



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

**EFEITO DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA DOS
RESERVATÓRIOS SOBRE O RECRUTAMENTO DE PEIXES
NA BACIA DO ALTO RIO URUGUAI**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de mestre em Aquicultura.

Orientador: Evoy Zaniboni-Filho

Coorientador: David Augusto Reynalte-Tataje

FABÍULA TEREZINHA DE LIMA

Florianópolis
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Lima, Fabíula Terezinha de

Efeito da variação do nível de água dos reservatórios sobre o recrutamento de peixes na Bacia do alto rio Uruguai / Fabíula Terezinha de Lima ; orientador, Evoy Zaniboni-Filho ; co-orientador, David Augusto Reynalte-Tataje. - Florianópolis, SC, 2013.

53 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.

Inclui referências

1. Aquicultura. 2. Reprodução. 3. Estratégia reprodutiva. 4. Parâmetros hidrológicos. 5. Juvenis de Peixes. I. Zaniboni-Filho, Evoy. II. Reynalte-Tataje, David Augusto. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. IV. Título.

Efeito da variação do nível de água dos reservatórios sobre o recrutamento de peixes na Bacia do alto rio Uruguai

Por

FABIULA TEREZINHA DE LIMA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQUICULTURA

e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura.

Prof. Alex Pires de Oliveira Nuñez, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Evoy Zaniboni Filho – *Orientador*

Dr. Gilmar Baumgartner

Dra. Samara Hermes Silva

Dra. Renata Maria Guerreschi

*Inteligência mais caráter,
essa é a meta da verdadeira educação.*

(Martin Luther King Jr.)

AGRADECIMENTOS

A Edelzy Fátima de Lima, minha mãe, conselheira e melhor amiga, pelo amor incondicional e por sempre lutar, mesmo em meio às dificuldades, para me oferecer uma vida digna e feliz.

Ao meu orientador, professor Evoy Zaniboni-Filho, por gentilmente me acolher como orientanda e me orientar de forma muito sábia e amiga.

Ao querido coorientador, Dr. David Augusto Reynalte-Tataje, por todo auxílio, sempre prestado com muita paciência e gentileza. Agradeço por jamais me negar ajuda e estar sempre disposto a dirimir minhas dúvidas.

Aos meus colegas de mestrado que trilharam comigo essa etapa de nossas vidas, cheia de experiências que me ajudaram a crescer pessoal e profissionalmente, e pelas amizades maravilhosas, que levarei comigo para o resto de minha vida.

Aos meus queridos amigos e colegas do LAPAD que me acolheram de braços abertos e me auxiliaram durante meu período de permanência no laboratório.

Ao Carlito Klunk pelo auxílio e paciência durante a resolução de questões administrativas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

A todas as pessoas que sempre estiveram ao meu lado me oferecendo amizade incondicional e torcendo pelo meu sucesso.

À minha família, minha fonte de segurança e força, sempre me ajudando e dando conforto e confiança nos momentos difíceis.

Ao Rodrigo Lemos Machiavelli, meu companheiro e melhor amigo, por toda paciência, amor e apoio.

RESUMO

A construção de usinas hidrelétricas implica em diversos impactos sociais e ambientais, e entre eles está o impacto causado sobre a comunidade de peixes, cujo habitat é drasticamente modificado pelas barragens, causando consequências em todo o ecossistema. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da variação dos níveis de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Itá e Machadinho sobre o recrutamento das espécies de peixes do alto rio Uruguai, sul do Brasil. Foram analisados dados de coletas realizadas entre os anos de 2001 e 2012. Os resultados mostraram correlações significativas entre a abundância dos juvenis de peixes e os parâmetros hidrológicos. Para o reservatório de Machadinho, as espécies que desovam em ninhos e as espécies que liberam ovos semi-densos mostraram, em geral, uma clara preferência pela estabilidade do nível de água do reservatório, enquanto que as espécies que desovam em macrófitas ou que liberam ovos demersais não mostraram correlação significativa com os parâmetros hidrológicos. Para o reservatório de Itá, as espécies que desovam em ninhos também mostraram preferência pela estabilidade do nível de água do reservatório, enquanto que as demais estratégias reprodutivas não mostraram correlação significativa com nenhum dos parâmetros hidrológicos analisados.

Palavras-chave: reprodução, estratégia reprodutiva, parâmetros hidrológicos, juvenis, Machadinho, Itá.

ABSTRACT

The construction of hydroelectric power plants involves many social and environmental impacts, and among them is the impact on the fish community, whose habitat is drastically altered by dams, causing consequences for the entire ecosystem. This study aimed to evaluate the influence of the variation of water levels in the reservoirs of Itá and Machadinho hydroelectric plants on the recruitment of fish species from the upper Uruguay river, southern Brazil. Data were analyzed from samples collected between 2001 and 2012. The results showed significant correlations between the abundance of fish juveniles and hydrological parameters. For Machadinho reservoir species that spawn in nests and species that release semi-dense eggs showed in general a clear preference for the stability of the water level in the reservoir, while the species that spawn in macrophytes or that release demersal eggs showed no significant correlation with the hydrological parameters. For Itá reservoir, species that spawn in nests also showed a preference for the stability of the water level of the reservoir, while other reproductive strategies showed no significant correlation with any of the hydrological parameters analyzed.

Keywords: reproduction, reproductive strategy, hydrological parameters, juveniles, Machadinho, Itá.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Área de estudo e localização dos pontos de coleta dos reservatórios de Machadinho e Itá..... 30
- Figura 2: Total de juvenis coletados anualmente durante o período amostral nos reservatórios de Machadinho e Itá. 36
- Figura 3: Análise de correspondência destendenciada (DCA) sobre os dados de abundância de juvenis de peixes do reservatório de Machadinho para o período compreendido entre os anos de 2005 a 2012; (A) distribuição espacial dos anos e (B) distribuição temporal das espécies. 38
- Figura 4: Análise de correspondência destendenciada (DCA) sobre os dados de abundância de juvenis de peixes do reservatório de Itá para o período compreendido entre os anos de 2004 a 2012; (A) distribuição espacial dos anos e (B) distribuição temporal das espécies. 39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros hidrológicos para cada período reprodutivo (PR2-PR12) no reservatório de Machadinho.	33
Tabela 2: Parâmetros hidrológicos para cada período reprodutivo (PR1-PR12) no reservatório de Itá.	34
Tabela 3: Número total de juvenis coletados por espécie durante o período amostral (2002-2012) no reservatório de Machadinho.	35
Tabela 4: Número total de juvenis coletados por espécie durante o período amostral (2001-2012) no reservatório de Itá.	35
Tabela 5: Correlações entre os parâmetros hidrológicos e a abundância de juvenis no reservatório de Machadinho, considerando-se todo o período amostral (PR2 a PR12) e o período que exclui os primeiros anos após a formação do reservatório (PR5 a PR12).	41
Tabela 6: Correlações entre os parâmetros hidrológicos e a abundância de juvenis no reservatório de Itá, considerando-se todo o período amostral (PR1 a PR12) e o período que exclui os primeiros anos após a formação do reservatório (PR4 a PR12).	42

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	19
Bacia do rio Uruguai	19
Hidroeletricidade no Brasil e seus impactos	20
Biodiversidade de peixes nas águas continentais	21
Barragens e a reprodução de peixes	22
OBJETIVO GERAL	24
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
Efeito da variação do nível de água dos reservatórios sobre o recrutamento de peixes na bacia do alto rio Uruguai	25
ABSTRACT	25
RESUMO	26
INTRODUÇÃO	27
MATERIAL E MÉTODOS	29
Área de estudo.....	29
Amostragens	29
Dados biológicos e hidrológicos	31
Análise dos dados	32
RESULTADOS	33
Parâmetros hidrológicos.....	33
Abundância de juvenis coletados durante o período do estudo.....	34
Análise de Correspondência Destendenciada (DCA)	37
Correlação entre os parâmetros hidrológicos e a abundância de juvenis	40
DISCUSSÃO.....	43
CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL..	52

INTRODUÇÃO GERAL

Bacia do rio Uruguai

O rio Uruguai é formado pela confluência do rio Pelotas com o rio Canoas, de onde percorre um trecho de 2.200 km de extensão até a sua foz no estuário do rio da Prata (Di Persia & Neiff, 1986). No início deste longo caminho, o rio Uruguai divide os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina em seu trecho nacional (BID, 2008). Após, em seu trecho compartilhado, o rio Uruguai forma a fronteira entre o Brasil e a Argentina, e a seguir deixa de banhar o território brasileiro servindo de fronteira para o Uruguai e a Argentina. A área total drenada pelo rio, que se configura na bacia hidrográfica do rio Uruguai, é de aproximadamente 371.000 km², dos quais cerca de 45%, ou seja, 174.347 km², estão situados em território nacional (ANEEL, 2013a). A porção da bacia contida em território nacional possui em torno de 70% de sua área localizada no estado do Rio Grande do Sul e 30% no estado de Santa Catarina (BID, 2008).

O alto rio Uruguai está localizado em um vale subtropical extremamente fechado e não apresenta várzeas em sua paisagem (Reynalte-Tataje *et al.*, 2012b). Na última década, três reservatórios (Itá, Machadinho e Foz do Chapecó) foram construídos no rio principal, porém nenhum deles possui um sistema de passagem de peixes (Meurer, 2010). O período de inundação é menos evidente nesta região do que na maioria das bacias hidrográficas brasileiras. Embora os níveis de água possam atingir o pico em diferentes estações do ano, as maiores taxas de precipitação ocorrem no final do inverno e no início da primavera (setembro a outubro), enquanto os meses de verão e início do outono (dezembro a abril) são mais secos (Reynalte-Tataje *et al.*, 2012a).

No trecho alto da bacia encontra-se um grande potencial de uso para geração de energia hidrelétrica devido às características topográficas do rio Uruguai e seus principais afluentes, que garantem esta vocação. O potencial hidráulico da bacia é alto e os empreendimentos ali instalados têm bom desempenho, devido à possibilidade de se aproveitar os vales encaixados dos cursos d'água.

