

# Variação da composição e estrutura da ictiofauna em três rios com e sem influência de barramento no sul do Brasil

## Variation of composition and structure of the fish fauna in three rivers with and without influence of dams in southern Brazil

Alice Hirschmann<sup>1</sup>  
alicehirschmann@gmail.com

### Resumo

A bacia do rio Ijuí, devido à sua alta potencialidade para geração de energia, é alvo para implantações de aproveitamentos hidrelétricos. Neste contexto, o objetivo principal do presente estudo foi avaliar a composição e a estrutura da ictiofauna em três rios com e sem influência de barragens e traçar um prognóstico para a ictiofauna do rio que ainda não possui aproveitamento hidrelétrico. Durante os anos de 2009 e 2010, foram realizadas amostragens sazonais com diversos apetrechos de coleta em três rios, Palmeira, Alegre e Divisa, sendo o último livre de barramento. Foram registradas 42 espécies nativas e duas espécies exóticas no presente estudo. Verificou-se variação espacial entre os trechos amostrados e ausência de indicação de variação temporal. As espécies *Steindachnerina biornata*, *Astyanax jacuhiensis*, *Oligosarcus jenynsii*, *Hoplias malabaricus*, *Crenicichla lepidota*, *Tilapia rendalli* e *Cyprinus carpio* apresentaram associação aos reservatórios existentes. Devido ao aumento das áreas represadas, pode-se inferir que a implementação de hidrelétricas pode favorecer essas espécies, mas pode prejudicar as espécies associadas a ambientes de corredeiras, como *Pareiorhaphis cf. hystrix*, *Astyanax* sp. e *Bryconamericus iheringii*.

**Palavras-chave:** assembleias de peixes, hidrelétrica, bacia do rio Ijuí, rio Uruguai.

### Abstract

The Rio Ijuí basin has great energy generation potential, and is currently the target of implementations of hydroelectric dams. In this context, the main goal of this study was to characterize the fish assemblage structure and the composition in three rivers with and without influence of dams and to establish a prognosis for the fish fauna on rivers that still do not have dams installed. During the years 2009 and 2010, seasonal sampling was conducted using several methods in the three rivers, Palmeira, Alegre and Divisa, the last one without barrier. We recorded a total of 42 native and two exotic species of fishes. There is spatial variation in fish assemblage structure among sampled sites and no indication of seasonal variation. *Steindachnerina biornata*, *Astyanax jacuhiensis*, *Oligosarcus jenynsii*, *Hoplias malabaricus*, *Crenicichla lepidota*, *Tilapia rendalli* e *Cyprinus carpio* were associated with reservoirs. Due to the increased abundance in areas with dams, we can infer that implementation of hydroelectric dams might favor those species, while it might prejudice specialized riverine fishes, such as *Pareiorhaphis cf. hystrix*, *Astyanax* sp. and *Bryconamericus iheringii*.

**Keywords:** Fish assemblages, hydroelectric dams, Rio Ijuí basin, Uruguay River.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43435, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

## Introdução

Os ecossistemas aquáticos ao redor do mundo estão sendo rapidamente alterados por atividades antrópicas (Dudgeon, 1992; Allan e Flecker, 1993), as quais têm exercido uma profunda – e normalmente negativa – influência, com redução da riqueza nas assembleias de peixes de água doce, desde os menores córregos aos maiores rios. No sistema hidrográfico do Rio Uruguai, e especificamente na bacia hidrográfica do Rio Ijuí, que está inserida nesse sistema, a situação não é diferente.

Devido ao fato de a matriz energética nacional estar baseada em hidrelétricas e da bacia hidrográfica do rio Ijuí apresentar potencial hídrico, existem ao total 20 aproveitamentos hidrelétricos em diferentes fases de licenciamento nessa bacia. Por conseguinte, há alta demanda de estudos dos possíveis impactos dessas instalações (FE-PAM, 2004; Hüffner e Engel, 2011).

Os represamentos de rios são intervenções que alteram profundamente a dinâmica da água, a quantidade e a qualidade de habitats e toda a rede trófica (Agostinho *et al.*, 2007). Sendo a estrutura física do habitat muito importante na determinação da composição e da abundância das espécies nas assembleias de peixes (Gorman e Karr, 1978), um efeito inevitável de qualquer represamento sobre a fauna aquática é a alteração na composição e na abundância das espécies, geralmente com elevada proliferação de espécies generalistas e redução ou mesmo eliminação de espécies especialistas (Agostinho *et al.*, 1999) e de espécies migradoras.

Assim, a diversidade e a estrutura das assembleias de peixes são indicadores para a qualidade ambiental. Uma vez que os peixes ocupam variadas posições na teia trófica, o monitoramento da ictiofauna em rios é essencial para identificar respostas aos impactos causados pela ação antrópica (Amorin *et al.*, 1983).

O presente estudo é resultado de um trabalho de levantamento e monitora-

mento da ictiofauna realizado em três rios da bacia do Rio Ijuí. Dois deles, os rios Palmeira e Alegre, já apresentam um aproveitamento hidrelétrico instalado, enquanto no terceiro, o rio Divisa, há um aproveitamento hidrelétrico em processo de implementação. Nesse contexto, os objetivos do estudo foram: identificar a ictiofauna dos rios; averiguar sua estrutura e possível variação sazonal; apurar quais espécies apresentam maior associação com reservatórios; e, ainda, discutir um possível prognóstico para a ictiofauna do rio que ainda não possui um aproveitamento hidrelétrico. Devido à falta de estudos publicados sobre o tema no Rio Grande do Sul, busca-se também disponibilizar informações que sirvam como subsídio para o manejo adequado dos recursos naturais, bem como para trabalhos futuros na área.

## Material e métodos

O presente estudo foi realizado nos rios Alegre, Palmeira e Divisa, todos localizados na sub-bacia do rio Palmeira, porção superior da bacia do rio Ijuí, sistema hidrográfico do rio Uruguai. A bacia do rio Ijuí localiza-se no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul sobre o planalto médio gaúcho (altitudes entre 420 e 700m). O rio Ijuí é um afluente da margem esquerda do rio Uruguai, tendo o rio Palmeira como um dos seus principais formadores (FE-PAM, 2012).

