

ESPÉCIES DE PEIXES QUE SERÃO AFETADAS PELO DESCOMISSIONAMENTO DA PCH PANDEIROS DE ACORDO COM SUAS PREFERÊNCIAS DE HABITATS *

Raquel Gonçalves Mafra **

Paulo dos Santos Pompeu (Orientador) ***

RESUMO

O número de barragens construídas no mundo é crescente, bem como os impactos ambientais, principalmente no ambiente aquático. A remoção surge como uma medida mitigatória. Porém, essa remoção implica na liberação de sedimentos no rio e isso acomete os habitats dos peixes em curto prazo. Um caso inédito de remoção de barragem no Brasil envolve o descomissionamento da PCH Pandeiros. Este estudo objetivou a avaliação da preferência de habitat de peixes do rio Pandeiros como forma de prever quais espécies seriam mais afetadas pela liberação de sedimentos. Para a seleção dos habitats foram avaliados o tipo de substrato, a velocidade, a profundidade, vegetação da margem, banco de folhas, macrófitas e algas filamentosas. 15 espécies tiveram suas preferências de habitat analisadas. A análise de componentes principais permitiu detectar 2 grupos de peixes mais susceptíveis à liberação de sedimentos. O grupo A: *Orthospinus franciscoensis* e *Phenacogaster franciscoensis* (por terem preferido velocidades menores e profundidades maiores) e o grupo B: *Hisonotus* sp., *Bunocephalus* sp. e *Imparfinis minutus* (pela elevada associação a banco de folhas e algas filamentosas). Apenas 3 espécies foram classificadas como generalistas em termos de habitat: *Steindachnerina elegans*, *Astyanax fasciatus* e *Hyphessobrycon micropterus*. E provavelmente seriam os menos afetados pela remoção da barragem. Apesar deste impacto projetado ser de curto prazo, de pouca abrangência e com rápida recuperação posterior, espera-se com este estudo contribuir com o entendimento dos efeitos de liberações de sedimentos sobre a fauna de peixes tropicais.

Palavras-chave: Barragem. Remoção. Sedimentos. Hidrelétrica. Limnologia.

* Artigo apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

** Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras. Endereço eletrônico: goncalvesraquel15@gmail.com

*** Professor na Universidade Federal de Lavras, Doutor em Hidráulica e Recursos Hídricos pela UFMG. Endereço eletrônico: pompeu@ufla.br

INTRODUÇÃO

À escala global, no final do século XX, existiam cerca de 45000 barragens de grandes dimensões, distribuídas por 140 países (WCD, 2000), e este número tende a aumentar (ZARFL et al., 2015). A adoção destas estruturas pode ser explicada pela grande variedade de funções que uma barragem pode fornecer: produção de energia relativamente segura, barata e eficiente, controle de vazão, suprimento de água, navegação, irrigação e oportunidade de lazer. Apesar disso, as barragens e seus reservatórios também são fontes de impactos negativos, tanto nas regiões afetadas diretamente a montante e a jusante quanto em regiões mais distantes, como por exemplo na região oceânica próximo à foz dos rios barrados (LIGON et al., 1995; SYVITSKI et al., 2005; DUDGEON et al., 2006). Estes impactos já respondem pela diminuição da biodiversidade em ambientes aquáticos em escala global (POFF et al., 2007; VÖRÖSMARTY et al., 2010).

Devido à dificuldade em mitigar estes impactos, a remoção de barragens apresenta-se como uma alternativa que vem se tornando cada vez mais comum. Os motivos que justificam a remoção de uma barragem dependem do contexto onde ela está inserida e podem, no geral, serem divididos em três principais razões: ambiental, segurança e econômica (MACLIN; SICCHIO, 1999). Grandes projetos hidráulicos acabam afetando profundamente a geomorfologia fluvial, por modificar o regime de cheias e de sedimento transportado pelo rio (ANDRADE, 2002). A maioria das barragens já removidas foi em decorrência de preocupações ligadas ao retorno do rio livre de barreiras para migração de peixes (principalmente do salmão), e por motivos de segurança em decorrência do excesso de sedimentos no reservatório e pelo próprio tempo de vida das barragens (MACLIN; SICCHIO, 1999; POFF; HART, 2002; O'CONNOR et al., 2015).

A opção pela remoção deve considerar que haverá aspectos negativos como excesso de sedimento e perda de diversidade a curto prazo, mas que os benefícios tendem à estabilização próxima ao ambiente natural anterior à construção da barragem (STANLEY; DOYLE, 2003) e superior ao período onde a barragem existia.

Um caso inédito de remoção de barragem no Brasil ocorrerá com o descomissionamento da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Pandeiros, localizada no rio Pandeiros. Este rio é um importante afluente da margem esquerda do rio São Francisco, com extensão de aproximadamente 145 km. A região alagada e as veredas do rio Pandeiros estão entre as áreas prioritárias para conservação do bioma do Cerrado, sendo também considerada

de Importância Biológica Especial, por constituir-se em ambiente único no estado e possuir alta riqueza de espécies (DRUMMOND et al., 2005).

