



**RAFAEL COUTO ROSA DE SOUZA**

**DISTRIBUIÇÃO E COMPOSIÇÃO DO  
ICTIOPLÂNTON NO RESERVATÓRIO DE  
TRÊS MARIAS, MG, BRASIL**

**LAVRAS – MG**

**2013**

**RAFAEL COUTO ROSA DE SOUZA**

**DISTRIBUIÇÃO E COMPOSIÇÃO DO ICTIOPLÂNTON NO  
RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, MG, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecossistemas Fragmentados e Agrossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Paulo dos Santos Pompeu

**LAVRAS – MG**

**2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Souza, Rafael Couto Rosa de.

Distribuição e Composição do Ictioplâncton no reservatório de  
Três Marias, MG, Brasil / Rafael Couto Rosa de Souza. – Lavras :  
UFLA, 2013.

131 p. : 48 il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Paulo dos Santos Pompeu.

Bibliografia.

1. Ecologia de reservatórios. 2. Migração descendente. 3.  
Impactos de reservatórios. 4. Peixes migradores. I. Universidade  
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 574.52632

**RAFAEL COUTO ROSA DE SOUZA**

**DISTRIBUIÇÃO E COMPOSIÇÃO DO ICTIOPLÂNTON NO  
RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, MG, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecossistemas Fragmentados e Agrossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2013.

Dr. Luiz Gustavo Martins da Silva

UFSJ

Dr. Rodrigo Lopes Ferreira

UFLA

Dr. Paulo dos Santos Pompeu

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2013**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós Graduação em Ecologia Aplicada, pela oportunidade de realizar o mestrado.

Ao projeto “Desenvolvimento de Índices de Integridade Biótica para avaliação de qualidade ambiental e subsídios para a restauração de habitats em áreas de soltura de alevinos”, sendo financiado pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, pela concessão das bolsas durante o período de mestrado.

Aos professores Hugo P. Godinho e Flávia F. Coelho pelas contribuições no projeto de qualificação, e aos professores Rodrigo Lopes e Luiz G. Martins pelas contribuições na banca de avaliação deste trabalho.

Ao Ivo Gavião, amigo e parceiro, pelo suporte e apoio principalmente em relação aos dados e informações na região de Três Marias; sem esta ajuda, e do programa Peixe Vivo, tornaria este projeto ainda mais trabalhoso.

Ao Fábio Suzuki pela ajuda sempre que surgiam dúvidas durante a triagem e pelos conselhos na formação do projeto, facilitando o meu trabalho.

Ao Marcos e Pedro pela colaboração na triagem e separação dos ovos e larvas, adiantaram demais meu trabalho.

Ao pessoal do laboratório de Ictioplancton do NUPELIA; em especial à Dra. Andrea Bialecki pela imensa ajuda na identificação de grande parte das larvas coletadas neste trabalho, e à aluna de mestrado Priscila que por ter trabalho também com larvas do rio São Francisco pôde auxiliar na identificação do material.

Ao Waldir Pescador que me ajudou em sete das oito campanhas de coleta de campo; muito obrigado por ter tornado as coletas menos cansativas e mais divertidas.

Ao Paulo, grande orientador, não sei se tenho que agradecer pela orientação ou pedir desculpa pela amolação durante todos esses anos desde que entrei no laboratório. De qualquer forma muito obrigado por tanto contribuir com minha formação. Espero que esta relação não tenha sido “on one-way routes”.

À Anna Carolina, minha grande parceira, que me aguentou quando não tinha mais paciência pra nada, por ser o meu fôlego e renovar meu ânimo a cada dia e tornar esta jornada mais prazerosa. Te amo.

Aos meus pais (Rosana e Francisco) e irmãos (Gabi, Carol e Arthur). É difícil estar longe, mas o melhor é saber que sempre que retornar vocês estarão lá com o mesmo amor e carinho, vocês foram, são e sempre serão fundamentais seja qual o caminho e etapa da minha vida.

A todos os “peixólogos” do laboratório de Ecologia de Peixes, em especial à Tatau, Sarah, Deborah, Nara, Ciça, Míriam, Lelê, Raquel, cada um a sua maneira contribuiu para a minha formação.

Aos meus amigos da turma de mestrado e doutorado de 2011, em especial Wallace (Carioca), Ananza, Antônio (Toio), Juliana (Ju), Matheus (Talita), Lucas, Junin, Geovany, Karla, Paula, Renan (Calorada, não é do programa, mas é como se fosse) e Leopoldo, pelo curso de campo, churrascos, ideias sobre projeto, trabalhos em parceria.