Hidroeletricidade no Brasil e seus impactos

A matriz de produção de energia do Brasil está baseada no enorme potencial conferido pela riqueza de cursos d'água associada às condições de relevo e acidentes geográficos que, além da fabulosa beleza cênica, conferem ao nosso território um enorme potencial de geração hidroenergética. De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2013), entre os empreendimentos que compõem a matriz de geração de energia elétrica no país, a fonte hidráulica corresponde a 64,41% da produção.

Apesar de encarada por muito tempo como uma tecnologia “limpa”, a hidrogeração de energia elétrica hoje é vista como uma fonte da qual resultam importantes impactos ambientais e sociais negativos, para os quais ainda não foram encontradas soluções eficientes de mitigação ou compensação (Vilella, 2008).

É com frequência que empreendimentos hidrelétricos têm se revelado insustentáveis no cenário internacional e particularmente no Brasil. Esse caráter insustentável pode ser estabelecido a partir de critérios que identificam os problemas físicos, químicos e biológicos decorrentes da implantação e da operação de uma usina hidrelétrica, e da sua interação com as características ambientais do seu locus de construção (Bermann, 2007).

Deve se considerar que uma barragem não é um empreendimento de impacto local, mas sim que provoca a propagação em rede (tanto a montante como a jusante do reservatório) dos impactos ambientais, pois o rio é um ecossistema de fluxo (Vilella, 2008).

Dentre os principais impactos ambientais ocasionados pela implantação de uma usina hidrelétrica, cabe destacar:

- Alteração do regime hidrológico, comprometendo as atividades a jusante do reservatório;
- Assoreamento dos reservatórios em virtude do descontrole no padrão de ocupação territorial nas cabeceiras, submetidas a processos de desmatamento e retirada da mata ciliar, associado às características lânticas do reservatório;
- Emissão de gases de efeito estufa, particularmente o metano, decorrente da decomposição da cobertura vegetal submersa no enchimento dos reservatórios;
- Aumento do volume de água no reservatório formado, com consequente aumento da pressão sobre o solo e subsolo, pelo peso da

massa de água represada, podendo causar os chamados sismos induzidos, em áreas com condições geológicas desfavoráveis (p.e. terrenos cársticos);

- Problemas de saúde pública ocasionados pela formação dos remansos nos reservatórios, que podem favorecer a proliferação de vetores transmissores de doenças endêmicas;
- Dificuldades para assegurar o uso múltiplo das águas, em razão do caráter histórico de priorização da geração elétrica em detrimento dos outros possíveis usos como irrigação, lazer, piscicultura, entre outros.

Porém, o principal impacto de uma barragem é a fragmentação do rio (Vilella, 2008). A implantação física do barramento altera as condições hidrossedimentológicas do rio, colocando uma barreira que adiciona um trecho lântico ao longo de uma rede lótica (Antônio *et al.*, 2007).

A mudança do habitat, bem como as mudanças na movimentação das espécies migradoras e no efeito de dispersão de espécies pelo arraste hídrico, podem alterar as relações de competição e predação, resultando em alterações significativas nas comunidades de espécies aquáticas, com possibilidade de favorecimento de propagação de espécies exóticas (Vilella, 2008).

Biodiversidade de peixes nas águas continentais

A ictiofauna de água doce da região Neotropical é caracterizada por uma elevada riqueza de espécies (Fernandes *et al.*, 2009). Considerando apenas o Brasil, estimativas apresentadas por Lewinsohn & Prado (2005) demonstraram a ocorrência de 3.261 espécies de peixes ósseos.

Apesar de rico, esse patrimônio não está protegido e encontra-se ameaçado por vários fatores. A perda de habitats, por exemplo, é considerada a principal causa de extinção de peixes de água doce no mundo, seguida pela introdução de espécies exóticas e sobre-exploração (Alves *et al.*, 2008). Considerando que a região Neotropical possui a mais rica ictiofauna do mundo, esta riqueza está sendo ameaçada pela construção de numerosos reservatórios (Hoffmann *et al.*, 2005).

Se levarmos em conta que as águas superficiais continentais representam apenas 0,8% da superfície terrestre e que esses ambientes comportam cerca de 40% da riqueza de peixes conhecida, os ambientes

de água doce merecem especial atenção e um esforço para a sua conservação (Alves *et al.*, 2008).

As seções superior e média do rio Uruguai ocupam um vale bastante íngreme com apenas uma pequena várzea que gradualmente se extingue em direção às cabeceiras. Estas características influenciam diretamente na diversidade e abundância de peixes. Os dados sobre a produtividade de peixes não estão disponíveis, mas a falta de várzeas no alto Uruguai sugere que essa é baixa (Zaniboni-Filho & Schulz, 2003).

A fauna de peixes na bacia do alto rio Uruguai, que foi transformada pela construção de várias barragens, é caracterizada pela predominância de espécies de pequeno e médio porte com fecundação externa, sedentárias ou que realizam curtas migrações, embora espécies reofílicas de grande porte também ocorram (Reynalte-Tataje *et al.*, 2012a).

Barragens e a reprodução de peixes

Uma característica importante nas grandes bacias hidrográficas sul-americanas é que as principais forças seletivas que atuaram no desenvolvimento de estratégias reprodutivas parecem ter sido aquelas relacionadas ao regime de cheias (Agostinho *et al.*, 2007). De acordo com esses autores, isso pode ser evidenciado pelo alto sincronismo existente entre as cheias e os principais eventos do ciclo biológico dos peixes, tais como a maturação gonadal, migração, desova e desenvolvimento inicial das larvas e juvenis.

Em espécies que realizam migrações reprodutivas, a maturação gonadal é iniciada quando a temperatura da água aumenta (primavera-verão), mas o peixe espera pelas primeiras chuvas da temporada para subir o rio em direção as áreas de desova (Hermes-Silva *et al.*, 2009). Existem duas formas de migração de peixes na bacia do rio Uruguai, uma na qual os peixes permanecem no rio principal e outra na qual o peixe entra nos rios tributários para se reproduzir (Zaniboni-Filho & Schulz, 2003).

A reprodução das espécies de peixes de grandes rios neotropicais é, independentemente da estratégia reprodutiva utilizada, altamente sazonal. Essa sazonalidade está, em geral, associada ao regime de cheias, com a desova ocorrendo sob condições de níveis de água crescente, particularmente entre as espécies migradoras. Lamentavelmente, os reservatórios promovem a redistribuição das vazões sazonais, elevando o nível mínimo do rio durante o período de

seca e reduzindo o nível máximo durante o período de cheias. Esse fato se constitui numa das principais fontes de alteração da composição da ictiofauna a jusante de barragens (Agostinho *et al.*, 2007).

As espécies sedentárias são, geralmente, as mais bem adaptadas à sobrevivência em reservatórios, principalmente aquelas que habitam águas lânticas. Muitos reservatórios comportam extensas áreas litorâneas, ocupadas por macrófitas aquáticas, que podem ser colonizadas por espécies que utilizam esses ambientes em alguma fase da vida. Já os grandes peixes migradores de água doce têm como atributo de seu comportamento a separação, no tempo e no espaço, dos habitats usados para reprodução, crescimento e alimentação durante os diferentes estágios de vida. Assim, esses três tipos de habitats são necessários para que essas espécies completem seus ciclos de vida, o que torna essas espécies muito mais susceptíveis aos impactos ocasionados pelas barragens (Agostinho *et al.*, 2007).

O alto Uruguai é caracterizado por trechos de rio que são separados por atributos geográficos, como corredeiras, cachoeiras e desfiladeiros. Após a construção de duas usinas hidrelétricas, Itá e Machadinho, que começaram a operar em 2000 e 2002, respectivamente, muitas dessas estruturas foram inundadas, alterando o regime e dinâmica hidrológica e, conseqüentemente, afetando a estrutura das comunidades de peixes nativos (Hermes-Silva *et al.*, 2009).

É importante ressaltar que as mudanças no trecho superior do rio irão afetar permanentemente a fauna original. O alto Uruguai parece ser uma área com altos níveis de endemismo, e a cada ano novas espécies são descritas. Em geral, a biologia destas novas espécies é desconhecida, e os efeitos dos projetos hidrelétricos sobre elas são imprevisíveis. Algumas delas podem desaparecer antes mesmo de serem estudadas (Zaniboni-Filho & Schulz, 2003).

O presente trabalho será submetido à publicação na revista *Neotropical Ichthyology*.

OBJETIVO GERAL

Avaliar a relação entre a variação do nível da água dos reservatórios de Itá e Machadinho e o recrutamento de peixes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito da variação do nível de água dos reservatórios de Itá e Machadinho sobre a atividade reprodutiva e o recrutamento das diferentes guildas reprodutivas;
- Comparar o efeito da variação do nível de água sobre o recrutamento de peixes nesses dois reservatórios;

Efeito da variação do nível de água dos reservatórios sobre o recrutamento de peixes na bacia do alto rio Uruguai

Fabúla Terezinha de Lima^{1}, David Augusto Reynalte-Tataje¹, Evoy Zaniboni-Filho¹*

¹Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce – LAPAD/CCA/UFSC
Rodovia SC 406, nº 3532, CEP 88066-000, Armação, Florianópolis/SC, Brasil.

*Corresponding author: fabiulatlima@gmail.com

ABSTRACT

The construction of hydroelectric power plants involves many social and environmental impacts, and among them is the impact on the fish community, whose habitat is drastically altered by dams, causing consequences for the entire ecosystem. This study aimed to evaluate the influence of the variation of water levels in the reservoirs of Itá and Machadinho hydroelectric plants on the recruitment of fish species from the upper Uruguay river, southern Brazil. Data were analyzed from samples collected between 2001 and 2012. The results showed significant correlations between the abundance of fish juveniles and hydrological parameters. For Machadinho reservoir species that spawn in nests and species that release semi-dense eggs showed in general a clear preference for the stability of the water level in the reservoir, while the species that spawn in macrophytes or that release demersal eggs showed no significant correlation with the hydrological parameters. For Itá reservoir, species that spawn in nests also showed a preference for the stability of the water level of the reservoir, while other reproductive strategies showed no significant correlation with any of the hydrological parameters analyzed.