No médio curso do rio Pandeiros foi instalada em 1957 a PCH, que foi desativada em 2008. Seu reservatório apresenta área de 280 hectares e sua barragem, de crista livre, altura máxima de 10,30 metros. Sua casa de força localiza-se cerca de 400 metros a jusante da barragem e, quando em operação turbinava até $35 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ a fio d'água, com potência de 4,2 MW (FONSECA et al., 2008).

A remoção da PCH Pandeiros se aplica por razões ecológicas e econômicas. Cabe salientar que este seria provavelmente o primeiro caso de remoção de barragem (pelo menos documentado) na América Latina, enquanto em outros países já é uma realidade. Neste contexto, em outros países a remoção de barragens tem se mostrado eficaz na recuperação de rios (BEDNAREK, 2001; RONI et al., 2002), além de melhorar o status ecológico global do sistema fluvial (KEMP; O'HANLEY, 2010), restaurando processos ecológicos em suas dimensões longitudinais (VANNOTE et al., 1980) e lateral (JUNK et al., 1989).

O objetivo principal deste estudo é avaliar a preferência de habitat das espécies de peixes presentes no rio Pandeiros imediatamente a jusante da PCH Pandeiros, a ser descomissionada, e a partir do estudo da preferência de habitats, prever quais espécies serão mais afetadas pela liberação de sedimentos. Com a remoção da barragem da PCH Pandeiros, espera-se que a velocidade da água do rio aumente e a profundidade diminua. Sendo assim, as espécies mais encontradas em ambientes lânticos e profundos seriam as mais afetadas. Uma elevada afinidade de espécies pelos fatores biológicos vegetação da margem, bando de folhas, macrófitas e algas filamentosas também é um fator que implica na vulnerabilidade destas espécies.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do Rio Pandeiros está localizada no Norte de Minas, envolvendo os municípios de Januária, Bonito de Minas e Cônego Marinho (Figura 1). A região é considerada uma área de transição entre os biomas da Caatinga e Cerrado, com predomínio do segundo (ANEXO B). São frequentes as espécies arbóreas pequi, jatobá, aroeira, sucupira, tamboril e ipê amarelo; e da fauna, animais como corujas, garças, gavião carcará, sapos, jacarés, capivaras, tatu, micos dentre outros. Devido à sua grande riqueza, a bacia compreende duas áreas protegidas pelo Estado. Uma delas é o Refúgio Estadual de Vida Silvestre do Rio Pandeiros, criado em 2004 e que ocupa 6.102,7526 hectares no município de Januária. Tem o objetivo proteger a rica fauna aquática (ictiofauna) da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco,

em especial na área alagável e lagoas marginais do Rio Pandeiros. O pântano, único de Minas Gerais, possui extensas áreas alagadas tidas como um berçário natural, responsável pela reprodução de aproximadamente 70% dos peixes do Rio São Francisco, sendo um dos maiores criatórios de peixes da bacia. Sua área inundada, em torno de 3 mil hectares, possui dezenas de lagoas que se interligam no período chuvoso, coincidente com o período da piracema (BETHONICO, 2009).

O trabalho de campo ocorreu durante a época de estiagem, em agosto de 2019, nas margens do rio Pandeiros (15°32'00.48"S, 44°43'59.62W) em um trecho de 1 km a jusante da barragem da PCH Pandeiros. O trecho foi dividido em 10 seções, de 100 metros cada. Em cada seção foram realizadas 5 amostragens de peixes em habitats específicos, totalizando 50 ao todo.

Os peixes foram capturados durante o dia utilizando redes de cerco (6 m de comprimento, malha de 5 mm) e peneiras de pesca (80 cm de diâmetro, malha de 1 mm). Os habitats foram definidos como regiões homogêneas em relação ao tipo de substrato, velocidade da água e profundidade. Após passar a rede ou a peneira, estimou-se a área da região de amostragem, em m², e a profundidade. A velocidade da água foi mensurada utilizando-se o medidor digital de velocidade (modelo 2100), a 60% da profundidade total. Profundidade e velocidade foram divididas em 4 intervalos cada: 0,10 - 0,22 cm; 0,23 - 0,32 cm; 0,33 - 0,51 cm; 0,52 - 0,93 cm para profundidade e 0 - 0,07 m/s; 0,08 - 0,19 m/s; 0,20 - 0,44 m/s; 0,45 - 0,76 m/s para velocidade. O substrato de cada habitat foi avaliado visualmente, e categorizado como silte+argila (<0,06 mm), areia (0,06 - 2 mm), cascalho (2 - 64 mm) ou pedregulho (>64 mm). O substrato dominante foi definido com o percentil 50 da proporção de cada categoria ordenada por gradientes de tamanho. Além dos fatores hidráulicos também foram avaliados por presença/ausência os seguintes fatores biológicos: vegetação da margem, banco de folhas, macrófitas e algas filamentosas.

Os peixes coletados em cada habitat foram anestesiados em eugenol e fixados numa solução de formol 10%. No laboratório, os peixes foram preservados em uma solução de álcool 70%. Posteriormente foram realizadas a triagem, identificação e contagem dos peixes.

