

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
CAMPUS DE TOLEDO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA

ABUNDÂNCIA DE LARVAS de *Salminus brasiliensis* EM UMA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO A
JUSANTE DE BARRAMENTO: VARIAÇÕES ESPAÇO-TEMPORAIS E INFLUÊNCIAS ABIÓTICAS

IVONEI NEUNFELD BALENA

TOLEDO - PR

2013

IVONEI NEUNFELD BALENA

ABUNDÂNCIA DE LARVAS DE *Salminus brasiliensis* EM UMA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO A
JUSANTE DE BARRAMENTO: VARIAÇÕES ESPAÇO-TEMPORAIS E INFLUÊNCIAS ABIÓTICAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Manejo e Conservação de Recursos Pesqueiros de águas interiores.

ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO VANDERLEI SANCHES

**TOLEDO - PR
2013**

FOLHA DE APROVAÇÃO



Universidade Estadual do Oeste do Paraná
CAMPUS DE TOLEDO – CNPJ 78.680.337/0005-08

Rua da Faculdade, 645 – Jardim Santa Maria – Fone: (45) 3379-7000 – Fax: (45) 3379-7002 – CEP 85.903-000 Toledo – PR
www.unioeste.br



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA – NÍVEL DE MESTRADO

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ata da reunião da Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação do(a) Mestrando(a) **Ivonei Neunfeld Balena**. Aos vinte dias do mês de junho do ano de dois mil e treze, às treze horas e trinta minutos, sob a presidência do Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches, em sessão pública, reuniu-se a Comissão Examinadora da defesa de Dissertação do(a) Mestrando(a) **Ivonei Neunfeld Balena**, aluno(a) regular do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Nível de Mestrado - com área de concentração em “RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA”, visando a obtenção do título de “**MESTRE EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA**”, constituída pelos membros: Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches – (membro interno) UNIOESTE, Profª Drª Maristela Cavicchioli Makrakis – (membro interno) UNIOESTE e Profª Drª Andréa Bialetzki – (Membro externo) UEM, e os membros suplentes: Prof. Dr. Gilmar Baumgartner - (membro interno) UNIOESTE e Profª Drª Elaine Kashiwaqui (membro externo) UFMS.

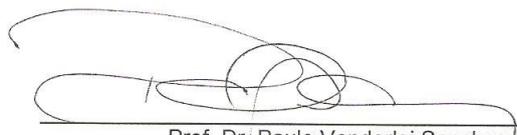
Iniciados os trabalhos, a candidata submeteu-se à defesa de sua dissertação, intitulada: “**Abundância de larvas de *Salminus brasiliensis* em uma planície de inundação a jusante de barramento: variações espaço-temporais e influências abióticas**”.

Terminada a defesa, procedeu-se ao exame dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches..... **APROVADO**
Profª Drª Maristela Cavicchioli Makrakis..... **APROVADO**
Profª Drª Andréa Bialetzki..... **APROVADO**

Apurados os resultados, verificou-se que o(a) candidato(a) foi habilitado(a), fazendo jus, portanto, ao título de “**MESTRE EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA**”, área de concentração: “**RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA**”. Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Examinadora.

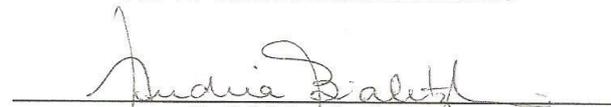
Toledo/PR, 20 de junho de 2013.



Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches



Profª Drª Maristela Cavicchioli Makrakis



Profª Drª Andréa Bialetzki

Dedico este trabalho a minha mãe por todo incentivo e amor oferecido durante toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor, orientador e amigo Paulo Vanderlei Sanches, pela sua confiança, conselhos, incentivos e dedicação em todos os momentos;

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca da Universidade Estadual do Oeste do Paraná;

Ao Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia – GERPEL, pelo auxílio logístico que deram ao meu trabalho;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo fornecimento de bolsa de estudos.

Aos amigos Alcides Tonhato Júnior, Fabio Mendes, Ronie Peres Peres, Claudinei Dal Magro e todos os outros que estiveram intensamente presentes nesta etapa de minha vida e contribuíram para a execução deste trabalho.

A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original.
(Albert Einstein)

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	iii
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - MATERIAIS E MÉTODOS	3
2.1 - Área de Estudo	3
2.2 - Amostragens e Análise de dados	3
3 - RESULTADOS.....	6
3.1 - Abundância de larvas	7
3.2 - Variáveis Abióticas	9
3.3 – Relação das abundâncias com as variáveis abióticas	12
4 – DISCUSSÃO.....	14
5 - REFERÊNCIAS.....	18

RESUMO

Este estudo tem por objetivo avaliar a distribuição espacial e temporal de larvas de *Salminus brasiliensis* em uma região a jusante de um barramento. Através da análise da abundância de larvas foram analisadas as variações interanuais e mensais, e da ocorrência nos tributários e canais do rio Paraná, além de possíveis influências de algumas variáveis abióticas na captura de larvas. Dezoito pontos foram amostrados mensalmente entre os meses de outubro e março durante os anos de 2001 a 2012, abrangendo dez períodos reprodutivos. As amostragens noturnas foram realizadas utilizando-se rede de plâncton cônico-cilíndrica de malha 0,5 mm, sendo as abundâncias padronizadas para um volume de 10m³. A fim de verificar diferenças entre as médias das abundâncias espaciais e temporais de larvas e sua relação com as variáveis abióticas utilizou-se testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e correlação de Spearman respectivamente. Foi possível determinar o período de maior atividade reprodutiva de *S. brasiliensis*, registrando-se elevadas abundâncias entre outubro e janeiro, sendo que este último mês caracterizou ser o pico das desovas. Verificou-se também uma redução nas capturas anuais sugerindo uma possível falha no processo reprodutivo da espécie acarretando uma possível redução do estoque desovante na região. Não houve diferenças nas deriva larval entre os canais e os tributários foram identificados como local de desova e, provavelmente, utilizados como rotas migratórias pela espécie. As capturas larvais parecem ter sido influenciadas principalmente, pela temperatura e pluviosidade, um indício que estes fatores atuaram no desencadeamento das desovas, porém a ausência de relação com o nível fluviométrico indica que o aumento da pluviosidade não está se refletindo em cheias, o que aparentemente está comprometendo a reprodução de *S. brasiliensis* na região, confirmando o pressuposto de que a barragem tem influenciado negativamente a reprodução de espécies migradoras.

Palavras-Chave: Ictioplâncton, Dourado, Planície de Inundação, Alto rio Paraná, Ovos e Larvas de Peixes.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the spatial and temporal distribution of larval *Salminus brasiliensis* in a region downstream of an impoundment. Through larval abundances were analyzed interannual and monthly variations, occurrences in the tributaries and canals of the Paraná River and possible influences of abiotic variables in catches of larvae. Eighteen points were sampled monthly from October until March during the years 2001-2012, covering ten reproduction periods. The samplings were carried out nightly using a conical-cylindrical plankton nets mesh 0.5 mm equipped with mechanical flowmeter, and the abundances were standardized to 10m³ of water. With purpose to verify differences between the means of the spatial and temporal abundances of larvae and their relation to abiotic variables we used the nonparametric Kruskal-Wallis and Spearman correlation, respectively, since the variables did not meet the assumptions of normality (Shapiro-Wilk test) and homoscedasticity (Levene's test). It was possible to determine the period of greatest reproductive activity of *S. brasiliensis*, registering high abundances between October and January, last month featured by the peak of the spawns. There was also a reduction in annual catches suggesting a possible flaw in the reproductive process of the species caused apparently by level control influences, leading to a possible reduction of desovante stock in the region. There were no differences in larval drifts between the canals and tributaries were identified as spawning site and probably used as migratory routes for the species. Larval catches seem to have been mainly influenced by temperature and rainfall, a clue that these factors acted in triggering of spawns, but the lack of relationship with the fluviométrico level indicates that the increased rainfall is not reflecting in full, which apparently is compromising the reproduction of *S. brasiliensis* in the region, confirming the assumption that the dam has negatively influenced the reproduction of migratory species.

Key Words: Ichthyoplankton, *Salminus brasiliensis*, Floodplain, Upper Paraná River, Fish Eggs and Larvae.

