



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MARIANA BOZINA PINE

**AFLUENTES SÃO EFICIENTES NO RECRUTAMENTO DE  
ESPÉCIES DE PEIXES MIGRADORAS NO SISTEMA EM  
CASCATA DA BACIA DO MÉDIO PARANAPANEMA?**

MARIANA BOZINA PINE

**AFLUENTES SÃO EFICIENTES NO RECRUTAMENTO DE  
ESPÉCIES DE PEIXES MIGRADORAS NO SISTEMA EM  
CASCATA DA BACIA DO MÉDIO PARANAPANEMA?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Mário Luís Orsi

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Andréa Bialetzki

Londrina  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Pine, Mariana Bozina .

AFLUENTES SÃO EFICIENTES NO RECRUTAMENTO DE ESPÉCIES DE PEIXES MIGRADORAS NO SISTEMA EM CASCATA DA BACIA DO MÉDIO PARANAPANEMA? / Mariana Bozina Pine. - Londrina, 2016.  
63 f.

Orientador: Mário Luis Orsi.

Coorientador: Andréa Bialetzki.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas , 2016.

Inclui bibliografia.

1. Ictioplâncton - Tese. 2. Diversidade de espécies - Tese. 3. Fragmentação de Ecossistemas - Tese. 4. Bacia do Alto rio Paraná - Tese. I. Orsi, Mário Luis . II. Bialetzki, Andréa . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas . IV. Título.

MARIANA BOZINA PINE

**AFLUENTES SÃO EFICIENTES NO RECRUTAMENTO DE ESPÉCIES  
DE PEIXES MIGRADORAS NO SISTEMA EM CASCATA DA BACIA  
DO MÉDIO PARANAPANEMA?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Mário Luís Orsi  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes  
Universidade Estadual de Maringá– UEM

---

Profa. Dra. Ana Paula Vidotto Magnoni  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 01 de julho de 2016.

*Nós Vos louvamos, Pai,  
Com todas as vossas criaturas,  
Que saíram da vossa mão poderosa.  
São vossas e estão repletas da vossa presença  
E da vossa ternura.  
Louvado sejais!*

*Despertai o nosso louvor e a nossa gratidão  
Por cada ser que criastes.  
Dai-nos a graça de nos sentirmos  
Intimamente unidos  
A tudo o que existe.*

*Deus de amor,  
Mostrai-nos o nosso lugar neste mundo  
Como instrumentos do vosso carinho  
Por todos os seres desta terra,  
Porque nem um deles sequer  
É esquecido por Vós.*

*Iluminai os donos do poder e do dinheiro  
Para que não caiam no pecado da indiferença,  
Amem o bem comum, promovam os fracos,  
E cuidem deste mundo que habitamos.*

*Os pobres e a terra estão bradando:  
Senhor, tomai-nos  
Sob o vosso poder e a vossa luz,  
Para proteger cada vida,  
Para preparar um futuro melhor,  
Para que venha o vosso Reino  
De justiça, paz, amor e beleza.  
Louvado sejais!  
Amém*

*(Laudato Si' – Sobre o cuidado da casa comum; Papa Francisco)*

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que participaram de forma direta ou indireta para a realização e conclusão deste trabalho, deste estudo e para mim também um sonho. Sem o auxílio, orientações, companheirismo, desabafos e descontrações nada disso seria hoje possível.

Agradeço imensamente ao meu orientador Prof. Dr. Mário Luis Orsi por ter me acolhido quando resolvi mudar completamente minha área de estudo, por sua orientação, compreensão, paciência e amizade.

À Prof. Dr<sup>a</sup> Andréa Bialetzki por estar sempre de prontidão e disposta a nos receber, por auxiliar não apenas na identificação do icteoplâncton como em sugestões sempre muito pertinentes ao trabalho. Por sua paciência e pelas conversas que foram de muita ajuda.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes pela disponibilidade e boa vontade de nos auxiliar sempre, por todo o conhecimento adquirido e pela imensa paciência ao me auxiliar em cada passo da estatística deste trabalho, principalmente por minha grande dificuldade.

Aos técnicos do laboratório Edson e Aparecido por estarem sempre dispostos a auxiliar principalmente em campo, à sua experiência e companheirismo.

Ao Prof. Dr. João Antonio Cyrino Zecchi pela participação na banca de qualificação e por todas as sugestões a este trabalho. À Prof. Dr<sup>a</sup> Ana Paula Vidotto Magnoni que além de participar da minha banca de qualificação e fazer ótimas sugestões, foi minha amiga, minha conselheira e foi a descoberta de mais uma prima. Agradeço pelos conselhos, pela paciência, os desabafos, as conversas e por toda a ajuda.

Aos meus companheiros e amigos do Laboratório de Ecologia de Peixes e Invasões Biológicas (LEPIB) pelo acolhimento, pela compreensão nos momentos difíceis, por todas as risadas, por todo o conhecimento compartilhado e por toda a vivência, todos foram de grande importância, afinal em conjunto me ensinaram tudo o que sei hoje. Aos amigos Harry, Xandi, Marcelo, Gean, Armando, Camila, Daiana, Ana e ao agregado Alex, e ao companheiro de mestrado Massao.

À Poliana, uma nova amizade muito querida que fiz ao longo destes dois anos, agradeço pela companhia, desabafos e risadas.

À minha família como um todo que sempre foi meu suporte, minha alegria, mas em especial aos meus pais pois se dedicaram toda a vida ao máximo para que hoje eu pudesse realizar este sonho, e viver toda esta experiência. Obrigada por serem meu alicerce e por me ensinarem grandes valores e me mostrarem o caminho do alicerce maior que é Deus.

Ao meu irmão João Paulo que de alguma forma de ajudou a crescer e amadurecer muito nesse tempo. À minha irmã Raquel que foi meu equilíbrio, minha companhia, minha força em todos os momentos, obrigada por ser meu anjinho sempre.

Ao meu amigo, companheiro, namorado e esposo Hussein, por ser meu porto seguro. Por seu meu ombro, minha segurança principalmente nos momentos mais difíceis.

Agradeço principalmente a Deus que tornou tudo isto possível, por seu amor incondicional e paciência, por ser o motivo maior da escolha da minha profissão, por ser o autor de toda a vida, o artista dessa natureza tão esplêndida!

Enfim, gostaria de agradecer à Duke Energy pelo financiamento do projeto, a CAPES pela bolsa de estudo concedida nesses dois anos à FAUEL pelo gerenciamento dos recursos e à UEL pela infraestrutura.

Agradeço a todos que foram importantes nesta etapa que aqui se encerra!

**Muito Obrigada**

PINE, Mariana Bozina. **Afluentes são eficientes no recrutamento de espécies de peixes migradoras no sistema em cascata da bacia do médio Paranapanema?** 2016. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## RESUMO

A construção de empreendimentos hidrelétricos de maneira sequencial no curso de um rio, formam um sistema em cascata de reservatórios, potencializando a degradação na qualidade da água e habitat. Alterando o fluxo hídrico e interrompendo a rota de migração de muitas espécies. A bacia do rio Paranapanema, por suas características de relevo favoráveis ao aproveitamento hidrelétrico foi transformada em um sistema em cascata de reservatórios. Como uma ferramenta para acompanhar a ictiofauna em ambientes degradados têm-se o estudo do ictioplâncton (estudo de ovos e larvas de peixes). A partir desta ferramenta, buscou-se avaliar se espécies de peixes de hábitos migradores têm reproduzido na porção média da bacia do rio Paranapanema, e se estas espécies estão se utilizando dos afluentes como rota alternativa à migração. Ainda se buscou analisar a diferença entre amostragens em ambientes lóticos e lênticos, bem como apontar as variáveis abióticas que influenciam na distribuição do ictioplâncton, distribuição esta que visa compreender a dinâmica populacional e reprodutiva local. As amostragens de ovos e larvas foram realizadas em dois ciclos, de setembro de 2013 a abril de 2014 e de setembro de 2014 a abril de 2015. Baseado nos resultados obtidos, os afluentes não estão atuando como rotas alternativas para espécies de peixes migradoras, impedindo o recrutamento efetivo. Ambientes lóticos mostraram uma maior riqueza de espécies, enquanto que os reservatórios indicam menor riqueza de espécies e dominância de *P. squamosissimus*, espécie invasora que se estabeleceu devido à fragmentação e desequilíbrio ambiental.

**Palavras-chave:** Alto Rio Paraná. Ictioplâncton. Fragmentação. Diversidade de espécies.

PINE, Mariana Bozina. **Are tributaries efficient in the recruitment of migratory fish species in the cascade system of the Paranapanema middle basin?** 2016. 63p. Master Dissertation (Master in Biological Sciences) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

### **ABSTRACT**

The construction of hydroelectric projects sequentially over the course of a river, form a cascade system of reservoirs, increasing the degradation in water quality and habitat. Changing the water flow and stopping the migration route of many species. The basin of the river Paranapanema, for its relief characteristics favorable to the hydroelectric project was transformed into a cascade system of reservoirs. As a tool to monitor fish populations in degraded environments have been studying the Ichthyoplankton (study of fish eggs and larvae). From this tool, we sought to assess whether fish species of migratory habits have played in the middle portion of the Paranapanema River basin, and these species are using the tributaries as an alternative route to migration. Still it sought to analyze the difference between sampling in lotic and lentic environments, as well as point out the abiotic variables that influence the distribution of Ichthyoplankton, this distribution that aims to understand the population dynamics and reproductive place. Sampling of eggs and larvae were conducted in two cycles, from September 2013 to April 2014 and September 2014 to April 2015. Based on the results, the affluent are not acting as alternate routes for migratory species of fish, preventing effective recruitment. Lotic environments showed greater species richness, while the reservoirs indicate lower species richness and dominance of *P. squamosissimus*, invasive species that was established due to fragmentation and environmental imbalance.

**Keywords:** Upper Paraná River. Ichthyoplankton. Fragmentation. Diversity of species.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 -** Mapa dos locais de amostragem na Porção Média da bacia do rio Paranapanema, bacia do Alto rio Paraná, Brasil, durante os períodos de amostragem de 2013/2014 e 2014/2015. Os pontos amostrais enumerados no mapa seguem o curso do rio Paranapanema (bacia principal). 1) Ponto amostral Rio Pardo, afluente na área de influência do Reservatório Salto Grande; 2) Ponto amostral Canoas II, área de reservatório na porção superior e lótica; 3) Ponto amostral Canoas I, área de reservatório na porção superior e lótica; 4) Ponto amostral Foz do Rio Cinzas, afluente na área de influência do Reservatório Capivara; 5) Ponto amostral Rio Cinzas, afluente na porção média do rio Cinzas e área de influência do Reservatório Capivara; 6) Ponto amostral Rio Laranjinha, subafluente na área de influência do Reservatório Capivara..... 20
- Figura 2 -** Representação esquemática da análise de dados indicando a sequência de passos, para as análises abióticas (A), análises bióticas – densidade de ovos (B) e análises bióticas – densidade de larvas (C) ..... 25
- Figura 3 -** Gráfico indicando os valores anuais de pluviosidade em milímetros, de cada estação meteorológica referente aos pontos amostrais do estudo. Os anos indicados referem-se aos anos em que foram realizadas as amostragens, onde o ano de 2014 apresenta valores abaixo do ano anterior e seguinte..... 26
- Figura 4 -** Gráfico indicando os valores mensais para o nível do reservatório Capivara, em porcentagem, para o período dos anos 2012 a 2015. O ano de 2014 (barras pretas lisas) apresentou os menores níveis, juntamente com os primeiros meses do ano de 2015..... 27
- Figura 5 -** A) Ordenação das amostras categorizadas por ambiente das variáveis abióticas utilizando a análise de componentes principais (PCA) para as amostragens de ovos. As setas dentro das figuras indicam as variáveis mais importantes para a ordenação (TURB: Turbidez (NTU) NIT: Nitrito ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) TEMP: Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) OXI: Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ )); B e C) Médias dos escores do eixo 1 (PCA1) e 2 (PCA2) da análise de componentes principais aplicada às

variáveis abióticas das amostragens de ovos, de acordo com os ambientes (B – PCA1; C – PCA2). As setas dentro das figuras indicam as variáveis mais importantes para a ordenação (TURB: Turbidez (NTU) NIT: Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) TEMP: Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) OXI: Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ )). Barras correspondem ao erro padrão. As letras sobre as barras indicam grupos iguais ou distintos, letras iguais indicam igualdade entre os reservatórios, já letras diferentes indicam diferenças entre os reservatórios..... 30

**Figura 6 -**

A) Ordenação das amostras categorizadas por ambiente das variáveis abióticas utilizando a análise de componentes principais (PCA) para as amostragens de larvas. As setas dentro das figuras indicam as variáveis mais importantes para a ordenação (TURB: Turbidez (NTU) NIT: Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) OXI: Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e TEMP: Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )); B e C) Médias dos escores do eixo 1 (PCA1) e 2 (PCA2) da análise de componentes principais aplicada às variáveis abióticas das amostragens de larvas, de acordo com os ambientes (B – PCA1; C – PCA2). As setas dentro das figuras indicam as variáveis mais importantes para a ordenação (TURB: Turbidez (NTU); NIT: Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); OXI: Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e TEMP: Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )). Barras correspondem ao erro padrão. As letras sobre as barras indicam grupos iguais ou distintos, letras iguais indicam igualdade entre os reservatórios, já letras diferentes indicam diferenças entre os reservatórios..... 32

**Figura 7 -**

A) Ordenação das amostras categorizadas por ambiente das variáveis bióticas utilizando a análise de coordenadas principais (PCoA). As setas dentro das figuras indicam os táxons mais importantes para a ordenação e que mais se correlacionam com os eixos. B e C) Médias dos escores do eixo 1 (PCoA1) e 2 (PCoA2) da análise de coordenadas principais aplicada às variáveis bióticas, de acordo com os ambientes (B – PCoA1; C – PCoA2). As setas dentro das figuras indicam as variáveis mais importantes para a ordenação. Barras correspondem ao erro padrão. As letras sobre as barras indicam grupos iguais ou distintos, letras iguais indicam igualdade entre os

reservatórios, já letras diferentes indicam diferenças entre os reservatórios..... 35

**Figura 8 -** Correlação dos eixos da PCoA e PCA de larvas. As setas dentro das figuras indicam os táxons mais importantes para a ordenação e que mais se correlacionam com os eixos e as variáveis mais relacionadas ao eixo (TURB: Turbidez (NTU); NIT: Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); OXI: Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) TEMP: Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )). A) Correlação entre os eixos PCoA1 e PCA1 ( $\rho = 0,18$ ;  $P < 0,05$ ); B) Correlação entre os eixos PCoA2 e PCA1 ( $\rho = 0,26$ ;  $P < 0,05$ ) e C) Correlação entre os eixos PCoA2 e PCA2 ( $\rho = 0,35$ ;  $P < 0,05$ )..... 37

## LISTA DE TABELAS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1 -</b> | Relação de pontos amostrais para cada reservatório estudado na porção média da bacia do rio Paranapanema, juntamente com sua localização e classificação quanto à bacia principal, nos ciclos reprodutivos de 2013/2014 e 2014/2015..... | 19 |
| <b>Tabela 2 -</b> | Médias e Desvio Padrão (entre parênteses) das variáveis abióticas amostradas para os reservatórios estudados nos ciclos amostrais de 2013/2014 e 2014/2015.....                                                                          | 28 |
| <b>Tabela 3 -</b> | Autovetores (correlações) das variáveis utilizadas na análise de componentes principais (PCA) para as amostragens de ovos. Também são apresentados os autovalores e a porcentagem de explicação de cada eixo .....                       | 29 |
| <b>Tabela 4 -</b> | Autovetores (correlações) das variáveis utilizadas na análise de componentes principais (PCA) para as amostragens de larvas. Também são apresentados os autovalores e a porcentagem de explicação de cada eixo .....                     | 31 |
| <b>Tabela 5 -</b> | Composição taxonômica e densidade de larvas para cada ponto amostrado, referente às amostragens na porção média da bacia do rio Paranapanema nos ciclos reprodutivos de 2013/2014 e 2014/2015 .....                                      | 34 |
| <b>Tabela 6 -</b> | Autovetores (correlações) das variáveis (táxons) utilizadas na análise de coordenadas principais (PCoA). Também são apresentados os autovalores e a porcentagem de explicação de cada eixo .....                                         | 36 |

## SUMÁRIO

|           |                                                                              |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                                                      | 07 |
| <b>2.</b> | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....                                           | 11 |
| <b>3.</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                                              | 16 |
| 3.1       | Área de Estudo .....                                                         | 16 |
| 3.2       | Amostragens .....                                                            | 21 |
| 3.3       | Análise de dados .....                                                       | 23 |
| 3.3.1     | Variáveis abióticas .....                                                    | 23 |
| 3.3.2     | Distribuição espacial de ovos e larvas de peixes .....                       | 24 |
| 3.3.3     | Associação entre as variáveis abióticas e a densidade de ovos e larvas ..... | 24 |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS</b> .....                                                      | 26 |
| 4.1       | Variáveis abióticas .....                                                    | 26 |
| 4.2       | Distribuição espacial de ovos e larvas de peixes .....                       | 33 |
| 4.3       | Associação entre as variáveis abióticas e a densidade de ovos e larvas ..... | 36 |
| <b>5.</b> | <b>DISCUSSÃO</b> .....                                                       | 38 |
| 5.1       | Variáveis abióticas .....                                                    | 38 |
| 5.2       | Distribuição espacial de ovos e larvas de peixes .....                       | 39 |
| 5.3       | Associação entre as variáveis abióticas e a densidade de ovos e larvas ..... | 44 |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSÕES</b> .....                                                      | 48 |
|           | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....                                            | 59 |
|           | <b>REFERÊNCIAS</b> .....                                                     | 50 |

## 1 INTRODUÇÃO

2

3 A fragmentação é o processo de segmentação de um habitat contínuo em  
4 partes que ficam mais, ou menos isoladas. Cada fragmento passa a ter características  
5 ambientais distintas do seu entorno. O processo de fragmentação do ambiente existe  
6 naturalmente, porém é intensificado através das ações humanas. Tem-se por consequência o  
7 desequilíbrio do ecossistema fragmentado e diversos problemas ambientais como: alterações  
8 de habitat, alterações em processos biológicos, diminuição da diversidade, perda de grupos  
9 funcionais, além da simplificação dos sistemas ecológicos (MMA/SBF, 2003). Dentre os  
10 ecossistemas em processo de fragmentação, o ecossistema aquático, por prestar à humanidade  
11 diversos serviços ambientais, está sujeito a constantes interferências antrópicas, um exemplo  
12 é a construção de empreendimentos para barrar os rios com diversas finalidades:  
13 abastecimento de água, piscicultura, irrigação, produção de energia, dentre outros  
14 (MMA/SBF, 2003). No Brasil, a extensa malha hídrica favorece a utilização dos cursos dos  
15 rios para estes fins (SANTOS E FERREIRA, 1999; MMA/SBF, 2003). Por isso, suas  
16 principais bacias hidrográficas encontram-se fragmentadas, principalmente, por barramentos  
17 para empreendimentos hidrelétricos (AGOSTINHO, PELICICE, GOMES, 2008; MAIA,  
18 CAPPELLI, JUNIOR, 2013).

19 Estes empreendimentos, individualmente, alteram as condições ambientais,  
20 fragmentam o ecossistema e interrompem a rota migratória de várias espécies de peixes. Os  
21 distintos modos operacionais de cada reservatório, quando alocados em sequência fazem com  
22 que tenham características diferentes uns dos outros. Além disso, a operação das usinas à  
23 montante influencia diretamente na estruturação da ictiofauna do reservatório à jusante  
24 (AGOSTINHO et al., 2004). Várias são as distinções entre eles, vazão, profundidade, área  
25 alagada, desenho da barragem, procedimentos operacionais (AGOSTINHO E GOMES,  
26 2005), circulação e estratificação térmicas, fluxo hídrico, efeitos da força produzida pelo  
27 vento, altura das saídas e entradas de água, tempo de retenção da água, morfometria e idade  
28 (TUNDISI, 2005), e todos estes fatores exercem influência sobre a comunidade aquática.  
29 Quando construídos de maneira sequencial no curso de um rio, formam um sistema em cascata  
30 de reservatórios, potencializando a degradação na qualidade da água e habitat (AGOSTINHO,  
31 GOMES E PELICICE, 2007; WACHHOLZ, FILHO E FILHO, 2009). Além de desajustar os

32 padrões hidrológicos e ecológicos da bacia, que são mais pronunciados quando analisados em  
33 escalas regionais (CASTELLO E MACEDO, 2015).

34 O regime de fluxo das águas é a variável de maior importância na  
35 determinação da sazonalidade em rios neotropicais (LOWE-MCCONNELL, 1987), na bacia  
36 do alto rio Paraná o regime de cheias exerce grande influência sobre a história de vida e  
37 ecologia dos peixes (GOMES E AGOSTINHO, 1997; AGOSTINHO et al., 2000). As  
38 inundações fornecem nutrientes advindos da várzea alagada (PAGIORO E THOMAZ, 1999),  
39 além de serem relevantes no controle da reprodução e no sucesso do recrutamento (LOWE-  
40 MCCONNELL, 1987; VAZZOLER E MENEZES, 1992). A ausência destes fluxos de  
41 inundação pode reduzir visivelmente a riqueza de espécies (AGOSTINHO et al., 2000). As  
42 inundações são importantes na maturação gonadal, desova, fecundação dos oócitos,  
43 flutuabilidade e deriva (GODOY, 1975), afetando diretamente diferentes espécies,  
44 aparentemente exercendo menor influência sobre espécies sedentárias e com cuidado parental  
45 em relação às espécies migratórias (AGOSTINHO et al., 2004). Como reportado por Godoy  
46 (1975) os grandes peixes migratórios não desovam se o nível da água do rio é estável ou  
47 decrescente. A construção de barreiras ao longo do rio além de criar obstáculos para a  
48 migração das espécies, altera a amplitude e duração das inundações, afetando a sobrevivência  
49 e recrutamento das espécies de peixes (AGOSTINHO et al., 2003).