Os rios Alegre e Divisa são afluentes do rio Palmeira, principal rio da sub-bacia homônima. A área de amostragem no rio Alegre situa-se na localidade de Linha Pinhal, município de Condor, abrangendo a área da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Rio Alegre. A área de estudo no rio Palmeira localiza-se entre os municípios de Panambi e Condor, abrangendo a PCH Rio Palmeira. O trecho de estudo no rio Divisa situa-se no município de Condor e, ao contrário dos demais rios em estudo, atualmen-

te, não apresenta aproveitamento hidrelétrico em seu leito.

A amostragem da ictiofauna foi realizada em três trechos no rio Alegre e no rio Palmeira e em seis trechos no rio Divisa (Figura 1). No Rio Alegre, as amostragens ocorreram a montante do reservatório (coordenadas UTM 22J 0261296/6878803), no reservatório (coordenadas UTM 22J 0260455/6878339) e a jusante da casa de máquinas (coordenadas UTM 22J 0260090/6877919). No rio Palmeira, foram feitas amostragens a montante do reservatório (coordenadas UTM 22J 0249473/6873234), no reservatório (coordenadas UTM 22J 0248805/6872588) e a jusante da casa de máquinas (coordenadas UTM 22J 0248475/6872332). E, por fim, no rio Divisa, foram amostrados seis locais, a saber, trecho 1 (coordenadas UTM 22J 0249350/6876471), trecho 2 (coordenadas UTM 22J 0248469/6875942), trecho 3 (coordenadas UTM 22J 0248187/6875996), trecho 4 (coordenadas UTM 22J 0248476/6875727), trecho 5 (coordenadas UTM 22J 0248467/6875477) e trecho 6 (coordenadas UTM 22J 0248175/6875117).

Durante os anos de 2009 e 2010, foram realizadas amostragens sazonais nos três trechos definidos nos rios Alegre e Palmeira, totalizando oito campanhas. No rio Divisa, foram realizadas amostragens sazonais durante um ano (inverno de 2009 ao outono de 2010) nos seis trechos definidos, totalizando quatro campanhas. Os métodos de amostragem da ictiofauna consistiram de redes de espera, puçá e tarrafa. Foram utilizadas quatro redes de espera de malhas 1,5cm, 2,5cm, 3,5cm e 5cm entre nós adjacentes com 10 metros de comprimento cada, em todos os locais de amostragem, onde permaneceram armadas durante aproximadamente 18 horas (compreendendo os períodos do final da tarde, noite e início da manhã). Além disso, foram aplicados 20 lances de tarrafa e 20 de puçá nos trechos não compreendidos pelos re-

## Resultados

servatórios. Alguns espécimes capturados durante as amostragens que não puderam ser identificados em campo foram fixados em formol a 10%, para posterior identificação, e encontram-se depositados na coleção Ictiológica do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS11590; UFRGS11704; UFRGS11705; UFRGS11706; UFRGS14358; UFRGS11707; UFRGS13900).

Para comparação da riqueza de espécies entre os trechos, foi utilizada a análise de rarefação individual. Além disso, uma análise de agrupamento com o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis foi aplicada para a matriz de abundância de cada espécie registrada em cada trecho amostrado, por estação do ano, para analisar a variação espacial da estrutura quantitativa das assembleias.

A possível variação sazonal foi testada por meio da análise de similaridade não paramétrica (ANOSIM). A análise foi realizada com os dados

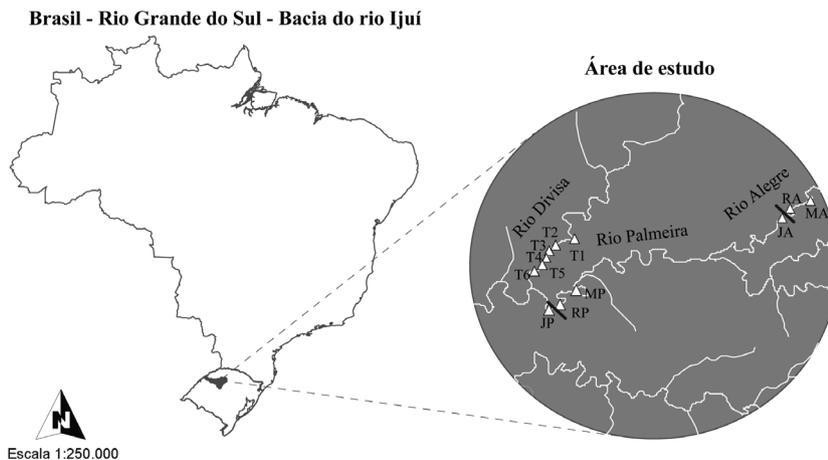
de abundância absoluta considerando as estações do ano. A variação sazonal somente foi testada para os dados dos rios Alegre e Palmeira, os quais apresentam dois anos de amostragem. Nesse teste, o valor de  $R$ , que varia de -1 a 1, indica o grau de separação das amostras e irá permear a decisão de aceite ou rejeição de  $H_0$  (neste caso, ausência de variação sazonal). Os valores mais próximos de zero validam a  $H_0$ , e o valor de  $p$  representa a porcentagem de risco de ocorrer erro do Tipo I (Clarke e Warwick, 1994).

Visando identificar as espécies com maior associação aos represamentos, aplicou-se a análise de correspondência canônica (CCA). O conjunto de dados das espécies foi relacionado com uma matriz de dados binários, onde (1) representa os locais de coleta com presença de barramento e (0) os locais de coleta livres de barramento. Todas as análises mencionadas foram realizadas no programa estatístico PAST, versão 1.87 (Hammer *et al.*, 2001).

