



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DIEGO AZEVEDO ZOCCAL GARCIA

**RECRUTAMENTO DE PEIXES EM DIFERENTES BIÓTOPOS
DA BACIA DO BAIXO RIO PARANAPANEMA, BRASIL**

Londrina
2014



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



m e s t r a d o
ciências biológicas
zoologia e botânica

DIEGO AZEVEDO ZOCCAL GARCIA

**RECRUTAMENTO DE PEIXES EM DIFERENTES BIÓTOPOS
DA BACIA DO BAIXO RIO PARANAPANEMA, BRASIL**

Londrina
2014

DIEGO AZEVEDO ZOCCAL GARCIA

**RECRUTAMENTO DE PEIXES EM DIFERENTES BIÓTOPOS
DA BACIA DO BAIXO RIO PARANAPANEMA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Mário Luís Orsi

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Andréa Bialetzki (UEM)

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G216r Garcia, Diego Azevedo Zoccal.

Recrutamento de peixes em diferentes biótopos da bacia do baixo rio Paranapanema,
Brasil / Diego Azevedo Zoccal Garcia. – Londrina, 2014.
47 f. : il.

Orientador: Mário Luís Orsi.

Coorientadora: Andréa Bialetzki.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências
Biológicas, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Ictiologia – Paranapanema, rio, Bacia (SP e PR) – Teses. 2. Peixe – Identificação –
Teses. 3. Ecossistemas aquáticos – Conservação – Teses. 4. Zoologia – Teses. I. Orsi,
Mário Luís. II. Bialetzki, Andréa. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de
Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU 597(81)

DIEGO AZEVEDO ZOCCAL GARCIA

**RECRUTAMENTO DE PEIXES EM DIFERENTES BIÓTOPOS DA
BACIA DO BAIXO RIO PARANAPANEMA, BRASIL**

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Oscar Akio Shibatta
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Londrina, 07 de março de 2014.

AGRADECIMENTOS

À minha família: Maria Cristina, Paulino, Vinicius, Paulinho e meus amigos, por tudo.

Ao meu orientador Mário Luís Orsi, por uma amizade de apenas sete anos (e dos muitos outros que virão) e por nos motivar como exemplo de pessoa e de biólogo a ser seguido.

À minha co-orientadora Andréa Bialetzki do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (NUPÉLIA) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), pela identificação das espécies de larvas, pelo ensino de ecologia de ovos e larvas e pelas sugestões neste trabalho.

A Oscar Akio Shibatta do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL), pela identificação de espécimes juvenis de peixes, pelos seus ensinamentos desde a graduação, e que continuam até hoje durante a minha formação, e por participar da composição desta banca examinadora.

A Angelo Antonio Agostinho (NUPÉLIA-UEM), pelo aceite do convite e por ter a honra de participar desta banca examinadora alguém que muito me ensinou sobre ecologia de ecossistemas por meio de seus trabalhos.

A Fernando Camargo Jerep (MZUEL) e a Fernando Mayer Pelicice (UFT), pelo aceite do convite em comporem a banca.

À Ângela Teresa Silva e Souza e à Fernanda Simões de Almeida, pelas sugestões e críticas em versão anterior deste estudo.

A José Luís Oliván Birindelli (MZUEL), pelo auxílio na identificação dos espécimes juvenis.

A Alexandro Costa, que muito me ajudou nas trocas de ideias que surgiam durante nossas idas a campo e tardes no laboratório.

A Artur Rondina, pela grande ajuda nas dicas e análises estatísticas.

Às equipes do Laboratório de Ecologia de Peixes e Invasões Biológicas – LEPIB e do MZUEL (em ordem alfabética): Alexander García, Alexandro Costa, Ana Balconi, Aparecido de Souza, Edson Santana, Gean Leme, Karin Rocha, Marcelo Yabu, Mário Orsi, Vitor Abrahão e Wilson Frantine. Gostaria de agradecer individualmente cada um pelos seus muitos motivos, mas aqui o espaço é curto!

À Universidade Estadual de Londrina e ao programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, pelo espaço fornecido e pelo apoio logístico.

À Duke Energy International Geração Paranapanema, pelo financiamento do projeto ‘Avaliação genética molecular e biológica das principais áreas de recrutamento nas porções média e baixa do rio Paranapanema como mecanismo de otimização dos programas de conservação e recuperação do estoque pesqueiro’.

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

Às pessoas, órgãos financiadores e instituições foram essenciais para a realização deste trabalho.

GARCIA, Diego Azevedo Zoccal. **Recrutamento de peixes em diferentes biótopos da bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil.** 2014. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2014.

RESUMO

A construção de reservatórios hidrelétricos promove alterações relevantes nos habitats, afetando o ingresso de novos indivíduos nas populações e constituindo risco à manutenção da diversidade da ictiofauna nativa. Os biótopos remanescentes em bacias fragmentadas podem, no entanto, ser importantes para o recrutamento de peixes. Com o objetivo de avaliar essa possibilidade no trecho baixo do rio Paranapanema foram determinadas a composição e a distribuição espacial das formas iniciais de desenvolvimento de peixes, bem como variações nictemerais e a influência das variáveis ambientais em suas densidades. Os resultados permitem concluir que houve predomínio de espécies residentes, com fecundação externa e cuidado parental. Para as larvas, os táxons dominantes foram *Plagioscion squamosissimus*, Parodontidae, *Serrasalmus* spp., *Tatia neivai* e Anostomidae, enquanto que para juvenis foram *Geophagus brasiliensis*, *Bryconamericus stramineus*, *Astyanax bockmanni*, *Piabina argentea* e *Apareiodon affinis*. Lagoas e tributários desempenham diferentes ações no recrutamento de peixes, sendo efetivos locais de desova, de criadouros naturais e de crescimento. Assim, tais ambientes devem ser preservados por desempenharem importante função na manutenção das populações de peixes neotropicais.

Palavras-chave: Conservação da ictiofauna. Criadouros naturais. Ictioplâncton. Locais de desova. Rios regulados.

GARCIA, Diego Azevedo Zoccal. **Fish recruitment in different biotopes of low Paranapanema River basin, Brazil.** 2014. 47 p. Dissertation (Master's Degree in Biological Sciences) – State University of Londrina, Londrina. 2014.

ABSTRACT

The construction of hydroelectric reservoirs promotes significant changes in habitats, affecting the entrance of new individuals into populations and pose a risk to the maintenance of diversity of native ichthyofauna. However, the remaining biotopes in fragmented basins can be important for fish recruitment. Aiming to evaluate this possibility in the lower stretch of the Paranapanema River, the composition and spatial distribution of early forms of fish development were determined, as well as nictemeral variations and influence of environmental variables on their densities. The results indicate a prevalence of resident species with external fertilization and parental care. The dominant fish taxa for larvae were *Plagioscion squamosissimus*, Parodontidae, *Serrasalmus* spp., *Tatia neivai* and Anostomidae. As regards to juveniles, *Geophagus brasiliensis*, *Bryconamericus stramineus*, *Astyanax bockmanni*, *Piabina argentea* and *Apareiodon affinis* dominated. Lagoons and tributaries perform different functions in the recruitment of fish and constitute effective environments for spawning, natural breeding and growth. Therefore, such environments must be preserved, as they play an important role in maintaining populations of Neotropical fishes.

Keywords: Conservation of ichthyofauna. Natural breeding sites. Ichthyoplankton. Spawning sites. Regulated rivers.

SUMÁRIO

1	Introdução	8
2	Material e métodos	10
	<i>Área de estudo</i>	10
	<i>Amostragem</i>	13
	<i>Análise dos dados</i>	14
3	Resultados	16
	<i>Composição taxonômica de larvas e juvenis e guildas reprodutivas</i>	16
	<i>Distribuição espacial de ovos, larvas e juvenis e variação nictemeral de ovos e larvas em diferentes biótopos</i>	20
	<i>Estrutura das assembleias</i>	25
	<i>Influência de variáveis ambientais na densidade de ovos e larvas</i>	25
4	Discussão	28
5	Conclusões	35
6	Referências	36
7	Apêndices	41
	Apêndice A.....	42
	Apêndice B.....	43
	Apêndice C.....	44
	Apêndice D.....	45
	Apêndice E.....	47

1 Introdução

As constantes transformações promovidas pelo homem são responsáveis pela degradação de habitats, sendo esta a principal causa da perda de diversidade biológica (NILSSON et al., 2005). Somam-se a essa as introduções de espécies, a eliminação da vegetação ripária e o uso inadequado do solo, que têm degradado a qualidade da água da bacia do alto rio Paraná (AGOSTINHO et al., 2008). A construção de barragens é a atividade humana que mais modifica a fisiografia de uma bacia hidrográfica, sendo que, na do alto rio Paraná, existem mais de 145 reservatórios e seu potencial hidrelétrico encontra-se quase esgotado (AGOSTINHO et al., 2007a). Os represamentos promovem mudanças nas condições físicas e químicas da água, e na quantidade e qualidade dos tipos de habitats, com reflexos direto sobre a composição da ictiofauna. É esperado que espécies de peixes generalistas e de pequeno porte aumentem suas populações, enquanto que as migradoras e de grande porte diminuam ou desapareçam da área represada (AGOSTINHO et al., 2007b). O controle do fluxo hidrológico pelas barragens interfere na enchente, fator que regula o início da reprodução dos peixes e amplia o ambiente, propiciando recursos às fases iniciais de desenvolvimento (VAZZOLER, 1996). Os eventos reprodutivos são responsáveis por garantir a manutenção e a abundância das espécies de peixes no ambiente (NIKOLSKY, 1963), além de proporcionar a representação genética de cada indivíduo em gerações futuras. Assim, a reprodução é um importante evento da biologia de uma determinada espécie, sendo que o recrutamento e, conseqüentemente, a manutenção das populações dependem de seu sucesso (SUZUKI et al., 2005).

Dado o caráter conservativo das estratégias reprodutivas em peixes é esperado que rios ocupados por cascata de reservatórios tenham, em suas áreas livres remanescentes, locais importantes para a desova e desenvolvimento inicial. A identificação dos ambientes onde ocorre atividade reprodutiva tanto à montante quanto à jusante de barragens é importante para a implementação de medidas de conservação da ictiofauna (BAUMGARTNER et al., 2004, ORSI, 2010). Nestas áreas, o registro de ovos, larvas e juvenis as caracterizam com áreas de desova e desenvolvimento inicial (NAKATANI et al., 2001). Desta forma, vários estudos utilizam a distribuição dessas formas iniciais de desenvolvimento visando à obtenção desta informação foram realizados na bacia do alto rio Paraná (BAUMGARTNER et al., 2004, BIALETZKI et al., 2005, GOGOLA et al., 2013), do rio Uruguai (REYNALTE-TATAJE, et al. 2008, DA SILVA et al., 2012), do rio Negro (OLIVEIRA; FERREIRA, 2008), do rio Tocantins (MELO et al., 2009) e do rio São Francisco (MELO; SEVERI, 2010).

Neste estudo busca-se identificar essas áreas no trecho inferior do rio Paranapanema, um importante afluente da bacia do rio Paraná, também dotado de um sistema de represamentos em cascata (DUKE ENERGY, 2008). Mais especificamente, objetivou-se determinar: (i) a composição taxonômica das assembleias de larvas e juvenis e suas guildas reprodutivas; (ii) a ocorrência e distribuição espacial de ovos, larvas e juvenis e a variação nictemeral de ovos e larvas em diferentes biótopos; (iii) diferenças espaciais na estrutura das assembleias (diversidade e dominância); (iv) a influência de variáveis ambientais na densidade de ovos e larvas nos locais amostrados da bacia do baixo rio Paranapanema.

2 Material e métodos

Área de estudo

O sistema do alto rio Paraná situado a montante dos Saltos de Sete Quedas (atualmente inundados pelo reservatório de Itaipu), possui os rios Grande, Paranaíba, Tietê e Paranapanema como os principais tributários (CASTRO et al., 2003). A bacia hidrográfica do rio Paranapanema (22°-26°S e 47°-54°O) estende-se pelo Sudoeste do Estado de São Paulo e pelo Norte-Noroeste do Paraná. Suas nascentes se encontram no Planalto Atlântico, na Serra de Paranapiacaba (SP) e percorre uma extensão total de, aproximadamente, 930 km, no sentido Leste-Oeste com desnível de 600 m, sendo esta declividade, juntamente com restritas planícies de inundação, considerada uma característica importante deste rio (AGOSTINHO et al., 1995). Seu aproveitamento hidrelétrico foi iniciado em 1936 com a construção da usina Paranapanema. Atualmente com 11 usinas hidrelétricas em operação, teve seu curso original transformado em uma sucessão de reservatórios em cascata. As usinas formam uma sequência de ambientes impactados, onde ocorreram mudanças drásticas no regime hídrico, que promoveram alterações na composição e diminuição da riqueza de espécies autóctones (AGOSTINHO; GOMES, 1997).