50 O sistema em cascata cria também um processo de zonação das massas de  
51 água ao longo do reservatório, resultando em uma heterogeneidade espacial quanto às  
52 variáveis bióticas e abióticas (NOGUEIRA et al., 1999). Essa zonação leva à formação de um  
53 gradiente longitudinal que é um fator de grande influência à biodiversidade (CARVALHO et  
54 al., 1998; NOGUEIRA et al., 1999; MIRANDA E DEMBKOWSKI, 2015), podendo causar  
55 a reestruturação da ictiofauna ao longo da cascata (SANTOS, 2016). Assim, espera-se que  
56 espécies de peixes sedentárias e de pequeno porte sejam favorecidas, já espécies de hábitos  
57 migratórios e grande porte tenham suas populações diminuídas, podendo ser extintas no  
58 reservatório (AGOSTINHO et al., 1994; AGOSTINHO, GOMES E PELICICE, 2007). A  
59 reprodução é um evento biológico indispensável para a manutenção da assembleia de peixes  
60 na bacia (REYNALTE-TATAJE, AGOSTINHO E BIALETZKI, 2012) e o recrutamento  
61 efetivo das espécies de peixes depende desse sucesso reprodutivo. Os peixes possuem  
62 características reprodutivas bem definidas para as diferentes espécies, porém os ambientes  
63 fragmentados, muitas vezes, não fornecem estrutura suficiente para a reprodução, algumas  
64 espécies utilizam afluentes como rotas migratórias alternativas, ou em busca de ambientes

65 menos afetados pelos barramentos (NOGUEIRA et al., 2005; AGOSTINHO, GOMES E  
66 PELICICE, 2007).

67 A bacia do rio Paranapanema, por suas características de relevo favoráveis  
68 ao aproveitamento hidrelétrico foi transformada em um sistema em cascata de reservatórios  
69 (AGOSTINHO, GOMES E PELICICE, 2007). Devido ao processo de fragmentação ao longo  
70 do sistema em cascata do rio Paranapanema, acredita-se que a reprodução das espécies de hábitos  
71 migradores não esteja sendo satisfatório para a manutenção de suas populações.

72 A manutenção e conservação da diversidade de peixes dependem não  
73 apenas do habitat aquático, mas também do seu entorno (AGOSTINHO et al., 2004). A  
74 fragmentação e a alteração do ciclo hídrico dos rios, a ocupação humana desenfreada em suas  
75 margens e a negligência quanto à importância da vegetação ripária são fatores que em  
76 conjunto acabam por potencializar os efeitos negativos das barragens. Portanto, trabalhos  
77 voltados à conservação destes ecossistemas são de caráter urgente e necessário para impedir  
78 o avanço das ações antrópicas deletérias. Como uma ferramenta para acompanhar a ictiofauna  
79 em ambientes degradados têm-se o estudo do ictioplâncton (estudo de ovos e larvas de peixes)  
80 que vem sendo utilizado para compreender as relações dos peixes e o meio que habitam  
81 (GALUCH et al., 2003), além de auxiliar no monitoramento dos estoques pesqueiros  
82 (AHLSTROM E MOSER, 1976; NASCIMENTO E NAKATANI, 2005) e na determinação  
83 de períodos e locais de desova (NAKATANI et al., 2001). A partir desta ferramenta, buscou-  
84 se avaliar se espécies de peixes de hábitos migradores têm reproduzido na porção média da  
85 bacia do rio Paranapanema, e se estas espécies estão se utilizando dos afluentes como rota  
86 alternativa à migração. Ainda se buscou analisar a diferença entre amostragens em ambientes  
87 lóticos e lênticos, bem como apontar as variáveis abióticas que influenciam na distribuição do  
88 ictioplâncton, distribuição esta que visa compreender a dinâmica populacional e reprodutiva  
89 local.

90 Este trabalho está inserido em um projeto mais abrangente, um estudo  
91 integrado onde participam as equipes dos laboratórios de Ecologia de Peixes e Invasões  
92 Biológicas (LEPIB), Genética e Ecologia Animal (LAGEA) e Histologia e Genética  
93 (HISTOGEN) da Universidade Estadual de Londrina. O projeto iniciou-se em 2012, com o  
94 término das amostragens em 2015, tendo seu encerramento em 2016. A integração destas  
95 áreas permite que seja aprimorada a identificação de ovos, larvas recém-eclodidas e juvenis.  
96 A identificação das espécies que estão consolidando o seu ciclo reprodutivo na bacia do rio

97 Paranapanema, associada aos dados ecológicos irão oferecer subsídios mais contundentes em  
98 relação ao manejo das populações. Até o presente momento o projeto teve por resultados a  
99 elaboração de artigos científicos como Frantine-Silva et al., 2015 (Aplicação da técnica de  
100 DNA *barcoding* sobre o ictioplâncton); Garcia et al., 2016 (no prelo) (Recrutamento de  
101 espécies de peixes no baixo Paranapanema); Costa et al., 2016 (em avaliação) (Avaliação de  
102 rota alternativa à migração); Swarça et al., 2016 (em avaliação) (Identificação de larvas e  
103 juvenis por metodologia de citogenética); Ainda uma avaliação de recrutamento nos  
104 reservatórios de Canoas I e II em elaboração e uma análise por DNA *barcoding* do  
105 ictioplâncton no sistema do médio-baixo Paranapanema também em elaboração.

106

107

108

109

110

## 111 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

112

113 Os ecossistemas de água doce detêm cerca de 0,01% da água mundial,  
114 cobrindo apenas aproximadamente 0,8% da superfície terrestre (GLEICK,1996). Estes  
115 ambientes abrigam um universo quase que inexplorado, onde grupos como microorganismos,  
116 fungos e invertebrados são minimamente conhecidos se comparados à sua diversidade,  
117 principalmente em áreas tropicais (DUDGEON et al., 2006). Vertebrados, especialmente os  
118 peixes, são bem explorados quanto à sua diversidade, no entanto, ainda há espécies  
119 desconhecidas, isso acontece porque cerca de 13.000 espécies de peixes habitam os  
120 ecossistemas aquáticos continentais (AGOSTINHO, PELICICE E GOMES, 2008), um quarto  
121 da diversidade de vertebrados (DUDGEON et al., 2006).

122 Na região neotropical a fauna de peixes de água doce é uma das mais  
123 diversificadas do mundo (LOWE-MCCONNELL, 1999), sua riqueza chega a 6.025 espécies  
124 (REIS, KULLANDER E FERRARIS JUNIOR, 2003). No entanto, é provável que cerca de  
125 30 a 40% dos peixes de água doce neotropicais ainda não esteja descrita, chegando a cerca de  
126 5.000 espécies apenas no Brasil (REIS, KULLANDER E FERRARIS JUNIOR, 2003). O  
127 Brasil é detentor de uma extensa malha hídrica, com algumas das maiores bacias hidrográficas  
128 do mundo, a Amazônica e a do Paraná, abrigando a maior parte da diversidade da região  
129 Neotropical (SANTOS E FERREIRA, 1999). Possui também a maior ictiofauna de água doce  
130 do mundo (AGOSTINHO, PELICICE E GOMES, 2008) além disso, abriga regiões de alto  
131 endemismo (REIS, KULLANDER E FERRARIS JUNIOR, 2003), devido ao relevo  
132 fragmentado que permite isolamento geográfico e favorece processos de especiação. A bacia  
133 do rio Paraná é a segunda maior bacia da América do Sul (PAIVA, 1982), com área de  
134 2.600.000 km<sup>2</sup> (LATRUBESSE et al., 2005). O rio Paraná percorre em área brasileira cerca  
135 de 1.900 km, drenando aproximadamente 10% do território nacional (891.000 km<sup>2</sup>)  
136 (AGOSTINHO E JÚLIO JR, 1999). O chamado alto rio Paraná abrange toda a drenagem do  
137 rio Paraná à montante do antigo Salto de Sete Quedas (agora reservatório de Itaipu)  
138 (BONETTO, 1986; BRITSKI E LANGEANI, 1988). Abriga cerca de 310 espécies de peixes,  
139 em 11 ordens e 38 famílias (LANGEANI et al., 2007), porém faltam trabalhos recentes para  
140 a atualização destes dados.

141 No entanto, toda essa riqueza de espécies e biodiversidade na bacia do alto  
142 rio Paraná está em risco (TÓFOLI, 2015). No século XX o aumento na população humana, as

143 mudanças nas atividades econômicas e sociais acarretaram no aumento da demanda dos  
144 recursos naturais (CONSTANZA et al., 2007). Por consequência aumentou-se também a  
145 intervenção humana sobre os ecossistemas de água doce, resultando em perda e degradação  
146 de habitat e mudanças ambientais (BOON, DAVIES E PETTS, 2000; JULIO-JUNIOR et al.,  
147 2009; VITULE et al., 2012). Dentre as intervenções humanas, a construção de  
148 empreendimentos hidrelétricos tem causado repercussão devido à magnitude de seus impactos  
149 e a frequência com que são construídos, sem levar em consideração a integridade do  
150 ecossistema que será alterado e as comunidades residentes (ORSI, 2010; ORSI E BRITTON,  
151 2014). Este tipo de empreendimento vem sendo utilizado há cerca de 5.000 anos. Inicialmente  
152 no Oriente Médio e Ásia (BAXTER, 1977; AGOSTINHO et al., 2007), eram construídas para  
153 controlar as cheias, para a irrigação e para o abastecimento de água (AGOSTINHO et al.,  
154 2007). Atualmente, são construídas para os mais diversos fins, entres eles pesca, piscicultura,  
155 recreação, irrigação, abastecimento de água, turismo, hidroeletricidade e navegação  
156 (TUNDISI, 2005). Após a segunda guerra, a partir do crescimento econômico e de tecnologias  
157 na área da engenharia, os grandes reservatórios em cursos d'água se espalharam pelo mundo  
158 (AGOSTINHO et al., 1999), pois havia a necessidade de suprir a demanda energética do  
159 crescimento industrial e da formação de centros urbanos (AGOSTINHO et al., 2007). A  
160 importância, principalmente, econômica fez com que o planejamento e o estudo dos impactos  
161 ambientais desses empreendimentos fossem negligenciados (DUDGEON et al., 2006).

162 A exploração dos ecossistemas aquáticos acarreta inúmeras alterações nos  
163 aspectos químicos, físicos e biológicos (BIANCHINI Jr., 1994), dentre eles pode-se destacar  
164 a modificação no regime de fluxo da água, redução da biodiversidade, bloqueio de rotas de  
165 migração, diminuição da qualidade da água, acúmulo de sedimentos, destruição e  
166 simplificação de habitat, eutrofização (aumento na produção primária), introdução de espécies  
167 não nativas, emissão de gases do efeito estufa, destruição de florestas e habitats selvagens  
168 (MARZOLF, 1990; AGOSTINHO et al., 1999; DUDGEON et al., 2005;2006; TUNDISI,  
169 2006; KUMMU E SARKKULA, 2008; SOARES et al., 2008; MAIA, CAPELLI E JUNIOR,  
170 2013). Ocorrem ainda danos sociais, como o deslocamento das populações ribeirinhas  
171 (AGOSTINHO et al., 2007), desapropriação de terras e perda de terras produtivas.

172 As características de um reservatório dependem de diversos fatores, como  
173 por exemplo: vazão, profundidade, área alagada, procedimentos operacionais, desenho da  
174 barragem (AGOSTINHO E GOMES, 2005), circulação e estratificação térmicas, fluxo  
175 hídrico, efeitos da força produzida pelo vento, altura das saídas e entradas de água, tempo de

176 retenção da água, morfometria e idade (TUNDISI, 2005), e todos estes fatores exercem  
177 influência sobre a comunidade aquática. Os reservatórios possuem um caráter intermediário,  
178 entre um rio e um lago, porém, com processos químicos, físicos e biológicos complexos e  
179 peculiares (MARGALEF, 1975). Sendo ambientes relativamente recentes (AGOSTINHO et  
180 al., 1999) e instáveis, a mudança brusca nas condições ambientais de rio para um fluxo hídrico  
181 similar a um lago, não permitiu a adaptação da comunidade ali residente. Além disso, a  
182 operação das barragens e outras ações humanas acabam por desestabilizar e simplificar ainda  
183 mais as comunidades e seus habitat (AGOSTINHO E GOMES, 2005).

184           Qualquer alteração no fluxo energético, ou no funcionamento de um sistema  
185 levará a uma mudança compensatória do ecossistema para minimizar os danos, na tentativa  
186 de reiterar o equilíbrio dinâmico (TEODORO et al., 2007). No entanto, as consequências são  
187 inevitáveis, pois com a diminuição do fluxo de água, as espécies de peixes reofílicas são  
188 afetadas (AGOSTINHO et al., 2007), assim como as de grande porte e migradoras  
189 (AGOSTINHO, 1995), além do aporte de matéria orgânica que aumenta causando um  
190 acréscimo nos bancos de macrófitas e nas densidades de fitoplâncton (AGOSTINHO,  
191 GOMES E PELICICE, 2007; MARCONDES et al., 2003) e zooplâncton (NEVES, 2008).  
192 Muitas populações de peixes vêm a diminuir, enquanto que outras podem aumentar em termos  
193 quantitativos por conta das condições que lhes são favoráveis; aumento que pode ocorrer com  
194 espécies não nativas, introduzidas ao sistema (AGOSTINHO et al., 1999; AGOSTINHO,  
195 GOMES E PELICICE, 2007; PELICICE E AGOSTINHO, 2008, ORSI, 2010; ORSI E  
196 BRITTON, 2014).

197           Em países em desenvolvimento há um constante investimento na construção  
198 de barragens principalmente, para a produção de energia elétrica, em resposta ao crescimento  
199 socioeconômico (KENNEDY, 1999; DOYLE et al., 2003), isto se aplica também ao Brasil  
200 (TUNDISI, 1999). Viotti (2000) estimou em cerca de 300 o número de grandes reservatórios  
201 brasileiros, entretanto segundo Tófoli (2015) atualmente as usinas hidrelétricas (UHEs) estão  
202 estimadas em 388, sendo 39,7% em operação, 1,5% em construção, e 58,8% previstas, além  
203 disso, também existem cerca de 2.243 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), com 20,4%  
204 em operação. Para ambos os empreendimentos, a grande maioria se localiza na bacia dos rios  
205 Paraná-Paraguai (TÓFOLI, 2015). O rio Paraná, e seus principais afluentes, rios Grande,  
206 Tietê, Parnaíba, Paranapanema e Iguazu, tiveram seus leitos transformados em cascatas de  
207 reservatórios (NOGUEIRA et al., 2006; AGOSTINHO et al., 2007; AGOSTINHO, GOMES  
208 E PELICICE, 2007). Uma das consequências mais evidentes da construção desses

209 empreendimentos na bacia é a alteração na ictiofauna, as espécies migradoras e de grande  
210 porte são gradativamente substituídas por espécies sedentárias e de menor porte  
211 (AGOSTINHO et al., 1994) e, atualmente é praticamente impossível encontrar locais onde  
212 não houve alterações nas assembleias de peixes nesta região (NASCIMENTO E NAKATANI,  
213 2005). Além disso, o número de espécies não nativas tem aumentado nos reservatórios  
214 artificiais e em alguns casos, até excluindo por competição e predação as espécies nativas  
215 (LANGEANI et al., 2007; ORSI E BRITTON, 2014).

216 O rio Paranapanema, por suas características geomorfológicas, foi  
217 segmentado por barramentos que o transformaram em um sistema em cascata de reservatórios,  
218 atualmente, com onze usinas em operação (DUKE ENERGY, 2008). Neste rio observou-se  
219 também o aumento gradativo da temperatura da água, ao longo da cascata de reservatórios,  
220 além do aumento na transparência, estratificação térmica na coluna d'água, acúmulo de  
221 matéria orgânica e nutrientes no sedimento (NOGUEIRA et al., 2005), comprometendo a  
222 qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos. Entre os reservatórios de Capivara e Salto  
223 Grande, um trecho lótico de cerca de 80 km permitia a sobrevivência e recrutamento de  
224 espécies como *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix e Agassiz 1829) (pintado) e *Salminus*  
225 *brasiliensis* (Cuvier 1816) (dourado) (grandes espécies migradoras), no entanto em 1992, a  
226 construção de duas barragens neste trecho (Canoas I e II) inviabilizou esta rota migratória,  
227 pois alterou o ambiente de lótico para lêntico (AGOSTINHO, GOMES E PELICICE, 2007).  
228 Para tanto, algumas leis como a Lei 9433/97 que estabelece a Política Nacional de Recursos  
229 Hídricos, a Resolução Conama 274/00; 357/05, dentre outras, dão respaldo aos sistemas de  
230 monitoramento, gestão e detecção de impactos a partir de características biológicas dos  
231 ecossistemas aquáticos (BUSS et al., 2003).

232 O estudo dos ecossistemas aquáticos está geralmente associado à  
233 limnologia, no entanto há certo avanço na área através da integração de diversas ciências  
234 (BUSS, OLIVEIRA E BAPTISTA, 2008). Como citado em Buss, Oliveira e Baptista (2008),  
235 na Resolução Conama 357/05 no artigo 8º, parágrafo 3º cita-se a utilização de ferramentas de  
236 avaliação biológica: “a qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores  
237 biológicos quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas”. A  
238 utilização de apenas parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos não é satisfatória para  
239 avaliações de impacto e monitoramento, pois estes avaliam o ambiente apenas no momento  
240 da amostragem sem permitir perspectivas futuras concretas. O biomonitoramento ou  
241 monitoramento biológico analisa o ambiente e seus organismos, bem como a respostas desses

242 organismos às alterações ambientais, dessa forma é possível ter uma perspectiva do histórico  
243 do ecossistema (CAIRNS E PRATT, 1993). No caso dos reservatórios que evidenciam  
244 inúmeros danos ao ecossistema, a combinação de dados sobre comunidades biológicas e  
245 avaliação físico-química do ambiente seria a melhor alternativa, na tentativa de gerir e mitigar  
246 os impactos (BUSS, OLIVEIRA E BAPTISTA, 2008).

247                   O estudo do ictioplâncton, ou o estudo de ovos e larvas de peixes é uma  
248 ferramenta indispensável no monitoramento de bacias hidrográficas, pois infere sobre muitos  
249 aspectos da comunidade e do ambiente (NAKATANI et al., 2001; GALUCH et al., 2003). A  
250 partir desta ferramenta é possível compreender melhor os requerimentos para a reprodução e  
251 desenvolvimento inicial das espécies. Esses estudos vêm sendo intensificados principalmente  
252 para um melhor entendimento da influência dos efeitos abióticos sobre o comportamento dos  
253 peixes e a correlação entre a distribuição e a ocorrência de ovos e larvas, facilitando assim a  
254 identificação de áreas de desova e os criadouros naturais (BAUMGARTNER et al., 1997;  
255 GALUCH et al., 2003; NAKATANI et al., 2001). No entanto existe a necessidade de maiores  
256 investimentos, para que esta área de estudo tão promissora possa atender à demanda dos  
257 inúmeros monitoramentos a serem realizados. Pela falta de recursos, a taxonomia de ovos e  
258 larvas ainda é limitada, grande parte dos estudos refere-se a larvas de espécies marinhas  
259 (NAKATANI et al., 1997). Em águas continentais brasileiras grande avanço foi feito, e vários  
260 aspectos do ictioplâncton são abordados, atualmente ovos e larvas vêm sendo identificados  
261 através de técnicas de genética molecular (DNA *Barcoding*) como em Frantine-Silva et al.  
262 (2015).

263

### 264 3. MATERIAL E MÉTODOS

265

#### 266 3.1 Área de Estudo

267

268 O rio Paranapanema, é um dos maiores afluentes da margem esquerda do  
269 rio Paraná, nasce na Serra da Paranapiacaba, no município de Capão Bonito, Estado de São  
270 Paulo. Em sua extensão de cerca de 990 km possui um desnível de aproximadamente 600  
271 metros, drenando cerca de 900.000 km<sup>2</sup> na divisa entre os estados de São Paulo e Paraná. Em  
272 vista de suas características geomorfológicas, desde 1936 seu potencial hidrelétrico é  
273 aproveitado e atualmente, conta com 11 usinas em operação: Jurumirim, Piraju,  
274 Paranapanema, Chavantes, Ourinhos, Salto Grande, Canoas II, Canoas I, Capivara, Taquaruçu  
275 e Rosana (NOGUEIRA et al., 2005; DUKE ENERGY, 2008). A ictiofauna é composta por  
276 espécies nativas e não nativas da bacia resultando em aproximadamente 155 espécies  
277 pertencentes a nove ordens (HOFFMANN, ORSI E SHIBATTA, 2005; LANGEANI et al.,  
278 2007; DUKE ENERGY, 2008; ORSI, BRITTO E CARVALHO, 2009; ORSI 2010)

279 Dentre os reservatórios do Paranapanema, a porção média abrange os  
280 reservatórios de Capivara, Canoas I, Canoas II, Salto Grande e Chavantes, os quais foram  
281 objetos deste estudo, além de seus principais afluentes, exceto o reservatório de Chavantes.  
282 Os pontos amostrais foram escolhidos para fazer parte de um Projeto de Pesquisa e  
283 Desenvolvimento, financiado pela empresa Duke Energy, que opera a maioria das barragens  
284 presentes no rio Paranapanema. Dentro da porção média da bacia, as barragens em operação  
285 são de responsabilidade da Duke Energy, portanto os pontos amostrais foram selecionados a  
286 partir dos pontos de operação e de maior interesse para a análise do efetivo recrutamento de  
287 espécies, principalmente migradoras. Desta forma, pequenos córregos afluentes não foram  
288 incluídos na pesquisa, a profundidade e sua geomorfologia não os indicaram satisfatórios  
289 como rotas alternativas para grandes migradores. Outro fator importante foi a localização do  
290 ponto amostral em relação ao reservatório. Assim, as áreas de influência dos pontos amostrais  
291 foram: Reservatório Capivara (3 pontos amostrais), Canoas I (1 ponto amostral), Canoas II (1  
292 ponto amostral) e Salto Grande (1 ponto amostral) (Tabela 1 e Figura 1).