A preferência de habitats das espécies mais bem distribuídas (presentes em pelo menos cinco habitats) foi avaliada através de regressão logística, sendo calculada a razão de chance de ocorrência das mesmas em função de características do substrato, velocidade e profundidade do rio, além da presença de vegetação da margem, banco de folhas, macrófitas e algas filamentosas. A ordenação da preferência das espécies em conjunto, em função das características do habitat foi ainda avaliada visualmente pela análise de componentes principais (PCA), onde foram destacadas aquelas generalistas em termos de habitat, e as que possuiriam

maior probabilidade de sofrerem o impacto da liberação de sedimentos, seja por serem encontradas em locais de maior profundidade, seja por preferência de substratos maiores ou bancos de folhas.

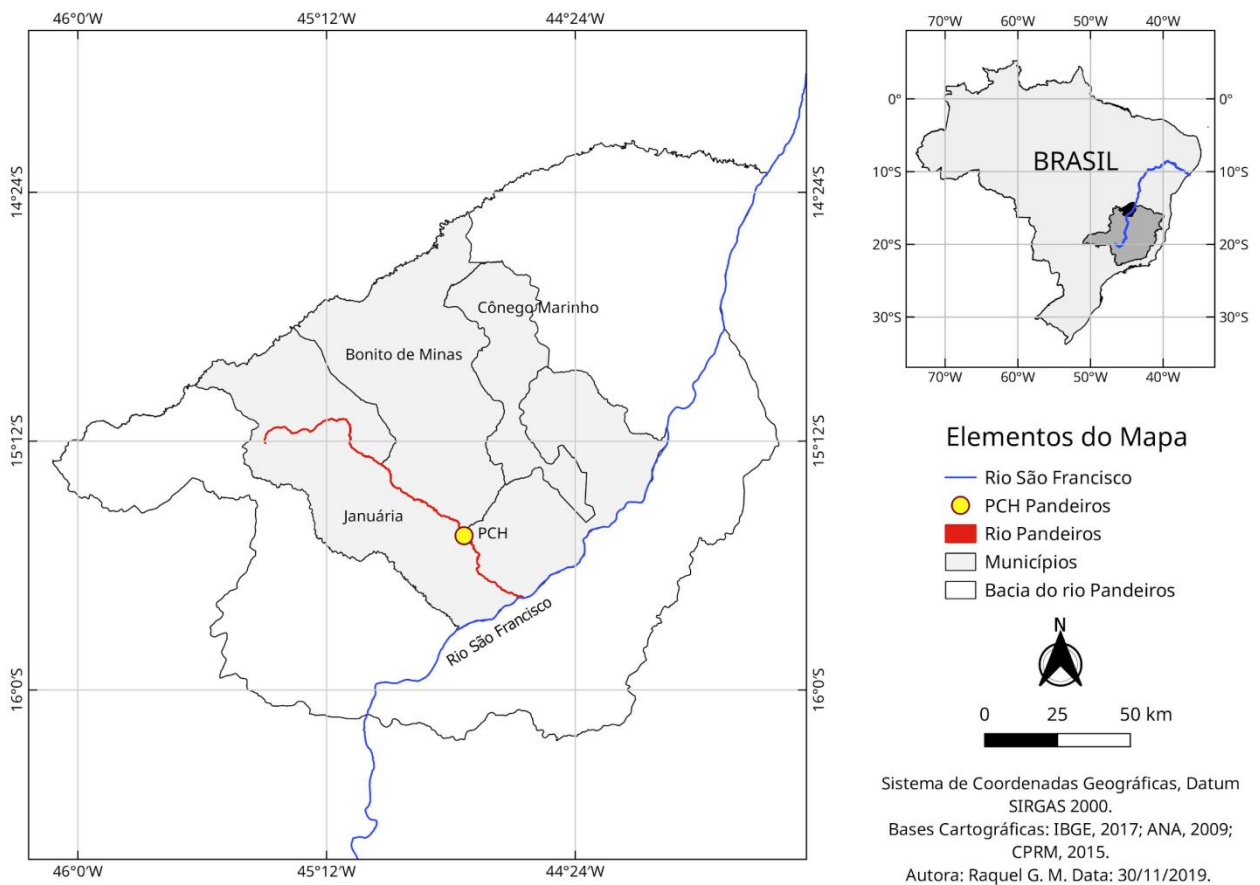


Figura 1: Bacia do rio Pandeiros pertencente à bacia do rio São Francisco, localizada no estado de Minas Gerais e a localização da PCH Pandeiros no rio Pandeiros nas proximidades dos municípios de Januária, Bonito de Minas e Cônego Marinho.

RESULTADOS

Foram capturadas 31 espécies de peixes. Destas, 15 tiveram pelo menos 5 indivíduos coletados, e puderam ter seu uso de hábitat avaliado (Tabela 1 e ANEXO A). *Astyanax fasciatus* foi a espécie que ocorreu no maior número de habitats amostrados (37), enquanto *Serrapinnus heterodon* e *S. piaba* tiveram o maior número de indivíduos coletados, 1001 e 656 respectivamente.

