

## Mecanismo de transposição de peixes de pequena central hidrelétrica

### Mechanism of fish's transposition from a small hydroelectric system

Camila Munareto Kusma<sup>1\*</sup> Francesca Werner Ferreira<sup>1</sup>

#### RESUMO

Com o objetivo de avaliar preliminarmente a eficiência e a seletividade do mecanismo de transposição de peixes de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) localizada no rio Ijuí, foram realizadas quatro expedições de coleta. Foram coletados 3017 indivíduos, representando 18 espécies e pertencentes a nove gêneros, seis famílias e três ordens. As espécies mais abundantes foram *Pimelodus absconditus* (Azpelicueta, 1995) e *Schizodon nasutus* (Kner, 1858), resultando num percentual de 49 e 27 respectivamente. Por esse motivo, foi feita a análise do sexo e do estágio de maturação dos indivíduos dessas espécies. Da espécie *P. absconditus*, foram coletadas 66 fêmeas no estágio B (36,67%) e 99 machos nos estágios A (1, 11%) e B (53,89%) e 15 indivíduos imaturos (8,33%). Já em *S. nasutus*, foram encontradas 93 fêmeas nos estágios A (7,59%), B (18,99%) e C (7,59%) e 52 machos nos estágios B (56,96%), C (3,80%) e D (5,06%). Concluiu-se, portanto, que a escada é seletiva, podendo ascender por ela apenas espécies de menor porte, pois a maioria dos indivíduos avaliados estava em estágio de maturação.

**Palavras-chave:** peixes, escada de peixes, mecanismos de transposição.

#### ABSTRACT

In order to evaluate the efficiency and selectivity of the mechanism transposition of fish from a PCH, 4 collecting expeditions were performed. The collection was made in a period of 24 hours until the end of a Piracema, January 31, 2008. It was collected a total of 3017 specimens, representing 18 species, which 6 belongs to families and 3 to orders. The most abundant species were *Pimelodus absconditus* (Azpelicueta, 1995) and *Schizodon nasutus* (Kner, 1858), resulting in a percentage of 48.36 and 26.95 respectively. Hence, the analysis was made regarding sex and stage of maturation of individuals of these species. From the *P. absconditus* specie, 66 females were collected in stages B (36.67%), and 99 males

in stages A (1.11%), B (53.89%) and 15 were immature individuals (8.33%). Already in *S. nasutus*, 27 females were found in stages A (7.59%), B (18.99%), C (7.59%) and 52 males in stages B (56.96%), C (3.80%) and D (5.06%). It was concluded that the ladder is selective, which shows that only species of small size can rise it, because most of the individuals were at maturation stage.

**Key words:** fishes, fish ladder, mechanism for implementation.

#### INTRODUÇÃO

Atualmente os reservatórios constituem parte da paisagem na maioria das bacias do Brasil, resultado da opção feita pelo país para a geração de energia elétrica, desempenhando um papel determinante na matriz energética nacional. O Rio Grande do Sul depara-se com uma demanda de implementação de usinas geradoras de energia elétrica nas bacias hidrográficas, nas quais o potencial hidrelétrico encontra-se inventariado, como é o caso da sub-bacia 75 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), correspondente às unidades de planejamento e gestão estaduais U90 (Bacia hidrográfica do rio Ijuí) e U40 (Bacia Hidrográfica dos rios Butuí-Piratini-Icamaquã), na Região Hidrográfica do rio Uruguai (FEPAM, 2004).