A todos os demais amigos do prédio de Ecologia da pós em Ecologia Aplicada, professores, alunos e funcionários.

Tenho certeza que me esqueci de alguns nomes, então, agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para que esta etapa se concluísse na minha vida.

“Eu faço imensos sacrifícios para conhecer todos os fenômenos da primavera, por exemplo, pensando que eu tenho aqui o poema inteiro, e então, para meu desapontamento, eu ouço que é apenas uma cópia imperfeita a que eu possuo e li, que meus ancestrais rasgaram muitas das primeiras folhas e passagens mais grandiosas, e mutilaram-na em muitos lugares” (Henry Thoreau).

## RESUMO

Os trabalhos desenvolvidos com ictioplâncton na região neotropical têm aumentado cada vez mais. A migração descendente (montante-jusante) realizada pelos ovos e larvas após a reprodução é de extrema importância e os impactos que os reservatórios provocam neste fenômeno têm sido negligenciados. Entretanto, estudo do ictioplâncton nos países sul americanos ainda é deficiente para a maioria das espécies que não realizam migrações. O presente estudo teve como objetivo avaliar a distribuição e composição do ictioplâncton presente no reservatório, avaliando-se os impactos que esse ambiente causa no potencial de dispersão do ictioplâncton de espécies migradoras, bem como avaliar a distribuição de larvas de *Anchoviella vaillanti* no reservatório. Coletas foram realizadas durante o período chuvoso de novembro de 2011 a abril de 2012, em intervalos de 20 dias, com coletas pela manhã e noite, em 10 afluentes ao redor do reservatório de Três Marias. Foram coletados 2281 ovos e 4127 larvas, com 22 grupos taxonômicos identificados. Larvas de *A. vaillanti*, Anostomidae e Characidae foram as mais abundantes. Os resultados apontam que os afluentes do reservatório atuam como área de desova de espécies de peixes migradores, sendo identificados três táxons de espécie migradora (*Pseudoplatystoma corruscans*, *Brycon orthotaenia* e *Prochilodus* spp.), sendo o *Prochilodus* spp. o mais abundante. Os resultados indicam também que há populações estruturadas na região do reservatório que utilizam regiões próximas aos tributários como áreas de desova. Quando associados à presença de locais de desenvolvimento inicial, estes tributários devem ser alvos para ações de manejo e conservação da ictiofauna presente no reservatório. O impacto de barragens sobre a deriva de ovos e larvas de peixes migradores deve ser considerado no planejamento da construção de um reservatório tendo em vista que a formação de um grande reservatório elimina qualquer possibilidade de migração montante-jusante do ictioplâncton, especialmente em reservatórios superiores a 20 km de extensão.

Palavras-chave: Ecologia de reservatórios. Ecologia de ictioplâncton. Peixes migradores. Migração descendente.



## ABSTRACT

The work done with ichthyoplankton in the Neotropical region have grown increasingly. The downstream migration held by eggs and larvae is importance and impact that reservoirs cause this phenomenon has been neglected. However, the study ichthyoplankton in South American countries is still poor for most species do not realize migrations. This study aimed to evaluate the distribution and composition of ichthyoplankton in the reservoir, assessed the impacts that the reservoir of Três Marias, Minas Gerais causes the potential dispersal of ichthyoplankton of migratory species as well as evaluate the distribution of larvae *Anchoviella vaillanti* the reservoir. Samples were collected during the rainy season from November 2011 to April 2012, at intervals of 20 days, with morning and evening sampling in 10 tributaries around the Três Marias reservoir; 4127 larvae were collected, with 22 taxa identified. Larvae of *A. vaillanti*, Anostomidae Characidae and were the most abundant. Our results indicate that the reservoir tributaries act as spawning area for migratory fish species, identified three migratory species taxa (*Pseudoplatystoma corruscans*, *Brycon orthotaenia* and *Prochilodus* spp.) Being the *Prochilodus* spp. the most abundant. Our results indicate that there are structured populations in the region that use the reservoir regions close to the tributaries as spawning areas. When associated with the presence of local early development, these areas should be targets for management actions and conservation of fish populations in the reservoir. The impact of dams on the drift of eggs and larvae of migratory fish must be considered in planning the construction of a reservoir with a view to forming a large reservoir eliminates any possibility of upstream-downstream migration of ictioplankton, especially in upper reservoirs a 20 km long.