293 A descrição de cada um deles é apresentada abaixo:

294                   **Reservatório de Capivara** – Este reservatório pertence à Usina  
295 Hidrelétrica Escola de Engenharia Mackenzie, um reservatório grande e de acumulação  
296 (NOGUEIRA et al., 2005). Reservatórios de acumulação são em geral maiores em área e mais  
297 profundos, funcionam como uma grande “caixa d’água” que armazena água e no período de  
298 chuvas se enche para suprir a demanda de períodos de seca, controlando a operação de  
299 reservatórios a jusante, isto implica que o tempo de retenção da água é muito maior e varia de  
300 reservatório para reservatório, além disso, possuem alterações do nível da água bem  
301 acentuados, podendo chegar a 13 metros. Dentre os reservatórios localizados no rio  
302 Paranapanema, este possui a maior área alagada (576 Km<sup>2</sup>) e a maior potência instalada (619  
303 MW), e está em operação desde 1978. É considerado semi-lótico, profundo (15 a 70 m), com  
304 elevada transparência (aproximadamente 2m) (DUKE ENERGY, 2008) e está localizado em  
305 uma região de relevo acidentado, tendo o leito do rio rochoso, (MAACK, 1981). Quanto à  
306 composição taxonômica dos peixes, este barramento, é um dos mais estudados (HOFFMANN,  
307 ORSI E SHIBATTA, 2005; LANGEANI et al., 2007; ORSI, 2010). Destaca-se neste  
308 reservatório a presença de quatro afluentes, dentre os quais dois fazem parte da área de estudo:  
309 os rios Cinzas e Laranjinha, nos quais foram selecionados três pontos amostrais (Fig. 01). **O**  
310 **rio Cinzas** nasce no município de Piraí do Sul (PR) e deságua no último trecho lótico do  
311 reservatório de Capivara, em Bandeirantes (PR) percorrendo cerca de 240 Km de extensão  
312 (DUKE ENERGY, 2008). Neste afluente, foram determinados dois pontos de coleta, um na  
313 porção média, e outro na foz. **O rio Laranjinha**, nasce no município de Ventania (PR),  
314 percorre 350 Km e deságua em Bandeirantes (PR) (MAACK, 1981).

315                   **Reservatório de Canoas I** - Este reservatório situa-se entre os municípios  
316 de Itambaracá (PR) e Cândido Mota (SP) e fica à montante de Capivara. É um reservatório  
317 fio d’água, este tipo de reservatório difere do reservatório de acumulação por sua capacidade  
318 de armazenamento e variação no nível do reservatório. O reservatório fio d’água tem área e  
319 profundidade medianos, o tempo de retenção é de cerca de 1,5 dias, tempo que pode variar  
320 para cada reservatório, além disso, possui uma variação diária mínima em seu nível de água.  
321 O reservatório de Canoas I em operação desde 1999, com uma área alagada de 31 km<sup>2</sup> e  
322 potência de 82 MW, e apenas dois córregos como afluentes, o ribeirão Pari-Veado e o ribeirão  
323 Queixada (DUKE ENERGY, 2008), os dois ribeirões não oferecem suporte para  
324 deslocamentos reprodutivos e, portanto, neste local um ponto foi delimitado, na porção  
325 superior do reservatório.

326                   **Reservatório de Canoas II** – localiza-se a montante de Canoas I, entre os  
327 municípios de Andirá (PR) e Palmital (SP), possui uma área alagada de 22,5 Km<sup>2</sup> e potência  
328 de 72MW, está em operação desde 1999, possuindo apenas um córrego como afluente (DUKE  
329 ENERGY, 2008). Como em Canoas I, Canoas II é um reservatório fio d'água e seus córregos  
330 afluentes não oferecem suporte para deslocamentos reprodutivos de grandes espécies  
331 migradoras, o ponto de coleta foi delimitado na parte superior do reservatório, em condições  
332 lógicas.

333                   **Reservatório de Salto Grande** – ou Usina Hidrelétrica Lucas Nogueira  
334 Garcez, localiza-se entre os municípios de Cambará (PR) e Salto Grande (SP) (DUKE  
335 ENERGY, 2008). É a usina mais antiga na bacia, está em operação desde 1960, caracterizada  
336 por ser do tipo fio d'água e possuir o menor dos reservatórios (NOGUEIRA et al., 2006) seu  
337 reservatório possui uma área alagada de apenas 12 Km<sup>2</sup> e potência instalada de 74MW (DUKE  
338 ENERGY, 2008). O principal afluente deste reservatório é o rio Pardo. **O rio Pardo** nasce no  
339 município de Pardinho (SP) e percorre 264 km até sua foz no reservatório (MAACK, 1981).  
340 Possui predominância de Latossolos Vermelhos, razão pela sua cor parda, que fica evidente  
341 principalmente em períodos chuvosos, além disso, a influência das áreas de agricultura e  
342 pecuária em seu entorno também colaboram para esta característica. Atravessa 15 cidades e  
343 grande área de agricultura (BRASIL, 1994). O ponto amostral foi delimitado na porção baixa  
344 do rio Pardo por apresentar características importantes que denotam um possível suporte à  
345 desova e recrutamento.

346

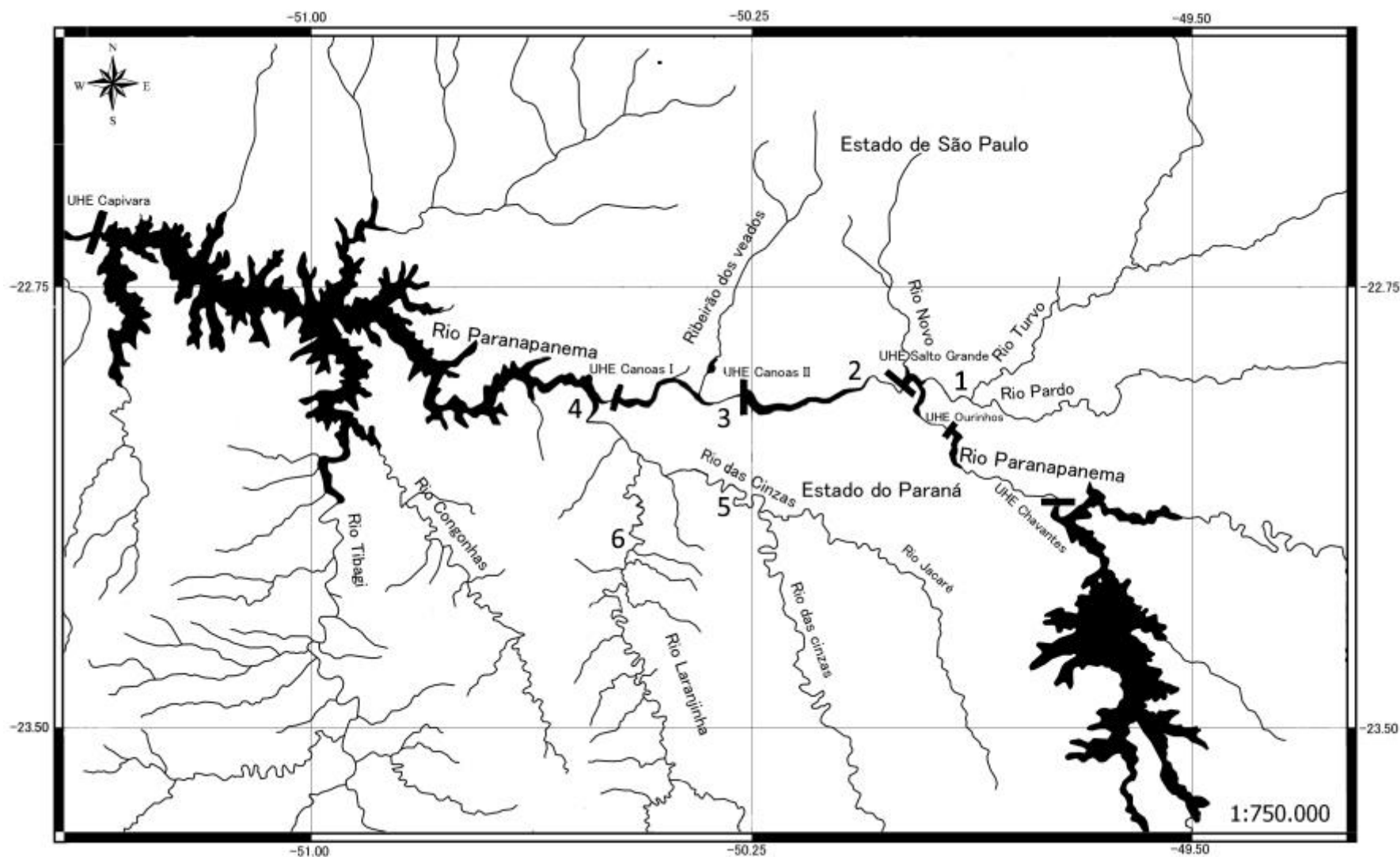
347

348

349 **Tabela 1.** Relação de pontos amostrais para cada reservatório estudado na porção média da bacia do rio  
 350 Paranapanema, juntamente com sua localização e classificação quanto à bacia principal, nos ciclos reprodutivos  
 351 de 2013/2014 e 2014/2015.

| <b>Reservatório</b> | <b>Ponto</b> | <b>Nome do ponto</b> | <b>Classificação</b> | <b>Localização</b>                 |
|---------------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| <b>SALTO GRANDE</b> | 1            | Pardo                | Afluente             | 22°56' 28.73" S<br>49°54' 45.58" O |
| <b>CANOAS II</b>    | 2            | Canoas II            | Reservatório         | 22°54' 58.29" S<br>49°59' 32.83" O |
| <b>CANOAS I</b>     | 3            | Canoas I             | Reservatório         | 22°55' 52.36" S<br>50°16' 31.50" O |
|                     | 4            | Cinzas               | Afluente             | 23°4' 33.31" S<br>50°21' 47.22" O  |
| <b>CAPIVARA</b>     | 5            | Foz do Cinzas        | Afluente             | 22°57' 12.12" S<br>50°31' 40.24" O |
|                     | 6            | Laranjinha           | Subafluente          | 23°7' 24.93" S<br>50°31' 40.24" O  |

352



353

**Figura 1.** Mapa dos locais de amostragem na Porção Média da bacia do rio Paranapanema, bacia do Alto rio Paraná, Brasil, durante os períodos de amostragem de 2013/2014 e 2014/2015. Os pontos amostrais enumerados no mapa seguem o curso do rio Paranapanema (bacia principal). 1) Ponto amostral Rio Pardo, afluente na área de influência do Reservatório Salto Grande; 2) Ponto amostral Canoas II, área de reservatório na porção superior e lótica; 3) Ponto amostral Canoas I, área de reservatório na porção superior e lótica; 4) Ponto amostral Foz do Rio Cinzas, afluente na área de influência do Reservatório Capivara; 5) Ponto amostral Rio Cinzas, afluente na porção média do rio Cinzas e área de influência do Reservatório Capivara; 6) Ponto amostral Rio Laranjinha, subafluente na área de influência do Reservatório Capivara.

### 354 3.2 Amostragens

355

356 As amostragens de ovos e larvas foram realizadas em dois ciclos, de  
357 setembro de 2013 a abril de 2014 e de setembro de 2014 a abril de 2015, abrangendo  
358 assim o período reprodutivo da maioria das espécies de peixes da bacia do alto rio Paraná  
359 (VAZZOLER, 1996). O início dos ciclos reprodutivos, de maneira geral, é marcado pelo  
360 início do período chuvoso, período que possui influência direta sobre os eventos  
361 reprodutivos na comunidade aquática (GODOY, 1975; VAZZOLER, 1996). O mês de  
362 setembro marca este início e este ciclo mais pronunciado se fecha entre os meses de março  
363 a maio, os demais períodos chuvosos não são acompanhados de altos valores de  
364 temperatura, que também são peças chave para os eventos reprodutivos de espécies de  
365 peixes. Dados de pluviosidade e nível das represas foram compilados junto à Duke  
366 Energy.

367 Em cada ponto amostral realizou-se duas coletas por ciclo reprodutivo.  
368 Cada coleta registrou dois períodos, o período diurno com início às 8:00 horas e o período  
369 noturno, com início ao pôr do sol. Em cada período, um total de 12 amostras foi coletado,  
370 totalizando 24 amostras em cada coleta. Para a obtenção das amostras utilizou-se de redes  
371 de plâncton cônicas que foram submersas cerca de 10 cm da superfície durante 10  
372 minutos. A submersão foi feita de duas formas, em pontos amostrais que não possuíam  
373 correnteza, as submersões foram do tipo ativa, ou seja, as redes foram arrastadas com o  
374 barco em baixa velocidade. Nos locais onde havia correnteza, uma corda foi estendida  
375 perpendicularmente ao curso do rio (de uma margem a outra) e as redes foram amarradas  
376 a estas cordas e expostas contra a correnteza (método passivo).

377 Para que fosse possível a obtenção dos valores de densidade de  
378 ictioplâncton amostrado, o volume de água filtrada foi medido utilizando-se um  
379 fluxômetro acoplado à rede. Além destes dados, também foram obtidos dados físico-  
380 químicos da água, com o uso de aparelho de medição limnológica multiparâmetro YSI  
381 Professional Plus, disco de Secchi e turbidímetro digital LaMotte 2020, sendo eles:  
382 condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ), pH,  
383 turbidez (NTU) e nitrato ( $\text{Mg L}^{-1}$ ).

384 Os espécimes coletados (ovos e larvas) foram anestesiados com  
385 eugenol, e em seguida fixados em formalina 4%, tamponada com carbonato de cálcio

386 (registro nº 29790.2012.39 CEUA/UEL). Em laboratório o material foi triado e  
387 quantificado sob estereomicroscópio, utilizando uma placa do tipo Bogorov. Em seguida,  
388 as larvas foram identificadas até o menor nível taxonômico possível com o auxílio das  
389 chaves de identificação disponíveis em Nakatani, et al. (2001) e auxílio da especialista Prof  
390 Dra Andrea Bialetzki.

391

392

### 393 3.3 Análise de dados

394

#### 395 3.3.1 Variáveis abióticas

396

397 As variáveis abióticas medidas em cada amostragem (pH,  
398 condutividade elétrica -  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , temperatura da água -  $^{\circ}\text{C}$ , oxigênio dissolvido -  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  
399 turbidez - NTU, e nitrato -  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) foram utilizadas para determinar se houve diferença  
400 entre as áreas de influência dos reservatórios e, em seguida, se essas variáveis exercem  
401 influência sobre as variáveis bióticas (ovos e larvas de peixes). Devido ao fato de as  
402 análises requererem o mesmo número de linhas, foram feitas duas matrizes com as  
403 variáveis abióticas: uma com os mesmos locais onde foram capturados ovos, e o mesmo  
404 para os locais onde foram capturadas larvas. Para tanto, os dados das matrizes abióticas  
405 foram transformados em  $\log(x+1)$  para linearizar as relações, exceto pH (PETERS,  
406 1986).

407 Sob a matriz, foi aplicada uma análise dos componentes principais  
408 (PCA; Figura 2), sendo os eixos da PCA retidos para interpretação aqueles que  
409 apresentaram os autovalores maiores que 1,0, segundo o critério de Kaiser-Gutman  
410 (JACKSON, 1993). Os eixos retidos para interpretação foram analisados quanto as  
411 variáveis que mais contribuíram para a formação dos mesmos (maiores autovetores das  
412 variáveis abióticas). Os escores desses eixos foram gerados e utilizados para teste de  
413 hipótese. Para isso, esses escores foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-  
414 Wilk) e homocedasticidade, que são pressupostos necessários para a realização de testes  
415 paramétricos. Como esses pressupostos não foram atendidos foi utilizado a transformação  
416 por postos (“ranks”; AKRITAS, 1990) (Figura 2). Uma vez transformados, foi aplicada  
417 a análise de variância (ANOVA) unifatorial (“One Way”), tendo como fator os  
418 reservatórios amostrados (Terminologia da ANOVA), com quatro níveis (Capivara,  
419 Canoas I, Canoas II e Salto Grande). Quando a ANOVA foi significativa, foi utilizado o  
420 teste de Tukey, a posteriori, para identificar quais os níveis (pontos amostrados) do fator  
421 diferiram. Então, utilizando essa análise, é possível identificar quais os pontos que  
422 diferiram (ANOVA e Tukey) e quais as variáveis que mais influenciaram nessas  
423 diferenças (autovetores da PCA).

### 424 **3.3.2 Distribuição espacial de ovos e larvas de peixes**

425

426 As densidades de ovos e de larvas foram calculadas e padronizadas para  
427 um volume de 10 m<sup>3</sup> de água filtrada, segundo Tanaka (1973) modificado por Nakatani et  
428 al. (2001). Para avaliar se as variáveis abióticas influenciaram nos padrões de desova, as  
429 densidades de ovos foram correlacionadas com os eixos da PCA retidos para  
430 interpretação, usando a correlação de Spearman ( $\rho$ ). Correlação significativa indica que a  
431 densidade de ovos apresentou padrão similar às variações em algumas variáveis abióticas.

432 Para as densidades de larvas, pela presença de valores discrepantes, os  
433 dados foram transformados em raiz quadrada, para diminuir a dimensionalidade dos  
434 mesmos. Para sumarizar essa matriz, foi aplicada uma Análise de Coordenadas Principais  
435 (PCoA), tendo como matriz de parença a similaridade de Bray-Curtis. Assim como na  
436 PCA, na PCoA dois eixos da ordenação representam melhor os dados (LEGENDRE E  
437 LEGENDRE, 1998), e esses foram retidos para interpretação. Para identificar possíveis  
438 diferenças entre as assembleias de larvas para cada reservatório (escala espacial objeto de  
439 estudo), foi aplicada a Análise de Variância ANOVA, nos escores dos eixos da PCoA  
440 retidos para interpretação. Os pressupostos da ANOVA foram atendidos, e quando ela foi  
441 significativa, foi utilizado o teste de Tukey, a posteriori, para identificar quais os níveis  
442 (reservatórios amostrados) do fator diferiram.

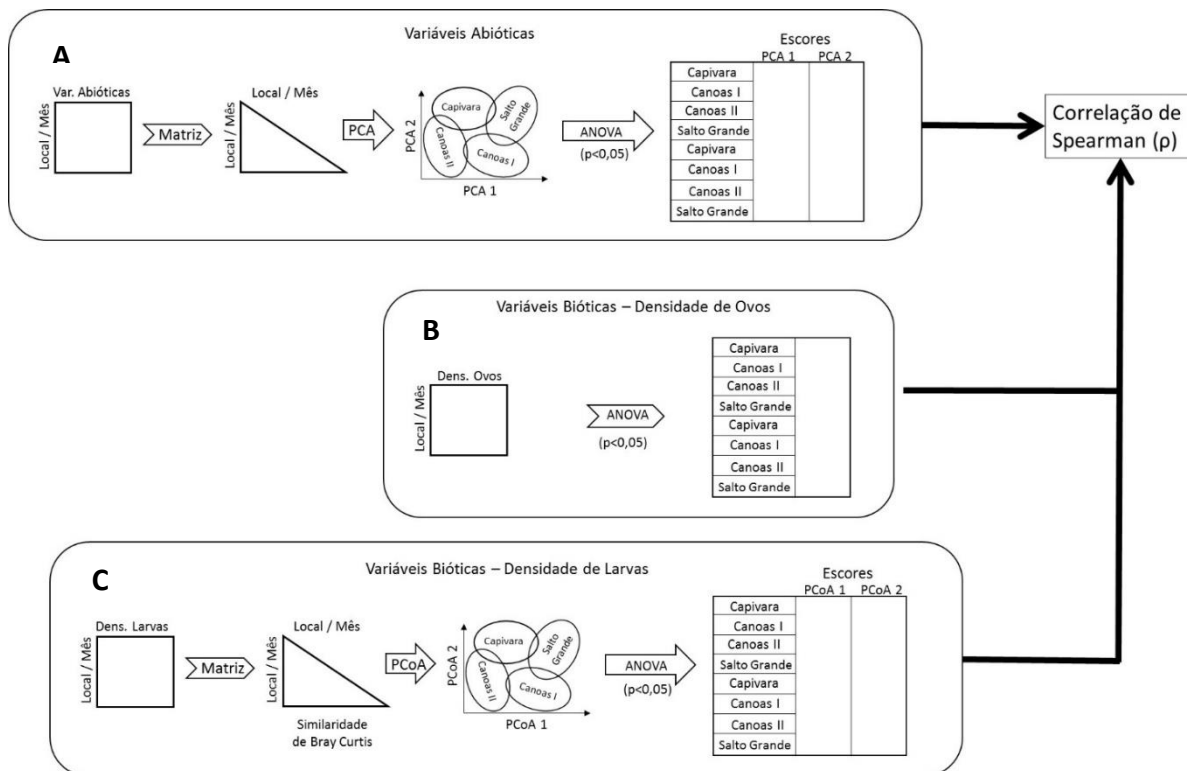
443

### 444 **3.3.3 Associação entre as variáveis abióticas e a densidade de ovos e larvas**

445

446 O efeito das variáveis abióticas sobre a densidade de larvas foi  
447 analisado por correlação de Spearman ( $\rho$ ) entre os eixos da PCA e aqueles da PCoA  
448 retidos para interpretação (Figura 4). Correlações significativas indicam que as larvas de  
449 peixes, mas associadas aos eixos da PCoA apresentaram preferência por determinadas  
450 variáveis abióticas, sumarizados nos eixos da PCA. As análises deste trabalho foram  
451 realizadas com o uso dos softwares PRIMER 6 & PERMANOVA +; PCORD 5 e  
452 STATISTICA. Para todos os testes foi adotado o nível de significância de  $p < 0,05$ .