No Rio Alegre, foram coletados 1.368 espécimes, distribuídos em 24 espécies nativas e duas espécies exóticas, de 11 famílias e quatro ordens. No rio Palmeira, foram registradas 33 espécies nativas e uma exótica, distribuídas em 10 famílias e quatro ordens, com um total de 1.127 indivíduos amostrados. No Rio Divisa, foram 1.166 espécimes amostrados de 27 espécies nativas e uma exótica, distribuídos em 10 famílias e cinco ordens (Tabela 1). No total, 42 espécies nativas e duas exóticas foram registradas na região compreendida pelo estudo. Duas espécies migradoras, *Prochilodus lineatus* (VALENCIENNES 1836) e *Leporinus obtusidens* (VALENCIENNES 1836) foram registradas na área de estudo. Foram quatro indivíduos de *P. lineatus* registrados no trecho jusante da PCH Rio Palmeira, representando 0,35% dos indivíduos coletados, e um indivíduo de *P. lineatus* e outro de *L. obtusidens* registrados no trecho do reservatório da PCH Rio Alegre, representando 0,07% dos espécimes registrados.

A espécie mais abundante nos trechos do reservatório da PCH Rio Palmeira e PCH Rio Alegre foi *Steindachnerina biornata* (PEARSON 1924), com aproximadamente 32% e 54% dos espécimes amostrados, respectivamente. Em seguida, *Oligosarcus jenynsii* (GÜNTHER 1864), representando aproximadamente 21% dos espécimes amostrados na PCH Rio Palmeira e *Astyanax jacuhiensis* (COPE 1894), com aproximadamente 19% dos espécimes amostrados na PCH Rio Alegre.

Nos trechos montante e jusante da PCH Rio Alegre, a espécie mais abundante foi *Geophagus brasiliensis* (QUOY E GAIMARD 1824) (25%). Já nos trechos montante e jusante da PCH rio Palmeira, as espécies mais abundantes foram *Bryconamericus iheringii* (BOULENGER 1887) (21%) e *Rineloricaria capitonia* GHAZZI 2008 (16%). No Rio Divisa, as espécies mais abun-

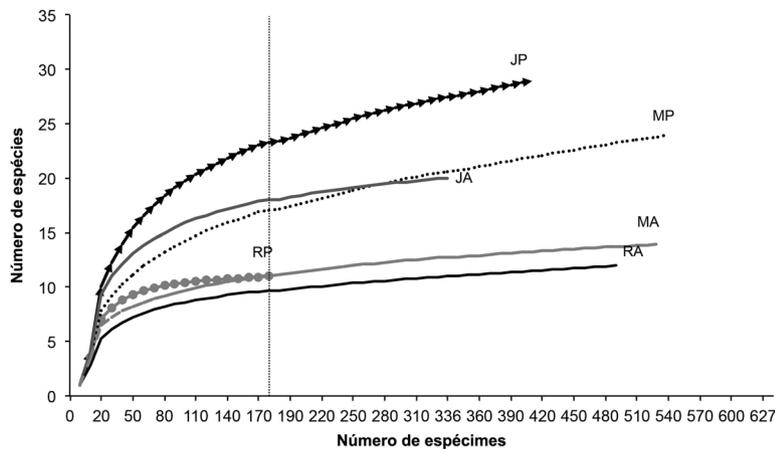


**Figura 1.** Localização das áreas de amostragem nos rios Alegre, Palmeira e Divisa, Rio Grande do Sul, Brasil. JA = jusante PCH Rio Alegre; JP = jusante PCH Rio Palmeira; MA = montante PCH Rio Alegre; MP = montante PCH Rio Palmeira; RA = reservatório PCH Rio Alegre; RP = reservatório PCH Rio Palmeira; T1 = Rio Divisa – trecho 1; T2 = Rio Divisa – trecho 2; T3 = Rio Divisa – trecho 3; T4 = Rio Divisa – trecho 4; T5 = Rio Divisa – trecho 5; T6 = Rio Divisa – trecho 6.

**Figure 1.** Location of the study areas in the Alegre, Palmeira and Divisa rivers, State of Rio Grande do Sul, Brazil. JA = downstream of PCH Rio Alegre; JP = downstream of PCH Rio Palmeira; MA = upstream of PCH Rio Alegre; MP = upstream of PCH Rio Palmeira; RA = reservoir of PCH Rio Alegre; RP = reservoir of PCH Rio Palmeira; T1 = Rio Divisa – site 1; T2 = Rio Divisa – site 2; T3 = Rio Divisa – site 3; T4 = Rio Divisa – site 4; T5 = Rio Divisa – site 5; T6 = Rio Divisa – site 6.

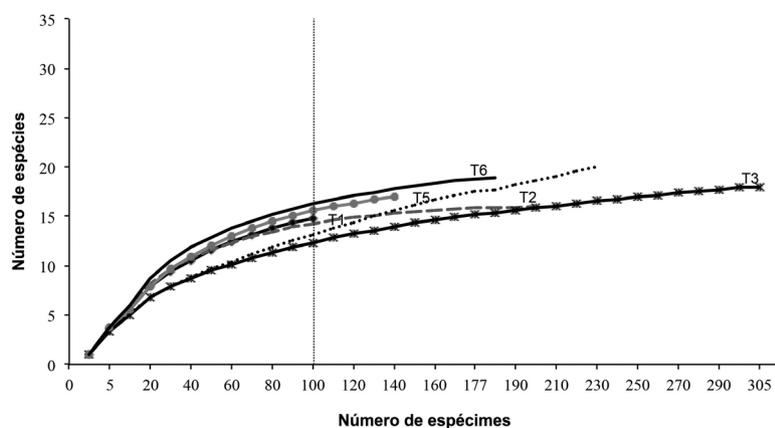
dantes foram *B. iheringii* (22%), *Pa-reiorhaphis* cf. *hystrix* (19%), *R. ca-pitonia* (15%) e *Astyanax* sp. (11%).

As curvas de rarefação demonstram que, entre os rios Alegre e Palmeira, os locais mais ricos são os trechos jusante e montante da PCH Rio Palmeira e o trecho jusante da PCH Rio Alegre. Os locais com riqueza mais baixa são os reservatórios e o trecho montante da PCH Rio Alegre (Figura 2).



