



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

Avaliação espaço-temporal do ictioplâncton em um trecho não
represado do alto rio Uruguai-Brasil

Tese apresentada ao programa de Pós-
graduação em Aquicultura da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção do
título de Doutor em Aquicultura.

Orientador: Evoy Zaniboni Filho

Simoni Ramalho Ziober

Florianópolis
2014

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

Ziober, Simoni Ramalho

Avaliação espaço-temporal do ictioplâncton em um trecho não represado do alto rio Uruguai-Brasil / Simoni Ramalho Ziober ; orientador, Evoy Zaniboni Filho ; coorientador, David Augusto Reynalte-Tataje. - Florianópolis, SC, 2014. 118 p.

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

Inclui referências

1. Aquicultura. 2. Ictioplâncton. 3. Peixes de água doce. 4. Rio Uruguai. 5. áreas de desova e crescimento 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.

**Avaliação espaço-temporal do ictioplâncton em um trecho não
represado do alto rio Uruguai-Brasil**

Por

SIMONI RAMALHO ZIOBER

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de

DOUTOR EM AQUICULTURA

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

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

Banca Examinadora:

Dr. Evoy Zaniboni Filho – *Orientador*

Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez

Dra. Andréa Bialetzki

Dr. Mauricio Mello Petrucio

Dr. Paulo Vanderlei Sanches

*Dedico este trabalho
às pessoas mais importantes da minha vida:
Eduardo, Marta, Beatriz, Rosa Maria e Paulo Roberto.*

AGRADECIMENTOS

Ao professor Evoy Zaniboni Filho, pela orientação, paciência, apoio e incentivo;

Ao Dr., e agora professor, David Augusto Reynalte Tataje, pela coorientação, apoio e incentivo, mas principalmente pela amizade;

À professora Lúcia Aparecida de Fátima Mateus, pelo fundamental auxílio nas análises estatísticas;

Aos professores Andréa Bialezki, Paulo Sanches, Alex Nuñez e Maurício Petrúcio, pela participação na banca examinadora;

Ao professor Keshiyu Nakatani (in memorian) pela iniciação no estudo do ictioplâncton;

À FAPESC pela concessão da bolsa de estudo no primeiro ano do curso;

Ao CNPq, FAPESC e Tractebel Energia, pelo financiamento do trabalho de campo;

Ao colega Pedro Iaczinski pela amizade e fundamental auxílio em campo;

Aos pescadores Francisco, Geraldo, Nito e Fernando pela realização das coletas do trabalho interanual;

Aos amigos do Lapad, Michele, Kátia, Jaqueline, Carolina, Valquíria, Bruna, Karine, Túlio e Daniel, pelo apoio nos trabalhos de laboratório e em campo, mas principalmente pela amizade e momentos de descontração;

Às queridas amigas Jade, por toda a dedicação no trabalho de laboratório realizado, e Josiane, pelo auxílio em campo, conversas, apoio e incentivo;

Às grandes e inesquecíveis amigas Caroline, Mariana, Sílvia, Patrícia, Pâmela, Fernanda, Daniela, Andréia, Luciana, Lidiani, Isabel e Gabriela, que mesmo à distância sempre se fazem presentes;

Aos amigos de Cuiabá Agmara, Rafael, Alyson, Carine e Wandrey, pelos momentos de descontração, e Izaías e Luzia pelas importantes considerações para este trabalho;

À ex-chefe Kelly Deluqui, pela amizade, compreensão e dispensas de expediente e aos chefes atuais, Patrícia Toledo e Cláudio Shida, pela compreensão pelas ausências da fase final;

À Coordenadoria de Gestão de Pessoas da SEMA-MT, pelas dispensas de expediente concedidas, fundamentais para a execução deste trabalho;

À minha família, especialmente aos meus pais Eduardo e Marta, irmã Beatriz, afilhada Rosa Maria, às tias Maria Eugênia e Irma e à prima Juliana, pelo amor incondicional;

Ao meu namorado Paulo Roberto, pelo amor e compreensão, principalmente durante as ausências;

A todos que de alguma forma fizeram parte da minha vida durante a execução deste trabalho;

A Deus, a fonte constante de verdade, sabedoria, justiça e Luz, pois tudo é SEU, e nada acontece sem Sua permissão.

*“... quanto mais rigorosos para com sua ciência, tanto mais os cientistas conscientes coçavam na cabeça perguntas inquietantes que se começa ou continua a ter depois que a pesquisa afinal foi feita e tudo parece em teoria tão perfeito. Para o quê serve o conhecimento social que a minha ciência acumula com a participação do meu trabalho?
Para quem, afinal?”*

(Brandão, 1982, apud Tomanik, 2004)

RESUMO GERAL

Os eventos reprodutivos da ictiofauna são intimamente relacionados com as variáveis ambientais que proporcionam condições adequadas à desova e ao desenvolvimento inicial dos peixes. A localização e caracterização das áreas de desova e de berçário é mais facilmente determinada nas bacias hidrográficas que apresentam marcada sazonalidade de chuvas e de inundações, e que possuem ambientes de planície de inundação. Em virtude de a bacia subtropical do Alto Rio Uruguai não possuir estas características, ainda não se conhece com clareza quais são os períodos e locais favoráveis à desova e ao desenvolvimento inicial dos peixes, principalmente na região que permanece com menor impacto causado pelos empreendimentos hidroelétricos. O presente estudo visa responder as seguintes questões principais: i) As condições hidrológicas em diferentes períodos reprodutivos na bacia do alto Uruguai influenciam a distribuição, abundância e composição do ictioplâncton? ii) A importância da calha do rio Uruguai para a desova e desenvolvimento inicial dos peixes é maior em uma região menos afetada pelos impactos causados por usinas hidroelétricas? iii) Qual a importância da Unidade de Conservação (Parque Estadual do Turvo) existente na bacia para a reprodução e desenvolvimento inicial da ictiofauna? Para responder estas questões, o trabalho foi dividido em dois capítulos. O primeiro avalia a distribuição interanual e espacial de ovos e larvas de peixes em um trecho de aproximadamente 170 km do rio Uruguai sem a presença de barramentos. Neste capítulo, foram realizadas coletas passivas de ictioplâncton, em cinco períodos reprodutivos (outubro a março) dos anos de 2006 a 2011. Os resultados indicaram que tanto o rio principal quanto os tributários são ambientes propícios para a desova, a calha do rio Uruguai em locais com presença de poços pode ser aproveitada como local de criadouro natural e que, períodos mais secos são favoráveis a reprodução de espécies sedentárias, de pequeno porte e com características reprodutivas oportunistas, enquanto nos períodos com maiores índices de pluviosidade são observadas larvas de espécies migradoras. O segundo capítulo avaliou a distribuição espacial de ovos e larvas de peixes no interior do Parque Estadual do Turvo. As coletas foram realizadas em um período reprodutivo (outubro de 2010 a março de 2011) com amostragens de ictioplâncton, para abundância de ovos e larvas, adicionalmente a amostragens com armadilhas luminosas para a análise da composição de larvas. Neste trabalho, os resultados revelaram a importante influência do Salto Yucumã na distribuição e abundância

de ovos e larvas e na composição de espécies de larvas, nas duas subáreas de estudo, separadas por esta falha geológica contida no rio Uruguai que se situa no interior do Parque. Conclui-se sobre a importância da diversidade estrutural de habitats proporcionada tanto pela geomorfologia da bacia, quanto pelas diferenças hidrológicas causadas pela variação interanual dos índices de pluviosidade, de modo a influir diretamente sobre a distribuição dos locais de desova e crescimento dos peixes, além de exercer forte efeito sobre o sucesso reprodutivo de diferentes espécies de peixes na região do Alto Rio Uruguai.

ABSTRACT

Reproductive events of ichthyofauna are closely related to the environmental variables that provide suitable conditions for fish spawning and early development. The location and characterization of fish spawning and growth areas is better understood in basins with marked rainfall and flooding seasonality, and which have floodplain environments. Because the subtropical basin of the Upper Uruguay River does not have these features, it is still unknown clearly which are the periods and favorable local for fish spawning and early development, especially in the region that remains with less impacts caused by hydroelectric projects. This study aims to answer the following key questions: i) Does the hydrological conditions in different reproductive periods in the basin influence the ichthyoplankton distribution, abundance and composition? ii) Is the Uruguay River channel important for fish spawning and early development in a region least affected by the impacts of hydroelectric dams? iii) What is the importance of the Conservation Unit (the Turvo State Park) for fish reproduction and early development? To answer these questions, the work was divided into two chapters. The first evaluates the interannual and spatial distribution of fish eggs and larvae in a stretch of about 170 without dams of the Uruguay River. In this chapter, passive ichthyoplankton collections were performed in five breeding seasons (October-March) of the years 2006 to 2011. The results indicated that both the main river and the tributaries are suitable spawning environments, the Uruguay River channels in stretches with pools can be used as natural development site and drier periods are favorable to reproduction of sedentary, small and opportunistic reproductive traits species, while in periods with higher rainfall index, larvae of migratory species are observed. The second chapter evaluated the spatial distribution of fish eggs and larvae inside the Turvo State Park. The collections occurred in one reproductive period (October 2010 to March 2011), with ichthyoplankton samples for abundance of fish eggs and larvae, in addition to samples with light traps to analyze the larvae composition. In this work, the results revealed the important influence of the Yucumãfalls in eggs and larvae distribution and abundance and in the larvaespecies composition in two subareas, separated by this fall contained in the Uruguay River that lies within the park. We conclude on the importance of structural diversity of habitats provided by both the geomorphology of the basin, and the hydrological differences caused by interannual variation in rainfall, in order to directly influence on the

distribution of fish spawning and nursery grounds, besides exerting strong effect for the reproductive success of different fish species in the Upper Uruguay River.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Imagem Landsat e localização das porções do Alto, Médio e Baixo Rio Uruguai. Fonte: Google Earth. Data de acesso: 06/06/2014..... 23
- Figura 2.** Localização espacial e imagem SPOT da região do Parque Estadual do Turvo, onde está localizado o Salto Yucumã. Fonte: Google Earth. Data de acesso: 22/02/2014..... 24
- Figura 3.** Vista aérea do salto Yucumã. Fonte: <http://www.salveosaltodoyucuma.blogspot.com.br>. Data de acesso: 22/02/2014..... 25
- Figura 4.** Vista terrestre do salto Yucumã. Fonte: Acervo pessoal 25
- Figura 5.** Vista aérea de um trecho do Alto Rio Uruguai, ilustrando o leito altamente canalizado. Fonte: <http://www.radioriouruguai.com.br>. Data de acesso: 22/02/2014. 26
- Figura 6.** Localização das estações de amostragem de ovos e larvas realizadas no período entre outubro de 2006 e março de 2011. Coordenadas geográficas: UCH- 53° 01' 27,31" W; 27° 06' 28,91" S. CH- 53° 00' 28,70" W; 27° 08' 53,14" S. UA- 53° 22' 05,14" W; 27° 05' 29,95" S. A- 53° 22' 33,06" W; 27° 05' 15,21" S. UPG- 53° 49' 49,09" W; 27° 10' 19,49" S. PG- 53° 49' 59,99" W; 27° 09' 59,50" S. UT- 54° 02' 47,13" W; 27° 15' 33,72" S. T- 54° 03' 06,53" W; 27° 15' 59,68" S..... 39
- Figura 7.** Distribuição interanual, mensal e espacial das medianas, primeiros e terceiros quartis, valores máximos e mínimos e outliers das densidades logaritmizadas de ovos de peixes (indivíduos/10m³+1), coletados entre os meses de outubro a março dos anos de 2006 a 2011, agrupados por períodos reprodutivos (PR) sucessivos no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai, em cada um dos pontos amostrais. 44
- Figura 8.** Distribuição interanual, mensal e espacial das medianas, primeiros e terceiros quartis, valores máximos e mínimos e outliers

das densidades logaritmizadas de larvas de peixes (indivíduos/10m³+1) coletadas entre os meses de outubro a março dos anos de 2006 a 2011, agrupados por períodos reprodutivos (PR) sucessivos no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai, em cada um dos pontos amostrais..... 45

Figura 9. Representação gráfica das PCAs aplicadas à densidade de ovos (a) e de larvas (b) de peixes coletados entre os meses de outubro a março dos períodos reprodutivos (PR) de 2006 a 2011, no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai. 46

Figura 10. Medianas, primeiro e terceiro quartis, valores máximos e mínimos e outliers das distâncias dos pontos de distribuição da composição de espécies de larvas de peixes, coletadas entre os meses de outubro a março dos períodos reprodutivos de 2006 a 2011, no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai, em relação aos centróides dos grupos período reprodutivo (a) e subárea (b). 55

Figura 11. Distribuição da pluviosidade regional diária média (\pm SE) observada na região oeste do estado de Santa Catarina e noroeste do Rio Grande do Sul, entre os meses de setembro a março dos períodos reprodutivos (PRs) de 2006 a 2011, e comparação estatística através de teste t de Student com os valores das Normais Pluviométricas (NP) para a região Oeste de Santa Catarina. * representam as diferenças significativas ($p < 0,05$). 59

Figura 12. Representação esquemática da intercalação de ambientes de poços e corredeiras observados no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai e tributários, e localização das áreas de reprodução e desenvolvimento inicial das principais espécies observadas, e os períodos mais favoráveis à reprodução das mesmas. 61

Figura 13. Localização da área de amostragem e pontos de coleta.
C1(53°49'41,35"W; 27°10'12,71"S); C2(53°50'55,96"W;
27°09'27,36"S); C3 (53°50'55,96"W; 27°08'46,50"S); C4
(53°55'38,62"W; 27°09'40,47"S); C5(53°59'04,55W;
27°11'48,01"S); C6 (54°00'48,38"W; 27°12'43,10"S); C7
(54°01'57,46"W; 27°15'21,01"S); P1 (53°59'37,44"W;

27°11'48,77"S); P2 (54°01'00,46"W; 27°14'39,43"S); P3 (54°02'58,97"W; 27°15'43,52"S); FP (53°49'58,38"W; 27°09'58,31"S); FPa (54°02'11,10"W; 27°15'19,58"S); FT (54°03'06,53"; 27°15'59,68"S) 82

Figura 14. Distribuição mensal e espacial das medianas, valores máximos, mínimos e extremos das densidades logaritmizadas (indivíduos/10m³) de ovos (a e c) e larvas (b e d) de peixes coletados no Parque Estadual do Turvo, entre os meses de outubro de 2010 e março de 2011. 85

Figura 15. Medianas, valores máximos e mínimos das densidades logaritmizadas (indivíduos/10m³) de ovos coletados no mês de outubro de 2010 (a) e de larvas de peixes coletadas no mês de novembro de 2010 (b) nas subáreas de amostragem no Parque Estadual do Turvo. 86

Figura 16. Distribuição mensal e espacial dos estágios de desenvolvimento larval (larvas/10m³), coletados no Parque Estadual do Turvo, entre os meses de outubro de 2010 e março de 2011..... 88

Figura 17. Eixos do NMDS (stress=0,11, R²=0,93) calculado com a matriz de dissimilaridade do índice de Jaccard dos dados de composição de larvas de peixes, coletadas no Parque Estadual do Turvo, entre os meses de outubro de 2010 e março de 2011..... 89

Figura 18. Representação esquemática da distribuição dos locais de desova, deriva e crescimento de peixes observados e prováveis, na região do Parque Estadual do Turvo, RS e arredores. 90

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Resumo dos resultados das PCAs aplicadas às densidades de ovos e de larvas de peixes coletadas entre os meses de outubro a março dos períodos reprodutivos de 2006 a 2011, no Alto Rio Uruguai, trecho livre de barragens. 46
- Tabela 2.** Composição de espécies de larvas de peixes coletadas entre os meses de outubro a março dos períodos reprodutivos de 2006 a 2011, no trecho do Alto Rio Uruguai, livre de barragens. Classificação taxonômica de acordo com Reis *et al.* 2003..... 48
- Tabela 3.** Resultados do IndVal (IV) aplicados às espécies mais representativas de larvas de peixes, coletadas entre os meses de outubro a março dos períodos reprodutivos de 2006 a 2011 no Alto Rio Uruguai, trecho livre da influência direta dos barramentos. 1
- Tabela 4.** Valores médios (\pm SE) dos índices de pluviosidade (mm) obtidos junto à estações pluviométricas em municípios da bacia do rio Uruguai no oeste de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, entre os meses de setembro a março dos períodos reprodutivos de 2006 a 2011..... 58
- Tabela 5.** Composição taxonômica, frequência numérica (F.N.%), frequência de ocorrência (F.O.%) e valor de indicação (V.I.) das larvas de peixes capturadas no Parque Estadual do Turvo, entre os meses de outubro de 2010 e março de 2011..... 91

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	23
<i>A Bacia do Rio Uruguai</i>	23
<i>A Ictiofauna da Bacia do Rio Uruguai</i>	27
<i>Reprodução da ictiofauna</i>	27
<i>Estudos de ovos e larvas de peixes</i>	29
<i>Formatação do trabalho</i>	32
DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DO ICTIOPLÂNCTON NO TRECHO LIVRE DE BARRAGENS DO ALTO RIO URUGUAI, BRASIL	34
Resumo	34
Introdução	36
Material e métodos	38
<i>Área de estudo</i>	38
<i>Coleta e análise dos dados</i>	39
<i>Análise da distribuição temporal</i>	40
<i>Análise da distribuição espacial</i>	41
<i>Análise da composição de espécies de larvas</i>	41
<i>Diferenças na pluviosidade regional</i>	41
<i>Padrão hidrológico e geomorfológico do rio Uruguai na área de estudo</i>	42
Resultados	42
<i>Distribuição temporal</i>	46
<i>Distribuição espacial</i>	46
<i>Composição de espécies de larvas</i>	47
<i>Relações com a Pluviosidade</i>	58
Discussão	62
Agradecimentos	67

Referências.....	68
O PAPEL DE UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO EM UMA BACIA SUBTROPICAL (RIO URUGUAI, BRASIL), COMO ÁREA DE DESOVA E CRESCIMENTO DE PEIXES	76
Resumo	76
Introdução	78
Material e Métodos	80
<i>Área de estudo</i>	80
<i>Coleta e análise dos dados</i>	81
Resultados.....	84
<i>Abundância de Ovos e Larvas</i>	84
<i>Estágios de Desenvolvimento Larval</i>	85
<i>Composição taxonômica das larvas</i>	86
<i>Distribuição relativa de ovos e larvas ao longo do padrão geomorfológico e hidrológico do rio Uruguai</i>	87
Discussão	97
Agradecimentos	102
Referências.....	102
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL.....	112

INTRODUÇÃO GERAL

A Bacia do Rio Uruguai

O rio Uruguai nasce na Serra Geral em uma altitude de 1.800 m, onde é denominado rio Pelotas. À partir de sua confluência com o rio Canoas passa a se chamar Uruguai, de onde percorre um total de 1.816 km até desembocar no estuário do Prata, drenando uma área total de 365.000 km² (MAGRI et al. 2008). Juntamente com os rios Paraná e Paraguai, formam a bacia do Prata, que apresenta uma área total de 3.1 milhões de km², sendo o rio Uruguai o geologicamente mais recente dentre estes (ZANIBONI-FILHO E SCHULZ, 2003). A bacia é subdividida em três porções, sendo estas o Alto, o Médio e o Baixo rio Uruguai.

O Alto Rio Uruguai tem aproximadamente 938 km de extensão e está contido quase que exclusivamente em território brasileiro (ZANIBONI-FILHO E SCHULZ 2003). De suas nascentes no rio Pelotas até a confluência com o rio Peperi-Guaçu, faz a divisa entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e após esta confluência, é a fronteira entre Brasil (RS) e Argentina. Próximo a esta região se inicia o Médio rio Uruguai, que percorre um trecho de aproximadamente 700 km até o lago da UHE Salto Grande. Aí se inicia a porção do baixo rio Uruguai (cerca de 540 km até a sua foz), fazendo a divisa entre Argentina e Uruguai.

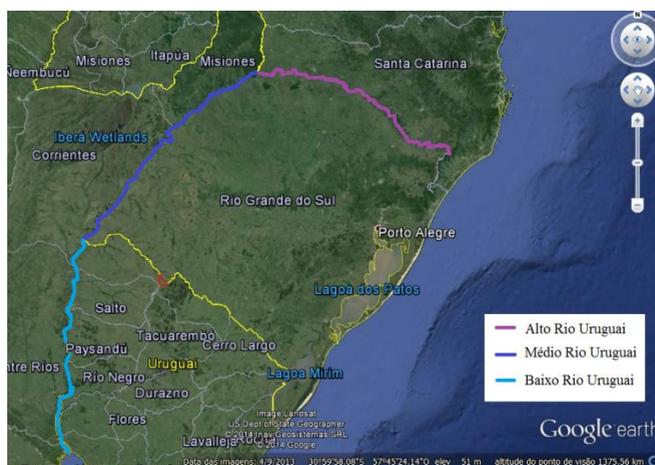


Figura 1. Imagem Landsat e localização das porções do Alto, Médio e Baixo Rio Uruguai. Fonte: Google Earth. Data de acesso: 06/06/2014.

Devido à sua acentuada declividade no trecho superior da bacia, o rio Uruguai possui inúmeros trechos correntosos, além de grandes rupturas de relevo. Duas formações rochosas peculiares do rio Uruguai foram encobertas pelos lagos de usinas hidrelétricas (UHEs) existentes na bacia: na porção alta da bacia, o estreito Augusto César foi inundado pelo lago da UHE Itá (1999) e na porção baixa o Salto Grande, encoberto pela UHE Salto Grande (1979) (ZANIBONI-FILHO E SCHULZ, 2003). Na divisa entre o trecho superior e médio da bacia, localiza-se o Salto Yucumã, uma falha geológica diagonal ao leito do rio com aproximadamente 1.800 m de extensão e 12 m de altura. Nesta região, existe na margem esquerda (Brasil, Estado do Rio Grande do Sul) o Parque Estadual do Turvo, e na margem direita (Argentina, província de Misiones) a Reserva da Biosfera de Yabotí, que juntas conservam uma área de 270.490 ha de florestas nativas às margens do rio Uruguai, ao longo de um trecho de rio com aproximadamente 50 km de extensão, sendo a maior extensão do rio que se encontra preservada em toda a bacia.



Figura 2. Localização espacial e imagem SPOT da região do Parque Estadual do Turvo, onde está localizado o Salto Yucumã. Fonte: Google Earth. Data de acesso: 22/02/2014.



Figura 3. Vista aérea do salto Yucumã.

Fonte: <http://www.salveosaltodoyucuma.blogspot.com.br>. Data de acesso: 22/02/2014



Figura 4. Vista terrestre do salto Yucumã. Fonte: Acervo pessoal

A hidrologia e a geomorfologia do rio Alto rio Uruguai diferem em muito dos outros rios da bacia do Prata. As bacias dos rios Paraná e Paraguai apresentam características similares entre si. Ambas drenam grandes áreas com relevo de planície, com leito pouco encaixado, quando em períodos sazonais bem demarcados de aumento de pluviosidade ocorre o extravasamento do leito do rio para áreas laterais, formação e/ou conexão com lagoas marginais – as denominadas planícies de inundação. Por sua vez, o rio Uruguai na sua porção Alta possui um vale encaixado e um leito profundamente canalizado que é interrompido por cachoeiras e corredeiras, muitas vezes intercaladas com poços profundos. Já as porções Média e Baixa, por estarem em uma área com declividade pouco acentuada, apresentam áreas com planícies de inundação, com formação de ilhas na calha do rio, lagoas marginais e altas taxas de produtividade primária.