453



454

455 **Figura 2.** Representação esquemática da análise de dados indicando a sequência de passos, para as análises  
 456 abióticas (A), análises bióticas – densidade de ovos (B) e análises bióticas – densidade de larvas (C).

457

458

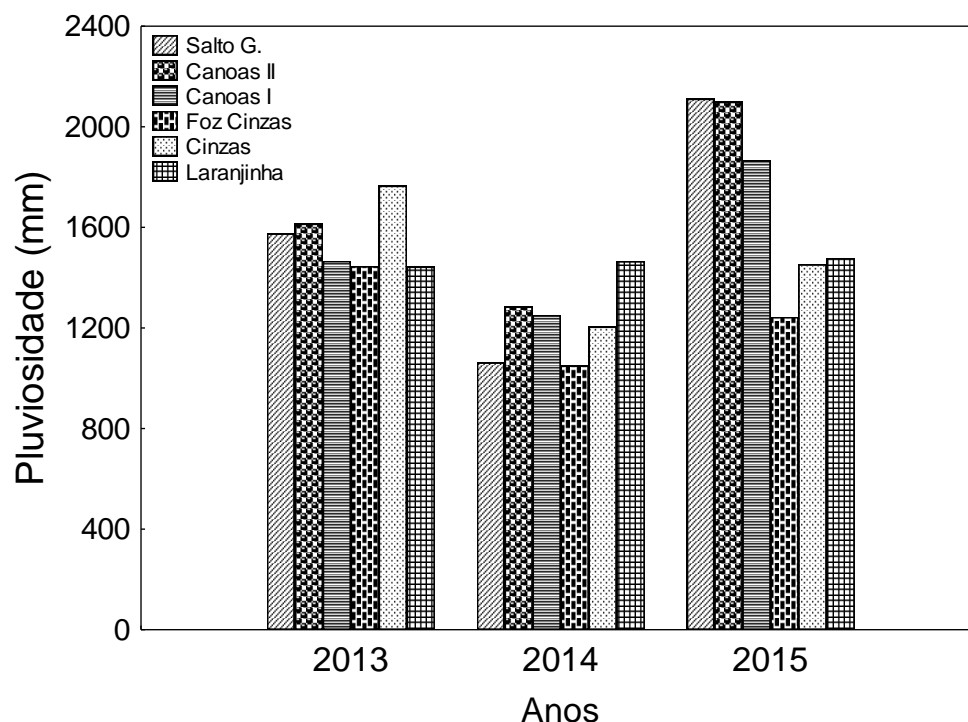
459 **4. RESULTADOS**

460

461 **4.1 Variáveis abióticas**

462

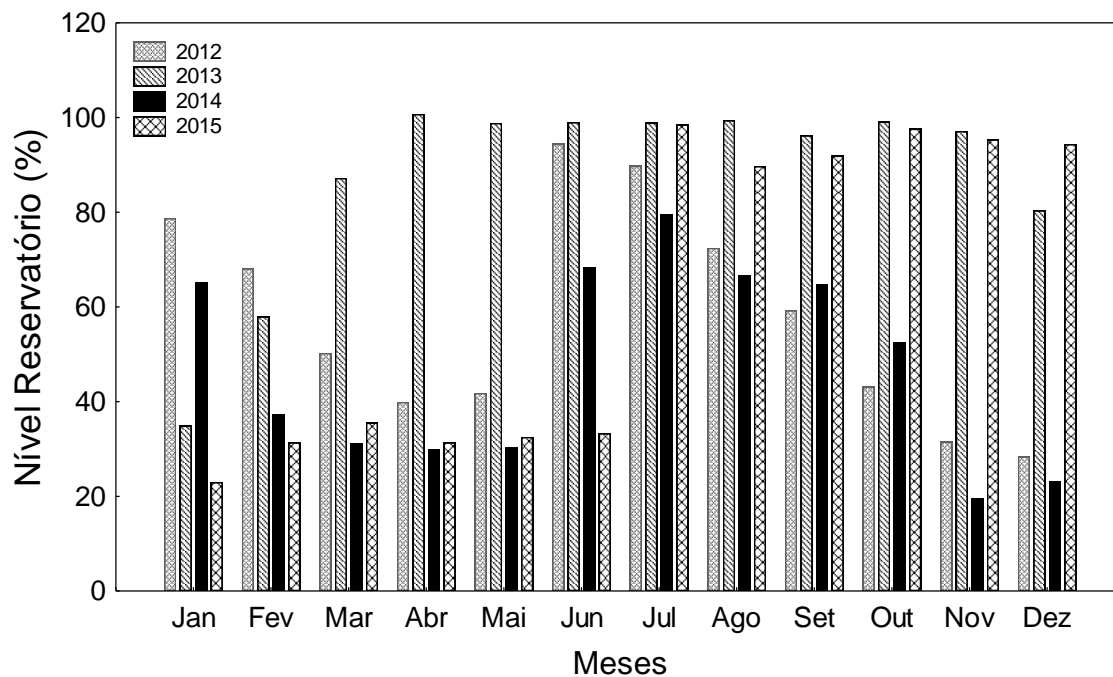
463 No primeiro ciclo reprodutivo (2013/2014) os níveis pluviométricos  
 464 mostravam-se normais, mas o segundo ciclo reprodutivo (2014/2015) presenciou um  
 465 evento meteorológico de grande seca, para a região sudeste e norte do Paraná (COELHO  
 466 et al., 2015). Tal déficit nos índices pluviométricos pode ser acompanhado para as  
 467 estações meteorológicas referente a cada ponto amostral (Figura 3). Os níveis do  
 468 reservatório Capivara também acusam a falta de chuvas para o período (Figura 4).



469

470 **Figura 3.** Gráfico indicando os valores anuais de pluviosidade em milímetros, de cada estação  
 471 meteorológica referente aos pontos amostrais do estudo. Os anos indicados referem-se aos anos  
 472 em que foram realizadas as amostragens, onde o ano de 2014 apresenta valores abaixo do ano  
 473 anterior e seguinte.

474



475

476

477

478

**Figura 4.** Gráfico indicando os valores mensais para o nível do reservatório Capivara, em porcentagem, para o período dos anos 2012 a 2015. O ano de 2014 (barras pretas lisas) apresentou os menores níveis, juntamente com os primeiros meses do ano de 2015.

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

Para as variáveis abióticas o reservatório de Canoas I apresentou os menores valores para condutividade elétrica, turbidez e nitrato, enquanto que o reservatório de Canoas II mostrou os menores valores de pH e oxigênio dissolvido. A variável temperatura da água teve seus menores valores para o rio Pardo, área de influência do reservatório de Salto Grande, por ser um rio com características lóticicas a baixa temperatura já é esperada, da mesma forma que os maiores valores de nitrato já que este rio drena uma área de intenso cultivo de cana de açúcar, além de receber efluentes de usinas de açúcar. A agricultura também influencia nas variáveis amostradas no rio Cinzas, principalmente em sua porção média, os valores de nitrato ficam abaixo somente do rio Pardo. Além disso, o mesmo afluente indicou altos valores de condutividade elétrica. A área de influência do reservatório de Capivara, que abrange os dois pontos amostrais no rio Cinzas e um ponto amostral no rio Laranjinha, apresentou os maiores valores de turbidez, dado que indica a característica lótica dos afluentes. As médias das variáveis abióticas amostradas durante os dois ciclos reprodutivos estão representadas na Tabela 2.

494

495

496 **Tabela 2.** Médias e Desvio Padrão (entre parênteses) das variáveis abióticas amostradas para os  
 497 reservatórios estudados nos ciclos amostrais de 2013/2014 e 2014/2015.

| Reservatório |            | pH                     | Condut.<br>( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) | Temp.<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | Oxig.<br>( $\text{mg.L}^{-1}$ ) | Turb.<br>(NTU)           | Nit.<br>( $\text{mg.L}^{-1}$ ) |
|--------------|------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|              |            | Salto Grande           | Pardo                                | 6,95<br>( $\pm 0,40$ )          | 50,13<br>( $\pm 17,29$ )        | 24,03<br>( $\pm 1,32$ )  | 4,59<br>( $\pm 1,97$ )         |
|              | Canoas II  | 6,57<br>( $\pm 0,29$ ) | 58,86<br>( $\pm 15,08$ )             | 24,90<br>( $\pm 2,62$ )         | 4,31<br>( $\pm 1,65$ )          | 9,26<br>( $\pm 4,47$ )   | 2,54<br>( $\pm 2,50$ )         |
|              | Canoas I   | 6,59<br>( $\pm 0,38$ ) | 45,80<br>( $\pm 25,65$ )             | 25,99<br>( $\pm 2,62$ )         | 5,84<br>( $\pm 2,41$ )          | 6,64<br>( $\pm 3,79$ )   | 0,86<br>( $\pm 0,53$ )         |
|              | Cinzas     | 7,68<br>( $\pm 0,75$ ) | 47,55<br>( $\pm 10,38$ )             | 27,67<br>( $\pm 2,68$ )         | 6,12<br>( $\pm 2,98$ )          | 22,5<br>( $\pm 7,05$ )   | 10,28<br>( $\pm 5,61$ )        |
|              | Foz Cinzas | 6,90<br>( $\pm 0,31$ ) | 107,82<br>( $\pm 16,33$ )            | 27,53<br>( $\pm 2,34$ )         | 4,52<br>( $\pm 1,62$ )          | 34,37<br>( $\pm 16,22$ ) | 6,81<br>( $\pm 1,95$ )         |
|              | Laranjinha | 7,27<br>( $\pm 0,68$ ) | 71,82<br>( $\pm 27,85$ )             | 25,77<br>( $\pm 0,75$ )         | 5,14<br>( $\pm 2,43$ )          | 41,86<br>( $\pm 24,50$ ) | 2,49<br>( $\pm 2,78$ )         |

498

499

500 Na análise de componentes principais (PCA), feita para as variáveis  
 501 abióticas obtidas nas amostragens de ovos, pelo critério de Kaiser-Guttman (autovalores  
 502 maiores que 1), os eixos 1 e 2 foram retidos para interpretação. O Eixo 1 (PCA 1;  
 503 autovalor: 2,03) representou 33,83% da variabilidade, enquanto que o eixo 2 (PCA 2;  
 504 autovalor: 1,43) representou 23,93%; juntos representaram 57,76% da variabilidade total  
 505 dos dados. Os coeficientes de estrutura (autovetores ou correlações), derivados desta  
 506 análise, das variáveis mais correlacionados com o PCA1 foram turbidez (-0,65) e a  
 507 condutividade (-0,73), negativamente. Para o PCA2 a variável mais correlacionada foi  
 508 temperatura da água (-0,65), negativamente e o oxigênio dissolvido (0,76) positivamente  
 509 (Tabela 3).

510

511

512 **Tabela 3.** Autovetores (correlações) das variáveis utilizadas na análise de componentes principais (PCA)  
 513 para as amostragens de ovos. Também são apresentados os autovalores e a porcentagem de explicação de  
 514 cada eixo.

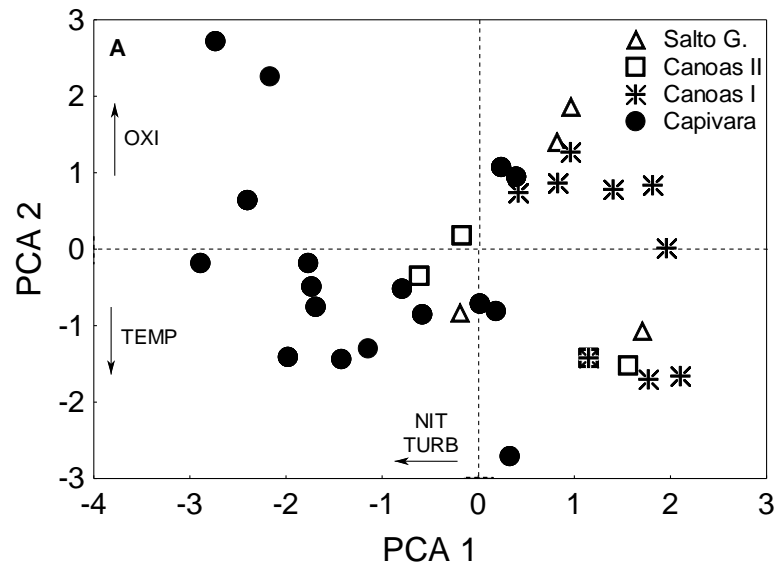
| Variáveis                                                   | PCA1         | PCA2         |                |
|-------------------------------------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| pH                                                          | -0,49        | 0,42         |                |
| Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) | -0,61        | 0,22         |                |
| Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )                  | -0,45        | <b>-0,65</b> |                |
| Oxigênio dissolvido ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )       | 0,49         | <b>0,76</b>  |                |
| Turbidez (NTU)                                              | <b>-0,65</b> | 0,44         |                |
| Nitrato ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )                   | <b>-0,73</b> | 0,04         |                |
| Autovalor                                                   | 2,03         | 1,43         |                |
| (% de explicação)                                           | 33,83%       | 23,93%       | Total – 57,76% |

515

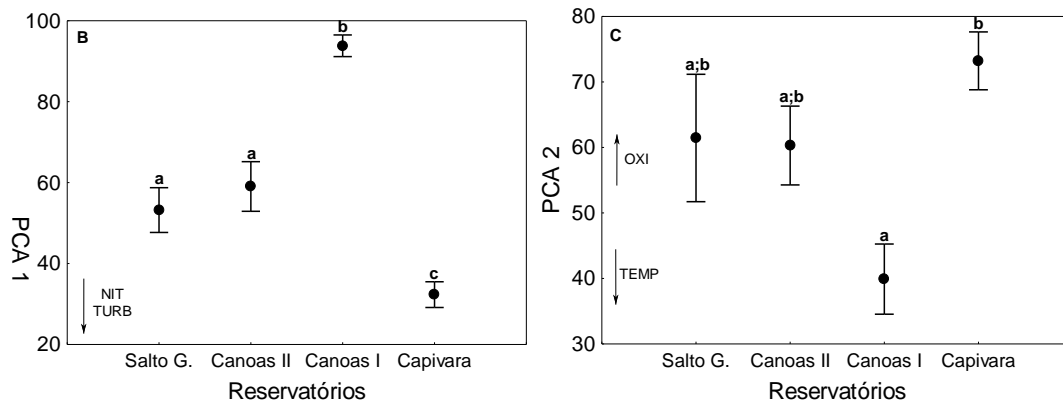
516 A ordenação foi analisada quanto às variações espaciais, sendo que o  
 517 padrão apresentado indica concentração das amostras do reservatório de Capivara à  
 518 esquerda do PCA1, e o reservatório Canoas I à direita, mesmo padrão observado na PCA  
 519 de larvas (ver Figura 5A). Para melhor explorar esse padrão, os escores dos eixos foram gerados  
 520 e analisados em separado. Para PCA1, os reservatórios amostrados diferiram  
 521 significativamente (ANOVA;  $P < 0,05$ ), e os reservatórios de Capivara e Canoas I  
 522 diferiram entre si e dos demais reservatórios (Tukey;  $P < 0,04$ ); apenas Canoas II e Salto  
 523 Grande não apresentaram diferença significativa (Tukey;  $P = 0,90$ ) (Figura 5B). Para a  
 524 PCA2 também foram obtidas diferenças entre os reservatórios amostrados (ANOVA;  $P$   
 525  $< 0,001$ ), o reservatório de Capivara diferiu apenas de Canoas I (Tukey;  $P = 0,0001$ ), e os  
 526 demais reservatórios não apresentaram diferenças (Tukey;  $P > 0,1$ ) (Figura 5C).

527

528



529



530

531

532 **Figura 5.** A) Ordenação das amostras categorizadas por ambiente das variáveis abióticas utilizando a  
 533 análise de componentes principais (PCA) para as amostragens de ovos. As setas dentro das figuras indicam  
 534 as variáveis mais importantes para a ordenação (TURB: Turbidez (NTU) NIT: Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) TEMP:  
 535 Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) OXI: Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ )); B e C) Médias dos escores do eixo 1 (PCA1)  
 536 e 2 (PCA2) da análise de componentes principais aplicada às variáveis abióticas das amostragens de ovos,  
 537 de acordo com os ambientes (B – PCA1; C – PCA2). As setas dentro das figuras indicam as variáveis mais  
 538 importantes para a ordenação (TURB: Turbidez (NTU) NIT: Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) TEMP: Temperatura da água  
 539 ( $^{\circ}\text{C}$ ) OXI: Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ )). Barras correspondem ao erro padrão. As letras sobre as barras  
 540 indicam grupos iguais ou distintos, letras iguais indicam igualdade entre os reservatórios, já letras diferentes  
 541 indicam diferenças entre os reservatórios.

542

543 Para sumarizar as variáveis abióticas das amostragens de larvas também  
 544 foi utilizado uma PCA, seguindo o critério de Kaiser-Guttman para a retenção dos eixos  
 545 (autovalores  $> 1$ ). O Eixo 1 (PCA1; autovalor = 2,00) representou 33,34% da  
 546 variabilidade, enquanto que o eixo 2 (PCA2; autovalor = 1,35) representou 22,58%, que

547 juntos representaram 55,92% da variabilidade total dos dados (Tabela 4). Os coeficientes  
 548 de estrutura (autovetores ou correlações), derivados desta análise, mais correlacionados  
 549 com os PCA1 foram, todas negativamente, turbidez (-0,70) e nitrato (-0,79). Para o eixo  
 550 2, as variáveis mais correlacionadas foram oxigênio dissolvido (-0,81), negativamente, e  
 551 temperatura da água (0,64), positivamente (Tabela 4).

552

553 **Tabela 4.** Autovetores (correlações) das variáveis utilizadas na análise de componentes principais (PCA)  
 554 para as amostragens de larvas. Também são apresentados os autovalores e a porcentagem de explicação de  
 555 cada eixo.

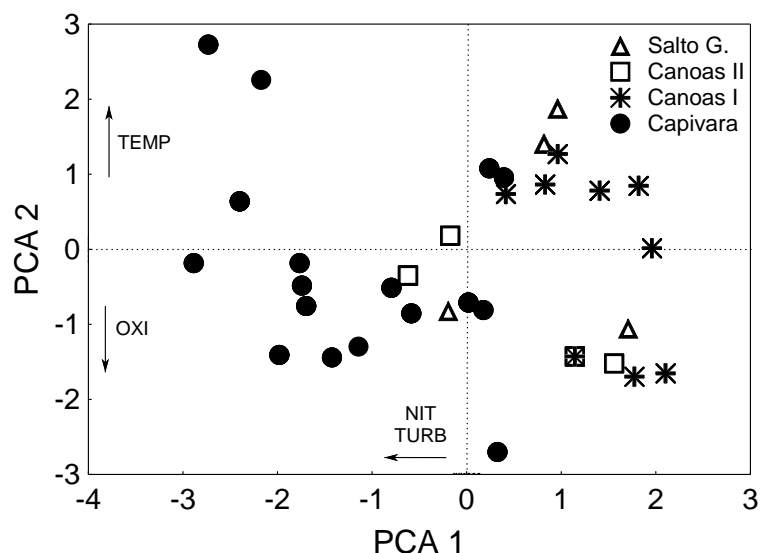
| Variáveis                                                   | PCA1         | PCA2         |                 |
|-------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| pH                                                          | -0,52        | 0,08         |                 |
| Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) | -0,52        | -0,28        |                 |
| Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )                  | -0,53        | <b>0,64</b>  |                 |
| Oxigênio dissolvido ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )       | 0,21         | <b>-0,81</b> |                 |
| Turbidez (NTU)                                              | <b>-0,70</b> | -0,39        |                 |
| Nitrato ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )                   | <b>-0,79</b> | -0,17        |                 |
| Autovalor                                                   | 2,00         | 1,35         |                 |
| (% de explicação)                                           | 33,34%       | 22,58%       | Total - 55,92 % |

556

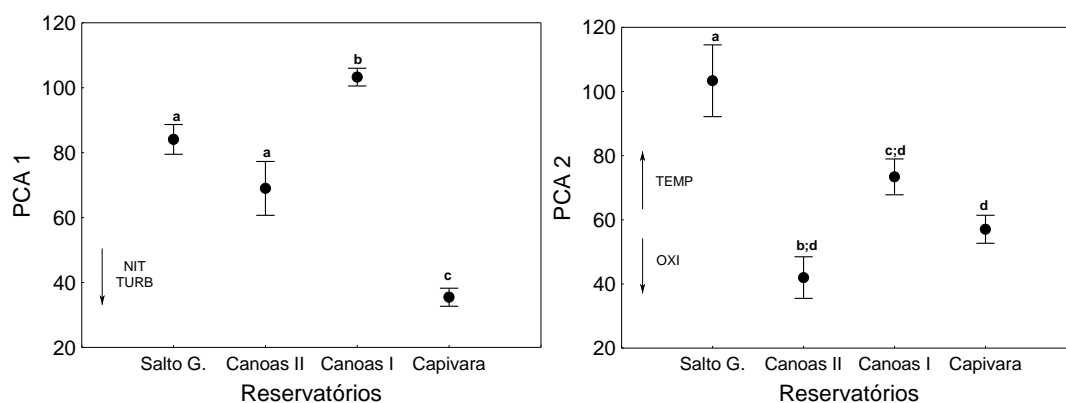
557 Na ordenação resultante (Figura 6A), ficou evidente a separação dos  
 558 reservatórios, principalmente no PCA1, com as amostras obtidas no reservatório de  
 559 Capivara (círculos escuros) concentradas no lado esquerdo no gráfico, enquanto que as  
 560 amostras obtidas nos demais reservatórios ficaram concentradas no lado direito da  
 561 ordenação (Figura 6A). Isso indica que as variáveis mais correlacionadas com o PCA1  
 562 (Turbidez e Nitrato) apresentaram maiores valores médios no reservatório Capivara. Esse  
 563 padrão fica mais evidente quando os escores do PCA1 são gerados e analisados em  
 564 separado. Então, para esse eixo, os reservatórios diferiram significativamente quanto a  
 565 médias dos escores (ANOVA;  $P < 0,05$ ), sendo que apenas os reservatórios de Capivara  
 566 e Canoas I diferiram entre si (Tukey;  $P < 0,0001$ ) e de Canoas II e Salto Grande (Tukey;  
 567  $P < 0,0001$ ), sendo que esses dois últimos não diferiram entre si (Tukey;  $P = 0,29$ ) (Figura  
 568 6B).