**Figura 2.** Curvas de rarefação para os trechos amostrados nos rios Alegre e Palmeira, Rio Grande do Sul, Brasil. JA = jusante PCH Rio Alegre; JP = jusante PCH Rio Palmeira; MA = montante PCH Rio Alegre; MP = montante PCH Rio Palmeira; RA = reservatório PCH Rio Alegre; RP = reservatório PCH Rio Palmeira.

**Figure 2.** Rarefaction curves for sampled sites in the Alegre and Palmeira rivers, State of Rio Grande do Sul, Brazil. JA = downstream of PCH Rio Alegre; JP = downstream of PCH Rio Palmeira; MA = upstream of PCH Rio Alegre; MP = upstream of PCH Rio Palmeira; RA = reservoir of PCH Rio Alegre; RP = reservoir of PCH Rio Palmeira.



**Figura 3.** Curva de rarefação para os trechos amostrados no Rio Divisa, Rio Grande do Sul, Brasil. T1 = trecho 1; T2 = trecho 2; T3 = trecho 3; T4 = trecho 4; T5 = trecho 5; T6 = trecho 6.

**Figure 3.** Rarefaction curves for sampled sites in the Divisa River, State of Rio Grande do Sul, Brazil. T1 = site 1; T2 = site 2; T3 = site 3; T4 = site 4; T5 = site 5; T6 = site 6.

As curvas de rarefação referentes aos trechos amostrados no Rio Divisa ficaram bem próximas, mas pode-se observar que o trecho mais rico foi o T6, e o trecho que apresentou menor riqueza de espécies foi T3 (Figura 3). Dois grupos podem ser identificados no dendrograma gerado pela análise de agrupamento de acordo com a similaridade da estrutura quantitativa da ictiofauna em cada trecho amos-

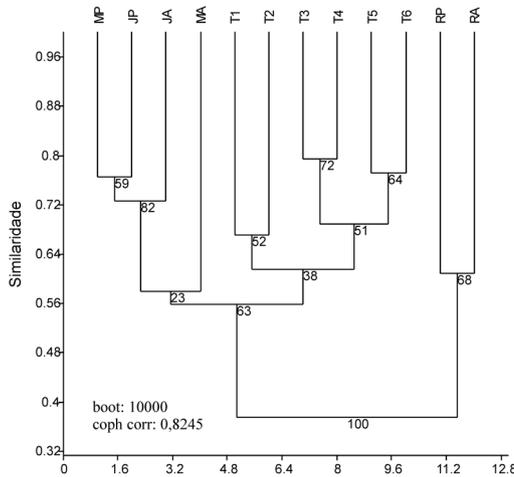
trado. Um grupo é formado pelos dois trechos de reservatórios, e o segundo grupo corresponde aos trechos amostrados no Rio Divisa e aos demais trechos dos rios Alegre e Palmeira. O dendrograma indica variação espacial da estrutura quantitativa da ictiofauna, revelando que, na área dos reservatórios, a ictiofauna difere dos demais trechos (Figura 4).

Não houve indicação de variação sazonal na estrutura das assembleias (ANOSIM, R global = 0,01424;  $p = 0,4043$ ) nos trechos amostrados no Rio Alegre e Rio Palmeira.

As oito espécies com maior associação aos reservatórios identificadas pela CCA foram: *S. biornata*, *A. jacuhiensis*, *O. jenynsii*, *Hoplias malabaricus* (BLOCH 1794), *Crenicichla lepidota* HECKEL 1840, e as espécies exóticas *Tilapia rendalli* (BOULENGER 1897) e *Cyprinus carpio* LINNAEUS 1758 (Figura 5).

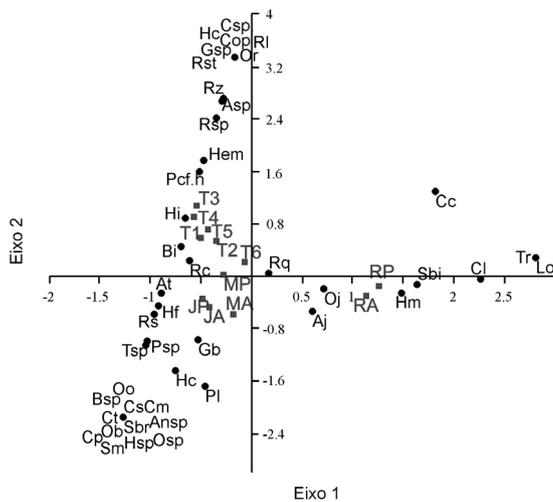
## Discussão

O conhecimento sobre a ictiofauna da sub-bacia do rio Palmeira é escasso, disponível apenas em poucos trabalhos não publicados (relatórios técnicos), e a situação para a bacia do rio Ijuí não é muito diferente. Da estimativa de 251 espécies nativas de peixes para o sistema hidrográfico do Rio Uruguai (Hahn e Câmara, 2000), 42 foram registradas no presente estudo, incluindo duas espécies migradoras, *P. lineatus* e *L. obtusidens*. Além dessas, a ocorrência de duas espécies exóticas (carpa e tilápia) foi observada. Nenhuma das espécies registradas na área de estudo é citada em listas de espécies ameaçadas (FZB, 2014; MMA, 2014). Apesar das espécies migradoras registradas neste estudo não estarem relacionadas em listas de espécies ameaçadas, a porcentagem de ocorrência na área de estudo é muito baixa. A ausência de registro de outras espécies migradoras na área de estudo, como, por exemplo, *Salminus brasiliensis* (CUVIER 1816), evidencia os efeitos das alterações ambientais na bacia do



**Figura 4.** Dendrograma resultante da análise de agrupamento com o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis entre os trechos amostrados nos rios Alegre, Palmeira e Divisa, Rio Grande do Sul, Brasil. JA = jusante PCH Rio Alegre; JP = jusante PCH Rio Palmeira; MA = montante PCH Rio Alegre; MP = montante PCH Rio Palmeira; RA = reservatório PCH Rio Alegre; RP = reservatório PCH Rio Palmeira; T1 = Rio Divisa – trecho 1; T2 = Rio Divisa – trecho 2; T3 = Rio Divisa – trecho 3; T4 = Rio Divisa – trecho 4; T5 = Rio Divisa – trecho 5; T6 = Rio Divisa – trecho 6.