Para rios menores com quedas de pequeno ou médio porte, as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) são opções de geração de energia, uma vez que, além do custo mais acessível, têm menor prazo de implementação e legislação mais acessível. Dentre as estratégias empregadas para atenuar os efeitos do

<sup>1</sup>Departamento de Biologia e Química, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), 98700-000, Ijuí, RS, Brasil. E-mail: cmunaretokusma@yahoo.com.br. \*Autor para correspondência.

bloqueio exercido por barramentos na migração dos peixes, estão a construção de Mecanismos de Transposição (MTPs) ou Sistemas de Transposição de Peixes (STPs), estruturas hidráulicas que têm como objetivo principal permitir a subida e/ou descida dos peixes. Algumas vezes, as escadas, ao invés de ajudar, são obstáculos à subida dos peixes, pois, se os peixes não reconhecem prontamente a entrada da escada, podem permanecer em suas imediações por tempo prolongado, atrasando a migração e comprometendo a desova, ou mesmo jamais acessá-la.

A construção de passagens para peixes tem sido uma das estratégias adotadas pelo setor elétrico como forma de diminuir os efeitos de barramentos sobre as comunidades de peixes. Os poucos trabalhos para avaliar a eficácia dos mecanismos de transposição de peixes foram realizados em grandes usinas e não em PCHs e, a partir destes, é possível verificar algumas conclusões, as quais mostram que os mecanismos de transposição são seletivos, ou seja, o conjunto de espécies que efetivamente ascende às escadas é dominado por poucas espécies, podendo incluir entre as dominantes aquelas que não necessitam ser transpostas.

O presente estudo teve como objetivo geral avaliar a eficiência e a seletividade do mecanismo de transposição de peixes da PCH Usina José Barasuol, da CERILUZ, no rio Ijuí, verificando as espécies de peixes que utilizam a escada. Além disso, o trabalho buscou avaliar as espécies presentes na área de abrangência da usina e compará-las com o diagnóstico anterior a sua construção e durante o resgate realizado no período de fechamento das comportas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A Usina José Barasuol está situada no alto do rio Ijuí, no Município de Ijuí, Rio Grande do Sul (RS), a aproximadamente 15km do centro da cidade, linha três leste (coordenadas: latitude 28°18'20,54261"S; longitude 53°54'58,03,22993"W; altitude 266,088m). A usina possui 14,3MW de potência instalada, sendo 13,5MW em sua estrutura principal e 0,83MW em uma minicentral acoplada ao corpo da barragem. A barragem tem altura máxima de 21m, e o comprimento total é de 170m. A implantação do mecanismo de transposição de peixes (MTPs) nessa PCH atende à Legislação Federal e foi uma exigência da FEPAM-RS para o licenciamento da usina. Esse MTPs é do tipo canal lateral, o qual é o dispositivo que mais se aproxima das condições naturais, pois é um canal com declividade

suave e bancos de pedras artificialmente colocados, simulando a formação de corredeiras. O canal é em forma de calha, com extensão de 57,88m e altura de 1,15m e possui uma inclinação de 9,3% e quatro tanques de descanso com 75cm de profundidade em média. É protegido da força da água durante as enchentes por um muro de proteção de 30m de comprimento e 1m de largura, faceando o canal de passagem dos peixes e servindo como uma passarela que auxilia no processo de monitoramento íctico (Figura 1).

Nesse local, o rio Ijuí caracteriza-se pela pequena quantidade de mata ciliar e pelas lavouras que chegam até a beira do rio, o que contribui significativamente para o assoreamento de seu leito. A jusante do barramento, trecho de vazão sanitário e próximo ao canal de fuga da casa de máquinas, o rio apresenta-se bastante pedregoso.

Foram realizadas quatro expedições de coleta, com 24 horas de duração, nas datas de 1ª e 17 de dezembro de 2007, 5 e 25 de janeiro de 2008. A cada quatro horas eram realizadas amostragens nos locais de descanso da escada, com a utilização de tarrafas e puçás (2,0 e 4,4mm entre nós adjacentes).

Os peixes coletados, em cada revisão, foram separados por descanso, numerados individualmente ou em lotes, fixados em formalina 10%, preservados em álcool 70%, acondicionado e encaminhados à identificação, biometria e determinação do estágio de maturação gonadal (VAZZOLER, 1996), no Laboratório de Zoologia e Ictiologia da UNIJUI.