569 Para o PCA2, os padrões não foram evidentes (Figura 6A), mas quando  
 570 os escores são gerados, também foram observadas diferenças entre os reservatórios

571 (ANOVA:  $P < 0,001$ ), sendo que as amostras do reservatório Salto Grande diferiram  
 572 significativamente dos demais reservatórios (Tukey;  $P < 0,05$ ), indicando que as amostras  
 573 desse reservatório, na média, apresentaram maior correlação com a temperatura da água  
 574 (Figura 6C).



575



576

577

578 **Figura 6.** A) Ordenação das amostras categorizadas por ambiente das variáveis abióticas utilizando a  
 579 análise de componentes principais (PCA) para as amostragens de larvas. As setas dentro das figuras indicam  
 580 as variáveis mais importantes para a ordenação (TURB: Turbidez (NTU) NIT: Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) OXI:  
 581 Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e TEMP: Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )); B e C) Médias dos escores do eixo 1  
 582 (PCA1) e 2 (PCA2) da análise de componentes principais aplicada às variáveis abióticas das amostragens  
 583 de larvas, de acordo com os ambientes (B – PCA1; C – PCA2). As setas dentro das figuras indicam as  
 584 variáveis mais importantes para a ordenação (TURB: Turbidez (NTU); NIT: Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); OXI:  
 585 Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e TEMP: Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )). Barras correspondem ao erro padrão.  
 586 As letras sobre as barras indicam grupos iguais ou distintos, letras iguais indicam igualdade entre os  
 587 reservatórios, já letras diferentes indicam diferenças entre os reservatórios.

588

589

590

591 **4.2 Distribuição espacial de ovos e larvas de peixes**

592

593 Durante o período de amostragem foram capturados 3803 ovos e 539  
594 larvas. A densidade de ovos para cada ponto amostrado foi maior para o reservatório de  
595 Canoas I (63,63 ovos.10 m<sup>-3</sup>) e menor para Salto Grande (1,28 ovos.10 m<sup>-3</sup>). Com relação  
596 à composição taxonômica das larvas, as ordens dominantes foram Characiformes  
597 (58,09%) e Siluriformes (24,72%), seguidas por Perciformes (16,37%) e Gymnotiformes  
598 (0,83%). A identificação das larvas foi feita até o menor nível taxonômico possível, no  
599 entanto, algumas foram identificadas apenas até família, gênero enquanto que uma  
600 minoria foi identificada até espécie. O rio Pardo, ponto de influência do reservatório de  
601 Salto Grande e o rio Laranjinha, ponto de influência do reservatório de Capivara  
602 apresentaram o maior número de táxons (10), já Canoas II apresentou o menor (6) (Tabela  
603 5). A maior abundância de larvas foi encontrada em Canoas I e o menor valor de  
604 abundância encontrado no rio Laranjinha. O rio Pardo (Salto Grande) apesar de seu baixo  
605 valor de abundância destaca-se pela presença da espécie *Myleus tiete*, espécie que consta  
606 na lista de espécies em extinção.

607

608

609 **Tabela 5.** Composição taxonômica e densidade de larvas para cada ponto amostrado, referente às  
 610 amostragens na porção média da bacia do rio Paranapanema nos ciclos reprodutivos de 2013/2014 e  
 611 2014/2015.

| Táxons                                          | Salto G.                          | Canoas II                | Canoas I                 | Capivara                           |                                    |                                        |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                 | Pardo<br>(ind.10m <sup>-3</sup> ) | (ind.10m <sup>-3</sup> ) | (ind.10m <sup>-3</sup> ) | Caixão<br>(ind.10m <sup>-3</sup> ) | Cinzas<br>(ind.10m <sup>-3</sup> ) | Laranjinha<br>(ind.10m <sup>-3</sup> ) |
| <b>Characiformes</b> (58,09%)                   |                                   |                          |                          |                                    |                                    |                                        |
| Parodontidae                                    | 0,03                              | 0,09                     | 0,12                     | 0,14                               | 0,04                               | 0,03                                   |
| Parodontidae sp.1                               | 0,05                              | --                       | --                       | 0,08                               | 0,14                               | 0,02                                   |
| Anostomidae                                     | 0,08                              | 0,15                     | 0,34                     | 0,02                               | 0,01                               | 0,06                                   |
| Anostomidae sp.1                                | 0,05                              | --                       | 0,02                     | --                                 | --                                 | --                                     |
| Characidae                                      | 0,07                              | --                       | 0,01                     | --                                 | --                                 | --                                     |
| <i>Bryconamericus</i> sp.                       | 0,02                              | --                       | --                       | --                                 | --                                 | 0,01                                   |
| <i>Hoplias</i> sp.                              | --                                | 0,01                     | --                       | 0,01                               | 0,06                               | 0,02                                   |
| <i>Serrasalmus</i> sp.                          | --                                | --                       | --                       | 0,01                               | --                                 | <0,01                                  |
| <i>Myleus tiete</i> (Eigenmann e Norris 1900)   | 0,01                              | --                       | --                       | --                                 | --                                 | --                                     |
| <b>Siluriformes</b> (24,72%)                    |                                   |                          |                          |                                    |                                    |                                        |
| Pimelodidae                                     | --                                | 0,04                     | 0,09                     | 0,18                               | 0,24                               | 0,05                                   |
| Heptapteridae                                   | 0,01                              | --                       | --                       | --                                 | --                                 | <0,01                                  |
| <i>Hypostomus</i> sp.                           | 0,01                              | --                       | --                       | --                                 | --                                 | --                                     |
| <i>Tatia neivai</i> (Ihering 1930)              | --                                | 0,02                     | --                       | 0,03                               | 0,07                               | 0,09                                   |
| <b>Gymnotiformes</b> (0,83%)                    |                                   |                          |                          |                                    |                                    |                                        |
| <i>Eigenmannia</i> sp.                          | 0,01                              | --                       | <0,01                    | --                                 | --                                 | <0,01                                  |
| <b>Perciformes</b> (16,37%)                     |                                   |                          |                          |                                    |                                    |                                        |
| <i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel 1840) | --                                | 0,25                     | 0,49                     | 0,07                               | 0,06                               | --                                     |
| <b>Abundância total</b>                         | <b>0,34</b>                       | <b>0,56</b>              | <b>1,07</b>              | <b>0,54</b>                        | <b>0,62</b>                        | <b>0,28</b>                            |

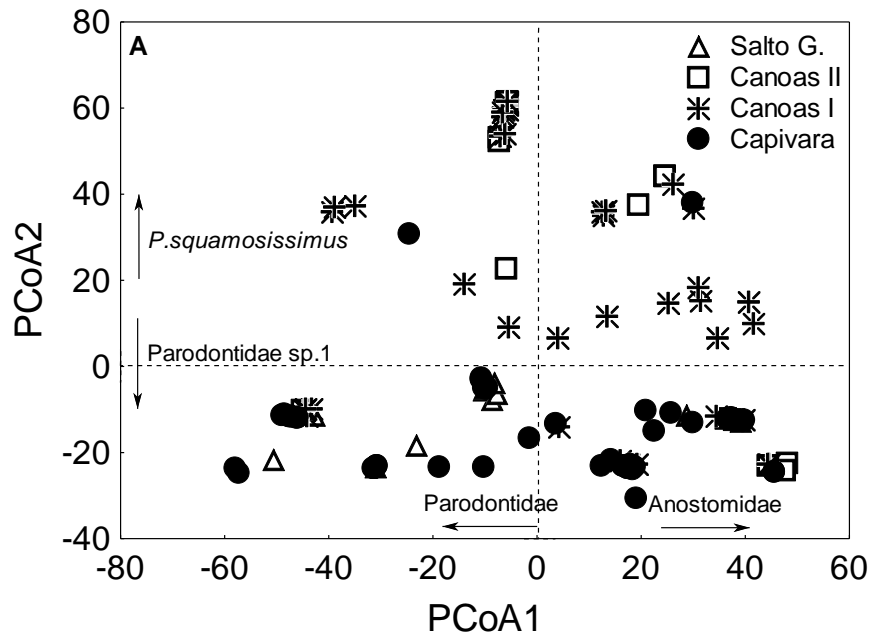
612

613

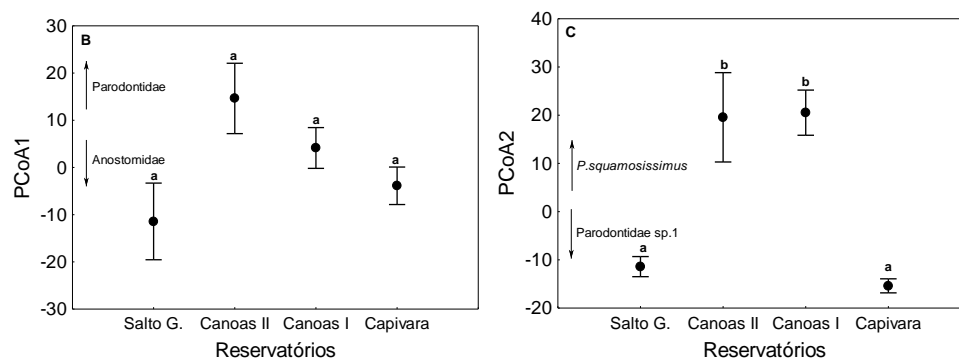
614 Os dados da abundância de larvas foram sumarizados por uma análise  
 615 de coordenadas principais (PCoA), na tentativa de explorar os possíveis padrões. O eixo  
 616 1 (PCoA1) representou 23,7%, da variabilidade na similaridade, enquanto que o eixo 2  
 617 (PCoA2) representou 20,1%, totalizando 43,8%. Na ordenação (Figura 7A), no PCoA1,  
 618 foi verificada a maior concentração de amostras de Canoas I (Asteriscos escuros) no lado  
 619 direito da ordenação, enquanto aquelas de Salto Grade (Triângulos abertos), sendo esse  
 620 padrão mais evidente quando os escores são analisados em separado (Figura 7B), mas  
 621 sem diferenças significativas (ANOVA; P = 0,08). Os táxons mais correlacionados com

622 o PCoA1 foram Anostomidae (positivamente) e Parodontidae (negativamente) (Tabela  
623 6), o que indica que essas espécies foram capturadas em todos os pontos amostrados.

624



625



626

627 **Figura 7.** A) Ordenação das amostras categorizadas por ambiente das variáveis bióticas utilizando a análise  
628 de coordenadas principais (PCoA). As setas dentro das figuras indicam os táxons mais importantes para a  
629 ordenação e que mais se correlacionam com os eixos. B e C) Médias dos escores do eixo 1 (PCoA1) e 2  
630 (PCoA2) da análise de coordenadas principais aplicada às variáveis bióticas, de acordo com os ambientes  
631 (B – PCoA1; C – PCoA2). As setas dentro das figuras indicam as variáveis mais importantes para a  
632 ordenação. Barras correspondem ao erro padrão. As letras sobre as barras indicam grupos iguais ou  
633 distintos, letras iguais indicam igualdade entre os reservatórios, já letras diferentes indicam diferenças entre  
634 os reservatórios.

635

636 Porém, quando o PCoA2 é analisado, fica evidente a separação das  
637 amostras de Capivara e Salto Grande, na parte inferior da Figura 7A, daquelas de Canoas  
638 I e Canoas II. De fato, essas diferenças são bem evidentes quando os escores do PCoA2

639 (Figura 7C) são analisados em separado. Essas diferenças foram significativas (ANOVA;  
 640  $P < 0,05$ ), com diferenças de Capivara e Salto Grande de Canoas I e Canoas II (Tukey;  $P$   
 641  $< 0,05$ ). As espécies mais correlacionadas com esse eixo foram *Plagioscion*  
 642 *squamosissimus* (positivamente) e Parodontidae sp.1 (negativamente) (Tabela 6). Nesse  
 643 caso, o primeiro táxon apresentou maiores densidades médias em Canoas I e Canoas II,  
 644 enquanto que o segundo táxon foi mais abundante nas amostras de Capivara e Salto  
 645 Grande.

646

647 **Tabela 6.** Autovetores (correlações) das variáveis (táxons) utilizadas na análise de coordenadas principais  
 648 (PCoA). Também são apresentados os autovalores e a porcentagem de explicação de cada eixo.

| <b>Táxons</b>                     | <b>PCoA 1</b>  | <b>PCoA 2</b>  |                      |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------------|
| Anostomidae                       | <b>0.74</b>    | -0.01          |                      |
| Anostomidae sp.1                  | 0.09           | 0.18           |                      |
| Characidae                        | 0.03           | 0.06           |                      |
| Heptapteridae                     | -0.08          | -0.04          |                      |
| Parodontidae                      | <b>-0.57</b>   | 0.04           |                      |
| Parodontidae sp.1                 | -0.38          | <b>-0.51</b>   |                      |
| Pimelodidae                       | 0.42           | -0.33          |                      |
| <i>Bryconamericus</i> sp.         | 0.02           | -0.11          |                      |
| <i>Eigenmmania</i> sp.            | 0.01           | -0.10          |                      |
| <i>Hoplias</i> sp.                | -0.06          | 0.10           |                      |
| <i>Hypostomus</i> sp.             | -0.05          | 0.05           |                      |
| <i>Myleus tiete</i>               | -0.18          | -0.03          |                      |
| <i>Plagioscion squamosissimus</i> | 0.10           | <b>0.78</b>    |                      |
| <i>Serrasalmus</i> sp.            | 0.02           | 0.01           |                      |
| <i>Tatia neivai</i>               | 0.00           | 0.12           |                      |
| <b>Autovalor</b>                  | <b>1,14</b>    | <b>0,97</b>    |                      |
| <b>(% de explicação)</b>          | <b>23,67 %</b> | <b>20,13 %</b> | <b>Total – 43,8%</b> |

649

650

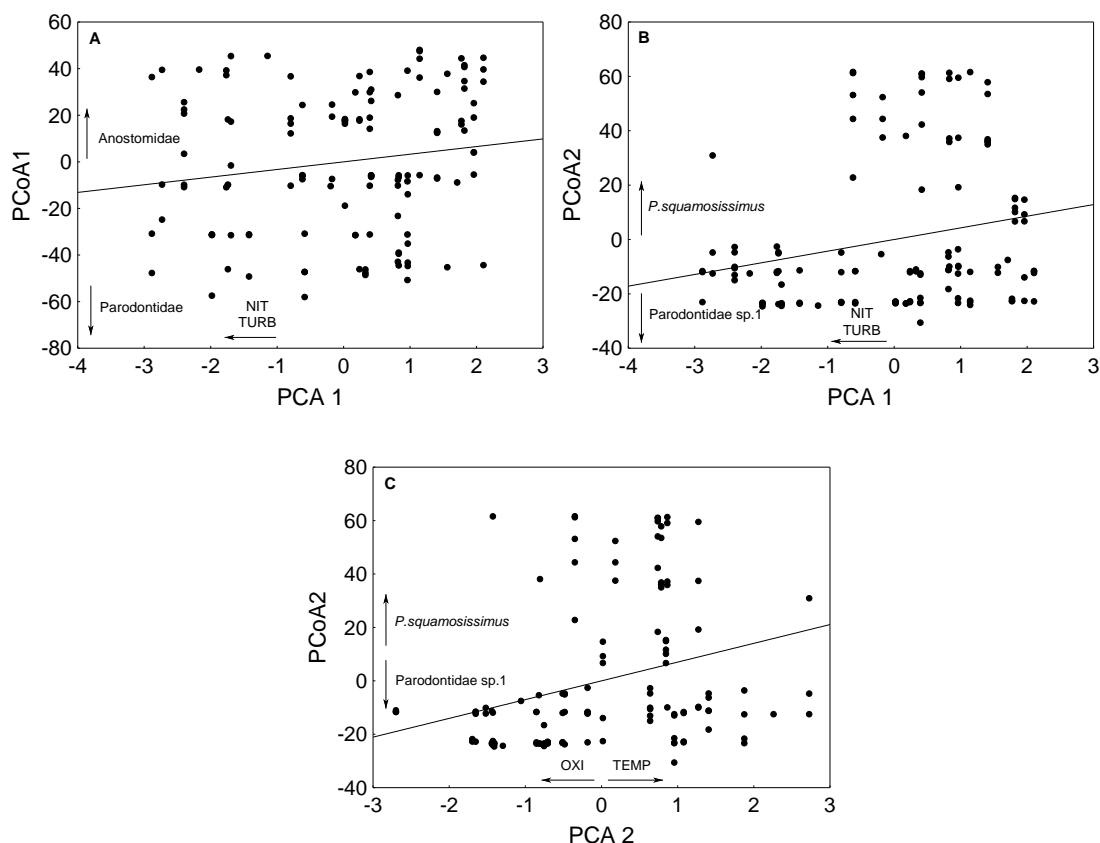
### 651 4.3 Associação entre as variáveis abióticas e a densidade de ovos e larvas

652

653 Para a densidade de ovos, a associação ( $\rho$  de Spearman) com os eixos  
 654 da PCA (PCA1 e PCA2), que sumarizaram as variáveis abióticas, não foi significativa ( $P$   
 655  $> 0,05$ ). Para as larvas, por outro lado, as associações foram significativas, tanto para o  
 656 PCoA1, quanto para o PCoA2, mas com tendências bem distintas. O PCoA1 foi  
 657 positivamente associado com o PCA1 ( $\rho = 0,18$ ;  $P < 0,05$ ), podendo ser afirmado que as  
 658 larvas de Parodontidae se relacionam com os fatores, de águas com maiores valores de

659 nitrato e turbidez, enquanto que as larvas de Anostomidae se relacionaram com ambientes  
 660 com os menores valores destas variáveis (Figura 8A). Por sua vez, o PCoA2 foi  
 661 positivamente associado com o PCA1 ( $\rho = 0,26$ ;  $P < 0,05$ ), indicando que Parodontidae  
 662 sp.1 relacionou-se a locais com maiores valores de turbidez e nitrato, enquanto *P.*  
 663 *squamosissimus* se relacionou a locais em que essas variáveis apresentaram menores  
 664 valores (Figura 8B). Além disso, o PCoA2 foi também positivamente associado com o  
 665 PCA2 ( $\rho = 0,35$ ;  $P < 0,05$ ), indicando que as larvas de Parodontidae sp.1 também se  
 666 relacionaram a locais com os maiores valores de oxigênio dissolvido e consequentemente  
 667 aos menores valores de temperatura da água, em contrapartida *P. squamosissimus* se  
 668 relacionou com os maiores valores de temperatura da água e menores valores da variável  
 669 oxigênio dissolvido (Figura 8C).

670



673 **Figura 8.** Correlação dos eixos da PCoA e PCA de larvas. As setas dentro das figuras indicam os táxons  
 674 mais importantes para a ordenação e que mais se correlacionam com os eixos e as variáveis mais  
 675 relacionadas ao eixo (TURB: Turbidez (NTU); NIT: Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); OXI: Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ )  
 676 TEMP: Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )). A) Correlação entre os eixos PCoA1 e PCA1 ( $\rho = 0,18$ ;  $P < 0,05$ ); B)  
 677 Correlação entre os eixos PCoA2 e PCA1 ( $\rho = 0,26$ ;  $P < 0,05$ ) e C) Correlação entre os eixos PCoA2 e  
 678 PCA2 ( $\rho = 0,35$ ;  $P < 0,05$ ).