Neste estudo foram amostrados 11 ambientes pertencentes a três diferentes biótopos (lagoas, foz de afluentes e subafluentes) que podem ser considerados importantes para o sucesso reprodutivo dos peixes, sobretudo após o barramento do rio principal (Figuras 1 e 2; Tabela 1).

Figura 1 – Mapa da bacia do baixo rio Paranapanema com a marcação dos locais de amostragem: 1 – Lagoa 1; 2 – Lagoa 2; 3 – rio Pirapozinho; 4 – rio Pirapó; 5 – rio Centenário; 6 – rio Tenente; 7 – rio Capim; 8 – rio Anhumas; 9 – rio Congonhas; 10 – rio Apertados; 11 – rio Taquara. As barras representam as barragens das usinas hidrelétricas de: A – Rosana; B – Taquaruçu; C – Capivara. Escala 1:800.000

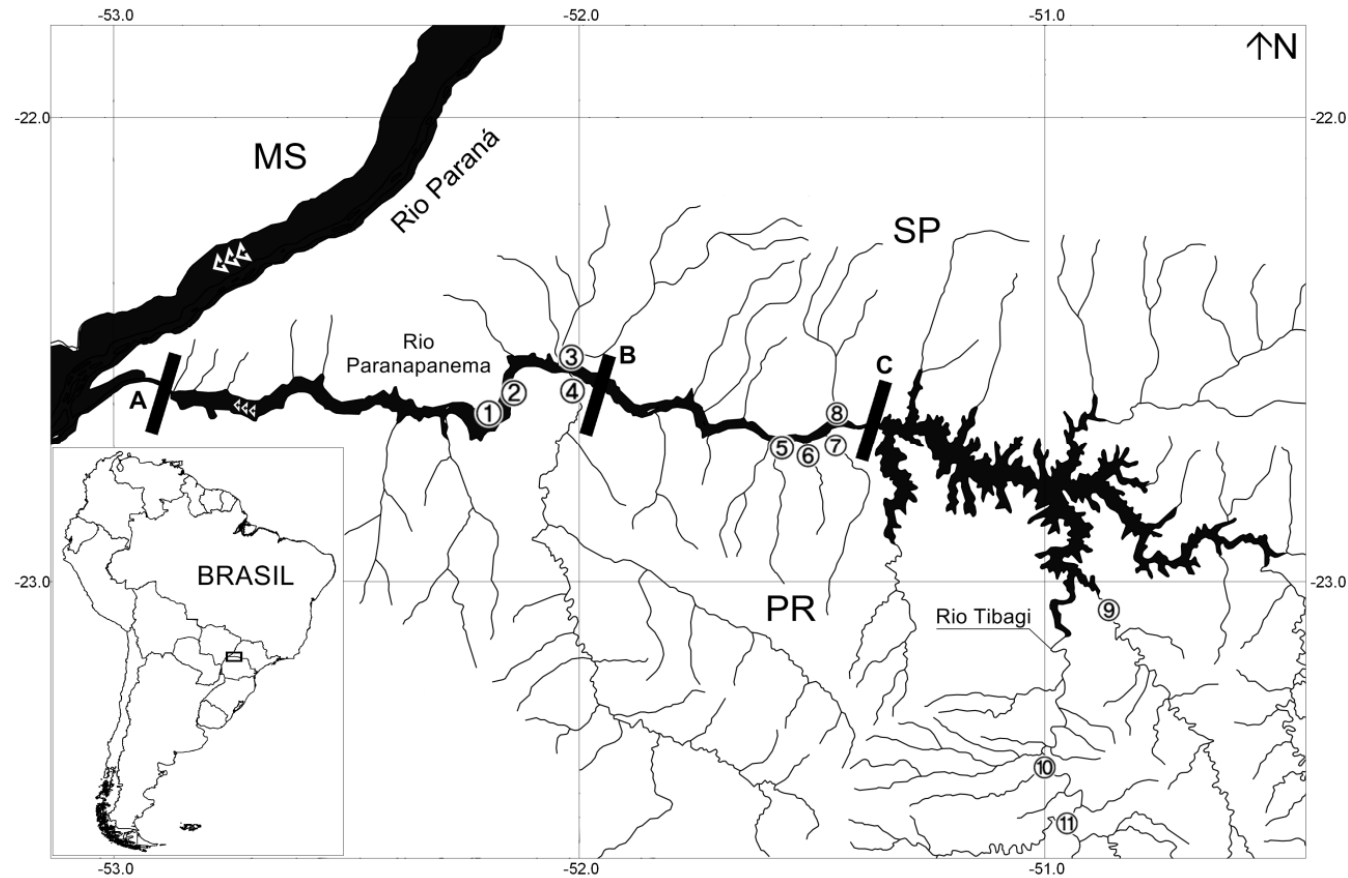


Figura 2 – Vistas dos 11 locais de amostragem da bacia do baixo rio Paranapanema: 1 – Lagoa 1; 2 – Lagoa 2; 3 – rio Pirapozinho; 4 – rio Pirapó; 5 – rio Centenário; 6 – rio Tenente; 7 – rio Capim; 8 – rio Anhumas; 9 – rio Congonhas; 10 – rio Apertados; 11 – rio Taquara.



Tabela 1 – Caracterização dos locais de amostragem da bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013.

Local de amostragem	Biótopo	Diâmetro /Largura (m)	Declividade das margens	Vegetação ripária	Ocupação das margens
1 - Lagoa 1 (L1) 22°38'04,52"S; 52°09'40,86"O	Lagoa	143,7	Baixa	Presente	-
2 - Lagoa 2 (L2) 22°36'42,27"S; 52°09'31,81"O	Lagoa	138,9	Baixa	Ausente	Pastagem
3 - Rio Pirapozinho (PZ) 22°31'27,47"S; 52°09'05,92"O	Afluente	20,7	Baixa	Presente	-
4 - Rio Pirapó (PR) 22°36'57,69"S; 51°59'50,86"O	Afluente	54,6	Média	Ausente	Agricultura
5 - Rio Centenário (CT) 22°41'43,54"S; 51°34'26,64"O	Afluente	5,3	Média	Ausente	Agricultura
6 - Rio Tenente (TN) 22°41'34,15"S; 51°31'05,20"O	Afluente	10,3	Média	Ausente	Agricultura
7 - Rio Capim (CP) 22°40'47,63"S; 51°28'10,00"O	Afluente	16,5	Média	Ausente	Agricultura
8 - Rio Anhumas (AN) 22°38'47,55"S; 51°26'43,54"O	Afluente	24,5	Baixa	Presente	-
9 - Rio Congonhas (CG) 23°04'04,31"S; 50°51'32,56"O	Subafluente	34,6	Média	Ausente	Agricultura
10 - Rio Apertados (AP) 23°23'28,05"S; 50°59'45,08"O	Subafluente	11,2	Média	Presente	-
11 - Rio Taquara (TQ) 23°30'48,49"S; 50°57'15,02"O	Subafluente	24,8	Média	Presente	-

Amostragem

As obtenções de ovos, larvas e juvenis foram realizadas trimestralmente entre setembro de 2012 e abril de 2013, a fim de abranger o período reprodutivo da maioria das espécies de peixes da bacia do alto rio Paraná (VAZZOLER, 1996). Para a coleta de ovos e larvas, em cada local, foram realizadas duas coletas diurnas (8:00 h) e duas noturnas (20:00 h) na região pelágica, com o uso de redes de plâncton cônicas, de malha 0,5 mm e área de boca de 0,1963 m², equipadas com fluxômetro para a obtenção do volume filtrado. No método passivo, as redes foram amarradas a uma corda esticada de uma margem à outra do rio e mantidas submersas na subsuperfície por 10 minutos. Em trechos lênticos, as redes foram arrastadas por uma embarcação em baixa velocidade. Redes de arrasto e peneiras (total de 10

m⁻² em uma hora de esforço) foram utilizadas para a amostragem de juvenis em todos os locais, operadas no período diurno. Este procedimento foi realizado próximo às margens e junto às macrófitas aquáticas, quando presentes. As larvas e juvenis capturados foram anestesiados por choque térmico e todo material coletado foi acondicionado e fixado em formalina 4%, tamponada com carbonato de cálcio. Para os rios Centenário (CT), Tenente (TN) e Capim (CP) foram acrescentados dados apenas de juvenis, que foram obtidos do projeto ‘Estudo de caracterização dos ribeirões Capim, Tenente e Centenário’.

Simultaneamente às coletas, em cada local foram medidos os valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$), temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), nitrato (mg L^{-1}), pH, turbidez (UTN), transparência (cm) e profundidade média (m). Os dados de precipitação (mm) foram obtidos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Análise dos dados

Em laboratório, as amostras de ictioplâncton foram colocadas em placa do tipo Bogorov e triado sob esteromicroscópio; os ovos, larvas e juvenis foram separados de outros organismos e detritos. Larvas e juvenis foram identificados até o menor nível taxonômico possível, (NAKATANI, et al. 2001, GRAÇA; PAVANELLI, 2007), e agrupados por guilda reprodutiva de acordo com Agostinho et al. (2007a). As larvas danificadas e as que não puderam ser identificadas pelo menos até Ordem, devido ao estágio muito inicial de desenvolvimento foram agrupadas na categoria “não identificadas”.

As densidades de ovos e larvas foram calculadas para cada local amostrado e padronizadas em relação ao número de indivíduos coletados por 10 m³ de água filtrada, pela aplicação da fórmula: $Y = (x/V).10$, onde Y = número de indivíduos por 10 m³; x = número total de indivíduos coletados; e V = volume de água filtrada (m³) (NAKATANI et al., 2001). Os dados foram previamente transformados ($\log x+1$) para alcançar os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade da variância (PETERS, 1986). As capturas por unidade de esforço (CPUEs) obtidas pelas redes de arrasto e peneiras foram calculadas para uma área de 10 m⁻², onde a densidade foi obtida pela razão entre o número de juvenis e a área amostrada. As densidades médias por local de amostragem foram obtidas pela divisão da soma das densidades de ovos/larvas pelo número total de coletas.

Para verificar se havia diferença entre as abundâncias médias de ovos, larvas e juvenis nos diferentes biótopos foi aplicada a análise de variância unifatorial, seguida pelo teste de

Tukey. As densidades médias de ovos e larvas foram agrupadas por períodos diurno e noturno para cada biótopo e comparadas pelo teste *t* de Student pareado.

Para avaliação da estrutura das assembleias de cada local foram considerados apenas os indivíduos identificados até gênero e espécie e calculada a riqueza, a abundância e os índices de diversidade de Shannon e de dominância de Berger-Parker (MAGURRAN, 2011). Os valores dos índices de diversidade foram comparados pelo teste *t* de Diversidade para verificar diferenças entre os locais.

Foi utilizada Análise de Componentes Principais (ACP) para reduzir a dimensionalidade das variáveis ambientais. Para linearizar as relações interváveis, as variáveis foram transformadas em $\log x+1$, com exceção do pH (PETERS, 1986). Foram retidos para interpretação os eixos que apresentaram autovalores maiores que os gerados ao acaso, segundo o critério de *Broken-Stick* (JACKSON, 1993). As variáveis ambientais que apresentaram coeficiente de estrutura maiores que 0,40 foram consideradas biologicamente importantes (HAIR et al., 1984). Após, foram realizadas correlações de Pearson para avaliar possíveis associações entre as variáveis ambientais e as densidades de ovos e larvas. Para todos os testes foi adotado o nível de significância de $p < 0,05$.

3 Resultados

Composição taxonômica de larvas e juvenis e guildas reprodutivas

As larvas e juvenis de peixes foram identificados em sete ordens, 18 famílias e 52 espécies, sendo 16 de larvas e 43 de juvenis (Tabela 2, Apêndices A e B). No geral, Characiformes constituiu a ordem com maior número de táxons (26), seguido por Siluriformes (16) e Perciformes (9). Com relação às larvas, os táxons mais abundantes foram *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes), Parodontidae (Characiformes), *Serrasalmus* spp. (Characiformes), *Tatia neivai* (Ihering, 1930) (Siluriformes), e Anostomidae (Characiformes). A ordem Perciformes foi a mais abundante na Lagoa 1, enquanto que Characiformes predominou na Lagoa 2 e nos rios Congonhas, Apertados e Taquara. Os Siluriformes se destacaram nos rios Pirapozinho, Pirapó e Anhumas.

Dentre os juvenis, as espécies mais abundantes foram *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Perciformes), *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Characiformes), *Astyanax bockmanni* Vari & Castro, 2007 (Characiformes), *Piabina argentea* Reinhardt, 1867 (Characiformes) e *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) (Characiformes). Characiformes predominou entre os juvenis nos rios Apertados e Taquara, Perciformes na Lagoa 1 e no rio Tenente e Siluriformes no rio Congonhas.