**Figure 4.** Cluster analysis with Bray-Curtis measure among all sampled sites, Rio Grande do Sul, Brazil. JA = downstream of PCH Rio Alegre; JP = downstream of PCH Rio Palmeira; MA = upstream of PCH Rio Alegre; MP = upstream of PCH Rio Palmeira; RA = reservoir of PCH Rio Alegre; RP = reservoir of PCH Rio Palmeira; T1 = Rio Divisa – site 1; T2 = Rio Divisa – site 2; T3 = Rio Divisa – site 3; T4 = Rio Divisa – site 4; T5 = Rio Divisa – site 5; T6 = Rio Divisa – site 6.



**Figura 5.** Diagrama de ordenação representando os dois primeiros eixos da análise de correspondência canônica apresentando os trechos amostrados (quadrados) e as espécies registradas (círculos). Código das espécies conforme abreviaturas na Tabela 1. JA = jusante PCH Rio Alegre; JP = jusante PCH Rio Palmeira; MA = montante PCH Rio Alegre; MP = montante PCH Rio Palmeira; RA = reservatório PCH Rio Alegre; RP = reservatório PCH Rio Palmeira; T1 = Rio Divisa – trecho 1; T2 = Rio Divisa – trecho 2; T3 = Rio Divisa – trecho 3; T4 = Rio Divisa – trecho 4; T5 = Rio Divisa – trecho 5; T6 = Rio Divisa – trecho 6.

**Figure 5.** Ordering diagram representing the two first axes of the canonical correspondence analysis, showing sampling sites (square) and species (circles). Species codes are informed in the Table 1. JA = downstream of PCH Rio Alegre; JP = downstream of PCH Rio Palmeira; MA = upstream of PCH Rio Alegre; MP = upstream of PCH Rio Palmeira; RA = reservoir of PCH Rio Alegre; RP = reservoir of PCH Rio Palmeira; T1 = Rio Divisa – site 1; T2 = Rio Divisa – site 2; T3 = Rio Divisa – site 3; T4 = Rio Divisa – site 4; T5 = Rio Divisa – site 5; T6 = Rio Divisa – site 6.

Rio Ijuí. Não é possível atribuir a ausência dessas espécies à presença de barragens nos rios abordados neste estudo, já que outros impactos, como sobrepesca, degradação da qualidade da água e das margens, podem estar influenciando esse resultado.

Um estudo na represa de Salto Grande, no Rio Uruguai, constatou que algumas espécies migradoras têm mantido populações estáveis e abundantes nos 15 anos desde a inundação do reservatório, incluindo *P. lineatus* e *L. obtusidens*, pois essas espécies são capazes de completar o ciclo de vida nos afluentes que drenam para o reservatório (Espinach-Ros e Rios, 1997). Entretanto, com o planejamento de outras novas barragens e, principalmente, barragens em cascata, há o risco da eliminação dos trechos lóticos necessários para a manutenção da ocorrência dessas espécies.

Na região sul do Brasil, Castro e Arcifa (1987) analisaram a ictiofauna de nove reservatórios, encontrando um padrão dominado por espécies oportunistas ou que consomem detritos. Araújo-Lima *et al.* (1995), além de peixes detritívoros, também ressaltam a abundância de peixes piscívoros em reservatórios. Esse mesmo padrão foi encontrado no reservatório da PCH Rio Alegre e da PCH Rio Palmeira no presente estudo, com elevada representatividade de *S. biornata*, *A. jacuhiensis* e *O. jenynsii*.

Segundo Agostinho *et al.* (2007), os impactos dos represamentos são, em geral, menos pronunciados nos trechos a montante dos reservatórios, resultando em uma maior riqueza de espécies nesses locais. Tal característica não pode ser observada na área da PCH Rio Palmeira e PCH do Rio Alegre. Em ambas as áreas, os trechos a jusante apresentaram maior riqueza de espécies. Além disso, na área da PCH Rio Alegre, o trecho amostrado a montante do reservatório apresentou riqueza semelhante ao reservatório (Tabela 1 e Figura 2). Essa situação pode estar associada ao forte assoreamento desse trecho, propiciando tam-

**Tabela 1.** Abundância absoluta das espécies registradas nos locais amostrados (código das espécies entre parênteses). JA = jusante PCH Rio Alegre; JP = jusante PCH Rio Palmeira; MA = montante PCH Rio Alegre; MP = montante PCH Rio Palmeira; RA = reservatório PCH Rio Alegre; RP = reservatório PCH Rio Palmeira; T1 = Rio Divisa – trecho 1; T2 = Rio Divisa – trecho 2; T3 = Rio Divisa – trecho 3; T4 = Rio Divisa – trecho 4; T5 = Rio Divisa – trecho 5; T6 = Rio Divisa – trecho 6.

**Table 1.** Absolute abundance of each species at the sampled localities (species codes between parentheses). JA = downstream of PCH Rio Alegre; JP = downstream of PCH Rio Palmeira; MA = upstream of PCH Rio Alegre; MP = upstream of PCH Rio Palmeira; RA = reservoir of PCH Rio Alegre; RP = reservoir of PCH Rio Palmeira; T1 = Rio Divisa – site 1; T2 = Rio Divisa – site 2; T3 = Rio Divisa – site 3; T4 = Rio Divisa – site 4; T5 = Rio Divisa – site 5; T6 = Rio Divisa – site 6.