Keywords: Reservoirs ecology. Ichthyoplankton Ecology. Migratory fishes. Downstreams migration.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
Figura 1	Gradiente Longitudinal em um reservatório.....	18
Figura 2	Diversidade de grupos morfológicos encontrados no presente estudo. 1, <i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864; 2, <i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758; 3,4,Pimelodidae; 5,6, <i>Rhinelepis aspera</i> Spix & Agassiz, 1829; 7,8,Anostomidae; 9,10, <i>Prochilodus</i> spp.; 11, <i>Serrassalmus</i> spp.; 12, <i>Tetragonopterus chalceus</i> Spix & Agassiz, 1829; 13,Curimatidae; 14, <i>Franciscodoras marmoratus</i> (Reinhardt, 1874).....	21
Figura 3	Panorama dos afluentes onde foram realizadas as coletas com flutuações devido a influência do nível do reservatório e precipitação. De cima para baixo cada linha representa um afluente, São Vicente; Forquilha; Boi; Extrema Grande; Paraopeba; Indaiá; São Francisco; Extrema; Borrachudo; Sucuriú.....	25
	<b>ARTIGO 1</b>	
Figura 1	Mapa demonstrativo do número de UHE ao longo da bacia do rio São Francisco, em destaque a região de estudo (reservatório de Três Marias-MG).....	38
Figura 2	Dados de afluência média mensal nos últimos 9 anos na região do reservatório de Três Marias (CEMIG, 2011).....	40
Figura 3	Distribuição dos pontos de coleta no reservatório de Três Marias.....	41
Figura 4	Ilustração da rede cônica de ictioplâncton e suas dimensões.	43
Figura 5	Representação gráfica da PCA em relação às características limnológicas na campanha 6 (fevereiro 2012), as letras correspondem a cada rio (B=Boi; BO=Borrachudo; EG=Extrema Grande; SU=Sucuriú; E=Extrema; P=Paraopeba; I=Indaiá; SF=São Francisco; SV=São Vicente; F=Forquilha), e os números aos ponto de coleta (0=trecho lótico; 1=10 km jusante; 2=20 km jusante).....	45
Figura 6	Representação gráfica da PCA em relação às características limnológicas na campanha 6 (fevereiro 2012), as letras correspondem a cada rio (B=Boi; BO=Borrachudo; EG=Extrema Grande; SU=Sucuriú; E=Extrema; P=Paraopeba; I=Indaiá; SF=São Francisco; SV=São Vicente; F=Forquilha), e os números aos ponto de coleta (0=trecho lótico; 1=10 km jusante; 2=20 km jusante).....	46

Figura 7	Representação gráfica da PCA em relação às características limnológicas na campanha 3 (dezembro 2011), as letras correspondem a cada rio (B=Boi; BO=Borrachudo; EG=Extrema Grande; SU=Sucuriú; E=Extrema; P=Paraopeba; I=Indaiá; SF=São Francisco; SV=São Vicente; F=Forquilha), e os números aos ponto de coleta (0=trecho lótico; 1=10 km jusante; 2=20 km jusante).....	47
Figura 8	Densidade de ovos (10m <sup>3</sup> ) em cada rio. Eixo X representa cada rio Boi=Boi; Bor=Borrachudo; ExG=Extrema Grande; Ext=Extrema; For=Forquilha; Ind=Indaiá; Par=Paraopeba; Saf=São Francisco; Suc=Sucuriú; Svt=São Vicente.....	48
Figura 9	Densidade de ovos (10m <sup>3</sup> ) por setor. Eixo X, Trecho lótico; Trecho 10 km a jusante do trecho lótico; Trecho 20 km a jusante do trecho lótico. Letras iguais representam grupos estatisticamente iguais.....	48
Figura 10	Variação da densidade média de ovos (n/10m <sup>3</sup> ) e precipitação ao longo do período de estudo (eixo X representa o período de captura).....	50
Figura 11	Variação da densidade média de larvas (n/10m <sup>3</sup> ) e precipitação na região de Três Marias, MG ao longo do período de estudo. Eixo X representa o período de captura.	51
Figura 12	Representação gráfica do resultado da nMDS (Non-Metric Multidimensional Scaling) para a comunidade de ictioplâncton da região do reservatório de Três Marias.....	52
Figura 13	Densidade de larvas (10m <sup>3</sup> ) por setor. Eixo X, Trecho lótico; Trecho 10 km a jusante do trecho lótico; Trecho 20 km a jusante do trecho lótico.....	54
Figura 14	Relação entre a Vazão Média em longo prazo (Qlmp) com a riqueza de larvas capturadas nos 10 rios amostrados do período de novembro de 2011 a abril de 2013.....	55
Figura 15	Mapa de densidades da distribuição dos ovos de peixes na região do reservatório de Três Marias (escala 1:250.000)....	56
Figura 16	Mapa de densidades da distribuição de larvas de peixes na região do reservatório de Três Marias (escala 1:250.000)..	57
ARTIGO 2		
Figura 1	Mapa demonstrativo do número de UHE ao longo da bacia do rio São Francisco, em destaque a região de estudo (reservatório de Três Marias-MG).....	79
Figura 2	Dados de afluência média mensal nos últimos 9 anos na região do reservatório de Três Marias (CEMIG, 2011).....	81
Figura 3	Pontos de coleta distribuídos pelos principais afluentes do reservatório de Três Marias.....	83