Tabela 2 – Continuação

TÁXONS	LAGOAS				AFLUENTES								SUBAFLUENTES						
	L1		L2		PZ		PR		CT	TN	CP	AN		CG		AP		TQ	
	L	J	L	J	L	J	L	J	J	J	J	L	J	L	J	L	J	L	J
Erythrinidae																			
<i>Hoplias malabaricus</i>	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	0,40
<i>Hoplias</i> spp.	-	-	10,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,80	-	1,18	-	0,31	-
Siluriformes**	18,36	-	-	-	-	-	17,85	-	-	-	-	-	-	1,60	-	-	-	0,62	-
Callichthyidae																			
<i>Corydoras</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15
Loricariidae																			
<i>Hypostomus ancistroides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,30	-	-	-	-	-	0,95	-	-
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypostomus</i> cf. <i>paulinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypostomus strigaticeps</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypostomus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	1,80	-	0,05	-	0,15
<i>Loricariichthys platymetopon</i> [†]	-	-	3,63	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterygoplichthys ambrosettii</i> [†]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-
Heptapteridae																			
<i>Rhamdia quelen</i>	-	-	-	-	-	-	6,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Imparfinis borodini</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-
Pimelodidae																			
<i>Pimelodus</i> spp.	2,29	-	3,63	-	-	-	0,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> ^{MLD}	0,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doradidae*	3,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Auchenipteridae																			
<i>Auchenipterus osteomystax</i> [†]	-	-	-	-	3,92	-	-	-	-	-	-	9,76	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trachelyopterus galeatus</i> [†]	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tatia neivai</i>	-	-	-	-	11,78	-	-	-	-	-	-	3,25	-	-	-	10,61	-	0,31	0,05

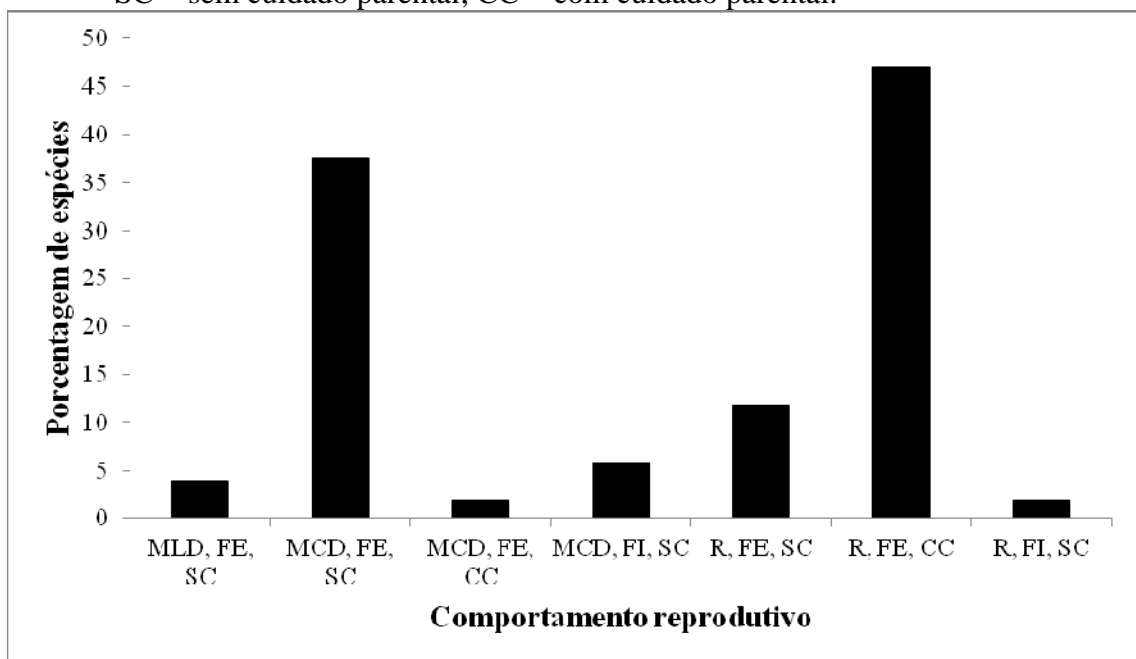
Tabela 2 – Continuação

TÁXONS	LAGOAS				AFLUENTES								SUBAFLUENTES						
	L1		L2		PZ		PR		CT	TN	CP	AN		CG		AP		TQ	
	L	J	L	J	L	J	L	J	J	J	J	L	J	L	J	L	J	L	J
Gymnotiformes																			
Gymnotidae																			
<i>Gymnotus omarorum</i>	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachyhypopomus</i> sp. [†]	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-
Apterontidae																			
<i>Apterontus</i> cf. <i>caudimaculosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyprinodontiformes																			
Poeciliidae																			
<i>Phalloceros harpagos</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-
Synbranchiformes																			
Synbranchidae																			
<i>Synbranchus marmoratus</i>	-	-	-	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-	-
Perciformes																			
Sciaenidae																			
<i>Plagioscion squamosissimus</i> [†]	243,91	1,30	23,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cichlidae *																			
<i>Cichla kelberi</i> [†]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55	-	-	-	-
<i>Cichla</i> sp. [†]	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cichlasoma paranaense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,65
<i>Crenicichla britskii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crenicichla haroldoi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-
<i>Geophagus brasiliensis</i>	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	11,40	-	-	-	-	-	-	-	-	3,15
<i>Oreochromis niloticus</i> [†]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,10	-	-	0,80	0,05	-	-	-	-
Pleuronectiformes																			
Achiridae																			
<i>Catathyridium jenynsii</i> [†]	-	-	1,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Não identificadas	-	-	1,81	-	3,92	-	0,52	-	-	-	-	1,08	-	2,40	-	2,36	-	0,31	-

*Espécimes identificados somente até família; **espécimes identificados somente até ordem; [†]espécie não-nativa. ^{MLD}espécie migradora de longa distância.

De acordo com o comportamento reprodutivo, houve predomínio de espécies residentes, com fecundação externa e cuidado parental (47,06%), seguido de espécies que realizam curtas migrações, com fecundação externa e sem cuidado parental (37,45%) (Figura 3, Apêndice C).

Figura 3– Frequência de espécies por tipo de comportamento reprodutivo de larvas e juvenis capturados na bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013. MLD = espécie migradora de longa distância; MCD = migradora de curta distância; R = residente; FE = fecundação externa; FI = fecundação interna; SC = sem cuidado parental; CC = com cuidado parental.



Distribuição espacial de ovos, larvas e juvenis e variação nictemeral de ovos e larvas em diferentes biótopos

Ao todo foram coletados 547 ovos, 904 larvas e 1238 juvenis. Houveram diferenças significativas entre as densidades médias de ovos, larvas e juvenis encontradas nos biótopos (Tabela 3).

Tabela 3 – ANOVA unifatorial aplicada às densidades de ovos, larvas e juvenis coletados na bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013, considerando os biótopos como fator. $P < 0,05$ indica diferença significativa.

Fator: Biótopos (GL = 2)		
	F	p
Ovos	3,76	0,0310
Larvas	9,39	0,0004
Juvenis	3,34	0,0440

As densidades de ovos foram maiores nos subafluentes do que nas lagoas ($p = 0,032$), enquanto que os biótopos afluentes e subafluentes não diferiram entre si ($p = 0,114$), assim como lagoas e afluentes ($p = 0,836$) (Figuras 4 e 6). Com relação às larvas, lagoas foi maior que afluentes ($p = 0,001$) e subafluentes ($p = 0,002$), sendo que estes últimos biótopos não diferiram um do outro ($p = 0,934$).

As capturas por unidade de esforço de juvenis foram maiores em afluentes (rio Tenente) e subafluentes (rio Taquara). Os biótopos lagoas e subafluentes diferiram entre si ($p = 0,038$), enquanto que lagoas e afluentes não apresentaram diferenças ($p = 0,218$), assim como afluentes e subafluentes ($p = 0,678$) (Figuras 5 e 6).

Figura 4 – Densidades médias de ovos e larvas coletados em diferentes biótopos da bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os biótopos pelo teste de Tukey a 5%: minúsculas comparam densidades médias de ovos e maiúsculas comparam densidades médias de larvas.

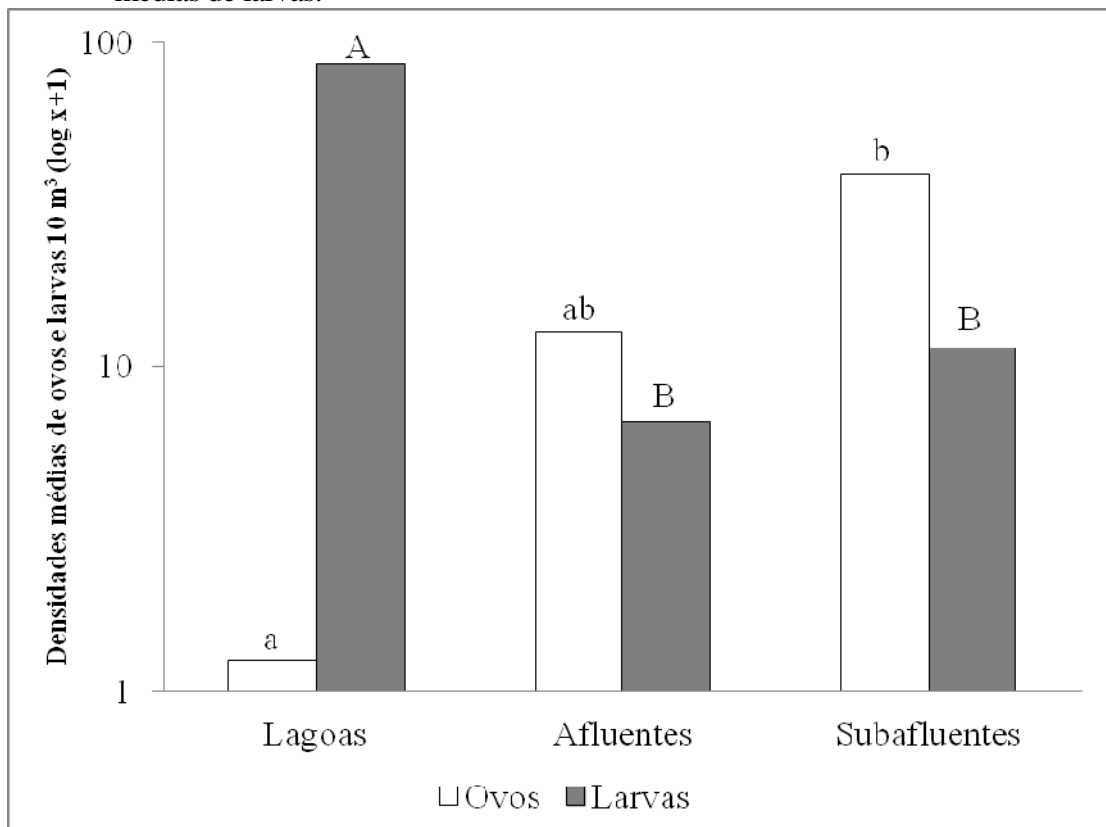


Figura 5 – Capturas por unidade de esforço médias de juvenis coletados em diferentes biótopos da bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os biótopos pelo teste de Tukey a 5%.