Figura 5. Vista aérea de um trecho do Alto Rio Uruguai, ilustrando o leito altamente canalizado. Fonte: <http://www.radioriouruguai.com.br>. Data de acesso: 22/02/2014.

Além das diferenças geomorfológicas, deve-se considerar que não há para bacia do rio Uruguai um padrão sazonal de distribuição de chuvas bem demarcado (invernos secos e verões chuvosos), como ocorre nas demais sub-bacias da bacia do Prata. Esta ausência de sazonalidade bem demarcada ocorre devido à grande influência que a Temperatura da Superfície Marítima (TSM) dos oceanos Pacífico e Atlântico exercem no padrão de distribuição da pluviosidade na região Sul do Brasil (ROPELEWSKI E HALPERT, 1987; DIAZ et al. 1998; NERY et al. 2006). A influência de anomalias na TSM Oceano Pacífico (El Niño/ La Niña Southern Oscillations) é a mais estudada, entretanto, alguns autores destacam que esta influência é um fenômeno bastante complexo, e que merece ser analisada em conjunto com as anomalias na TSM no Oceano Atlântico e nas Zonas de Convergência do Pacífico e Atlântico Sul (DIAZ et al. 1998; SANSIGOLO et al. 2004). O conjunto destas influências faz com que o regime de precipitação na bacia do Uruguai seja de certa forma imprevisível, e ainda, que ocorram muitas diferenças no regime hídrico entre os anos e até mesmo entre estações dentro de um mesmo ano. De acordo com Reynalte-Tataje et al. (2008 b) o período mais seco para a bacia do Alto Rio Uruguai é previsto para

o final da primavera e início do verão, quando normalmente ocorrem as maiores pluviosidades nas demais bacias formadoras da bacia do Prata .

A bacia do Alto rio Uruguai não apresenta, portanto, as mesmas alterações das características físico-químicas dos ambientes de planície de inundação, determinadas principalmente pelo regime de chuvas sazonais. Em tais ambientes, estas características influenciam na composição e nas estratégias de sobrevivência da biota aquática, que possui adaptações para alimentação, reprodução, etc., cujos eventos são sincronizados com os chamados “pulsos de inundação” (JUNK et al., 1989).

A Ictiofauna da Bacia do Rio Uruguai

Em termos de composição de espécies, a ictiofauna do Alto rio Uruguai apresenta, de forma geral, grande semelhança aos outros rios da bacia do Prata. Cerca de 52% do total de espécies encontradas na bacia do rio Paraná, estão também presentes no rio Uruguai (REYNALTE-TATAJE et al. 2007). As características da hidrologia e geomorfologia do rio Uruguai, segundo Zaniboni-Filho e Schulz (2003), influenciam diretamente a diversidade da comunidade e a abundância das espécies de peixes da bacia, sendo a ictiofauna da porção baixa muito semelhante à de outros rios com planícies na bacia do Prata (baixo rio Paraná, por exemplo), e a da porção alta, mais adaptada às características de altas declividade e de velocidade de fluxo. Nesta região superior da bacia, há a predominância de espécies de pequeno e médio porte, com fecundação externa, desenvolvimento rápido e marcada sazonalidade reprodutiva. Cerca de 50% das espécies presentes na região realizam algum tipo de deslocamento reprodutivo, e pelo menos oito delas são de grande porte e realizam longas migrações (REYNALTE TATAJE et al. 2008 a). O estudo de Bertoletti (1985) por sua vez, realizado no Médio Uruguai, demonstrou que a ictiofauna da região apresenta composição intermediária entre às encontradas no Alto e no Baixo Uruguai.

Reprodução da ictiofauna

As respostas que as espécies apresentam às pressões seletivas impostas pelo seu ambiente, de acordo com Nakatani et al. (2001), podem ser evidenciadas pelas estratégias exibidas nas diferentes funções vitais dos organismos. Vazzoler (1996) descreve a estratégia reprodutiva como o conjunto de características que uma espécie deverá manifestar para ter sucesso na reprodução, e ainda, considerando que cada espécie tem sua distribuição estabelecida por um determinado conjunto de condições ecológicas, ela deve apresentar uma única estratégia

reprodutiva. Entretanto, as variações nas condições de um determinado ambiente impõem mudanças em algumas características dessa estratégia. Estas características são chamadas de táticas, que podem ser mais ou menos variáveis. Outros componentes apresentam importância fundamental nesse processo, tais como os fatores que modulam as respostas táticas, o grau de variabilidade e a qualidade das condições abióticas, a disponibilidade de alimento, a predação, entre outros.

Nas grandes bacias hidrográficas brasileiras, os fatores ambientais com maior relevância como força adaptativa parecem ser aqueles relacionados com o regime de cheias (NAKATANI et al. 2001). De acordo com Welcomme (1979), a reprodução da maioria dos peixes da planície de inundação é, em geral, altamente sazonal e está correlacionada com alguma fase do ciclo hidrológico, quando as condições são favoráveis à sobrevivência da prole. No início do período chuvoso e anteriormente ao pico de cheias, a maior parte das espécies, independentemente da estratégia reprodutiva adotada, inicia a atividade reprodutiva. Durante as cheias que inundam as planícies laterais, as larvas provenientes das desovas atingem estes ambientes, onde encontram grande disponibilidade de abrigo e alimento (NAKATANI et al., 1997). Uma maior dependência dos níveis hidrométricos é ainda mais evidente para as espécies que realizam migrações de longas distâncias (AGOSTINHO et al., 2004; SUZUKI et al., 2004; BAILLY et al., 2008). Este padrão vem sendo confirmado em vários estudos, não somente na Bacia do Prata, como em outras bacias hidrográficas da América do Sul (WINEMILLER, 1989; JIMENEZ-SEGÚRA E LEITE 2010), e também nas situadas em outros continentes (DE GRAAF et al., 1999; PAUGY, 2002; MARTIN E PALLER, 2008)

Para o Alto rio Uruguai, a presença de um canal encaixado, a ausência de lagoas marginais, e ainda, a irregularidade sazonal das chuvas, fazem acreditar que a comunidade íctica, que apresenta semelhança em termos de composição com a encontrada nos rios da bacia do Prata, apresenta táticas reprodutivas que estão adaptadas à estas condições. A ictiofauna do rio Uruguai, assim como de todas outras as bacias tropicais, apresenta uma grande diversidade de estratégias reprodutivas (WINEMILLER et al., 1989; VAZZOLER et al., 1996). De acordo com Reynalte-Tataje et al. (2008 a), as diferentes populações de peixes têm adaptado suas estratégias às particularidades da hidrodinâmica desse rio e às variadas condições oferecidas por ela. Aparentemente, algumas espécies conseguem maior sucesso reprodutivo em algumas condições hidrológicas do que outras, e ainda, que existam situações hidrológicas nas quais o sucesso reprodutivo seja afetado

negativamente, provocando um baixo recrutamento. Por estes motivos, os mecanismos de reprodução, bem como a localização de áreas e períodos favoráveis à desova e ao crescimento de peixes nesta bacia ainda precisam ser melhor conhecidos. Apesar disso, estes mesmo autores pontuam que para esta bacia, a época de desova também ocorre principalmente entre os meses de outubro a março, devido à relação existente entre as maiores densidades de ovos e larvas de peixes e o aumento da temperatura da água, do fotoperíodo e a redução da vazão do rio ocorrente neste período.

Estudos de ovos e larvas de peixes

Os estudos de distribuição e abundância do ictioplâncton podem ser considerados como uma ferramenta importante na tentativa de elucidar estas questões, pois são úteis na detecção de novos estoques pesqueiros, ou avaliação dos estoques já explorados, além de ser o método mais eficaz na determinação e delimitação de áreas de desova e crescimento (NAKATANI et al. 2001). Em ambientes marinhos e estuarinos, esses estudos são bastante utilizados como forma de proverem dados para a pesquisa de dinâmica de populações para muitas espécies de peixes (BRODEUR et al., 1995; RUTHERFORD et al., 1997; BUTLER et al., 2003). Estas informações são um importante componente para a avaliação de estoques e para a proposição de planos de manejo de recursos pesqueiros (RUTHERFORD, 2002) e também como indicadores da qualidade ambiental e de alterações climáticas globais (BOEING E DUFFY-ANDERSON 2008).

Em ambientes continentais brasileiros estes estudos são relativamente recentes, mas vêm nos últimos anos adicionando informações e contribuindo com o conhecimento da dinâmica reprodutiva dos peixes. Os estudos de distribuição e abundância se iniciaram em 1984 com Araújo-Lima na bacia amazônica, e foram seguidos por Nakatani (1994) no reservatório de Itaipu, Nakatani et al. (1997) no Alto Rio Paraná, Araújo-Lima (1994) e Araújo-Lima & Oliveira (1998) e Oliveira e Araújo-Lima (1998), ambos na bacia amazônica. Na bacia do Alto rio Paraná, onde está concentrada a maior parte dos estudos, se destacam os trabalhos de Baumgartner et al. (1997, 2004 e 2008), Bialetzki et al. (1999, 2004 e 2005), Castro et al. (2002), Sanches et al. (2006), Daga et al. (2009), Gogola et al. (2010, 2013), Reynalte-Tataje et al. (2011) e Silva et al. (2011). Na Bacia do Alto Paraguai foram desenvolvidos os trabalhos de Nascimento e Nakatani (2002), Tondato et al. (2010) e Ziober et al. (2012). Na Bacia Amazônica elencou-se os estudos de Araújo-Lima et al. (2001), Leite et

al. (2006) e Oliveira e Ferreira (2002 e 2008). No entanto, a publicação mais importante em Ictioplâncton de água doce, atualmente, é o manual de identificação para ovos e larvas de peixes, publicado em 2001, por Nakatani et al. Considerando que grande parte dos estudos encontram um entrave na identificação das formas jovens, este trabalho veio minimizar estas dificuldades, pois compila informações sobre o desenvolvimento inicial de algumas espécies de peixes de água doce, além de trazer chaves dicotômicas que auxiliam na identificação de larvas de várias espécies.

No Alto Rio Uruguai, os trabalhos são bastante recentes, pois a primeira publicação foi o estudo de Hermes-Silva et al. (2009), e seguiram com os de Corrêa et al. (2011), Reynalte-Tataje et al. (2012 a, b e c) e Silva et al. (2012). Estes trabalhos adicionaram um importante conhecimento sobre as áreas e períodos de reprodução e sobre o desenvolvimento inicial dos peixes no alto rio Uruguai. Entretanto, todos eles foram realizados em áreas sob influência dos grandes empreendimentos hidroelétricos existentes na bacia (Itá, Machadinho e Barra Grande), com dados originários de trabalhos de monitoramento na região, objetivando avaliar os impactos na reprodução causados pelos empreendimentos, bem como as adaptações e alterações refletidas na comunidade ictiofaunística após o início da operação de tais empreendimentos.

Especialmente, os diversos estudos de reprodução de peixes desenvolvidos no Alto rio Uruguai mostram que as espécies são adaptadas a utilizarem os diferentes ambientes existentes na bacia, tanto em tributários quanto na calha do rio principal. Primeiramente, Zaniboni-Filho e Schulz (2003), propuseram a hipótese de que as larvas encontram locais favoráveis ao desenvolvimento na foz dos tributários, quando estes se encontram represados por cheias no rio principal (rio Uruguai). A limitação destes ambientes como lares de criação das formas jovens estão relacionados com a imprevisibilidade e curta duração dos represamentos (REYNALTE-TATAJE et al., 2008 a), entretanto a hipótese foi confirmada para alguns tributários estudados por Hermes-Silva et al. (2009), Corrêa et al. (2011), Reynalte-Tataje et al. (2012 a e c).

A outra hipótese existente é que a intercalação de ambientes de corredeiras com ambientes de remansos ou poços, tanto no rio principal quanto nos rios tributários, é bem aproveitada para a reprodução e desenvolvimento inicial da comunidade íctica. A importância das áreas de remanso para o desenvolvimento inicial foi hipotetizada para o rio Uruguai no trabalho de Reynalte-Tataje et al. (2008 a) e confirmada em

alguns tributários, por Reynalte-Tataje et al. (2008 a) e Silva et al. (2012). Entretanto, Reynalte-Tataje et al. (2008 b) também indicaram que estas características podem ser mais favoráveis às espécies de pequeno porte e que não realizam migrações reprodutivas, visto que nos períodos de grandes enchentes, que são favoráveis à reprodução dos grandes migradores, toda a bacia se torna uma área de drenagem e os ambientes de remansos se tornam correntosos.

Com relação aos ambientes de desova, Reynalte-Tataje et al (2012 b) demonstraram a importância da existência de ambientes com características lóticis remanescente à instalação de dois reservatórios de hidroelétricas para a reprodução dos peixes da região. Este ambiente existente em um tributário do Rio Uruguai, situado entre as barragens de Itá e Machadinho, aparenta ser o único ambiente favorável à desova na região, capaz de manter populações viáveis de peixes, inclusive de espécies migradoras existentes neste trecho. De forma geral, nesta região os tributários exercem um importante papel na reprodução dos peixes, sendo um ambiente imprescindível para a manutenção dos estoques de peixes nessas áreas sobre influência dos reservatórios.

De acordo com Zaniboni-Filho et al. (2008), o rio Uruguai é historicamente conhecido como um rio altamente piscoso, mas que sofreu impactos oriundos de diversas fontes, os quais alteraram drasticamente a comunidade ictiofaunística, tanto quantitativamente quanto qualitativamente. As primeiras fontes de impactos foram problemas relacionados à sobrepesca, contaminação da água devido ao lançamento inadequado de efluentes e desmatamentos em toda a bacia. Na década de 1960, em virtude de sua acentuada inclinação, o Alto rio Uruguai passou a ser foco de interesse do setor elétrico, onde foram inventariadas diversas usinas hidroelétricas, tanto no rio Uruguai, quanto nos rios tributários (MAGRI et al., 2008), sendo que atualmente existem em operação três UHE's no trecho superior do rio Uruguai (Itá e Machadinho e Foz de Chapecó), e cinco em rios tributários (Barra Grande, Campos Novos, Quebra Queixo, Passo Fundo e Anita Garibaldi). Tais empreendimentos alteraram ainda mais a composição da ictiofauna na região (ZANIBONI-FILHO et al 2008; MEURER, 2010). Como são poucos os estudos existentes realizados na fase anterior à instalação de tais empreendimentos (GODOY, 1987; BERTOLETTI et al. 1989; BERTOLETTI E LUCENA, 1989) a composição da ictiofauna e a dinâmica de populações somente passaram a ser melhor conhecidas com os estudos referentes à avaliação de impactos e de monitoramento relativos aos referidos empreendimentos hidroelétricos. Portanto, pouco se sabe sobre as comunidades de peixes

do rio Uruguai e suas estratégias reprodutivas anteriormente aos barramentos, ou ainda, em regiões que permanecem preservadas do impacto decorrente da implantação desses barramentos, inclusive sobre a importância da calha natural do rio principal para a reprodução e desenvolvimento das formas jovens.

Formatação do trabalho

O presente trabalho tem o objetivo geral de verificar a localização de áreas de desova e crescimento dos peixes em uma região do Alto rio Uruguai, que ainda mantém de certa forma as características hidrológicas naturais do rio Uruguai, semelhante à condição anterior à implantação das barragens de hidroelétricas, na intenção de responder as seguintes questões principais:

- i. Os índices de pluviosidade em diferentes períodos reprodutivos na bacia influenciam a distribuição, abundância e composição do ictioplâncton?
- ii. A importância da calha do rio Uruguai para a desova e desenvolvimento inicial dos peixes é maior em uma região não barrada do Alto Rio Uruguai?
- iii. Qual a importância da Unidade de Conservação (Parque Estadual do Turvo) existente na bacia para a reprodução e desenvolvimento inicial da ictiofauna?

Para tanto, o trabalho foi dividido em dois capítulos, em formato de artigos científicos. O primeiro capítulo, intitulado “Distribuição espaço-temporal do Ictioplâncton no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai, Brasil”, gerou um artigo a ser submetido na revista *Neotropical Ichthyology* e compreende um intervalo amostral de cinco períodos reprodutivos de coletas sucessivas, em um trecho do rio Uruguai com aproximadamente 170 km de extensão e em quatro dos principais tributários deste trecho, visando responder as duas primeiras questões. O segundo capítulo foi intitulado “A importância de uma Unidade de Conservação em uma bacia subtropical, para a desova e crescimento de peixes”, que gerou um artigo, aceito para publicação na revista *Environmental Biology of Fishes*. Portanto, a formatação dos dois capítulos segue as normas de submissão de cada uma das revistas acima citadas.

Primeiro Capítulo

*Distribuição e Abundância do Ictioplâncton no trecho livre de
barragens do Alto Rio Uruguai, Brasil*

DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DO ICTIOPLÂNCTON NO TRECHO LIVRE DE BARRAGENS DO ALTO RIO URUGUAI, BRASIL. *

Simoni Ramalho Ziober¹, David Augusto Reynalte-Tataje², Lúcia Aparecida de Fátima Mateus³ e Evoy Zaniboni Filho^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Rodovia Admar Gonzaga, 1346. 88034-001. Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil

²Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD), Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia SC 406, 3532. 88066-000. Armação, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil

³Laboratório de Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros (LEMARPE), Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências. Av. Fernando Corrêa da Costa, CCBS-I s/n- 78060-900. Coxipó, Cuiabá, Mato Grosso, Brazil.

e-mails: simoni_ziober@yahoo.com.br (SRZ); reynaltd@hotmail.com (DART); lmateus@ufmt.br (LAFM); evoy@lapad.ufsc.br (EZF)

Resumo

O presente trabalho buscou avaliar a distribuição espaço-temporal do icteoplâncton em um trecho do rio Uruguai sem a presença de UHEs. Para tanto, as coletas de icteoplâncton foram realizadas em cinco períodos reprodutivos (PRs, outubro a março dos anos de 2006 a 2011) no trecho do Alto Rio Uruguai em um trecho livre de barragens, em quatro subáreas localizadas nas proximidades das confluências do rio Uruguai com quatro de seus principais tributários (rios Chapecó, Antas, Peperi-Guaçu e Turvo). Em cada subárea as amostragens foram feitas em um ponto no rio Uruguai e outro no tributário, utilizando redes de plâncton cônico cilíndricas, com malhagem 500 µm, em horários próximos às 20:00. Os resultados indicaram diferenças significativas na distribuição e abundância de ovos entre os PRs, de larvas entre os PRs, subáreas e tipo de ambiente; e na composição de espécies de larvas, entre os PRs e entre as subáreas. Tanto o rio principal quanto o tributário são ambientes propícios para a desova, enquanto que a calha do rio Uruguai, em locais com presença de poços, pode ser aproveitada como local de criadouros naturais. Essas áreas, nos períodos mais secos são favoráveis a reprodução de espécies sedentárias, de pequeno porte e

com características reprodutivas oportunistas. Nos períodos com maiores índices de pluviosidade, quando os poços perdem a característica de ambiente lântico, foram observadas larvas de espécies migradoras. Estes resultados atentam para a importância da manutenção da diversidade estrutural de hábitat na calha do rio Uruguai, bem como para a hidrologia da bacia proporcionada por períodos com diferentes índices de pluviosidade.

Palavras-Chave: ovos e larvas, peixes de água doce, desovas, criadouros naturais, bacia subtropical.

*A ser submetido na revista *Neotropical Ichthyology*

Introdução

A identificação de períodos favoráveis à reprodução da ictiofauna, além da localização de áreas adequadas à desova e ao desenvolvimento inicial desempenham um papel fundamental no uso racional dos recursos hídricos em relação à produção pesqueira (Castro *et al.* 2002) assim como no entendimento do ciclo de vida dos peixes. Os estudos baseados no ictioplâncton têm demonstrado contribuir para a obtenção destas informações. Trabalhos com a assembleia ictioplancônica mostram que ela possui uma estrutura que varia no espaço e no tempo em diversas bacias, e que estas variações influenciam no processo do recrutamento (Holland 1986, Rackocinski *et al.* 1996, Araújo-Lima & Oliveira, 1998, Baumgartner *et al.* 2004; Bialezki *et al.* 2005; Reynalte-Tataje *et al.* 2012 a).

Em ambientes tropicais, as principais variáveis que influenciam na distribuição temporal e espacial do ictioplâncton são o fotoperíodo, a temperatura da água, a vazão e/ou o aumento do volume de água (Vazzoler *et al.*, 1997; Agostinho *et al.*, 2001; Reynalte-Tataje *et al.* 2011), locais de desova e mecanismos de dispersão das larvas (Robinson *et al.* 1998), fluxo, velocidade e turbulência (Floyd *et al.* 1984, Harvey, 1987, 1991), a heterogeneidade estrutural de habitat, condições de forrageio e a presença de predadores, competidores e parasitas (Sanvicente-Añorve *et al.* 2006, Tondato *et al.* 2010). Com exceção do fotoperíodo, todas as outras variáveis listadas anteriormente são dependentes do regime de chuvas da região, que periodicamente alteram as condições físico-químicas e bióticas dos ambientes aquáticos (Esteves, 1998).

Na presença de empreendimentos de geração de energia hidroelétrica, o regime de cheias também se torna dependente das variações de nível e vazão impostas pela operação do empreendimento, e as condições hidrológicas e limnológicas em rios regulados por barragens podem afetar a reprodução dos peixes (Agostinho *et al.*, 2004, Sanches *et al.* 2006, Reynalte-Tataje *et al.* 2012 c). Na bacia do Alto Rio Uruguai, os estudos de ictioplâncton realizados na área de influência dos reservatórios das UHEs existentes na região demonstram que a ictiofauna aí presente, de certa forma, se adaptou às condições impostas pelos barramentos, e se utiliza dos tributários desta região, tanto para a reprodução quanto para o desenvolvimento inicial da prole (Hermes-Silva *et al.* 2009, Corrêa *et al.* 2011, Reynalte-Tataje *et al.* 2012 a, b e c, Silva *et al.* 2012).

Nesta região, a ausência de planície de inundação maximiza o uso da calha do rio, onde os ambientes de poços (Reynalte-Tataje *et al.*, 2008a; Silva *et al.*, 2012) e ambientes de foz de tributários são caracterizados como locais importantes para a criação de larvas (Hermes-Silva *et al.*, 2009; Correa *et al.*, 2011). Ainda, a ausência de um período bem demarcado de chuvas, como observado em regiões tropicais da América do Sul, exigiu adaptações reprodutivas das espécies para poderem aproveitar dessa distinta condição hidrológica da região. Reynalte-Tataje *et al.* (2012 c) sugeriu que diferentes condições hidrológicas promovem o sucesso reprodutivo de diferentes espécies de peixes, fato que apresenta importância para a manutenção da diversidade da comunidade íctica da região. Apesar dos vários estudos supracitados, nenhum deles foi desenvolvido na fase anterior a construção das barragens, ou ainda, em trechos não barrados do Alto Rio Uruguai.