Para a identificação dos peixes, foi utilizada uma ficha-padrão em que os dados morfométricos de cada exemplar foram anotados. As medidas efetuadas foram baseadas em LANGEANI (1990), BERTOLETTI et al. (1990) e AURICCHIO & SALOMÃO (2002). Para a determinação taxonômica, foram utilizadas chaves dicotômicas específicas, e aquelas espécies não identificadas pela equipe foram enviadas para especialistas em outras instituições. Além disso, foram obtidas informações por meio de pesquisa junto ao NEODAT (*Inter-Institutional Database of Fish Biodiversity in the Neotropics*). O sexo e estágio de maturação gonadal foram determinados conforme VAZZOLER (1996).

Os exemplares capturados estão depositados na coleção zoológica do Laboratório de Zoologia/Ictiologia do Departamento de Biologia e Química da Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI).

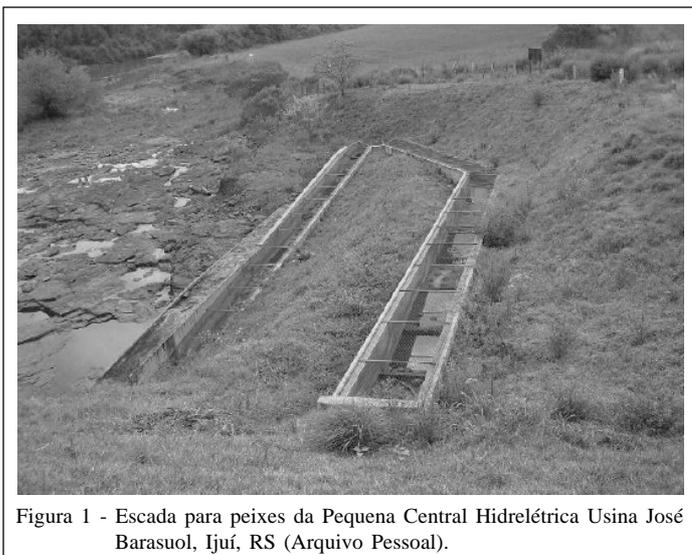


Figura 1 - Escada para peixes da Pequena Central Hidrelétrica Usina José Barasuol, Ijuí, RS (Arquivo Pessoal).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 3017 indivíduos de 18 espécies e pertencentes a nove gêneros, seis famílias e três ordens. As espécies mais abundantes foram *P. absconditus*, com 1459 peixes (48,36 %) e *S. nasutus*, com 813 peixes (26,95%), respectivamente. Os lambaris da família Characidae representaram, em conjunto, 16,21% seguidos de *Prochilodus lineatus*, com 3,28%, enquanto que as outras espécies representaram, em conjunto, 4,41% do total coletado (Tabela 1). Após a segunda coleta, devido ao grande número de indivíduos, foi realizada apenas a contagem dos indivíduos, os quais foram devolvidos imediatamente à água, abaixo do descanso em que foram coletados.

O sexo e a maturação foram verificados somente nas duas espécies mais abundantes, cujos estágios de maturação estão compreendidos entre A, B, C e D, tanto em machos, quanto em fêmeas. Em *P. absconditus*, foram coletadas 66 fêmeas, no estágio B (36,67%), e 99 machos nos estágios A (1,11%) e B (53,89%) e 15 indivíduos imaturos (8,33%). Já em *S. nasutus*, foram encontradas 27 fêmeas nos estágios A (7,59%), B (18,99%) e C (7,59%) e 52 machos nos estágios B (56,96%), C (3,80%) e D (5,06%) (Figuras 2 e 3).

O barramento de um curso d'água implica diversas alterações no ambiente aquático, sendo a mudança das características lóticicas para lênticas a mais facilmente perceptível, afetando diretamente as comunidades presentes (POMPEU & VIEIRA, 2002). Os peixes são os organismos mais afetados pelos barramentos, especialmente por serem facilmente

visíveis no ambiente, terem valor econômico (pesca) e também por serem sensíveis às mudanças ocorridas no sistema aquático (POMPEU & MARTINEZ, 2006).