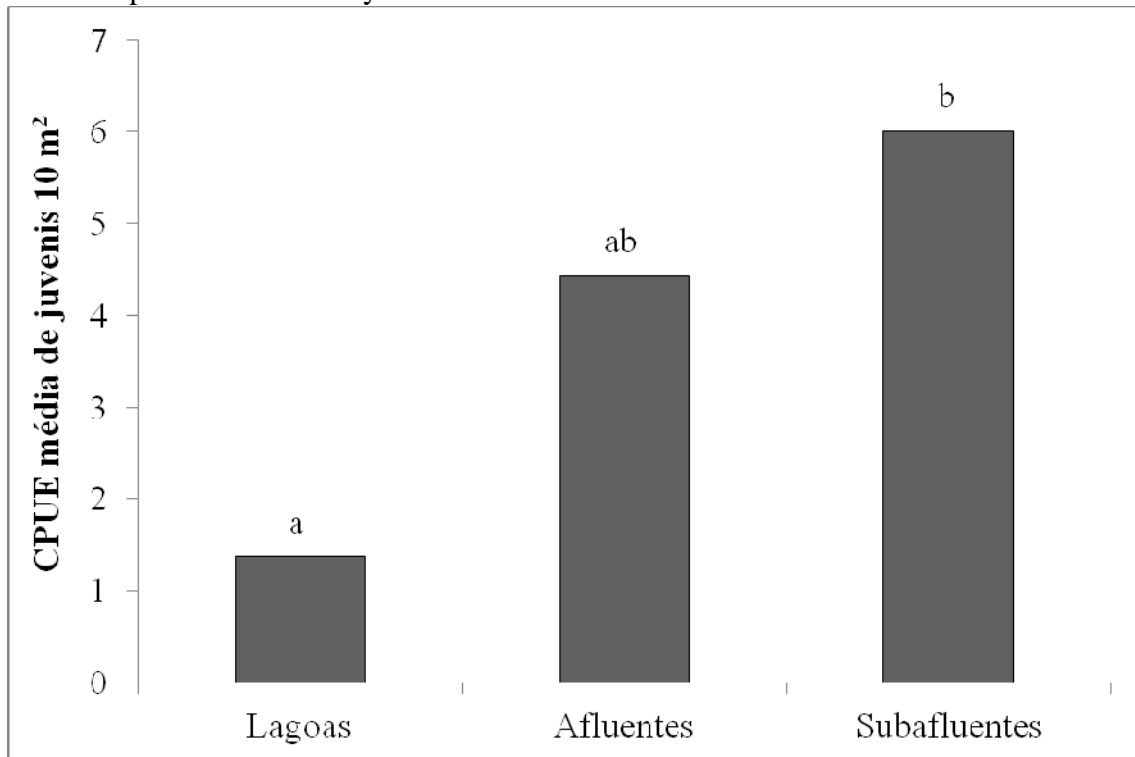
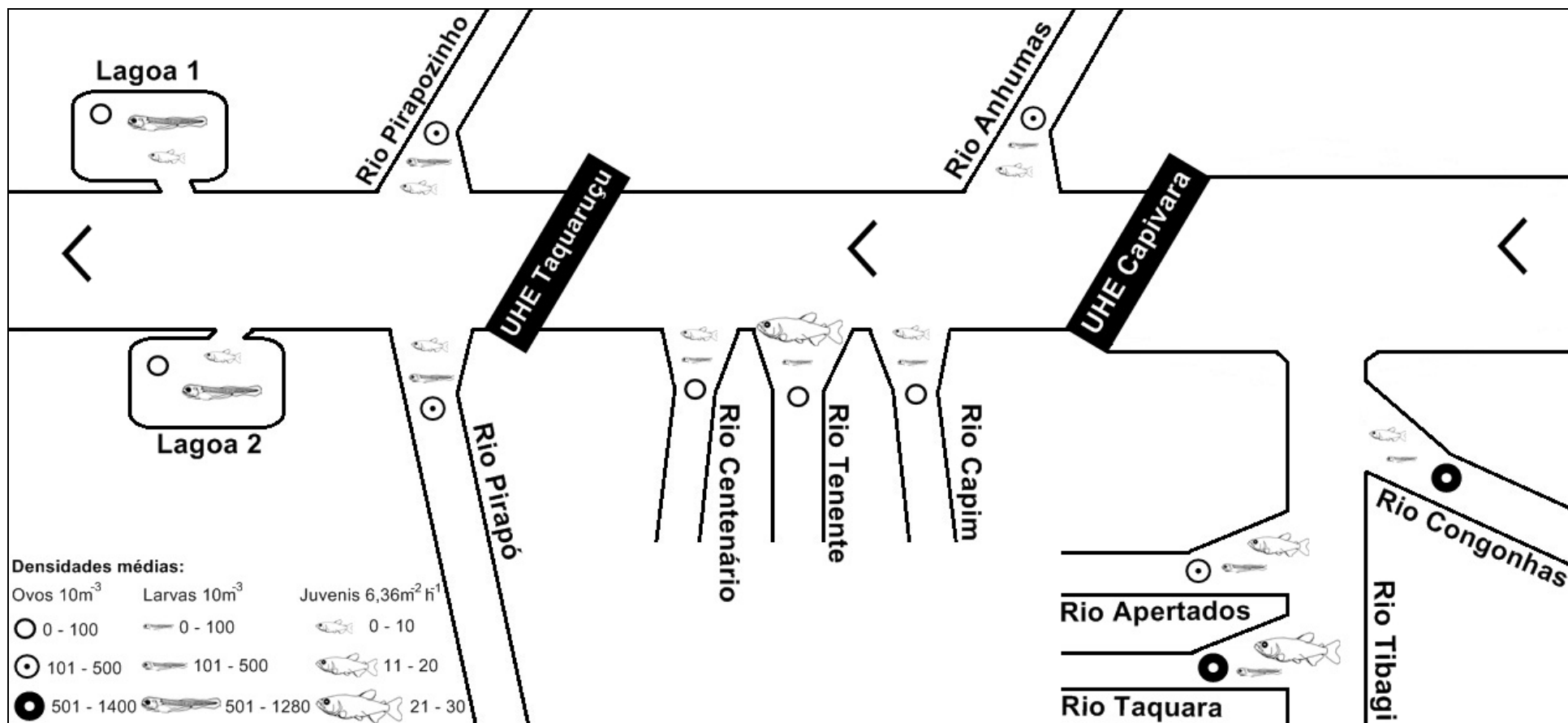
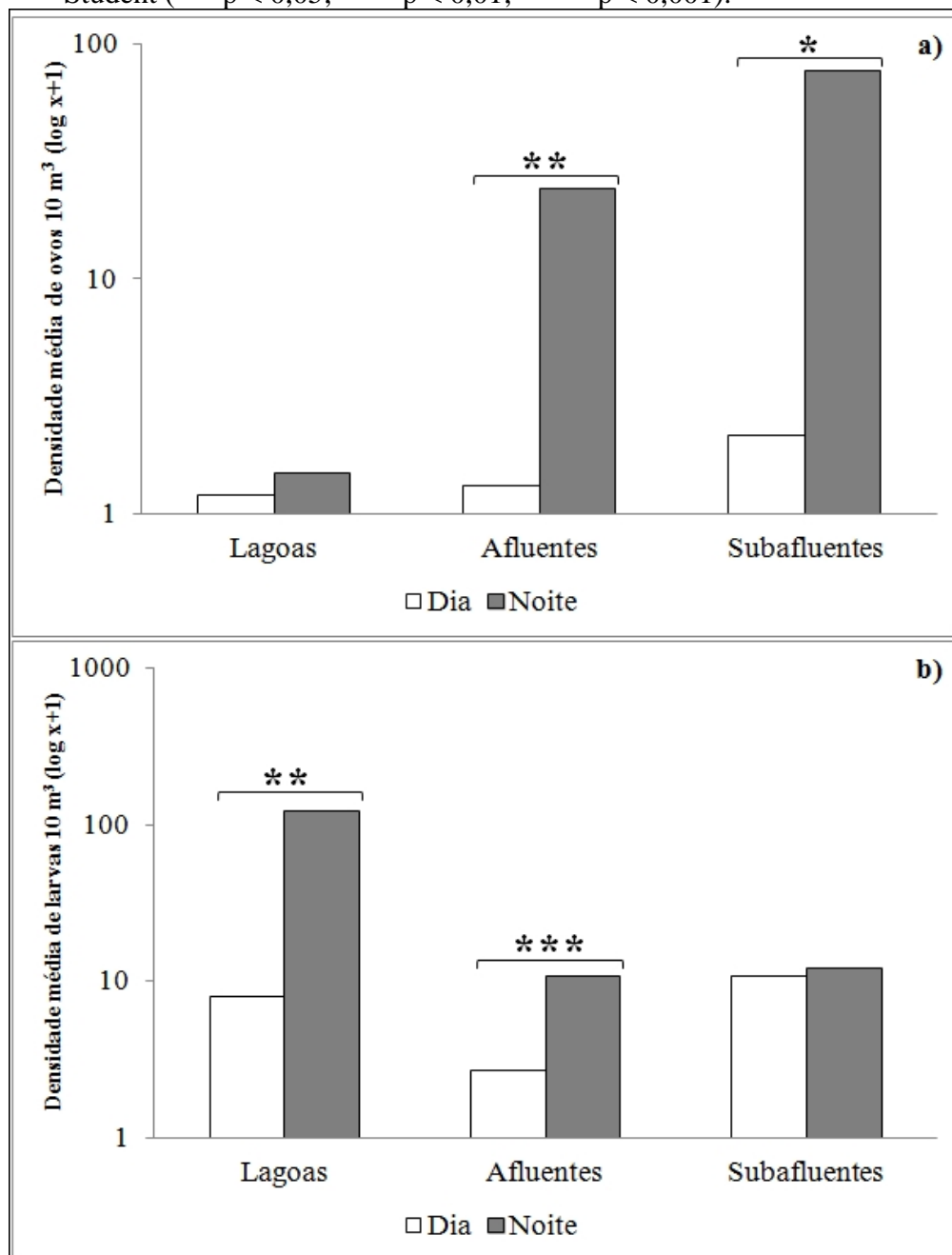


Figura 6– Modelo conceitual da distribuição espacial de ovos, larvas e juvenis coletados na bacia do baixo rio Paranapanema entre setembro de 2012 e abril de 2013. UHE = usina hidrelétrica.



As maiores densidades de ovos foram observadas durante o período noturno nos biótopos afluentes e subafluentes ($t = 3,334$; $p = 0,004$ e $t = 2,815$; $p = 0,012$, respectivamente), sendo que o biótopo lagoas não apresentaram diferenças entre os períodos (Figura 7a). Com relação às larvas, as maiores densidades foram observadas no período noturno nas lagoas e nos afluentes ($t = 3,981$; $p = 0,001$ e $t = 4,111$; $p = 0,0007$, respectivamente), e subafluentes não apresentou diferenças entre os períodos diurno e noturno (Figura 7b).

Figura 7 – Densidades médias de ovos (a) e larvas (b) coletados em diferentes turnos nos biótopos da bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013. Asterisco indica diferença significativa entre dia e noite pelo teste *t* de Student (* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$).



Estrutura das assembleias

Os maiores índices de diversidade de Shannon foram obtidos para a Lagoa 2 e rio Taquara, enquanto que os menores foi para a Lagoa 1 e rio Pirapó (Tabela 3, Apêndice D). A espécie *Plagioscion squamosissimus* na Lagoa 1 foi a mais dominante dentre todos os locais (Tabela 4).

Tabela 4 – Estrutura das assembleias de larvas e juvenis de peixes para os locais de amostragem da bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013.

Local de amostragem	Riqueza (n)	Abundância (n)	Shannon	Berger-Parker	Espécie dominante
Lagoa 1	4	459	0,104	0,982	<i>Plagioscion squamosissimus</i>
Lagoa 2	19	116	2,280	0,301	<i>Serrasalmus</i> spp.
Rio Pirapozinho	4	11	1,169	0,545	<i>Tatia neivai</i>
Rio Pirapó	2	14	0,257	0,928	<i>Rhamdia quelen</i>
Rio Centenário	7	19	1,868	0,210	<i>Bryconamericus stramineus</i> / <i>Crenicichla britskii</i>
Rio Tenente	10	388	1,172	0,587	<i>Geophagus brasiliensis</i>
Rio Capim	8	56	1,779	0,339	<i>Hypostomus strigaticeps</i>
Rio Anhumas	8	31	1,823	0,290	<i>Auchenipterus osteomystax</i>
Rio Congonhas	8	64	1,328	0,562	<i>Hypostomus</i> sp.
Rio Apertados	14	223	1,794	0,394	<i>Piabina argentea</i>
Rio Taquara	15	362	1,942	0,237	<i>Bryconamericus iheringi</i>

Influência de variáveis ambientais na densidade de ovos e larvas

Os maiores valores de condutividade elétrica foram obtidas nos rios Capim e Pirapó (86,35 e 83,30 $\mu\text{S cm}^{-1}$, respectivamente) (Tabela 5). Neste último rio, também foram verificados altos valores de nitrato (4,47 mg L^{-1}) e turbidez (378,00 UTN), enquanto que as lagoas apresentaram alta transparência (76,50 cm na Lagoa 1 e 86,00 cm na Lagoa 2). A maior precipitação ocorreu no rio Anhumas (16,15 mm).

Tabela 5 – Valores médios (\pm desvios-padrão) das variáveis ambientais avaliadas nos locais de amostragem da bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013.