1 - INTRODUÇÃO

A dinâmica reprodutiva de peixes, especialmente em rios associados à planícies de inundação, envolve diferentes estratégias que, entre outros atributos, buscam condições ideais ao desenvolvimento inicial de ovos e larvas (Welcomme, 1979; Bayley 1995; Nakatani *et al.*, 2001), as quais estão fortemente relacionadas à integridade destes ambientes (Jonsson, 1991; Agostinho & Zalewski, 1996). No entanto, estes ambientes foram e continuam sendo submetidos a diversos graus de interferência antrópica através da utilização de suas águas para fins de irrigação e geração de energia elétrica, ou pelo uso de seu entorno para atividades agropastoris.

Dentre as atividades consideradas impactantes, os barramentos gerados pela construção de empreendimentos hidrelétricos têm sido apontados como responsáveis pela redução dos estoques pesqueiros e perda da diversidade íctica (Taylor, 1997; Lake, 2005), especialmente daquelas espécies que realizam migrações reprodutivas ao longo do rio (Kruk, 2004). A presença da barragem representa uma barreira física que bloqueia a rota migratória e fragmenta as populações, e o controle de fluxo vem comprometendo as táticas reprodutivas das espécies reofílicas, uma vez que interfere no nível fluviométrico do rio que atua como gatilho reprodutivo destas espécies (Agostinho *et al.*, 2007).

Apesar dos efeitos negativos dos barramentos sobre a reprodução de peixes serem bem conhecidos e descritos por vários autores (Ponton & Vauchel, 1998; Humphries & Lake, 2000), estudos envolvendo a ecologia e o desenvolvimento inicial de peixes migradores em áreas sob influência de barramentos no Brasil ainda podem ser considerados insuficientes. Para a região do alto rio Paraná, Sanches *et al.* (2006), relatam a influência da implantação da UHE Porto Primavera sobre a ocorrência de larvas de peixes migradores a jusante da barragem.

Embora altamente impactado pela presença de barramentos, o rio Paraná ainda conta com um último remanescente de várzea, área em que se encontra o Parque Nacional de Ilha Grande. Este trecho encontra-se entre os reservatórios de Itaipu e a barragem da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), e representa o último trecho de ambiente lótico não represado do alto rio Paraná em território nacional. Este trecho possui um variado conjunto de habitats fundamentais

para a manutenção de estoques pesqueiros e para a conservação da biodiversidade (Agostinho *et al.*, 2007), especialmente tributários livres de barramentos que ainda preservam condições ideais para a reprodução de espécies migradoras que utilizam os grandes afluentes como rotas migratórias e áreas de desova (Gogola *et al.* 2010).

Salminus brasiliensis (Cuvier, 1816), conhecido vulgarmente como dourado, tem ampla distribuição na América do Sul, nas bacias do rio Paraná (Agostinho *et al.*, 1999), Paraguai, Uruguai (Zaniboni-Filho & Schultz, 2003), Mamoré e alto rio Chaparé (Bolívia) (Froese & Pauly, 2008). Aspectos como o grande porte, carne saborosa e elevada taxa de crescimento configuram sua importância econômica e social já que constitui a base da pesca profissional, artesanal e de subsistência. Caracteriza-se por realizar extensas migrações reprodutivas e utilizar sucessivamente diferentes ambientes da planície de inundação durante seu ciclo de vida (Agostinho *et al.*, 1997), fatores que refletem em uma elevada vulnerabilidade às alterações ambientais e, provavelmente, expliquem os valores decrescentes de suas capturas na planície de inundação do rio Paraná (Agostinho *et al.*, 1999 e 2007).

Desta forma, este estudo tem por objetivo avaliar a distribuição espacial e temporal da abundância de larvas de *Salminus brasiliensis* em um trecho não represado. Especificamente pretende-se: i) Analisar as variações interanuais (2001 a 2012) e mensais (outubro a março) nas abundâncias de larvas ao longo de um período de dez anos de amostragens; ii) Avaliar as abundâncias espaciais de larvas nos tributários e canais do rio Paraná; iii) Avaliar possíveis influências de algumas variáveis abióticas na abundância das larvas desta espécie.

A partir destes objetivos e assumindo-se o pressuposto que os barramentos influenciam negativamente a reprodução dos peixes, especialmente os migradores, alterando as condições ambientais essenciais às desovas e à sobrevivência das larvas, pretende-se responder a questões como: Houve redução das abundâncias durante o período de estudo? O controle de fluxo imposto ao rio Paraná exerceu influência sobre a abundância de larvas? Os tributários são utilizados como áreas de desova?

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Área de Estudo

A área envolvida neste estudo localiza-se na região sul da planície de inundação do alto rio Paraná, entre a divisa dos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul (23°16' a 24°04' S e 53°43' a 54°14' O), e nela encontra-se inserido o Parque Nacional de Ilha Grande (PNIG) (Figura 1). Esta área faz parte do único trecho lótico não represado do rio Paraná em território brasileiro, e apesar de seu fluxo estar sob influência da barragem da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), conta com o aporte fluvial de afluentes ainda não represados. Neste trecho, o leito do rio Paraná, caracteriza-se como um arquipélago fluvial com aproximadamente 150 ilhas de variados tamanhos, por apresentar numerosos canais secundários de baixa declividade ($0,09\text{m.Km}^{-1}$) e elevado acúmulo de sedimentos (Gogola *et al.*, 2013).

Dentre as várias ilhas presentes na região, Ilha Grande é a maior delas, apresentando aproximadamente 80 km de extensão e 5 km de largura e divide o leito do rio Paraná em dois canais (Campos, 2001). A região deste estudo, além dos tributários não barrados, ainda conta com várias lagoas marginais e áreas de várzeas demonstrando elevada heterogeneidade de habitats fundamentais para a manutenção dos estoques pesqueiros e preservação de espécies reofilicas (Agostinho *et al.*, 2003).

2.2 - Amostragens e Análise de dados

Dezoito pontos de amostragem foram estabelecidos, buscando amostrar biótopos com características variadas, assim, eles foram distribuídos nos diferentes ambientes, como leito principal do rio Paraná (ambos os canais), tributários e lagoa marginal (Figura 1).

Realizaram-se amostragens sazonalmente, abrangendo os meses de outubro a março, que corresponde ao período de maior atividade reprodutiva dos peixes no alto rio Paraná (Vazzoler, 1996), durante os anos de 2001 a 2012, sendo o período I compreendido entre outubro de 2001 a março de 2002, o período II (2003/04), período III (2004/05), período IV (2005/06), período V (2006/07), período VI (2007/08),

período VII (2008/09), período VIII (2009/10), período IX (2010/11) e período X (2011/12).