Dos peixes coletados na escada de peixes da PCH José Barasuol, sete espécies são consideradas migradoras conforme FEPAM (2004). Em vários trabalhos realizados no rio Ijuí, em locais a montante e a jusante da barragem da CERILUZ, foram encontradas outras espécies migradoras que não foram capturadas na escada de peixes, como, por exemplo, dourado (*S. brasiliensis*), surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum* (LINNAEUS, 1766)), suruvi (*Steindachneridion scripta* (MIRANDA RIBEIRO, 1918)), birú (*Cyphocharax voga* (HENSEL, 1870)) e pintado (*I. labrosus* (LÜTKEN, 1874)). O número de espécies migradoras coletadas em todos os trabalhos de levantamento e/ou diagnóstico da ictiofauna, no rio Ijuí e alguns afluentes, foi bastante baixo, e as mais frequentes são os cascudos (várias espécies), o pintado (*P. absconditus*) e a voga (*S. nasutus*).

Segundo FERNANDEZ et al. (2007b), no trabalho realizado no reservatório de Itaipu, *P. lineatus*, *L. obtusidens* e *S. borellii* foram algumas das espécies que apareceram em 86,6% das capturas. Enquanto que, neste trabalho, *P. lineatus* e *L. obtusidens* alcançaram 3,64%. Já *S. nasutus*, em contraste com *S. borellii*, alcançou um percentual de 26,95. Essas duas espécies são frequentes, tanto no rio Ijuí, quanto no rio Paraná.

Na região do alto rio Uruguai, dentre as espécies mais frequentes, destacaram-se o biru *Steindachnerina brevipinna* e o cascudo *Hypostomus isbrueckeri*, que juntos totalizaram 25% do número de peixes coletados (ZANIBONI & MEURER, 2001), enquanto que, nas coletas deste trabalho, essas espécies tiveram, juntas, apenas 1,89%.

No período da realização das coletas, para as duas espécies dominantes, a maioria dos indivíduos capturados apresentava-se em pleno desenvolvimento gonadal (estágios A e B, em ambos os sexos). Em trabalhos anteriores, realizados na bacia do rio Ijuí, não foram realizadas avaliações em relação ao sexo e à maturação gonadal dos peixes coletados. Entretanto, KUSMA (2007) verificou que exemplares de *Galeocharax humeralis* e *Oligosarcus brevioris*, coletados no alto rio Ijuí, em período de piracema, entre fevereiro de 2002 e outubro de 2004, apresentaram-se

Tabela 1 - Número e percentual das espécies, situadas nas respectivas ordens e famílias e coletadas na escada de peixe da Usina José Barasuol – CERILUZ, no período de novembro de 2007 a janeiro de 2008.