Keywords: reproduction, reproductive strategy, hydrological parameters, juveniles, Machadinho, Itá.

RESUMO

A construção de usinas hidrelétricas implica em diversos impactos sociais e ambientais, e entre eles está o impacto causado sobre a comunidade de peixes, cujo habitat é drasticamente modificado pelas barragens, causando consequências em todo o ecossistema. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da variação dos níveis de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Itá e Machadinho sobre o recrutamento das espécies de peixes do alto rio Uruguai, sul do Brasil. Foram analisados dados de coletas realizadas entre os anos de 2001 e 2012. Os resultados mostraram correlações significativas entre a abundância dos juvenis de peixes e os parâmetros hidrológicos. Para o reservatório de Machadinho, as espécies que desovam em ninhos e as espécies que liberam ovos semi-densos mostraram, em geral, uma clara preferência pela estabilidade do nível de água do reservatório, enquanto que as espécies que desovam em macrófitas ou que liberam ovos demersais não mostraram correlação significativa com os parâmetros hidrológicos. Para o reservatório de Itá, as espécies que desovam em ninhos também mostraram preferência pela estabilidade do nível de água do reservatório, enquanto que as demais estratégias reprodutivas não mostraram correlação significativa com nenhum dos parâmetros hidrológicos analisados.

Palavras-chave: reprodução, estratégia reprodutiva, parâmetros hidrológicos, juvenis, Machadinho, Itá.

INTRODUÇÃO

O represamento de rios é um processo tão intenso e drástico que resulta na criação de um novo ecossistema, com estrutura, biota e funcionamento singulares, portanto, a ocorrência de impactos ambientais é inerente a qualquer represamento, um processo fundamentalmente ligado ao controle de fluxo do rio (Agostinho *et al.*, 2004a). Apesar de descrever um único atributo hidrológico, o fluxo de água representa a força central por trás dos ecossistemas de água doce, e é responsável por sua estrutura geológica/hidrológica, sua dinâmica de produção (matéria e energia), a ciclagem de nutrientes e a distribuição e evolução da biota (Agostinho *et al.*, 2004b).

Os ciclos biogeoquímicos são fortemente influenciados pelos aumentos periódicos no nível da água, pois além da troca direta de nutrientes resultantes dessa dinâmica, as inundações promovem pulsos de nutrientes a partir da decomposição da vegetação inundada. A produtividade primária e as respostas biofísicas da vegetação aquática, e de vários táxons de invertebrados, também são dependentes do pulso de inundação (Agostinho *et al.* 2004a). Os níveis de água tem um efeito direto sobre a abundância de bentos, perifíton e macrófitas aquáticas, e ainda efeito indireto sobre o fitoplâncton e o zooplâncton. As flutuações podem ser diárias, sazonais ou anuais, dependendo em grande parte do propósito do reservatório, e apresentam muitos problemas relacionados à gestão do habitat dos peixes (Miranda, 2001).

Os litorais de reservatórios tendem a ser altamente instáveis quando os níveis de água flutuam (Agostinho *et al.*, 2007). Aumentos no nível de água, que inundam temporariamente a vegetação, aumentam a oferta de alimentos e abrigo, enquanto secas prolongadas concentram a população de peixes e podem aumentar a eficiência de forrageamento por predadores (Miranda, 2001). A reprodução de espécies que desovam nos litorais é encorajada pelas enchentes e a inundação das margens, mas a sobrevivência pode ser afetada se os níveis de água aumentarem ou diminuírem rapidamente durante o período reprodutivo, especialmente para aquelas espécies construtoras de ninhos ou que desovam sobre o substrato (Agostinho *et al.*, 2007).

Muitos trabalhos foram realizados para avaliar a influência da variação do nível de água sobre a comunidade de peixes ou de outros organismos aquáticos (Pompeu & Godinho, 2006; Paulovits *et al.*, 2007; Baumgärtner *et al.*, 2008; Zohary & Ostrovsky, 2011 e Dutterer *et al.*, 2012). Estes estudos demonstraram que tanto as flutuações dos níveis de

água nos ambientes naturais (ocasionadas pelas mudanças climáticas), quanto nos reservatórios e outros corpos d'água artificiais, causaram impactos sobre a comunidade de peixes e demais componentes da biota aquática, como também na limnologia do ambiente afetado.

A região do alto rio Uruguai é formada por vales bastante encaixados, de inclinação acentuada e pequena planície de inundação (Reynalte-Tataje *et al.*, 2012b), o que favorece um aumento rápido do nível do rio em períodos de grande pluviosidade (Corrêa *et al.*, 2011). Devido à particularidade da região estudada espera-se que a variação do nível de água dos reservatórios irá influenciar negativamente o recrutamento de juvenis das espécies de peixes existentes.

Grande parte dos estudos já realizados no Brasil foi conduzida em outras bacias hidrográficas, principalmente na bacia do rio Paraná (Agostinho *et al.*, 2004a, Agostinho *et al.*, 2004b; Fernandes *et al.*, 2009; Gubiani *et al.*, 2010 e Petry *et al.*, 2013). Devido à ausência de estudos que avaliem a influência da variação do nível de água sobre a ictiofauna neotropical situada em uma região subtropical, como é o caso do alto rio Uruguai, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência das variações dos níveis de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Itá e Machadinho sobre o recrutamento de juvenis de peixes.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A região do alto rio Uruguai apresenta grande potencial para instalação de hidrelétricas, sendo que as duas primeiras usinas construídas nessa região foram as de Itá, em 1999, e a de Machadinho, em 2002. A barragem da UHE Itá está localizada entre os municípios de Itá (SC) e Aratiba (RS), e está situada a 1.529 km da foz do rio Uruguai (Meurer, 2010). O reservatório formado possui área total de 141 km², sendo do tipo fio d'água e projetado para apresentar uma variação de nível de água de aproximadamente 6 m (Tractebel, 2013). O reservatório apresenta profundidade média de 36 m e máxima de 125 m. O tempo médio de residência da água é de 55 dias (Schork, 2012).

O reservatório da UHE Machadinho localiza-se no rio Pelotas, na divisa dos municípios de Piratuba (SC) e Maximiliano de Almeida (RS). O reservatório apresenta área total de 79 km² e profundidade média de 43 m e profundidade máxima de 100 m, sendo projetada para uma variação máxima do nível de água do reservatório de 15 m (Consórcio Machadinho, 2013). O tempo médio de residência da água no reservatório é de 54 dias.

Amostragens

Foram analisados dados de captura das coletas realizadas pelo Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) entre os anos de 2000 e 2012 para o reservatório de Itá, e entre os anos de 2001 e 2012 para o reservatório de Machadinho. Cada coleta foi realizada com frequência trimestral, de modo a representar cada uma das estações do ano. A área de estudo compreendeu oito pontos de amostragem, sendo três localizados no reservatório de Machadinho e cinco deles no reservatório de Itá (Figura 1):

- UHE Machadinho:
 - MPB: Área de transição entre os ambientes lótico e lêntico. Localizado no Rio Pelotas a montante da ponte BR470, próximo a confluência dos rios Canoas e Pelotas.
 - Z: Ambiente lêntico situado no corpo do reservatório. Localizado no município de Zortéa (SC).
 - F: Ambiente lêntico situado no corpo do reservatório localizado próximo à barragem, na foz do rio Forquilha.

- UHE Itá:
 - IV: Trecho inferior do reservatório localizado próximo ao eixo da barragem.
 - BR: Trecho superior do reservatório, abaixo da ponte da BR153.
 - BQ: Trecho médio do reservatório, próximo à área do parque Estadual Fritz Plaumann.
 - MR: Área de transição entre os ambientes lótico e lântico, localizado no Balneário Marcelino Ramos.
 - PX: Área de transição entre os ambientes lótico e lântico. Localizado nas proximidades da foz do rio do Peixe.

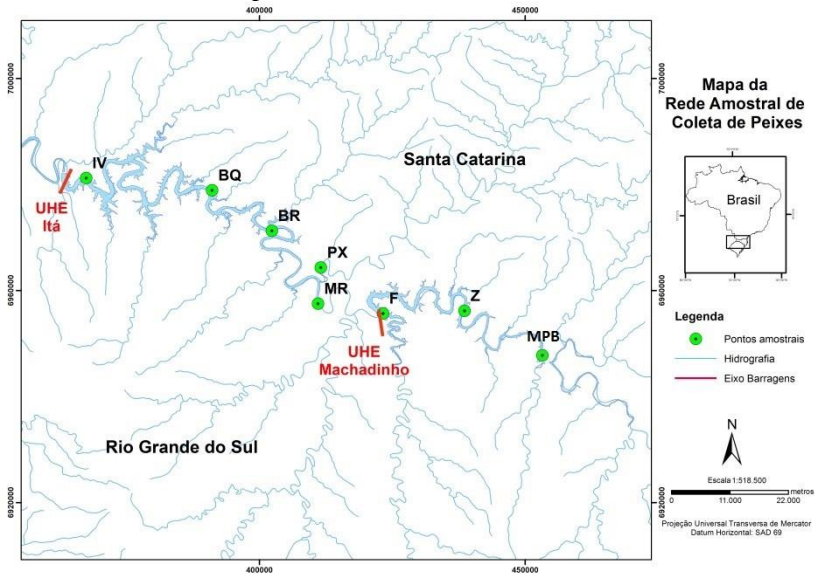


Figura 1: Área de estudo e localização dos pontos de coleta dos reservatórios de Machadinho e Itá.

As coletas foram realizadas utilizando-se apetrechos de pesca como redes malhadeiras e feiteceiras com diferentes aberturas de malha (colocadas às margens do rio), espinhéis (pelágicos e de fundo), picarés e tarrafas. Os apetrechos eram colocados na água no entardecer de um dia e retirados no amanhecer do dia seguinte, permanecendo aproximadamente 12 horas dentro da água, exceto o picaré e a tarrafa que eram arrastados/lançados 3 vezes na água, sempre no período da manhã.