679

## 680 5. DISCUSSÃO

681

### 682 5.1 Variáveis abióticas

683

684 As diferenças nas variáveis abióticas entre os reservatórios amostrados  
685 pode indicar os efeitos de um gradiente criado pelo sistema em cascata de reservatórios  
686 (AGOSTINHO et al., 1994). A água proveniente da cascata de reservatórios, como é o  
687 caso em Canoas I, chega com turbidez muito baixa. Essa característica está relacionada  
688 ao processo de oligotrofização, resultado da retenção de sedimentos e consequente  
689 diminuição de nutrientes (NEY, 1996), ao longo de uma sequência de reservatórios.  
690 Dentre os reservatórios do médio Paranapanema aqui estudados, o reservatório Capivara  
691 localiza-se à jusante dos demais, no entanto as amostragens foram realizadas no rio  
692 Laranjinha, rio Cinzas e Foz do Cinzas o que não permitiu analisar o efeito do sistema  
693 em cascata do reservatório Capivara em suas variáveis abióticas. Ainda nas medições  
694 referentes à Foz do Cinzas, onde há maior influência do reservatório, não se observou  
695 processo de oligotrofização, isso se dá, pois, os afluentes amostrados drenam uma área  
696 de intenso cultivo agrícola e, portanto, sofrem influência da ausência de mata ripária e o  
697 uso de agrotóxicos, o que confere a eles altos valores de turbidez e nitrato.

698 Na cascata de reservatórios do Paranapanema, Agostinho, Gomes e  
699 Pelicice (2007) relataram o aumento da temperatura da água ao longo da cascata, fato que  
700 pode estar relacionado ao acúmulo de calor nas massas de água represadas. Uma  
701 tendência de aumento da temperatura da água ao longo da cascata de reservatórios foi  
702 encontrada. No entanto, os valores de temperatura obtidos dos pontos amostrais da área  
703 de influência do reservatório Capivara, mostraram os maiores valores de temperatura,  
704 principalmente para o rio Cinzas. Neste caso, os valores podem se dar pela influência do  
705 reservatório e pela pouca quantidade de água no curso do rio, devido à falta de chuvas no  
706 período amostrado, especialmente para o ano final de 2014 e início de 2015 (COELHO  
707 et al., 2015) período em que foram feitas as amostragens do segundo ciclo reprodutivo  
708 deste trabalho. A falta de chuvas pode ser observada também quando comparado os níveis  
709 do reservatório Capivara para o período de 2012 a 2015.

710 Ainda sobre Capivara, as variáveis abióticas indicam uma distinção  
711 deste ponto dos demais. Vianna e Nogueira (2008) afirmaram que as características do  
712 afluente Cinzas favorecem o recrutamento de algumas espécies por suas condições lógicas  
713 e por ser rota alternativa para espécies reofílicas e migratórias. Em contrapartida, para o  
714 mesmo estudo, apresentou os maiores valores de condutividade elétrica, valor atribuído,  
715 principalmente, pela agricultura ao longo de sua bacia de drenagem. Este alto índice de  
716 aporte de matéria orgânica também foi mostrado por Nogueira et al (2002) e Feitosa et al  
717 (2006) para os afluentes da bacia do médio Paranapanema. Nas análises de 2013/2014 e  
718 2015 ainda podem ser encontrados altos valores de condutividade elétrica para a bacia do  
719 rio Cinzas, isso se dá, pois, a degradação dos rios e de seu entorno é contínua e a tendência  
720 ao longo do tempo é que as características negativas fiquem mais pronunciadas.

721 A influência antrópica sobre afluentes não acontece apenas para áreas  
722 do reservatório de Capivara. No ponto amostral de Salto Grande, no rio Pardo, os sessenta  
723 anos de influência do reservatório sobre o afluente (DUKE ENERGY, 2008), associado  
724 ao intenso cultivo, principalmente de cana-de-açúcar, alteraram a qualidade da água e  
725 consequentemente a manutenção do ecossistema, visto que os registros das variáveis  
726 abióticas não indicam características de um rio bem conservado, um exemplo é o registro  
727 do maior valor de nitrato amostrado, valor associado ao uso de agrotóxicos em lavouras  
728 (MMA/SBF, 2003).

729

## 730 **5.2 Distribuição espacial de ovos e larvas de peixes**

731

732 A maior densidade de ovos encontrada para o reservatório de Canoas I,  
733 também foi observada para o mesmo reservatório por Costa (2014) indicando que a  
734 ausência de afluentes que sirvam como locais de desova, sugere que o ictioplâncton  
735 coletado no reservatório seja de peixes residentes, pois dificilmente a desova de peixes  
736 de reservatórios à montante sobreviva às pressões ao atravessarem as turbinas  
737 (AGOSTINHO et al., 2007). Apesar de poder ser considerado uma área de crescimento  
738 de formas jovens de peixes, os reservatórios, pela baixa velocidade e maior tempo de  
739 residência da água, favorece a decantação dos sólidos em suspensão, aumentando assim  
740 a transparência da água, essa sedimentação pode facilitar a predação e a decantação de  
741 ovos e larvas de peixes (ZANIBONI-FILHO E SCHULZ, 2003; SILVA, REYNALTE-

742 TATAJE E ZANIBONI-FILHO, 2012) que podem chegar ao fundo do reservatório, em  
743 regiões de baixas concentrações de oxigênio dissolvido, dificultando sua sobrevivência  
744 (HENRY E NOGUEIRA, 1999; NOGUEIRA et al. 2006). Já para o reservatório  
745 Capivara, a densidade de ovos e larvas, indica que espécies residentes do reservatório  
746 possam estar utilizando o afluente como um local de desova, como já havia sido reportado  
747 por Vianna e Nogueira (2008). No entanto, neste trabalho, não foi possível observar o  
748 recrutamento efetivo de grandes espécies de peixes migradores. Apesar da presença de  
749 afluentes, como é o caso do rio Cinzas e Laranjinha para o reservatório Capivara, as  
750 condições desfavoráveis do reservatório, somadas à situação continuamente degradada  
751 dos afluentes não compõem um ambiente favorável às espécies mais exigentes, além  
752 disso, a falta de chuvas no período amostral diminuiu drasticamente as densidades tanto  
753 de ovos quanto de larvas quando comparados a estudos anteriores (COSTA, 2014;  
754 GARCIA, 2014).

755                   Quanto à composição taxonômica, a prevalência de indivíduos da  
756 ordem Characiformes, seguido por Siluriformes é comum em bacias das regiões  
757 neotropicais (LOWE-MCCONNELL, 1987; AGOSTINHO et al., 1997; ARSEGO et al.,  
758 2010; REYNALTE-TATAJE et al., 2011; LIMA et al., 2013). As famílias da ordem  
759 Characiformes, Parodontidae e Anostomidae foram coletadas em todos os reservatórios,  
760 ambas as famílias já registradas para a bacia do rio Paranapanema (DUKE ENERGY,  
761 2008). As espécies da família Parodontidae são de pequeno porte e sedentárias com alta  
762 plasticidade de habitat (VAZZOLER, 1996), já as espécies da família Anostomidae vão  
763 desde espécies de pequeno porte e sedentárias, até espécies de maior porte e migradoras  
764 (VAZZOLER, 1996; SATO et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2012). Godinho (1998)  
765 relatou que os distúrbios antrópicos nos cursos de água vêm resultando no declínio da  
766 maioria dos estoques de peixes de hábitos migratórios, incluindo espécies da família  
767 Anostomidae. A presença destes táxons em todos os reservatórios sugere que as espécies  
768 coletadas sejam as menos especialistas, e por isso, apresentem maior plasticidade  
769 adaptativa aos ambientes, isso indica que não possuem hábitos migratórios de longa  
770 distância.

771                   Apesar de presente em todos os pontos amostrais, a família  
772 Parodontidae destacou-se nos reservatórios de Capivara e Salto Grande, representada por  
773 Parodontidae sp.1, táxon que durante as identificações mostrou características peculiares,  
774 podendo indicar uma espécie distinta. A identificação não pôde ser mais precisa pela falta

775 de estudos específicos quanto à identificação do ictioplâncton na bacia. No rio Pardo foi  
776 registrada a presença da espécie *Myleus tiete* (Eigenmann & Norris, 1900), que está na  
777 lista de animais ameaçados de extinção (IBAMA, 2015). Para a mesma bacia, no rio  
778 Turvo, afluente do rio Pardo foram capturadas duas espécies ameaçadas de extinção,  
779 *Brycon orbignyanus* e *Myleus tiete*, espécies que antes eram amplamente distribuídas na  
780 bacia do alto rio Paraná, e hoje são coletadas esporadicamente (ARSEGO et al., 2010).  
781 No rio Pardo, foram capturadas larvas de *Bryconamericus* sp., gênero que já havia sido  
782 registrado por Brandão et al. (2009) para a área de influência do reservatório Salto  
783 Grande. Para a bacia do alto rio Paraná Langeani et al. (2007) amostrou quatro espécies  
784 para o gênero, sendo três nativas e uma alóctone, proveniente da inundação do Salto de  
785 Sete Quedas, para a construção de Itaipu. As espécies deste gênero são de pequeno porte  
786 e normalmente sem importância comercial, sua importância concentra-se na cadeia  
787 alimentar como fonte de alimento para espécies piscívoras (HOFFMANN, ORSI E  
788 SHIBATTA, 2005). Larvas deste mesmo gênero também foram amostradas para o rio  
789 Laranjinha. Hoffmann, Orsi e Shibatta (2005) indicaram a presença da espécie  
790 *Bryconamericus stramineus* para as amostragens realizadas em trechos lóticos da área de  
791 influência do reservatório Capivara, o rio Cinzas. No presente estudo o gênero também  
792 foi amostrado apenas em trechos com condições lóticas, rio Pardo e rio Laranjinha, ambos  
793 afluentes que mantêm suas características fluviais.

794                 Apesar de ser um afluente de diversas maneiras afetado por distúrbios,  
795 o rio Pardo aparentemente mantém o recrutamento de espécies de pequeno porte e  
796 generalistas. Este poderia ser um rio responsável pela manutenção de grande parte da  
797 fauna de peixes do reservatório Salto Grande, no entanto a falta de preservação, tanto do  
798 curso de água, quanto do seu entorno não permite que o rio mantenha condições  
799 adequadas. A maioria das espécies residentes de reservatórios procuram afluentes que  
800 possuam características lóticas para se reproduzir (AGOSTINHO et al., 1999), estes  
801 cursos d'água conservam um ambiente propício à reprodução e consequentemente  
802 auxiliam na manutenção da fauna em ambientes represados, quando bem preservados.

803                 Já nos reservatórios de Canoas I e II a espécie de maior destaque foi  
804 *Plagioscion squamosissimus* (corvina), tendo sido amostrada em menor quantidade  
805 também no rio Cinzas. É uma espécie proveniente da bacia Amazônica, com pronunciada  
806 habilidade competitiva e amplo espectro alimentar (CASTRO E PIÓRSKI, 1998). Foi  
807 introduzida através de peixamentos realizados pela Companhia Energética do Estado de  
808 São Paulo (CESP) em seus reservatórios (MAGALHÃES et al., 2005) a fim de povoar e

809 manter o estoque pesqueiro. A predominância desta espécie vem sendo reportada por  
810 diversos estudos (SHIBATTA et al., 2002; ORSI et al., 2004; ORSI, 2010). Em ambientes  
811 lacustres, ou seja, com características lênticas a espécie encontra habitat simplificados  
812 que dificultam o abrigo e alimentação de espécies nativas, especialmente juvenis  
813 (AGOSTINHO et al., 1997; BENNEMANN E SHIBATTA, 2002; ORSI, 2010). Desta  
814 forma, espécies como *P. squamosissimus* mostram-se moduladoras da composição e  
815 estruturação íctica, principalmente a partir da predação (ORSI, 2010). A ausência de  
816 predadores no novo ambiente tornou-a predador para as espécies nativas e um competidor  
817 por recursos no ambiente, estreitando os nichos de seus competidores. Toda essa aptidão  
818 de colonização, aliada ao desequilíbrio causado pelo sistema em cascata de reservatórios  
819 favoreceram o estabelecimento dessa e de outras espécies não nativas (AGOSTINHO E  
820 GOMES, 2005; ORSI, 2010; ORSI E BRITTON, 2014).

821                   A problemática referente à introdução de novas espécies não é restrita  
822 a esta bacia. Os registros de invasões biológicas são crescentes (VITULE, 2009). As  
823 introduções de novas espécies de peixes tanto no Brasil quanto ao longo do mundo são  
824 advindas basicamente de três principais fontes: aquicultura para alimentação, pesca  
825 esportiva e cultivo de espécies ornamentais (SAVINI et al., 2010). A invasão de espécies  
826 em meio aquático torna a contenção e manejo mais difícil, a água promove a mobilidade  
827 dessas espécies facilitando sua dispersão, além disso, a percepção da invasão pela  
828 sociedade acaba sendo mais tardia por não ser um meio tão visível (VITULE, 2009;  
829 BRITTON E ORSI, 2012). Ao contrário do que a cultura popular acredita, a introdução  
830 de espécies não aumenta a biodiversidade local, mas sim promove um déficit na  
831 biodiversidade, causando também um risco à extinção de espécies nativas (ENGER et al.,  
832 1989; ORSI E AGOSTINHO, 1999; VITULE, 2009; SAVINI et al., 2010; BRITTON E  
833 ORSI, 2012; GARCIA et al., 2014). O estabelecimento de espécies, especialmente as  
834 predadoras resulta em um alto índice competitivo com as espécies nativas, alterações  
835 drásticas no habitat, além de disseminação de doenças, dentre outros impactos. Garcia et  
836 al. (2014) mostra a capacidade adaptativa e dispersiva de uma espécie piscívora  
837 introduzida para fins recreativos em uma represa, *Micropterus salmoides* (Lacepède  
838 1802) mostra-se uma espécie impactante onde se estabelece, causando diversos danos ao  
839 habitat, não apenas no Brasil, como na América do Norte (JACKSON, 2002); Quênia  
840 (BRITTON E HARPER, 2006); Japão (TAKAMURA, 2007).

841 O grande efeito da introdução de espécies de peixes é a  
842 homogeneização dos habitat e da diversidade local (ORSI E AGOSTINHO, 1999;  
843 BRITTON E ORSI, 2012) que torna-se refém desta nova espécie. O estabelecimento  
844 destas espécies em cursos naturais de rios ainda é mais difícil por estes ambientes de  
845 características lólicas oferecerem uma maior resistência ecológica ao processo de  
846 invasão, em contrapartida ambientes artificiais como os reservatórios tornam-se  
847 favoráveis a este estabelecimento. A ausência da espécie nos pontos amostrais rio Pardo  
848 e rio Laranjinha indicam que a característica lólica e a complexidade de habitat destes  
849 rios não dão suporte ao estabelecimento da corvina, além disso, o rio Laranjinha é um  
850 subafluente do rio Paranapanema na região do reservatório Capivara, o que dificulta a  
851 dispersão da espécie até o seu curso.

852 As grandes espécies de peixes migradores foram o principal foco deste  
853 estudo, isto porque são espécies guarda-chuva quanto à conservação. Estas espécies  
854 utilizam-se de diferentes habitat em diferentes estágios ao longo de seu ciclo de vida,  
855 portanto, a preservação destes habitat promove, por consequência, a proteção da maioria  
856 da diversidade da ictiofauna (AGOSTINHO et al., 2007). Entretanto a constante  
857 fragmentação dos ecossistemas aquáticos vem causando a interrupção de suas rotas  
858 migratórias, além de isolar os diferentes habitats que em conjunto são eficazes para o  
859 recrutamento efetivo destas espécies (GARCIA, 2014). Grandes espécies migradoras  
860 como *Prochilodus lineatus* (Valenciennes 1837), *Salminus brasiliensis* (Cuvier 1816) e  
861 *Pimelodus maculatus* Lacepède 1803 foram registradas para o trecho do médio  
862 Paranapanema e realizavam desova nos trechos superiores dos afluentes (VAZZOLER et  
863 al., 1997). O registro de espécies migradoras para a porção média do Paranapanema  
864 também aconteceu em Dias (2003) e Hoffman, Orsi e Shibatta (2005).

865 Apesar dos registros anteriores principalmente para a região superior do  
866 reservatório Capivara e seu afluente, o rio Cinzas, nas amostragens deste estudo não foi  
867 possível registrar a desova e desenvolvimento larval destas espécies para nenhum dos  
868 pontos amostrais. O desaparecimento gradativo de grandes espécies migradoras se dá por  
869 um conjunto de fatores: alterações de habitat (fragmentação de rios, degradação da  
870 vegetação ripária, diminuição na qualidade da água, etc), introdução de espécies e sua  
871 exploração econômica (problemas relacionados ao manejo) (AGOSTINHO E GOMES,  
872 2005). Além disso, nesta porção superior do reservatório Capivara encontra-se a  
873 barragem de Canoas I (reservatório à montante de Capivara), onde no período dos anos

874 2000 a 2012 estiveram em operação as escadas de transposição de peixes, que davam aos  
875 peixes do reservatório Capivara acesso ao reservatório Canoas I e sucessivamente a  
876 Canoas II. Muitas espécies obtinham sucesso ao transpor as escadas, no entanto estes  
877 indivíduos não obtinham sucesso ao retornar ao seu local de origem, e também não havia  
878 garantia na viabilidade reprodutiva (AGOSTINHO E GOMES, 2005; LOPES et al., 2007;  
879 ORSI, 2010). Lopes et al., (2007) indicou uma importante depleção populacional de *S.*  
880 *brasiliensis* devido à operação das escadas de transposição, comprovando a ineficácia  
881 deste mecanismo. Anteriormente à construção das usinas Canoas I e II, dourados (*S.*  
882 *brasiliensis*) e pintados (*P. corruscans*) podiam ser avistados em cardumes, devido a um  
883 trecho lótico de cerca de 80 km, entre os reservatórios de Salto Grande e Capivara  
884 (AGOSTINHO, GOMES E PELICICE, 2007). Este conjunto de fatores compõe um  
885 cenário de degradação constante da diversidade de peixes na bacia.

886

### 887 **5.3 Associação entre as variáveis abióticas e a densidade de ovos e larvas**

888

889 As variáveis abióticas afetam a comunidade de peixes por  
890 influenciarem em aspectos fisiológicos e comportamentais, podendo alterar todo o ciclo  
891 de vida das espécies (REYNALTE-TATAJE et al., 2008). Nas análises sobre a densidade  
892 de ovos, as variáveis abióticas não exerceram nenhuma influência sobre a distribuição  
893 espacial dos ovos, o que, de certa forma é esperado, uma vez que as desovas devem ter  
894 ocorridos fora do ponto amostrado. Já para a distribuição espacial das larvas algumas  
895 variáveis se mostraram significativas. A falta de chuvas, principalmente para o período  
896 do segundo ciclo amostral (2014/2015), resultou em amostragens negativas, sem material  
897 biológico, ou mesmo com a drástica diminuição nas densidades de ovos e larvas  
898 coletados. O efeito da falta de chuvas fica mais evidente em reservatórios de acumulação,  
899 como o Capivara e menos evidente para reservatórios do tipo fio d'água como é o caso  
900 de Salto Grande, Canoas II e Canoas I. No entanto, o ciclo de chuvas influencia nos  
901 eventos de desova da maioria das espécies, interferindo diretamente na maturação e  
902 reprodução de muitas espécies (GODOY, 1975; AGOSTINHO et al., 2004).

903

904 Para a família Parodontidae e Parodontidae sp.1 os maiores valores de  
905 nitrato e turbidez favoreceram a abundância deste táxon, a relação com a turbidez  
favorece a desova e minimiza as taxas de predação do ictioplâncton (BAUMGATNER et

906 al., 2004; SKÓRA NETO, 2013). Em contrapartida, os menores valores de turbidez e  
907 nitrato, que são características apresentadas pelos reservatórios de Canoas I e Canoas II  
908 favoreceram a espécie *P.squamosissimus*. O processo de oligotrofização que ocorre em  
909 reservatórios diminui a turbidez e retém os sedimentos no fundo, este processo aumenta  
910 a transparência da água, característica que favorece um predador (NEY, 1996), como é o  
911 caso da corvina. Costa (2014) já havia observado altos valores de abundância de corvina  
912 para estes reservatórios, indicando que a espécie se encontra estabelecida em Canoas I e  
913 II. A família Anostomidae também foi favorecida pelos menores valores de turbidez e  
914 nitrato. Cada espécie é influenciada de forma particular pelas variáveis abióticas, e cada  
915 táxon procura condições favoráveis para o seu desenvolvimento.

916 Parodontidae sp.1 também teve correlação pelos maiores valores de  
917 oxigênio dissolvido e menores valores de temperatura da água, características estas  
918 encontradas em ambientes de maior velocidade da água (condições lótic). Este táxon  
919 pode se tratar de uma espécie reofílica, (aquela espécie que tem sua área de vida em águas  
920 correntes), Garcia (2014) reportou a presença de espécies reofílicas da família  
921 Parodontidae em afluentes, utilizando-se dos mesmos para a desova. Em contrapartida,  
922 *P. squamosissimus* relacionou-se com os maiores valores de temperatura da água e  
923 menores valores de oxigênio dissolvido, características estas, presentes em ambientes  
924 como uma cascata de reservatórios, onde as massas de água acumulam calor e a qualidade  
925 da água, bem como o oxigênio dissolvido pode diminuir ao longo da cascata (MMA/SBF,  
926 2003; AGOSTINHO, GOMES E PELICICE, 2007).