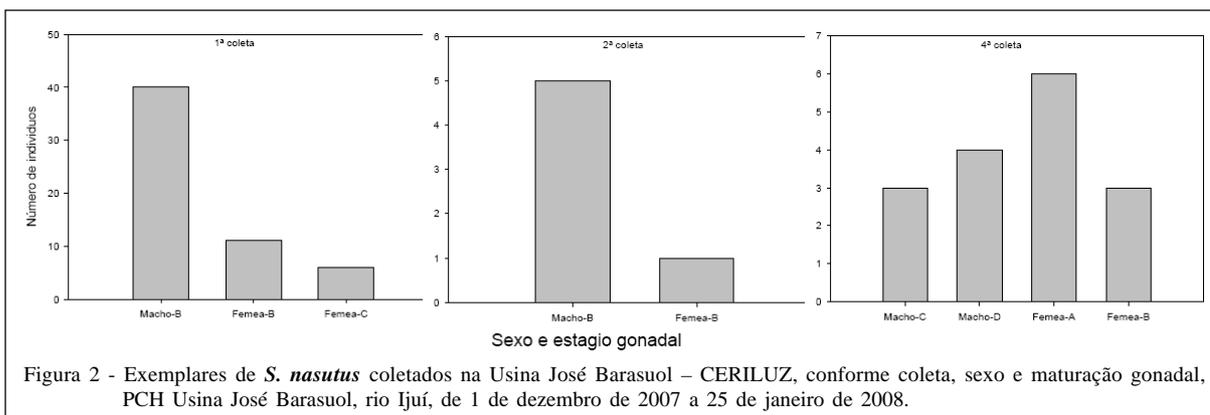
Ordem/Família/Espécies	---1ª coleta---		---2ª coleta---		---3ª coleta---		---4ª coleta---		Total Coletas	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Characiformes										
Curimatidae										
<i>Steindachnerina brevipinna</i> (Eingenmann & Eingenmann, 1889)		0,00	9	0,6	14	1,4		0,00	23	0,8
Prochilodontidae										
<i>Prochilodus lineatus</i> Valenciennes (1836)*	9	2,4	59	4,1	17	1,7	14	7,5	99	3,3
Anostomidae										
<i>Schizodon nasutus</i> *	98	26,3	361	25,3	328	31,9	26	14	813	27
<i>Leporinus obtusidens</i> *	4	1,1	6	0,4	1	0,1		0,00	11	0,4
(Valenciennes, 1836)										
<i>Leporinus macrocephalus</i> **	1	0,3		0,00		0,00		0,00	1	0,03
(Garavello & Britski, 1988)										
<i>Leporinus sp.</i>	2	0,5		0,00		0,00		0,00	2	0,1
Characidae										
<i>Astyanax jacuhiensis</i> *	7	1,9	16	1,1	13	1,3	38	20,3	74	2,5
(Cope, 1894)										
<i>Astyanax fasciatus</i> *		0,00		0,00		0,00	10	5,4	10	0,3
(Cuvier, 1819)										
<i>Astyanax sp.*</i>		0,00		0,00		0,00	87	46,5	87	2,9
<i>Bryconamericus sp.*</i>	6	1,6		0,00		0,00		0,00	6	0,2
Characinae										
		0,00	146	10,2	166	16,1		0,00	312	10,3
Siluriformes										
Loricariidae										
<i>Hemiancistrus fuliginosus</i> (Cardoso & Malabarba, 1999)	3	0,8	8	0,6	4	0,4	2	1,1	17	0,6
<i>Hypostomus luteus</i> (Godoy, 1980)	12	3,2	6	0,4	12	1,2	3	1,6	33	1,1
<i>Hypostomus commersonii</i> (Valenciennes, 1836)	4	1,1	26	1,8	1	0,1	2	1,1	33	1,1
<i>Hemipsilichthys hystrix</i> (Pereira & Reis, 2002)	1	0,3		0,00		0,00		0,00	1	0,03
<i>Hypostomus regani</i> (Ihering, 1905)	1	0,3		0,00		0,00		0,00	1	0,03
<i>Hypostomus isbrueckeri</i> (Reis, et al. 1990)		0,00	21	1,5	8	0,8	5	2,7	34	1,1
Pimelodidae										
<i>Pimelodus absconditus</i> *	223	60	771	54	465	45,2		0,00	1459	48,4
Perciformes										
Cichlidae										
<i>Crenicichla missioneira</i> (Lucena & Kullander, 1992)	1	0,3		0,00		0,00		0,00	1	0,03
Total	372	100	1420	99,4	1015	98,6	187	100	3017	100

\*espécie migradora na Bacia do rio Uruguai (FEPAM, 2004).

\*\*espécie exótica na Bacia do rio Uruguai.

em diferentes estágios de maturação (A,B,C,D), tendo até mesmo indivíduos em que não foi possível determinar o sexo e nem havia evidências de desenvolvimento gonadal.

