Da mesma forma, as diferenças na riqueza, não significativa, evidenciam a degradação ambiental no córrego Japira e uma melhor condição ecológica para as comunidades aquáticas no córrego Água do Xaxim. Estas diferenças também podem ser observadas nas características específicas descritas para cada córrego (ver Tabela 1).

Desta maneira, podemos inferir que as comunidades aquáticas residentes no córrego Japira (em relação ao córrego Água do Xaxim) sofrem mais impactos em sua estruturação ecológica, como já relatado por outros trabalhos (SOUZA et al., 2013; 2014; TOZZO et al., 2016). Teoricamente os ambientes acima das barragens (e.g. córrego Japira) tendem a sofrer mais os impactos, haja vista que há uma retenção da matéria orgânica e um isolamento da biota neste espaço. De acordo com Agostinho et al. (1992), a barragem exerce no trecho a montante considerável influência sobre as comunidades aquáticas, induzindo modificação na estrutura hidrodinâmica e proliferando certas espécies mais adaptadas (AGOSTINHO et al., 2016; ANGULO-VALENCIA et al., 2016; AFFONSO et al., 2016). Ainda, pode apresentar impactos de natureza crônica que surgem como decorrência das interações de processos biológicos (e.g. SOUZA et al., 2013; 2014; 2016), físicos e químicos (e.g. TOZZO et al., 2016), sendo estes dependentes das características do ambiente submetido a este regime, das comunidades aquáticas existentes, das ações antrópicas e do nível de conservação que a bacia hidrográfica apresenta (PENCZACK et al., 2009). Estes podem ser fatores que indicam maior impacto ambiental evidenciado pelos parâmetros ecológicos e pelo protocolo de diversidade de *habitats* no córrego Japira.

Contudo, na região a jusante da barragem também há algumas consequências negativas imediatas sobre a biota aquática e estas implicam, principalmente, nas alterações dos valores de pH e da oxigenação do meio (ESTEVES, 2011). Além disso, outros impactos podem influenciar a composição e estrutura das comunidades aquáticas, como as alterações na morfologia e características granulométricas no leito (devido a retenção de matéria orgânica na barragem culminando na alteração de *habitat*/abrigo), na desova (em peixes migradores) e disponibilidade de alimentos (diminuição da abundância de filtradores, por exemplo, ausência de *Corydoras aeneus*), na transparência da água (aumento da mortalidade de jovens pela predação, por exemplo, presença de *Geophagus brasiliensis* considerado predador visual) e supersaturação gasosa atmosférica (devido ao movimento da água) (AGOSTINHO et al., 1992).

Conclusão

A alteração da dinâmica hídrica de ambiente lótico pode ocasionar consequências negativas em ambos os ambientes, montante e jusante da barragem. As divergências nos valores permitem inferir que impactos ambientais estão instalados no córrego Japira e estes aparentemente possuem maior relação com a qualidade ambiental possivelmente com influência da construção das represas. Este fato corrobora parcialmente a primeira hipótese, pois apesar do córrego Japira estar a montante dos barramentos, mais réplicas seriam necessárias com a mesma qualidade ambiental, isolando assim apenas o efeito barragem para concluir que de fato, os baixos valores encontrados no córrego Japira são apenas influenciados pelas barragens. Contudo, a segunda hipótese foi corroborada, pois a diferença nos parâmetros ecológicos pode ser facilmente explicada pela qualidade ambiental expressada nos resultados.

Por fim, intervenções de caráter urgente são necessárias por parte dos órgãos ambientais fiscalizadores para cessar ou amenizar os impactos e punir o descaso dos gerenciadores municipais responsáveis pelos diferentes impactos que os córregos apresentam. Neste caso, destaque especial ao córrego Japira, o qual sofre intensos impactos oriundos dos processos em sua margem e no seu fluxo, conferindo o status de impactado, com nítidas interferências na estruturação de suas comunidades aquáticas. As áreas amostrais estão na região marginal (córrego Japira) ou dentro (córrego Água do Xaxim) de uma Unidade de Conservação, e recebem recursos públicos para exercer a função de proteção à biodiversidade. Desta forma, é importante que as ações dentro da Unidade de Conservação sejam ampliadas a fim de abranger as regiões marginais, englobando, por exemplo, o córrego Japira que pode ocasionar novos impactos nas regiões em sua jusante.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Araucária, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo provimento de bolsas acadêmicas. À Coleção Ictiológica do Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia), à Universidade Estadual de Maringá (UEM) e à Faculdade de Apucarana (FAP) pelo apoio logístico.