Das espécies avaliadas quanto ao uso de habitat, três foram considerados generalistas por estarem presentes em diferentes habitats (*Steindachnerina elegans*, *Astyanax fasciatus* e *Hyphessobrycon micropterus*), enquanto a presença das demais foi influenciada por pelo menos um fator (Tabela 2). *Phenacogaster franciscoensis* e *Orthospinus franciscoensis* foram ainda associados a substratos mais finos (Figura 2). *Imparfinis minutus* e *Bunocephalus* sp. foram encontrados preferencialmente em velocidades intermediárias, entre 0.2 e 0.4 m/s (Figura 3). *Phenacogaster franciscoensis*, *Hemigrammus marginatus*, *Hisonotus* sp., *Moenkhausia costae* e *Orthospinus franciscoensis* foram mais encontrados em locais mais profundos, enquanto *Imparfinis minutus* aumentou a probabilidade de ocorrência em áreas rasas (Figura 4). Fatores biológicos também influenciaram na ocorrência de espécies. Vegetação na margem, banco de folhas, macrófitas e algas filamentosas aumentaram em pelo menos 5 vezes a probabilidade de ocorrência de uma (*I. minutus*), cinco (*I. minutus*, *Bunocephalus* sp., *Hisonotus* sp., *C. zebra* e *M. costae*), três (*Hisonotus* sp., *S. piaba* e *S. heterodon*) e cinco (*I. minutus*, *Bunocephalus* sp., *Hisonotus* sp., *A. lacustris* e *P. argentea*) espécies, respectivamente (Tabela 2).

A análise de componentes principais foi capaz de sumarizar cerca de 70% da informação relacionada à preferência de hábitat das espécies. As variáveis velocidade, vegetação na margem, banco de folhas e algas filamentosas estiveram positivamente relacionadas ao Eixo 1, enquanto profundidade foi negativamente relacionada ao mesmo eixo. Já tamanho do substrato e macrófitas foram negativamente relacionadas ao Eixo 2 (Figura 5). A partir da agregação observada, foi possível destacar dois grupos de espécies possivelmente susceptíveis à liberação de sedimentos com a abertura das comportas da PCH Pandeiros. O primeiro (A), em que fazem parte *O. franciscoensis* e *P. franciscoensis*, corresponde às espécies associadas às maiores profundidades e menores velocidades. O segundo (B), com *Bunocephalus* sp., *Hisonotus* sp. e *I. minutus*, espécies com elevada afinidade com os fatores biológicos.

Tabela 1: Abundância e número de habitats em que cada espécie foi registrada no rio Pandeiros.

Espécies	Número de indivíduos	Número de habitats
<i>Astyanax fasciatus</i>	185	37
<i>Serrapinnus piaba</i>	656	36
<i>Serrapinnus heterodon</i>	1001	34
<i>Characidium zebra</i>	81	21
<i>Hemigrammus marginatus</i>	67	16
<i>Astyanax lacustris</i>	49	15
<i>Phenacogaster franciscoensis</i>	132	11
<i>Piabina argentea</i>	37	10
<i>Imparfinis minutus</i>	11	8
<i>Orthopinus franciscoensis</i>	18	8
<i>Hisonotus</i> sp.	16	6
<i>Moenkhausia costae</i>	78	6
<i>Steindachnerina elegans</i>	19	5
<i>Hyphessobrycon micropterus</i>	8	5
<i>Bunocephalus</i> sp.	7	5

Tabela 2: Resultados da regressão logística (χ^2 e valor de p) para cada espécie avaliada, e suas respectivas razões de chance de ocorrência para as variáveis avaliadas (NS = não significativo; Vel = velocidade; Prof = Profundidade; Subst.fino = substrato fino; VM = vegetação marginal; BF = banco de folhas; MA = macrófitas; AF = Algas filamentosas).

Espécie	χ^2	p	Vel.	Prof.	Subst. fino	VM	BF	MA	AF
<i>A. fasciatus</i>	NS	NS							
<i>A. lacustris</i>	15.06	0.04	0.18	1.38	0.17	0.31	1.6	0.13	>100
<i>Bunocephalus</i> sp.	17.98	< 0.01	27.33	1.19			> 100		>100
<i>C. zebra</i>	6.54	0.04	4.42				6.12		
<i>H. marginatus</i>	37.42	<0.01		>100		3.52	2.71		
<i>H. micropterus</i>	NS	NS							
<i>Hisonotus</i> sp.	12.74	0.05		8.73	2.85	3.32	> 100	>100	15.12
<i>I. minutus</i>	23.84	< 0.01	38.16	>100	3.23	>100	>100		>100
<i>M. costae</i>	14.21	0.01		> 100		0.25	7.29	0.47	
<i>O. franciscoensis</i>	15.43	0.02	0.16	>100	>100	2.86	2.73	2.44	
<i>P. argentea</i>	6.04	0.05					2.84		9.65
<i>P. franciscoensis</i>	13.55	0.04	0.06	25.76	>100	0.4	0.84	3.19	
<i>S. elegans</i>	NS	NS							
<i>S. heterodon</i>	7.06	0.03		1.98				>100	
<i>S. piaba</i>	5.87	0.05	1.36					>100	