Para funcionar de forma eficaz, a construção de uma escada exige um conhecimento sobre a biologia e ecologia do peixe e o meio circundante. No Brasil, os mecanismos de transposição foram construídos apenas



por questões burocráticas, apresentando falhas, e o seu papel na conservação de peixes precisa de uma demonstração empírica (AGOSTINHO et al., 2004; AGOSTINHO et al., 2007a).

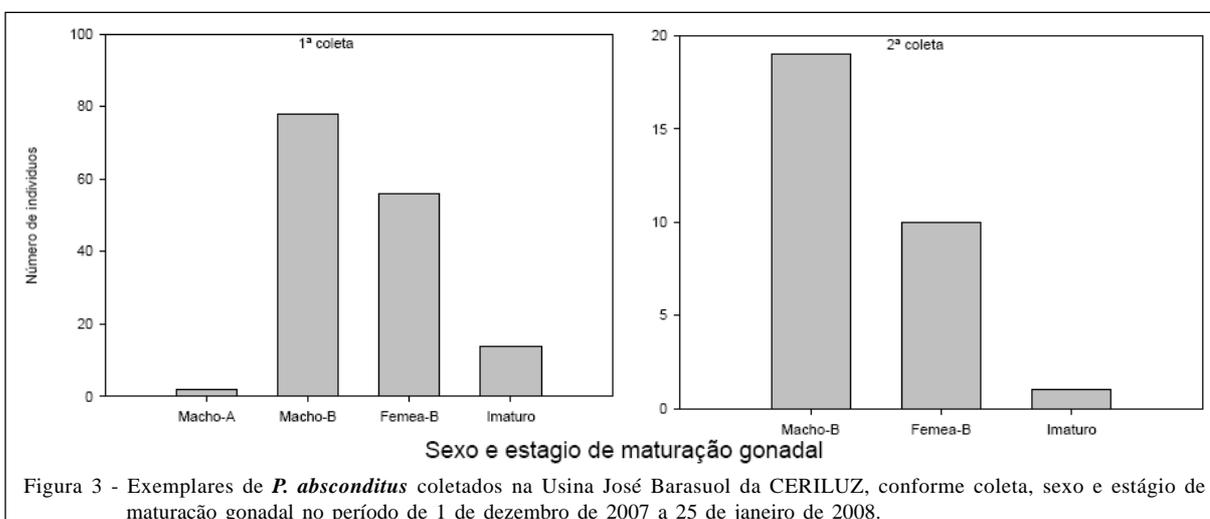
Não existem trabalhos de avaliação da eficiência de MTPs em PCH ou usinas de menor porte. Os trabalhos publicados referem-se a grandes usinas de energia, como a Usina Itaipu, localizada no rio Paraná. A complexidade e o desconhecimento biológico e hidráulico no que se refere aos MTP's evidenciam os riscos de ineficiência e a necessidade de estudos mais aprofundados para o desenvolvimento de tecnologia nacional, além de profissionais capacitados (MARTINS, 2000). Neste trabalho, houve a predominância de apenas duas espécies (*P. absconditus* e *S. nasutus*), que, em conjunto, corresponderam a 75,31% dos peixes coletados. Isso é um indicativo de que a escada de peixes é seletiva, favorecendo a subida dessas espécies nessa época do

ano. Além disso, não houve a coleta de espécies de maior porte, como do dourado (*S. brasiliensis*) e do surubim (*Pseudoplatystoma sp*), embora existam relatos da presença de exemplares dessas espécies nas imediações da escada de peixes, a jusante da barragem.

Desse modo, fica evidente a necessidade de mais informações sobre os MTPs, sua eficiência ou não, para a migração reprodutiva dos peixes, por períodos mais longos, além de um acompanhamento das espécies (larvas, jovens e adultos) para verificar a sua descida. Como a escada é fechada a cada final de piracema “oficial” (conforme decreto do IBAMA), não é possível saber para onde vão os peixes depois que ultrapassam a barragem.

#### AGRADECIMENTOS

À UNIJUÍ e à direção da CERILUZ, pelo apoio prestado.



## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A. et al. Fisheries management in Brazilian reservoirs: lessons from/for South America. **Interciência**, v.29, n.6, p.334-338, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.org/ver/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037818442004000600010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org/ver/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442004000600010&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: 10 abr. 2008.
- AGOSTINHO, A.A., et al. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations or on one way routes? **Neotropical Ichthyology**, v.5, n.2, p.121-130, 2007a. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1679-62252007000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1679-62252007000200005&script=sci_arttext)>. Acesso em 12 mar. 2008. doi: 10.1590/S1679-62252007000200005.
- AURICCHIO, P.; SALOMÃO, M.G. (Org). **Técnicas de coleta e preparação de vertebrados para fins científicos e didáticos**. São Paulo: Arujá: Instituto Pau Brasil de História Natural, 2002. 348p.
- BERTOLETTI, J.J. et al. Estrutura e composição da fauna de peixes na área de influência da futura hidrelétrica de Garabi, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu Ciências da PUCRS, série Zoologia**, v.3, n.1, p.33-97, 1990.
- FEPAM. **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 (UFRGS), 2004. 30p.
- FERNANDEZ, D.R. et al. Diel variation in the ascent of fishes up an experimental fish ladder at Itaipu Reservoir: fish size, reproductive stage and taxonomic group influences. **Neotropical Ichthyology**, v.5, n.2, p.215-222, 2007b. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-62252007000200016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-62252007000200016)>. Acesso em 11 abr. 2008. doi: 10.1590/S1679-62252007000200016.
- KUSMA, C.M. Aspectos da dinâmica alimentar e da biologia reprodutiva de *Galeocharax humeralis* na área de influência da PCH Usina do Passo de Ajuricaba, rio Ijuí, Ijuí, RS. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 17., 2007, Itajaí, SC. **Anais...** Itajaí, SC: UNIVALI, 2007. p.337.
- KUSMA, C.M. Aspectos da biologia reprodutiva e dinâmica alimentar de *Oligosarcus brevioris* na área de influência da PCH Usina do Passo de Ajuricaba, rio Ijuí, Ijuí, RS. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 17., 2007, Itajaí, SC. **Anais...** Itajaí, SC: UNIVALI, 2007. p.338.
- LANGEANI, F. Revisão do gênero *Neoplecostomus* EIGENMANN & EIGENMANN, 1888, com a descrição de quatro novas espécies do sudeste brasileiro (Ostariophysi, Siluriformes, Loricariidae). **Comunicações do Museu Ciências da PUCRS, série Zoologia**, v.3, n.1, p.3-31, 1990.
- MARTINS, L. **Sistemas para transposição de peixes**. 2000. 184f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, SP.
- POMPEU, P.S.; MARTINEZ, C.B. Variações temporais na passagem de peixes pelo elevador da Usina Hidrelétrica de Santa Clara, rio Mucuri, leste brasileiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.23, n.2, p.340-349, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-81752006000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-81752006000200005&script=sci_arttext)>. Acesso em: 19 mar. 2008. doi: 10.1590/S0101-81752006000200005.
- POMPEU, P.S.; VIEIRA, F. **Avaliação do impacto de pequenas centrais hidrelétricas: I - variação do nível fluviométrico a jusante da casa de força**. Porto Alegre: Boletim Informativo do Grupo de Avaliação de Impactos sobre a Ictiofauna da Sociedade Brasileira de Ictiologia, 2002. p.4-5. (Boletim Técnico 1).
- REIS, R. et al. **Check List of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742p.
- VAZZOLER, A.E.A. de M. **Biologia da reprodução de peixes Teleosteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM/São Paulo: SBI, 1996. 169p.
- ZANIBONI FILHO, E.; MEURER, S. O conhecimento da ictiofauna do alto rio Uruguai como ferramenta de auxílio a piscicultura sul brasileira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 11., 2000, Florianópolis, SC. **Anais...** São Paulo, SP: Sonopress-Rimo, 2001. p.1-7.