Referências Bibliográficas

- AFFONSO, I. P.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A.; MESSAGE, H. J.; LATINI, J. D.; GARCÍA-BERTHO, E. Interacting effects of spatial gradients and fishing gears on characterization of fish assemblages in large reservoirs. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 26, n. 1, p. 71-81, 2016.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SANTOS, N. C. L.; ORTEGA, J. C. G.; PELICICE, F. M. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: colonization patterns, impacts and management. **Fisheries Research**, v. 173, n. 1, p. 26-36, 2016.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR., H. F.; BORGHETTI, J. R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de Caso: Reservatório de Itaipu. **Revista Unimar**, v. 14, p. 89-107, 1992.
- AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 1119-1132, 2008.
- ANGULO-VALENCIA, M. A.; AGOSTINHO, A. A.; SUZUKI, H.; DA LUZ-AGOSTINHO, K. D. G.; AGOSTINHO, C. S. Impoundments affect fish reproduction regardless of reproductive strategy. **Lakes and Reservoirs**, v. 21, n. 4, p. 362-374, 2016.
- ARAÚJO, F. G.; PINTO, B. C. T.; TEIXEIRA, T. P. Longitudinal patterns of fish assemblages in a large tropical river in southeastern Brazil: evaluating environmental influences and some concepts in river ecology. **Hydrobiologia**, v. 618, p. 89-107, 2009.
- BETANCUR-R, R.; BROUGHTON, R. E.; WILEY, E. O.; CARPENTER, K.; LÓPEZ, J. A.; LI, C., et al. The tree of life and a new classification of bony fishes. **PLoS Currents**. 2013. Disponível em: <http://currents.plos.org/treeoflife/article/the-tree-of-life-and-a-new-classification-of-bony-fishes/> (Acessado em 12/09/2017).
- BOOCK, M. V.; MACHADO NETO, J. G. Estudo sobre toxicidade aguda de oxicloreto de cobre para o peixe *Poecilia reticulata*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 29-35, 2005.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRICIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 14, n. 1, p. 91-98,