Espécies	JP	RP	MP	JA	RA	MA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Steindachnerina biomata</i> (PEARSON, 1924) (Sbi)	19	57	10	3	270	86		14			4	33
<i>Steindachnerina brevipinna</i> (EIGENMANN & EIGENMANN, 1889) (Sbr)	1											
<i>Leporinus obtusidens</i> (VALENCIENNES, 1836) (Lo)					1							
<i>Prochilodus lineatus</i> (VALENCIENNES, 1836) (Pl)	4				1							
<i>Characidium pterostictum</i> GOMES, 1947 (Cp)			1	3		4						
<i>Astyanax jacuhiensis</i> (COPE, 1894) (Aj)	14	23	12	39	93	60	1	2	1	1	6	17
<i>Astyanax</i> sp. (Asp)	11			4		3	4	9	39	35	29	13
<i>Bryconamericus iheringii</i> (BOULENGER, 1887) (Bi)	73	7	130	13	1	75	33	31	40	70	35	54
<i>Bryconamericus</i> sp. (Bsp)	5		4	6		77						
<i>Oligosarcus jenynsii</i> (GÜNTHER, 1864) (Oj)	6	38	12	16			1	5	2	1	4	1
<i>Oligosarcus brevioris</i> MENEZES, 1987 (Ob)	1		1									
<i>Oligosarcus oligolepis</i> (STEINDACHNER, 1867) (Oo)	1											
<i>Oligosarcus robustus</i> MENEZES, 1969 (Or)							1	3				
<i>Oligosarcus</i> sp. (Osp)				1								
<i>Hoplias malabaricus</i> (BLOCH, 1794) (Hm)	8	6	1	6	31	1		1	1			1
<i>Scleronema</i> sp. (Sm)			4									
<i>Trichomycterus</i> sp. (Tsp)			1			3				1		
<i>Corydoras paleatus</i> (JENYNS, 1842) (Cp)							1					
<i>Ancistrus</i> sp. (Ansp)	1		1	7								
<i>Ancistrus taunayi</i> MIRANDA-RIBEIRO, 1918 (At)	11		7	28		1	1		8	7	4	5
<i>Hemiancistrus fuliginosus</i> CARDOSO & MALABARBA, 1999 (Hf)	65		66	35		1	7	3	27	18	12	9
<i>Hisonotus charrua</i> (Hc)											1	
<i>Hypostomus commersoni</i> VALENCIENNES, 1836 (Hc)	51	5	45	52	14			8	1	1	3	2
<i>Hypostomus isbrueckeri</i> REIS, WEBER & MALABARBA, 1990 (Hi)	4		2	2					3	2	1	4
<i>Pareiorhaphis</i> sp. (Psp)	15		11					2	4	1		
<i>Pareiorhaphis cf. hystrix</i> (Pcf.h)	12		63	4		27	14	44	126	38	2	3
<i>Rineloricaria</i> sp. (Rsp)	1								1	2	1	1
<i>Rineloricaria capitonía</i> GHAZZI, 2008 (Rc)	20	20	133	62		14	17	42	38	43	30	8
<i>Rineloricaria sanga</i> GHAZZI, 2008 (Rs)	10									1		3
<i>Rineloricaria stellata</i> GHAZZI, 2008 (Rst)							2	5	1	1	1	1
<i>Rineloricaria zaina</i> GHAZZI, 2008 (Rz)	1						3	3	2			
<i>Heptapterus</i> sp. (Hsp)	1											
<i>Heptapterus mustelinus</i> (VALENCIENNES, 1836) (Hem)	2		1	1					3	3	2	2
<i>Rhamdella longiuscula</i> LUCENA & DA SILVA, 1991 (RI)												2
<i>Rhamdia aff. quelen</i> (Rq)	6	5	5	15	15	6	3	2	6	1	2	6
<i>Gymnotus</i> sp. (Gsp)											1	
<i>Crenicichla lepidota</i> HECKEL, 1840 (Cl)	1	1	1		12							
<i>Crenicichla missioneira</i> LUCENA & KULLANDEF, 1992 (Cm)	3		1									
<i>Crenicichla scottii</i> EIGENMANN, 1907 (Cs)			2	1								
<i>Crenicichla tendybaguassu</i> LUCENA & KULLANDER, 1992 (Ct)	2											
<i>Crenicichla</i> sp. (Csp)										2		
<i>Geophagus brasiliensis</i> (QUOY & GAIMARD, 1824) (Gb)	59	13	27	38	48	180	13	28	2		3	21
<i>Tilapia rendalli</i> (BOULENGER, 1897) (Tr)					5							
<i>Cyprinus carpio</i> LINNAEUS, 1758 (Cc)		3			3		2			1		

bém a maior abundância de espécies oportunistas e consumidoras de detrito, como *Geophagus brasiliensis* (Abelha e Goulart, 2004) e *S. biornata*.

No Rio Divisa, a riqueza registrada foi semelhante em todos os trechos amostrados, como era esperado, já que ainda não há interferência de barramentos nesse rio (Figura 3), mas foi inferior aos trechos jusante e montante da PCH Rio Palmeira e jusante da PCH Rio Alegre. Essa menor riqueza pode ser consequência do menor esforço de amostragem empregado nos trechos do Rio Divisa.

Constatou-se uma estabilidade sazonal na estruturação quantitativa da ictiofauna nos trechos amostrados nos rios Alegre e Palmeira, o que indica que as características locais do habitat são mais influentes do que as variações temporais. Resultados semelhantes foram encontrados por Becker (2002) para corredeiras de riachos subtropicais e por diversos outros autores para riachos de regiões tropicais e temperadas (Erös *et al.*, 2003; Langeni *et al.*, 2005).

A variação espacial observada entre os trechos amostrados nos rios Alegre e Palmeira (Figura 4) provavelmente é proveniente da alteração ambiental provocada pelas PCHs. O barramento de rios modifica vários aspectos, tais como profundidade, largura, fluxo de água e dinâmica de nutrientes, e, conseqüentemente, a composição e a estrutura da assembleia de peixes se modifica de acordo com as novas características do ambiente, principalmente na área do reservatório (Agostinho *et al.*, 2007). Assim, verificou-se o desaparecimento de algumas espécies na área do reservatório, hoje restritas aos trechos a montante e a jusante do empreendimento (Tabela 1), como *Characidium pterostictum* GOMES, 1947, *Scleronema* sp., *Trichomycterus* sp. e *Pareiorhaphis cf. hystrix*.