927 A alteração de ecossistemas aquáticos tem por resultado, a criação, em  
928 larga escala, de habitats inadequados para um grande número de espécies. A aptidão das  
929 espécies, especialmente as nativas, fica comprometida, isto implica em consequências  
930 negativas a curto, médio e longo prazo. A diminuição da aptidão significa menores taxas  
931 de sobrevivência e reprodução, isso somado ao isolamento das espécies, através do  
932 processo de fragmentação, gradativamente diminui a diversidade da comunidade, além  
933 de aumentar as chances de extinções locais, quando não houver possibilidade de  
934 repovoamento advindos de outras fontes (MMA/SBF, 2003). A desestabilização da  
935 comunidade cria oportunidades para que espécies não nativas se estabeleçam  
936 (MMA/SBF, 2003; ORSI, 2010; ORSI E BRITTON, 2012). A cascata de reservatórios  
937 da bacia do rio Paranapanema é um exemplo dessas alterações como ocorreu com a  
938 corvina, que mostrou grande potencial invasor ao se estabelecer ao longo da bacia do alto

939 rio Paraná, sendo considerado o predador mais abundante da bacia (AGOSTINHO E  
940 GOMES, 2005).

941                   As mudanças no ecossistema não se restringem apenas a alterações de  
942 habitats, o fluxo hídrico controlado pelos pulsos de inundações causados pelo regime de  
943 chuvas também exerce grande influência no ciclo de vida das comunidades aquáticas  
944 (AGOSTINHO et al., 2004). Os grandes peixes migradores, por exemplo, não desovam  
945 quando o nível de água do rio é estável ou decrescente (GODOY, 1975), a falta destes  
946 eventos de inundação interfere no recrutamento, pois as espécies de hábitos migratórios  
947 esperam o nível de água se elevar para migrar e desovar nas regiões superiores dos  
948 afluentes (AGOSTINHO et al., 2003; AGOSTINHO et al., 2004). As condições hídricas  
949 de cada reservatório variam conforme as características e a operação das barragens  
950 (NOGUEIRA et al., 2012; FERRAREZE, CASATTI E NOGUEIRA, 2014). A operação  
951 de barragens à montante interfere negativamente na estrutura da fauna de peixes à jusante  
952 (AGOSTINHO et al., 2000; 2003). O que indica que a gestão e o manejo adequados  
953 podem proporcionar o controle artificial das inundações, beneficiando o recrutamento das  
954 espécies, principalmente para as grandes espécies de peixes migradores (AGOSTINHO  
955 et al., 2004).

956                   Além disso, a utilização dos afluentes por espécies reofílicas e  
957 migradoras é outro fator importante para a sobrevivência e manutenção da biodiversidade  
958 (VAZZOLER et al., 1997; AGOSTINHO et al., 1999). Espécies como *Salminus*  
959 *brasiliensis*, *Pimelodus maculatus* e *Prochilodus lineatus* se utilizavam de afluentes para  
960 desovar na porção média do Paranapanema (VAZZOLER et al., 1997), entretanto estudos  
961 na porção média da bacia indicam *P. maculatus* como uma espécie que vêm conseguindo  
962 efetuar a desova e driblar as condições adversas do ambiente, entretanto outros grandes  
963 migradores não se destacam. Espécies como *S. brasiliensis* não possuem registro recente  
964 de desova para a bacia (COSTA, 2014; GARCIA, 2014; FRANTINE-SILVA, 2015). Os  
965 dados aqui apresentados indicam uma possibilidade das larvas da família Pimelodidae  
966 pertencerem à espécie *P. maculatus*, já capturada em estudos anteriores, no entanto outras  
967 espécies migradoras não foram capturadas. As espécies que ainda efetuam recrutamento  
968 mostram certa resiliência, ou mesmo características menos exigentes, o que  
969 aparentemente é positivo. Porém, não se sabe quais as condições limítrofes para estas  
970 espécies, tanto em relação às características físico-químicas, quanto ao estabelecimento  
971 de novas espécies que competem por nichos e até quanto à deterioração ambiental.

972                   Esta deterioração não se restringe apenas ao ambiente aquático, a  
973 manutenção da diversidade de peixes depende também das condições do ecótono terra-  
974 água (AGOSTINHO et al., 2004). A falta de conservação do entorno das bacias tem  
975 acelerado o processo de degradação dos rios já muito avançado pela construção de  
976 empreendimentos hidrelétricos. A ocupação desordenada das margens leva à perda da  
977 vegetação ripária que possui grandes interações com o ambiente aquático, além de exercer  
978 diversas funções ecológicas como: Escoamento da água; Aumento da capacidade de  
979 armazenamento da água nos cursos d'água; Filtragem de sedimentos (evita o  
980 assoreamento) e contaminantes (agrotóxicos); Ciclagem de nutrientes; Estabilização das  
981 margens (evitando a erosão); Fornecimento de material orgânico responsável pela  
982 alimentação de muitas espécies aquáticas; Atenuação da radiação solar, mantendo o  
983 equilíbrio térmico, dentre outras (GREGORY et al., 1992; BARTON E DAVIES,1993;  
984 BREN, 1993).

985                   A presença de afluentes como o rio Pardo, para o reservatório Salto  
986 Grande e o rio Cinzas e Laranjinha (subafluente) para o reservatório Capivara poderiam  
987 estar cumprindo o papel de mantenedores da biodiversidade dos reservatórios e de sua  
988 própria bacia. No entanto, as margens continuam sendo devastadas, principalmente pelo  
989 uso de terras para a agricultura e pecuária, efluentes continuam sendo despejados e há  
990 grande falta de interesse do governo, das instituições responsáveis e também da  
991 população. Gradativamente estes rios estão perdendo sua capacidade de ambientes  
992 propícios à reprodução. O desinteresse quanto à conservação dos rios se estende aos  
993 reservatórios, sendo a ocupação humana nessas margens bem pronunciada. O manejo  
994 correto e interdisciplinar pode começar a mudar o destino das bacias: o controle artificial  
995 de fluxo em consonância com os demais reservatórios da cascata (AGOSTINHO et al.,  
996 2004); a recuperação e preservação da vegetação ripária; a fiscalização das atividades  
997 pesqueiras; o tratamento adequado de efluentes, bem como sua fiscalização; a elaboração  
998 de uma legislação mais rígida quanto ao uso de recursos naturais como as bacias; a  
999 proibição da construção de reservatórios sequenciais já que os danos são muito severos e  
1000 praticamente irreversíveis (SANTOS, 2016); em conjunto com projetos de  
1001 monitoramentos de fauna e flora e da qualidade da água.

1002

1003

## 1004 6. CONCLUSÕES

1005

1006 - Os afluentes não estão atuando como rotas alternativas para espécies de peixes  
1007 migradoras;

1008 - A degradação da qualidade da água dos afluentes e de seu entorno está diminuindo sua  
1009 efetividade como mantenedores de biodiversidade;

1010 - Espécies de peixes migradoras não estão alcançando o recrutamento efetivo;

1011 - A operação das barragens alheia às necessidades da biodiversidade está dificultando os  
1012 eventos reprodutivos das espécies de peixes;

1013 - O processo de fragmentação em conjunto com os demais distúrbios desestabiliza a  
1014 comunidade aquática e favorece o estabelecimento de espécies não nativas, como a  
1015 corvina;

1016 - O processo de oligotrofização evidente nos reservatórios Canoas I e II, somado às suas  
1017 condições lacustres favoreceu espécies invasoras, espécies de pequeno porte e  
1018 sedentárias, por outro lado desfavoreceu espécies guarda-chuva como os grandes  
1019 migradores;

1020 - A ausência de afluentes nos reservatórios Canoas I e II indicam um mal planejamento  
1021 quanto à instalação destas usinas, sendo este um trecho onde espécies migradoras ainda  
1022 conseguiram se manter e agora está sujeito a extinções locais;

1023 - Ambientes lóticos mostraram uma maior riqueza de espécies, enquanto que os  
1024 reservatórios indicam menor riqueza de espécies e dominância de *P. squamosissimus*;

1025 - As variáveis abióticas amostradas exercem grande influência sobre os táxons, no entanto  
1026 cada táxon é influenciado por um conjunto de variáveis;

1027 - A falta de chuvas no período amostral mostrou que o ciclo de chuvas e pulsos de  
1028 inundação possuem grande influência sobre os eventos reprodutivos e se a operação das  
1029 barragens levasse em conta a comunidade aquática, poderia minimizar os danos  
1030 relacionados à seca;

1031

1032

1033

1034 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

1035

1036 Os efeitos negativos de uma cascata de reservatórios vão além de  
1037 mudanças físico-químicas ao longo do gradiente (SANTOS, 2016). São um conjunto de  
1038 consequências negativas que ao longo do tempo diminuem a diversidade e a qualidade do  
1039 ambiente e da comunidade residente. A porção média do rio Paranapanema mostra  
1040 claramente os efeitos de sua fragmentação, através dos eventos reprodutivos, das  
1041 variáveis abióticas e até mesmo da observação em campo. Esta bacia tem resistido e  
1042 tentado minimizar os danos da degradação desde a construção da primeira barragem em  
1043 seu leito em 1958 (Salto Grande). Desde então os empreendimentos apenas aumentaram  
1044 na bacia, negligenciando a qualidade do ecossistema em si.

1045 Caso nenhuma atitude for tomada a bacia ficará cada vez mais  
1046 homogênea e a extinção local de várias espécies será inevitável. A união de  
1047 pesquisadores, governo, população e empresas responsáveis pela operação destas usinas  
1048 é de extrema importância para a implantação de projetos de manejo de curto e longo  
1049 prazo, que visem minimizar os impactos de modo que a comunidade aquática seja o  
1050 principal foco. Comunidade esta que também depende do equilíbrio do seu entorno, ou  
1051 seja, da recuperação e preservação de suas matas que auxiliam de diversas formas na  
1052 qualidade e equilíbrio do ambiente aquático. É importante que a comunidade científica  
1053 seja “ouvida”, para colocar em prática muitas estratégias que por vezes são suprimidas  
1054 por interesses políticos e econômicos. A consonância entre as partes trará benefícios para  
1055 todos os envolvidos, inclusive para a vida útil da bacia.

1056

1057

1058

1059

1060

1061

1062

1063 **REFERÊNCIAS**

1064 A.L.B. MAGALHÃES; M.F.G. BRITO; R.F. ANDRADE (Eds.) **Uma abordagem**  
1065 **didaticocientífica sobre peixes introduzidos no Estado de Minas Gerais**. 2005.

1066

1067 AGOSTINHO, A. A.; BENEDITO-CECÍLIO, E.; GOMES, L. C.; SAMPAIO, A. A.  
1068 Spatial and temporal distribution of Sardela, *Hypophthalmus edentatus* (Pisces,  
1069 Siluroidei), in the área of influence of the Itaipu Reservoir (Paraná, Brazil). **Revista**  
1070 **UNIMAR**, v.16, p. 27-40, 1994.

1071

1072 AGOSTINHO, A. A.; GOMES L. C. Manejo e monitoramento de recursos pesqueiros:  
1073 Perspectivas para o reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A.;GOMES L. C.  
1074 (Eds.) **Reservatório de segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM,  
1075 1997. p. 319-364.

1076

1077 AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. O manejo da pesca em reservatórios da bacia do  
1078 alto rio Paraná: avaliação e perspectivas. In: Nogueira, C. & R. Henry. **Ecologia de**  
1079 **reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São  
1080 Carlos. Editora Rima. p. 23 – 55, 2005.

1081

1082 AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F. **Ecologia e Manejo dos Recursos**  
1083 **Pesqueiros em Reservatórios do Brasil**. Maringá, Eduem, 2007. 501 p.

1084

1085 AGOSTINHO, A. A.; MARQUES, E. E.; AGOSTINHO, C. S.; ALMEIDA, D. A.;  
1086 OLIVEIRA, R. J.; MELO, J. R. B. Fish ladder of Lajeado Dam: migration on one-way  
1087 routes? **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 2, p. 121-130, 2007.

1088

1089 AGOSTINHO, A. A.; MIRANDA, L.E.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; THOMAZ, S.M.;  
1090 SUZUKI, H.I. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on  
1091 aging. **Theoretical reservoir ecology and its applications**. Backhuys Publishers,  
1092 Leiden, The Netherlands, p. 227-265, 1999.

1093

1094 AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the  
1095 Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian**  
1096 **journal of biology**, v.68, p.1119-1132, 2008.

1097

- 1098 AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; SUZUKI, H.I.; JÚLIO JR, H.F. Migratory fishes of  
1099 the Upper Paraná River basin, Brazil. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.;  
1100 BAER, A. (Eds) **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and**  
1101 **conservation status**, Ottawa: The World Bank: International Development Research  
1102 Centre, 2003. p. 19-98.
- 1103
- 1104 AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; VERÍSSIMO, S.; OKADA, E.K. Flood regime,  
1105 dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes,  
1106 reproduction and recruitment. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 14, p. 11-19.  
1107 2004.
- 1108
- 1109 AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JR., H.F. **Peixes da bacia do alto rio Paraná: estudos**  
1110 **ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. 1999. 374-400 p.
- 1111
- 1112 AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; MINTE-VERA, C.V.; WINEMILLER, K.O.  
1113 Biodiversity in the Paraná River Lateral. In: GOPAL, B.; JUNK, W.J.; DAVIS, J.A. (Eds)  
1114 **Biodiversity in Wetlands: Assessment, Function and Conservation**. Leiden:  
1115 Backhuys Publishers, p. 89-118. 2000.
- 1116
- 1117 AGOSTINHO, C. S.; AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; ALMEIDA, D. A.;  
1118 MARQUES, E. E. Selectivity of fish ladders: a bottleneck in Neotropical fish movement.  
1119 **Neotropical Ichthyology**, v.5, n.2, p. 205-213, 2007.
- 1120
- 1121 AHLSTROM, E. H.; MOSER, H. G. Eggs and larva of fishes and their role in systematic  
1122 investigations and in fisheries. **Revue des Travaux l'Institut des Peches Maritimes**.  
1123 v.40, p. 378-398, 1976.
- 1124
- 1125 AKRITAS, M. G. The Rank Transform Method in Some Two-Factor Designs. **Journal**  
1126 **of the American Statistical Association**. v.85, n 409, p.73-78, 1990.
- 1127
- 1128 ARSEGO, E.; SANTOS, V.V.; DEBONA, T.; DAMACENO, D.Z.; ARMILIATO, F.C.;  
1129 DIAS, J.H.P.; BAUMGARTNER, G. Peixes do rio Turvo – bacia do rio Paranapanema,  
1130 São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PESCA E XII  
1131 SEMANA ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PESCA. **Anais**, 2010.

- 1132 BARTON, J.L.; DAVIES, P.E. Buffer strips and streamwater contamination by atrazine  
1133 and pyrethroids aerially applied to Eucalyptus nitens plantations. **Australian Forestry**,  
1134 v. 56, n.3, p. 201-210.1993
- 1135
- 1136 BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; CAVICCHIOLI, M.; BAUMGARTNER, M.  
1137 S. T. Some Aspects of the Ecology of Fish Larvae in the Floodplain of the high Paraná  
1138 river, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v.14, n.3, p. 551-563, 1997.
- 1139
- 1140 BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, N; GOMES, L.C.; BIALETZKI, A.; SANCHES,  
1141 P.V.; MAKRAKIS, M.C. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes  
1142 in the upper Paraná River, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 71, n. 2, p. 115-  
1143 125, 2004.
- 1144
- 1145 BAXTER, R. M. Environmental Effects of Dams and Impoundments. **Annual Review of**  
1146 **Ecology and Systematics**. v.8, p. 255-283, 1977.
- 1147
- 1148 BENNEMANN, S.T.; SHIBATTA, O.A. Dinâmica de uma assembléia de peixes do rio  
1149 Tibagi. In: MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.A.; PIMENTA, J.A. (Eds).  
1150 **A Bacia Do Rio Tibagi**. Londrina, 2002. p. 433-442.
- 1151
- 1152 BIANCHINI JR., I. Aspectos do processo de decomposição nos ecossistemas aquáticos  
1153 continentais. In: POMPEO, M.L.M. (Ed.) **Perspectivas na Limnologia do Brasil**, 1994.  
1154 p. 1-20.
- 1155
- 1156 BONETTO, A. A. The Paraná River systems. In: DAVIES, B. R.; WALKER, K. F. (Ed.).  
1157 **The ecology of river systems**. Dordrecht, The Netherlands: Dr. W. Junk Publisher, 1986.  
1158 Cap. 11, p. 541-556. (Monographiae biologicae, v. 60).
- 1159
- 1160 BOON, P. J.; DAVIES, B. R.; PETTS, G. E. **Global perspectives on river conservation:**  
1161 **science, policy and practice**. John Wiley & Sons. p. 548, 2000.
- 1162
- 1163 BRANDÃO, H.; VIDOTTO-MAGNONI, A.P.; RAMOS, I.P.; CARVALHO, E.D.  
1164 Assessment of the ichthyofauna in stretches under the influence of Salto Grande  
1165 Reservoir (Middle Paranapanema River, SP/PR, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensis**,  
1166 v. 21, n.4, p. 451-463. 2009.

- 1167 BREN, L.J. Riparian zone, stream, and floodplain issues: a review. **Journal of**  
1168 **Hydrology**, v.150, p. 277-299. 1993.
- 1169
- 1170 BRITSKI, H.A.; LANGEANI, F. *Pimelodus paranaensis*, sp. n., um novo Pimelodidade  
1171 (Pisces, Siluriformes) do alto Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.5, n.3,  
1172 p. 409-417. 1988.
- 1173
- 1174 BRITTON, J.R.; HARPER, D.M. Length-weight relationships of fish species in the  
1175 freshwater rift valley lakes of Kenya. **Journal Appl. Ichthyol.**, v.22, p. 334-336. 2006.
- 1176
- 1177 BRITTON, J.R.; ORSI, M.L. Non-native fish in aquaculture and sport fishing in Brazil:  
1178 economic benefits versus risks to fish diversity in the upper River Paraná Basin. **Rev.**  
1179 **Fish Biol. Fisheries**, 2012.
- 1180
- 1181 BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. B.; BAPTISTA, D. F. Monitoramento Biológico de  
1182 Ecossistemas Aquáticos Continentais. **Oecologia Brasiliensi**. v.12, n.3, p.339-345, 2008.
- 1183
- 1184 BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L. Bases conceituais para a aplicação de  
1185 biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Caderno de**  
1186 **Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, p. 465-473. 2003.
- 1187
- 1188 CAIRNS, J. PRATT, J.R. A history of biological monitoring using benthic  
1189 Macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (Eds). **Freshwater Biology**  
1190 **and Benthic Macroinvertebrates**, Nova York: Chapman e Hall, p. 10-17. 1993.
- 1191
- 1192 CARVALHO, E.D.; FUJIHARA, C.Y.; HENRY, R.A. Study of the ichthyofauna of the  
1193 Jurumirim reservoir (Parapanema River, São Paulo, Brazil): fish production and  
1194 dominant species at three sites. **Verhandlungen Internationale Vereiniingyng Fur**  
1195 **Theoretische Und Angewandte Limnologie**, Stuttgart, v. 26, p. 2199-2202. 1998.
- 1196
- 1197 CASTELLO, L.; MACEDO, M.N. Large-scale degradation of Amazonian freshwater  
1198 ecosystems. **Global Change Biology**, 2015. doi: 10.1111/gcb.13173.

- 1199 CASTRO, A. C. L.; PIORSKI, N. M. Curva de maturação, fator de condição e índice  
1200 hepatossomático de *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1840) no reservatório de  
1201 Barra Bonita–SP (OSTEICHTHYES, SCIAENIDAE). **Boletim do Laboratório de**  
1202 **Hidrobiologia**, v. 11, n. 1, 1998.
- 1203
- 1204 COELHO, C.A.; CARDOSO, D.H.F.; FIRPO, M.A.F. Precipitation diagnostics of an  
1205 exceptionally dry event in São Paulo, Brazil. **Theor. Appl. Climatol.** 2015. doi  
1206 10.1007/s00704-015-1540-9
- 1207
- 1208 COSTA, A. D. A. **Reservatório e afluente, diferentes biótopos e as relações entre a**  
1209 **ocorrência e distribuição de ictioplâncton e juvenis em um rio fragmentado na bacia**  
1210 **do Alto rio Paraná, Brasil.** 2014, 54f. (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual  
1211 de Londrina - Londrina, 2014.
- 1212
- 1213 COSTANZA, R.; GRAUMLICH, L.; STEFFEN, W.; CRUMLEY, C.; DEARING, J.;  
1214 HIBBARD, K.; LEEMANS, R.; REDMAN, C.; SCHIMEL, D. Sustainability or collapse:  
1215 What can we learn from integrating the history of humans and the rest of nature? **Ambio**  
1216 v.36, p. 522–527, 2007.
- 1217
- 1218 DIAS, J.H.P. **Distribuição especial e temporal da ictiofauna do trecho médio do rio**  
1219 **Paranapanema e suas relações com as características morfométricas e limnológicas**  
1220 **dos compartimentos da bacia.** 127 f. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal de  
1221 São Carlos, São Carlos. 2003.
- 1222
- 1223 DOYLE, M. W.; STANLEY, E. H.; HARBOR, J. M.; GRANT, G. S. Dam removal in  
1224 the United States: Emerging needs for science and policy. *Eos, Transactions. American*  
1225 **Geophysical Union.** v. 84, p. 29–36, 2003.
- 1226
- 1227 DUDGEON, D.; ARTHINGTON, A. H.; GESSNER, M. O.; KAWABATA, Z.;  
1228 KNOWLER, D. J.; LÉVÊQUE, C.; NAIMAN, R. J.; PRIEUR-RICHARD, A.; SOTO,  
1229 D.; STIASSNY, M. L. J.; SULLIVAN, C. A. Freshwater biodiversity: importance,  
1230 threats, status and conservation challenges. **Biol. Rev.**, United Kingdom, v. 81, p. 163-182,  
1231 2006.
- 1232
- 1233 DUKE ENERGY. **Peixes do rio Paranapanema.**São Paulo, Horizonte Geográfico. p.  
1234 120, 2008.