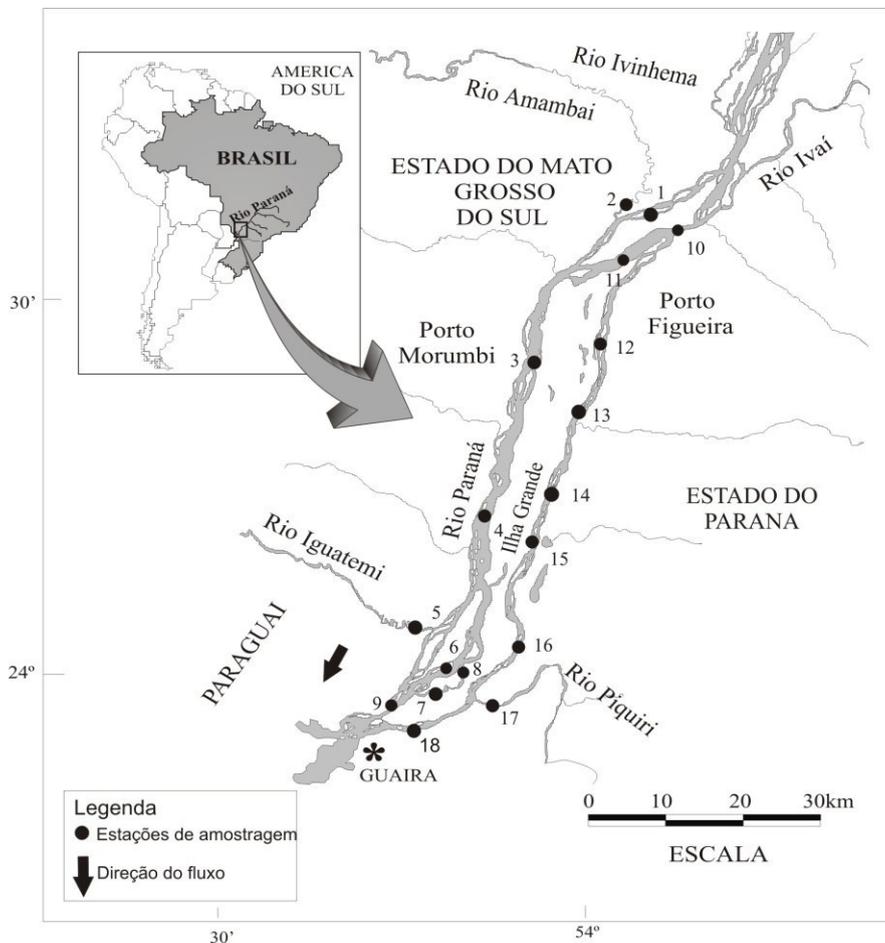


Figura 1 - Localização dos pontos de amostragens: Bandeirantes Canal Direito (1), Amambai (2), Porto Santo Antônio (3), Peruzzi (4), Iguatemi (5), Paraná-Saraiva (6), Saraiva Canal (7), Saraiva Meio (8), Ilha Grande Canal Direito (9), Bandeirantes Canal Esquerdo (10), Ilha Grande Pontal (11), Esmeralda (12), Alvarenga (13), Três Coqueiros (14), São João (15), Porto Luiz (16), Piquiri (17) e Ilha Grande Canal Esquerdo (18).

As amostragens foram realizadas somente no período noturno utilizando rede de plâncton do tipo cônico-cilíndrica, de malha de 0,5 mm, fixadas à lateral do barco, a qual permaneceu exposta à sub-superfície da água (10 cm) durante 10 minutos. Nas estações com características lóticicas, as redes ficaram expostas contra a correnteza, enquanto que nas lênticas as redes foram arrastadas pelo barco a baixa velocidade. As redes foram equipadas com fluxômetro mecânico (General OceanicsTM) para determinação do volume de água filtrada. As amostras obtidas foram preservadas em formalina a 4%, tamponada com carbonato de cálcio (CaCO₃).

Simultaneamente à coleta do plâncton, para cada ponto amostrado, obteve-se os valores das variáveis abióticas: oxigênio dissolvido (mg/L), pH, condutividade elétrica (μScm^{-1}) e temperaturas da água ($^{\circ}\text{C}$) utilizando-se respectivamente oxímetro (YSI), pHmetro e condutímetro (Digimed) e termômetro digital. Também foram obtidos os valores médios mensais de precipitação (mm) e nível fluviométrico (cm) junto ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (disponibilizados no web site da Agência Nacional de Águas), para as estações hidrometeorológicas de Guaíra-PR (rio Paraná), Naviraí-MS (rio Amambai), Porto São Domingos-MS (rio Iguatemi) e Balsa Santa Maria-PR (rio Piquiri).

Após as amostragens, triagens (separação dos ovos e larvas do restante do plâncton) foram realizadas utilizando-se microscópio estereoscópico com aumento de 10 vezes, sobre placa de acrílico do tipo Bogorov. A identificação das larvas seguiu os padrões propostos por Nakatani *et al.*, (2001). Os espécimes analisados foram depositados no Museu de Ictiologia do Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia (Gerpel/ UNIOESTE).

As abundâncias de larvas foram padronizadas para um volume de 10m^3 de água filtrada de acordo com Tanaka (1973), modificado por Nakatani *et al.* (2001) de acordo com a expressão: $A = (N/V) \cdot 10$, onde, A = abundância de larvas/ 10m^3 ; N= número de larvas capturadas e V= volume de água filtrada. Para o cálculo do volume filtrado foi utilizada a fórmula: $V = a \cdot r \cdot f$, sendo: V = volume de água filtrada (m^3); a = área da boca da rede (m^2); r = número de rotações do fluxômetro; f = fator de calibração do fluxômetro.

Para realizar as análises temporais, foram obtidas as médias das abundâncias por período reprodutivo (2001 a 2012) e meses (outubro a março) de amostragem, a fim de avaliar as variações interanuais das capturas e identificar os períodos e meses de maior atividade reprodutiva da espécie, respectivamente. Para as análises espaciais foram obtidas as médias por ponto de amostragem, a fim de identificar os locais de maiores capturas de larvas de *S. brasiliensis*.

Considerando que a presença da Ilha Grande divide o leito do rio Paraná em dois canais, com intuito de verificar se as diferenças físicas dos canais refletem em possíveis diferenças na captura de larvas, realizou-se análise das abundâncias das larvas de acordo com a localização das estações de amostragem distribuídas em cada canal, sendo que as

estações enumeradas de 1 a 9 localizam-se no canal direito e as de 10 a 18 no canal esquerdo do rio Paraná. Para esta análise, somente as estações distribuídas nos canais do rio Paraná foram consideradas, sendo excluídas as presentes nos tributários. Também foram avaliadas as abundâncias de larvas em três tributários presentes na região de estudo, a fim de verificar a utilização destes ambientes como rotas migratórias e áreas de desova pela espécie.

Buscando investigar as relações existentes entre a abundância de larvas e os diferentes períodos e locais amostrados, aplicou-se Análises de Variância, a fim de verificar a existência de diferenças entre as abundâncias médias de larvas, nas diferentes escalas de tempo (meses e períodos) e espaço (estações de amostragem, canais do rio Paraná e tributários), sendo que, quando diferentes significativamente, foi aplicado o teste *post-hoc* de Tukey (Quinn & Keough, 2002).

Para a realização de todas as análises, os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram previamente verificados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Quando os pressupostos não foram atingidos, os dados foram transformados (arco-seno da raiz quadrada), a fim de reduzir o efeito de altas densidades e homogeneizar a amostra. Se ainda assim não atingidos os pressupostos, esta foi substituída pelo teste não paramétrico correspondente (Kruskall-Wallis) (Zar, 1999).

A fim de identificar a influência das variáveis abióticas sobre as capturas de larvas, aplicou-se uma ANCOVA (*factorial ANCOVA Models*), técnica que combina análises de regressões e ANOVAS, de forma que a raiz quadrada das abundâncias de larvas foi utilizada como variável resposta, e as características ambientais (variáveis abióticas) como variáveis preditoras, sendo categorizadas nas diferentes escalas: temporais (meses e períodos) e espaciais (estações de amostragem, canais do rio Paraná ou tributários (C/T)) (Quinn & Keough, 2002). Nos casos em que os dados não atingiram os pressupostos, aplicou-se a análise não-paramétrica de correlação de Spearman. Todas as operações foram realizadas utilizando o software Statistica™ 7.0, ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

3 - RESULTADOS

3.1 - Abundância de larvas

Durante os períodos amostrados foram capturadas 1.283 larvas, sendo registradas capturas em todos os meses, períodos (exceto no período X (2011/12)) e pontos amostrados. Observou-se diferenças significativas entre os períodos amostrados (Kruskal-Wallis $H= 28,83$; $p= 0,001$), sendo que dois picos de capturas, períodos I (2001/02) e IX (2010/11) foram identificados. Entre eles, verificou-se certa estabilidade nas capturas, apesar de apresentarem baixa abundância (inferiores a $0,18$ larvas/ $10m^3$), culminando na ausência de captura no último período amostrado (2011/12) (Fig. 2A).

Entre os meses analisados também observaram-se diferenças significativas (Kruskal-Wallis $H= 89,02$; $p= 0,000$), sendo registradas capturas consideráveis entre os meses de outubro e janeiro. Ressalta-se ainda, que mesmo em menores abundâncias foram obtidas larvas em fevereiro e março (Fig. 2B).

A abundância entre os pontos de amostragem não apresentou diferenças significativas (Kruskal-Wallis $H= 23,51$; $p= 0,133$). No entanto, foi possível verificar capturas em todos os biótopos amostrados, de maneira que elevadas abundâncias foram registradas em pontos localizados nos trechos lóticos inferiores da planície (estações 9 e 18), nos tributários (estações 2, 5 e 17) e na lagoa marginal (estações 7 e 8) (Fig. 2C).