Estudos relativos à distribuição temporal de ovos e larvas na bacia do Alto Rio Uruguai são extremamente importantes para a compreensão do efeito das diferentes condições hidrológicas ocorridas interanualmente sobre o recrutamento da ictiofauna (Reynalte-Tataje *et al.* 2012 c). Adicionalmente, ainda carece de conhecimento a reprodução dos peixes nos poucos ambientes existentes sem a interferência direta dos empreendimentos hidroelétricos. Este conhecimento se torna ainda mais relevante se considerarmos que na região remanescente existem inventariados e em fase de estudos ambientais outros empreendimentos hidroelétricos (Magri *et al.* 2008, Agência Nacional de Energia Elétrica, 2014).

Dessa forma, este trabalho possui as seguintes hipóteses: i. diferentes condições de pluviosidade interanuais causam diferenças na distribuição e na composição do ictioplâncton; e ii. no trecho do Alto Rio Uruguai livre de barragens, os ambientes situados na calha do rio principal são utilizados como locais para a desova e para o desenvolvimento inicial, em detrimento daqueles situados nos tributários.

O objetivo geral do trabalho é avaliar a distribuição espaço-temporal do ictioplâncton na área de estudo, em cinco períodos reprodutivos e em quatro subáreas de amostragem. Especificamente pretende-se i. Verificar a existência de diferenças temporais (entre períodos reprodutivos) e espaciais (entre subáreas e ente tipo de ambiente- rio ou tributário) nas abundâncias de ovos e de larvas; ii. Descrever a composição das espécies de larvas; iii. Verificar a existência de diferenças temporais e espaciais na composição de espécies de larvas; iv. Relacionar as diferenças temporais, tanto na

abundância quanto na composição de espécies, com as diferenças na variável pluviosidade regional, e as diferenças espaciais com o padrão hidrológico e geomorfológico do Rio Uruguai na área de estudo.

Material e métodos

Área de estudo

Estabeleceu-se como área de estudo o trecho livre de barramentos do Alto Rio Uruguai, compreendido entre o trecho situado à jusante da UHE Itá e o Parque Estadual do Turvo, com subáreas amostrais posicionadas nas proximidades da confluência de cada um dos quatro de seus principais tributários, e amostragens realizadas ao longo de cinco períodos reprodutivos. A área amostral abrange um trecho aproximado de 170 km, sendo grande parte dele situado no Alto rio Uruguai e apenas um trecho aproximado de 30 km, localizado entre o salto Yucumã e a foz do rio Turvo, situado no Médio Rio Uruguai, contida na Unidade de Conservação Parque Estadual do Turvo.

Foram estabelecidas quatro subáreas para a realização das amostragens. Para cada subárea, foram determinadas duas estações amostrais localizadas próximas à foz de um tributário com o rio Uruguai, sendo que uma estação ficava localizada no tributário e a outra situada no rio Uruguai, num local à montante da confluência com o tributário (Figura 6). As subáreas selecionadas foram as seguintes:

1. *Subárea Chapecó*: localizada aproximadamente a 130 km à jusante da barragem da UHE de Itá. Composta pelas estações **CH**, localizada no rio Chapecó, tributário da margem direita do rio Uruguai, no território do estado de Santa Catarina, e a estação **UCH**, localizada no rio principal, à montante da confluência com o rio Chapecó. Ressalta-se que nesta subárea, durante o período de estudo ocorreu a instalação da UHE Foz do Chapecó, no rio Uruguai, sendo o único período sem esta influência foi o compreendido entre outubro de 2006 a março de 2007 (PR 1).
2. *Subárea Antas*: localizada aproximadamente 200 km à jusante da barragem da UHE de Itá. Composta pelas estações **A**, localizada no rio das Antas, tributário da margem direita do rio Uruguai, no território do estado de Santa Catarina, e a estação **UA**, localizada no rio principal, à montante da confluência com o rio das Antas. Cabe aqui salientar que nesta subárea houve um problema amostral, no qual as amostras obtidas entre dezembro e março do PR 4 foram extraviadas.
3. *Subárea Peperi-Guaçu*: localizada aproximadamente a 270 km à jusante da barragem da UHE de Itá. Composta pelas estações **Pg**,

localizado no rio Peperi-Guaçu, tributário da margem direita do rio Uruguai, no território do estado de Santa Catarina, e a estação **UPg**, localizada no rio principal, à montante da confluência com o rio Peperi-Guaçu. Este tributário é o limite a montante do Parque Estadual do Turvo

4. *Subárea Turvo*: localizada aproximadamente a 300 km à jusante da barragem da UHE de Itá. Composta pelas estações **T**, localizada no rio Turvo, tributário da margem esquerda do rio Uruguai, no território do estado do Rio Grande do Sul, e **UT**, localizada no rio principal, à montante da confluência com o rio Turvo. Todos os pontos amostrais nesta subárea se encontram situados dentro do Parque Estadual do Turvo.

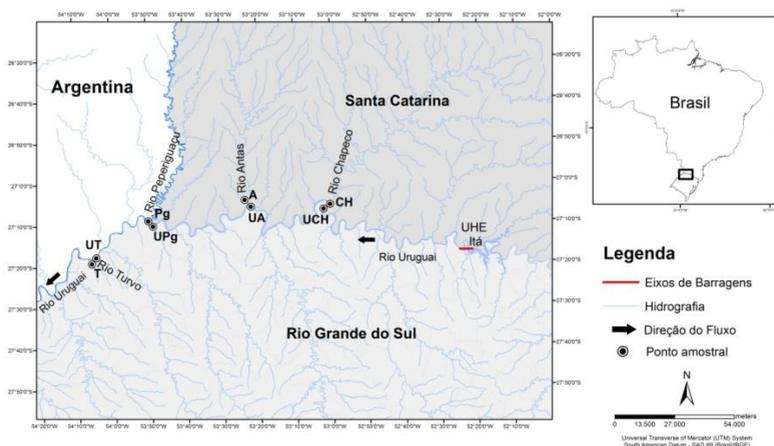


Fig.6. Localização das estações de amostragem de ovos e larvas no trecho do Alto Rio Uruguai livre de barragens, durante os períodos reprodutivos (outubro a março), dos anos de 2006 a 2011. Coordenadas geográficas: UCH- 53° 01' 27,31" W; 27° 06' 28,91" S. CH- 53° 00' 28,70" W; 27° 08' 53,14" S. UA- 53° 22' 05,14" W; 27° 05' 29,95" S. A- 53° 22' 33,06" W; 27° 05' 15,21" S. UPG- 53° 49' 49,09" W; 27° 10' 19,49" S. PG- 53° 49' 59,99" W; 27° 09' 59,50" S. UT- 54° 02' 47,13" W; 27° 15' 33,72" S. T- 54° 03' 06,53" W; 27° 15' 59,68" S.

Coleta e análise dos dados

As amostragens foram realizadas anualmente, abrangendo cada um dos meses compreendidos no período reprodutivo dos peixes da região (de outubro a março, conforme Reynalte-Tataje *et al.*, 2008 b)

dos anos de 2006 a 2011. Dessa forma, ficou estabelecido na categoria “PR” (período reprodutivo) cada período compreendido entre outubro e março, sendo, portanto, o PR1 o período amostral compreendido pelas coletas mensais realizadas de outubro de 2006 a março de 2007, e assim sucessivamente, até o PR 5 (de outubro de 2010 a março de 2011).

Em cada estação foram realizadas seis amostragens por mês, com intervalos de cinco dias entre cada amostragem. Para tanto, foram contratados pescadores residentes na região (um pescador para cada subárea), os quais foram treinados para realizarem procedimento padronizados das coletas, que foram realizadas no período noturno, em horários próximos às 20:00. As amostragens foram realizadas com o auxílio de redes de plâncton do tipo cônico-cilíndrica, malhagem 500 μm , 1.5m de comprimento, e equipadas com fluxômetro mecânico General Oceanics™ para a obtenção do volume de água filtrada. As redes foram fixadas ao lado do barco e dispostas contra a correnteza na sub-superfície da água, por 10 minutos com o objetivo de capturar ovos e larvas em deriva. As amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno, fixadas em formalina 4% e levadas ao laboratório para triagem sob microscópio estereoscópico com o auxílio de placa de Bogorov. Em seguida, as larvas encontradas foram identificadas ao menor nível taxonômico possível de acordo com Nakatani *et al.* (2001) e Reynalte-Tataje & Zaniboni-Filho (2008). As abundâncias foram padronizadas para um volume de 10m³ de água filtrada de acordo com Tanaka (1973) modificado por Nakatani *et al.* (2001).

Análise da distribuição temporal

Para a avaliação das diferenças na abundância de ovos e larvas entre os PRs utilizou-se uma Análise de Variância (ANOVA) de medidas repetidas (uma vez que os mesmos pontos foram amostrados repetidamente no tempo). Para efeito destas análises utilizou-se como repetição a média mensal das coletas. Na presença de diferenças significativas, foi utilizado teste de Tukey para comparações múltiplas *a posteriori*. Como os dados não seguem o pressuposto de normalidade, a ANOVA foi realizada por permutações (Anderson & Ter Braak, 2003).

Para a visualização das diferenças por locais entre os PRs analisados, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) com base na similaridade da abundância de ovos e larvas, separadamente, distribuídas nos meses ao longo dos PRs. Para tanto, consideramos como atributos as abundâncias por PR e como objetos os locais em cada mês de coleta.

Análise da distribuição espacial

A ANOVA de medidas repetidas por permutação também foi utilizada para a avaliação das diferenças na distribuição de ovos e larvas entre as subáreas e entre o tipo de ambiente (rio principal ou tributário) aninhado dentro das subáreas. Igualmente à análise temporal, utilizou-se como repetição a média mensal das coletas. Para a análise subárea/tipo de ambiente ignorou-se o efeito do fator PR, utilizando-se as coletas interanuais como réplicas para o fator espacial. Na presença de diferenças significativas, foi aplicado teste *a posteriori* de Tukey para a detecção da diferença.

Análise da composição de espécies de larvas

Na análise da composição de espécies de larvas, para minimizar o efeito das espécies raras, pouco abundantes utilizou-se as larvas identificadas ao menor em nível de gênero e as que apresentaram densidades acima de $0,1 \text{ larva}/10\text{m}^3$ ao longo de todas as coletas.

Para a avaliação das diferenças na composição entre os PRs e entre as subáreas, foi utilizada a MANOVA Não-Paramétrica (NP-MANOVA) com 999 permutações estratificadas nos locais de amostragem (Anderson, 2001). Para a análise da diferença na diversidade entre os PRs e entre as subáreas, foi utilizada a Análise de Dispersão Multivariada (PERMADISP), avaliando a distância dos pontos com relação ao centróide do grupo, com 999 permutações (Anderson *et al.*, 2006). Estas duas análises primeiramente reduzem a dimensionalidade da composição através de uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA). Posteriormente, a primeira delas avalia se existem diferenças nas distâncias dos centróides dos grupos, indicando diferenças na composição dentro dos grupos. A segunda análise avalia se existem diferenças nas dispersões dos pontos em relação ao centróide de cada grupo, indicando diferenças na diversidade de espécies entre estes. Para as duas análises foi usada a matriz de dissimilaridade calculada pelo índice de Bray-Curtis das densidades dos dados de composição. Para a avaliação das espécies mais associadas a cada um dos PRs, meses, subáreas e tipo de ambiente, foi utilizado o IndVal (Dufrene & Legendre, 1997).

Diferenças na pluviosidade regional

Os dados de pluviosidade na região para o período de estudo foram obtidos junto às estações meteorológicas da Agência Nacional das Águas (ANA), da Usina Hidroelétrica Itá e da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI-SC), em

municípios da bacia do rio Uruguai situados na região oeste dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. As diferenças nos valores de pluviosidade regional diária média entre os PRs, e entre os meses aninhados dentro dos PRs foram avaliadas através de ANOVA de medidas repetidas por permutação. Na presença de diferenças significativas, foi aplicado o teste *a posteriori* de Tukey.

Foi avaliada a presença de anomalias na distribuição das precipitações mensais médias nos PRs, através da aplicação de teste *t* de Student, entre os dados de pluviosidade observados e os dados de normais pluviométricas para cada mês, no Oeste do estado de Santa Catarina. Estes últimos são dados históricos para um período de trinta anos, e foram obtidos junto à EPAGRI-SC. Considerando a possível influência na reprodução dos peixes das chuvas ocorridas em períodos anteriores ao início dos PRs, foram incluídos nestas análises os dados de pluviosidade do mês de setembro.

Todas as análises foram realizadas no software R, sendo as PCAs e o teste *t* de Student por meio do pacote *stats* (The R Development Core Team, 2013), a ANOVA de medidas repetidas por permutação com a utilização do pacote *lmPerm* (Weeler, 2010), NP-MANOVA e PERMADISP com a utilização do pacote *vegan* (Oksanen *et al.*, 2013), todos desenvolvidos para a versão 3.0.1 do software (The R Development Core Team, 2013). Apenas para o IndVal utilizou-se a versão 2.15.1 do software (The R Development Core Team, 2012), em virtude de o pacote *labdsv* (Roberts, 2012) utilizado para esta análise não possuir versão mais recente disponível.

Padrão hidrológico e geomorfológico do rio Uruguai na área de estudo

O padrão geomorfológico e hidrológico do rio Uruguai foi avaliado através da identificação de ambientes de corredeiras e poços existentes na calha deste rio e nos ambientes de foz dos tributários, utilizando imagens de satélite (Datum SAD 69) no programa Arc.Map 10.1 (ESRI 2011) e posteriormente gerada uma representação esquemática da intercalação entre ambientes de poços e corredeiras existentes no trecho estudado.

Resultados

No total foram capturados 32.993 indivíduos, destes sendo 30.333 ovos (91,93%) e 2.660 larvas (8,06%). No PR 1 foram amostrados 4.200 ovos (97,7%) e 118 larvas (2,73 %), no PR 2, 9.599 ovos (91,38%) e 905 larvas (8,62 %), no PR 3, 5.846 ovos (86,75%) e 893 larvas (13,25 %), no PR 4, 4.552 ovos (93,49%) e 317 larvas

(6,51%) e no PR 5 6.136 ovos (93,49%) e 427 larvas (6,51%). Percebe-se, portanto que o PR 3 foi o de maior captura relativa de larvas, enquanto nos demais PRs a abundância de ovos foi sempre maior que 90% do total de indivíduos capturados.

A maior densidade de ovos foi observada no PR 2, no ponto UA, no mês de novembro ($12,43$ ovos/ 10m^3), e a de larvas no ponto UPG nestes mesmos PR e mês ($0,64$ larvas/ 10m^3). As figuras 7 e 8 ilustram a distribuição de ovos e de larvas nos pontos de amostragem ao longo dos meses nos cinco PRs. Para os ovos, é possível verificar a relativa contribuição do rio Chapecó no PR 1, e das subáreas Antas e Peperi-Guaçu nos PRs 2 e 3. Nos PRs 4 e 5, nota-se que a subárea Turvo foi, no geral, a que apresentou maior contribuição (Figura 7).

Para as larvas, destaca-se a importância relativa do PR 2, nas subáreas Antas e Peperi-Guaçu, e do PR 4 na subárea Turvo. A subárea Turvo também teve importância relativa na abundância de larvas no PR 5, mas somente nos meses de dezembro e janeiro (Figura 8).

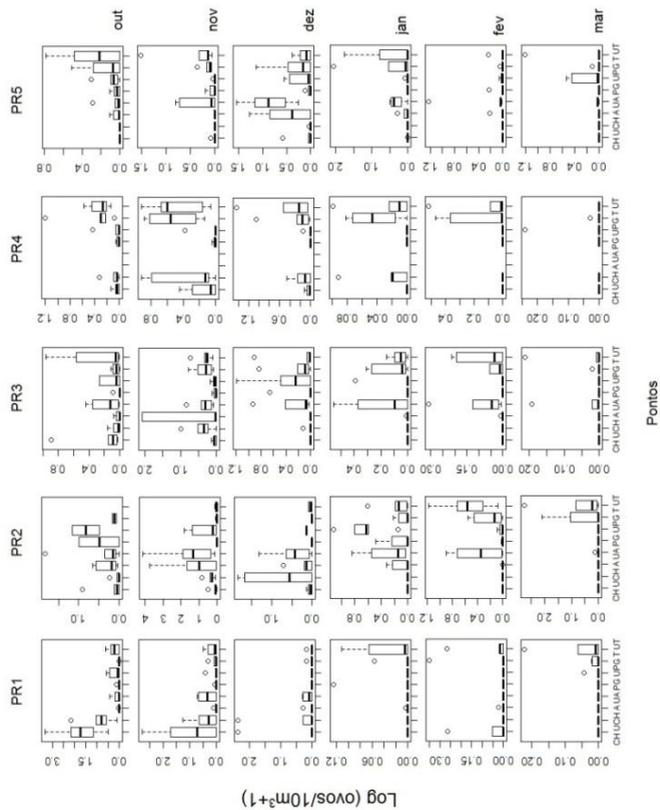


Fig. 7. Distribuição interanual, mensal e espacial das medianas, primeiros e terceiros quartis (box), valores máximos e mínimos (tracejado) e outliers (círculos) das densidades logaritimizadas de ovos de peixes (indivíduos/10m³+1), coletados entre os meses de outubro a março dos anos de 2006 a 2011, agrupados por períodos reprodutivos (PR) sucessivos no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai, em cada um dos pontos amostrais.

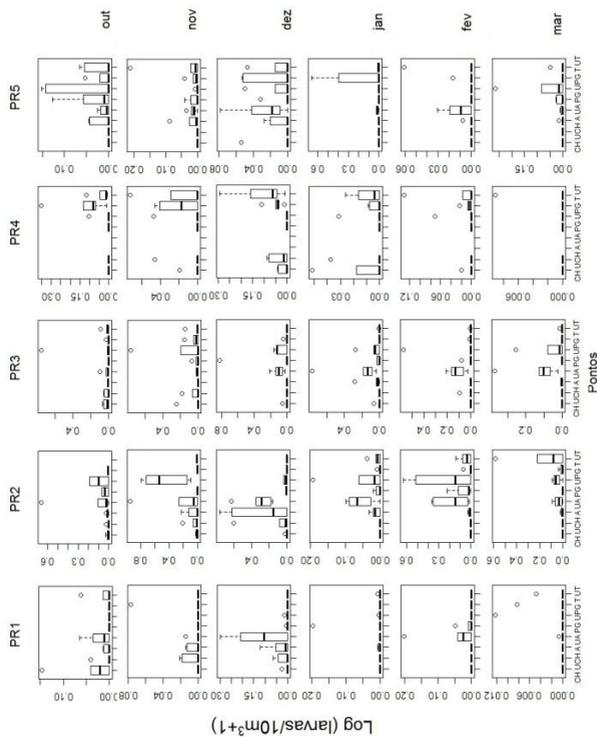


Fig. 8. Distribuição interanual, mensal e espacial das medianas, primeiros e terceiros quartis (box), valores máximos e mínimos (tracejado) e outliers (círculos) das densidades logaritimizadas de larvas de peixes (indivíduos/10m³+1) coletadas entre os meses de outubro a março dos anos de 2006 a 2011, agrupadas por períodos reprodutivos (PR) sucessivos no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai, em cada um dos pontos amostrais.

Distribuição temporal

Com relação à abundância de ovos, a ANOVA mostrou diferença significativa na abundância entre PRs ($F=2,63$; $gl=4$; $gl\text{ resíduo}=196$; $p=0,006$), sendo o PR 2 significativamente diferente dos PRs 3 ($p=0,02$), 4 ($p=0,02$) e 5 ($p=0,03$). Para a abundância de larvas, houve diferença significativa entre os PRs ($F=9$; $gl=4$; $gl\text{ resíduo}=196$, $p<0,001$), sendo o PR 2 significativamente diferente dos PRs 1, 4 e 5 ($p<0,001$, para todos os anos).

Os resultados das PCA's estão resumidos na Tabela 1 e na Figura 9. Estas análises indicaram que os PRs 1 e 2 foram os de maior abundância de ovos (Figura 9a). e os PRs 2 e 3 os de maiores abundâncias de larvas (Figura 9b).

Tabela 1. Resumo dos resultados das PCAs aplicadas às densidades de ovos e de larvas de peixes coletadas entre os meses de outubro a março dos períodos reprodutivos de 2006 a 2011, no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai.

Análise	% Expl. Eixo 1	% Expl. Eixo 2	Eixo 1 (load)	Eixo 2 (load)
Ovos	49	31	PR 2(0.97)	PR 1(-0.99)
Larvas	75	11	PR 2 (0.96)	PR 3 (-0.95)

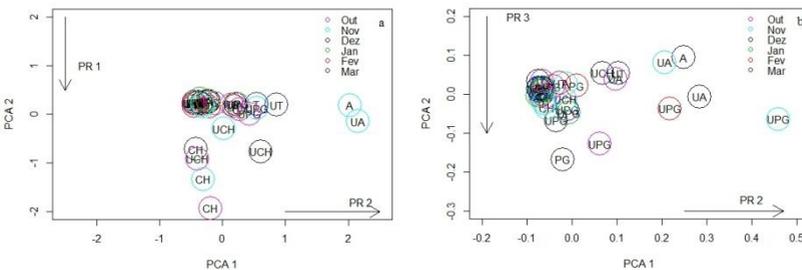


Fig. 9. Representação gráfica das PCAs aplicadas à densidade de ovos (a) e de larvas (b) de peixes coletados entre os meses de outubro a março dos períodos reprodutivos (PR) de 2006 a 2011, no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai.

Distribuição espacial

A ANOVA de medidas repetidas indicou que não houve diferença significativa na abundância de ovos, nem entre as subáreas e nem entre o tipo de ambiente (rio principal ou tributário) dentro das

subáreas. A abundância de larvas por sua vez diferiu tanto entre as subáreas ($F=5,2$; $gl=3$; $gl\text{ resíduo}= 225$; $p<0,001$), quanto entre o tipo de ambiente, dentro das subáreas ($F=4,6$; $p<0,001$). O teste de Tukey indicou que a subárea Chapecó teve abundâncias de larvas significativamente inferiores que as observadas na subárea Antas ($p<0,001$) e Peperi-Guaçu ($p=0,048$), e que os pontos amostrais situados no rio principal tiveram abundâncias significativamente superiores que os pontos localizados nos tributários ($p<0,001$).

Composição de espécies de larvas

Das 2.660 larvas capturadas ao longo dos cinco PRs, 1.518 (57,06%) pertenceram à ordem Characiformes, 905 (34,02%) à ordem Siluriformes, 65 (2,44%) à ordem Gymnotiformes, 18 (0,67%) à ordem Perciformes, 8 (0,30%) à ordem Atheriniformes, e 144 (5,41%) não puderam ser identificadas neste nível taxonômico. Entre os PRs, as larvas de Characiformes foi a ordem dominante (mais de 50% das capturas) na maioria dos PRs, com exceção do PR 4, quando foi observada uma maior representatividade de Siluriformes (58,99%).

Os Characiformes foram enquadrados em 29 taxons, pertencentes às famílias Characidae, Serrasalminidae, Acestrorhynchidae, Anostomidae, Parodontidae, Erythrinidae, Prochilodontidae e Curimatidae. Dentre os Siluriformes foram identificados 28 taxons, pertencentes às famílias Pimelodidae, Pseudopimelodidae, Aspredinidae, Auchenipteridae, Cetopsidae, Heptapteridae, Loricariidae e Trichomycteridae. Já as demais ordens foram pouco representativas, sendo os Gymnotiformes enquadrados em três taxons e duas famílias (Sternopygidae e Gymnotidae), os Perciformes em somente uma espécie pertencente à família Sciaenidae, assim como os Atheriniformes, com uma única espécie pertencente à família Atherinopsidae (Tabela 2).