- 2002.
- CUNIO, A. M.; AGOSTINHO, A. A.; LATINI, J. D. Influência da urbanização sobre as assembléias de peixes em três córregos de Maringá, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 4, p. 1101-1110, 2006.
- CUNICO, A. M.; FERREIRA, E. A.; AGOSTINHO, A. A.; BEAUMORD, A. C.; FERNANDES, R. The effects of local and regional environmental factors on the structure of fish assemblages in the Pirapó Basin, Southern Brazil. **Landscape and Urban Planning**, v. 105, n. 3, p. 336-344, 2012.
- ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011.
- FROESE, R.; PAULY, D. FishBase. Worldwide web electronic publication. 2014. Disponível em <http://www.fishbase.org> (Acessado em 06/03/2017).
- GALDINO, N. S.; TROMBINI, R. B. Análise físico-química da água do córrego Japira, localizado na cidade de Apucarana-PR. **Terra e Cultura**, v. 27, n. 53, p. 67-76, 2011.
- GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. **Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes**. Maringá: EDUEM, 2007.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.
- LIEM, K. F. Adaptive significance of intraspecific and interspecific differences in the feeding repertoires of cichlid fishes. **American Zoologist**, v. 20, n. 1, p. 295-314, 1980.
- LUIZ, E. A.; PETRY, A. C.; PAVANELLI, C. S.; JÚLIO JR., H. F.; DIRÇO, L. J.; DOMINGUES, V. M. As assembléias de peixes de reservatórios hidrelétricos do estado do Paraná e bacias limítrofes. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Eds.). **Biocenos em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: Editora Rima, p. 107-113, 2005.
- PENCZAK, T.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; LATINI, J. D. Impacts of a reservoir on fish assemblages of small tributaries of the Corumbá river, Brazil. **River Research and Applications**, v. 25, n. 8, p. 1013-1024, 2009.
- PENCZAK, T.; AGOSTINHO, A. A.; OKADA, E. K. Fish diversity and community structure in two small tributaries of the Paraná River, Paraná State, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 294, n. 3, p. 243-251, 1994.
- PETRY, A. C.; THOMAZ, S. M.; ESTEVEES, F. A. Comunidade de peixes. In: ESTEVEES, F. A. (Ed.). **Fundamentos de Limnologia**. 3ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011. p. 609-624.
- PORTELLA, T.; LOBÓN-CERVIÁ, J.; MANNA, L. R.; BERGALLO, H. G.; MAZZONI, R. Eco-morphological attributes and feeding habits in coexisting characins. **Journal of Fish Biology**, v. 90, n. 1, p. 129-146, 2017.
- RAIO, C. B.; BENNEMANN, S. T. A ictiofauna do rio Tibagi e o projeto de construção da UHE Mauá, Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas da Saúde**, v. 31, n. 1, p. 15-20, 2010.
- REIS, R. E.; ALBERT, J. S.; DI DARIO, F.; MINCARONE, M. M.; PETRY, P.; ROCHA, L. A. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JUNIOR, C. J. (Eds.) **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDPUCRS, 2003.
- REZNICK, D. N.; BASSAR, R. D.; TRAVIS, J.; RODD, H. Life History Evolution in Guppies VIII: The Demographics of Density Regulation in Guppies (*Poecilia reticulata*). **Evolution**, v. 66, n. 9, p. 2903-2915, 2011.
- ROCHA, F. C.; CASATTI, L.; PEREIRA, D. C. Structure and feeding of a stream fish assemblage in Southeastern Brazil: evidence of low seasonal influences. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 21, n. 1, p. 123-134, 2009.
- SHIBATTA, O. A.; ORSI, M. L.; BENNEMANN, S. T.; SILVA-SOUZA, T. A. Diversidade e Distribuição de Peixes na Bacia do Tibagi. In: MEDRI, M.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.; PIMENTA, J. (Eds.). **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina: EDUEL, 2002. p. 403-423.
- SILVA, M. R.; FUGI, R.; CARNIATTO, N.; GANASSIN, M. J. M. Importance of allochthonous resources in the diet of *Astyanax aff. fasciatus* (Osteichthyes: Characidae) in streams: a longitudinal approach. **Biota Neotropica**, v. 14, n. 3, p. 1-10, 2014.
- SOUZA, F.; ABREU, J. A. S.; SILVA, C. E.; GOUVEIA, A. A. Relação entre parâmetros ecológicos e qualidade ambiental em três córregos na bacia do alto rio Paraná. **Biotemas**, v. 26, n. 4, p. 101-110, 2013.
- SOUZA, F.; LEITÃO, M. L. C.; ROCHA, B. G. A.; HIROKI, K. A. N.; PELLI, A. Estrutura ictiofaunística do Rio Uberaba: a influência dos barramentos na dinâmica ecológica das comunidades de peixes. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 4, p. 87-93, 2016.
- SOUZA, F.; SANTOS, C. J.; TRAMONTE, R. P.; KLEPKA, V. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados em três córregos na bacia do alto rio Paraná: uma relação entre qualidade ambiental e parâmetros ecológicos. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 7, n. 2, p. 413-427, 2014.
- SOUZA, F.; TOZZO, R. A. *Poecilia reticulata* Peters 1859 (Cyprinodontiformes, Poeciliidae) como possível bioindicador de ambientes degradados. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 3, n. 2, p. 163-175, 2013.
- STATSOFT. Statistica (data analysis software system). Version 7.1. 2005.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- TOZZO, R. A.; SOUZA, F.; FROTA, A. Relação da qualidade ambiental e os parâmetros abióticos em córregos de cabeceira na bacia do rio Tibagi. **Revista Terra e Cultura**, v. 32, n. 62, p. 65-71, 2016.