Figura 4	Ilustração da rede cônica de ictioplâncton e suas dimensões.	85
Figura 5	Varição da densidade média de ovos de peixes migradores entre os afluentes e área de influência do reservatório de Três Marias, MG. Eixo X representa cada rio Boi=Boi; Bor=Borrachudo; ExG=Extrema Grande; Ext=Extrema; For=Forquilha; Ind=Indaiá; Par=Paraopeba; Saf=São Francisco; Suc=Sucuriú; Svt=São Vicente.....	88
Figura 6	Varição da densidade média de larvas de peixes migradores nos afluentes e área de influência do reservatório de Três Marias, MG. Eixo X representa cada rio Boi=Boi; Bor=Borrachudo; ExG=Extrema Grande; Ext=Extrema; For=Forquilha; Ind=Indaiá; Par=Paraopeba; Saf=São Francisco; Suc=Sucuriú; Svt=São Vicente.....	89
Figura 7	Densidade média de larvas de migradores (n/10m <sup>3</sup> ) ao longo do período de estudo com a precipitação média na área de estudo. Eixo X representa os períodos de coleta....	90
Figura 8	Varição da densidade média de ovos e precipitação média ao longo do período de estudo. Eixo X representa os períodos de coleta.....	90
Figura 9	Varição da densidade de ovos de peixes migradores ao longo dos setores.....	91
Figura 10	Varição da densidade média de ovos em cada setor de acordo com a vazão do rio. Categorias do rio de acordo com a Tabela 1.....	92
Figura 11	Varição da densidade média de larvas em cada setor de acordo com a vazão do rio. Categorias do rio de acordo com a Tabela 1.....	93
Figura 12	Varição da transparência média (metros) ao longo das campanhas entre os setores de acordo com o porte do rio....	94
Figura 13	Varição da densidade média de larvas de cada estágio de desenvolvimento de <i>Prochilodus</i> spp. ao longo dos setores (trecho Lótico; 10km abaixo do trecho Lótico; 20 km abaixo do trecho Lótico). Estágios de desenvolvimento (LV=larval vitelino; PF=pré-flexão e FL=flexão).....	95
Figura 14	Mapa de densidade média de ovos de peixes migradores nos afluentes e área de influência do reservatório de Três Marias, MG.....	96
Figura 15	Mapa de distribuição das larvas de peixes migradores nos afluentes e área de influência do reservatório de Três Marias, MG.....	97

	ARTIGO 3	
Figura 1	Mapa demonstrativo do número de UHE ao longo da bacia do rio São Francisco, em destaque a região de estudo (reservatório de Três Marias-MG).....	112
Figura 2	Distribuição de pontos de coleta distribuídos pelos principais afluentes do reservatório de Três Marias.....	114
Figura 3	Ilustração da rede cônica de ictioplâncton e suas dimensões.	116
Figura 4	Variação da densidade de larvas e precipitação ao longo do período de coleta.....	118
Figura 5	Relação do período de coleta com a densidade média de larvas (indivíduos/10m <sup>3</sup> ) capturadas.....	119
Figura 6	Variação da densidade média (indivíduos/10m <sup>3</sup> ) de larvas de <i>A.vaillanti</i> em relação à distância do ponto lótico. Setor 0 (ponto lótico); setor 1 (10 km distante do setor 0) e setor 2 (20km distante do setor 0). Letras iguais correspondem a grupos estatisticamente similares.....	120
Figura 7	Mapa de densidade de larvas de <i>A.vaillanti</i> nos tributários e área de influência do reservatório de Três Marias, MG.....	122

## LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1		
Tabela 1	Grupos taxonômicos, número de indivíduos total e densidade média de larvas (indivíduos/10m <sup>3</sup> ) de peixes, coletados nos afluentes do reservatório de Três Marias, MG, Brasil (espécies migradoras em negrito).....	49
Tabela 2	Valores de Abundância Média de larvas das principais espécies responsáveis pelas dissimilaridades encontrados entre os setores Lótico, 10 km e 20 km (valores obtidos na análise de SIMPER).....	53
ARTIGO 2		
Tabela 1	Categorias de tamanho para cada rio amostrado.	82
Tabela 2	Grupos taxonômicos de espécies migradoras, número total e densidade média de larvas de peixes (indivíduos/10m <sup>3</sup> ), coletados nos afluentes do reservatório de Três Marias, MG, Brasil.....	87
ARTIGO 3		
Tabela 1	Densidade de larvas e abundância relativa (%) por rio e campanha.....	119
Tabela 2	Modelo mínimo adequado usado para testar a influência dos fatores limnológicos na densidade de larvas de <i>A.vaillanti</i> ao longo de todo o período de coleta (valores significativos em negrito, n = 237, GL = Gruas de Liberdade).....	121
Tabela 3	Modelo mínimo adequado usado para testar a influência dos fatores limnológicos na densidade de larvas de <i>A.vaillanti</i> apenas para a campanha com maior abundância (valores significativos em negrito, n = 30, GL = Graus de Liberdade).	121

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL..... 17</b>
<b>1.1</b>	<b>Impactos de reservatórios..... 17</b>
<b>1.2</b>	<b>Biologia do ictioplâncton..... 19</b>
	<b>REFERÊNCIAS..... 28</b>
<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS..... 31</b>	
<b>ARTIGO 1 DISTRIBUIÇÃO E COMPOSIÇÃO DO</b>	
<b>ICTIOPLÂNCTON NO RESERVATÓRIO</b>	
<b>DE TRÊS MARIAS, MG, BRASIL..... 32</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO..... 35</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS..... 37</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS..... 45</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO..... 58</b>
<b>5</b>	<b>LITERATURA CITADA..... 62</b>
<b>ARTIGO 2 RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, MINAS</b>	
<b>GERAIS, BRASIL ATUANDO COMO UM</b>	
<b>FILTRO PARA A DERIVA DE OVOS E</b>	
<b>LARVAS DE PEIXES MIGRADORES..... 72</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO..... 75</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS..... 78</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS..... 87</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO..... 98</b>
	<b>REFERÊNCIAS..... 102</b>
<b>ARTIGO 3 DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DEX</b>	
<b>LARVAS DE ANCHOVIELLA VAILLANTI</b>	
<b>(STEINDACHNER, 1908), (CLUPEIFORMES,</b>	
<b>EUGRAULIDAE) NO RESERVATÓRIO DE</b>	
<b>TRÊS MARIAS, MG, BRASIL, DURANTE</b>	
<b>ESTAÇÃO CHUVOSA..... 106</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO..... 109</b>
<b>2</b>	<b>MÉTODOS..... 111</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS..... 118</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO..... 123</b>
	<b>REFERÊNCIAS..... 124</b>

## **PRIMEIRA PARTE**



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1 Impactos de reservatórios

Reservatório é qualquer corpo d'água formado por uma barragem para fornecer o desenvolvimento e demandas das atividades humanas (THORNTON; STEEL; RAST, 1996). Os reservatórios podem ser construídos por uma variedade de barragens, entre elas as mais comuns são barragem em aterro (earth-fill), de gravidade, em arco, e outros tipos menores, sendo que cada tipo de barragem é mais adequado à condição onde ela será construída (BAXTER, 1977; THORNTON; STEEL; RAST, 1996).

Os impactos de um barramento podem ser divididos em três ordens: impactos de primeira ordem são oriundos da própria atividade de construção da barragem e alteram processos ambientais (geomorfológico, físico, químico e hidrológico) relacionados à redistribuição do fluxo do rio; os impactos de segunda ordem são as mudanças na forma do canal, modificando processos geomorfológicos e ecológicos que alteram a dinâmica da produtividade primária, sendo que estas alterações podem acontecer em um ano ou um século até alcançarem um novo status de equilíbrio; os impactos de terceira ordem são as respostas entre as alterações morfológicas e as alterações na ecologia do sistema, principalmente aquelas causadas na comunidade de peixes e invertebrados em função das alterações no regime de vazão, dinâmica da produtividade primária e fragmentação de habitats (AGOSTINHO; PELICICE; GOMES, 2008; POFF et al., 1997).