Local de amostragem	Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Oxigênio dissolvido (mg L^{-1})	Nitrato (mg L^{-1})	pH	Turbidez (UTN)	Transparência (cm)	Profundidade (m)	Precipitação (mm)
Lagoa 1	56,30 \pm 22,20	25,20 \pm 3,25	5,27 \pm 0,97	0,43 \pm 0,05	7,64 \pm 0,29	14,00 \pm 0,70	76,50 \pm 6,36	2,63 \pm 0,89	0,0*
Lagoa 2	56,30 \pm 33,09	25,45 \pm 5,02	6,77 \pm 2,48	0,24 \pm 0,05	7,80 \pm 0,56	14,00 \pm 1,41	86,00 \pm 2,83	2,27 \pm 0,32	0,0*
Rio Pirapozinho	40,75 \pm 16,61	24,35 \pm 4,88	7,50 \pm 1,02	0,14 \pm 0,03	7,05 \pm 0,16	30,00 \pm 1,41	43,00 \pm 6,36	4,34 \pm 2,45	1,9*
Rio Pirapó	83,30 \pm 57,00	23,80 \pm 4,38	7,52 \pm 2,33	4,47 \pm 1,16	7,81 \pm 0,28	378,00 \pm 229,8	19,50 \pm 17,67	3,63 \pm 1,60	0,0*
Rio Centenário	37,05 \pm 9,97	25,75 \pm 6,29	8,02 \pm 1,10	1,40 \pm 0,42	7,02 \pm 1,10	12,85 \pm 2,62	56,00 \pm 5,66	0,69 \pm 0,30	7,3
Rio Tenente	58,95 \pm 7,85	21,45 \pm 3,18	7,96 \pm 0,76	3,35 \pm 0,78	7,10 \pm 0,15	13,61 \pm 6,35	49,00 \pm 1,41	1,15 \pm 0,35	7,3
Rio Capim	86,35 \pm 22,13	23,75 \pm 4,88	4,50 \pm 3,69	5,95 \pm 0,49	5,79 \pm 0,43	41,65 \pm 38,68	47,50 \pm 3,53	0,81 \pm 0,12	7,3
Rio Anhumas	57,55 \pm 3,60	26,00 \pm 1,13	6,35 \pm 1,00	0,36 \pm 0,16	8,11 \pm 0,10	13,75 \pm 2,19	56,50 \pm 21,92	2,77 \pm 0,10	16,15
Rio Congonhas	38,95 \pm 4,45	23,95 \pm 4,31	8,28 \pm 0,99	3,24 \pm 0,03	7,37 \pm 0,81	29,57 \pm 28,04	62,00 \pm 53,74	1,33 \pm 0,66	6,1*
Rio Apertados	77,35 \pm 50,27	25,80 \pm 3,68	7,06 \pm 0,54	0,47 \pm 0,40	8,19 \pm 0,08	17,05 \pm 12,37	54,50 \pm 53,03	1,82 \pm 0,49	4,0*
Rio Taquara	74,20 \pm 1,98	23,10 \pm 0,99	6,19 \pm 0,30	0,15 \pm 0,01	8,52 \pm 0,65	93,95 \pm 31,18	56,50 \pm 65,77	1,48 \pm 1,13	9,6*

*valores obtidos apenas na primeira amostragem.

Para a análise de componentes principais (ACP) os eixos 2 e 3 apresentaram autovalores de 2,11 e 1,73 respectivamente, e explicaram juntos 42,73% da variabilidade dos dados. No segundo eixo, as variáveis que mais contribuíram positivamente foram o pH, a transparência e a precipitação e negativamente a profundidade. Já no terceiro eixo, contribuíram positivamente o nitrato e a turbidez (Tabela 6).

Tabela 6 – Escores da Análise de Componentes Principais baseados nas variáveis ambientais medidas nos locais de amostragem da bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013. (Valores maiores que 0,40 estão em negrito; Hair et al. 1984).

Variáveis	CP 2	CP 3
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	0,18	0,07
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	0,02	-0,28
Oxigênio dissolvido (mg L^{-1})	-0,08	0,28
Nitrato (mg L^{-1})	-0,03	0,42
pH	0,40	0,26
Turbidez (UTN)	-0,28	0,50
Transparência (cm)	0,46	-0,38
Profundidade (m)	-0,47	-0,39
Precipitação (mm)	0,52	0,12
Autovalor	2,11	1,73
Porcentagem de explicação	23,48	19,25

A transparência esteve correlacionada negativamente com as densidades de ovos, sendo que não houve correlação entre as variáveis ambientais e as densidades de larvas (Tabela 7).

Tabela 7 – Correlação de Pearson entre as variáveis ambientais e as densidades de ovos e larvas amostrados na bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013. * = $p < 0,05$.

	Ovos	Larvas
Nitrato (mg L^{-1})	0,262	-0,023
pH	0,343	0,456
Turbidez (UTN)	0,199	0,071
Transparência (cm)	-0,520*	0,053
Profundidade (m)	0,043	0,124
Precipitação (mm)	-0,081	-0,130

4 Discussão

A ictiofauna do rio Paranapanema é composta por 155 espécies de peixes identificadas (DUKE ENERGY, 2008), sendo que no reservatório de Rosana foram registradas 70 espécies (PELICICE et al., 2005), em Taquaruçu 73 (BRITTO; CARVALHO, 2006) e em Capivara 79 (ORSI, 2010). Com relação às larvas, o Paranapanema possui a maior diversidade dentre 31 reservatórios estudados no estado do Paraná por Nakatani et al. (2005).

Originária da bacia Amazônica, *P. squamosissimus* apresentou alta densidade na Lagoa 1, sendo esta espécie presente entre as cinco principais espécies em quase todos os reservatórios do rio Paranapanema (SUZUKI et al., 2005). Quando adulta, apresenta hábito piscívoro, mas com elevada plasticidade alimentar (SUZUKI et al., 2005), porém, quando larva, sua dieta é constituída de cladóceros, copépodes, rotíferos e algas, podendo preda larvas da própria e de outras espécies de peixes (MAKRAKIS et al., 2005). Características como primeira maturação gonadal logo no primeiro ano de vida, desova parcial, alta fertilidade (VAZZOLER, 1996), além do prolongado período reprodutivo (REYNALTE-TATAJE et al., 2011) são responsáveis pelo seu sucesso na colonização por essa espécie. Além destes atributos, seus ovos e larvas são pelágicos e apresentam gotículas de óleo que favorece a flutuação (NAKATANI, 1994; BIALETZKI et al., 2004) e asseguram sua ampla dispersão.

Entre os Characiformes houve predomínio de larvas de espécies de pequeno porte que são capazes de concluir seu ciclo de vida em ambientes lênticos e pouco profundos (AGOSTINHO et al., 2003, ORSI, 2010). Os taxa *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1837, *Serrasalmus* spp., *Hoplias* spp., *Loricariichthys platymetopon* Isbrücker & Nijssen, 1979 e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006, estas últimas pertencentes às ordens Siluriformes e Perciformes, respectivamente, todas amostradas nas lagoas, possuem cuidado parental, com ovos aderentes e construção de ninhos, transporte dos ovos ou proteção de juvenis. Assim, estas características asseguram maior sobrevivência da prole e aumentam as chances de recrutamento (VAZZOLER, 1996, NAKATANI et al., 2001). Além disso, lagoas comportam espécies predadoras como *Serrasalmus marginatus*, *Galeocharax knerii* (Steindachner, 1879), *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), *Gymnotus omarorum* Richer-de-Forges, Crampton & Albert, 2009, *Synbranchus marmoratus* Bloch, 1795, *Plagioscion squamosissimus* e *Cichla* sp. Essas espécies são adaptadas a ambientes lênticos e são capazes de recrutarem mesmo em condições desfavoráveis de qualidade de água (AGOSTINHO et al., 2007b).

Além dos biótopos de Lagoa, Characiformes predominou nos rios Congonhas (Anostomidae), Apertados e Taquara (Parodontidae). Dentre os representantes destas famílias estão espécies reofílicas, como dos gêneros *Leporinus* spp. (Anostomidae) e *Apareiodon* spp. (Parodontidae), para as quais os resultados indicam a utilização destes tributários para reprodução.

As capturas de larvas e juvenis de espécies não nativas indicam que as mesmas têm utilizado estes ambientes para reprodução, e podem assim completar seus ciclos de vida, com possível impacto na riqueza de espécies (LATINI; PETRERE JR., 2004). Cerca de 22% das larvas e 24% dos juvenis capturados são de espécies não nativas do rio Paranapanema. Entre essas se destacam *Aphyocharax dentatus* Eigenmann & Kennedy, 1903, *Serrasalmus marginatus*, *Loricariichthys platymetopon*, *Pterygoplichthys ambrosettii* (Holmberg, 1893), *Auchenipterus osteomystax* (Miranda-Ribeiro, 1918), *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766) e *Catathyridium jenynsii* (Günther, 1862) que passaram a ocorrer na bacia do alto rio Paraná após a inundação da barreira geográfica dos Saltos de Sete Quedas pelo enchimento do reservatório de Itaipu (GRAÇA; PAVANELLI, 2007, JÚLIO JR. et al., 2009). A espécie de tucunaré *Cichla kelberi* foi introduzida da bacia Amazônica para pesca esportiva, enquanto que a ocorrência de *Hyphessobrycon eques* (Steindachner, 1882) (originária dos rios Amazonas, Guaporé e Paraguai) pode ser devido à sua soltura deliberada já que seu uso é comum na prática de aquarofilia (MAGALHÃES; JACOBI, 2008). Quanto à curvina *P. squamosissimus*, foi introduzida em 1967 no rio Pardo pelas Centrais Energéticas do Estado de São Paulo (CESP), sendo a espécie mais abundante no presente estudo e a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) foi introduzida para fins de piscicultura.

Já os migradores de longa distância foram esporádicos nas capturas, com destaque para a tabarana *Salminus hilarii* Valenciennes, 1850, no rio Anhumas, e o pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), na Lagoa 1. A tabarana tem sua preferência por habitats em tributários, onde ascende até os locais à montante e se concentram para desovar em áreas onde a água é limpa e rasa (MAGALHÃES, 1931 apud AGOSTINHO et al., 2003). Assim, devido sua exigência e a maior vulnerabilidade dos rios de menor porte à degradação, é considerada mais suscetível a extinções locais por poluição e represamentos que o dourado, *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) (AGOSTINHO et al., 2003). *Salminus hilarii* encontra-se em quase ameaça de extinção (ABILHOA; DUBOC, 2004), e apenas a detecção de juvenis desta espécie não caracteriza a presença de população viável (AGOSTINHO et al., 2007b). Suas populações estão reduzidas, e esta espécie, assim como *P. corruscans* e outros migradores da bacia do alto rio Paraná, pode entrar em ameaça de

extinção caso não sejam tomadas medidas que recuperem suas populações (GRAÇA; PAVANELLI, 2007). Espécies migradoras de longa distância, por utilizarem diferentes habitats em seus ciclos de vida, são consideradas guarda-chuvas em estratégias de conservação e, desse modo, a proteção de seus habitats, além de assegurar a manutenção de suas populações, protege também grande parte da diversidade ictiofaunística (AGOSTINHO et al., 2007a).

Apesar de poucas espécies possuírem o hábito de migrar por longas distâncias, elas estão amplamente distribuídas em grande parte da América do Sul (LOWE-McCONNELL, 1999), e a maioria delas está sob algum nível de ameaça na bacia do alto Paraná (ABILHOA; DUBOC, 2004). Tal fato geralmente é decorrente da interrupção das rotas migratórias; impedimento da deriva de ovos e larvas; e alteração do regime do fluxo hidrológico, sendo que abaixo da barragem as inundações são reduzidas e, acima, a planície é inundada permanentemente (AGOSTINHO et al., 2003), interferindo, assim, nos estímulos que levam à desova. Além disso, as barragens promovem a separação dos habitats de desova, criadouros naturais e locais de crescimento, sendo eles necessários para que migradores de longa distância recrutem.

Porém, no rio Anhumas, a pesca predatória é uma ação oposta àquela necessária para a conservação. Desta forma, não basta apenas a recomposição da vegetação ripária, como ocorreu nas margens deste rio, para a recuperação do ecossistema. A conscientização da população humana e a fiscalização pelos órgãos ambientais responsáveis são essenciais para proteção dessas espécies. Entretanto, esta ação é limitada devido à falta de informação sobre as populações de peixes características de cada local, recursos financeiros, mão de obra, e legislações diferentes entre estados, que criam dificuldades no controle da pesca (AGOSTINHO et al., 2008). Além disso, é comum que em alguns anos as cheias atrasem e a estação de pesca reabra quando os peixes ainda estão começando a migração ou a desovar (AGOSTINHO et al., 2003). O monitoramento da reprodução dos peixes e sincronização da reabertura da pesca com o final do período reprodutivo é importante para que o recrutamento seja efetivo e manutenção das populações naturais alcançada.

A maioria das espécies de larvas e juvenis identificadas é residente, com fecundação externa e cuidado parental. O predomínio deste comportamento nesta região pode ser devido ao maior número de espécies residentes exacerbado pelo declínio populacional de espécies migradoras de longa distância promovido por barragens (AGOSTINHO et al., 2008).

A baixa densidade de larvas e juvenis de espécies que realizam grandes migrações pode ser indício de baixo número de reprodutores devido à interrupção de suas rotas pelas

barragens, já que tais espécies devem demandar trechos livres maiores de rio para completar seu ciclo reprodutivo (REYNALTE-TATAJE et al., 2008). Além disso, estas espécies foram historicamente alvo de pesca comercial e recreativa, e que, atualmente, desapareceram no desembarque pesqueiro (AGOSTINHO et al., 2007b). O trecho mínimo de rio necessário para que o ciclo de vida dos peixes se realize é desconhecido, sendo, no entanto variável conforme a espécie, condições ambientais do trecho e mesmo dentro de uma determinada população (AGOSTINHO et al., 2007b).

Na calha do rio Paranapanema eram registrados cardumes de dourados (*S. brasiliensis*) e pintados (*P. corruscans*) durante o período reprodutivo, num trecho lótico de 80 km entre os reservatórios de Capivara e Salto Grande (AGOSTINHO et al., 2007b, ALMEIDA et al., 2013). Contudo, atualmente este trecho encontra-se represado pelos reservatórios das usinas de Canoas I e II, sendo que suas barragens interromperam as rotas migratórias destas e várias outras espécies.