As espécies *S. biornata*, *A. jacuhiensis*, *O. jenynsii*, *H. malabaricus*, *C. lepidota*, e as espécies exóticas *T. ren-*

*dalli* (tilápia) e *C. carpio* (carpa) que apresentaram maior associação com os reservatórios dos rios Alegre e Palmeira, provavelmente serão favorecidas com a formação do reservatório no Rio Divisa. Os indivíduos da família Curimatidae, como *S. biornata*, tendem a se beneficiar em ambientes lênticos, já que os curimatídeos apresentam uma série de modificações na boca, nos arcos branquiais e no trato digestivo que lhes conferem eficiência no aproveitamento de matéria orgânica particulada misturada a detritos (Vari, 1991). Assim, *S. biornata*, por possuir capacidade de utilizar o detrito como recurso alimentar, provavelmente será beneficiada pela formação do reservatório. Essa espécie aparece entre as mais abundantes nos reservatórios da PCH Rio Alegre e PCH Rio Palmeira. A espécie de caracídeo *A. jacuhiensis*, abundante nos reservatórios analisados, também pode ter sua abundância incrementada com a formação do reservatório no Rio Divisa. O aumento populacional dessa espécie também foi observado por Hirschmann *et al.* (2008), com a formação do reservatório da PCH Salto Forqueta no sistema hidrográfico da Laguna dos Patos.

Como os detritívoros, os peixes carnívoros/piscívoros, tais como *O. jenynsii* e *H. malabaricus*, também podem ser abundantes em áreas represadas, devido ao fato de a matéria orgânica estimular a proliferação de pequenos peixes (Agostinho *et al.*, 1999). *Oligosarcus jenynsii* é uma espécie carnívora generalista, com tendência à piscivoria, que tem seu período reprodutivo iniciando nos meses de inverno, quando a temperatura da água é mais baixa (Hermes-Silva *et al.*, 2004; Nunes e Hartz, 2006). Provavelmente, a maior movimentação dessa espécie durante o período reprodutivo facilitou sua captura nas estações mais frias no reservatório da PCH rio Palmeira, a qual foi a espécie mais abundante no outono de 2009 (58,33%), no outono de 2010 (35,71%) e no inverno de 2010 (38,89%). A piscivoria de *H.*

*malabaricus* tem sido descrita por diversos autores em diferentes ecossistemas (Carvalho *et al.*, 2002; Cassemiro *et al.*, 2005; Corrêa e Piedras, 2009).

Além das espécies nativas mencionadas anteriormente, *G. brasiliensis* também é conhecido pela proliferação após o estabelecimento de reservatórios (Santos *et al.*, 2004; Hirschmann *et al.*, 2008). As modificações ambientais decorrentes dos represamentos também podem facilitar a colonização por outras espécies exóticas, tais como a *T. rendalli* (tilápia) e *C. carpio* (carpa), maximizando os impactos, com implicações diretas na conservação da biodiversidade aquática (Agostinho *et al.*, 2007).

Conforme diversos autores (Ogutu-Ohwayo, 1990; Pérez *et al.*, 2004) várias características permitiram o sucesso das tilápias na ocupação de reservatórios, entre elas, salienta-se sua flexibilidade alimentar e a alta aptidão de encontrar alimento sob condições de baixa disponibilidade, suas desovas múltiplas e o cuidado parental, além da elevada rusticidade e tolerância a condições ambientais adversas (Agostinho *et al.*, 2007). Já as carpas, em geral, ocorrem em baixas densidades nos reservatórios (Luiz, 2000). Diferentemente das tilápias, as carpas têm ciclo de vida mais longo e maior exigência de substrato para reprodução, o que dificulta a formação de grandes populações (Agostinho *et al.*, 2007). Dentre as espécies mais abundantes registradas no Rio Divisa, o loracárido *Pareiorhaphis cf. hystrix* deve ser a espécie mais prejudicada com a formação do reservatório. Essa espécie está muito associada a ambientes de corredeiras, sendo quase que exclusivamente coletada nessas zonas, as quais deixarão de existir na área do reservatório. Outras espécies abundantes no Rio Divisa, os caracídeos *Astyanax* sp. e *B. iheringii*, também serão possivelmente afetadas negativamente com o barramento do rio. Observou-se que essas espécies apresentam abundância reduzida ou estão ausentes nas áreas represadas.

Assim, após a construção da barragem, são esperadas não somente modificações na composição da comunidade, como também na abundância das espécies, com elevada proliferação das espécies com associação a ambientes lênticos e redução ou mesmo eliminação das espécies associadas aos ambientes lóticos.

## Agradecimentos

Agradeço ao Carlos Benhur Kasper, pelo auxílio indispensável em campo; à Juliana Boniatti Libardoni, pelo apoio; ao Fernando Rogério de Carvalho e Juliano Ferrer, pelo auxílio na identificação das espécies; à GEOMAC Geologia Mineração e Meio Ambiente e à HIDROPAN, que viabilizaram a realização deste estudo; e aos revisores anônimos da *Neotropical Biology and Conservation*.