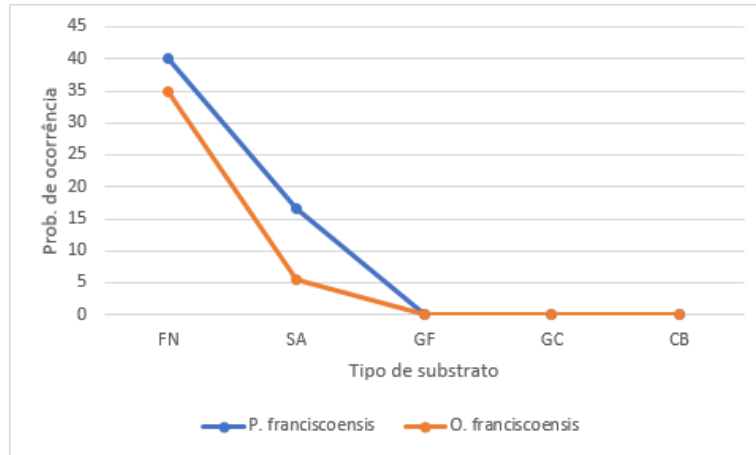


Figura 2: Probabilidade de ocorrência das espécies *P. franciscoensis* e *O. franciscoensis* para cada tipo de substrato.

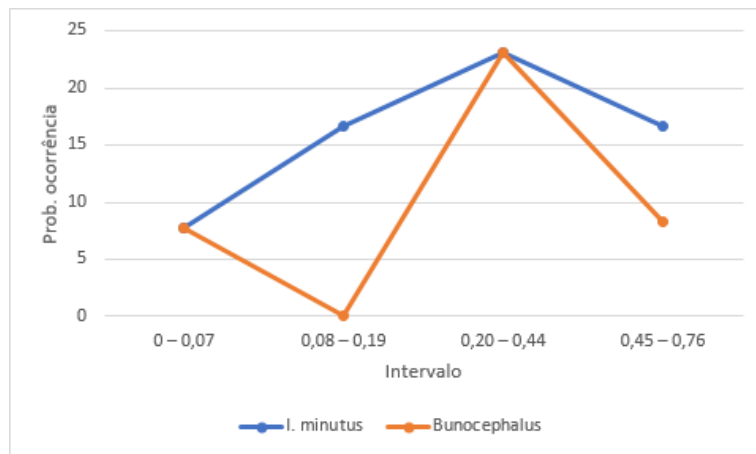


Figura 3: Probabilidade de ocorrência das espécies *I. minutus* e *Bunocephalus* para cada intervalo de velocidade.

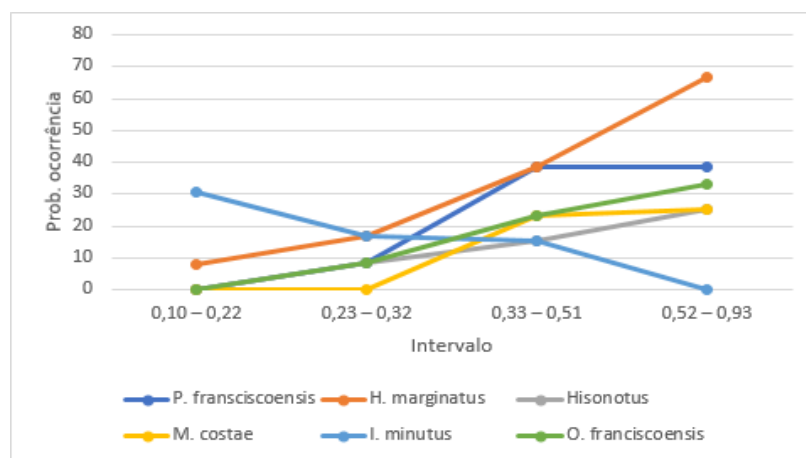


Figura 4: Probabilidade de ocorrência das espécies *P. franciscoensis*, *H. marginatus*, *Hisonotus*, *M. costae*, *I. minutus* e *O. franciscoensis* para cada intervalo de profundidade.