- 1235 ENGER, E.D.; KORMELINK, J.R.; SMITH, B.F.; SMITH, R.J. **Environmental science**  
1236 **the study of interrelationships**. Dubuque: Brown Publishers, 1989.
- 1237
- 1238 FEITOSA, M. F.; NOGUEIRA, M. G.; VIANNA, N.C. Transporte de Nutrientes e  
1239 Sedimentos no Rio Paranapanema (SP/PR) e Seus Principais Tributários nas Estações  
1240 Seca e Chuvosa. In: NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Eds.) **Ecologia de**  
1241 **reservatórios: Impactos potenciais, Ações de manejo e Sistemas em Cascata**. São  
1242 Carlos: Rima, p. 435-459. 2006.
- 1243
- 1244 FERRAREZE, M.; CASATTI, L.; NOGUEIRA, M.G. Spatial heterogeneity affecting  
1245 fish fauna in cascade reservoirs of the Upper Paraná Basin, Brazil. **Hydrobiologia**, maio.  
1246 2014.
- 1247
- 1248 **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e**  
1249 **recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF. p. 510, 2003.
- 1250
- 1251 FRANTINE-SILVA, W. et al. DNA barcoding of freshwater ichthyoplankton in the  
1252 Neotropics as a tool for ecological monitoring. **Molecular ecology resources**, v. 15, n.  
1253 5, p. 1226-1237, 2015.
- 1254
- 1255 GALUCH, A. V.; SUIBERTO, M. R.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.;  
1256 BAUMGARTNER, G. Desenvolvimento inicial e distribuição temporal de larvas e  
1257 juvenis de *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Osteichthyes, Characidae) na  
1258 planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. **Acta. Scientiarum Biological Sciences**, v.25,  
1259 n.2, p. 335-343, 2003.
- 1260
- 1261 GARCIA, D. A. Z. **Recrutamento de peixes em diferentes biótopos da bacia do rio**  
1262 **Paranapanema, Brasil**. 2014, 48f. (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de  
1263 Londrina - Londrina, 2014.
- 1264
- 1265 GARCIA, D.A.Z.; COSTA, A.D.A; LEME, G.L.A.; ORSI, M.L. Biology of black bass  
1266 *Micropterus salmoides* (Lacepède 1802) fifty years after the introduction in a small  
1267 drainage of the Upper Paraná River basin, Brazil. **Biodiversitas**, v.15, n.2, p. 180-185.  
1268 2014.
- 1269

- 1270 GLEICK, P. H. Basic water requirements for human activities: Meeting basic  
1271 needs. **Water international**, v. 21, n. 2, p. 83-92, 1996.
- 1272
- 1273 GODOY, M.P. **Peixes do Brasil, subordem Characoidei: bacia do rio Mogí Guassú.**  
1274 Vol.4. Editora Franciscana, 1975. 420 p.
- 1275
- 1276 GOMES, L.C.; AGOSTINHO, A.A. The influence of the flooding regime on the  
1277 nutritional state and recruitment of young *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881, in the  
1278 high river Paraná, Brazil. **Fish Manag.**, v.4, p. 263-274. 1997.
- 1279
- 1280 GREGORY, S.V.; SWANSON, F.J.; McKEE, W.A.; CUMMINS, K.W. An ecosystem  
1281 perspective of riparian zones. **BioScience**, v. 41, n. 8, p. 540-551. 1992.
- 1282
- 1283 HENRY, R.; NOGUEIRA, M.G. A represa de Jurumirim (São Paulo): Primeira síntese  
1284 sobre o conhecimento limnológico. In: HENRY, R. (Ed) **Ecologia de reservatórios:**  
1285 **Estrutura, função e aspectos sociais.** Botucatu: FundBio; FAPESP. p. 651-686. 1999.
- 1286
- 1287 HOFFMANN, A. C.; ORSI, M. L.; SHIBATTA, O. A. Diversidade de peixes do  
1288 reservatório da UHE Escola Engenharia Mackenzie (Capivara), rio Paranapanema, bacia  
1289 do alto rio Paraná, Brasil, e a importância dos grandes tributários na sua  
1290 manutenção. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 95, n. 3, p. 319-325, 2005.
- 1291
- 1292 JACKSON, D. A. Stopping rules in principal componentes analysis: a comparison of  
1293 heuristical and statistical approaches. **Ecology**. v.74, p.2204-2214, 1993.
- 1294
- 1295 JACKSON, D.A. Ecological effects of *Micropterus* introductions: the dark side of black  
1296 bass. In: **American Fisheries Society Symposium**. 2002. p. 221-232.
- 1297
- 1298 JÚLIO-JÚNIOR, H. F.; DEI TOS, C.; AGOSTINHO, A. A.; PAVANELLI, C. S.  
1299 Amassive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper Rio  
1300 Parana basin. **Neotropical Ichthyology**. v.7, p. 709–718, 2009.
- 1301

- 1302 KENNEDY, R.H. Reservoir design and operation: limnological implications and  
1303 management opportunities. In: TUNDISI, J.G.; STRAŠKRABA M. (Eds.). **Theoretical**  
1304 **reservoir ecology and its applications**. São Carlos: International Institute of Ecology;  
1305 Brazilian Academy of Sciences & Backhuys Publishers, p.1-28, 1999.
- 1306
- 1307 KUMMU, M.; SARKKULA, J. Impact of the Mekong river flow alteration on the Tonle  
1308 Sap flood pulse. **Ambio**. v.37, p.185–192, 2008.
- 1309
- 1310 LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C.; OYAKAWA, O. T.; SHIBATTA, O. A.;  
1311 PAVANELLI, C. S.; CASATTI, L. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná:  
1312 composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 75-  
1313 78, 2007.
- 1314
- 1315 LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J.C.; SANTOS, M.D.; ASSINE, M.L. Grandes  
1316 sistemas fluviais: geologia, geomorfologia e paleohidrologia. **Quaternário no Brasil**.  
1317 Editora Holos, Ribeirão Preto, p. 276-297, 2005.
- 1318
- 1319 LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. Amsterdam: Elsevier, 1998.
- 1320
- 1321 LIMA, A.F.; MAKRAKIS, M.C.; SILVA, P.S.; AZEVEDO, A.V.; MAKRAKIS, S.;  
1322 ASSUMPCÃO, L.; ANDRADE, F.F.; DIAS, J.H.P. Padrões de distribuição e ocorrência  
1323 espaço-temporal de ovos e larvas de peixes nos rios Pardo e Anhanduí, bacia alto rio  
1324 Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, n.1, p. 7-13. 2013.
- 1325
- 1326 LOPES, C.M.; ALMEIDA, F.S.; ORSI, M.L. BRITTO, S.G.C.; SIROL, R.N.; SODRÉ,  
1327 M.K. Fish passage ladders from Canoas Complex – Paranapanema River: evaluation of  
1328 genetic structure maintenance of *Salminus brasiliensis* (Teleostei: Chacarciformes).  
1329 **Neotropical Ichthyology**, v.5, n.2, p. 131-138, 2007.
- 1330
- 1331 LOWE-McCONNELL, R. H. **Ecological studies in tropical fish communities**.  
1332 Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1987. 382 p.
- 1333
- 1334 LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**.  
1335 (A. E. A.VAZZOLER; A. A. AGOSTINHO; P. T. M. CUNNINGHAM tradutores) São  
1336 Paulo, EDUSP. p.534, 1999.

- 1337 MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2ª ed., Rio de Janeiro: José  
1338 Olímpio; Curitiba: Secretaria da Cultura Esp. Est. Paraná. 1981. 450 p.
- 1339
- 1340 MAGALHÃES, A.L.B.; BRITO, M.F.G.; ANDRADE, R.F. Espécies introduzidas. In:  
1341
- 1342 MAIA, L. C.; CAPPELLI, S.; JÚNIOR, F. P. (Orgs). **Hidrelétricas e atuação do**  
1343 **ministério público na América Latina**. Letra & Vida: Red. Latinoamericana de  
1344 Ministério Público Ambiental, Porto Alegre. p.256, 2013.
- 1345
- 1346 MARCONDES, D.A.S.; MUSTAFÁ, A.L.; TANAKA, R.H. Estudos para manejo  
1347 integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupia. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M.  
1348 (Eds.) **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, p. 299-317. 2009.
- 1349
- 1350 MARGALEF, R. Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. In: **Unifying**  
1351 **concepts in ecology**. Springer Netherlands. p. 151-160, 1975.
- 1352
- 1353 MARZOLF, G. R. Reservoirs as environments for zooplankton. **IN: Reservoir**  
1354 **Limnology: Ecological Perspectives**. John Wiley & Sons, New York. p 195-208, 1990
- 1355
- 1356 MIRANDA, L.E.; DEMBKOWSKI, D.J. Evidence for Serial Discontinuity in the fish  
1357 community of a heavily impounded river. **River Research and Applications**. 2015. DOI:  
1358 10.1002/rra.2936.
- 1359
- 1360 NAKATANI, K., BAUMGARTNER, G., CAVICCHIOLI, M.. Ecologia de ovos e larvas  
1361 de peixes. In: A. E. A de M. Vazzoler, A. A. Agostinho & N. S. Hahn (ed.) **A planície de**  
1362 **inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**,  
1363 EDUEM, Maringá. p. 281-306, 1997.
- 1364
- 1365 NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.;  
1366 SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de**  
1367 **água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: Eduem. p. 378, 2001.
- 1368
- 1369 NASCIMENTO, F. L.; NAKATANI, K. Variação temporal e espacial de ovos e de larvas  
1370 das espécies de interesse para a pesca na sub-bacia do rio Miranda, Pantanal, Estado do

- 1371 Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. v.27, p. 251-258,  
1372 2005.
- 1373
- 1374 NEVES, G. P. **Efeitos do tempo de residência, morfometria e estado trófico sobre as**  
1375 **assembleias de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) dos reservatórios de**  
1376 **Chavantes e Salto Grande (rio Paranapanema, SP/PR)**. 2008. 30f. (Dissertação de  
1377 Mestrado) –
- 1378
- 1379 NEY, J. J. Oligotrophication and its discontents: effects of reduced nutrient loading on  
1380 reservoir fisheries. **Am.Fish. Soc. Symp.** v.16, p. 285–295, 1996.
- 1381
- 1382 NOGUEIRA, M. G.; JORCIN, A.; VIANNA, N. C.; BRITTO, Y. C. Reservatórios em  
1383 cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas: Um estudo de  
1384 caso no rio Paranapanema (SP/PR). In: Nogueira, M. G., R. Henry, & A. Jorcín, (eds).  
1385 **Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**.  
1386 São Carlos: Rima, p. 435-459, 2006.
- 1387
- 1388 NOGUEIRA, M.G., JORCIN, A.; VIANNA, N.C.; BRITTO, Y.C.T.; CIRELLI, A. Uma  
1389 avaliação dos processos de eutrofização nos reservatórios em cascata do rio  
1390 Paranapanema (SP/PR), Brasil. **El Agua en Iberoamérica**, p.91-106. 2002.
- 1391
- 1392 NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; MARICATTO, F.E. Spatial and temporal  
1393 heterogeneity in the Jurumirim reservoir, São Paulo, Brazil. **Lakes and Reservoirs: Res.**  
1394 **And Man.** v. 4, 1999. 107-120 p.
- 1395
- 1396 NOGUEIRA, M.G.; JORCIN, A.; VIANNA, N.C.; BRITTO, Y.C.T. Reservatórios em  
1397 cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (Fitoplâncton,  
1398 zooplâncton e zoobentos): um estudo de caso no Rio Paranapanema (SP/PR). In:  
1399 NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs.). **Ecologia de reservatórios:**  
1400 **impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos: Rima, p.83-  
1401 125. 2005.
- 1402
- 1403 NOGUEIRA, M.G.; NALIATO, D.A.O.; PERBICHE-NEVES, G. Limnology of two  
1404 contrasting hydroelectric reservoirs (storage and run-of-river) in southeast Brazil.  
1405 **INTECH Open Access Publisher**, 2012.

- 1406 NOGUEIRA, M.G.; PERBICHE-NEVES, G.; NALIATO, D.A.O. Limnology of two  
1407 Contrasting Hydroelectric Reservoirs (Storage and Run-of-River) in Southeast Brazil.  
1408
- 1409 ORSI, M. L. Estratégias reprodutivas de peixes da região média-baixa do rio  
1410 Paranapanema, Reservatório de Capivara. São Paulo, **Blucher Acadêmico**. p. 115, 2010.  
1411
- 1412 ORSI, M. L.; BRITTON, J. R. Long-term changes in the assemblage of a neotropical  
1413 hydroelectric reservoir. **Journal of Fish Biology**. v.84, p. 1964-1970, 2014.  
1414
- 1415 ORSI, M.L.; AGOSTINHO, A.A. Introdução de espécies de peixes por escapes acidentais  
1416 de tanques de cultivo em rios da Bacia do Rio Paraná, Brasil. **Revista brasileira de**  
1417 **Zoologia**, v.16, n.2, p. 557-560. 1999.  
1418
- 1419 PAGIORO, T.A.; THOMAZ, S.M. Decomposition of *Eichhornia azurea* from  
1420 limnologically diferente environments of the Upper Parana River floodplain.  
1421 **Hydrobiologia**, v.411, p. 45-51. 1999.  
1422
- 1423 PAIVA, M. M. **Grandes represas do Brasil**. Brasília, Distrito Federal: Editerra, p. 292,  
1424 1982.  
1425
- 1426 PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Fish-Passage Facilities as Ecological Traps in  
1427 Large Neotropical Rivers. **Conservation Biology**, v.22, n.1, p. 180-188, 2008.  
1428
- 1429 PETERS, R. H.. **The ecological implications of body size**. Cambridge University Press,  
1430 v.2, p. 333, 1986.  
1431
- 1432 REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR, C. J. (Orgs.) **Check list of the**  
1433 **freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre. EDIPUCRS – Rio  
1434 Grande do Sul, p. 742, 2003,  
1435
- 1436 REYNALTE-TATAJE, D. A.; AGOSTINHO, A. A.; BIALETZKI, A. Temporal and  
1437 spatial distributions of the larval assemblages of the Ivinheima River sub-basin (Brazil).  
1438 **Envirom. Biol. Fish**, 2012.

- 1439 REYNALTE-TATAJE, D. A.; HERMES-SILVA, S.; SILVA, P. A.; BIALETZKI, A.;  
1440 ZANIBONI-FILHO, E. Locais de crescimento de larvas de peixes na região do alto rio  
1441 Uruguai (Brasil). Reservatório de Itá. **Estudos ambientais, desenvolvimento de**  
1442 **tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna**. Editora UFSC, Florianópolis, p.95-  
1443 113, 2008.
- 1444
- 1445 REYNALTE-TATAJE, D.A.; NAKATANI, K.; FERNANDES, R.; AGOSTOINHO,  
1446 A.A.; BIALETZKI, A. Temporal distribution of ichthyoplankton in the Ivinheima River  
1447 (Mato Grosso do Sul State / Brazil): Influence of environmental variables. **Neotrop.**  
1448 **Ichthyol.**, v.9, n.2, p. 427-436. 2011.
- 1449
- 1450 SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G. Peixes da bacia Amazônica. **Estudos ecológicos**  
1451 **de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP. cap. 15, p. 345-373, 1999.
- 1452
- 1453 SANTOS, N. C.L. **Sistemas de reservatórios em série: Influência sobre a**  
1454 **biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas**. 2016, 88f. (Tese de doutorado).  
1455 Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2016.
- 1456
- 1457 SATO, Y; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; VIEIRA, L. J.; GODINHO, H. P.  
1458 Induced reproductive responses of the neotropical anostomid fish **Leporinus elongatus**  
1459 Val. under captive breeding. **Aquaculture Research**. v.31, n. 2, p. 189-193, 2000.
- 1460
- 1461 SAVINI, D.; OCCHIPINTI-AMBROGI, A.; MARCHINI, A.; TROCARICO, E.;  
1462 GHERARDI, F.; OLENIN, S.; GOLLASCH, S. The top 27 animal alien species  
1463 introduced into Europe for aquaculture and related activities. **Journal of Applied**  
1464 **Ichthyology**, v.26, n.2, p. 1-7. 2010.
- 1465
- 1466 SHIBATTA, A.O.; ORSI, M.L.; BENNEMANN, S.T.; SILVA-SOUZA, A.T.  
1467 Diversidade e distribuição de peixes na bacia do Tibagi. In: MEDRI, M.E.; BIANCHINI,  
1468 E.; SHIBATTA, O.A.; PIMENTA, J.A. (Eds). **A Bacia Do Rio Tibagi**. Londrina, 2002.  
1469 p. 403-473.
- 1470
- 1471 SILVA, P.A.; REYNALTE-TATAJE, D.A.; ZANIBONI-FILHO, E. Identification of  
1472 fish nursery areas in a free tributary of an impoundment region, upper Uruguay River,  
1473 Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v.10, n.2, p. 425-438, 2012.

- 1474 SKÒRA-NETO, F. **Obras de Infraestrutura Hidrológica e Invasões de Peixes de água**  
1475 **doce na região Neotropical: Implicações para a homogeneização biótica e hipótese**  
1476 **de naturalização de Darwin.** 2013. 113 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade  
1477 Federal do Paraná, Curitiba. 2013.
- 1478
- 1479 TAKAMURA, K. Performance as a fish predator of largemouth bass [*Micropterus*  
1480 *salmoides* (Lacepède)] invading Japanese freshwaters: a review. **Ecol Res**, v. 22: p. 940-  
1481 946. 2007.
- 1482
- 1483 TEODORO, V.L.I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. O conceito de bacia  
1484 hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da  
1485 dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, p. 137-155. 2007.
- 1486
- 1487 TÓFOLI, R.M. **Mudanças climáticas e hidrelétricas: efeitos sinérgicos sobre peixes**  
1488 **migradores do Brasil.** 2015, 52f (Tese de doutorado). Universidade Estadual de  
1489 Maringá, Maringá. 2015.
- 1490
- 1491 TUNDISI, J. G. Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios–Estudos  
1492 de caso e perspectivas. **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo**  
1493 **e sistemas em cascata.** São Carlos: Rima, v. 1, p. 1-21, 2005.
- 1494
- 1495 TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e  
1496 perspectivas para usos múltiplos. **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e**  
1497 **aspectos sociais.** Botucatu: Fapesp/Fundibio, p. 19-38, 1999.
- 1498
- 1499 TUNDISI, J.G. Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios –  
1500 estudos de caso e perspectivas. In: NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Eds.)  
1501 **Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, Ações de manejo e Sistemas em**  
1502 **Cascata.** São Carlos: Rima, p. 1-21. 2006.
- 1503
- 1504 VAZZOLER, A. E. A. M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.  
1505 **Universidade Estadual de Maringa,** 1996.
- 1506

- 1507 VAZZOLER, A.E.A.M.; MENEZES, N.A. Síntese de conhecimentos sobre o  
1508 comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei,  
1509 Ostariophysii). **Rev. Bras. Biol.**, v. 52, n.4, p. 627-640. 1992.
- 1510
- 1511 VIANNA, N. C.; NOGUEIRA, M. G. Ichthyoplankton and limnological factors in the  
1512 Cinzas River—an alternative spawning site for fishes in the middle Paranapanema River  
1513 basin, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 20, p. 139-151, 2008.
- 1514
- 1515 VIOTTI, C. B. Barragens e energia hidrelétrica na América Latina. **In: WORKSHOP**  
1516 **BARRAGENS, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE = WORKSHOP ON**  
1517 **DAMS, DEVELOPMENT AND THE ENVIRONMENT**. São Paulo. Banco  
1518 Interamericano de Desenvolvimento. p. 101-111. 2000.
- 1519
- 1520 VITULE, J. R. S.; SKORA, F.; ABILHOA, V. Homogenization of freshwater fish faunas  
1521 after the elimination of a natural barrier by a dam in Neotropics. **Diversity and**  
1522 **Distributions**. v.18, p. 111–120, 2012.
- 1523
- 1524 VITULE, J.R.S. Introdução de peixes em ecossistemas continentais brasileiros: revisão,  
1525 comentários e sugestões de ações contra o inimigo quase invisível. **Neotropical Biology**  
1526 **and Conservation**, v.4, n. 2, p. 111-122. 2009.
- 1527
- 1528 WACHHOLZ, F.; FILHO, W.; FILHO, P. Compartimentação aquática espectral dos  
1529 reservatórios em cascata no alto Jacuí–RS. In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de**  
1530 **Sensoriamento Remoto INPE**. Natal, Brasil, 25-30 abril, p. 4929-4935, 2009
- 1531
- 1532 ZANIBONI-FILHO, E.; SCHULZ, U.H. Migratory fishes of the Uruguay  
1533 River. Migratory fishes of the South America: biology, social importance and  
1534 conservation status. **World Fisheries Trust**, Victoria, p. 135-168, 2003.