Em consequência destes impactos, em especial aqueles que alteram as características físicas-limnológicas e biológicas, foram estabelecidas três regiões em reservatórios, considerando-se um gradiente longitudinal: região fluvial,

região de transição e região lacustre, geralmente divididas em três partes iguais (POFF et al., 1997; THORNTON; STEEL; RAST, 1996) (Figura 1).



Figura 1 Gradiente Longitudinal em um reservatório.

A biota aquática normalmente se modifica ao longo dessas regiões, apresentando características mais semelhantes na região fluvial ao que era antes do barramento e totalmente diferenciada da região lacustre. Vários estudos demonstraram que as assembleias de peixes presentes em cada uma das regiões apresentam diferenças entre si (AGOSTINHO et al., 1999, 2007; ARAÚJO; SANTOS 2000; OKADA; AGOSTINHO; GOMES, 2005).

Porém, este gradiente pode ser altamente influenciado pela presença de afluentes, o que pode causar além de um gradiente longitudinal, também um gradiente latitudinal à medida que se aproxima desses afluentes.

O Brasil possui cerca de 700 barramentos que formaram grandes reservatórios (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, 2008) que, por sua diversidade morfológica, criaram diferentes ambientes com diferentes alterações na sua comunidade aquática associada (AGOSTINHO et al., 2004; AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; FERNANDES et al., 2009; HOEINGHAUS et al., 2009).

Estas características demonstram que apesar da homogeneização causada pela formação do reservatório, o novo sistema formado possui aspectos

complexos que devem ser considerados quando utilizamos ferramentas para mitigar ou minimizar os impactos causados pela sua presença.

## **1.2 Biologia do ictioplâncton**

O grupo de peixes é o mais representativo no ambiente aquático, sendo o grupo de vertebrado mais diverso do mundo. Tal diversidade reflete na variedade de aspectos reprodutivos que encontramos entre as espécies (VAZZOLER, 1996; WOOTTON, 1991). Alguns padrões podem ser observados nos peixes de água doce: a maioria das espécies apresenta sexos separados e fecundação (gametas liberados na água) e desenvolvimento externo (ovuliparidade). Porém, a frequência, o período, tamanho e local onde os ovócitos e ovos são liberados difere muito entre as espécies (BALON, 1984).

Em relação aos ovos e larvas gerados podemos considerar três tipos de ovos podendo ser pelágicos ou livres (menos densos que a água), demersais (mais densos que a água) e adesivos; em relação aos estágios de desenvolvimento são considerados normalmente a diferenciação e o desenvolvimento do embrião. Neste trabalho os ovos não foram divididos em relação aos estágios de desenvolvimento, apenas no capítulo II diferenciamos os ovos de acordo com o espaço perivitelínico, considerando ovos de peixes migradores aqueles que possuíam espaço perivitelínico duas vezes ou mais o tamanho do ovo. Já foi descrito na literatura que existe uma relação que ovos maiores (espaço perivitelínico) estão presentes em peixes com algum tipo atividade migratória (GODINHO; LAMAS; GODINHO, 2010; LAMAS, 1993).

Em relação às larvas podem ser divididas em estágios, porém a terminologia para descrevê-los é variada, mas normalmente considera o aparecimento dos raios das nadadeiras e desenvolvimento da notocorda (KELSO; RUTHERFORD, 1996; NAKATANI et al., 2001) (Figura 2). Neste

trabalho foram adotadas as modificações propostas por Nakatani et al. (2001), que dividiram os estágios larvais em quatro: (i) larval vitelino - compreendido entre a eclosão e o início da alimentação exógena; (ii) pré-flexão – início da alimentação exógena até o início da flexão da notocorda com o aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal; (iii) flexão – início da flexão da notocorda até a completa flexão da mesma, aparecimento do botão da nadadeira pélvica e início de segmentação das raios das nadadeiras dorsal e anal; (iv) pós-flexão – completa flexão da notocorda até a completa formação dos raios da nadadeira peitoral, absorção da nadadeira embrionária e o aparecimento de escamas.