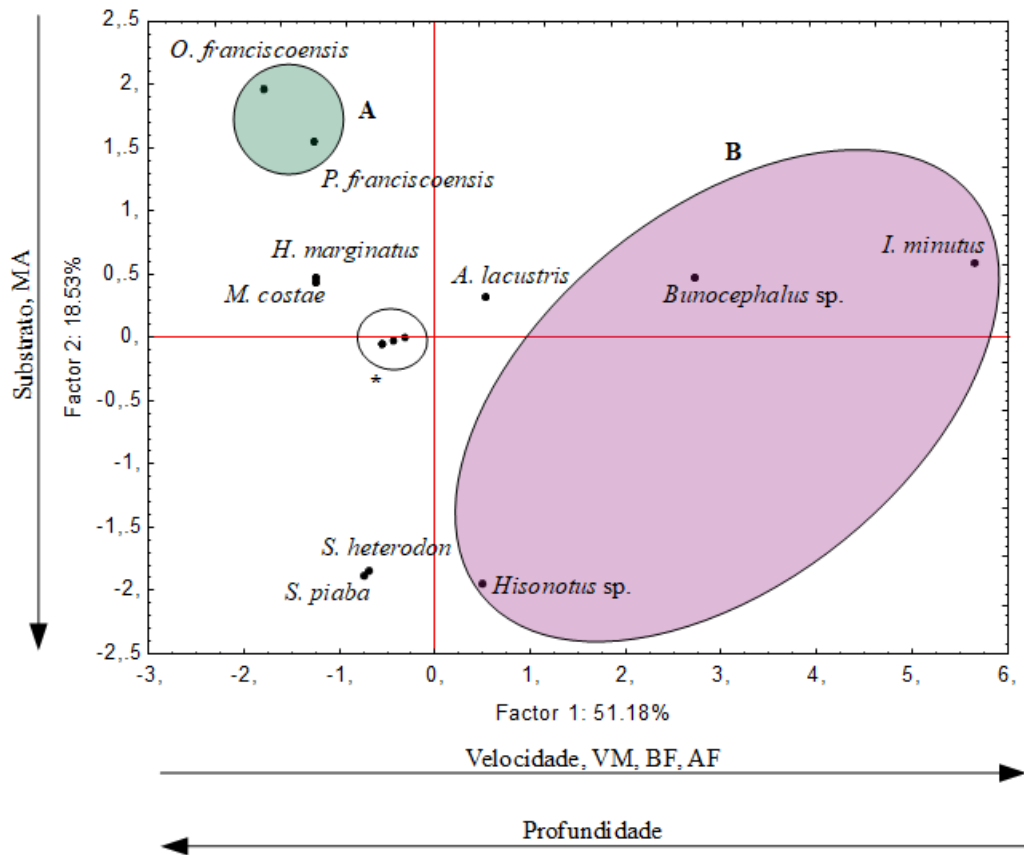


Figura 5: Ordenação das espécies nos dois primeiros eixos do PCA. Grupo A: *O. franciscoensis* e *P. franciscoensis* (preferência por velocidades menores e profundidades maiores). Grupo B: *Hisonotus sp.*, *Bunocephalus sp.* e *I. minutus* (preferência por banco de folhas e algas filamentosas). VM = vegetação na margem; BF = banco de folhas; MA = macrófitas; AF = algas filamentosas.

* Espécies generalistas: *S. elegans*, *A. fasciatus* e *H. micropterus*.

DISCUSSÃO

A remoção da barragem da PCH Pandeiros implicará em algumas mudanças no rio. Com o arraste de sedimentos, espera-se que haja a diminuição da profundidade e o aumento da velocidade da água. Dessa forma, algumas alterações nos habitats dos peixes serão percebidas. A análise dos resultados permitiu prever quais espécies seriam afetadas com a remoção da barragem. Das 15 espécies analisadas, 12 mostraram possuir preferência por habitat. As espécies que preferiram profundidades maiores e velocidades menores foram o *P. franciscoensis* e *O. franciscoensis*. Dessa forma, espera-se que estas sejam as mais afetadas. *Hemigrammus marginatus*, *Hisonotus* sp., *Moenkhausia costae* também poderão ser afetados pois preferem locais mais profundos. Em relação à alteração de fatores biológicos, as espécies mais susceptíveis seriam *I. minutus*, *Bunocephalus* sp. e *Hisonotus*, as quais apresentaram uma grande afinidade a bancos de folhas e algas filamentosas. Algumas espécies se mostraram generalistas, sendo encontradas em diferentes habitats. Foram elas: *S. elegans*, *A. fasciatus* e *H. micropterus*, sendo a *A. fasciatus* a mais generalista por ter ocorrido no maior número de habitats.

A preferência de habitat de algumas das espécies encontradas no rio Pandeiros já foi estudada em Leal et al. (2010), no Rio das Velhas. Foram elas: *P. argentea*, *I. minutus*, *C. zebra*, *S. heterodon*, *S. piaba*, *Bunocephalus* sp. e *H. marginatus*. No rio Pandeiros, estas mesmas espécies tiveram comportamentos semelhantes em relação à preferência por velocidades menores. Em ambos os estudos, *H. marginatus* preferiu profundidades intermediárias. A única diferença é que no rio Pandeiros as espécies *C. zebra*, *S. heterodon*, *S. piaba* e *Bunocephalus* sp. tiveram maior ocorrência em ambientes menos profundos (entre 0 e 0,5 m), sendo que *I. minutus* e *Bunocephalus* sp. preferiram os locais mais rasos (0,22 e 0,28 m, respectivamente). Isso indica que estas espécies podem se adaptar a diferentes profundidades.

Alguns estudos anteriores avaliaram como a preferência de habitat implicaria na resposta das diferentes espécies a um impacto ambiental, mas nenhum deles teve foco na liberação de sedimentos. Considerando as eventuais modificações na vazão de um rio, o estudo de Santos et al. (2018) no Rio das Velhas e no rio Curimataí mostrou que *P. argentea* e *S. heterodon* foram mais encontrados em velocidades menores (0,5 e 1 m/s, respectivamente) e profundidades entre 0,80 e 1 m. Com uma eventual diminuição de vazão, a quantidade de habitats disponíveis para algumas destas espécies aumentaria devido às mudanças de profundidade e velocidade. Já para outras, sua distribuição no rio ficaria mais restrita.