## Referências

- ABELHA, M.C.F.; GOULART, E. 2004. Oportunismo trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy e Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Capivari, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, **26**(1):37-45. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v26i1.1657>
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá, EDUEM, 501 p.
- AGOSTINHO, A.A.; MIRANDA, L.E.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; THOMAZ, S.M.; SUZUKI, H.I. 1999. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: J.G. TUNDISI; M. STRASKRABA (eds.), *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos, International Institute of Ecology, p. 227-265.
- ALLAN, J.D.; FLECKER, A.S. 1993. Biodiversity conservation in running waters. Identifying the major factors that threaten destruction of riverine species and ecosystems. *BioScience*, **43**(1):32-43. <http://dx.doi.org/10.2307/1312104>
- AMORIN, M.C.; PESSOA, M.A.R.; MEDEIROS, K.L.S. 1983. Otimização da rede de monitoramento no rio Paraíba do Sul. *Cadernos FEEMA-Série Congressos*, **16**(1):1-36.
- ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; AGOSTINHO, A.A.; FABRÉ, N.N. 1995. Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. In: J.B. TUNDISI; C.E.M. BICUDO; T. MATSUMURA-TUNDISI (eds.), *Limnology in Brazil*. São Paulo, ABC/SBL, p. 105-136.
- BECKER, F.G. 2002. *Distribuição e abundância de peixes de corredeiras e suas relações com características de habitat local, bacia de drenagem e posição espacial em riachos de Mata Atlântica (Bacia do rio Maquiné, RS, Brasil)*. São Carlos, SP. Ph.D. thesis, Universidade Federal de São Carlos, 187 p.
- CARVALHO, N.L.; FERNANDES, C.H.V.; MOREIRA, V.E.S. 2002. Alimentação de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) no rio Vermelho, Pantanal Sul Mato-Grossense. *Revista Brasileira de Zootecias*, **4**(2):227-236.
- CASSEMIRO, F.A.S.; HAHN, N.S.; DELARIVA, R.L. 2005. Estrutura trófica da ictiofauna, ao longo do gradiente longitudinal do reservatório de Salto Caxias (rio Iguaçu, Paraná, Brasil) no terceiro ano após o represamento. *Acta Scientiarum*, **27**(1):67-71. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v27i1.1362>
- CASTRO, R.M.C.; ARCIFA, M.S. 1987. Assembleias de peixes de reservatórios no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, **47**(4):493-500.
- CLARKE, K.R.; WARWICK, R.M. 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory, 144 p.
- CORRÊA, F.; PIEDRAS, S.R.N. 2009. Alimentação de *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) e *Oligosarcus robustus* Menezes, 1969 em uma lagoa sob influência estuarina, Pelotas, RS. *Biotemas*, **22**(3):121-128.
- DUDGEON, D. 1992. Endangered ecosystems: a review of the conservation status of tropical Asian rivers. *Hydrobiologia*, **248**(3):167-191. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00006146>
- ESPINACH-ROS, A.; P.C. RÍOS. 1997. *Conservación de la fauna ictica en el Embalse de Salto Grande*. Comisión Administradora del Rio Uruguay (CARU)/Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTMSG), Julio, 37 p.
- ERÖS, T.; BOTTA-DUKÁT, Z.; GROSSMAN, G.D. 2003. Assemblage structure and habitat use of fishes in a Central European submontane stream: a patchbased approach. *Ecology of Freshwater Fish*, **12**(2):141-150. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0633.2003.00009.x>
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (FEPAM). 2012. U90-Ijuí. Disponível em [http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/bacia\\_uru\\_ijui.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/bacia_uru_ijui.asp). Acesso em 2012/08/05.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (FEPAM). 2004. *Análise de fragilidades ambientais e da viabilidade de licenciamento de aproveitamentos hidrelétricos das bacias hidrográficas dos rios Ijuí e Butuí-Piratini-Icamaquã, região hidrográfica do rio Uruguai, RS*. Porto Alegre, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Ecologia, 30 p.
- FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL (FZB). 2014. Táxons da fauna silvestre do Rio Grande do Sul ameaçados de extinção. Disponível em <http://www.liv.fzbrs.gov.br/livlof>. Acesso em: 03/2015.
- GORMAN, O.T.; KARR, J.R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology*, **59**(3):507-515. <http://dx.doi.org/10.2307/1936581>
- HAHN, L.; CÂMARA, L.F. 2000. Ictiofauna do rio Uruguai superior: pesquisas e impactos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia*, **58**(1):9-11.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4**(1):1-9.
- HERMES-SILVA, S.; MEURER, S.; FILHO, E.Z. 2004. Biologia alimentar e reprodutiva do peixe-cachorro (*Oligosarcus jenynsii* Günther, 1864) na região do alto rio Uruguai – Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, **26**(2):175-179.
- HIRSCHMANN, A.; MAJOLO, M.A.; GRILLO, H.C.Z. 2008. Alterações na ictiocenose do rio Forqueta em função da instalação da Pequena Central Hidrelétrica Salto Forqueta, Putinga, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, série Zoologia*, **98**(4):481-488. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212008000400011>
- HÜFFNER, A.; ENGEL, B.C. 2011. *Grandes e Pequenas Centrais Hidrelétricas na Bacia do Rio Uruguai: Guias para ONGS e Movimentos Sociais*. Porto Alegre, Ed. Atual, Amigos da Terra, NatBrasil, 116 p.
- LANGEBANI, F.; CASATTI, L.; GAMEIRO, H.S.; CARMO, A.B. DO; ROSSA-FERES, D. de C. 2005. Riffle and pool fish communities in a large stream of southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, **3**(2):305-311. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252005000200009>
- LUIZ, E.A. 2000. *Assembleias de peixes de pequenos reservatórios hidrelétricos do Estado do Paraná*. Maringá, PR. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Maringá, 33 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) 2014. Lista Nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/60-fauna-brasileira/2741-lista-de-especies-ameacadas-saiba-mais.html>. Acesso em: 03/2015.
- NUNES, D.M.; HARTZ, S.M. 2006. Feeding dynamics and ecomorphology of *Oligosarcus jenynsii* (Gunther, 1864) and *Oligosarcus robustus* (Menezes, 1969) in the lagoa Fortaleza, Southern Brazil. *Brazilian Journal Biology*, **66**(1A):121-132.
- OGUTU-OHWAYO, R. 1990. The decline of the native fishes of lakes Victoria and Kyoga (East Africa) and the impact of introduced species, especially the Nile perch, *Lates niloticus*, and the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Environmental Biology of Fishes*, **27**(2):81-96. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00001938>

PÉREZ, J.E.; MUÑOZ, C.; HUAQUÍN, L.; NIRCHIO, M. 2004. Riesgos de la introducción de tilapias (*Oreochromis* sp.) (Perciformes: Cichlidae) en ecosistemas acuáticos de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, **77**(1):195-199.

SANTOS, A.F.G.N.; SANTOS, L.N.; ARAÚJO, F.G. 2004. Water level influences

on body condition of *Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) in a Brazilian oligotrophic reservoir. *Neotropical Ichthyology*, **2**(3):151-156.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252004000300007>

VARI, R.P. 1991. Systematics of the Neotropical characiform genus *Steindachnerina* Fowler (Pisces: Ostariophysi). *Smithsonian Contribu-*

*tions to Zoology*, **507**:1-128.

<http://dx.doi.org/10.5479/si.00810282.507>

*Submitted on March 29, 2015*

*Accepted on August 10, 2015*