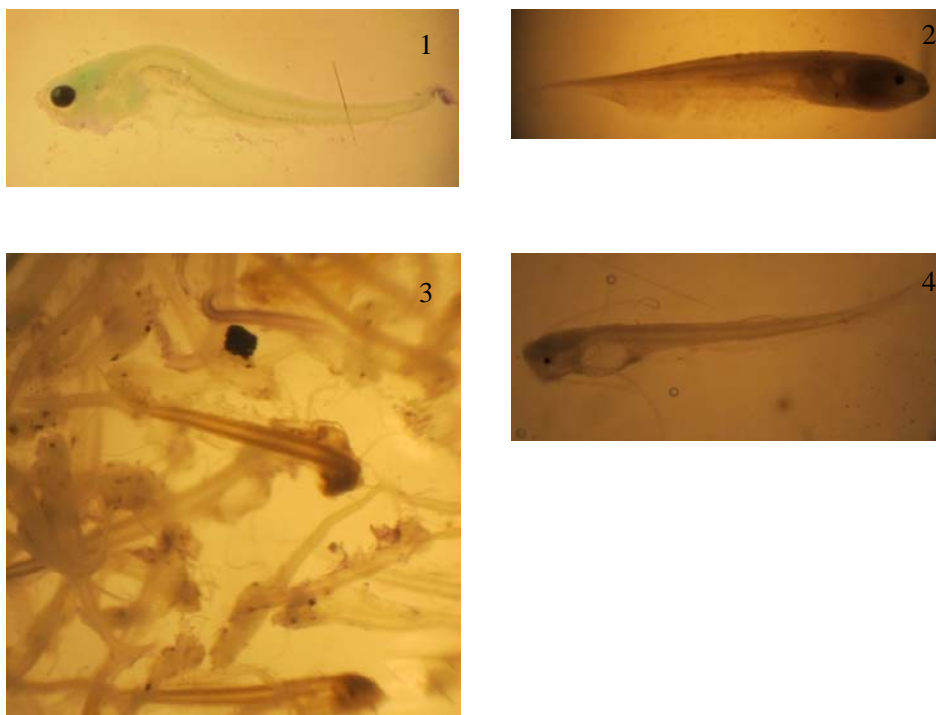
O impacto de reservatório pode atuar de diferentes maneiras sobre a comunidade ictioplanctônica podendo suprimir áreas de desovas, áreas de desenvolvimento inicial (lagoas marginais, tributários, remansos), e separar áreas de desova das áreas de desenvolvimento inicial (AGOSTINHO et al., 2007; ANTÔNIO et al., 2007; GOGOLA et al., 2010; POMPEU; AGOSTINHO; PELICE, 2011; POMPEU et al., 2011; SANCHES et al., 2006; SILVA; REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI-FILHO, 2012; SUZUKI; PIRES; POMPEU, 2011).

O reservatório de Três Marias foi construído em 1961, sendo um dos reservatórios mais antigos do Brasil. Foi criado inicialmente para regularização do rio São Francisco, facilitar a navegação entre Pirapora e Juazeiro, controle das cheias, viabilizar a implantação de projetos de irrigação, melhorar o funcionamento das usinas hidrelétricas no Sub-Médio São Francisco e produção de energia (BRITSKI; SATO; ROSA, 1988).

A fim de ampliar nosso conhecimento sobre a ecologia de reservatórios no Brasil e no mundo sobre o prisma da ictiofauna neotropical, o presente estudo teve como objetivo principal avaliar a influência do reservatório da UHE Três

Marias sobre o ictioplâncton. Desta forma, esta dissertação foi estruturada em três capítulos com diferentes abordagens.

O primeiro capítulo teve como principal objetivo identificar a atual distribuição e composição do ictioplâncton presente nos afluentes do reservatório de Três Marias, MG, Brasil, tentando identificar alterações em um gradiente longitudinal, a partir de cada afluente avaliado (Figura 3). No segundo capítulo avaliamos o impacto do reservatório sobre o potencial de dispersão de ovos e larvas de peixes migradores. O terceiro capítulo concentrou-se na distribuição das larvas de uma única espécie que possui grande importância na estrutura trófica de ambientes lênticos na bacia do São Francisco.



“Figura 2, continua”



“Figura 2, continua”



“Figura 2, continua”

“Figura 2, conclusão”