No rio Tibagi, com a usina hidrelétrica Mauá e outras já em projeto, é esperado que seus afluentes, como os rios Congonhas, Apertados e Taquara, assumam maior relevância na manutenção das populações de peixes, visto que podem ser rotas alternativas para espécies migradoras e reofílicas, portanto com importante papel para a conservação da ictiofauna. Estes rios situam-se numa região reconhecida como mantenedora de espécies de grande porte e migradoras (HOFFMANN et al., 2005, ORSI, 2010). Além da interrupção de rotas migratórias, a oscilação do nível da água promovida pelas barragens é um importante fator que influencia as populações de peixes na calha de rios regulados. Portanto, este fenômeno poderá afetar diretamente as populações que dependem de pulsos sazonais regulares para a reprodução, levando à reduções no tamanho e eventualmente ocasionar a extinção local de espécies.

A maior ocorrência de ovos na foz dos subafluentes Taquara e Congonhas indica que estas áreas vêm se constituindo em efetivos locais de desova. Evidências desse tipo levaram à constatação similar em estudos nas bacias dos rios Miranda (NASCIMENTO; NAKATANI, 2005) e alto Paraná (BAUMGARTNER et al., 2004), onde se demonstrou que muitas espécies desovam em trechos superiores dos rios, sendo que seus ovos e larvas são conduzidos por correntezas até alcançarem locais inferiores para seu desenvolvimento (DE LIMA et al., 2013).

A ocorrência de ovos nos rios Pirapozinho, Pirapó, Anhumas e Apertados, embora em menores densidades, indica que estes tributários também são locais de desova. Uma vez que as barragens das usinas hidrelétricas de Taquaruçu e Capivara não possuem mecanismos de

transposição de grandes peixes migradores, os indivíduos que habitam os reservatórios de Rosana e de Taquaruçu, ao encontrarem tais obstáculos, podem alterar suas rotas e se moverem para tributários próximos, como observado no rio Paraná e afluentes (ANTONIO et al., 2007).

A desova geralmente ocorre no período noturno, como demonstrado pelas maiores densidades de ovos capturados à noite nos biótopos afluentes e subafluentes, demonstrando o ritmo nictemeral nas suas abundâncias (BAUMGARTNER et al., 1997, BAUMGARTNER et al., 2004). Este evento reprodutivo em peixes tropicais é induzido tanto pela redução da intensidade luminosa (DE GRAAF et al., 1999), quanto pelo aumento da temperatura da água ao entardecer (GODOY, 1975).

As áreas de criadouros naturais de larvas e de crescimento de juvenis são ambientes que apresentam condições físicas, químicas e biológicas adequadas para o desenvolvimento de indivíduos nessas fases, bem como dos organismos que lhes servem de alimento (ZIOBER et al., 2007, REYNALTE-TATAJE et al., 2008). A maior densidade de larvas nas lagoas, principalmente de espécies residentes, pode estar relacionada com a conexão dessas com o rio principal e às estratégias de vida das espécies que ali habitam. Para lagoas marginais desta mesma região, Ferrareze e Nogueira (2011a) encontraram maior abundância de peixes adultos de espécies de pequeno porte em lagoas com menor conectividade com o canal principal do rio, o que demonstra que as lagoas oferecem melhores condições para a sobrevivência deste grupo de peixes. Larvas, juvenis e adultos de pequeno porte que utilizam as lagoas como biótopos preferenciais (AGOSTINHO et al., 2000, AGOSTINHO et al. 2007a, FERRAREZE; NOGUEIRA, 2011a), e podem utilizar itens alimentares de origem autóctone em microhabitats presentes nos bancos de macrófitas ali presentes (CASATTI et al., 2003).

Em lagoas marginais, o baixo fluxo de água aumenta o tempo de residência, que possibilita a decantação do material em suspensão e a elevação da transparência da água que favorecem o desenvolvimento de organismos planctônicos e bentônicos (REYNALTE-TATAJE et al., 2008). Além disso, no período chuvoso, devido à maior disponibilidade de nutrientes, há aumento na produção de fitoplâncton e, conseqüentemente, na abundância do zooplâncton (FERRAREZE; NOGUEIRA, 2011b). Outras condições ideais para a sobrevivência das larvas são o baixo fluxo de água, temperatura, oxigênio e a presença de macrófitas aquáticas, que além de desempenharem uma importante função na dieta, fornecem abrigo contra predação (AGOSTINHO et al., 2007b), principalmente no período diurno.

O hábito noturno das larvas geralmente é associado às estratégias alimentares e à busca de refúgio contra predadores, que sugere a migração lateral para os bancos de

macrófitas aquáticas e vegetação marginal alagada (NUNN et al., 2012). Além disso, os deslocamentos verticais noturnos para alimentação são comuns em larvas de peixes de água doce (NIKOLSKY, 1963), sendo que permanecem no fundo durante o dia e migram para a superfície durante a noite em busca de alimento (BAUMGARTNER et al., 1997). A migração vertical pode estar relacionada às altas concentrações de zooplâncton, como cladóceros e copépodes, na superfície durante o período noturno (LANSAC-TÔHA et al., 1995). As maiores densidades de larvas no período noturno podem também estar relacionadas com a capacidade visual das larvas, especialmente as mais desenvolvidas, de evitarem a captura por detectarem a rede durante o dia, contanto que isto seja permitido pela capacidade natatória e pela transparência da água (ARAÚJO-LIMA et al., 2001). Estes autores, ao estudarem a variação nictemeral na deriva de larvas na Amazônia, observaram maiores densidades noturnas no rio Negro devido à sua maior transparência (2 m) quando comparado ao rio Amazonas (30 cm), onde as larvas eram capturadas igualmente nos dois períodos por não detectarem as redes. Para os biótopos aqui estudados, foi possível observar tal fenômeno principalmente nas lagoas, que apresentaram os maiores valores de transparência.

Os juvenis foram mais abundantes no afluente Tenente e subafluente Taquara, sendo que neste último também ocorreu a maior ocorrência de ovos. Assim sendo, estes rios caracterizam-se como locais de crescimento, sendo que o Taquara, como descrito acima é também considerado local de desova.

A maior diversidade observada na Lagoa 2 reflete a maior riqueza deste local (19 espécies), enquanto que, para o rio Taquara, foi observada a riqueza de 15 espécies que totalizaram 362 indivíduos. Porém, a baixa diversidade obtida para a Lagoa 1 resulta da elevada dominância de larvas e juvenis de *P. squamosissimus*, uma vez que neste local 98% dos indivíduos pertenciam à esta espécie. É possível que a baixa riqueza de espécies de larvas constatada na Lagoa 1 decorra da predação por essa espécie introduzida.

As estratégias reprodutivas apresentadas pelas espécies são diferentes dentro de uma mesma comunidade e permitem que cada população possua respostas específicas às variáveis ambientais (BAUMGARTNER et al., 2008, REYNALTE-TATAJE et al., 2011). No presente trabalho, houve correlação negativa da transparência da água com as densidades de ovos. Deste modo, ambientes que apresentam baixa transparência, além de outros fatores correlacionados, são propícios para as espécies desovarem. O mesmo não ocorre nas lagoas, pois apresentam alta transparência e os ovos estariam mais vulneráveis à predação (SANCHES et al., 2006). Nesses ambientes, o cuidado com a prole desempenha um papel fundamental para o sucesso no recrutamento.

Geralmente, esta maior turbidez da água é promovida pela precipitação, sendo esta correlacionada com a reprodução e as maiores densidades de ovos e larvas (BIALETZKI et al., 2005, BAUMGARTNER et al., 2008, GOGOLA et al., 2010). Portanto, a precipitação, além de estimular a reprodução de peixes, promove o aumento do nível fluviométrico e na turbidez. Este aumento, principalmente em planícies de inundação e rios de maior ordem, é responsável pelo acréscimo de material particulado e dissolvido na água (JUNK et al., 1989), promovendo a diminuição da transparência.

5 Conclusões

Conclui-se que nos biótopos avaliados há predomínio de espécies residentes, com fecundação externa e cuidado parental, bem como de migradoras de curta distância, com fecundação externa e sem cuidado parental. A baixa densidade de espécies migradoras de longa distância pode ser indício de que tal grupo não esteja encontrando condições ideais para reprodução e manutenção de suas populações.

Os subafluentes Taquara e Congonhas são locais de desovas de peixes, sendo elas relacionadas ao período noturno e à baixa transparência da água. As lagoas são caracterizadas como criadouros naturais de larvas, sendo que para a Lagoa 2 foi obtido o maior índice de diversidade, enquanto que os rios Tenente (afluente) e Taquara (subafluente) são locais de crescimento de juvenis. Portanto, os ambientes anteriormente mencionados são importantes na conservação de peixes neotropicais e devem ser prioritariamente preservados por exercerem diferentes funções no recrutamento de espécies residentes e migradoras.

A fragmentação e a regulação de rios por barragens, o desflorestamento da vegetação ripária, a introdução de espécies não nativas, a poluição da água e a pesca predatória são as principais ameaças à conservação de peixes de água doce dos ambientes avaliados, características essas comuns em toda bacia do alto rio Paraná. Apesar disso, as espécies menos vulneráveis às alterações antropogênicas conseguem manter suas populações, uma vez que suas estratégias e táticas reprodutivas variam de acordo com as características de cada biótopo.

6 Referências

- ABILHOA, V.; DUBOC, L. F. Peixes. In: MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. (eds). **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: IAP, 2004.
- AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E. A. M.; THOMAZ, S. M. The high river Paraná basin: limnological and ichthyological aspects. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (eds). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: Bases Ecológicas para o Manejo**. Maringá: EDUEM, 1997.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JÚNIOR, H. F.; GOMES, L.C.; BINI, L. M.; AGOSTINHO, S. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (eds). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, 1997.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JÚNIOR, H. F. Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: LOWE-McCONNELL, R. H. (ed). **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999.
- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; MINTE-VERA, C. V.; WINEMILLER, K. O. Biodiversity in the Paraná River Lateral. In: GOPAL, B.; JUNK, W. J.; DAVIS, J. A. (eds). **Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 2000.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I.; JÚLIO JÚNIOR, H. F. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. (eds). **Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status**. Victoria: World Fisheries Trust, The World Bank and The International Development Research Centre, 2003.
- AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; PETRY, A. C.; GOMES, L. C.; JÚLIO JÚNIOR, H. F. Fish diversity in the upper Paraná River basin: habitats, fisheries, management and conservation. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, 10: 174-186, 2007a.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: EDUEM, 2007b.
- AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and the management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, 68: 1119-1132, 2008.
- ALMEIDA, F. S.; LOPES, C. M.; ORSI, M. L.; SIROL, R. N.; SODRÉ, L. M. K. Genetic monitoring by rapd markers for repopulation programs of *Salminus brasiliensis* (Pisces, Characiformes). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, 35: 119-126, 2013.
- ANTONIO, R. R.; AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; BAILLY, D.; OKADA, E. K.; DIAS, J. H. P. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? **Neotropical Ichthyology**, 5: 177-184, 2007.

- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; SILVA, V. V.; PETRY, P.; OLIVEIRA, E. C.; MOURA S. M. L. Diel variation of larval fish abundance in the Amazon and Rio Negro. **Brazilian Journal of Biology**, 61: 357-362, 2001.
- BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; MAKRAKIS, M. C.; BAUMGARTNER, M. S. T. Some aspects of ecology of fish larvae in the floodplain of the high Paraná River, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 14: 551-563, 1997.
- BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; GOMES, L. C.; BIALETZKI, A.; SANCHES P. V.; MAKRAKIS, M. C. Identification of spawning sites as natural nurseries in the Upper Paraná River, Brazil. **Environmental Biology of Fish**, 71: 115-125, 2004.
- BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; GOMES, L. C.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. Fish larvae from the upper Paraná River: Do abiotic factors affect larval density? **Neotropical Ichthyology**, 6: 551-558, 2008.
- BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G. Eggs and larvae of the 'curvina' *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Sciaenidae) in the Baía River, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Journal of Plankton Research**, 26: 1327-1336, 2004.
- BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, M. Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. **Environmental Biology of Fishes**, 73: 37-47, 2005.
- BRITTO, S. G. C.; CARVALHO, E. D. Ecological attributes of fish fauna in the Taquaruçu Reservoir, Paranapanema River (Upper Paraná, Brazil): composition and special distribution. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 18: 377-388, 2006.
- CASATTI, L.; MENDES, H. F.; FERREIRA, K. M. Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana Reservoir, Paranapanema River, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal Biology**, 63: 213-222, 2003.
- CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L.; SANTOS, H. F.; FERREIRA, K. M.; RIBEIRO, A. C.; BENINE, R. C.; DERDIS, G. Z. P.; MELO, A. L. A.; STOPIGLIA, R.; ABREU, T. X.; BOCKMANN, F. A.; CARVALHO, M.; GIBRAN, F. Z.; LIMA, F. C. T. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, Sudeste e Sul do Brasil. **Biota Neotropica**, 3: 1-31, 2003.
- DA SILVA, P. A.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Identification of fish nursery areas in a free tributary of na impondment region, upper Uruguay River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 10: 425-438, 2012.
- DE GRAAF, G. J.; BORN, A. F.; UDDIN, A. M. K.; HUDA, S. Larval fish movement in the River Lohajang, Tangail, Bangladesh. **Fisheries Management and Ecology**, 6: 109-120, 1999.
- DE LIMA, A. F.; MAKRAKIS, M. C.; DA SILVA, O. S.; DE AZEVEDO, A. V.; MAKRAKIS, S.; DE ASSUMPÇÃO, L.; ANDRADE, F. F.; DIAS, J. H. P. Padrões de

distribuição e ocorrência espaço-temporal de ovos e larvas de peixes nos rios Pardo e Anhanduí, bacia do alto rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 11: 7-13, 2013.