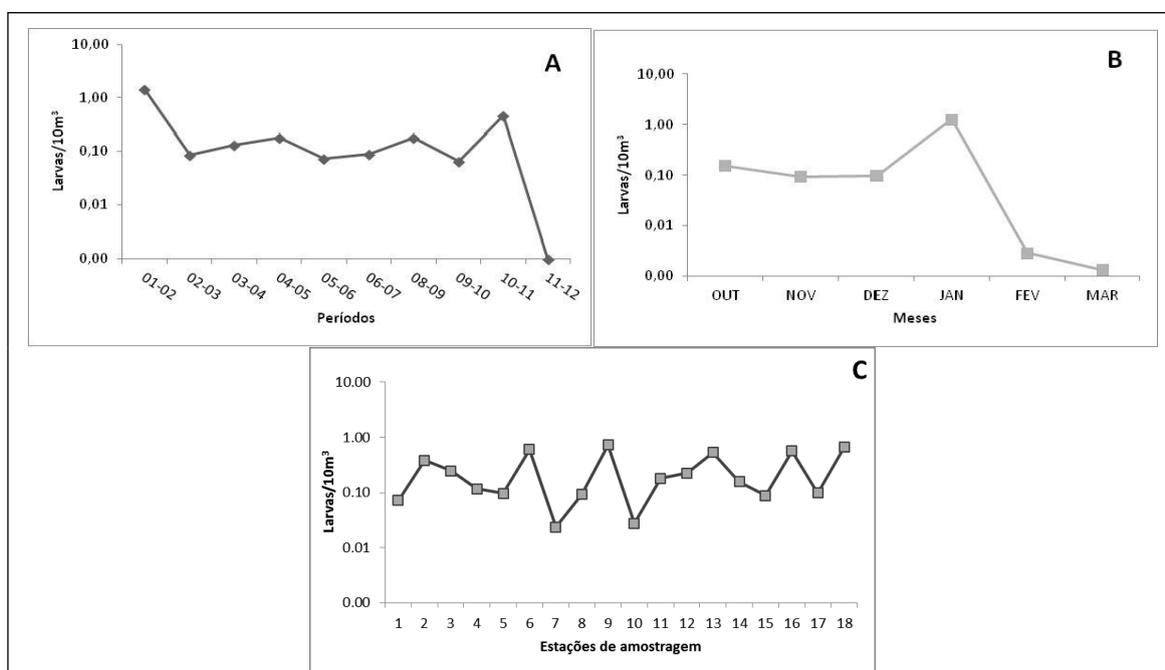


Figura 2 - Abundâncias médias de larvas de *Salminus brasiliensis* por períodos (A), meses (B) e estações de amostragem (C).

Considerando as abundâncias em relação aos canais do rio Paraná durante os períodos de amostragem, foram verificados valores médios bastante similares entre os canais, indicando que aparentemente não existe um padrão definido de deriva larval entre eles. Embora sem diferenças significativas (Kruskal-Wallis $H= 0,17$; $p= 0,676$), foi possível identificar uma diferença discreta com certa alternância de capturas entre os canais, onde maiores capturas nos períodos IV e V (2004/05 e 2005/06) ocorreram no canal direito, enquanto que, nos períodos VII e IX (2008/09 e 2010/11), ocorreram no canal esquerdo (Fig. 3A).

Quanto a variação anual das capturas nos tributários em relação aos canais, foi observado que nos períodos II, IV e V (2003/04, 2005/06 e 2006/07) as capturas predominaram nos tributários. Entretanto, tendência inversa ocorreu no período I (2001/02) e a partir do período VIII (2008/09), com maiores capturas nos canais, seguido de uma queda nas abundâncias até culminar com a ausência de capturas nos dois últimos períodos de amostragem (Fig. 3A).

Em relação a variação das abundâncias mensais nos tributários e canais, maiores capturas nos tributários para os meses de outubro, novembro e dezembro foram observadas, enquanto nos canais, as médias de capturas foram menores. Entretanto, em janeiro a tendência se reverteu e elevadas abundâncias foram registradas nos canais, simultâneo a uma redução nos tributários com ausência de capturas em ambos nos meses de fevereiro e março (Fig. 3B).

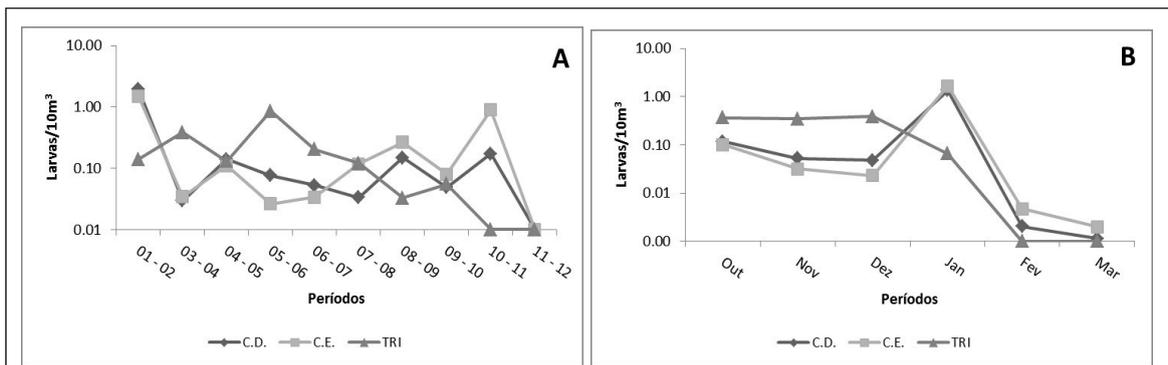


Figura 3 - Abundâncias médias de larvas de *Salminus brasiliensis* por períodos (A), meses (B) em relação aos canais e tributários do rio Paraná.

Analisando isoladamente cada tributário, foi observada a mesma tendência de queda nas capturas durante o período de estudo. De maneira que, houve capturas

maiores e mais constantes nos tributários do canal direito (Amambai e Iguatemi), apesar de não ter sido constatado diferenças entre eles (Kruskal-Wallis $H= 4,52$; $p= 0,1043$). Embora no rio Amambai tenha ocorrido as maiores abundâncias, foi observada uma redução a partir do período VII (2008/09), não sendo registradas capturas a partir do período VIII (2009/10). De maneira semelhante, o rio Iguatemi apresentou as maiores capturas nos períodos VII e VIII, culminando com ausência de capturas nos dois últimos períodos. Esta redução nas capturas ao longo dos períodos foi mais acentuada no rio Piquiri, onde, apesar da elevada abundância período II (2002/03), não houve mais registro de larvas a partir do período V (2005/06), (Fig. 4A).

Em relação às capturas mensais nos tributários, observou-se que a atividade reprodutiva de *S. brasiliensis* foi mais prolongada nos tributários do canal direito do rio Paraná, onde houve abundâncias até no mês de janeiro, enquanto que no rio Piquiri as capturas foram somente em outubro e novembro. No rio Amambai foram registradas as maiores ocorrências mensais (Fig. 4B), indicando ser este, entre os tributários amostrados, o rio que mais contribuiu para as capturas larvais.