A Análise de Dispersão Multivariada revelou diferença significativa na dispersão dos pontos com relação ao centróide dos grupos, indicando que a diversidade beta variou entre os PRs ($F=4,36$; $gl=4$; $gl\text{ resíduo}= 317$; $p=0,001$) e entre as subáreas ($F=1,54$; $gl=3$; $gl\text{ resíduo}= 318$; $p=0,001$). O teste *a posteriori* de Tukey indicou que o PR 4 diferiu dos PRs 2 ($p=0,01$) e 3 ($p=0,01$), mas não foi significativo para a dispersão entre as subáreas. Entretanto, a figura 10 mostra que a maior variação das distâncias em relação ao centróide estiveram nas subáreas Peperi-Guaçu e Turvo, e também nos PRs 4 e 5. A NP-MANOVA indicou diferença significativa na composição entre os PRs ($F=10,90$; $gl=1$; $gl\text{ resíduo}= 320$; $p=0,001$) e entre as subáreas ($F=3,51$; $gl=3$; $gl\text{ resíduo}= 318$; $p=0,001$).

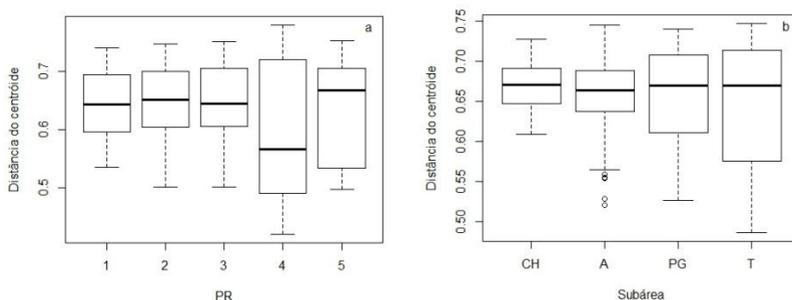


Fig. 10. Medianas, primeiro e terceiro quartis, valores máximos e mínimos e outliers das distâncias dos pontos de distribuição da composição de espécies de larvas de peixes, coletadas entre os meses de outubro a março dos períodos reprodutivos de 2006 a 2011, no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai, em relação aos centróides dos grupos período reprodutivo (a) e subárea (b).

Os resultados do IndVal aplicado aos táxons mais frequentes estão resumidos na Tabela 3. Esta análise indicou que as espécies *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Rhamdia quelen* e *Eigenmannia virescens* foram significativamente associadas ao PR 1, *Apareiodon affinis*, *Astyanax gr. scabripinnis* e os gêneros *Astyanax* e *Bryconamericus* ao PR 2, *Bryconamericus iheringii*, *Pimelodus maculatus*, *Parapimelodus valenciennis* e *Odonthesthes perugiae* ao PR 3 e *Prochilodus lineatus* e o gênero *Pimelodus* spp. ao PR 4. Especialmente, a espécie *O. perugiae* foi significativamente associada à subárea Chapecó, *P. maculatus* e *Hypostomus* à subárea Antas, *A. affinis*, *Bryconamericus stramineus*, *Schizodon nasutus*, *Galeocharax humeralis*, além do gênero *Bryconamericus* à subárea Peperi-Guaçu e *Pimelodus* spp. à subárea

Turvo. Quanto ao tipo de ambiente, as larvas de *A. affinis*, *B. iheringii*, *S. nasutus*, e o gênero *Bryconamericus* spp., foram significativamente associadas aos pontos localizados no rio principal.

Tabela 3. Resultados do IndVal (IV) aplicados às espécies mais representativas de larvas de peixes, coletadas entre os meses de outubro a março dos períodos reprodutivos de 2006 a 2011 no trecho livre de barragens do Alto Rio Uruguai

Taxon	PR		Subárea		Ambiente			
	IV	PR	IV	SA	IV	Amb		
<i>Apareiodon affinis</i>	34,14	2	0,001*	PG	23,83	21,75	R	0,004*
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	13,88	1	0,001*	PG	3,98	1,22	T	0,645
<i>Asyanax</i> spp.	5,06	2	0,023*	PG	2,76	1,12	R	0,724
<i>Asyanax jacuhiensis</i>	2,37	2	0,521	PG	5,41	6,43	R	0,716
<i>Asyanax eigenmanniorum</i>	2,45	2	0,302	CH	0,68	1,61	T	0,215
<i>Asyanax fasciatus</i>	2,39	2	0,505	CH	5,04	7,92	T	0,536
<i>Asyanax</i> gr. <i>scabripinnis</i>	11,91	2	0,022*	PG	8,72	7,96	R	0,447
<i>Bryconamericus</i> spp.	19,80	2	0,003*	PG	17,06	22,14	R	0,001*
<i>Bryconamericus stramineus</i>	1,60	3	0,431	PG	8,50	7,10	R	0,262
<i>Bryconamericus iheringii</i>	7,19	3	0,005*	PG	14,31	22,14	R	0,003*
<i>Galeocharax humeralis</i>	21,50	3	0,317	PG	3,27	1,00	R	0,511
<i>Leporinus obtusidens</i>	0,13	3	0,902	PG	1,52	2,45	T	0,038*
<i>Schizodon nasutus</i>	5,35	2	0,525	PG	21,79	14,67	R	0,001*
<i>Steindachnerina</i> spp.	2,70	2	0,300	CH	3,49	1,86	T	0,525
<i>Cetopsis gobioides</i>	3,10	3	0,275	PG	2,98	2,64	T	0,425
<i>Hypostomus</i> spp.	1,33	3	0,746	A	4,80	3,00	R	0,100
<i>Prochilodus lineatus</i>	5,55	4	0,016*	T	3,40	0,48	R	1,000
<i>Pimelodus</i> spp.	6,47	4	0,003*	T	16,90	13,60	T	0,762
<i>Pimelodus maculatus</i>	16,86	3	0,004*	A	15,54	16,14	T	0,650
<i>Parapimelodus valenciennis</i>	6,06	3	0,034*	A	5,44	2,93	R	0,531
<i>Rhamdella longiuscula</i>	1,26	2	0,716	A	0,80	0,50	R	1,000
<i>Rhamdia quelen</i>	8,89	1	0,013*	CH	4,39	2,97	T	0,640
<i>Eigenmannia virescens</i>	15,49	1	0,002*	PG	6,79	8,06	R	0,377
<i>Pachyurus bonariensis</i>	3,89	2	0,051	A	1,51	1,71	T	0,245
<i>Odonthestes perugiae</i>	7,07	3	0,013*	CH	6,02	3,08	T	0,175

Relações com a Pluviosidade

Os dados de pluviosidade indicam que o maior valor médio de pluviosidade foi observado no mês de setembro de 2009 (14,12 mm), no PR 2, e o menor valor em março de 2009 (1,29 mm), durante o PR 3 (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios (\pm SE) dos índices de pluviosidade (mm) obtidos junto à estações pluviométricas em municípios da bacia do rio Uruguai no oeste de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, entre os meses de setembro a março dos períodos reprodutivos de 2006 a 2011.

	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4	PR 5
Setembro	4,82 \pm 0,43	2,79 \pm 0,76	3,98 \pm 0,49	14,12 \pm 0,27	5,52 \pm 0,31
Outubro	3,18 \pm 0,26	7,12 \pm 0,54	11,67 \pm 1,61	5,10 \pm 0,52	4,63 \pm 0,17
Novembro	7,78 \pm 0,50	10,34 \pm 2,15	4,04 \pm 0,44	8,00 \pm 0,48	2,45 \pm 0,18
Dezembro	5,93 \pm 0,29	5,11 \pm 0,26	2,45 \pm 0,16	5,27 \pm 1,30	9,82 \pm 0,88
Janeiro	5,61 \pm 0,71	2,80 \pm 0,51	4,85 \pm 0,61	4,63 \pm 0,56	4,24 \pm 0,76
Fevereiro	6,88 \pm 0,75	2,68 \pm 0,61	3,61 \pm 0,54	5,30 \pm 0,67	8,92 \pm 0,54
Março	2,96 \pm 0,45	2,27 \pm 0,41	1,29 \pm 0,36	5,22 \pm 0,63	5,36 \pm 0,51

A ANOVA indicou que os índices de pluviosidade diferiram significativamente entre os PRs ($F=4,79$; $gl=1$; gl resíduo= 230; $p=0,015$). O PR 2 apresentou valores de pluviosidade significativamente inferiores que os PRs 1 ($p=0,008$), 4 ($p=0,009$) e 5 ($p<0,001$).

A análise comparativa dos dados de precipitação observados na região com os valores das normais pluviométricas mensais mostra que o início (outubro) do PR 1 foi seco, enquanto que o mês seguinte foi chuvoso. O restante do período teve chuvas dentro da normalidade, com o final do período seco (março). No PR 2, os três primeiros meses não foram passíveis de comparação estatística, em virtude da presença de apenas 3 pontos independentes de medidas de pluviosidade, mas aparentemente as chuvas ocorridas em outubro estiveram dentro da normalidade, e em novembro acima dela. Neste PR, os meses seguintes foram no geral bastante secos. O PR 3 foi predominantemente seco, com exceção do mês de outubro que apresentou chuvas intensas, mas criticamente semelhante à normalidade ($p=0,0508$). O mês de setembro no PR 4 não foi passível de comparação estatística (somente 3 pontos independentes), mas que foi um mês com índices de chuvas muito acima da normalidade, amplamente divulgados na mídia com relação às catástrofes ocorridas na região. O mês de outubro desse PR foi seco, novembro foi chuvoso, e o restante no geral se manteve dentro da normalidade, com exceção de janeiro (seco). No PR 5 foi observada clara alternância entre meses seco e meses chuvosos, sendo que os

meses mais chuvosos foram dezembro e fevereiro, já no final do PR (Figura 11).

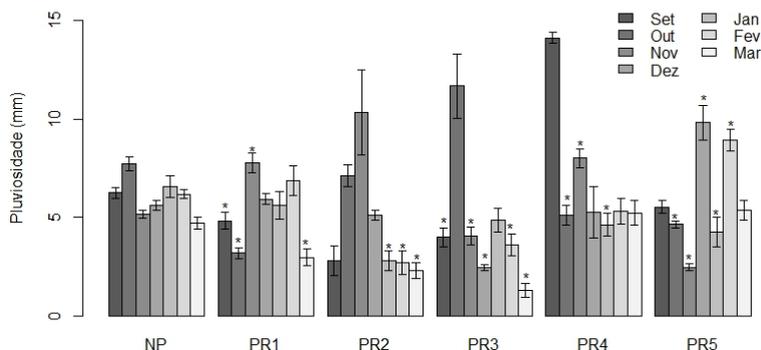


Fig. 11. Distribuição da pluviosidade regional diária média (\pm SE) observada na região oeste do estado de Santa Catarina e noroeste do Rio Grande do Sul, entre os meses de setembro a março dos períodos reprodutivos (PRs) de 2006 a 2011, e comparação estatística através de teste t de Student com os valores das Normais Pluviométricas (NP) para a região Oeste de Santa Catarina. * representam as diferenças significativas ($p < 0,05$).

Quando comparadas a distribuição das abundâncias com o padrão de distribuição das chuvas têm-se que para as ovas se destacam as maiores abundâncias nos PRs 1 e 2, que em termos de pluviosidade, foram significativamente diferentes, e de modo geral apresentando o PR 1 os maiores índices de chuvas. Entretanto, o início deste PR foi seco, e as chuvas ficaram concentradas entre os meses de novembro e fevereiro. No PR 2 por sua vez, as chuvas aparentemente ocorreram de forma mais intensa entre outubro e dezembro. O PR3, apesar de apresentar abundâncias significativamente inferiores ao PR 2, também foi um período de contribuição importante para as desovas, quando as chuvas ocorreram de forma bastante intensa no mês de outubro. Os PRs 4 e 5 foram os que apresentaram menor abundância de ovas, porém foram aqueles com maiores índices pluviométricos. Entretanto, a distribuição das chuvas ao longo destes períodos foi bastante irregular, mas maiores abundâncias de ovas pareceram suceder os meses de maiores valores de pluviosidade. Com relação à distribuição de larvas, estas foram também mais abundantes nos PRs de menores pluviosidades. Para a composição

de espécies observa-se que as maiores diversidades de espécies ocorreram nos períodos mais chuvosos.

Padrão hidrológico e geomorfológico do rio Uruguai

A análise de imagens de satélite da área de estudo evidenciou que o trecho do rio Uruguai à montante da confluência com o rio Chapecó é bastante correntoso. A subárea Antas, por sua vez, apresenta uma intercalação de ambientes de poços com trechos de corredeiras, que se estende até as proximidades da confluência com o rio Peperi-Guaçu. À partir daí, neste trecho que corresponde à subárea Peperi-Guaçu, o rio Uruguai contém um longo trecho correntoso, sem intercalação com poços, e que culmina no Salto Yucumã. À jusante do Salto, na subárea Turvo, a intercalação com ambientes de poços inicia a ocorrer novamente, sendo aí observado o maior trecho contínuo de poço existente na região de estudo, com aproximadamente 8 km de extensão, nas proximidades da confluência com o rio Turvo. Nos tributários, os ambientes situados à montante da foz apresentam características de corredeira nos rios Chapecó e Antas e características de poços nos rios Peperi-Guaçu e Turvo. A figura 12 contém a representação esquemática do padrão observado.

Discussão

Os resultados deste trabalho permitem confirmar algumas hipóteses existentes para a bacia do Alto Rio Uruguai. A primeira delas é a hipótese temporal de que diferentes condições hidrológicas entre os períodos reprodutivos causam diferenças na distribuição de ovos e larvas na bacia permitem a reprodução de diferentes espécies de peixes, o que é importante para a manutenção da diversidade da comunidade íctica na bacia (Reynalte-Tataje *et al.* 2012 c). A segunda é a de que em virtude de este trecho da bacia não possuir planície de inundação, existem ambientes favoráveis ao desenvolvimento inicial na calha do rio Uruguai. Poucos trabalhos consideram a calha de rios como ambientes favoráveis ao desenvolvimento, sendo que aqueles existentes também se referem a ambientes onde os rios não possuem planície de inundação (Sheidegger & Bain, 1999), ou em períodos onde estas áreas são inacessíveis (Humphries *et al.*, 1999 e 2002; e King *et al.*, 2003 e 2004), e em áreas de estudo localizadas em regiões temperadas e subtropicais. Com relação aos ambientes de desova, tanto a calha do rio Uruguai, quanto os rios tributários são importantes neste trecho não barrado da bacia.

Temporalmente, a evidente variação interanual das abundâncias de ovos ocorridas entre os cinco PR estudados, mostra a importância das chuvas durante o início do período reprodutivo para a ocorrência de eventos reprodutivos intensos, como observado nos PRs 2 e 3. Contudo, as maiores abundâncias parecem sempre suceder os meses de maiores índices pluviométricos, mesmo nos PRs com menores abundâncias (PRs 4 e 5). Considerando que para Nakatani *et al.* (2001) a estabilidade populacional, que pressuporia inicialmente desovas anuais igualmente intensas raramente é atingida, e os números aumentam ou diminuem dependendo da pressão dos fatores ambientais, podemos considerar que na região de estudo, a intensidade das desovas é influenciada pelas diferenças de pluviosidade ocorrida entre os períodos reprodutivos.

Para a abundância de larvas, também se observou um padrão temporal relacionado à distribuição das chuvas, onde as maiores abundâncias ocorreram nos períodos menos chuvosos (PR2 e PR3). Conforme Reynalte-Tataje *et al.* (2008b), condições de redução do volume de chuvas, e a conseqüente diminuição da vazão, promovem o aparecimento dos poços existentes na calha do rio Uruguai, ambientes mais profundos e com menor circulação de água, onde a produtividade primária e secundária são estimuladas, condições favoráveis ao desenvolvimento inicial dos peixes. Esses autores discutem ainda que

durante grandes enchentes estes ambientes ficariam inviabilizados como locais de criação, o que explicaria também as baixas densidades de larvas observadas neste estudo nos PRs 4 e 5.

Espacialmente para a abundância de ovos, não houve diferença significativa entre as subáreas amostradas, nem entre o tipo de ambiente, indicando que as desovas ocorreram de forma homogênea em toda a região, e que tanto o rio principal quanto os rios tributários são áreas importantes para a reprodução. Este resultado não confirma a hipótese que a calha do rio Uruguai tem uma importância maior do que os rios tributários para a desova em uma região livre de barramentos. Contudo, esse padrão é aparentemente distinto daquele observado no trecho represado do rio Uruguai, onde sabidamente os tributários são mais importantes para a desova (Hermes-Silva et al, 2009; Correa *et al.*, 2011; Reynalte-Tataje *et al.* 2012 a e b).

A diferença significativa encontrada para a distribuição espacial na abundância de larvas indica que a calha do rio Uruguai pode ser usada como local favorável ao desenvolvimento inicial para as espécies de peixes. Entretanto, as maiores abundâncias foram observadas nas três subáreas mais à jusante da área de estudo, sendo mais expressivamente observadas na subárea Antas seguida pela subárea Peperi-Guaçu, que são bastante diferentes em sua hidrologia e geomorfologia. A subárea Antas apresenta grandes trechos com ambientes de poços profundos, enquanto a subárea Peperi-guaçu é um longo trecho correntoso, que se encerra no Salto Yucumã. Ziober *et al.* (no prelo) observaram que no rio Uruguai, no trecho da subárea Peperi-Guaçu foram encontradas grandes abundâncias de larvas em estágio inicial de desenvolvimento, sugerindo que se trata de um trecho de deriva de larvas recém eclodidas para áreas de crescimento à jusante. Contudo, considerando que o PR 3 foi o que apresentou maior proporção relativa de larvas, e também a maior distribuição destes organismos na subárea Antas, potencial desses ambientes de poços do rio Uruguai existentes nesta subárea como criadouros para peixes. Comparando estes resultado com os menores índices de pluviosidade observados nos PRs 2 e 3, sugere-se que a disponibilidade destes ambientes como criadouros ocorre devido a diminuição da vazão do rio sob estas condições. Este padrão aparentemente é distinto daquele que ocorre na região à montante da UHE Itá, onde apenas os rios tributários desempenham um importante papel como áreas de criadouros naturais (Hermes-Silva *et al.*, 2009; Correa *et al.*, 2011; Reynalte-Tataje *et al.*, 2012 c; Silva *et al.* 2012).

A variabilidade interanual na composição da assembleia de larvas pode indicar a variação em processos físicos e ser particularmente útil

para esclarecer adaptações compartilhadas ou contrastantes das espécies no ambiente pelágico (Somarakis *et al.*, 2002). De acordo com Baumgartner *et al.* (2008), cada espécie requer uma combinação única de fatores ambientais para o estímulo da desova, que determina o seu sucesso reprodutivo. Os resultados da NP-MANOVA mostram que a composição de espécies variou significativamente dentro dos grupos PR e subárea, e os da PERMADISP, que a diversidade variou significativamente entre os mesmos grupos. Como a maior variação na dispersão foi observada nos PRs mais chuvosos (4 e 5), conclui-se que as diferentes distribuições de pluviosidades interanuais podem ter permitido o sucesso reprodutivo de um maior número de espécies. Os períodos mais secos por sua vez, propiciaram uma atividade reprodutiva mais intensa, porém restrita a um menor número de táxons. Agostinho *et al.* (2004) e Bailly *et al.* (2008), nas bacias do Alto Rio Paraná e do Rio Cuiabá, respectivamente, atentam para o fundamental papel das cheias para a manutenção da diversidade da ictiofauna, pois interferem positivamente na reprodução de um maior número de espécies.

Vários trabalhos, principalmente os realizados na planície de inundação do Alto Rio Paraná, observaram variação espacial na assembleia de larvas de peixes (Baumgartner *et al.* 2004, Sanches *et al.* 2006, Baumgartner *et al.* 2008, Bialezki *et al.* 2005, Daga *et al.* 2009, Gogola *et al.*, 2013), atribuindo esta variação às diferenças entre os habitats amostrados. Sanches *et al.* (2006) observou menor redução no número de táxons após o fechamento de uma UHE nesta região nos em pontos próximos a confluência de importantes tributários não barrados do rio Paraná. A maior variação na dispersão nas subáreas Peperi-Guaçu e Turvo indica que estas são utilizadas para a reprodução de um maior número de espécies, diferente do observado nas duas subáreas situadas mais à montante, com grandes abundâncias registradas para um menor número de espécies. Por serem estas as duas subáreas mais distantes dos empreendimentos hidroelétricos da região, infere-se que a distância dos empreendimentos interfere positivamente para a reprodução de mais espécies, e conseqüentemente, para a manutenção da diversidade de espécies de peixes.

O IndVal confirmou uma variação interanual na comunidade, indicando principalmente as espécies mais representativas de cada PR. Ao PR 1 estiveram significativamente associadas *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Rhamdia quelen* e *Eigenmannia virescens*, espécies apresentam hábitos reprodutivos oportunistas, sem requerimentos específicos para desova e desenvolvimento da prole (Suzuki *et al.*, 2004; Reynalte-Tataje & Zaniboni-Filho, 2008; Meurer & Zaniboni-Filho,

2012; Reynalte-Tataje *et al.*, 2012 c; Silva *et al.*, 2012). Entretanto, Zaniboni-Filho & Schulz (2003), consideram *R. quelen* como um migrador que utiliza os tributários da região, e a tendência de associação de *R. quelen* com o rio Chapecó observada neste estudo indica que este pode ter sido um ambiente favorável à sua reprodução. *A. pantaneiro*, considerada como um migrador de curtas distâncias (Bailly *et al.*, 2004) aparentemente se reproduz satisfatoriamente em períodos com cheias intermediárias na bacia do Alto Rio Paraná (Agostinho *et al.* 2004), o que condiz com os resultados aqui observados, pois durante o período estudado, o PR1 apresentou os valores intermediários de pluviosidades.

Ao PR 2 estiveram associadas as espécies mais representativas de Characiformes de pequeno porte e não migradoras. De acordo com Winemiller (1989) estas espécies apresentam período reprodutivo prolongado, desova parcelada, elevada fecundidade e ovos pequenos, características de espécies oportunistas. Portanto, pode-se dizer que este grupo está bem adaptado às condições de secas que ocorrem eventualmente na bacia do Alto rio Uruguai. Especialmente, este grupo esteve mais associado à subárea Peperi-Guaçu, com tendência à associação ao ambiente formado pelo rio principal. A mesma distribuição deste grupo foi observada por Ziober *et al.* (no prelo), o que foi relacionado à possibilidade desta área ser um trecho de deriva de larvas provenientes de ambientes de desova pouco acima, para atingir possíveis áreas de criadouros à situados jusante, considerando as características hídricas do local.

Ao PR 3, esteve associado também o pequeno Characiforme não migrador *Bryconamericus iheringii*, além dos bagres *Pimelodus maculatus* e *Parapimelodus valenciennis*. *P. maculatus*, apesar de ser considerada como uma espécie migradora de longa distância (Suzuki *et al.* 2004), aparenta estar bem adaptada às condições adversas impostas por barramentos (Reynalte-Tataje *et al.* 2008 a), e portanto, também foi favorecida pelas condições hidrológicas deste período reprodutivo. Zaniboni-Filho & Schulz (2003) e Reynalte-Tataje & Zaniboni-Filho (2008) consideram que esta espécie realiza migrações reprodutivas nos tributários do rio Uruguai, em seu trecho barrado. Neste estudo, suas larvas foram significativamente associadas à subárea Antas, com tendência à associação ao rio tributário, indicando que o rio das Antas pode ser usado para a migração desta espécie.