DUKE ENERGY. **Peixes do rio Paranapanema**. São Paulo: Horizonte Geográfico, 2008.

FERRAREZE, M.; NOGUEIRA, M. Importance of lateral lagoons for the ichthyofauna in a large tropical reservoir. **Brazilian Journal Biology**, 71: 807-820, 2011a.

FERRAREZE, M.; NOGUEIRA, M. Importance of lateral lagoons for the zooplankton assemblages (Cladocera and Copepoda) in a large tropical reservoir. **Oecologia Australis**, 15: 522-536, 2011b.

GODOY, M. P. **Peixes do Brasil – subordem Characoidei: Bacia do rio Mogi Guassu. v. 4**. Piracicaba: Editora Franciscana, 1975.

GOGOLA, T. M.; DAGA, V. S.; DA SILVA, P. R. L.; SANCHES, P. V.; GUBIANI, É. A.; BAUMGARTNER, G.; DELARIVA, R. Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a affected by water regulation by dams. **Neotropical Ichthyology**, 8: 341-349, 2010.

GOGOLA, T. M.; SANCHES, P. V.; GUBIANI, É. A.; DA SILVA, P. R. L. Spatial and temporal variations in fish larvae assemblages of Ilha Grande National Park, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish**, 22: 95-105, 2013.

GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. **Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes**. Maringá: EDUEM, 2007.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, L.; GRABLOWSKI, B. J. **Multivariate data analysis**. Nova Iorque: McMillan, 1984.

HOFFMANN, A. N.; ORSI, M. L.; SHIBATTA, O. A. Diversidade de peixes do reservatório da UHE Escola Engenharia Mackenzie (Capivara), Rio Paranapanema, bacia do alto rio Paraná, Brasil, e a importância dos grandes tributários na sua manutenção. **Iheringia, Série Zoológica**, 95: 319-325, 2005.

HOHAUSOVÁ, E.; COPP, G. H.; JANKOVSKÝ, P. Movement of fish between a river and its backwater: diel and relation to environmental gradients. **Ecology Freshwater Fish**, 12: 107-117, 2003.

JACKSON, D. A. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. **Ecology**, 74: 2204-2214, 1993.

JÚLIO JÚNIOR, H. F.; DEI TÓS, C.; AGOSTINHO, A. A.; PAVANELLI, C. S. A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper rio Paraná basin. **Neotropical Ichthyology**, 7: 709-718, 2009.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (ed). **Proceedings of the international large river symposium**. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 1989.

LANSAC-TÔHA, F. A.; THOMAZ, S. M.; LIMA, A. F.; ROBERTO, M. C.; GARCIA A. P. P. Vertical distribution of some planktonic crustaceans in a "Varzea" Lake (Lake Pousada das Garças) of the floodplain of high River Parana, MS, Brazil. **International Journal Ecology and Environmental Sciences**, 21: 67-78, 1995.

LATINI, A. O.; PETRERE, JÚNIOR, M. Reduction of a native fish fauna by alien species: an example from Brazilian freshwater tropical lakes. **Fisheries Management and Ecology**, 11: 71-79, 2004.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999.

MAGALHÃES, A. L. B.; JACOBI, C. M. Ornamental exotic fish introduced into Atlantic Forest water bodies, Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, 3: 73-77, 2008.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora da UFPR, 2011.

MAKRAKIS, M. C.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C. Ontogenetic shifts in digestive tract morphologic and diet of fish larvae of Itaipu Reservoir, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, 72: 99-107, 2005.

MELO, J. R. B.; PINTO, M. D. S.; FREITAS, I. S.; MARQUES, E. E. Variação temporal na abundância de ovos e larvas de peixes em diferentes biótopos da UHE Peixe Angical. In: AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M.; MARQUES, E. E. (eds). **Reservatório de Peixe Angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna**. São Carlos: Rima, 2009.

MELO, Â. J. S.; SEVERI, W. Abundância e distribuição espacial e sazonal do ictioplâncton no reservatório de Sobradinho, rio São Francisco, Bahia. In: MOURA, N. A.; ARAÚJO, E. L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; PIMENTEL, R. M. M.; ALBUQUERQUE, U. P. (eds). **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo**. Bauru: NUPEEA, 2010.

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

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

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, 2001.

NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; SANTIN, M.; BORGES, R. Z.; ASSAKAWA, L. F.; ZIOBER, S. R.; KIPPER, D.; GALUCH, A. V.; SUIBERTO, M. R. Ocorrência e abundância de larvas e juvenis de peixes em reservatórios. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (eds). **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: Rima, 2005.

NIKOLSKY, G. V. **The ecology of fishes**. Londres: Academic Press, 1963.

NILSSON, C.; REIDY, C. A.; DYNESIUS, M.; REVENGA, C. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. **Science**, 308: 405-408, 2005.

NUNN, A. D.; TEWSON, L. H.; COWX, I. G. The foraging ecology of larval and juvenile fishes. **Review Fish Biology Fisheries**, 22: 377-408, 2012.

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

ORSI, M. L. **Estratégias reprodutivas de peixes da região média-baixa do rio Paranapanema, Reservatório de Capivara**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2010.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M. Fish assemblages associated with *Egeria* in a tropical reservoir: investigating the effects of plant biomass and diel period. **Acta Oecologica**, 27: 9-16, 2005.

PETERS, R. K. The role of prediction in limnology. **Limnology and Oceanography**, 31: 1143-1159, 1986.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; HERMES-SILVA, S.; SILVA, P. A.; BIALETZKI, A.; ZANIBONI-FILHO, E. Locais de crescimento de larvas de peixes na região do Alto Rio Uruguai (Brasil). In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A. P. O. (eds). **Reservatório de Itá: estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna**. Florianópolis: UFSC, 2008.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; NAKATANI, K.; FERNANDES, R.; AGOSTINHO, A. A.; BIALETZKI, A. Temporal distribution of ichthyoplankton in the Ivinhema River (Mato Grosso do Sul State/Brazil): influence of environmental variables. **Neotropical Ichthyology**, 9: 427-436, 2011.

SANCHES, P. V.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C.; LUIZ, E. A. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. **River Research and Applications**, 22: 555-565, 2006.

SUZUKI, H. I.; BULLA, C. K.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. Estratégias reprodutivas de assembleias de peixes em reservatórios. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (eds). **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: Rima, 2005.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, 1996.

ZIOBER, S. R.; BIALETZKI, A.; GOMES, L. C.; KIPPER, D. The importance of a marginal lagoon as a fish nursery in the upper Paraná River floodplain. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 19: 369-381, 2007.

Apêndices

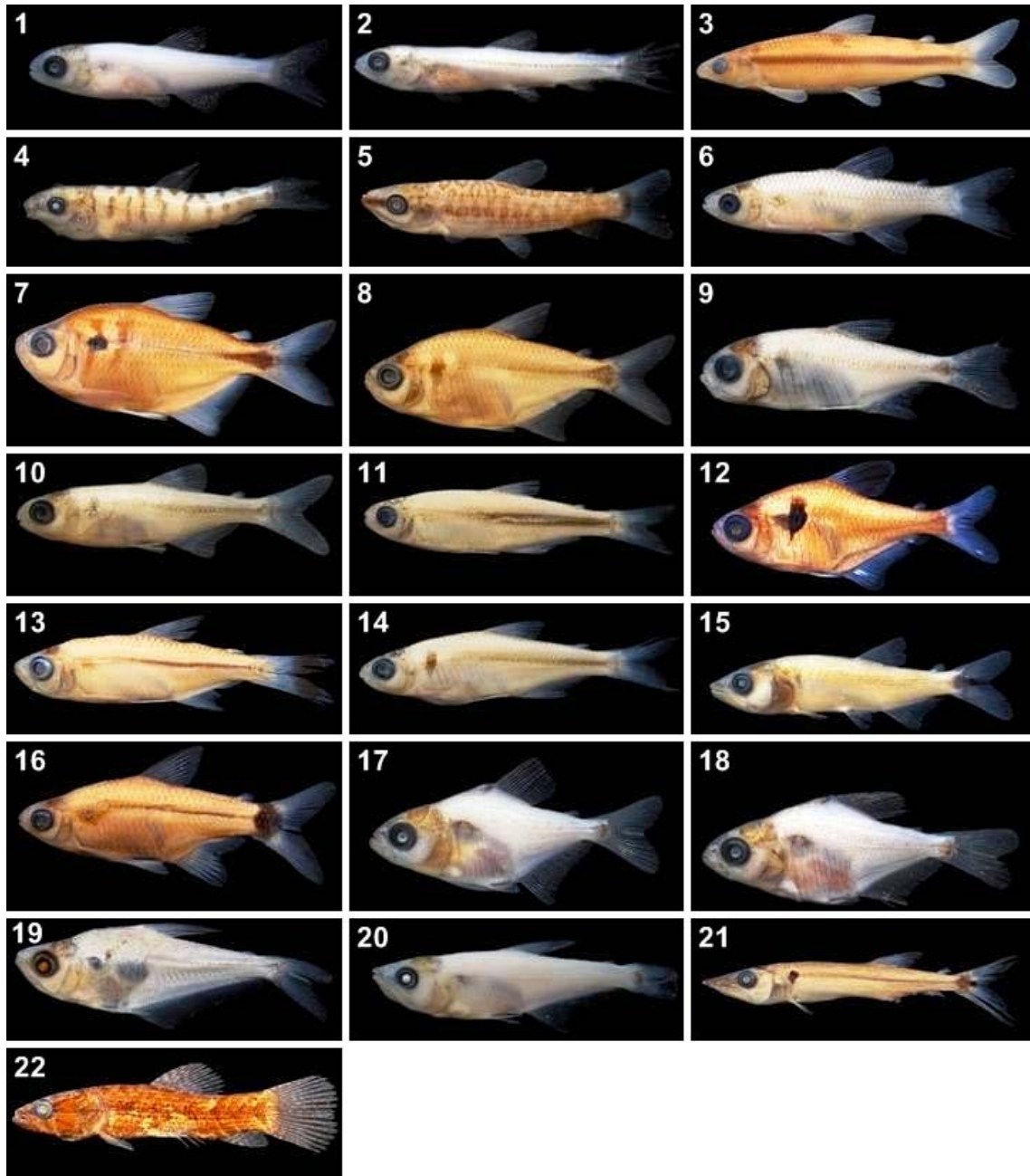
Apêndice A

Figura 9 – Exemplos representativos de larvas dos grupos taxonômicos coletados na bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013. 1) Characiformes; 2) Parodontidae; 3) Anostomidae; 4) *Leporinus* sp.; 5) *Schizodon* sp.; 6) Characidae; 7) *Astyanax bockmanni*; 8) *Bryconamericus stramineus*; 9) *Moenkhausia intermedia*; 10) *Serrasalmus* spp.; 11) *Hoplias* spp.; 12) Siluriformes; 13) *Loricariichthys platymetopon*; 14) *Rhamdia quelen*; 15) *Pimelodus* spp.; 16) *Pseudoplatystoma corruscans*; 17) Doradidae; 18) *Auchenipterus osteomystax*; 19) *Tatia neivai*; 20) Cichlidae; 21) *Oreochromis niloticus*; 22) *Plagioscion squamosissimus*; 23) *Catathyridium jenynsii*.