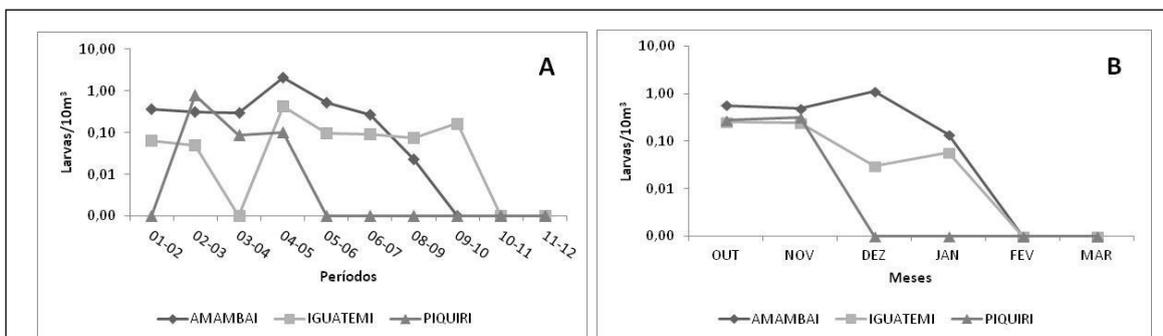


Figura 4 - Abundâncias médias de larvas de *Salminus brasiliensis* por períodos (A) e por meses de coleta (B) nos tributários do rio Paraná

3.2 - Variáveis Abióticas

Em geral, as médias dos períodos de amostragem, não apresentaram valores extremos nas variáveis abióticas analisadas (Tabela 1). Em todos os períodos analisados, os valores das variáveis abióticas físicas e químicas (temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica) foram mais elevados nos canais do que nos tributários (exceto oxigênio dissolvido no período X (2011/12)). A temperatura da água, de maneira geral, se manteve acima dos 26° C em todos os períodos, tanto nos canais como nos tributários, porém foram observadas diferenças significativas entre eles

(Kruskal-Wallis $H= 35,34$ $p= 0,000$). De igual maneira, diferenças entre os períodos também foram identificadas, sendo que as maiores diferenças foram entre os períodos II e o VI (2003/04 e 2007/08).

Apesar de os valores de oxigênio dissolvido não diferirem entre os ambientes (Kruskal-Wallis $H= 4,38$ $p= 0,036$), observou-se que na maioria dos períodos, exceto em X (2011/12), a água dos canais é mais oxigenada do que a dos tributários. No entanto, entre os períodos houve diferenças (Kruskal-Wallis $H= 329,26$ $p= 0,000$), sendo que os valores permaneceram elevados mesmo no período de menor valor médio (4,6 mg/L no período V (2006/07)).

Com relação aos valores do pH da água, o teste não paramétrico também apontou diferenças entre os valores dos tributários e dos canais do rio Paraná (Kruskal-Wallis $H= 23,36$ $p= 0,000$). De forma que, foram discretamente menores nos tributários, em todos os períodos, que também mostraram ser diferentes, especialmente os períodos IX e X (2010/11 e 2011/12). No entanto, apesar de significativas (Kruskal-Wallis $H= 206,57$ $p= 0,000$), os valores apresentaram pouca variação e permaneceram próximos à neutralidade.

A condutividade elétrica apresentou diferença acentuada entre os tributários e os canais do rio Paraná, sendo que os valores foram substancialmente mais elevados nas regiões dos canais. Em relação ao períodos, também houve diferenças significativas (Kruskal-Wallis $H= 124,07$ $p= 0,000$), especialmente, entre os períodos VIII e X (2008/09 e 2011/12).

Em relação às variáveis hidrológicas (pluviosidade e nível fluviométrico), os valores médios obtidos para ambos os parâmetros não apresentaram diferenças significativas entre tributários e rio (Tabela 1) (Kruskal-Wallis $H= 0,37$ e $p= 0,541$ pluviosidade e $H= 1,96$ e $p= 0,161$ nível fluviométrico). No entanto, quanto aos períodos amostrados, a pluviosidade apresentou variação significativa (Kruskal-Wallis $H= 171,74$ $p= 0,000$), de forma que os períodos que mais diferiram foram, o período I (2001/02) o menos chuvoso e o período IX (2011/12) o mais chuvoso. De igual maneira, os valores médios do nível fluviométrico variaram significativamente (Kruskal-Wallis $H= 515,69$ $p= 0,000$), para os períodos amostrados, sendo que as maiores diferenças foram entre os períodos VI e VIII (2007/08 e 2009/10 respectivamente).

Tabela 1 - Valores médios das variáveis abióticas para os períodos de amostragem nos canais (C) e tributários (T) do rio Paraná durante o período de estudo.

Período amostrado	T. Água (°C)		O ₂ Dissolvido (mg/L)		pH		Cond. Elét. (µS/cm ⁻¹)		Pluviosidade (mm)		Nível (cm)	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
I	28,1	26,8	7,1	6,8	7,3	7,2	58,1	34,9	85	133	180	206
II	29,6	28,5	7,1	6,9	7,1	6,7	57,8	33,7	125	122	173	184
III	28,5	26,8	6,7	6,5	7,2	6,9	58,4	32,9	171	141	221	222
IV	28,5	27,6	6,0	5,3	7,3	7,0	55,1	33,6	137	156	230	222
V	29,2	28,8	5,3	4,6	7,0	6,7	55,1	38,2	150	148	221	221
VI	26,8	26,6	5,6	5,5	7,1	7,0	52,9	32,3	72	118	161	166
VII	28,4	28,0	5,5	5,2	7,5	7,3	57,6	35,3	180	127	185	202
VIII	27,4	26,9	5,7	5,0	6,9	6,9	61,4	34,8	184	160	271	262
IX	27,4	26,2	6,7	6,4	6,7	6,5	52,5	32,1	199	148	254	237
X	27,8	26,6	7,0	7,1	7,5	7,4	47,6	27,0	108	101	229	202

De maneira geral, as médias mensais das variáveis abióticas apresentaram variações discretas (Tabela 2), porém significativas, sendo que o oxigênio dissolvido foia única variável que não apresentou diferença significativa (Kruskal-Wallis H= 5,74 p= 0,332) entre os meses amostrados.

Observou-se que temperatura da água apresentou um aumento gradativosimultâneo à chegada do verão, revelando variação significativa (Kruskal-Wallis H= 170,19 p= 0,000), principalmente entre outubro (26,3 °C) e fevereiro (28,7 °C). Quanto à condutividade elétrica, os valores médios registrados nos tributários foram inferiores aos dos canais em todos os meses avaliados que também apresentaram diferenças entre si (Kruskal-Wallis H= 49,71 p= 0,000).

De maneira similar, foram as variações com os valores de pH da água, que apesar de inferiores nos tributários, mantiveram-se próximos a neutralidade. Em relação à variação mensal, o teste de Kruskal-Wallis (H= 19,60) indicou diferenças (p= 0,002) entre outubro e março. Diferentemente, os valores de condutividade elétrica apresentaram claras diferenças, tanto entre as regiões quanto entre os meses amostrados, sendo que as maiores diferenças foram entre outubro e dezembro.

Os valores de pluviosidade revelaram redução significativa (Kruskal-Wallis H= 193,02 p= 0,000), conforme a gradual chegada do verão. Em relação aos valores de nível fluviométrico, foram observadas pequenas variações, porém significativas

(Kruskal-Wallis $H= 27,22$ $p= 0,000$), apresentando médias elevadas para janeiro, fevereiro e março.

Tabela 2 - Valores médios das variáveis abióticas para os meses de amostragem nos canais (C) e tributários (T) do rio Paraná durante o período de estudo.

Mês amostrado	T. Água (°C)		O ₂ Dissolvido (mg/L)		pH		Cond. Elét. (µS/cm ⁻¹)		Pluviosidade (mm)		Nível (cm)	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
OUT	26,3	26,1	6,3	6,0	7,1	6,8	59,2	36,4	196	169	204	216
NOV	27,8	26,7	6,2	6,0	7,2	6,8	54,4	35,7	163	143	200	226
DEZ	28,8	28,0	6,3	5,7	7,2	7,1	53,3	32,2	163	158	204	221
JAN	28,6	27,4	6,2	5,8	7,0	6,9	53,8	32,3	148	145	218	217
FEV	28,8	28,1	6,1	5,9	7,2	7,1	55,5	31,4	100	119	228	210
MAR	28,8	27,3	6,4	6,3	7,3	7,1	57,7	32,9	76	78	221	184

3.3 – Relação das abundâncias com as variáveis abióticas

A análise de correlação de Spearman revelou a existência de relação entre a captura de larvas e temperatura da água, pluviosidade e pH (Tabela 3). De forma que temperatura da água e pH (-0,12 e -0,10) mostraram relação mais fraca e negativa em relação a pluviosidade (0,20). A figura 5 traz uma representação gráfica da relação entre as capturas de larvas e as variáveis abióticas.