P. valenciennis é uma espécie zooplânctófaga em todas as suas fases do ciclo de vida, e que foi diretamente correlacionada com a densidade de zooplâncton no trecho representado do Alto Rio Uruguai (Reynalte-Tataje & Zaniboni-Filho 2008). Neste estudo, houve

associação ao PR 3, caracterizado pelas baixas pluviosidades, e ainda com tendência à associação à subárea Antas e ao rio principal, sendo um indicativo de que estes ambientes podem apresentar condições favoráveis ao desenvolvimento da espécie, incluindo altas densidades de zooplâncton. Estas condições podem ser favorecidas pelas baixas vazões hidrológicas e da consequente disponibilização dos ambientes de poços profundos presentes nesta subárea. Reynalte-Tataje *et al.* (2008 b) observaram altas densidades de zooplâncton na confluência do rio das Antas, tanto no ambiente da foz deste tributário, quanto nos ambientes de poços aí existentes.

A associação de somente dois grupos ao PR 4 e de nenhum ao PR5 é mais um indício que as comunidade de larvas nestes PRs esteve mais uniformemente distribuída com relação à abundância das espécies. Na planície alagável do Alto Rio Paraná o maior sucesso no recrutamento de espécies migradoras é atribuído a períodos com grandes e duradouras enchentes (Suzuki *et al.*, 2009), e portanto, *Prochilodus lineatus*, uma espécie migradora de longa distância pode ter sido favorecida pelos maiores índices de pluviosidade observados no PR 4. Reynalte-Tataje & Zaniboni Filho (2008) citam que as fases iniciais desta espécie só ocorrem nos trechos lóticos da bacia e que estão situados mais distantes dos empreendimentos hidroelétricos, o que também foi verificado no presente estudo, devido à tendência de associação desta espécie com a subárea Turvo. As larvas identificadas ao nível do gênero *Pimelodus* spp., abundante neste período na subárea Turvo, foram as responsáveis pelas maiores abundâncias. Ressalta-se que sua identificação foi possível somente ao nível de gênero pelo fato de estarem em fase inicial do desenvolvimento, indicando proximidade à área de desova deste grupo. Distribuição semelhante de Pimelodídeos também foi observada por Ziober *et al.*, (no prelo). Ao PR 5, ressalta-se que, apesar de capturadas em baixas densidades, foi quando observou-se as maiores abundâncias de *Salminus brasiliensis*.

Apenas a espécie *Schizodon nasutus* obteve maior variação espacial que temporal, ocorrendo em abundância em todos os PRs, mas significativamente associada ao rio principal na subárea Peperi-Guaçu. É uma espécie não migradora, que apresenta desova parcelada e está bem adaptada aos ambientes formados pelos reservatórios das UHEs na bacia (Reynalte-Tataje & Zaniboni Filho, 2008; Meurer, 2010). Entretanto, os resultados deste trabalho demonstram que sua reprodução também pode ocorrer em ambientes lóticos, visto as características hidrológicas observadas nesta subárea.

Scheidegger & Bain (1995) observaram diferenças interanuais na distribuição de algumas famílias de peixes, relacionadas à diferenças nas descargas e à disponibilidade de ambientes lênticos no leito do rio. Adicionalmente observaram que as larvas de famílias que possuem orientação pelo fluxo de água foram mais abundantes em condições de fortes e prolongadas correntezas. Da mesma forma, pode-se afirmar que as condições hidrológicas causadas pelas baixas pluviosidades, observadas nos PR 2 e 3, foram as condições favoráveis à reprodução e ao desenvolvimento das espécies sedentárias de pequeno porte, e/ou com características oportunistas, que apresentam maior plasticidade em seus requerimentos reprodutivos. Já as maiores pluviosidades registradas nos PRs 4 e 5, possibilitaram a reprodução de alguns peixes migradores reofilicos, que muito provavelmente se beneficiam das condições de altas vazões proporcionadas por altas pluviosidades.

Dessa forma, conclui-se que o padrão de distribuição de ovos e larvas na área de estudo é influenciado pelas diferenças de pluviosidade interanuais, e que neste trecho não barrado do Alto Rio Uruguai ambientes na calha do rio principal podem ser usados para a reprodução e desenvolvimento inicial de larvas. A composição da assembleia de larvas e a diversidade de espécies também são influenciadas pelas diferenças interanuais na pluviosidade, o que demonstra a importância destas variações para a manutenção da diversidade de espécies de peixes na bacia. A maior diversidade de espécies de larvas nos pontos mais distantes dos barramentos é um importante resultado deste trabalho, que indica que a proximidade de empreendimentos hidroelétricos afeta negativamente a reprodução mais espécies de espécies, e alerta para a importância da conservação deste trecho. Este é, muito provavelmente, o último trecho do Alto Rio Uruguai que comporta ambientes de criação das formas jovens na calha do rio principal, além de conter as duas únicas grandes Unidades de Conservação da bacia, que podem estar garantido a conservação do mesmo e a efetiva reprodução de um maior número de espécies de peixes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESC pela disponibilização da bolsa de Doutorado à primeira autora e ao CNPq pela bolsa de produtividade ao último autor. Ao financiamento do trabalho de campo realizado pelo CNPq, FAPESC e Tractebel Energia. Agradecem ainda ao Msc. Rodrigo Nascimento pelo auxílio nas análises geoespaciais e aos pescadores Srs. Francisco, Geraldo, Nito e Fernando pela realização das coletas.

Referências Bibliográficas

- Agostinho, A. A., L. C. Gomes & M. Zalewski. 2001. The importance of floodplains for the dynamics of fish communities of the upper river Paraná. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 1: 209-217
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, S. Veríssimo & E. K. Okada. 2004. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná river: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 57: 11-19.
- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32-46.
- Anderson, M. J. & C. J. F. Ter Braak. 2003. Permutation tests for multi-factorial analysis of variance. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 73: 85-113.
- Anderson, M. J.; K.E. Ellingsen & B.H. McArdle. 2006. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology Letters*. 9: 683-693.
- Aneel. 2014. Agência Nacional de Energia Elétrica: Ministério de Minas e Energia. URL <http://www.aneel.gov.br>. Data de acesso: 02/05/2014.
- Araújo-Lima, C. A. R. M. & E. C. Oliveira. 1998. Transport of larval fish in the Amazon. *Journal of Fish Biology*, 53: 297-306.
- Bailly, D., A.A. Agostinho, H.I. Suzuki. 2008. Influence of the Flood Regime on the Reproduction of Fish Species with Different Reproductive Strategies in the Cuiabá river, Upper Pantanal, Brazil. *River Research and Application*, 24: 1218-1229.
- Baumgartner, G., K. Nakatani, L. C. Gomes, A. Bialezki, P. V. Sanches, & M. C. Makrakis. 2004. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 71: 115-125.
- Baumgartner, G. K. Nakatani, L.C. Gomes, A. Bialezki, P.V. Sanches, M. C. Makrakis. 2008. Fish larvae from upper Paraná River: Do abiotic factors affect larval density? *Neotropical Ichthyology*, 64(4): 551-558.

- Bialetzki, A., K. Nakatani, P. V. Sanches, G. Baumgartner, & L. C. Gomes. 2005. Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. *Environmental Biology of Fishes*, 73: 37-47.
- Castro, R. J., K. Nakatani, A. Bialetzki, P. V. Sanches & G. Baumgartner. 2002. Temporal distribution and composition of the ichthyoplankton from Leopoldo's Inlet on the upper Parana' River floodplain (Brazil). *Journal of Zoology*, 256: 437-443.
- Corrêa, R. N., S. Hermes-Silva, D. A. Reynalte-Tataje, & E. Zaniboni-Filho. 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.
- Daga, V. S., T.M. Gogola, P.V. Sanches, G. Baumgartner, D. Baumgartner, P. A. Piana, E. A. Gubiani, R. L. Delariva. 2009. Fish larvae assemblages in two floodplain lakes with different degrees of connection to the Paraná River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(3): 429-438.
- Dufrêne, M. & P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, 67: 345-366.
- ESRI. ArcGIS Desktop: Release 10. 2011. Redlands, Environmental Systems Research Institute.
- Esteves, F.A. 1998. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro, Interciência. 600 p.
- Floyd, K.B., R.D. Hoyt & S. Timbrook. 1984. Chronology of Appearance and Habitat Partitioning by Stream Larval Fishes. *Transactions of the American Fisheries Society*. 113: 217-223.
- Gogola, T.M., P.V. Sanches, E. A. Gubiani, P.R.L. Silva. 2013. Spatial and temporal variations in fish larvae assemblages of Ilha Grande National Park, Brazil. *Ecology of Freshwater Fish*, 22 (1): 95-105.
- Harvey, B.C. 1987. Susceptibility of Young-of the-year Fishes to Downstream Displacement by Flooding. *Transactions of the American Fisheries Society*. 116: 851-855.

Harvey, B.C. 1991. Interaction of Abiotic and Biotic Factors Influences Larval Fish Survival in an Oklahoma Stream. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 48: 1476-1480.

Hermes-Silva, S., D. Reynalte-tataje, & E. Zaniboni-filho. 2009. Spatial and Temporal Distribution of Ichthyoplankton in the Upper Uruguay River, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52: 933-944.

Holland, L. E. 1986. Distribution of early life history of fishes in selected pools of the Upper Mississippi River. *Hydrobiologia*, 136: 121-130.

Humphries, P., A. J. King, & J. D. Koehn. 1999. Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling river system, Australia. *Environmental Biology of Fishes*. 56: 129-151.

Humphries, P., L. G. Serafini, & A. J. King. 2002. River regulation and fish larvae: variation through space and time. *Freshwater Biology*, 47: 1307-1331.

King, A. J., P. Humphries & P. S. Lake. 2003. Fish recruitment on floodplains: the roles of patterns of flooding and life history characteristics. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 60: 773-786.

King, A. J. 2004. Ontogenetic patterns of habitat use by fishes within the main channel of an Australian floodplain river. *Journal of Fish Biology*. 65 :1582-1603.

Magri, L. J., S. L. Souza, C. A. Cabral, & E. Zaniboni-Filho. 2008. A implantação da primeira hidrelétrica no Alto Rio Uruguai. Pp. 11-20. In: Zaniboni-Filho, E. & A. P. O. Nuñez (Eds). *Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. Florianópolis, Edefsc.

Meurer, S. 2010. Implantação de barragens no Alto Rio Uruguai (Brasil): influência sobre a assembléia e biologia das principais espécies de peixes. Unpublished Ph.D. Thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 106 p.

Meurer, S. & E. Zaniboni-Filho. 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: 159-166.

Nakatani, K., A. A. Agostinho, G. Baumgartner, A. Bialezki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis & C. S. Pavanelli. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá, Eduem.

Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens & H. Wagner. 2013. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-8. Available from: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>

R Development Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, v. 3.0.1. Available from: <http://www.R-project.org/>

Rakocinski, C.F., J. Lyczkowski-Shultz, S. L. Richardson. 1996. Ichthyoplankton assemblage structure in Mississippi Sound as revealed by Canonical Correspondence Analysis. *Estuarine, Coastal Shelf Science*. 43: 237-257.

Reynalte-Tataje, D. A., S. Hermes-Silva, P. A. Silva, A. Bialezki & E. Zaniboni-Filho. 2008 a. Locais de crescimento de larvas de peixes na região do Alto Rio Uruguai (Brasil). Pp. 159-193. In: Zaniboni-Filho, E. & A. P. O. Nuñez (Eds.). *Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. Florianópolis, Edufsc.

Reynalte-Tataje, D.A.; S. Hermes-Silva, L. A. Weiss & E. Zaniboni-Filho. 2008 b. Distribuição e abundância temporal do ictioplâncton no alto rio Uruguai, Brasil. Pp. 195-228. In: Zaniboni-Filho, E. & A. P. O. Nuñez (Eds.). *Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. Florianópolis, Edufsc.

Reynalte-Tataje, D. A. & E. Zaniboni-Filho. 2008. Biologia e identificação de ovos e larvas de peixes do alto rio Uruguai. Pp. 229-256. In: Zaniboni-Filho, E. & A. P. O. Nuñez (Eds.). *Reservatório de Itá:*

Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna. Florianópolis, Edufsc.

Reynalte-Tataje, D.A., K. Nakatani, R. Fernandes, A. A. Agostinho & A. Bialezki. 2011. Temporal distribution of ichthyoplankton in the Ivinhema River (Mato Grosso do Sul State/ Brazil): influence of environmental variables. *Neotropical Ichthyology*,9: 427–436.

Reynalte-Tataje, D.A., A. A. Agostinho, A. Bialezki, S. Hermes-Silva, R. Fernandes, & E. Zaniboni-Filho. 2012 a. Spatial and temporal variation of the ichthyoplankton in a subtropical river in Brazil. *Environmental Biology of Fishes*.94: 403-419.

Reynalte-Tataje, D. A., A. P. O. Nuñez, M. C. Nunes, V. Garcia, C. A. Lopes & E. Zaniboni-Filho. 2012 b. Spawning of migratory fish species between two reservoirs. *Neotropical Ichthyology*, 10: 829-835.

Reynalte-Tataje, D. A., E. Zaniboni-Filho, A. Bialezki & A. A. Agostinho. 2012 c Temporal variability of fish larvae assemblages: influence of natural and anthropogenic disturbances. *Neotropical Ichthyology*.10: 837-835.

Roberts, D. W. 2012. labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 1.5-0. Available from: <http://CRAN.R-project.org/package=labdsv>

Robinson, A. T., R. W. Clarkson & R. E. Forrest. 1998. Dispersal of larval fishes in a regulated river tributary. *Transactions of the American Fisheries Society*. 127: 772-786.

Sanvicente-Añorve, L., L. A. Soto, Espinosa-Fuentes, M. L. & C. Flores-Coto. 2006. Relationship patterns between ichthyoplankton and zooplankton: a conceptual model. *Hydrobiologia*.559: 11-22.

Sanches, P.V., K. Nakatani, A. Bialezki, G. Baumgartner, L.C. Gomes, E. A. Luiz. 2006. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. *River Research and Applications*. 22 (5): 555-565.

Scheidegger, K. J. & M. B. Bain. 1995. Larval fish distribution and microhabitat use in free-flowing and regulated rivers. *Copeia*, 1: 125-135.

- Silva, P. A., D. A. Reynalte-Tataje & E. Zaniboni-Filho. 2012. Identification of fish nursery areas in a free tributary of an impoundment region, upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10: 425-438.
- Somarakis, S., P. Drakopoulos & V. Filippou. 2002. Distribution and abundance of larval fish in the northern Aegean Sea-eastern Mediterranean- in relation to early summer oceanographic conditions. *Journal of Plankton Research*, 24: 339-358.
- Suzuki, H. I., F. M. Pelicice, E. A. Luiz, J. D. Latini & A. A. Agostinho. 2004. Reproductive Strategies of the Fish Community of the Upper Paraná River Floodplain. Pp. 125-130. In: Agostinho, A. A., L. Rodrigues, L. C. Gomes, S. M. Thomaz & L. E. Miranda (Eds.). *Structure and Functioning of the Paraná River and its Floodplain*. Maringá, Eduem.
- Suzuki, H.I., A. A. Agostinho, D. Bailly, M. F. Gimenes, H. F. Júlio-Junior & L. C. Gomes. 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: 649-660.
- Tanaka, S. 1973. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fisheries Technical Papers*. 122: 33-51.
- Tondato, K. K, L. A. F. Mateus, S. R. Ziober. 2010. Spatial and temporal distribution of fish larvae in marginal lagoons of Pantanal, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 8: 123-133.
- Vazzoler, A. E. A. M., M. A. P. Lizama & P. Inada. 1997. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. Pp. 249-265. In: Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (Eds.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, Eduem.
- Winemiller, K. O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, 81: 225-241.

Wheeler, B. 2010. lmpPerm: Permutation tests for linear models. R package version 1.1-2. Available from: <http://CRAN.R-project.org/package=lmpPerm>.

Zaniboni-Filho, E. & U. H. Schulz. 2003. Migratory fishes of the Uruguay river. Pp. 135-168. In: Carolsfeld, J., B. Harvey, C. Ross & A. Baer (Eds.). *Migratory Fishes of South America: Biology Social Importance and Conservation Status*. Victoria, World Fisheries Trust, The World Bank and the International Development Centre.

Ziober, S.R., D.A. Reynalte-Tataje, E. Zaniboni-Filho (in press). The importance of a conservation unit in a subtropical basin for fish spawning and growth. *Environmental Biology of Fishes*.

Segundo capítulo

*O papel de uma Unidade de Conservação em uma Bacia Subtropical
(Rio Uruguai, Brasil) como área de desova e crescimento de peixes*

O PAPEL DE UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO EM UMA BACIA SUBTROPICAL (RIO URUGUAI, BRASIL), COMO ÁREA DE DESOVA E CRESCIMENTO DE PEIXES.**

Simoni Ramalho Ziober^{a*}, David Augusto Reynalte-Tataje^b e Evoy Zaniboni-Filho^{a,b}

^aPrograma de Pós-Graduação em Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Rodovia Admar Gonzaga, 1346. 88034-001. Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil

^bLaboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD), Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia SC 406, 3532. 88066-000. Armação, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil

* Author for correspondence: e-mail: simoni_ziober@yahoo.com.br

Resumo

Os estudos para a localização de áreas de reprodução e desenvolvimento inicial de peixes de água doce em bacias subtropicais, ainda é incipiente. A maior parte do conhecimento existente se baseia em amostragens em ambientes impactados por barragens de empreendimentos hidroelétricos, sendo raros os estudos realizados em locais com características semelhantes às originais. Dessa forma, este estudo tem o objetivo de avaliar a distribuição espacial do ictioplâncton em uma Unidade de Conservação (Parque Estadual do Turvo-RS, Brasil) na bacia subtropical do rio Uruguai, em um trecho sem a presença de hidroelétricas e em melhores condições de preservação. A distribuição das densidades de ovos e de larvas de peixes foi avaliada quantitativamente, através de amostragens realizadas com redes de plâncton, enquanto a análise da composição de espécies de larvas foi avaliada qualitativamente, por meio de amostragens com redes de plâncton e de armadilhas luminosas. Houve diferenças significativas em dois trechos situados dentro do parque separados por um salto, tanto na distribuição de ovos e larvas quanto na composição de espécies da assembleia de larvas. Os nossos resultados indicam que períodos sem a cobertura do Salto Yucumã por enchentes influenciam a composição do ictioplâncton e a existência de dois ambientes reprodutivos distintos em um trecho de aproximadamente de 50 km. Estes resultados sustentam a hipótese de que, em bacias subtropicais a alternância de períodos de cheias e secas podem influenciar a estrutura da comunidade de peixes, e

evidencia a importância da manutenção de condições hidrológicas para reprodução de peixes nesta seção do rio.

Palavras-chave: Rio Uruguai, ictioplâncton, peixes de água doce, Parque Estadual do Turvo, Salto Yucumã

**Aceito para publicação na revista *Environmental Biology of Fishes*.

Introdução

Os eventos reprodutivos das comunidades de peixes neotropicais, bem como o sucesso na sobrevivência das proles estão intimamente relacionados à dinâmica dos ambientes aquáticos, principalmente as variações do nível do rio e da vazão (Lowe-McConnel 1987; Humphries et al. 2002; Agostinho et al. 2004), além da presença de habitats favoráveis à desova (Reynalte-Tataje et al. 2012 a e b; Ziober et al. 2012) e ao desenvolvimento inicial (Tondato et al. 2010; Reynalte-Tataje et al. 2012 c; Gogola et al. 2013).

Em rios tropicais da região Neotropical, os mecanismos ambientais que desencadeiam comportamentos reprodutivos nos peixes, tais como migração, desova e deriva da prole estão relativamente melhor esclarecidos do que em ambientes subtropicais dessa região. Diversos autores descrevem a reprodução altamente sazonal das espécies de peixes aí existentes, bem como a distribuição de seus ovos e larvas como resultados do padrão hidrológico destes rios (Junk et al. 1989; Winemiller 1989; Vazzoler 1996; Bialecki et al. 2005). Nestes ambientes, o padrão estabelecido é o de que no período chuvoso os peixes migram em direção as cabeceiras onde encontram condições favoráveis à desova (Lowe-McConnel 1987) e à deriva dos embriões rio abaixo até a eclosão das larvas, que encontram locais propícios ao desenvolvimento inicial nas planícies de inundação (Nakatani et al. 1997). Entretanto, em ambientes subtropicais, especialmente entre aqueles situados no hemisfério sul, o conhecimento das variáveis determinantes sobre o processo reprodutivo dos peixes e a forma como elas atuam sobre esse processo reprodutivo dos peixes ainda é incipiente (Humphries et al. 1999; Hermes-Silva et al. 2009), pois geralmente estas bacias estão sujeitas a maiores variações interanuais das estações chuvosas (Ropelewski and Halpert, 1989; Diaz et al. 1998), e conseqüentemente, dos padrões hidrológicos e de vazão, o que dificulta a identificação de áreas de reprodução e desenvolvimento inicial.

A bacia subtropical do Rio Uruguai, juntamente com as bacias do Paraguai e Paraná, que por sua vez possuem a maior parte de seus trechos na região tropical, formam bacia do Prata. Aquela bacia possui peculiaridades hidrológicas e morfológicas, e a localização de desova e áreas de crescimento é pouco conhecida relativamente às outras duas bacias. No trecho alto do rio Uruguai, grande parte da bacia se encontra em um vale bastante encaixado, com alta velocidade de fluxo e ausência de lagoas marginais e/ou planícies de inundação. A geomorfologia e a topografia da bacia de drenagem promovem consideráveis e repentinas

variações de fluxo (Zaniboni-Filho e Schulz, 2003). Baseado nessas características hidrológicas e topográficas, Hahn (2000) sugeriu que o Alto Rio Uruguai seja usado somente como área de desova, e que não existam nesse trecho com cerca de 600 km locais de crescimento das formas jovens de peixes. Contudo, estudos recentes no Alto Rio Uruguai têm mostrado evidências da existência de locais de crescimento, principalmente aqueles situados em ambientes de foz dos rios tributários (Zaniboni-Filho e Schulz, 2003; Hermes-Silva et al. 2009) e de poços (Silva et al. 2012; Reynalte-Tataje et al. 2012 a, b e c), e ainda que os eventos reprodutivos que envolvem desde a migração, desova e deriva da prole até os locais de crescimento, possam ocorrer em trechos mais curtos de rio do que os observados em bacias tropicais (Reynalte-Tataje et al. 2012 a).

A maior parte dos estudos realizados com ictioplâncton no alto rio Uruguai, esteve centrado em áreas sob influência das UHE's instaladas na região, objetivando identificar a influencia dos barramentos na reprodução dos peixes. Apesar disso, poucos estudos têm sido realizados nessa região em trechos com características originais, sem a influência dos reservatórios, o que limita a compreensão da dinâmica reprodutiva dos peixes em trechos da bacia aonde as características semelhantes às existentes anteriormente aos barramentos prevalecem. Estudos de ictiofauna na área do Parque Estadual do Turvo são inexistentes, apesar de ser a maior unidade de conservação (UC) do rio Uruguai. Essa UC está localizada a aproximadamente 140 km à jusante do empreendimento hidroelétrico mais próximo (UHE Foz do Chapecó), num trecho que ainda mantém as condições hídricas e de mata ciliar bastante preservadas.