Dados biológicos, hidrológicos e períodos reprodutivos

Para a avaliação do recrutamento foram considerados somente os exemplares juvenis, e para isso, foram considerados apenas os peixes com comprimento inferior ao tamanho de primeira maturação gonadal de cada espécie (L_{100}), ou seja, o comprimento no qual todos os indivíduos da população estão aptos a reproduzir.

Para efeito de análise foram utilizadas somente as espécies de peixes que apresentaram abundância superior a 10 juvenis capturados no período de estudo, e para os quais existe informação de referência do L_{100} na bibliografia especializada, sendo elas: Agostinho *et al.* (1991); Vazzoler (1996); Santos & Fontoura (2000); Veregue & Orsi (2003); Alves (2009) e Fishbase (2013).

As espécies foram agrupadas de acordo com a estratégia reprodutiva e nas seguintes categorias: desova em ninhos, desova em macrófitas, libera ovos semi-densos e libera ovos demersais. Essa divisão foi realizada para avaliar o efeito dos diferentes níveis de água dos reservatórios sobre cada uma das guildas reprodutivas.

Os dados hidrológicos dos reservatórios foram fornecidos pelo setor de operação de cada uma das usinas estudadas. Através dos dados brutos diários dos níveis hidrológicos foram calculados os seguintes parâmetros: Variação do Nível de Água do Reservatório (VNR); Variação do Volume Útil (VVU); Valor Médio do Nível de Água do Reservatório (MNR) e Valor Médio do Volume Útil (MVU).

Esses parâmetros foram calculados para cada um dos períodos reprodutivos (PR) estudados, cada um deles compreendendo os meses entre outubro e fevereiro. Portanto no período avaliado foram calculados os valores hidrológicos de 12 PR: PR1 = outubro de 2000 a fevereiro de 2001; PR2 = outubro de 2001 a fevereiro de 2002; PR3 = outubro de 2002 a fevereiro de 2003; PR4 = outubro de 2003 a fevereiro de 2004; PR5 = outubro de 2004 a fevereiro de 2005; PR6 = outubro de 2005 a fevereiro de 2006; PR7 = outubro de 2006 a fevereiro de 2007; PR8 = outubro de 2007 a fevereiro de 2008; PR9 = outubro de 2008 a fevereiro de 2009; PR10 = outubro de 2009 a fevereiro de 2010; PR11 = outubro de 2010 a fevereiro de 2011 e PR12 = outubro de 2011 a fevereiro de 2012;

Análise dos dados

Os parâmetros hidrológicos foram obtidos utilizando-se os dados brutos diários dos níveis hidrológicos de cada reservatório estudado e foram calculados para cada período reprodutivo. Para a obtenção dos parâmetros hidrológicos relativos à variação do nível de água e do volume útil dos reservatórios (VNR e VVU, respectivamente) foram realizados cálculos de desvio padrão, enquanto que os parâmetros hidrológicos relativos à média do nível de água e do volume útil (MNR e MVU, respectivamente) foram obtidos através de um cálculo da média dos dados.

Para sumarizar a estrutura das assembleias dos juvenis de peixes em relação aos anos, foi aplicada sobre os dados de abundância de juvenis das espécies uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA), utilizando-se o programa PCord 5.0. Essa análise foi realizada a partir do ano de 2004 para o reservatório de Itá e a partir do ano de 2005 para o reservatório de Machadinho, de modo a excluir os primeiros anos após a formação de cada reservatório, quando é esperada uma maior variação na estrutura da assembleia de peixes.

A Correlação de Pearson foi utilizada para analisar a existência de relação entre os parâmetros hidrológicos de cada período reprodutivo e a abundância de juvenis de peixes. Foram realizadas duas correlações: uma abrangendo todo o período de estudo e outra considerando apenas a partir do quarto ano após o enchimento de cada um dos reservatórios estudados, igualmente buscando retirar o efeito da formação do reservatório sobre a estrutura da assembleia de peixes. Foram consideradas significativas as correlações acima de 0,40.

RESULTADOS

Parâmetros hidrológicos

O nível de água do reservatório de Machadinho apresentou a maior variação no PR8 (3,88m) e a menor variação no PR10 (0,79m). Os valores médios do nível de água variaram de 473m (PR 4, 7, 11 e 12) a 479m (PR10). A maior variação do volume útil do reservatório de Machadinho ocorreu no PR8 (26,9%) e a menor variação foi observada no PR10 (5,75%). A média do volume útil do reservatório de Machadinho variou de 48,9% (PR11) a 95,7% (PR10) (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros hidrológicos para cada período reprodutivo (PR2-PR12) no reservatório de Machadinho.

Período reprodutivo ¹	Parâmetros hidrológicos			
	MNR ² (m)	VNR ³ (m)	MVU ⁴ (%)	VVU ⁵ (%)
PR2	477	1,99	76,9	14,2
PR3	478	3,07	83,6	21,6
PR4	473	3,71	50,4	25,2
PR5	475	3,66	67,4	25,5
PR6	476	2,56	74,0	18,2
PR7	473	2,45	52,6	16,6
PR8	475	3,88	65,0	26,9
PR9	475	3,79	64,9	26,4
PR10	479	0,79	95,7	5,75
PR11	473	3,86	48,9	26,2
PR12	473	3,11	53,2	21,2

¹Período Reprodutivo = PR2: primavera/2001 a verão/2002, PR3: primavera/2002 a verão/2003;...; PR12: primavera/2011 a verão/2012.

²MNR = Média do nível de água do reservatório no período reprodutivo.

³VNR = Variação (desvio padrão) do nível de água do reservatório no período reprodutivo.

⁴MVU = Média do volume útil do reservatório no período reprodutivo.

⁵VVU = Variação (desvio padrão) do volume útil do reservatório no período reprodutivo.

O nível de água do reservatório de Itá apresentou a maior variação no PR8 (1,81m) e a menor variação no PR10 (0,42m). Os valores médios do nível de água variaram de 366m (PR2) a 369m (PR 1, 3, 6 e 10). A maior variação do volume útil do reservatório de Itá ocorreu no PR8 (30,5%) e a menor variação foi observada no PR10

(7,5%). A média do volume útil do reservatório de Itá variou de 43,5% (PR2) a 93,4% (PR10) (Tabela 2).

Tabela 2: Parâmetros hidrológicos para cada período reprodutivo (PR1-PR12) no reservatório de Itá.

Período reprodutivo ¹	Parâmetros hidrológicos			
	MNR ² (m)	VNR ³ (m)	MVU ⁴ (%)	VVU ⁵ (%)
PR1	369	1,01	88,2	17,7
PR2	366	1,73	43,5	29,1
PR3	369	0,95	86,5	16,5
PR4	367	1,32	56,9	22,3
PR5	368	1,37	70,3	23,7
PR6	369	0,70	82,0	11,9
PR7	367	1,15	51,1	19,1
PR8	367	1,81	56,0	30,5
PR9	368	1,06	69,6	18,3
PR10	369	0,42	93,4	7,5
PR11	368	1,60	60,0	26,9
PR12	368	0,89	64,3	15,2

¹Período Reprodutivo = PR1: primavera/2000 a verão/2001; PR2: primavera/2001 a verão/2002;...; PR12: primavera/2011 a verão/2012.

²MNR = Média do nível de água do reservatório no período reprodutivo.

³VNR = Variação (desvio padrão) do nível de água do reservatório no período reprodutivo.

⁴MVU = Média do volume útil do reservatório no período reprodutivo.

⁵VVU = Variação (desvio padrão) do volume útil do reservatório no período reprodutivo.

Abundância de juvenis coletados durante o período do estudo

O reservatório de Machadinho apresentou um total de 1.260 juvenis, distribuídos entre 12 espécies (Tabela 3). As espécies que desovam em ninhos e/ou macrófitas (total de 3 espécies) contribuíram com 405 juvenis (32,1% do total capturado) enquanto que as espécies que liberam ovos semi-densos ou ovos demersais (total de 9 espécies) contribuíram com 855 juvenis (67,9%). A espécie que apresentou maior abundância de juvenis foi *Geophagus brasiliensis* com um total de 281 indivíduos coletados, seguida pelas espécies *Bryconamericus stramineus* (215) e *Astyanax jacuhiensis* (200).

O reservatório de Itá apresentou um total de 4.642 juvenis distribuídos entre 18 espécies (Tabela 4). As espécies que desovam em

ninhos e/ou macrófitas (total de 5 espécies) contribuíram com 609 juvenis (13,1% do total capturado), enquanto que as espécies que liberam ovos semi-densos ou ovos demersais (total de 13 espécies) contribuíram com 4.033 juvenis (86,9%). A espécie que apresentou maior abundância de juvenis foi a *Apareiodon affinis* com um total de 1.693 indivíduos coletados, seguida pelas espécies *Bryconamericus stramineus* (656), *Astyanax fasciatus* (525) e *Iheringichthys labrosus* (520).

Na figura 2 pode-se observar um contínuo declínio no total de juvenis coletados nos primeiros quatro anos posteriores a formação de ambos os reservatórios. Nos anos seguintes ocorreram pequenas oscilações na abundância de juvenis, havendo uma discreta sincronia dessa oscilação da abundância entre ambos os reservatórios estudados.

Tabela 3: Número total de juvenis coletados por espécie durante o período amostral (2002-2012) no reservatório de Machadinho.

Espécie	Estratégia reprodutiva	Nº de juvenis
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Ninho	281
<i>Cyprinus carpio</i>	Macrófitas	100
<i>Eigenmannia virescens</i>	Macrófitas	24
<i>Bryconamericus stramineus</i>	Ovos semi-densos	215
<i>Apareiodon affinis</i>	Ovos semi-densos	55
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	Ovos semi-densos	41
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	Ovos semi-densos	23
<i>Rhamdia quelen</i>	Ovos semi-densos	22
<i>Pimelodus maculatus</i>	Ovos semi-densos	12
<i>Astyanax jacuhiensis</i>	Ovos demersais	200
<i>Oligosarcus cf. jenynsii</i>	Ovos demersais	187
<i>Astyanax fasciatus</i>	Ovos demersais	100
Total	-	1.260

Tabela 4: Número total de juvenis coletados por espécie durante o período amostral (2001-2012) no reservatório de Itá.