Tabela 3 - Correlação de Spearman entre a raiz quadrada das abundâncias de larvas de *Salminus brasiliensis* com as variáveis abióticas durante os períodos de estudo. Valores em negrito indicam significância ($p < 0,05$)

Variáveis	N	R	t(n-2)	P
Temperatura da água	1080	-0,125	-4,13	0,0000
Oxigênio Dissolvido	1080	-0,002	-0,08	0,9358
pH	1080	-0,100	-3,31	0,0010
Condutividade Elétrica	1080	0,037	1,21	0,2284
Pluviosidade	1080	0,208	7,00	0,0000
Nível Fluviométrico	1080	-0,019	-0,61	0,5408

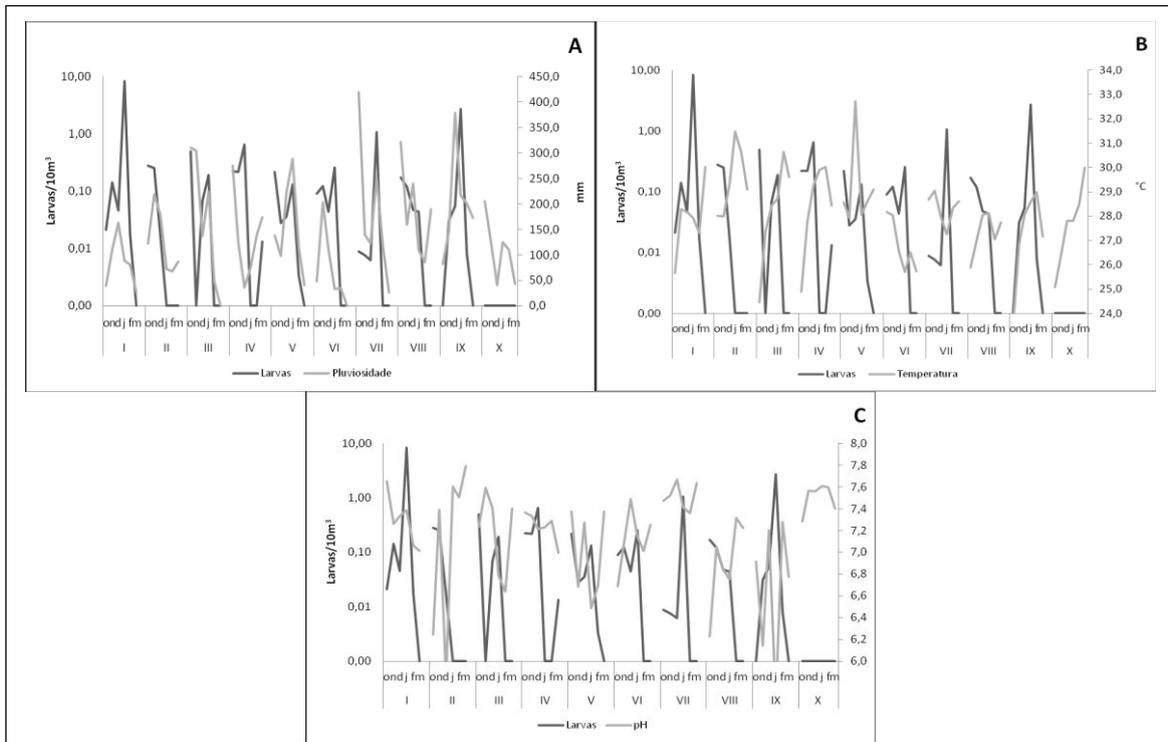


Figura 5 – Tendências temporais entre as abundâncias médias de larvas de *Salminus brasiliensis* e pluviosidade (A), temperatura (B) e pH (C).

4 – DISCUSSÃO

Analisando as abundâncias de larvas ao longo dos dez períodos amostrados, a redução das ocorrências a partir do segundo período culminando com a ausência de capturas no último período, pode ser indício de uma possível falha no processo reprodutivo da espécie. Entre as possíveis razões desta falha pode estar a regulação do fluxo imposto ao rio Paraná pela barragem de Porto Primavera. De fato, a simplificação do mosaico de ambientes que constituem o canal principal dos rios, através da canalização, fragmentação e alteração do fluxo, tem contribuído de forma decisiva para o declínio de espécies, principalmente as que realizam longas migrações (Reynalte-Tataje *et al.*, 2008).

No caso específico da barragem de Porto Primavera Sanches *et al.* (2006), revelaram uma queda acentuada de captura de larvas de espécies migradoras no canal principal do rio Paraná após sua implantação. A redução das capturas foi registrada a partir do segundo período logo após o término da fase de conclusão do enchimento do reservatório (ocorrido em março de 2001), reforçam a ideia da sua influência sobre a reprodução dos peixes, especialmente das espécies migradoras.

Espécies migradoras evolutivamente desenvolveram seu ciclo reprodutivo fortemente associado ao regime hidrológico (Winemiller, 1989), de modo que os pulsos de inundação (Junk *et al.*, 1989), resultam de processos hidrogeomorfológicos regionais que culminam em períodos sazonais de inundação de diferentes intensidades e períodos (Neiff, 1990). Nesta dinâmica a enchente é crucial para conduzir os ovos e as larvas para locais considerados berçários, que oferecem abundância de abrigo e alimento para as formas jovens (Bayley, 1995; Baumgartner *et al.*, 2004).

As maiores abundâncias concentradas entre outubro e janeiro, corroboram com o exposto por autores como Vazzoler (1996), Baumgartner *et al.* (2008) e Gogola *et al.* (2010 e 2013). Estes autores relacionam esta maior atividade reprodutiva à fatores relacionados ao aumento gradativo da temperatura e pluviosidade, comuns ao período analisado. A significância estatística entre as abundâncias de larvas, temperatura e pluviosidade, revelada pela correlação de Spearman neste estudo, corrobora com o carácter sazonal da reprodução da espécie e reforçam o indício de que estes são fatores

preponderantes e considerados por Vazzoler (1996), como gatilhos indutores às desovas dos peixes migradores.

As maiores capturas nos tributários nos meses de outubro a dezembro indicam que as desovas nesses meses se concentram nestes ambientes. Aparentemente, a elevação da temperatura e da pluviosidade neste período exercem maior influência nos tributários devido às suas menores dimensões, o que pode criar condições favoráveis para a desova, especialmente das espécies migradoras, que possuem seu ciclo reprodutivo diretamente afetado por essas variáveis (Vazzoler *et al.*, 1997). Embora não se possa descartar as ocorrências de desovas no leito principal, as maiores capturas a partir de janeiro nas estações localizadas no leito do rio Paraná, podem ser devidas à desovas ocorridas nos tributários localizados poucos quilômetros acima da área de estudo como Ivaí e Ivinheima, que estavam sendo transportadas pela correnteza.

A ausência de capturas nos tributários, a partir dos períodos V (2005/06), VIII (2009/10) e IX (2010/11) nos tributários Piquiri, Amambai e Iguatemi, respectivamente, sugerem que as baixas abundâncias e possivelmente baixos valores de recrutamento advindo desse fato possam estar se refletindo em uma redução do estoque desovante na região. Esta hipótese ganha força se considerarmos que durante todo o período amostrado as variáveis abióticas (condições ambientais) não apresentaram variações relevantes que pudessem impor alguma limitação às desovas. Além do que, a regulação de nível presente no leito do rio Paraná, considerado o principal fator impactante para a reprodução dos peixes, não ocorre nos tributários.

As capturas de larvas indicam que a espécie está encontrando condições para desovar, porém aparentemente, estas condições não estão sendo favoráveis ao desenvolvimento das larvas, provavelmente em virtude da redução, alteração ou ausência de locais apropriados devido ao controle de nível. A relação da abundância com a temperatura e pluviosidade sugere que estes fatores foram preponderantes no sentido de estimular eventos fisiológicos (maturação gonadal e desova) necessários ao início do ciclo reprodutivo (Vazzoler, 1996). Entretanto, a ausência de relação com os valores de nível fluviométrico indica que o aumento da pluviosidade não influenciou na ocorrência das cheias.

A ausência de cheias configura um cenário nocivo às larvas por não oferecer ambientes adequados ao seu desenvolvimento (Matthews & Marsh-Matthews, 2003). A

importância das inundações e sua contribuição para a sobrevivência larval e manutenção das populações de espécies de peixes, especialmente os migradores, é amplamente discutida para ambientes aquáticos continentais sul-americanos (Araújo-Lima & Oliveira, 1998; Agostinho *et al.*, 2001), norte-americanos (Crain *et al.*, 2004; Zeug & Winemiller, 2007 e 2008) e australianos (Humphries & Lake, 2000; King *et al.*, 2003 e 2008).