Zaniboni-Filho e Schulz (2003) determinaram como sendo prioritária a manutenção do Parque Estadual do Turvo para a proteção dos estoques pesqueiros da região. Esses autores encontraram evidências de que essa área mantinha estoques de peixes em atividade reprodutiva, abastecendo os estoques pesqueiros situados tanto à montante quanto à jusante do Parque. No entanto, nenhum estudo foi desenvolvido na região para comprovar essa hipótese, bem como, se os cerca de 50 km de rio que atravessam o Parque são suficientes para garantir a desova, deriva e a criação das formas jovens.

Considerando o exposto, as hipóteses deste estudo são que existem áreas de desova e de criação das formas jovens de peixes na área do Parque e que a queda de água situada no Parque afeta a composição dos sítios reprodutivos situados a montante e jusante, provocando diferenças na distribuição e na composição do ictioplâncton

nestas áreas. O objetivo geral do trabalho foi localizar os trechos do rio e ambientes do Parque onde as espécies consigam completar o ciclo reprodutivo (desova, deriva e locais de crescimento). Especificamente pretende-se, analisar a existência de diferenças na abundância do ictioplâncton entre duas subáreas no interior do Parque Estadual do Turvo; avaliar a existência de padrão mensal/espacial na distribuição dos estágios de desenvolvimento larval; descrever a composição do ictioplâncton; verificar a existência de diferença na composição do ictioplâncton entre as subáreas de estudo e identificar os táxons mais relacionados a cada subárea, relacionar a distribuição do ictioplâncton com o padrão geomorfológico e hidrológico do rio Uruguai na área do Parque e nas imediações situadas à montante e à jusante.

Material e Métodos

Área de estudo

O rio Uruguai, juntamente com os rios Paraguai e Paraná, forma a bacia do Prata, sendo a bacia do rio Uruguai geologicamente mais recente dentre estas (Soldano 1947), possuindo uma área de drenagem de 365000 km². Em suas porções Alta e Média, o rio corre em um leito encaixado circundado por um vale bastante íngreme, sendo interrompido por muitas quedas d'água e corredeiras intercaladas com poços profundos, característica geomorfológica esta que, como descrito por Reynalte-Tataje et al. (2008 a), parece ser bem aproveitada pela ictiofauna.

O Parque Estadual do Turvo situa-se no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, (coordenadas 27°07' a 27°16' S e 53°48' a 54°04' W) no município de Derrubadas, junto ao rio Uruguai, fazendo divisa com o Estado de Santa Catarina e a província argentina de Misiones. Trata-se de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, criada no ano de 1947, que atualmente apresenta área de 17.491,4 hectares. Na divisa argentina do Parque está situada uma reserva florestal (Reserva de Biosfera Yabotí) com área total superior a 253 mil hectares. Essa localização do Parque garante que um trecho aproximado de 50 km do rio Uruguai percorra uma área com vegetação ciliar preservada. (Figura 13). No interior do parque está localizado o salto Salto Yucumã, uma fenda rochosa diagonal ao leito do rio, com aproximadamente 1800 m de comprimento e 12 m de altura, situada a aproximadamente 1200 km da foz do rio Uruguai. Este é o marco que divide as porções do Alto e Médio rio Uruguai, e funciona como um obstáculo temporário à migração dos peixes (Zaniboni Filho e Schulz 2003). Sob determinadas condições hidrológicas o nível do rio se eleva e inunda completamente o

salto, deixando de ser uma barreira ao deslocamento dos peixes. Entretanto, esta é uma condição especial no sistema, e ocorre somente em anos com altíssimos índices pluviométricos. No ano de realização do presente estudo as cheias não foram suficientes para permitir a inundação completa do salto.

A área de estudo abrange o trecho do rio Uruguai localizado no interior do Parque Estadual do Turvo e a foz de três de seus tributários que desembocam no rio Uruguai dentro da área do Parque. A área foi dividida em duas subáreas:

- a. Subárea Peperi-Guaçu: trecho do rio Uruguai no interior do Parque situado à montante do Salto Yucumã, com aproximadamente 10 km de extensão, compreendido entre o tributário Peperi-Guaçu até as proximidades do referido salto. Neste trecho, o rio Uruguai tem características lólicas, se apresentando como uma grande corredeira e sem a presença de poços.
- b. Subárea Turvo: trecho do rio Uruguai no interior do Parque situado à jusante do Salto Yucumã, com aproximadamente 40 km de extensão compreendido entre as proximidades do referido salto até a foz do tributário rio Turvo. Nesse trecho o rio Uruguai possui trechos de corredeiras intercaladas com ambientes de poços profundos.

Coleta e análise dos dados

Análise da distribuição espacial de ovos e larvas em deriva: As coletas foram realizadas mensalmente, no período reprodutivo (outubro a março, que corresponde ao período entre a primavera e verão no hemisfério sul, e à época de reprodução da maior parte da sspécies da região, de acordo com Reynalte-Tataje et al., 2008 b) do ano de 2010/2011, em dez pontos de amostragem distribuídos no Parque do Turvo da seguinte forma: quatro deles localizados na sub-área Peperi-Guaçu sendo um na foz do tributário Peperi-Guaçu (FP) e três no rio Uruguai (C1, C2 e C3, assim denominados conforme a localização no rio, crescente de montante para jusante), e seis na sub-área Turvo, sendo quatro deles no rio Uruguai (C4, C5, C6 e C7, assim denominados conforme a localização no rio, crescente de montante para jusante) e dois na foz dos tributários rio Paraíso (FPa) e rio Turvo (FT). Todos os pontos situados no rio Uruguai apresentam características hidrológicas de corredeira.

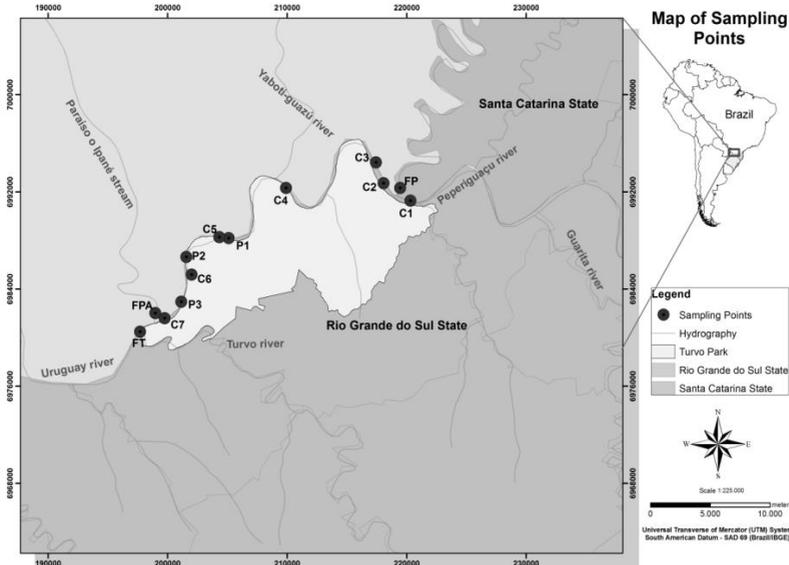


Fig.13. Localização da área de amostragem e pontos de coleta. C1(53°49'41,35"W; 27°10'12,71"S); C2(53°50'55,96"W; 27°09'27,36"S); C3 (53°50'55,96"W; 27°08'46,50"S); C4 (53°55'38,62"W; 27°09'40,47"S); C5(53°59'04,55W; 27°11'48,01"S); C6 (54°00'48,38"W; 27°12'43,10"S); C7 (54°01'57,46"W; 27°15'21,01"S); P1 (53°59'37,44"W; 27°11'48,77"S); P2 (54°01'00,46"W; 27°14'39,43"S); P3 (54°02'58,97"W; 27°15'43,52"S); FP (53°49'58,38"W; 27°09'58,31"S); FPa (54°02'11,10"W; 27°15'19,58"S); FT (54°03'06,53"; 27°15'59,68"S)

As coletas foram realizadas no período noturno (por volta das 20:00 h) com rede de plâncton do tipo cônico-cilíndrica, com 1.5 m de comprimento, 0.36 m de diâmetro de boca e malhagem de 500 μ m. Em cada ponto, foram realizadas coletas em três noites consecutivas por mês, com a disposição simultânea de três redes dispostas contra a correnteza, com o objetivo de capturar ovos e larvas durante a deriva, e mantidas por um intervalo de dez minutos. A uma das redes foi acoplado um fluxômetro mecânico General Oceanics 2030-R, para a estimativa do volume de água filtrado. Ainda no campo, as amostras foram acondicionadas em frascos de PVC, triadas nas bases de apoio na mesma noite em que foi feita a coleta, utilizando lanternas, bandejas de PVC e pipetas de plástico, sendo processadas a olho nu ou com o auxílio de lupas de mão. Quando necessário, foram utilizados microscópio estereoscópico e placas de Bogorov. Os ovos encontrados foram quantificados e devolvidos ao rio. As larvas presentes nas amostras

foram quantificadas, fixadas em solução de formalina 4% tamponada com carbonato de cálcio, levadas ao laboratório para identificação ao menor nível taxonômico possível, e separadas pelo estágio de desenvolvimento de acordo com o grau de flexão da notocorda (Nakatani et al. 2001).

A abundância de ovos e larvas foi padronizada para um volume de 10 m³ de água filtrada, de acordo com Tanaka (1973). Posteriormente ao cálculo das densidades o valor médio das três coletas foi utilizado para representar o valor mensal de cada ponto amostral, sendo os valores de abundância logaritimizados ($\log(x+1)$). Como os testes revelaram que os dados não possuem os pressupostos necessários para utilização da ANOVA, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney para a avaliação da diferença entre as subáreas. Para efeito desta análise, cada ponto de coleta foi considerado como réplica, sendo realizada uma análise por mês.

Análise da composição de espécies: além dos indivíduos capturados com a rede de arrasto foram utilizadas as larvas coletadas com o equipamento armadilhas luminosas, que consiste em uma estrutura metálica cúbica e fundo piramidal, com 0.003 m³ de volume, revestida com malha de 500 µm, acoplada a um copo coletor de PVC e uma lâmpada interna na cor verde, com objetivo de atrair ativamente os indivíduos (Reynalte-Tataje et al., 2012 d). Estes equipamentos foram colocados nos pontos de amostragem ao anoitecer e retirados ao amanhecer, permanecendo submersos, portanto, por um período de 12 horas. As coletas na subárea Peperi-Guaçu foram realizadas nos mesmos pontos onde foram feitas as coletas de arrasto (FP, C1, C2 e C3), e na subárea Turvo em dois pontos equivalentes aos do arrasto (FT e C5) e em três pontos adicionais que apresentavam características hidrológicas de poços (P1, P2 e P3, assim denominados conforme a localização no rio, crescente de montante para jusante). A quantidade de coletas e de armadilhas utilizadas foi a mesma das amostragens feitas com rede de arrasto, assim como o processamento em campo das amostras e a identificação dos indivíduos em laboratório ao menor nível taxonômico possível, de acordo com Nakatani et al. (2001) e Reynalte-Tataje e Zaniboni Filho (2008).

Os dados de composição foram avaliados qualitativamente através de uma matriz de presença e ausência. Primeiramente a multidimensionalidade dos dados de abundância foi reduzida através de um Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) (Borcard et al. 2011). Para a avaliação das diferenças na composição entre as subáreas foi realizada uma MANOVA Não-Paramétrica (NP-

MANOVA) com 9999 permutações estratificadas nos locais de amostragem (Anderson 2001). Para a análise da diferença na diversidade entre as subáreas foi utilizada a Análise de Dispersão Multivariada (PERMADISP), avaliando a distância dos pontos com relação à mediana do grupo, com 999 permutações (Anderson et al. 2006). Nestas três análises foi usada a matriz de dissimilaridade calculada pelo índice de Jaccard da matriz de presença e ausência dos dados de composição. Para a avaliação das espécies mais associadas a cada uma das subáreas foi utilizado o IndVal, uma análise que combina a abundância relativa com a frequência de ocorrência de cada espécie dentro dos grupos, dá um índice que varia de 0 a 100 que é máximo quando todos os indivíduos de uma espécie são observados dentro de apenas um grupo, e um valor de p não-exato, calculado por permutações (1000 aleatorizações no *default* da função) (Dufrene e Legendre 1997, Roberts, 2012).

Todas as análises foram realizadas no programa R v. 2.15.1 (The R Development Core Team 2012), sendo o teste de Mann-Whitney com a utilização do pacote “stats” (The R Development Core Team 2012). As análises NMDS, NP-MANOVA e Análise de Dispersão Multivariada foram feitas com a utilização do pacote *vegan* (Oksanen et al. 2013) e o IndVal através do pacote *labdsv* (Roberts 2012).

Padrão geomorfológico e hidrológico do rio Uruguai: O padrão destas características do rio Uruguai no trecho da Unidade de Conservação e seus arredores, foi avaliada através da análise de imagens de satélites (Datum SAD 69), utilizando o software Arc.Map 10.1 (ESRI 2011).

Resultados

Abundância de Ovos e Larvas

No total foram capturados 7210 ovos (97.28% do total de indivíduos capturados) e 202 larvas (2.73 %). As maiores densidades de ovos foram observadas nos pontos C5 e C6, ambas no mês de janeiro (7,59 e 2,68 ovos/10m³, respectivamente), que, entretanto foram valores extremos para o mês (Fig. 14a e 14c). As maiores densidades de larvas, por sua vez, foram registradas no mês de fevereiro em C1 (0,19 larvas/10m³) e no mês de novembro em C2 (Fig. 14b e 14d).

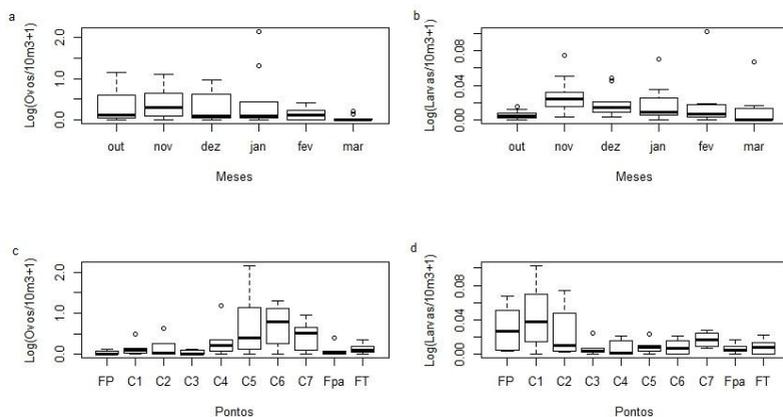


Fig.14. Distribuição mensal e espacial das medianas, valores máximos, mínimos e extremos das densidades logaritmizadas (indivíduos/10m³) de ovos (a e c) e larvas (b e d) de peixes coletados no Parque Estadual do Turvo, entre os meses de outubro de 2010 e março de 2011.

O teste de Mann-Whitney indicou diferença significativa na abundância de ovos entre as subáreas somente no mês de outubro ($W=2$, $p=0.038$), sendo estas maiores na subárea Turvo. A abundância de larvas diferiu significativamente no mês de novembro, mês em que se observou as maiores abundâncias na subárea Peperi-Guaçu ($W=23$, $p=0.019$) (Figura 15).

Estágios de Desenvolvimento Larval

Na subárea Peperi-Guaçu, observou-se um padrão de distribuição dos estágios larvais no tributário aí amostrado, ao longo do período, onde as larvas em estágios iniciais de desenvolvimento (larval-vitelino e pré-flexão) foram mais capturadas nos meses iniciais do período reprodutivo (outubro e novembro), enquanto as larvas em estágios mais avançados (flexão e pós-flexão) no final do período (principalmente no mês de março). Nos pontos amostrais situados no rio principal, as larvas em pré-flexão foram capturadas em maior densidade em todos os meses amostrados (com exceção do mês de março). As larvas em estágios mais avançados de desenvolvimento foram observadas com maior representatividade no mês de dezembro em C2, entretanto, com densidades relativamente baixas nos meses de janeiro e fevereiro, sendo totalmente ausentes nas capturas de março.

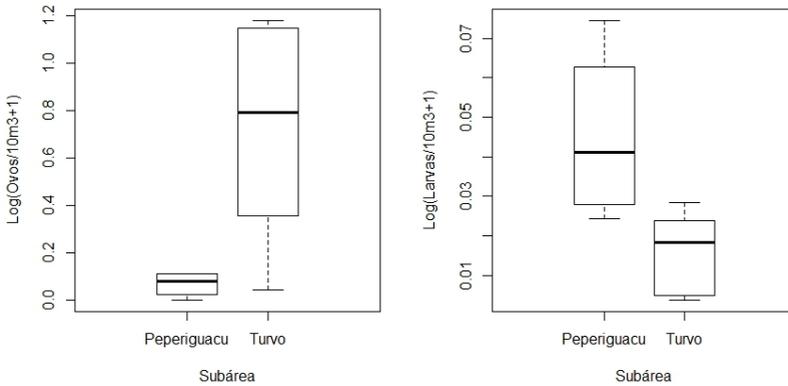


Fig.15. Medianas, valores máximos e mínimos das densidades logaritmizadas (indivíduos/10m³) de ovos coletados no mês de outubro de 2010 (a) e de larvas de peixes coletadas no mês de novembro de 2010 (b) nas subáreas de amostragem no Parque Estadual do Turvo.

Na subárea Turvo, os pontos amostrais localizados no rio principal apresentaram as maiores densidades de larvas nos estágios iniciais durante os três primeiros meses de amostragem, sendo este padrão invertido nos meses seguintes, quando as maiores abundâncias de larvas foi observada em estágios mais avançados, principalmente no ponto mais à jusante (C7), verificada em janeiro. Com relação aos tributários, não houve um padrão claro de distribuição das fases larvais em nestes pontos amostrais, entretanto destacam-se as maiores densidades em FT, em outubro para as larvas em pré-flexão e no mês de janeiro para as larvas em flexão. (Figura 16).

Composição taxonômica das larvas

O número total de larvas utilizadas na análise da composição taxonômica foi de 2135. Com o equipamento rede de arrasto, foram capturadas 133 larvas na subárea Peperi-Guaçu e 69 na subárea Turvo, enquanto que utilizando a armadilha luminosa, foram capturadas 1565 larvas na subárea Peperi-Guaçu e 368 na subárea Turvo. Considerando a composição das capturas realizadas com os dois equipamentos (rede de arrasto e armadilha luminosa, respectivamente), na subárea Peperi-Guaçu, a ordem Characiformes contribuiu com 62,41% e 86,33% das capturas, Siluriformes com 12,03% e 3,07% e Gymnotiformes com

6,02% e 0,26%. As larvas que não puderam ser identificadas nem ao nível de ordem representaram 19,55% e 10,35% para cada um dos equipamentos utilizados. Na subárea Turvo, Siluriformes contribuiu com 55,07% e 2,99% das capturas realizadas com redes de arrasto e armadilhas luminosas, respectivamente, enquanto Characiformes com 28,99% e 89,40% e Gymnotiformes com 1,45% e 0,27%. Nessa área, as larvas que não puderam ser identificadas em nenhum nível taxonômico representaram 14,49% e 7,34% das capturas (Tabela 5).

Considerando a semelhança da dispersão dos pontos em torno da mediana dos grupos, como indicada pela PERMADISP, conclui-se que não há diferença na diversidade beta entre as duas subáreas analisadas. Entretanto o resultado da NP-MANOVA ($F=2,76$ $p<0,001$, $gl=1$), revela a existência de diferença na frequência relativa das espécies em cada subárea. A figura 16 mostra o biplot dos dois eixos do NMDS extraídos após 20 iterações com um stress de 11.88 e um ajuste linear entre as distâncias da ordenação e o espaço original de $R^2=0.93$. Esta figura ilustra a separação das duas subáreas e a semelhança da dispersão dos pontos com relação à mediana dos grupos.

De acordo com o IndVal, além de indivíduos contidos na ordem Characiformes e que não puderam ser identificados em um nível taxonômico menor, a espécie *Astyanax jacuhiensis* e o gênero *Serrapinus* spp. estiveram associados significativamente ($p<0.05$) à subárea Peperi-Guaçu. Observou-se ainda, que apesar da semelhança estatística, a maior parte dos táxons da ordem Characiformes esteve mais fortemente associado à subárea Peperi-Guaçu, enquanto que os da ordem Siluriformes, com destaque aos Pimelodidae, estiveram, em sua maioria, mais associados à subárea Turvo. Somente duas espécies de peixes migradores foram capturados dentre a comunidade de larvas amostrada neste trabalho, são elas: *Leporinus obtusidens*, com maior expressividade na subárea Peperi-guaçu, e *Pimelodus maculatus* na subárea Turvo (Tabela 5).

Distribuição relativa de ovos e larvas ao longo do padrão geomorfológico e hidrológico do rio Uruguai

A análise integrada dos resultados e a avaliação espacial do padrão geomorfológico e hidrológico do rio Uruguai, criado representação esquemática na figura 18, que contém a distribuição de desova, locais de crescimento e deriva (observada e provável) para os diferentes ambientes encontrados dentro do parque e seus arredores, a jusante e a montante.

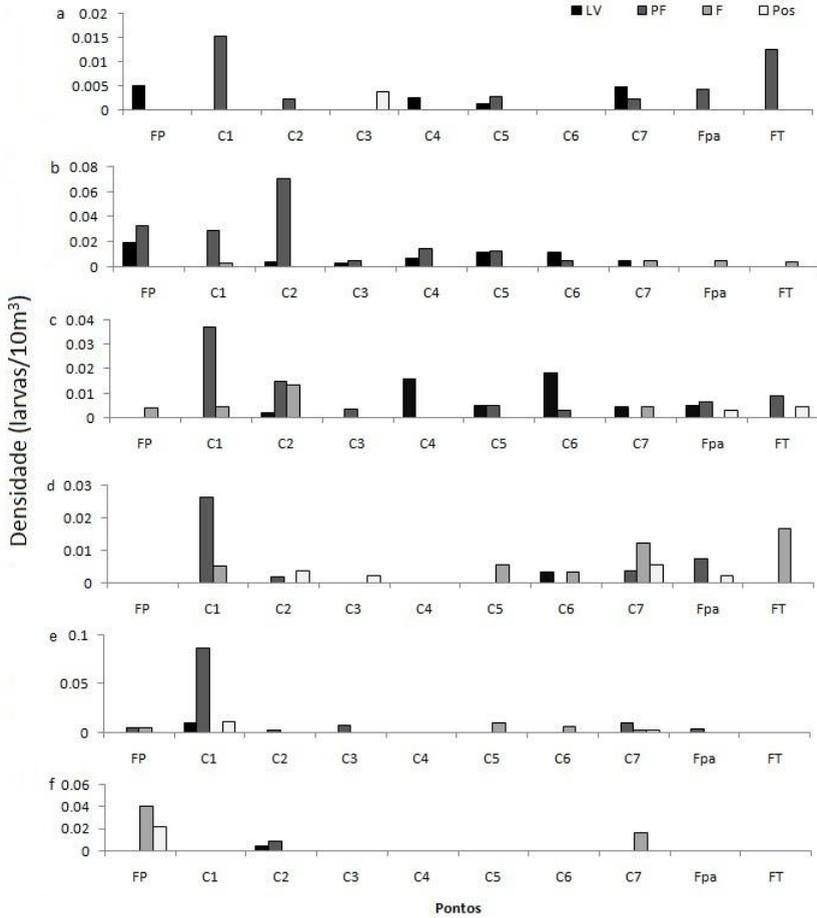


Fig.16. Distribuição mensal e espacial dos estágios de desenvolvimento larval (larvas/10m³), coletados no Parque Estadual do Turvo, entre os meses de outubro de 2010 e março de 2011.