Espécies	Estratégia reprodutiva	Nº de juvenis
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Ninho	245
<i>Serrasalmus maculatus</i>	Ninho	125
<i>Hoplias malabaricus</i>	Ninho	83
<i>Hoplias lacerdae</i>	Ninho	81
<i>Hypostomus commersoni</i>	Ninho	75
<i>Apareiodon affinis</i>	Ovos semi-densos	1693
<i>Bryconamericus stramineus</i>	Ovos semi-densos	656
<i>Astyanax fasciatus</i>	Ovos semi-densos	525
<i>Iheringichthys labrosus</i>	Ovos semi-densos	520
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	Ovos semi-densos	252
<i>Rhamdia quelen</i>	Ovos semi-densos	62
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	Ovos semi-densos	48
<i>Astyanax gr. scabripinnis</i>	Ovos semi-densos	44
<i>Pimelodus maculatus</i>	Ovos semi-densos	28
<i>Prochilodus lineatus</i>	Ovos semi-densos	17
<i>Parapimelodus valenciennis</i>	Ovos semi-densos	10
<i>Schizodon nasutus</i>	Ovos demersais	111
<i>Astyanax jacuhiensis</i>	Ovos demersais	67
Total	-	4.642

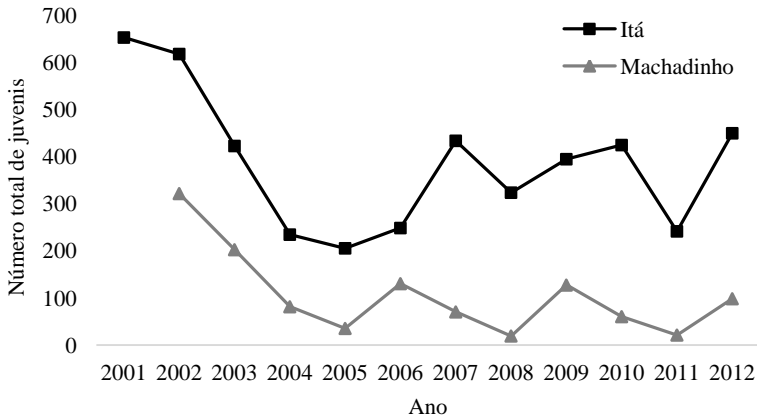


Figura 2: Total de juvenis coletados anualmente durante o período amostral nos reservatórios de Machadinho e Itá.

Análise de Correspondência Destendenciada (DCA)

A DCA feita para o reservatório de Machadinho explicou 52,3% da variabilidade dos dados de abundância dos juvenis, considerando os diferentes anos amostrais durante todo o período analisado, tendo demonstrado uma variação na distribuição temporal das espécies (Figura 3).

A DCA 1 representou 42,7% do total de variação dos dados e mostrou uma segregação dos anos de 2005, 2006, 2009 e 2010 que foi caracterizado pela maior abundância das espécies *E. virescens* ($r=0,62$; $p<0,05$), *A. affinis* ($r=0,47$; $p<0,05$), *A. fasciatus* ($r=0,72$; $p<0,05$), *B. stramineus* ($r=0,70$; $P<0,05$) e *O. jenynsii* ($r=0,48$; $P<0,05$). Já os demais anos se caracterizaram pela maior abundância da espécie *A. jacuhiensis* ($r=-0,91$; $p<0,05$). A DCA 2 dessa mesma análise foi desconsiderada devido à baixa porcentagem de explicação (9,6%).

A DCA feita para o reservatório de Itá explicou 50% da variabilidade dos dados de abundância dos juvenis nos diferentes anos amostrais, considerando todo o período analisado, revelando uma variação na distribuição temporal das espécies (Figura 4). A DCA 1 representou 34,6% do total de variação dos dados e mostrou uma clara segregação do ano de 2012 em relação aos demais anos avaliados. O ano de 2012 foi caracterizado pela presença de lambaris *A. fasciatus* ($r=0,90$; $p<0,05$) e *A. jacuhiensis* ($r=0,86$; $p<0,05$).

A DCA 2 representou 16,8% da variação dos dados e mostrou a separação dos anos em dois grupos distintos, o primeiro composto pelos anos de 2005, 2006, 2009 e 2010 que foi caracterizado pela presença das espécies *S. maculatus* ($r=0,72$; $p<0,05$), *H. lacerdae* ($r=0,50$; $p<0,05$), *S. nasutus* ($r=0,42$; $p<0,05$), *I. labrosus* ($r=0,49$; $P<0,05$) e *P. valenciennis* ($0,42$; $p<0,05$), enquanto que o segundo grupo formado pelos anos de 2004, 2007, 2008 e 2011, estiveram mais relacionados com a maior presença das espécies *P. lineatus* ($r=-0,61$; $P<0,05$), *S. brevipinna* ($r=-0,40$; $P<0,05$) e *R. quelen* ($r=-0,70$; $P<0,05$).

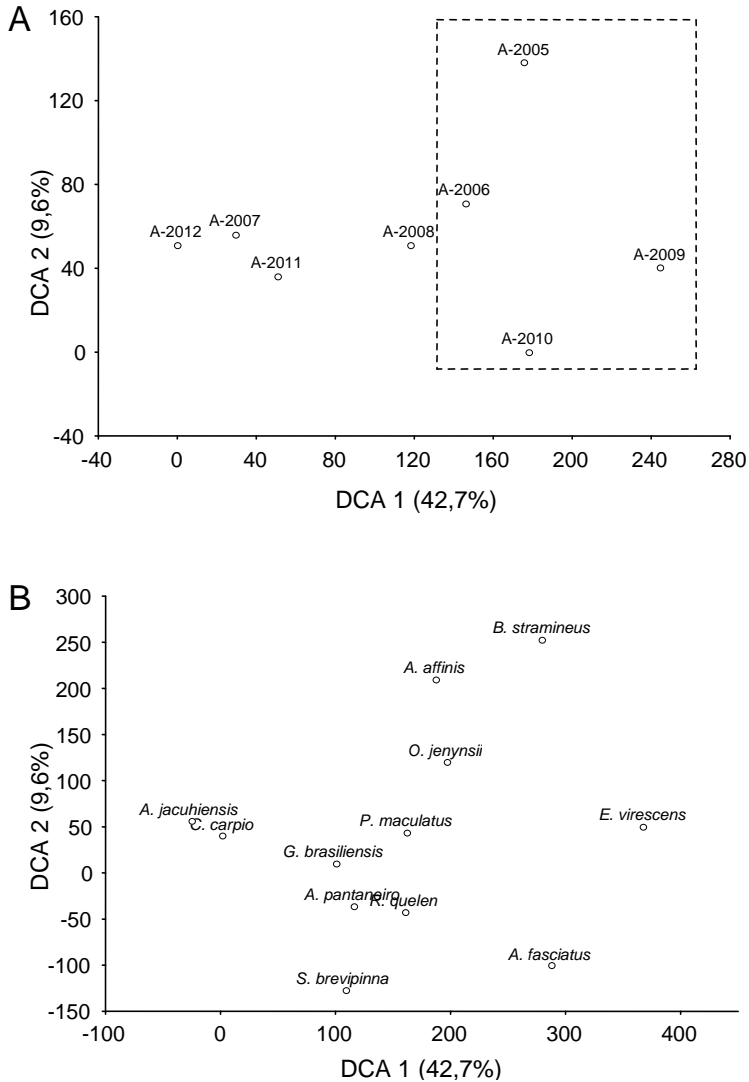


Figura 3: Análise de correspondência destendenciada (DCA) sobre os dados de abundância de juvenis de peixes do reservatório de Machadinho para o período compreendido entre os anos de 2005 a 2012; (A) distribuição espacial dos anos e (B) distribuição temporal das espécies.

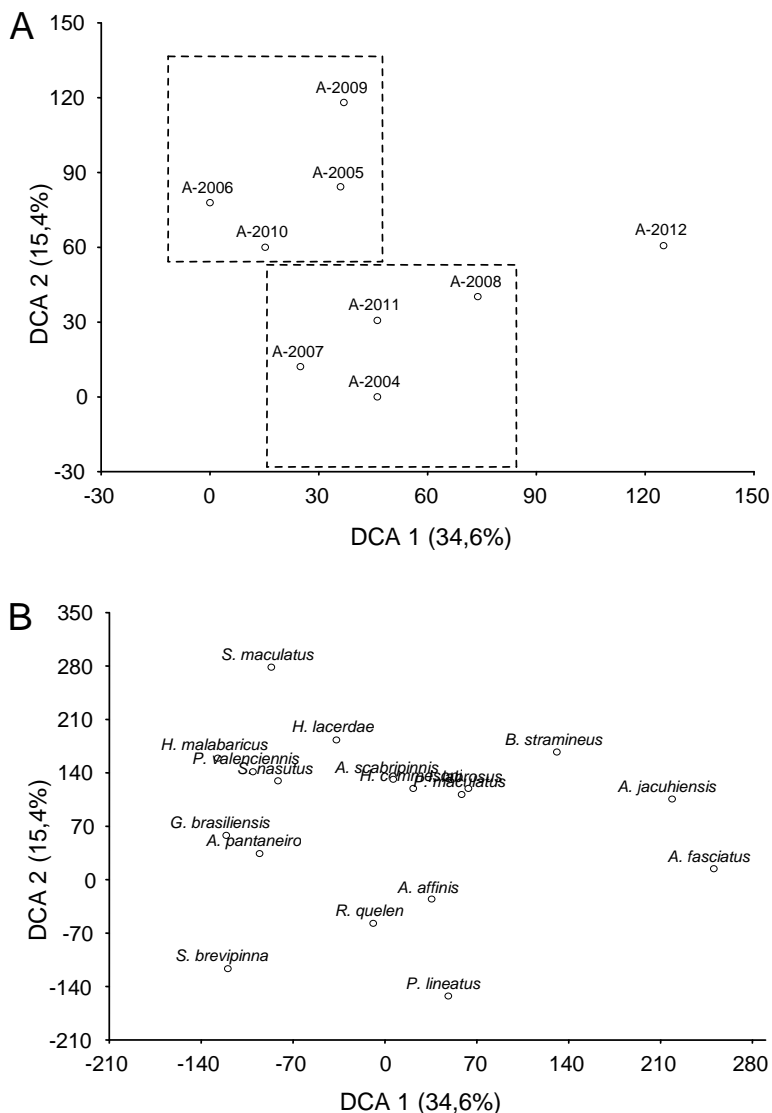


Figura 4: Análise de correspondência destendenciada (DCA) sobre os dados de abundância de juvenis de peixes do reservatório de Itá para o período compreendido entre os anos de 2004 a 2012; (A) distribuição espacial dos anos e (B) distribuição temporal das espécies.