Em relação às abundâncias espaciais de larvas de *S. brasiliensis*, a ausência de diferenças significativas nas capturas entre os dois canais do rio Paraná, indica que as diferenças físicas e morfológicas dos canais não determinaram qualquer padrão de deriva ou dispersão larval entre eles, o que pode estar relacionado à velocidade de corrente. Segundo Pavlov (1994), locais com correntes mais fortes tendem a apresentar maiores densidades de larvas, o que foi corroborado por Bialecki *et al.* (1999), que observaram diferenças significativas nas capturas de larvas em dois pontos com diferentes características de fluxo no rio Paraná. Entretanto Gogola *et al.* (2010), descrevem que não encontraram diferenças significativas na velocidade média de fluxo entre os canais na mesma região deste estudo (ficando em torno de 0,56 m/s), o que indica que as larvas estão sendo transportadas em ambos os canais de maneira similar.

As elevadas capturas larvais registradas nos tributários, especialmente Amambai e Iguatemi, demonstram a relevância destes locais como áreas de desovas da espécie na região. Estudos nas mais diversas bacias hidrográficas também tem demonstrado a importância dos tributários na manutenção de populações viáveis em áreas impactadas por reservatórios (Merigoux & Ponton, 1999; Hladík & Kubečka, 2003; Jiang *et al.*, 2010; Reynalte-Tataje *et al.*, 2012), especialmente em planícies de inundação (Martin & Paller, 2008). Os tributários se mantêm como áreas importantes para a desova, e possivelmente, para o desenvolvimento inicial dos peixes (Suzuki & Agostinho, 1997; Gomes & Agostinho, 1997; Araújo-Lima & Lima, 2004).

A presença dos tributários é favorável à reprodução de *S. brasiliensis* e de outras espécies migradoras, e para a manutenção dos seus estoques, já que atualmente, são as únicas rotas migratórias de peixes, devido ao bloqueio do canal do rio Paraná pela barragem de Porto Primavera. Estudos anteriores como Gogola *et al.* (2010 e 2013), Bialecki *et al.* (1999 e 2005), Baumgartner *et al.* (2004) e Nakatani *et al.* (1997),

também relatam a importância destes e de outros tributários para a reprodução dos peixes na planície de inundação do alto rio Paraná.

Além dos tributários, as lagoas marginais também podem ser consideradas importantes para a reprodução dos peixes (Matthews, 1998; Wootton, 1998). A captura de larvas de *S. brasiliensis* na lagoa Saraiva indica que este ambiente está sendo utilizado pela espécie como área de desenvolvimento e crescimento. A ocorrência de desovas da espécie na lagoa é improvável e, desta maneira, o mais provável é que as larvas capturadas vieram à deriva de áreas a montante. Daga *et al.* (2009), encontraram grande diversidade de larvas nesta lagoa, inclusive de espécies migradoras, indicando que este local pode ser considerado uma importante área de desenvolvimento para as espécies, tanto de migradoras como sedentárias.

Embora poucos estudos considerem o próprio canal do rio como local de crescimento das formas jovens de peixes (Humphries *et al.*, 1999; King *et al.*, 2003), as maiores capturas de larvas em estações nas áreas mais a jusante do parque (especialmente as estações 6, 9 e 18) sugerem que estes locais possam ser utilizados como áreas de crescimento larval. Estas estações estão localizadas em um trecho do rio onde existem vários canais secundários com velocidades de fluxo e profundidades reduzidas. Os locais frequentemente utilizados para o crescimento de larvas de ambientes de água doce incluem baías, canais secundários, lagoas marginais, poços e margens sem correnteza (Scott & Nielsen, 1989; Agostinho *et al.*, 1993; King, 2004), sendo que a presença abundante de alimento adequado, baixa correnteza e reduzida pressão de predação são algumas das características desses locais que favorecem a sobrevivência larval (Houde, 2002; Werner, 2002).

Portanto, baseado nesta análise de variações temporais e espaciais das abundâncias de larvas ao longo de dez anos de amostragens, e conforme o pressuposto assumido, observou-se uma redução das capturas larvais, o que configura-se em índice de uma possível falha no processo reprodutivo e consequente redução do estoque desovante da espécie na região, já que o aumento da pluviosidade não está se refletindo em cheias, o que aparentemente está comprometendo a reprodução de *S. brasiliensis* e provavelmente de outras espécies migradoras na região. Também foi possível confirmar que os tributários são utilizados como rotas migratórias pela espécie, embora as

capturas tenham reduzido ao longo do período, as elevadas densidades configuram este biótopo como área de reprodução e desova de espécies reofílicas.

5 - REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A. 1997. Qualidade dos habitats e perspectivas para conservação. p. 455-460, In: Vazzoler A. E. A., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (Eds.). A planície de inundação do Alto Paraná. Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá, EDUEM. 460 p.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes & F. M. Pelicice. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá, EDUEM. 501p.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, H. I. Suzuki & J. F. Horácio. 2003. Chapter 2. Migratory fishes of the upper Paraná river basin. 19-98 pp. In: Carolsfeld J., B. Harvey, C. Ross & A. Baer (Eds.) Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, S. V. Verissimo & 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*, vol. 14, no. 1, p. 11-19.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes & M. Zalewski. 1997. The importance of floodplains for the dynamics of fish communities of the upper river Paraná. In: Zalewski, M.; Thorp, J. *Fish and Land/Inland Water Ecotones: the need for integration*. The Parthenon Publishing Group, p. 170-182.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes & M. Zalewski. 2001. The importance of floodplains for the dynamics of fish communities of the upper River Paraná, [S.L.]. *Ecohydrology e Hydrobiology*, 1: 209-217.
- Agostinho, A. A., L. E. Miranda, L. M. Bini, L. C. Gomes, S. M. Thomaz & H. I. Suzuki. 1999. Patterns of colonization in neotropical reservoirs and prognosis on aging. In: Tundisi, J. G. & M. Straskraba, (eds). *Theoretical Reservoir Ecology*

and its Applications. São Carlos: International Institute of Ecology, Backhuys Publishers. p. 227-265.

- Agostinho, A. A., A. E. A. M. Vazzoler; L. C. Gomes & E. K. Okada. 1993. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* em distintas fases del ciclo de vida, em la planicie de inundación del alto rio Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Hydrobiologia* 26(1): 79-90.
- Agostinho, A. A. & M. Zalewski. 1996. A planície alagável do alto Rio Paraná: importância e preservação. Maringá, Eduem, 100p.
- Araújo-Lima, C. A. R. M. & A. C. D. Lima. 2004. The distribution of larval and juvenile fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. *Freshwater Biology*, 49: 787-800.
- Araújo-Lima, C. A. R. M. & E. C. Oliveira. 1998. Transport of larval fishes in the Amazon. *Journal Fish Biology*, 53 (Supplement A), 297-306.
- Baumgartner, G., K. Nakatani, L. C. Gomes, A. Bialetzki, 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*, Inglaterra. 71: 115-125.
- Baumgartner, G., K. Nakatani, L. C. Gomes, A. Bialetzki, P. V. Sanches & M. C. Makrakis. 2008. Fish larvae from the upper Paraná River: do abiotic factors affect larval density? *Neotropical Ichthyology*, 6: 551-558.
- Bayley, P. B. 1995. Understanding large river-floodplain ecosystems. *Bioscience* 45:153–158.
- Bialetzki, A., K. Nakatani, L. C. Gomes, P. V. Sanches & G. Baumgartner. 2005. Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. *Environmental Biology of Fishes*, Dordrecht, v.73, p. 37-47.
- Bialetzki, A., P. V. Sanches, M. Cavicchioli, G. Baumgartner, R. P. Ribeiro & K. Nakatani. 1999. Drift of ichthyoplankton in two channels of the Paraná River, between Paraná and Mato Grosso do Sul state, Brazil. *Archives of Biology and Technology*. 42(1): 53-60.