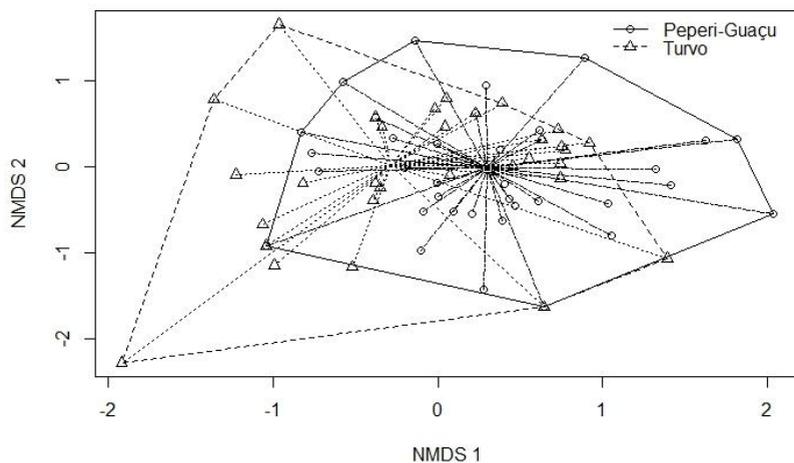


Fig.17. Eixos do NMDS (stress=0,11, $R^2=0,93$) calculado com a matriz de dissimilaridade do índice de Jaccard dos dados de composição de larvas de peixes, coletadas no Parque Estadual do Turvo, entre os meses de outubro de 2010 e março de 2011.

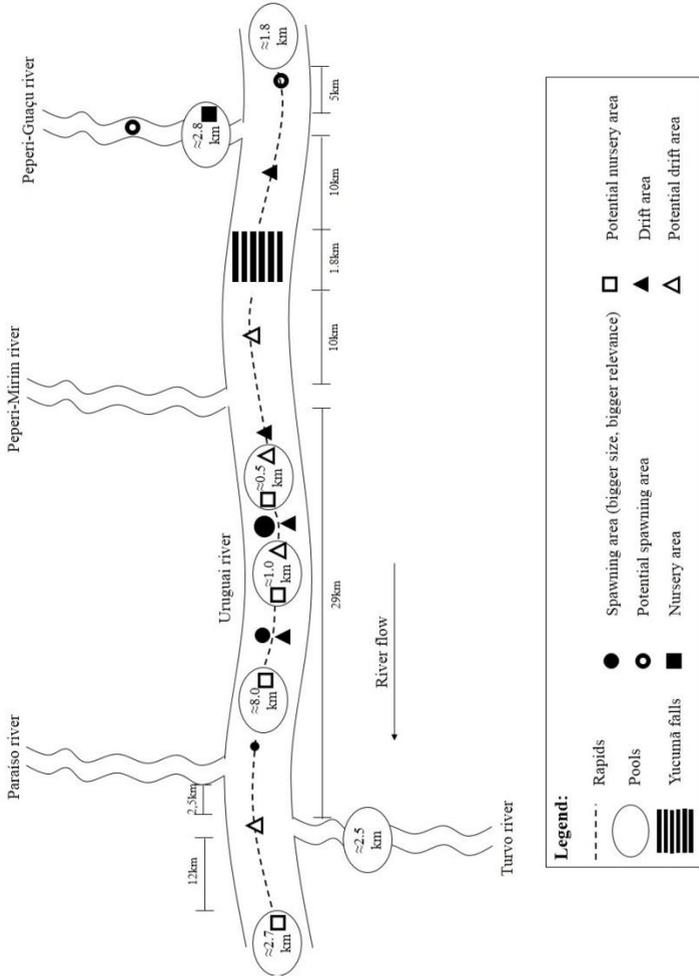


Fig. 18. Representação esquemática da distribuição dos locais de desova, deriva e crescimento de peixes observados e prováveis, na região do Parque Estadual do Turvo, RS e arredores.

Legenda tabela 5

*indivíduos identificados somente em nível de Ordem; ** indivíduos identificados somente em nível de Família.

0<F<1%	1%≤F<10%	10%≤F<20%	20%≤F<30%	30%≤F<40%
40%≤F<50%	50%≤F<60%	60%≤F<70%	70%≤F<80%	80%≤F<100%

Discussão

Os resultados obtidos no presente estudo mostram de forma clara a importância do Parque Estadual do Turvo como área de reprodução para a comunidade íctica do Alto rio Uruguai. Pelo fato de neste ano não ter ocorrido uma inundação suficiente para inundar completamente o salto, a comunidade a jusante foi impedida de acessar o trecho à montante desta barreira, reproduzindo assim logo abaixo da mesma. Adicionalmente, a comunidade de peixes a montante da do salto, que encontrou locais de desova, produziram ovos e larvas que ali desenvolveram ou foram transportados pela água e passivamente cruzaram a cachoeira. Reynalte-Tataje et al. (2008 a) observaram altas taxas de mortalidades de larvas a deriva quando atravessam a cachoeira devido ao impacto mecânico causado por grande turbulência da água nesta seção. Deste modo, a cachoeira sob condições hidrológicas, como observado neste estudo, funciona como barreira para eventuais migrações reprodutivas, impedindo peixes adultos a procurar áreas de desova a montante, e a sobrevivência de juvenis nascidos a montante que cruzaram a cachoeira pela deriva, o que justifica as diferenças observadas na distribuição de ovos e larvas entre as subáreas. Apesar de este ser um caso geral, esta barreira eventualmente pode ser inexistente em anos de grandes índices pluviométricos, e o padrão de distribuição nestes casos pode ser diferente.

Os resultados também evidenciam a importância dos diferentes ambientes presentes neste trecho de rio, com aproximadamente 50 km dentro do Parque no ciclo reprodutivo dos peixes, onde foram encontrados locais de desova, de deriva de ovos e larvas e áreas de berçário, que estão representados na figura 22. Estes resultados reforçam as hipóteses existentes sobre a importância da heterogeneidade de habitats para a manutenção das diferentes populações (Sanches et al. 2006; Baumgartner et al. 2008; Reynalte-Tataje et al. 2012 a), e para a segregação dos estágios de desenvolvimento inicial (Reynalte-Tataje et al. 2008 a; Silva et al. 2012), além da relevância apresentada pelo ambiente formado pelo canal do rio na reprodução dos peixes em ecossistemas que não apresentam planícies de inundação (Reynalte-Tataje et al. 2008 a), ou ainda, quando estas planícies de inundação estão inacessíveis (Humphries et al. 1999; King 2004). Estas observações se mostram ainda mais importantes se considerarmos que existem na região diversos empreendimentos hidroelétricos em fase de inventário e de estudos ambientais (Magri et al. 2008; ANEEL 2014), que poderão afetar a área do parque e aí causar homogeneidade espacial. Portanto estes resultados podem ser utilizados pelos envolvidos nos

projetos e por tomadores de decisão quando da avaliação dos estudos ambientais.

De forma geral, a predominância na proporção de ovos relativamente à de larvas de peixes (97,2%) nesta região foi semelhante à verificada em outros trechos do Alto rio Uruguai (Hermes-Silva et al. 2009; Reynalte-Tataje et al. 2012 a e b), e a de um trecho de rio também bastante encaixado situado na região de cabeceira do rio Cuiabá, caracterizado como local de desova (Ziober et al. 2012). Esta proporção de ovos é muito superior ao observado em outras bacias hidrográficas sul-americanas, onde, em muitos casos, apresentam maiores proporções de larvas (Nascimento e Nakatani, 2005; Castro et al. 2002; Baumgartner et al. 2004; Gogola et al. 2010; Reynalte-Tataje et al. 2011). Apesar desse padrão geral observado no presente estudo, essa dominância de ovos ocorreu na subárea Turvo no mês de outubro, o que indica que se trata de uma área favorável à desova. As densidades de larvas foram significativamente superiores na subárea Peperi-Guaçu no mês de novembro, indicando que esse trecho recebe as larvas em deriva provenientes de locais de desova situados à montante.

Na subárea Peperi-Guaçu, a região inferior do tributário parece ter atuado como um local de desova e de criadouro natural, uma vez que ao longo do período reprodutivo foram observadas larvas em estágios iniciais, mais abundantes no início do período reprodutivo, e de larvas em estágios mais avançados no final do período. Conforme descrito por Zaniboni-Filho e Schulz (2003), esses ambientes, que estão sujeitos a represamento causado pelo rio principal sob certas condições hidrológicas, podem ser usados com função de berçário. A baixa densidade de ovos observada nas coletas realizadas neste tributário pode ser atribuída a uma concentração dos pontos de amostragem nas áreas de criação, e que as áreas de desova estivessem situadas à montante do ponto de coleta. Nos pontos de amostragem situados no rio principal, entretanto, a maiores densidades de larvas em estágios iniciais indica que estes são ambientes de deriva. Na subárea Turvo, a intercalação de ambientes de poços e corredeiras parece ser favorável tanto à deriva de ovos e larvas quanto à existência de locais de crescimento. Dentre os prováveis locais de crescimento existentes no interior do parque, um ambiente de poço com aproximadamente 8 km de extensão (P3) parece exercer essa função, o que é confirmado pela presença de larvas em estágios mais avançados de desenvolvimento no ponto amostral situado imediatamente abaixo desse poço (C7). A função de ambientes de poços como locais de berçário de peixes tem sido relatada (Reynalte-Tataje et

al. 2008 a, Silva et al. 2012) para os rios com ausência de planícies de inundação e/ou lagoas marginais.

A assembleia ictioplanctônica foi composta na maior parte por espécies de pequeno e médio porte, com características reprodutivas de espécies oportunistas, que segundo Suzuki et al. (2004) apresentam rápida maturação gonadal, desova parcelada, longos períodos reprodutivos, ovos pequenos e pelágicos, deslocamento migratório curto ou ausente e sem cuidado parental. De acordo com Mims e Olden (2013), a presença de espécies com essas características está associada a habitats que sofrem distúrbios frequentes e intensos, de modo que o ambiente é refletido na estrutura da assembleia de larvas. Sabidamente, a reprodução dos peixes é regulada de modo a garantir um número suficiente de sobreviventes (Bialetzki et al. 2005). As espécies do gênero *Bryconamericus* são consideradas bastante generalistas e não requerem condições muito específicas para efetuar a reprodução (Silva et al. 2012), tendo sido capturadas larvas desse gênero em abundância em todos os pontos amostrados neste estudo. Alguns autores (Bialetzki et al. 2005, Reynalte-Tataje et al. 2012c) tem observado a dominância de *B. stramineus* em períodos secos. A condição hidrológica observada durante a realização deste estudo parece ter favorecido o recrutamento das espécies deste gênero.

A diversidade beta de espécies foi semelhante entre as duas subáreas, de acordo com a PERMADISP, entretanto a NP-MANOVA mostra diferença na frequência relativa das espécies nestas duas subáreas, indicando que as espécies utilizam os ambientes de forma diferente. Este resultado indica a existência de duas áreas reprodutivas nessa região do rio Uruguai, uma delas localizada acima e outra abaixo do salto, sendo que as diferenças relativas nas frequências podem ser evidenciadas pelos resultados do IndVal.

Os táxons *Astyanax jacuhiensis* e *Serrapinus* spp. estiveram significativamente associados à subárea Peperi-Guaçu, além de que, de forma geral, apesar da ausência de significância, pode-se observar uma tendência da associação dos Characiformes, mais especificamente das espécies da família Characidae, à esta subárea. Muitos autores constataram, em regiões tropicais, que esta família é altamente associada a ambientes lênticos e com presença de macrófitas aquáticas, fatores que lhes oferecem proteção contra a correnteza e predadores (Delariva et al. 1994; Petry et al. 2003; Daga et al. 2009; Gogola et al. 2013). No tributário Peperi-Guaçu este grupo foi o que apresentou maior representatividade, indicando que este ambiente possui características adequadas para sua reprodução e o desenvolvimento inicial das formas

jovens. No entanto, a presença desse grupo também foi registrada no rio Uruguai, revelando que os representantes da família Characidae existentes na região compõem um grupo com elevada plasticidade reprodutiva, com possibilidade de reproduzir inclusive em ambientes com características lóticis. Apesar disso, suas larvas precisariam atingir locais favoráveis ao desenvolvimento inicial, o que provavelmente não ocorreu nesse trecho lótico devido às características hidrológicas observadas neste ano de estudo.

A tendência de associação de larvas de Siluriformes à subárea Turvo também pode ser considerada como um resultado das diferenças hidrológicas e geomorfológicas entre as duas subáreas, uma vez que as espécies da ordem Siluriformes preferem ambientes profundos e com águas mais calmas (Delariva et al. 1994; Castro et al. 2002; Zaniboni Filho e Schulz et al. 2003). Portanto este grupo parece ser favorecido pela condição de intercalação de ambientes de poços e corredeiras existentes na subárea Turvo.

A presença de larvas das espécies migradoras de longa distância *Leporinus obtusidens* e *Pimelodus maculatus*, apesar de observadas em baixas frequências, mostra que a área, pode ser utilizada para a reprodução de tais espécies. As capturas de *L. obtusidens* foram mais expressivas na subárea Peperi-Guaçu, entretanto houve capturas de larvas desta espécie também na subárea Turvo, nesse caso, restrita a ambientes de poços e feitas com armadilha luminosa. Estes resultados indicam haver reprodução desta espécie tanto à montante quanto à jusante do salto, e que os ambientes de poços são utilizados para o desenvolvimento inicial da espécie. Zaniboni Filho e Schulz (2003) relatam que apesar desta espécie apresentar grande interesse na pesca comercial nas regiões do Médio e Baixo rio Uruguai, sua captura no trecho superior da bacia está restrita às imediações do Parque do Turvo. A presença de *L. obtusidens* nas proximidades do Parque é igualmente relatada por Schütz et al. (2008). Estas constatações sugerem que as populações aí residentes realizem curtos deslocamentos migratórios à montante, e que as fases iniciais conseguem sobreviver e fechar o ciclo de desenvolvimento dentro da área compreendida pelo parque. A subárea Turvo, apesar de conter um trecho relativamente pouco extenso, parece ser grande o suficiente para que a espécie *P. maculatus* reproduza e complete todo o seu ciclo de vida, semelhante ao observado por Reynalte-Tataje et al. (2008 a) em um trecho lótico de apenas seis quilômetros existente entre dois reservatórios situado no alto rio Uruguai. Apesar de *P. maculatus* ser considerada espécie migradora de longa distância na região do Alto Rio Paraná (Suzuki et al. 2004),

parece que tem conseguido sucesso reprodutivo em trechos mais curtos do Alto Rio Uruguai, conforme sugerido por Reynalte-Tataje et al. (2008 a), para essa e algumas outras espécies de peixes migradores da bacia.

Esta condição hidrológica não é um fator que produz interrupção no fluxo gênico entre as populações a montante e à jusante das quedas, principalmente para grandes migradores. Ribolli et al. (em preparação) não observaram estruturação genética em uma população de *Salminus brasiliensis* à montante e à jusante do salto, pois este é eventualmente inundado. Contudo, pode ser um fator que gera heterogeneidade de habitats na área, uma vez que as grandes inundações provocariam uma homogeneidade espacial no canal do rio, principalmente a jusante das quedas. Estudando um padrão geográfico de distribuição de espécies de peixes na América do Norte, Knouft e Page (2011) concluíram que o clima, altitude e diversidade de fluxo no canal do rio são importantes preditores de variação na riqueza de espécies, e que cada um desses fatores afetam a diversidade dentro de diferentes famílias. Considerando as diferenças na distribuição de ovos e larvas e na composição de espécies, a hipótese de que alguns grupos de peixes podem ser favorecidos pela diversidade de fluxo no canal do rio que são gerados em períodos secos à jusante da cachoeira. Diferentemente, os períodos de cheias podem favorecer outros grupos presentes na subárea à montante do Salto do Yucumã. Neste sentido, estes resultados são a base para a hipótese de que a alternância de períodos de cheias e secas na bacia do rio Uruguai contribui para a manutenção da diversidade e riqueza de espécies de peixes (Reynalte-Tataje et al. 2012c).

Com estes resultados, podemos concluir que períodos que não permitem a inundação total do Salto do Yucumã, influenciam a composição das assembléias de ictioplâncton e, provavelmente, a estrutura da comunidade da ictiofauna. As diferenças hidrológicas observadas entre as subáreas parecem ser importantes para a manutenção das espécies de peixes nessa região do Alto Rio Uruguai, pois elas utilizam de formas distintas cada um destes habitats. A comunidade de peixes pode ter mais sucesso na desova e desenvolvimento das fases iniciais, quando proporcionados uma grande variedade de habitats, como a intercalação de trechos com corredeiras e poços. Entretanto, deve-se considerar a importância da seção do rio Uruguai à montante do Salto do Yucumã, o que representa uma área de deriva de larvas provenientes de desovas ocorridas à montante, que podem atravessar esse obstáculo durante os períodos de cheias e atingir áreas de crescimento existentes a jusante.

Estudos realizados em períodos reprodutivos que apresentem outras condições hidrológicas terão importância para completar a avaliação da relevância da área do Parque para a comunidade de peixes do Alto rio Uruguai. Apesar disso, esses resultados já evidenciam a necessidade da manutenção das características hidrológicas do rio Uruguai no interior do Parque Estadual do Turvo para a proteção dos estoques pesqueiros e da diversidade da comunidade íctica da região.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESC pela disponibilização da bolsa de Doutorado à primeira autora e ao CNPq pela bolsa de produtividade ao último autor. Ao financiamento do trabalho de campo realizado pelo CNPq, FAPESC e Tractebel Energia. Agradecem ainda à Dra. Lúcia A. F. Mateus pelo auxílio nas análises estatísticas, ao Msc. Rodrigo Nascimento pelo auxílio nas análises geoespaciais e à Msc. Valquíria Garcia pela elaboração da representação gráfica (figura 18).

Referências

Anderson MJ (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol* 26:32-46

Anderson MJ, Ellingsen KE, McArdle BH (2006) Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecol Lett* 9:683-69

Aneel (2014) Agência Nacional de Energia Elétrica: Ministério de Minas e Energia. URL <http://www.aneel.gov.br>. Data de acesso: 02/05/2014.

Baumgartner G, Nakatani K, Gomes LC, Bialeztki A, Sanches PV, Makrakis MC (2004) Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. *Environ Biol Fish* 71-115-125

Baumgartner G, Nakatani K, Gomes LC, Bialeztki A, Sanches PV, Makrakis MC (2008) Fish larvae from the upper Paraná River: do abiotic factors affect larval density? *Neotropical Ichthyology* 6(4):551-558

Bialetzki A, Nakatani K, Sanches PV, Baumgartner G, Gomes LC (2005) Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. *Environ Biol Fish* 73: 37-47

Borcard D, Legendre P, Gillet F (2011) *Numerical Ecology with R*. Springer, New York

Castro RJ, Nakatani K, Bialetzki A, Sanches PV, Baumgartner G (2002) Temporal distribution and composition of the ichthyoplankton from Leopoldo's Inlet on the Upper Paraná River Floodplain (Brazil). *J Zool* 256:437-443

Daga VS, Gogola TM, Sanches PV, Baumgartner G, Piana PA, Gubiani EA, Delariva RL (2009) Fish larvae assemblages in two floodplain lakes with different degrees of connection to the Paraná River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(3):429-438

Delariva RL, Agostinho AA, Nakatani K, Baumgartner G (1994) Ichthyofauna associated to aquatic macrophytes in the upper Paraná River floodplain. *Rev Unimar* 16: 41–60

Diaz AE, Studinzki AD, Mechoso AR (1998) Relationships between precipitation anomalies in Uruguay and Southern Brazil and Sea Surface Temperature in the Pacific and Atlantic Oceans. *J Clim*, 11: 251–271

Dufrêne MC, Legendre P (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol Monogr* 67(3): 345-366

ESRI (2011) *ArcGis Desktop: Release 10*. Environmental Systems Research Institute, Redlands

Gogola TM, Daga VS, Silva PRL, Sanches PV, Gubiani EA, Baumgartner G, Delariva RL (2010) Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. *Neotropical Ichthyology* 8(2):341-349

Gogola TM, Sanches PV, Gubiani EA, Silva PRL (2013) Spatial and temporal variations in fish larvae assemblages of Ilha Grande National Park, Brazil. *Ecol Freshw Fish* 22:95-105

Hahn L (2000) Diversidade, composição da ictiofauna e aspectos da biologia de *Salminus maxillosus* e *Prochilodus lineatus* do rio Uruguai superior, entre Mondaí e Itapiranga, SC, Brasil. Dissertation, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Hermes-Silva S, Reynalte-Tataje D, Zaniboni-Filho E (2009) Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton in the upper Uruguay River, Brazil. *Braz Arch Biol Technol* 52:933–944

Humphries P, King AJ, Koehn JD (1999) Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling river system, Australia. *Environ Biol Fish* 56:129–151

Humphries P, Serafini LG, King AJ (2002). River regulation and fish larvae: variation through space and time. *Freshw Biol* 47: 1307– 1331.

Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE (1989) The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. In Dodge DP (ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. *Can Spec Publ Fish Aquat Sci* 106:110-127

King AJ (2004) Ontogenetic patterns of habitat use by fishes within the main channel of an Australian floodplain river. *J Fish Biol* 65: 1582–1603

Knouft JH, Page LM (2011) Assessment of the relationships of geographic variation in species richness to climate and landscape variables within and among lineages of North American freshwater fishes. *J Biogeogr* 38:2259-2269

Lowe-McConnell RH (1987) Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, Cambridge

Magri LJ, Souza SL, Cabral CA, Zaniboni-Filho E. (2008) A implantação da primeira hidrelétrica no Alto Rio Uruguai. In: Zaniboni-Filho E, Nuñez APO (eds) Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna. Editora UFSC:Tractebel Energia, Florianópolis, pp 11–20

Mims MC, Olden JD (2013) Fish assemblages respond to altered flow regimes via ecological filtering of life history strategies. *Freshw Biol* 58: 50–62

Nakatani K, Baumgartner G, Cavicchioli M. (1997). Ecologia de ovos e larvas de peixes. In: Vazzoler, AEAM, Agostinho AA, Hahn NS (eds) *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: Aspectos Físicos, Biológicos e Socioeconômicos*. EDUEM, Maringá, pp 281-306

Nakatani K, Agostinho AA, Baumgartner G, Bialetzki A, Sanches PV, Makrakis MC, Pavanelli CS (2001) *Ovos e Larvas de Peixes de Água Doce: Desenvolvimento e Manual de Identificação*. EDUEM, Maringá

Nascimento FL, Nakatani K (2005) Variação temporal e espacial de ovos e larvas das espécies de interesse para a pesca na sub-bacia do rio Miranda, Pantanal, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum* 27 (3):251–258

Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Wagner H (2013) *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-8, URL <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>

Petry AC, Agostinho AA, Gomes LC (2003) Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. *Neotropical Ichthyology* 1: 111–119

R Development Core Team (2012) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, URL <http://www.R-project.org/>

Reynalte-Tataje DA, Hermes-Silva S, Silva PA, Bialetzki A, Zaniboni-Filho E (2008 a) Locais de crescimento de larvas de peixes na região do Alto Rio Uruguai (Brasil). In: Zaniboni-Filho E, Nuñez APO (eds) *Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. EditoraUFSC:Tractebel Energia, Florianópolis, pp 159-193

Reynalte-Tataje DA, Hermes-Silva S, Weiss LA, Zaniboni-Filho E. (2008 b) Distribuição e abundância temporal do ictioplâncton no alto rio Uruguai, Brasil. In: Zaniboni-Filho E, Nuñez APO (eds) *Reservatório de*

Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna. Editora UFSC: Tractebel Energia, Florianópolis, pp 195-228

Reynalte-Tataje DA, Zaniboni-Filho E (2008) Biologia e identificação de ovos e larvas de peixes do alto rio Uruguai. In: Zaniboni-Filho E, Nuñez APO (eds) Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna. Editora UFSC: Tractebel Energia, Florianópolis, pp 229-256

Reynalte-Tataje DA, Nakatani K, Fernandes R, Agostinho AA, Bialezki A (2011) Temporal distribution of ichthyoplankton in the Ivinhema River (Mato Grosso do Sul State/ Brazil): influence of environmental variables. *Neotropical Ichthyology*9(2):427-436

Reynalte-Tataje DA, Agostinho AA, Bialezki A, Hermes-Silva S, Fernandes R, Zaniboni-Filho E (2012 a) Spatial and temporal variation of the ichthyoplankton in a subtropical river in Brazil. *Environ Biol Fish* 94:403-419

Reynalte-Tataje DA, Nuñez APO, Nunes MC, Garcia V, Lopes CA, Zaniboni-Filho E (2012 b) Spawning of migratory fish species between two reservoirs. *Neotropical Ichthyology*10(4):829-835

Reynalte-Tataje DA, Zaniboni-Filho E, Bialezki A, Agostinho AA (2012 c) Temporal variability of fish larvae assemblages: influence of natural and anthropogenic disturbances. *Neotropical Ichthyology* 10(4): 837-835

Reynalte-Tataje DA, Garcia V, Nunes MC, Lopes CA, Zaniboni-Filho E (2012 d) Armadilhas luminosas e o ictioplâncton. In: Nuñez APO, Zaniboni-Filho E (eds) Reservatório de Machadinho:Peixes, pesca e tecnologias de criação. Editora UFSC, Florianópolis, pp 107-126

Ribolli J (2014) Caracterização genética populacional do dourado, *Salminus brasiliensis* (Pisces, Characidae, Salmininae) na Bacia do alto e médio rio Uruguai. Thesis, Universidade Federal de São Carlos

- Roberts DW (2012) labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 1.5-0, URL<http://CRAN.R-project.org/package=labdsv>
- Ropelewski CF, Halpert MS (1989) Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Mon Weather Rev* 115: 1606–1626
- Sanches PV, Nakatani K, Bialetzki A, Baumgartner G, Gomes LC, Luiz EA (2006) Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná river, Brasil. *River Res Appl* 22:555-565
- Schütz JH, Nuñez APO, Zaniboni-Filho E (2008) Biotelemetria de peixes migradores no Alto rio Uruguai. In: Zaniboni-Filho E, Nuñez APO (eds) Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna. Editora UFSC:Tractebel Energia, Florianópolis, pp 49-86
- Silva PA, Reynalte-Tataje DA, Zaniboni-Filho E (2012) Identification of fish nursery areas in a free tributary of an impoundment region, upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10(2): 425-438
- Soldano FA (1947) Régimen y aprovechamiento de la red fluvial Argentina. Editora Cimera, Buenos Aires
- Suzuki HI, Pelicice FM, Luiz EA, Latini JD, Agostinho AA (2004) Reproductive Strategies of the Fish Community of the Upper Paraná River Floodplain. In: Agostinho AA, Rodrigues L, Gomes LC, Thomaz SM, Miranda LE (eds) Structure and Functioning of the Paraná River and its Floodplain. EDUEM, Maringá, pp 125-130
- Tanaka S (1973) Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fish Tech Pap*, 122: 33-51
- Tondato KK, Mateus LAF, Ziober SR (2010) Spatial and temporal distribution of fish larvae in marginal lagoons of Pantanal, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 8(1): 123-133
- Vazzoler AEAM (1996) *Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática*. Eduem, Maringá

Winemiller KO (1989) Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia* 81: 225-241

Zaniboni-Filho E, Schulz UH (2003) Migratory fishes of the Uruguay river. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A (eds) *Migratory Fishes of the South America: Biology, Social Importance and Conservation Status*. World Fisheries Trust, Victoria, pp 135-168

Ziober SR, Bialetzki A, Mateus LAF (2012) Effect of abiotic variables on fish eggs and larvae distribution in headwaters of Cuiabá River, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10(1):123-132

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo foi possível concluir que a comunidade ictioplanctônica no Alto Rio Uruguai é fortemente influenciada tanto em termos de composição quanto em abundância, pelas características geomorfológicas e hidrológicas deste trecho do rio, assim como pelo padrão de chuvas na bacia observado nos diferentes períodos reprodutivos. Diferenças na distribuição interanual das chuvas e da característica geomorfológica da bacia, que apresenta trechos correntosos de diferentes dimensões que são intercalados com ambientes de poços profundos, promovem o sucesso reprodutivo de diferentes espécies neste trecho. Contudo, deve-se sempre considerar que a disponibilização dos habitats formados pela geomorfologia da calha do rio Uruguai depende da hidrologia, determinada por sua vez, pelos índices de chuva da região.

Todo esse estudo foi realizado em períodos, de modo geral, caracterizados pelas baixas pluviosidades, pois mesmo quando foram registrados períodos mais chuvosos, esses foram alternados com meses com menores índices pluviométricos. O período reprodutivo compreendido entre outubro de 2010 a março de 2011, correspondente ao PR 5 do primeiro capítulo, foi relativamente mais chuvoso do que os demais períodos estudados. Entretanto, esse mesmo período reprodutivo foi utilizado na análise do segundo capítulo, sendo neste caso considerado um período seco devido ao fato de a enchente não ter promovido a inundação do Salto Yucumã, fato observado quando ocorrem grandes enchentes. Neste período foi constatada que a ausência de grande enchente que promovesse a cobertura do salto proporcionou forte influência na distribuição, abundância e composição do ictioplâncton no trecho do rio situado no Parque Estadual do Turvo. Contudo, a avaliação interanual evidenciou que as chuvas ocorridas na região foram suficientes para estimular a reprodução de algumas espécies reofílicas migradoras, indicada pela ocorrência de larvas destas espécies.

A calha do rio Uruguai, na região deste estudo, possui grande importância para a reprodução da ictiofauna, pois aí foram observados locais de desova, de deriva e de crescimento de larvas. Apesar disso, os tributários também apresentaram relevância, com destaque ao rio Peperi-Guaçu com relação a ambientes de crescimento, e o rio Chapecó como ambiente de desova. Contudo, esse último, aparentemente sofreu influência da instalação da UHE Foz de Chapecó nas suas proximidades,

que pode ter reduzido a importância do ambiente como área de desova, sendo recomendados estudos posteriores para avaliar a adaptação da comunidade a esta nova interferência.

Além disso, foi possível constatar a relevância que o trecho do rio Uruguai contido no interior do Parque Estadual do Turvo apresenta para a reprodução da ictiofauna. A diversidade da assembleia de larvas é maior nessa região do que nos trechos situados mais à montante. Foi registrada uma importante área de desova à jusante do Salto Yucumã, e ainda, que as espécies migradoras de grande porte e com interesse comercial, aparentemente, encontram neste trecho condições adequadas à sua reprodução.

Com relação às áreas de criadouros naturais na calha do rio Uruguai, os resultados indicam que a subárea Antas é usada como berçário de espécies aí residentes, de migradores de curta distância, ou de peixes migradores com características reprodutivas mais oportunistas, tais como o mandi amarelo *Pimelodus maculatus*, fato observado nos períodos com menores índices pluviométricos. Para as espécies migradoras e de maior interesse comercial, as abundâncias foram muito baixas para permitir que se infira com segurança a localização de suas áreas de criadouros. Apesar disso, a captura mesmo que de poucos indivíduos, principalmente no trecho contido na Unidade de Conservação, é um indicativo de que estas áreas podem estar aí localizadas ou nas regiões próximas situadas a jusante. Nesta área, foi constatada a existência do maior ambiente de poço do trecho estudado, com aproximadamente 8 km de extensão, que parece ser uma importante área de berçário.

Podemos avaliar ainda, a necessidade da realização de estudos que abranjam escalas temporais maiores e escalas espaciais menores. Períodos com maiores índices de pluviosidade deverão ser avaliados quanto à sua real influência, principalmente para a reprodução dos grandes peixes migradores. Ainda existem questões importantes a serem esclarecidas, como por exemplo, a de que os períodos com altas pluviosidades são necessários para estimular à reprodução de um maior número de espécies, inclusive das espécies migradoras de grande porte. Nessas grandes enchentes, outra questão que precisa ser avaliada é a de que se continuaria havendo o aproveitamento dos poços como áreas de criadouros, uma vez que nestes períodos de elevada vazão estes ambientes sofrem profundas alterações e perdem suas características. Neste caso, quais seriam e onde estariam localizados os ambientes de criadouros nos períodos de grandes enchentes? Especialmente, serão necessários estudos que identifiquem as características dos

microhabitats que são utilizados como áreas de criação do rio Uruguai (poços), dos fatores bióticos e abióticos existentes nestes locais e das suas relações com a comunidade ictioplânctônica, possibilitando assim um melhor entendimento do aproveitamento destes ambientes pelos estágios iniciais dos peixes. Além disso, são necessários estudos na área situada à jusante da região estudada para verificar a existência de áreas de berçário neste trecho, principalmente de espécies migradoras que, sabidamente, conseguem reproduzir na área estudada.

Todavia, o conhecimento produzido nesta tese compreende o primeiro estudo interanual do ictioplâncton realizado neste trecho não barrado do Alto Rio Uruguai, e o primeiro realizado na área do Parque Estadual do Turvo. Os resultados obtidos permitiram a adição de importantes conhecimentos, principalmente aqueles relacionados à importância da manutenção da diversidade estrutural de habitats e da importância das variações interanuais na hidrologia, causadas pelas diferenças nos índices de pluviosidade entre períodos reprodutivos, para promover a reprodução de diferentes espécies de peixes. Estes processos influenciam diretamente o recrutamento das espécies de peixes na bacia e, conseqüentemente, na manutenção da diversidade da comunidade íctica como um todo. Esses resultados evidenciam que a região lótica remanescente no Alto rio Uruguai é de elevada importância para a manutenção das diferentes espécies de peixes, principalmente aquela situada dentro da região do Parque do Turvo, onde foi verificada a reprodução de peixes migradores de grande porte. Portanto, pode-se concluir que quaisquer alterações na condição hídrica, hidrológica e geomorfológica da região terão influência direta na comunidade de peixes do alto Uruguai.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL

AGOSTINHO, A.A. et al. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná river: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. v. 57, p.11-19. 2004.

ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. *Distribuição espacial e temporal de larvas de Characiformes em um setor do rio Solimões/Amazonas, próximo a Manaus, AM*. 1984. 84 f. Dissertação, INPA/FUA, Manaus, 1984.

ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. Egg size and larval development in Central Amazonian fish. *Journal of Fish Biology*. v. 44, p. 371-389. 1994.

ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; OLIVEIRA, E. C. Transport of larval fish in the Amazon. *Journal of Fish Biology*. v. 53(A), p. 297-306. 1998

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. et al. Diel variation of larval fish abundance in the Amazon and Rio Negro. *Brazilian Journal of Biology*, v. 61, n. 3, p. 357-362. 2001.

BAUMGARTNER, G. et al. Some aspects of the ecology of fish larvae in the floodplain of the high Paraná river, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n. 3, p. 551-563. 1997.

BAUMGARTNER, G. et al. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*. v. 71, p. 115-125. 2004.

BAUMGARTNER, G. et al. Fish larvae from upper Paraná River: Do abiotic factors affect larval density? *Neotropical Ichthyology*, v. 64, n. 4, p. 551-558. 2008.

BIALETZKI, A. et al. Drift of Ichthyoplankton in Two Channels of the Paraná River, Between Paraná and Mato Grosso do Sul States, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 42, n. 1, p. 53-60. 1999.

BIALETZKI, A. et al. Eggs and larvae of the “curvina” *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Sciaenidae) in the Baía

River, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Journal of Plankton Research*, v. 26, n. 11, p. 1327-1336. 2004.

BIALETZKI, A. et al. Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. *Environmental Biology of Fishes*, v.73, p.37-47. 2005.

BAILLY, D.; AGOSTINHO, A.A.; SUZUKI, H.I. Influence of the Flood Regime on the Reproduction of Fish Species with Different Reproductive Strategies in the Cuiabá river, Upper Pantanal, Brazil. *River Research and Application*, v. 24, p. 1218-1229. 2008.

BERTOLETTI, J.J. Aspectos sistemáticos e biológicos da ictiofauna do rio Uruguai. *Veritas*, v. 30, n. 117, p. 93-127. 1985.

BERTOLETTI, J.J. et al. Ictiofauna do rio Uruguai superior entre os municípios de Aratiba e Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brasil. *Comun. Mus. Ciênc*, Porto Alegre: PUCRS, n. 48-49, p. 3-42. 1989.

BERTOLETTI, J.J.; LUCENA, C.A.S. *Ictiofauna da área de influência das UHE de Itá e Machadinho*. Relatório Final. Porto Alegre: PUC/CNEC/ELETROSUL, 1989. 80 p.

BOEING, W.J.; DUFFY-ANDERSON, J.T. Ichthyoplankton dynamics and biodiversity in the Gulf of Alaska: Responses to environmental change. *Ecological Indicators*, v. 8, p. 292-302. 2008.

BRODEUR, R. D.; BUSBY, M. S.; WILSON, M. T. Summer distribution of early life stages of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, and associated species in the western Gulf of Alaska. *Fishery Bulletin*, v. 93, n. 4, p. 603-618. 1995.

BUTLER, J. L. et al. Biology and population dynamics of cowcod (*Sebastes levis*) in the southern California Bight. *Fishery Bulletin*, v. 101, n. 2, p. 260-280. 2003.

CASTRO, R.J. et al. Temporal distribution and composition of the ichthyoplankton from Leopoldo's Inlet on the upper Paraná River floodplain (Brazil). *Journal of Zoology*. v. 256, p.437-443. 2002.

CORRÊA, R.N. et al. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in three tributaries of the Upper Uruguay River (Brazil). *Environmental Biology of Fishes*, v. 91, n. 1, p. 51-61. 2011.

DAGA, V. S. et al. Fish larvae assemblages in two floodplain lakes with different degrees of connection to the Paraná River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 7, n. 3, p. 429-438. 2009.

DIAZ, A.E.; STUDZINSKI, A.D.; MECHOSO, A.R. Relationships between Precipitation Anomalies in Uruguay and Southern Brazil and Sea Surface Temperature in the Pacific and Atlantic Oceans. *Journal of Climate*, v. 11, p. 251-271. 1998.

GODOY, M.P. *Peixes do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: EDUFSC/ELETROSUL/FURB. 1987. 572 p.

GOGOLA, T. M. et al. Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. *Neotropical Ichthyology*, v. 8, n. 2, p. 341-349. 2010.

GOGOLA, T.M. et al. Spatial and temporal variations in fish larvae assemblages of Ilha Grande National Park, Brazil. *Ecology of Freshwater Fish*, v. 22, n. 1, p. 95-105. 2013.

de GRAAF, G.J. et al. Larval fish movement in the River Lohajang, Tangail, Bangladesh. *Fisheries Management and Ecology*, v. 6, p. 109-120. 1999.

HERMES-SILVA, S.; REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E. Spatial and Temporal Distribution of Ichthyoplankton in the Upper Uruguay River, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 52, n. 4, p. 933-944. 2009.

JIMÉNEZ-SEGURA, L. F.; LEITE, R. G. River flooding and reproduction of migratory fishes. *Ecology of Freshwater Fish*, v. 19, n. 17, p. 178-186. 2010.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D.P. (Ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences*. v. 106, n. 1, p. 110-127. 1989.

LEITE, R. G.; SILVA, J. V. V. ;FREITAS, C. E. C. Abundância e distribuição das larvas de peixes no lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 36, p. 557-562. 2006.

MAGRI, L.J. et al. A implantação da primeira hidrelétrica no Alto Rio Uruguai. In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O. (Eds). *Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. Florianópolis: EDUFSC/ Tractebel Energia, 2008. p. 11-20.

MARTIN, F.D.; PALLER, M.H. Ichthyoplankton transport in relation to floodplain width and inundation and tributary creek discharge in the lower Savannah River of Georgia and South Carolina. *Hydrobiologia*.v. 598, p. 139-148. 2008.

MEURER, S. *Implantação de barragens no Alto Rio Uruguai (Brasil): influência sobre a assembléia e biologia das principais espécies de peixes*. 2010. 106 f. Tese (Doutorado em Aquicultura), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

NAKATANI K. *Estudo do ictioplâncton no reservatório de Itaipu (rio Paraná-Brasil): levantamento das áreas de desova*. 1994. 254 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; CAVICCHIOLI, M. Ecologia de ovos e larvas de peixes. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.) *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM, 1997. p. 281-306

NAKATANI, K. et al. *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá: EDUEM, 2001. 378 p.

NASCIMENTO, F.L.; NAKATANI, K. Variação temporal e espacial de ovos e larvas de espécies de interesse para a pesca na sub-bacia do rio Miranda, Pantanal, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, v. 27, p. 251-258. 2005.

NERY, J.T. et al. Estudo da Variabilidade Interanual da Precipitação da Bacia do Rio Uruguai. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 11, p.149-159, 2006.

OLIVEIRA, E.C.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. Distribuição das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Pisces: Serrasalminidae) nas margens do Rio Solimões, AM. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 38, n. 3: p. 349-358. 1998.

OLIVEIRA, E. C.; FERREIRA, E. Ocorrência de ovos e larvas de Characiformes migradores no rio Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 32, n. 1. 2002.

OLIVEIRA, E. C.; FERREIRA, E. Spawning areas, dispersion and microhabitats of fish larvae in the Anavilhanas Ecological Station, rio Negro, Amazonas State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 6, p. 559-566. 2008.

PAUGY, D. Reproductive strategies of fish in a tropical temporary stream of the Upper Senegal basin: Baule´ River in Mali. *Aquatic Living Resources*, v. 15: p. 25–35. 2002.

REYNALTE-TATAJE, D.A. *Influência inter e intra-anual de variáveis ambientais sobre a estrutura da comunidade ictioplancônica em duas bacias hidrográficas brasileiras*. 2007. 116 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais), Universidade Estadual de Maringá, 2007.

REYNALTE-TATAJE, D.A. et al. Locais de crescimento de larvas de peixes na região do Alto Rio Uruguai (Brasil). In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O. (Eds.) *Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. Florianópolis: Editora UFSC. 2008 a. p. 159-193

REYNALTE-TATAJE, D.A. et al. Distribuição e abundancia temporal do Ictioplâncton no Alto Rio Uruguai, Brasil. In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O. (Eds.) *Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. Florianópolis: Editora UFSC. 2008 b. p. 196-228

REYNALTE-TATAJE, D.A. et al. Temporal distribution of ichthyoplankton in the Ivinhema River (Mato Grosso do Sul State/

- Brazil): influence of environmental variables. *Neotropical Ichthyology*, v. 9, n. 2, p. 427–436. 2011.
- REYNALTE-TATAJE, D.A. et al. Spatial and temporal variation of the ichthyoplankton in a subtropical river in Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 94, p. 403-419. 2012 a.
- REYNALTE-TATAJE, D.A. et al. Spawning of migratory fish species between two reservoirs. *Neotropical Ichthyology*, v. 10, n. 4, p. 829-835. 2012 b.
- REYNALTE-TATAJE, D.A. et al. Temporal variability of fish larvae assemblages: influence of natural and anthropogenic disturbances. *Neotropical Ichthyology*, v. 10, n. 4, p. 837-835. 2012 c
- ROPELEWSKI, C.F.; HALPERT, M.S. Global and Regional Scale Precipitation Patterns Associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, v.115, p. 1606-1626. 1987.
- RUTHERFORD, E. S.; HOUDE, E. D.; NYMAN, R. M. Relationship of larval-stage growth and mortality to recruitment of striped bass, *Morone saxatilis*, in Chesapeake Bay. *Estuaries*, v. 20, n. 1, p. 174-198. 1997.
- RUTHERFORD, E. S. Fishery management. In: FUIMAN, L.A.; WERNER, R.G. (Eds.). *Fishery Science: the unique contributions of early life stages*. Oxford: Blackwell Publishing, 2002. p. 206-221.
- SANCHES, P.V. et al. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. *River Research and Applications* v.22, n. 5, p. 555-565. 2006.
- SANSIGOLO, C.A.; PEREIRA, C.S.; da SILVA, I.R. Relações entre as precipitações regionais no sul do Brasil e as temperaturas da superfície dos oceanos atlântico e Pacífico. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 19, n. 1, p.5-11. 2004.
- SILVA, E. B. et al. Larvae occurrences of *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (Siluriformes: Heptapteridae) in an área under dam influence in the upper Paraná River region, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 9, n. 2, p. 419-426, 2011.

SILVA, P.A.; REYNALTE-TATAJE, D.A.; ZANIBONI-FILHO, E. Identification of fish nursery areas in a free tributary of an impoundment region, Upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 10, n. 2, p. 425-438. 2012.

SUZUKI, H.I. et al. Reproductive Strategies of the Fish Community of the Upper Paraná River Floodplain. In: AGOSTINHO, A.A. et al. (Eds.) Structure and Functioning of the Paraná River and its Floodplain. Maringá: EDUEM, 2004. p. 125-130

TONDATO, K.K; MATEUS, L.A.F.; ZIOBER, S.R. Spatial and temporal distribution of fish larvae in marginal lagoons of Pantanal, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 8, p 123-133. 2010.

VAZZOLER, A.E.A.M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e Prática*. Maringá: EDUEM, São Paulo:SBI, 1996. 169 p.

WELCOMME, R. L. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. London: Logman. 1979.

WINEMILLER, K. O. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, v. 81, n. 2, p. 225-241. 1989.

ZANIBONI-FILHO, E.; SCHULZ, U.H. Migratory fishes of the Uruguay river. In: CAROLSFELD, J. et al. (Eds). *Mygratory Fishes of South America: Biology Social Importance and Conservation Status*.Victoria: World Fisheries Trust, The World Bank and the International Development Centre. 2003. p. 135-168.

ZANIBONI-FILHO, E. et al. Alterações espaciais e temporais da estrutura da comunidade de peixes em decorrência da implantação do reservatório de Itá (Alto Rio Uruguai). In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O. (eds) *Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. Florianópolis: Editora UFSC/Tractebel Energia, 2008. p. 21-48.

ZIOBER, S.R.; BIALETZKI, A.; MATEUS, L.A.F. Effect of abiotic variables on fish eggs and larvae distribution in headwaters of Cuiabá River, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 10, n. 1, p. 123-132. 2012.