Correlação entre os parâmetros hidrológicos e a abundância de juvenis

O número de juvenis de peixes capturados apresentou um padrão semelhante de correlação tanto quando relacionadas com os parâmetros de nível de água, quanto com os parâmetros do volume útil do reservatório de Machadinho. Quando foram agrupadas as espécies, de acordo com a estratégia reprodutiva, tanto aquelas espécies que realizam desova em ninhos quanto as que liberam ovos semi-densos, em sua maioria, apresentaram correlação negativa com a variação do nível de água e do volume útil do reservatório. Enquanto isso, as espécies que desovam em macrófitas e as que liberam ovos demersais não apresentaram correlação significativa com nenhum dos parâmetros hidrológicos analisados. O total de juvenis capturado apresentou correlação negativa com a variação do nível de água e do volume útil. Das 12 espécies capturadas durante todo o período de estudo no reservatório de Machadinho, sete apresentaram correlações acima de 0,40 (considerando-se análise a partir do período reprodutivo PR5). As maiores correlações foram obtidas com as espécies *Rhamdia quelen* (0,89 com a MNR e MVU) e *Steindachnerina brevipinna* (0,70 com a MNR e MVU) (Tabela 5).

As correlações entre a abundância de juvenis e os parâmetros de variação do nível de água do reservatório de Itá apresentaram padrão semelhante às correlações feitas com o volume útil. Quando as espécies foram agrupadas por estratégia reprodutiva, aquelas espécies que desovam em ninhos, em sua maioria, apresentaram correlação negativa com a variação do nível do reservatório. As espécies que utilizam as demais estratégias reprodutivas não mostraram correlação significativa com nenhum dos parâmetros hidrológicos avaliados. O total de juvenis capturado apresentou correlação negativa com a variação do nível de água do reservatório de Itá, apesar dessa correlação ser mais forte a partir do quarto ano de formação do reservatório. Das 18 espécies capturadas no reservatório de Itá ao longo de todo o período de estudo, 10 apresentaram correlações acima de 0,40 (considerando-se análise a partir do período reprodutivo PR4). As correlações mais fortes foram obtidas com as espécies *H. malabaricus* (0,81 com a MVU) e *G. brasiliensis* (-0,72 com a VNR e VVU) (Tabela 6).

Tabela 5: Correlações entre os parâmetros hidrológicos e a abundância de juvenis no reservatório de Machadinho, considerando-se todo o período amostral (PR2 a PR12) e o período que exclui os primeiros anos após a formação do reservatório (PR5 a PR12).

	PR2-PR12		PR5-PR12		PR2-PR12		PR5-PR12	
	VNR ¹	MNR ²	VNR	MNR	VVU ³	MVU ⁴	VVU	MVU
Ninho	-0,46	0,38	-0,49	0,53	-0,44	0,37	-0,47	0,52
Desova em macrófitas	-0,15	-0,04	-0,18	0,01	-0,14	-0,05	-0,17	0,00
Ovos semi-densos	-0,09	0,36	-0,52	0,82	-0,08	0,36	-0,50	0,82
Ovos demersais	-0,36	0,17	-0,21	-0,16	-0,35	0,16	-0,21	-0,16
<i>Cyprinus carpio</i>	-0,26	-0,02	-0,30	0,03	-0,26	-0,03	-0,29	0,02
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,30	-0,06	0,32	-0,05	0,31	-0,05	0,34	-0,05
<i>Geophagus brasiliensis</i>	-0,46	0,38	-0,49	0,53	-0,44	0,37	-0,47	0,52
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	-0,48	0,25	-0,66	0,40	-0,47	0,24	-0,65	0,39
<i>Apareiodon affinis</i>	-0,15	0,18	-0,28	0,34	-0,16	0,19	-0,28	0,34
<i>Astyanax fasciatus</i>	-0,30	0,57	-0,34	0,53	-0,28	0,58	-0,33	0,54
<i>Astyanax jacuhiensis</i>	-0,10	-0,36	-0,14	-0,37	-0,12	-0,37	-0,16	-0,38
<i>Bryconamericus stramineus</i>	0,08	0,23	0,55	0,03	0,09	0,23	0,58	0,03
<i>Oligosarcus cf. jenkinsii</i>	-0,20	0,39	0,22	0,03	-0,17	0,39	0,24	0,02
<i>Pimelodus maculatus</i>	-0,52	-0,32	0,56	-0,24	0,60	-0,31	0,57	-0,23
<i>Rhamdia quelen</i>	-0,52	0,79	-0,68	0,89	-0,49	0,79	-0,66	0,89
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	-0,55	0,43	-0,65	0,70	-0,54	0,42	-0,63	0,70
Total de juvenis	-0,55	0,43	-0,36	0,21	-0,42	0,40	-0,37	0,16

¹VNR = Variação (desvio padrão) do nível de água do reservatório no período reprodutivo.

²MNR = Média do nível de água do reservatório no período reprodutivo.

³VVU = Variação (desvio padrão) do volume útil do reservatório no período reprodutivo.

⁴MVU = Média do volume útil do reservatório no período reprodutivo.

Tabela 6: Correlações entre os parâmetros hidrológicos e a abundância de juvenis no reservatório de Itá, considerando-se todo o período amostral (PR1 a PR12) e o período que exclui os primeiros anos após a formação do reservatório (PR4 a PR12).

	PR1-PR12		PR4-PR12		PR1-PR12		PR4-PR12	
	VNR ¹	MNR ²	VNR ¹	MNR ²	VVU ¹	MVU ²	VVU ¹	MVU ²
Ninho	-0,27	0,03	-0,66	0,48	-0,27	0,21	-0,66	0,63
Ovos semi-densos	-0,06	0,04	-0,15	-0,22	-0,06	0,07	-0,16	-0,28
Ovos demersais	0,13	-0,22	-0,07	-0,02	0,13	-0,21	-0,07	-0,10
<i>Geophagus brasiliensis</i>	-0,38	0,03	-0,72	0,52	-0,39	0,16	-0,72	0,62
<i>Hoplias lacerdae</i>	0,01	0,28	0,29	-0,03	0,03	0,37	0,31	0,15
<i>Hoplias malabaricus</i>	-0,42	0,45	-0,64	0,70	-0,42	0,57	-0,64	0,81
<i>Hypostomus commersoni</i>	0,24	0,06	0,66	-0,25	0,26	0,10	0,65	-0,28
<i>Serrasalmus maculatus</i>	0,18	-0,45	-0,13	-0,07	0,17	-0,31	-0,14	0,08
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	-0,39	0,24	-0,56	0,61	-0,41	0,19	-0,57	0,47
<i>Apareiodon affinis</i>	-0,04	-0,10	-0,07	-0,22	-0,05	-0,14	-0,03	-0,25
<i>Astyanax fasciatus</i>	0,07	-0,23	-0,10	-0,04	0,07	-0,23	-0,10	-0,11
<i>Astyanax gr. scabripinnis</i>	0,61	-0,64	0,50	-0,45	0,62	-0,54	0,51	-0,34
<i>Astyanax jacuhiensis</i>	0,14	-0,32	0,69	-0,15	0,14	-0,39	0,04	-0,25
<i>Bryconamericus stramineus</i>	0,01	-0,12	-0,22	-0,05	0,01	-0,04	-0,23	-0,05
<i>Itheringichthys labrosus</i>	-0,18	0,23	-0,18	0,23	-0,17	0,19	-0,17	0,15
<i>Parapimelodus valenciennis</i>	-0,13	0,47	-0,01	0,41	-0,10	0,48	0,01	0,40
<i>Pimelodus maculatus</i>	0,38	-0,26	0,44	0,11	0,39	-0,18	0,44	-0,03
<i>Prochilodus lineatus</i>	0,15	-0,15	0,15	-0,09	0,15	-0,13	0,16	-0,03
<i>Rhamdia quelen</i>	0,08	0,15	0,19	-0,12	0,10	0,22	0,19	-0,07
<i>Schizodon nasutus</i>	0,10	0,05	-0,16	0,47	0,12	0,17	-0,15	0,50
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	-0,06	0,24	-0,06	-0,30	-0,04	0,28	-0,08	-0,34
Total de juvenis	-0,04	-0,04	-0,40	-0,01	-0,07	0,04	-0,41	-0,04

¹VNR = Variação (desvio padrão) do nível de água do reservatório no período reprodutivo.

²MNR = Média do nível de água do reservatório no período reprodutivo.

³VVU = Variação (desvio padrão) do volume útil do reservatório no período reprodutivo.

⁴MVU = Média do volume útil do reservatório no período reprodutivo.

DISCUSSÃO

Diversos estudos foram realizados com o objetivo de avaliar o impacto de barragens sobre a população de peixes nas principais bacias hidrográficas do Brasil (Agostinho *et al.*, 2004b; Fernandes *et al.*, 2009; Hermes-Silva *et al.*, 2009; Gubiani *et al.*, 2010; Reynalte-Tataje *et al.*, 2012a), embora sem abordar a influência destas barragens sobre o recrutamento dos peixes.