O impacto mais importante da remoção de uma barragem é a liberação de sedimentos e, pela primeira vez no Brasil, tem-se um modelo preditivo deste impacto. O modelo permite prever quais espécies seriam mais afetadas. São poucos os estudos que fornecem a avaliação quantitativa detalhada da resposta das populações de peixes com a remoção de barragens (Burroughs et al., 2011). O estudo de Magilligan et al. (2015) comparou os dados obtidos antes e após a remoção de uma barragem no rio Amethyst Brook, em Massachusetts, e identificou como um dos efeitos imediatos a perda da abundância de peixes devido ao arraste de sedimentos promovido pelo fluxo intenso da água. Outro estudo, de Catalano e Bozek (2011), em Wisconsin, nos Estados Unidos, mostrou que imediatamente após a remoção de quatro barragens no rio Baraboo houve uma diminuição da integridade biótica e riqueza de espécies a jusante da barragem. A recuperação só ocorreu após 2 anos.

Vale ressaltar que o impacto da liberação de sedimentos no ambiente aquático só ocorre em um curto período após a remoção da barragem. A longo prazo o rio consegue se recuperar, conforme consta alguns estudos já realizados. No estudo de Kanehl (2011) a remoção da barragem beneficiou o habitat, o potencial pesqueiro e a integridade biótica no rio Milwaukee, em Wisconsin, nos Estados Unidos. A barragem representava uma barreira ao movimento dos peixes. Segundo Poulos (2014), foram observadas mudanças significativas na abundância de peixes ao longo do rio Eightmile, em Connecticut, nos Estados Unidos. A remoção da barragem Zemko melhorou a conectividade do rio e a disponibilidade de habitats, representando benefícios para os peixes (POULOS et al., 2014).

Os resultados deste estudo foram satisfatórios, pois foi possível prever quais espécies seriam afetadas pela liberação de sedimentos. A maioria dos peixes analisados mostraram alguma preferência por habitat, sendo assim, a maioria das espécies são vulneráveis à remoção da barragem e consequente liberação de sedimentos. Foram poucas as espécies generalistas: *S. elegans*, *A. fasciatus* e *H. micropterus*. Estas seriam as menos afetadas. Já as mais afetadas seriam as espécies dos grupos A e B, como pode ser visto na Figura 5. Em relação ao grupo A, as mudanças na profundidade e velocidade do rio afetariam principalmente as espécies *P. franciscoensis* e *O. franciscoensis*. Já em relação ao grupo B, a alteração dos bancos de folhas e algas filamentosas afetariam principalmente as espécies *Bunocephalus* sp., *I. minutus* e *Hisonotus*. A curto prazo, haverá mudanças significativas nos habitats a jusante da barragem e isso afetará a maioria das espécies, portanto, é essencial realizar o monitoramento do rio após a abertura da comporta. Apesar dos impactos a curto prazo, espera-se um aumento da abundância de peixes, a longo prazo, devido à diminuição dos fatores limitantes à migração dos mesmos e ao retorno das condições naturais do rio. A remoção da barragem continua sendo a

melhor alternativa para mitigar os impactos da PCH Pandeiros, pois, permitirá o fluxo dos peixes entre as regiões de montante e jusante, resultando na recuperação da fauna aquática em poucos anos.

FISH SPECIES THAT WILL BE AFFECTED BY THE DESCOMMISSIONING OF PCH PANDEIROS ACCORDING TO HABITAT PREFERENCES

ABSTRACT

The number of dams built in the world is increasing, as well as the environmental impacts, especially on the aquatic environment. Removal appears as a mitigatory measure. However, this removal implies the release of sediment in the river and this affects fish habitats in the short term. An unprecedented case of dam removal in Brazil involves the decommissioning of PCH Pandeiros. This study aimed to evaluate the fish habitat preference of the Pandeiros River as a way to predict which species would be most affected by sediment release. For habitat selection, substrate type, velocity, depth, margin vegetation, leaf bank, macrophytes and filamentous algae were evaluated. 15 species had their habitat preferences analyzed. The principal component analysis allowed to detect 2 groups of fish more susceptible to sediment release. Group A: *Orthospinus franciscoensis* and *Phenacogaster franciscoensis* (because they preferred lower velocities and greater depths) and group B: *Hisonotus* sp., *Bunocephalus* sp. and *Imparfinis minutus* (due to its high association with leaf bank and filamentous algae). Only 3 species were classified as habitat generalists: *Steindachnerina elegans*, *Astyanax fasciatus* and *Hyphessobrycon micropterus*. And they would probably be the least affected by dam removal. Although this project impact is short term, short range and with rapid later recovery, this study is expected to contribute to the understanding of the effects of sediment releases on tropical fish fauna.

Keywords: Dam Removal. Sediments. Hydroelectric. Limnology.