- Campos, J. B. Caracterização física e ambiental da área do Parque Nacional de Ilha Grande. 2001. In: Campos, J. B. (Org.). Parque Nacional de Ilha Grande reconquista e desafios. Maringá, PR: IAP/Coripa, p. 1-10.
- Crain, P. K., K. Whitener & P. B. Moyle, 2004. Use of a restored central California floodplain by larvae of native and alien fishes. American Fisheries Society Symposium 39: 125–140.
- Daga, V. S., T. M. Gogola, P. V. Sanches, G. Baumgartner, D. Baumgartner, P. A. Piana, É. 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.
- Froese, R. & D. Pauly. 2008. Editors. FishBase. World wide web electronic publication. Disponível em: <www.fishbase.org>
- Gogola, T. M. 2010. Avaliação das Ocorrências de Larvas de Peixes em uma Região sob Influência de Barramentos no Rio Paraná, Brasil. Monografia de Qualificação.
- Gogola, T. M., V. S. Daga, P. V. Silva, P. V. Sanches, É. A. Gubiani, G. Baumgartner & R. L. Delariva. 2010. Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. Neotropical Ictiology, 8(2): 341-349.
- Gogola, T. M., P. V. Sanches, É. 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: 95–105.
- Gomes, L. C. & A. A. Agostinho. 1997. Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimba, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in upper Paraná River, Brazil. Fisheries Management and Ecology, OXFORD-UK, 4(4): 263-274.
- Graça, W. J. & C. S. Pavanelli. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá, EDUEM. p. 241.
- Hladík, M. & J. Kubečka. 2003. Fish migration between a temperate reservoir and its main tributary. Hydrobiologia 504, 251-266.

- Houde, E. D. 2002. Mortality. In: Fuiman, L. A., R. G. Werner. (Ed.). Fishery science the unique contributions of early life stages. Oxford, UK: Blackwell Sciences.
- 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. & P. S. Lake. 2000, Fish larvae and management of regulated rivers. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.*, 16, 421-432.
- Jiang, W. L. Huan-Zhang, D. Zhong-Hua & C. Wen-Xuan. 2010. Seasonal Variation in Drifting Eggs and Larvae in the Upper Yangtze, China. *Zoological Science* 27: 402–409.
- Jonsson, N. 1991. Influence of water flow, water temperature and light on fish migrations in rivers. *Nordic Journal of Freshwater Research*, 66: 20-35.
- Junk, W. J. P. B. Bayley & R. E. Sparks. 1989. The Flood Pulse Concept in river-floodplain Systems. In: DODGE, D. P. ed. *Proceedings of the International Large River Symposium*. Ottawa, p. 110-127. (Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences, 106).
- King, A. 2004. Density and distribution of potential prey for larval fish in the main channel of a floodplain river: pelagic versus epibenthic meiofauna. *River Research and Applications*, 20: 883-897.
- 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 Science* 60: 773–786.
- King, A. J., Z. Tonkin & J. Mahoney. 2008. Environmental flow enhances native fish spawning and recruitment in the Murray river, Australia. *River Research and Applications*, published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/rra.1209.
- Kruk, A., 2004. Decline in migratory fish in the Warta River, Poland. *Ecology & Hydrobiology*. 2, 147–155.

- Lake, P. S., 2005. Perturbation, restoration and seeking ecological sustainability in Australian flowing waters. *Hydrobiologia* 552: 109–120.
- Martin D. F. & M. H. Paller 2008. Ichthyoplankton transport in relation to floodplain width and inundation and tributary creek discharge in the lower Savannah River of Georgia and South Carolina. *Hydrobiologia* 598: 139–148.
- Matthews, W. J. 1998. Patterns in freshwater fish ecology. New York: Chapman & Hall.
- Matthews, W. J. & E. Marsh-Matthews. 2003. Effects of drought on fish across axes of space, time and ecological complexity. *Freshwater Biology*. 48: 1231-1253.
- Merigoux, S. & D. Ponton. 1999. Spatio-temporal distribution of young fish in tributaries of natural and flow-regulated sections of a neotropical river in French Guiana. *Freshwater Biology*. 42: 177-198.
- Nakatani, K., A. A. Agostinho, , G. Baumgartner, A. Bialecki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis & C. S. Pavanelli. 2001. Ovos e larvas de peixe de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM / Nupélia.
- Nakatani, K. G. Baumgartner & M. C. Makrakis. 1997. Ecologia de ovos e larvas de peixes. p. 281-306. In: Vazzoler, A. E. A., A. A. Agostinho & N. S. Hahn. (ed.) A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM.
- Neiff, J. J. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciência*, vol. 15, no. 6, p. 424-441.
- Pavlov, D. S., 1994, The downstream migration of young fishes in rivers: mechanisms and distribution. *Folia Zoologica*, 43: 193-208.
- Ponton, D. & P. Vauchel. 1998. Immediate downstream effects of Petit-Saut dam on young neotropical fish in a large tributary of the Sinnamary River (French- Guiana, South America). *Regulated Rivers - Research and Management*. v. 14, n. 3, p. 227 - 243.
- Quinn, G. P. & M. J. Keough. 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press, 537p.

- Reynalte-Tataje, D. A., A. A. Agostinho, A. Bialetzki, S. HermesSilva, R. Fernandes & E. Zaniboni-Filho. 2012. Spatial and temporal variation of the ichthyoplankton in a subtropical river in Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 94: 403-419.
- Reynalte-Tataje, D. A., S. H. Silva, M. M. de C. Silva, F. M. Abbud, R. N. Correa & E. K. Filho. 2008. Distribuição de ovos e larvas de peixes na área de influência do reservatório de Itá (Alto Rio Uruguai). In: Filho, E. Z. & A. P. de O. Nuñez. Reservatório de Itá: estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna. Florianópolis: Ed. Da UFSC.
- Sanches, P. V., K. Nakatani, A. Bialetzki, G. Baumgartner, , L. C. Gomes & E. A. Luis. 2006. Flow regulations by dams affecting ichthyoplankton: The case of porto Primavera Dam, Parana River - Brazil. *Rivers Research and Applications*. Inglaterra, v. 22, p. 555-565.
- Sato, Y. & Godinho, H. P. 1999. Peixes da bacia do Rio São Francisco. pp. 401-413. In: Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais, ed. Lowe-McConnell, (Translated by A. E. A. M. Vazzoler, A. A. Agostinho, P. T. M. Cunningham). São Paulo: EDUSP. 534 p.
- Scott, M. T. & L. A. Nielsen. 1989. Young fish distribution in backwaters and main-channel borders of the Kanawha River, West Virginia. *Journal of Fish Biology*. 35 (Suplemento A): 21-27.
- Suzuki, H. I. & A. A. Agostinho. 1997. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A. A. & Gomes, L. C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM.
- Tanaka, S. 1973. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fish. Tech. Pap. Rome*, v. 122, p. 33-51.
- Taylor, C. M. 1997. Fish species richness and incidence patterns in isolated and connected stream pools: effects of pool volume and spatial position. *Oecologia* 110:560–566.
- Vazzoler, A. E. A. de M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos teoria e prática*. Maringá: EDUEM.

- Vazzoler, A. E. A. M., M. de Los A. P. Lizama, & P. Inada. 1997. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. Pp. 267- 280. 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, 460p.
- Welcomme, R. L. 1979. Fisheries ecology of floodplain rivers. London, Longman, 317p.
- Werner, R. G. 2002. Habitat requirements. In: Fuiman, L. A. & R. G. Werner. Fisheries Science: The Unique contributions of early life stages, pp. 82-161. Oxford: Blackwell Sciences.
- Winemiller, K. O. 1989. Patterns of variation in life-history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia* 81:225–241.
- Wootton, R.J. 1998. Ecology of teleost fishes. 2.ed. London: Chapman and Hall.
- Zaniboni-Filho E. & U. H., Schulz. 2003. Migratory fishes of Uruguay river. p 135-168. In: Carolsfeld J., B. Harvey, A. Baer, C. Ross (Eds), Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status, 372p.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Zeug, S. C. & K. O. Winemiller. 2007. Ecological correlates of fish reproductive activity in floodplain rivers: a life history-based approach. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64: 1291–1301.
- Zeug, S. C. & K. O. Winemiller. 2008. Relationships between hydrology, spatial heterogeneity, and fish recruitment dynamics in a temperate floodplain river. *River Research and Applications* 24: 90–102.