De acordo com estes estudos os principais impactos associados ao processo de implantação de uma usina hidrelétrica são aqueles relacionados às alterações no regime hidrológico dos rios represados. Isso porque o atributo de variação do nível de água está intimamente relacionado com eventos essenciais ao ciclo de vida e à manutenção das populações de peixes, como por exemplo, a migração, a reprodução e o recrutamento de juvenis (Suzuki *et al.*, 2009).

Meurer (2010) realizou um estudo para avaliar a influência da barragem de Itá sobre a composição das populações e a riqueza das espécies de peixes no alto rio Uruguai, constatando que houve alteração na assembleia de peixes após a formação do reservatório, tendo observado um aumento na riqueza de espécies após a implantação da barragem, havendo um acréscimo de espécies oportunistas.

No presente estudo foi possível observar que houve um declínio acentuado no total de juvenis coletados nos primeiros quatro anos posteriores a formação dos reservatórios de ambas as usinas estudadas, demonstrando que a implantação das barragens proporcionam uma influência significativa na ictiofauna da região. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de que os primeiros anos após a implantação de um reservatório são os mais críticos, pois durante esse período ocorre a influência de diversos fatores bióticos e abióticos que são alterados (p.e. a decomposição da flora inundada, mudança da qualidade de água, alteração do fluxo de água, entre outros), fatores que tornam o ambiente instável e, dessa forma, impróprio ou inacessível para as espécies mais sensíveis às variações do ambiente (Novakowski *et al.*, 2007).

Esse período de instabilidade da comunidade de peixes, observada em ambos os reservatórios estudados, minimizou o efeito da variação de nível da água sobre a abundância de juvenis capturados. Essa condição é evidenciada pela baixa significância das correlações entre o número de juvenis das diferentes espécies de peixes e os fatores hidrológicos avaliados durante os primeiros anos após a formação dos reservatórios. Essas correlações passaram a ser muito mais significativas

quando foram desconsiderados os primeiros anos pós-enchimento dos reservatórios na análise.

Comparativamente, o reservatório de Itá apresentou um maior número de espécies de peixes e maior abundância de juvenis coletados. Apesar do fato de terem sido analisados dois pontos amostrais a mais em Itá, a proporção de indivíduos capturados neste reservatório foi maior do que o esperado, sendo que o número total médio de indivíduos coletados foi quatro vezes maior em Itá do que o capturado em Machadinho. Trabalhos realizados na região do alto rio Uruguai para avaliar a distribuição do ictioplâncton (Hermes-Silva *et al.*, 2009; Reynalte-Tataje *et al.*, 2012c) têm mostrado que a atividade reprodutiva dos peixes é muito mais intensa na área do reservatório de Itá do que na de Machadinho. A escassez de ambientes lóticos situados a montante do reservatório de Machadinho tem sido atribuída como um dos fatores que reduzem a atividade reprodutiva (Hermes-Silva *et al.*, 2009) e, conseqüentemente, interferem na captura de peixes adultos nesse ambiente quando comparado com o reservatório de Itá (Reynalte-Tataje *et al.*, 2012c).

As correlações obtidas no presente estudo mostraram a existência de uma relação entre o recrutamento das espécies de peixes e os parâmetros hidrológicos dos dois reservatórios avaliados. O total de juvenis apresentou uma correlação negativa com a variação do nível da água, tanto para Itá quanto para Machadinho, indicando que a maioria das espécies são favorecidas pela estabilidade do nível de água dos reservatórios. Contudo foi verificado que as respostas das diferentes espécies de peixes para as variáveis testadas é eco-específica, indicando que uma determinada condição hidrológica beneficia o recrutamento de alguns táxons e prejudica o de outros.

As espécies que constroem ninhos para a desova mostraram uma forte correlação negativa de seu recrutamento com o aumento da variação do nível do reservatório. Dentro desse grupo estão incluídas o cará *G. brasiliensis* (Santos & Fontoura, 2000) e a traíra *H. malabaricus* (Chaves *et al.*, 2009). Agostinho *et al.* (2007) afirmam que as flutuações do nível de água no ambiente represado, como decorrência da operação da barragem, podem ser desastrosas para as espécies que possuem ovos aderidos a algum substrato litorâneo, ou que depositam seus ovos em ninhos construídos nas margens. Isso porque as flutuações do nível de água podem ocasionar a exposição desses ninhos ao ar e causar a mortalidade dos ovos, prejudicando assim o sucesso reprodutivo dessas espécies.

De forma semelhante, as espécies que liberam ovos semi-densos, típicos de populações que realizam algum tipo de migração reprodutiva, apresentaram correlação negativa do recrutamento com a variação do nível da água e correlação positiva com o valor médio do nível do reservatório. Esse resultado indica que este grupo de peixes, tais como *R. quelen* e *S. brevipinna*, tem maior sucesso reprodutivo quando o reservatório está cheio e com pequena variação do nível de água, condição característica de períodos com alto índice de precipitação pluviométrica e elevado volume de água nos rios.

Outros grupos de peixes também tiveram um maior recrutamento quando o reservatório estava mais cheio, dentre elas as espécies zooplancatófagas *P. valenciennis* (Nunes, 2009) e *A. fasciatus* (Barbosa & Tundisi, 1984), e a herbívora *S. nasutus* (Villares-Junior, 2011). De acordo com Yamamoto *et al.* (2004), a comunidade zooplancônica aumenta sua abundância e riqueza na época da enchente, decrescendo no período de seca. De modo semelhante, segundo Veríssimo (1999), as espécies herbívoras são beneficiadas pelos períodos de cheia, devido à grande oferta de alimento nesses períodos, quando uma grande parte de vegetação permanece alagada por um período de tempo maior. Dessa forma, a disponibilidade de recursos alimentares para as espécies herbívoras apresenta notáveis flutuações com a oscilação do nível de água (Agostinho *et al.*, 2007).

O aumento na população de *A. pantaneiro*, o piscívoro que se tornou o mais abundante na região do alto Uruguai após a instalação dos reservatórios (Meurer, 2010), pode estar relacionado ao aumento das populações de espécies forrageiras como *A. fasciatus* e *S. brevipinna*. Meurer & Zaniboni-Filho (2012) e Cantanhêde *et al.* (2009) observaram em seus trabalhos que *A. pantaneiro* apresenta um comportamento oportunista, se alimentando das espécies mais abundantes no ambiente. No alto rio Uruguai, as espécies *A. fasciatus* e *S. brevipinna* são extremamente abundantes, tanto no reservatório de Itá quanto no de Machadinho, e no presente estudo ambas mostraram um aumento na abundância de juvenis em condições de reservatório mais cheio. Essas espécies têm uma importante representatividade na alimentação do *A. pantaneiro* (Meurer & Zaniboni-Filho, 2012), o que explicaria o ótimo desempenho da espécie numa condição de reservatório mais cheio.

Diferente do padrão observado para a maioria dos peixes, algumas espécies como *B. stramineus*, *A. jacuhiensis*, *A. gr. scabripinnis* e *P. maculatus* mostraram correlações positivas da abundância de juvenis com o crescimento na variação dos níveis de água

dos reservatórios. Estas espécies se caracterizam por serem generalistas e onívoras, capazes de explorar quase todos os níveis tróficos dos sistemas aquáticos, mostrando um comportamento oportunista (Polis & Strong, 1996).

Agostinho *et al.* (2007) já salientavam que flutuações amplas e aleatórias de nível da água podem levar a oscilações nas populações de espécies de equilíbrio (k-estrategistas) e de guildas tróficas especializadas. Pode-se inferir que a depleção populacional das espécies mais especializadas, nos anos com maior variação do nível da água dos reservatórios, permitiria um aumento deste grupo de peixes mais generalistas, que passaria a se aproveitar do espaço e dos recursos que passaram a se tornar disponíveis no reservatório.

No ambiente aquático a rede de interações é extremamente complexa e dinâmica, de modo que a dinâmica populacional de nenhuma espécie pode ser analisada de forma isolada, pois além de considerarmos a sua biologia (p.e. morfologia, hábito alimentar, hábito reprodutivo, entre outros), temos que considerar também a sua interação com o ambiente e com as demais espécies, com as quais estará disputando espaço e recursos alimentares para a sua sobrevivência. Além disso, os seres aquáticos mantêm uma relação extremamente direta e dependente do ambiente no qual vivem e, portanto, qualquer alteração nesse meio pode proporcionar uma reestruturação das populações e das relações entre elas, alterando a cadeia trófica e a dinâmica das interações.

Os resultados desse trabalho mostraram a importância de estudos que avaliem o impacto de barragens sobre a reprodução dos peixes. A variação do nível dos reservatórios de Itá e Machadinho exerce influência significativa sobre o recrutamento de juvenis na região do alto rio Uruguai, sendo que a grande maioria apresentou uma relação negativa com as flutuações no nível da água. Isso demonstra a possibilidade da implantação de medidas mitigatórias que diminuam os impactos destes empreendimentos sobre a população de várias espécies de peixes, principalmente nos períodos reprodutivos.