ANEXO A – Ilustrações das espécies analisadas do rio Pandeiros

Serrapinnus heterodon*Phenacogaster franciscoensis**Steindachnerina elegans**Astyanax fasciatus**Hemigrammus marginatus**Hyphessobrycon micropterus**Hisonotus* sp.*Moenkhausia costae**Bunocephalus* sp.*Orthospinus franciscoensis*

Imparfinis minutus



Characidium zebra



Serrapinnus piaba



Piabina argentea



Astyanax lacustris



ANEXO B – PCH Pandeiros e trechos do rio a jusante



REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. **Da Transposição das Águas do Rio São Francisco à Revitalização da Bacia: As Várias Visões de um Rio**, ago. 2002.
- BEDNAREK, A. Undamming Rivers: A Review of the Ecological Impacts of Dam Removal. **Environmental Management**, p. 803-814, 2001.
- BETHONICO, M. B. M. Rio Pandeiros: território e história de uma área de proteção ambiental no Norte de Minas Gerais. **Acta Geográfica**, p. 23-38, jan 2009.
- CATALANO, M. J., & BOKEK M. A. Effects of Dam Removal on Fish Assemblage Structure and Spatial Distributions in the Baraboo River, Wisconsin. **North American Journal of Fisheries Management**, p. 519-530, 2011.
- DRUMMOND, G. M.; MARTINS C. S.; MACHADO A. B. M.; SEBATO F. A. e ANTONINI, Y. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, v. 2, 222p, 2005.
- DUDGEON, D. et al. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. **Biological reviews**, p. 163-182, 2006.
- DYNESIUS, M., & NILSSON, C. Fragmentation and Flow regulation of river systems in the northern third of the world, **Science**, 1994.
- FONSECA, E. M. B.; GROSSI, W. R.; FIORINE, R. A. & PRADO, N. J. S. PCH Pandeiros: Uma Complexa Interface com a Gestão Ambiental Regional. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS E MÉDIAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS, Belo Horizonte, 21 a 25 de abril de 2008.
- JUNK, W. et. al. The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems, **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, set. 1989.
- KANEHL, P. D.; LYONS, J., & NELSON, J. Changes in the Habitat and Fish Community of the Milwaukee River, Wisconsin, Following Removal of the Woolen Mills Dam. **North American Journal of Fisheries Management**, p. 387-400, jan. 2011.

KEMP P. S. & O' HANLEY J. R. Procedures for evaluating and prioritising the removal of fish passage barriers: A synthesis, **Fisheries Management and Ecology**, jun. 2010.

LEAL, C. G. et al. Morphology and habitat use by fishes of the Rio das Velhas basin in southeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 90, n. 2, p. 143-157, fev. 2011.

LIGON, F. K., DIETRICH, W. E., & TRUSH, W. J. Downstream ecological effects of dams. **BioScience**, p. 183-192, 1995.

MACLIN, E., & SICCHIO, M. **Dam removal success stories**: restoring rivers through selective removal of dams that don't make sense. Washington, DC, Spec. Rep. by Friends of the Earth, American Rivers, and Trout Unlimited, dezc. 1999.

MAGILLIGAN, F. J. et al. Immediate changes in stream channel geomorphology, aquatic habitat, and fish assemblages following dam removal in a small upland catchment. **Geomorphology**, p. 158-170, 2015.

NILSSON, C., REIDY, C. A., DYNESIUS, M., & REVENGA, C. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems, **Science**, p. 405-408, 2005.

O'CONNOR, J. E., DUDA, J. J., & GRANT, G. E. 1000 dams down and counting. **Science**, p. 496-497, 2015.

POFF, N. L. et al. Homogenization of regional river dynamics by dams and global biodiversity implications. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, p. 5732-5737, 2007.

POFF, N. L., & HART, D. D. How Dams Vary and Why It Matters for the Emerging Science of Dam Removal. **BioScience**, p. 659-668, 2002.

POULOS, H. M. et al. Fish Assemblage Response to a Small Dam Removal in the Eightmile River System, Connecticut, USA. **Environmental Management**, p. 1090-1101, jul. 2014.

RONI, P.; BEECHIE, T.; BILBY, R.; LEONETTI, F.; POLLOCK, M.; PESS, G. A review of stream restoration techniques and a hierarchical strategy for prioritizing restoration in Pacific Northwest watersheds. **North American Journal of Fisheries Management**, 2002.

SANTOS, H. A. et al. Physical habitat simulation for small-sized characid fish species from tropical rivers in Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 26, n. 4, dez. 2018.

SCULLY, R. J.; LEITZINGER, E. J.; PETROSKY, C. E. **Idaho Habitat Evaluation for Off Site Mitigation Record**, Bonneville Power Administration, Portland, OR, 1990.

STANLEY, E. H., & DOYLE, M. W. **Trading off**: the ecological effects of dam removal. *Frontiers in Ecology and the Environment*, p. 15-22, 2003.

SYVITSKI, J. P. et al. Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean. **Science**, p. 376-380, 2005.

VÖRÖSMARTY, C. J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, p. 555-561, 2010.

WORLD COMMISSION ON DAMS. Dams and development. **Earthscan**, London, 2000.

ZARFL, C. et al. A global boom in hydropower dam construction. **Aquatic Sciences**, p. 161-170, 2015.