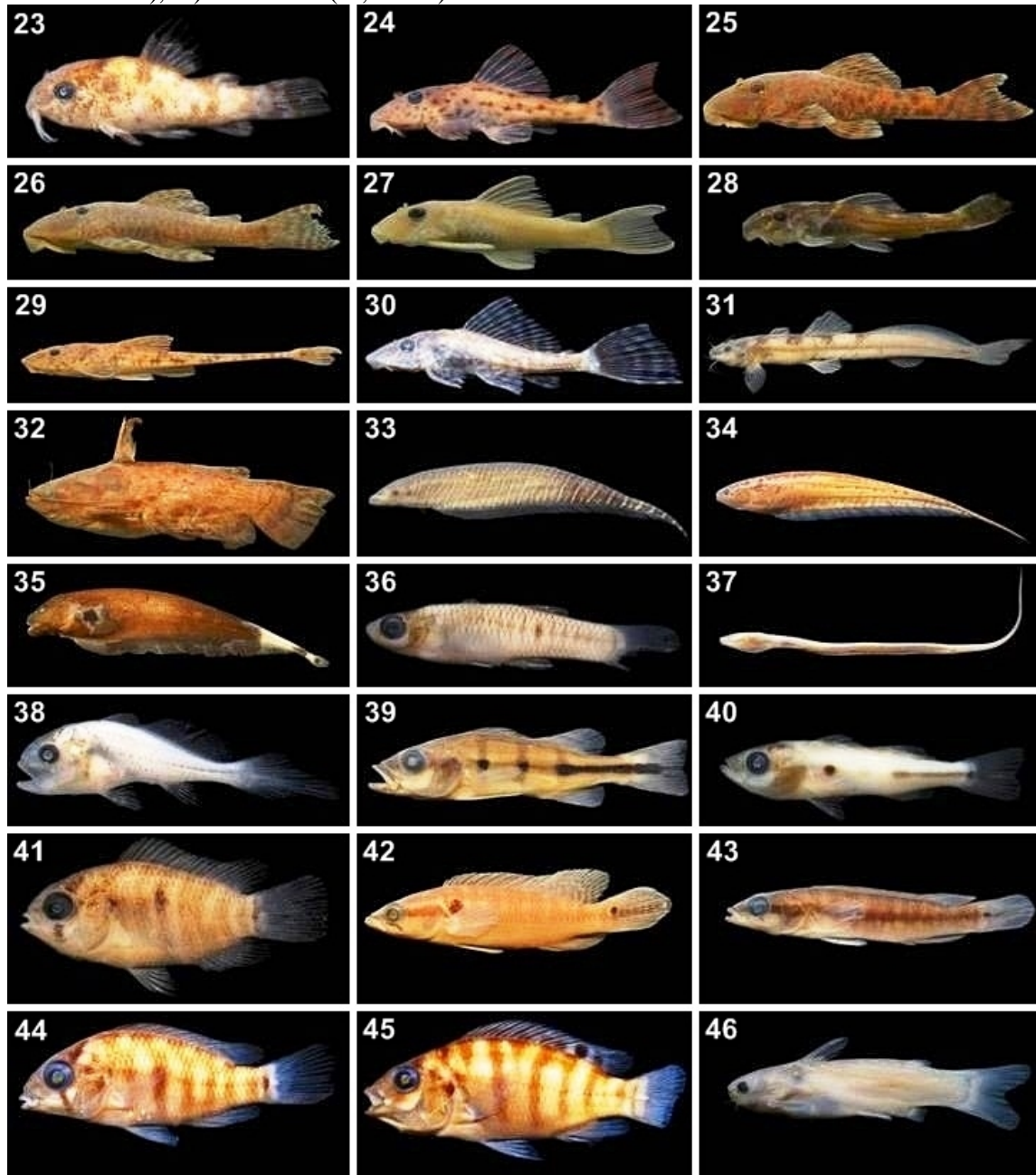
Apêndice B

Figura 10 – Exemplos representativos e comprimento padrão de juvenis dos grupos taxonômicos coletados na bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013. 1) Characiformes (14,29 mm); 2) Parodontidae (14,27 mm); 3) *Apareiodon affinis* (19,91 mm); 4) *Leporinus amblyrhynchus* (23,20 mm); 5) *Schizodon nasutus* (37,05 mm); 6) *Aphyocharax dentatus* (16,07 mm); 7) *Astyanax altiparanae* (33,27 mm); 8) *Astyanax bockmanni* (18,57 mm); 9) *Astyanax* sp. (24,46 mm); 10) *Bryconamericus iheringi* (22,43); 11) *Bryconamericus stramineus* (23,57 mm); 12) *Hyphessobrycon eques* (19,51 mm); 13) *Moenkhausia intemedia* (13,00 mm); 14) *Piabina argentea* (20,22 mm); 15) *Salminus hilarii* (38,37 mm); 16) *Serrapinnus notomelas* (13,36 mm); 17) *Serrasalmus marginatus* (18,23 mm); 18) *Serrasalmus* spp. (14,94 mm); 19) *Galeocharax knerii* (25,77 mm); 20) *Oligosarcus paranensis* (26,90 mm); 21) *Acestrorhynchus lacustris* (47,82 mm); 22) *Hoplias malabaricus* (50,41 mm).



Apêndice C

Figura 11 – Exemplos representativos e comprimento padrão (com *, comprimento total) de juvenis dos grupos taxonômicos coletados na bacia do baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013. 23) *Corydoras* sp. (14,21 mm); 24) *Hypostomus ancistroides* (21,55 mm); 25) *Hypostomus nigromaculatus* (34,26 mm); 26) *Hypostomus* cf. *paulinus* (54,63 mm); 27) *Hypostomus strigaticeps* (41,17 mm); 28) *Hypostomus* sp. (13,84 mm); 29) *Loricariichthys platymetopon* (49,33 mm); 30) *Pterygoplichthys ambrosetii* (31,40 mm); 31) *Imparfinis borodini* (72,17 mm); 32) *Trachelyterus galeatus* (78,93 mm); 33) *Gymnotus omarorum** (98,28 mm); 34) *Brachyhypopomus* sp.* (26,73 mm); 35) *Apteronotus* cf. *caudimaculosus** (62,33 mm); 36) *Phalliceros harpagos* (16,50 mm); 37) *Symbranchus marmoratus** (62,33 mm); 38) *Plagioscion squamosissimus* (18,50 mm); 39) *Cichla kelberi* (52,92 mm); 40) *Cichla* sp. (23,16 mm); 41) *Cichlasoma paranaense* (12,25 mm); 42) *Crenicichla britskii* (56,95 mm); 43) *Crenicichla haroldoi* (46,00 mm); 44) *Geophagus brasiliensis* (16,42 mm); 45) *Oreochromis niloticus* (16,65 mm); 46) *Tatia neivai* (15,00 mm).



Apêndice D

Tabela 8 – Comportamento reprodutivo das espécies amostradas no baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013, de acordo com Agostinho et al. (2007a). MLD = migradora de longa distância; MCD = migradora de curta distância; R = residente; FE = fecundação externa; FI = fecundação interna; SC = sem cuidado parental; CC = com cuidado parental.

Táxon	Comportamento reprodutivo
Characiformes	
Parodontidae	
<i>Apareiodon affinis</i> (Steindachner, 1879)	MCD, FE, SC
Anostomidae	
<i>Leporinus amblyrhynchus</i> Garavello & Britski, 1987	MCD, FE, SC
<i>Leporinus</i> sp.	MCD, FE, SC
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	MCD, FE, SC
<i>Schizodon</i> sp.	MCD, FE, SC
Characidae	
<i>Aphyocharax dentatus</i> Eigenmann & Kennedy, 1903	MCD, FE, SC
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	MCD, FE, CC
<i>Astyanax bockmanni</i> Vari & Castro, 2007	MCD, FE, SC
<i>Astyanax</i> sp.	MCD, FE, SC
<i>Bryconamericus iheringi</i> (Boulenger, 1887)	MCD, FE, SC
<i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908	MCD, FE, SC
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	R, FE, SC
<i>Moenkhausia intermedia</i> Eigenmann, 1908	R, FE, SC
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867	MCD, FE, SC
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850	MLD, FE, SC
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	MCD, FE, SC
<i>Serrasalmus marginatus</i> Valenciennes, 1837	R, FE, CC
<i>Serrasalmus</i> spp.	R, FE, CC
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)	MCD, FE, SC
<i>Oligosarcus paranensis</i> Menezes & Géry, 1983	MCD, FE, SC
Acestrorhynchidae	
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875)	R, FE, SC
Erythrinidae	
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	R, FE, CC
<i>Hoplias</i> spp.	R, FE, CC
Siluriformes	
Callichthyidae	
<i>Corydoras</i> sp.	R, FE, CC
Loricariidae	
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	R, FE, CC
<i>Hypostomus nigromaculatus</i> (Schubart, 1964)	R, FE, CC
<i>Hypostomus</i> cf. <i>paulinus</i> (Ihering, 1905)	R, FE, CC
<i>Hypostomus strigaticeps</i> (Regan, 1908)	R, FE, CC
<i>Hypostomus</i> sp.	R, FE, CC
<i>Loricariichthys platymetopon</i> Isbrücker & Nijssen, 1979	R, FE, CC
<i>Pterygoplichthys ambrosettii</i> (Holmberg, 1893)	R, FE, CC
Heptapteridae	
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	MCD, FE, SC
<i>Imparfinis borodini</i> Mees & Cala, 1989	MCD, FE, SC
Pimelodidae	
<i>Pimelodus</i> spp.	MCD, FE, SC
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829)	MLD, FE, SC
Doradidae	
Auchenipteridae	
<i>Auchenipterus osteomystax</i> (Miranda-Ribeiro, 1918)	MCD, FI, SC
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	MCD, FI, SC
<i>Tatia neivai</i> (Ihering, 1930)	MCD, FI, SC

Tabela 8 – Continuação

Táxon	Comportamento reprodutivo
Gymnotiformes	
Gymnotidae	
<i>Gymnotus omarorum</i> Richer-de-Forges, Crampton & Albert, 2009	R, FE, CC
<i>Brachyhyopomus</i> sp.	R, FE, CC
Apteronotidae	
<i>Apteronotus</i> cf. <i>caudimaculosus</i> Santana, 2003	R, FE, CC
Cyprinodontiformes	
Poeciliidae	
<i>Phalloceros harpagos</i> Lucinda, 2008	R, FI, SC
Synbranchiformes	
Synbranchidae	
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	R, FE, CC
Perciformes	
Sciaenidae	
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	R, FE, SC
Cichlidae	
<i>Cichla kelberi</i> Kullander & Ferreira, 2006	R, FE, CC
<i>Cichla</i> sp.	R, FE, CC
<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983	R, FE, CC
<i>Crenicichla britskii</i> Kullander, 1982	R, FE, CC
<i>Crenicichla haroldoi</i> Luengo & Britski, 1974	R, FE, CC
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	R, FE, CC
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	R, FE, CC
Pleuronectiformes	
Achiridae	
<i>Catathyridium jenynsii</i> (Günther, 1862)	R, FE, SC

Apêndice E

Tabela 9 – Valores de t e p da comparação dos índices de diversidade de Shannon entre dois locais de amostragem no baixo rio Paranapanema, Brasil, de setembro de 2012 a abril de 2013. (*, indica diferenças significativas). Ver código dos locais na tabela 1.

Locais de amostragem	t	P
L1 x L2*	-19,907	0
L1 x PZ*	-4,1197	0,0015
L1 x PR	-0,6446	0,5290
L1 x CT*	-12,642	2,1491E-11
L1 x TN*	-16,63	0
L1 x CP*	-15,425	9,6533E-24
L1 x AN*	-11,783	1,2527E-13
L1 x CG*	-8,6611	9,7653E-13
L1 x AP*	-22,786	0
L1 x TQ*	-34,076	0
L2 x PZ*	4,7683	0,00021404
L2 x PR*	9,4543	1,7902E-9
L2 x CT*	3,0873	0,003315
L2 x TN*	9,0397	1,7053E-16
L2 x CP*	3,417	0,0008126
L2 x AN*	2,949	0,0043188
L2 x CG*	5,6009	1,1433E-7
L2 x AP*	3,6285	0,00035566
L2 x TQ*	2,6135	0,0098135
PZ x PR*	2,8001	0,010242
PZ x CT*	-2,6513	0,016358
PZ x TN	-0,5562	0,58797
PZ x CP*	-2,7936	0,013178
PZ x AN*	-2,6051	0,017257
PZ x CG	-0,9284	0,36453
PZ x AP*	-3,1394	0,0078274
PZ x TQ*	-3,8755	0,0022589
PR x CT*	-6,7236	4,1688E-7
PR x TN*	-4,8923	0,00014454
PR x CP*	-7,1503	2,7515E-7
PR x AN*	-6,5658	3,448E-7
PR x CG*	-4,6535	6,0387E-5
PR x AP*	-7,906	3,0667E-7
PR x TQ*	-8,9774	1,4741E-7
CT x TN*	4,0528	0,00037557
CT x CP	-0,044013	0,96509
CT x AN	-0,0018396	0,99854
CT x CG*	2,4177	0,018539
CT x AP	-0,39061	0,69874
CT x TQ	-1,5689	0,12978
TN x CP*	-4,8586	4,6669E-6
TN x AN*	-3,8133	0,00043549
TN x CG	-0,78876	0,43236
TN x AP*	-6,9864	8,9406E-12
TN x TQ*	-10,692	7,3568E-25
CP x AN	0,040051	0,96818
CP x CG*	2,6824	0,0083838
CP x AP	-0,39814	0,6913
CP x TQ	-1,8201	0,072549
AN x CG*	2,335	0,021961
AN x AP	-0,36644	0,71565
AN x TQ	-1,4669	0,15065
CG x AP*	-3,3345	0,0012051
CG x TQ*	-4,6314	1,4176E-5
AP x TQ	-1,9055	0,05741