CONCLUSÃO

As espécies apresentaram maior sucesso reprodutivo, em sua grande maioria, quando houve maior estabilidade do nível de água do reservatório, tanto para Itá, quanto em Machadinho. Apesar disso, algumas espécies apresentaram maior recrutamento de juvenis com o aumento da variação do nível de água dos reservatórios, indicando que essa relação, em alguns casos, é eco-específica, não podendo ser generalizada. As espécies que desovam em ninhos apresentaram, em geral, correlação negativa com o aumento da variação do nível de água e essa correlação parece estar totalmente relacionada com a estratégia reprodutiva adotada pelo grupo. Por outro lado, dentre as espécies que liberam ovos semi-densos ou demersais, as correlações de abundância de juvenis parecem estar mais relacionadas com o hábito alimentar dessas espécies e com a variação na abundância do alimento causado pela variação do nível da água. Dessa forma, enquanto que as espécies zooplancatófagas e herbívoras mostraram maior recrutamento na condição de um reservatório mais cheio, as espécies onívoras apresentaram maior abundância de juvenis quando houve maior variação do nível de água do reservatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, A.A. *et al.* 1991. Ciclo reprodutivo e primeira maturação de fêmeas de *Hypostomus commersoni* (VALENCIENNES, 1840) (Siluriformes, loricariidae) no reservatório Capivari-Cachoeira, PR. *Revista Brasileira de Biologia*, 51(1): 31-37.
- Agostinho, A.A. *et al.* 2004a. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14: 11-19.
- Agostinho, A.A. *et al.* 2004b. Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 4(3): 255-268.
- Agostinho, A.A. *et al.* 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringa, Universidade Estadual de Maringá.
- Alves, M.F. 2009. *Biologia reprodutiva e alimentar da pequira Bryconamericus stramineus (EIGENMANN, 1908) no elevador da represa do Funil – MG*. Dissertação, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 99p.
- Barbosa, P.M.M. & Matsumura-Tundisi, T. 1984. Consumption of zooplanktonic organisms by *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819 (Osteichthyes, Characidae) in Lobo (Broa) Reservoir, São Carlos, SP, Brazil. *Hydrobiologia*, 113: 171-181.
- Baumgärtner, D. *et al.* 2008. Effects of water-depth and water-level fluctuations on the macroinvertebrate community structure in the littoral zone of Lake Constance. *Hydrobiologia*, 613: 97-107.
- Cantanhêde, G. *et al.* 2008. Alterations on piscivorous diet following change in abundance of prey after impoundment in a Neotropical river. *Neotropical Ichthyology*, 6(4): 631-636.
- Chaves, M.F. *et al.* 2009. Dinâmica reprodutiva e estrutura populacional de *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae), em açude da Bacia do Rio Taperoá, Paraíba. *Biotemas*, 22(2): 85-89.

- Consórcio Machadinho. 2013. Usina Hidrelétrica de Machadinho. Disponível em: <http://www.machadinho.com.br> (março de 2013).
- Corrêa, R.N. *et al.* 2011. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in three tributaries of the Upper Uruguay River (Brazil). *Environmental Biology of Fishes*, 91: 51-61.
- Dutterer, A.C. *et al.* 2012. Fish recruitment is influenced by river flows and floodplain Inundation at Apalachicola river, Florida. *River Research and Applications*. Publicado online.
- Fernandes, R. *et al.* 2009. Effects of the hydrological regime on the ichthyofauna of riverine environments of the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, 69(2): 669-680.
- Fishbase. 2013. Disponível em: <http://www.fishbase.org/summary/Serrasalmus-maculatus.html> (março de 2013).
- Gubiani, E.A. *et al.* 2010. Variations in fish assemblages in a tributary of the upper Parana river, Brazil: a comparison between pre and post closure phases of dams. *River Research and Applications*, 26: 848-865.
- Hermes-Silva, S. *et al.* 2009. Spacial and temporal distribution of ichthyoplankton in the Upper Uruguay river, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(4): 933-944.
- Meurer, S. 2010. Implantação de barragens no Alto Rio Uruguai (Brasil): Influência sobre a assembleia e biologia das principais espécies de peixes. Tese, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 106p.
- Meurer, S. & Zaniboni-Filho, E. 2012. Reproductive and feeding biology of *Acestrorhynchus pantaneiro* Menezes, 1992 (Osteichthyes: Acestrorhynchidae) in areas under the influence of dams in the upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(1): 159-166.
- Miranda, L.E. 2001. A review of guidance and criteria for managing reservoirs and associated riverine environments to benefit fish and fisheries. Pp. 91-138. In: Marmulla, G. Dams, fish and fisheries – Opportunities, challenges and conflict resolution. Rome, FAO.

Novakowski, G.C. *et al.* 2007. Feeding of piscivorous fish before and after the filling of the Salto Caxias Reservoir, Paraná State, Brazil. *Biota Neotropica*, 7(2): 149-154.

Nunes, M.C. 2009. Ictiofauna associada ao cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá, Alto rio Uruguai, Brasil. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 37p.

Paulovits, G. *et al.* 2007. Effects of water level fluctuation on reproduction and spawning habitats of fish species in Lake Balaton. *Environmental Engineering and Management Journal*, 6(5): 467-471.

Petry, A.C. *et al.* 2013. Effects of the interannual variations in the flood pulse mediated by hypoxia tolerance: the case of the fish assemblages in the upper Paraná River floodplain. *Neotropical Ichthyology*, 11(2): 413-424.

Polis G.A. & Strong D.R. 1996. Food web complexity and community dynamics. *American Naturalist*, 147: 813-846.

Pompeu, P.S. & Godinho, H.P. 2006. Effects of extended absence of flooding on the fish assemblages of three floodplain lagoons in the middle São Francisco River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 4(4): 427-433, 2006.

Reynalte-Tataje, D. *et al.* 2012a. Spawning of migratory fish species between two reservoirs of the upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, Porto Alegre, 10(4): 829-835.

Reynalte-Tataje, D. *et al.* 2012b. Temporal variability of fish larvae assemblages: influence of natural and anthropogenic disturbances. *Neotropical Ichthyology*, 10(4): 837-846.

Reynalte-Tataje, D. *et al.* 2012c. Spatial and temporal variation of the ichthyoplankton in a subtropical river in Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 94: 403-419.

Santos, G.O. & Fontoura, N.F. 2000. Dinâmica reprodutiva de *Geophagus brasiliensis* (QUOY & GAIMARD, 1824), no açude Águas

Belas, Viamão, Rio Grande do Sul, (TELEOSTEI – CICHLIDAE).
Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 6(1): 131-144.

Schork, G. 2012. Diagnóstico da pesca no reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá, região do Alto rio Uruguai, no período 2004-2009. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 55p.

Suzuki, H. *et al.* 2009. Inter-annual variations in the abundance of young-of-the-year of migratory fishes in the Upper Paraná River floodplain: relations with hydrographic attributes. *Brazilian Journal of Biology*, 69(2): 649-660.

Tractebel Energia. 2013. UHE Itá. Disponível em:
<http://www.tractebelenergia.com.br/wps/portal/internet/corporativo/parque-gerador/usinas-hidreletricas/uhe-ita> (março de 2013).

Vazzoler, A.E.A. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. 169p. Maringá: Eduem.

Veregue, A.M.L. & Orsi, M.L. 2003. *Biologia reprodutiva de Astyanax scabripinnis (ELGENMANN) (Osteichthyes, Characidae), do ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná*. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(1): 97-105.

Veríssimo, S. 1999. *Influência do regime hidrológico sobre a ictiocenose de três lagoas da planície aluvial do Alto rio Paraná*. Tese, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 90p.

Villares-Junior, G.A. *et al.* 2011. *Biological aspects of Schizodon nasutus Kner, 1858 (Characiformes, Anostomidae) in the low Sorocaba river basin, São Paulo state, Brazil*. *Brazilian Journal of Biology*, 71(3): 763-770.

Yamamoto, K.C. *et al.* 2004. *Alimentação de Triportheus angulatus (Spix & Agassiz, 1829) no lago Camaleão, Manaus, AM, Brasil*. *Acta Amazonica*, 34(4): 653-659.

Zohary, T & Ostrovsky, I. 2011. *Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lakes*. *Inland Waters*, 1: 47-59.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL

Agostinho, A.A. *et al.* 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá, Universidade Estadual de Maringá.

Alves, C. *et al.* 2008. Biodiversidade e conservação de peixes do Complexo do Espinhaço. Megadiversidade. Belo Horizonte, 4(1): 177-196.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). 2013a. Matriz de energia elétrica. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=111 (agosto de 2013).

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). 2013b. Matriz de energia elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.asp> (agosto de 2013).

Antônio, R.R. *et al.* 2007. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? Neotropical Ichthyology, 5(2): 177-184.

Bermann, C. 2007. Impasses and controversies of hydroelectricity. Estudos Avançados, São Paulo, 21(59): 139-154.

BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento. 2008. Plano de desenvolvimento sustentável da região da bacia do rio Uruguai. 555p. Florianópolis.

Di Persia, D. H. & J. J. Neiff. 1986. The Uruguay River System. Pp. 599-621. In: Davies, B.R., K. F Walker (Eds.). The Ecology of River System. Dordrecht, The Netherlands: Dr. W. Junk Publishers. 816p.

Fernandes, R. *et al.* 2009. Effects of the hydrological regime on the ichthyofauna of riverine environments of the Upper Paraná River floodplain. Brazilian Journal of Biology, 69(2): 669-680.

Hermes-Silva, S. *et al.* 2009. Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton in the Upper Uruguay River, Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 52(4): 933-944.

Hoffmann, A.C. *et al.* 2005. Diversidade de peixes do reservatório da UHE Escola Engenharia Mackenzie (Capivara), Rio Paranapanema, bacia do alto rio Paraná, Brasil, e a importância dos grandes tributários na sua manutenção. *Iheringia, Série Zoologia*, 95(3): 319-325.

Lewinsohn, T.M. & Prado, P.I. 2005. How Many Species Are There in Brazil? *Conservation Biology*, 19(3): 619-624.

Meurer, S. 2010. Implantação de barragens no Alto Rio Uruguai (Brasil): Influência sobre a assembleia e biologia das principais espécies de peixes. Tese, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 106p.

Reynalte-Tataje, D. *et al.* 2012a. Spawning of migratory fish species between two reservoirs of the upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(4): 829-835.

Reynalte-Tataje, D. *et al.* 2012b. Temporal variability of fish larvae assemblages: influence of natural and anthropogenic disturbances. *Neotropical Ichthyology*, 10(4): 837-846.

Vilella, F. S. 2008. A implantação de barramentos em sistemas fluviais: Ferramentas de planejamento e avaliação de impacto. Tese, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 145p.

Zaniboni-Filho, E. & Schulz, U.H. 2003. Migratory fishes of the Uruguay River. Pp. 157-194. In: Carolsfeld, J. *et al.* *Migratory fishes of South America*. Victoria, World Fisheries Trust.