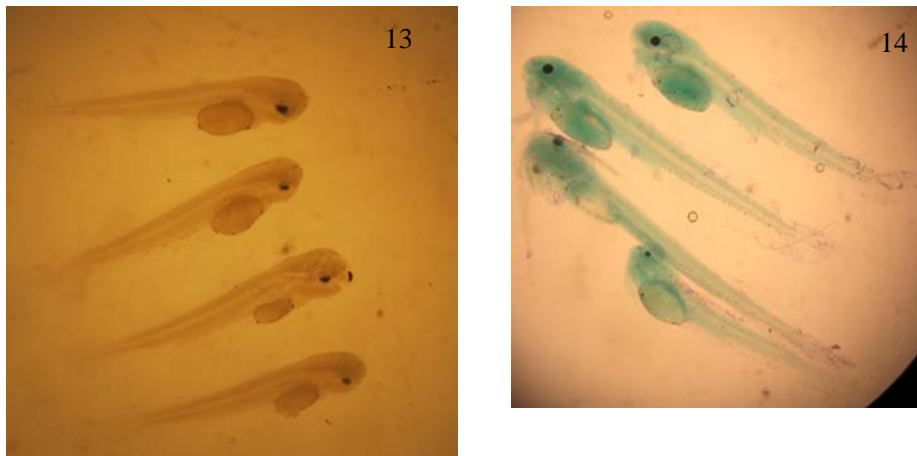
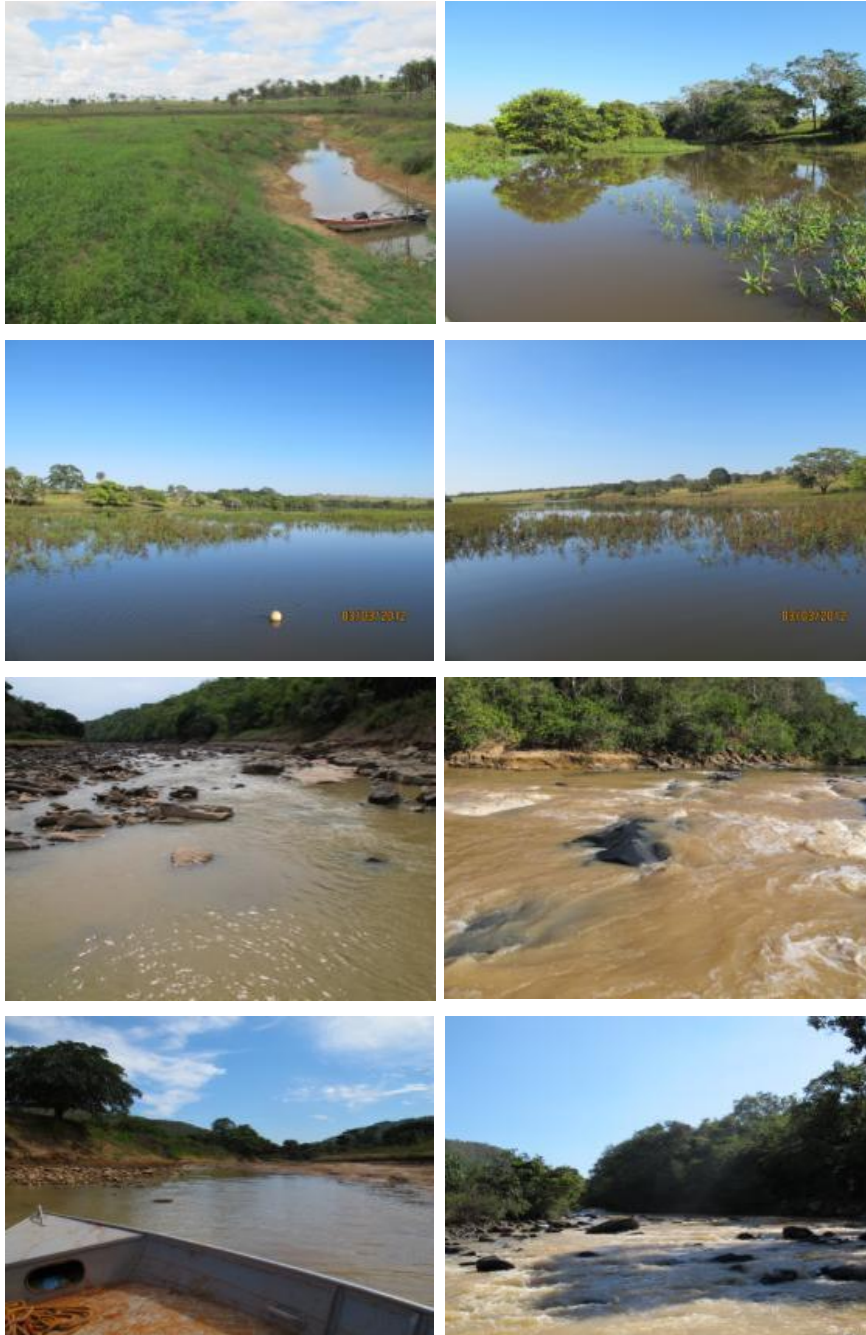
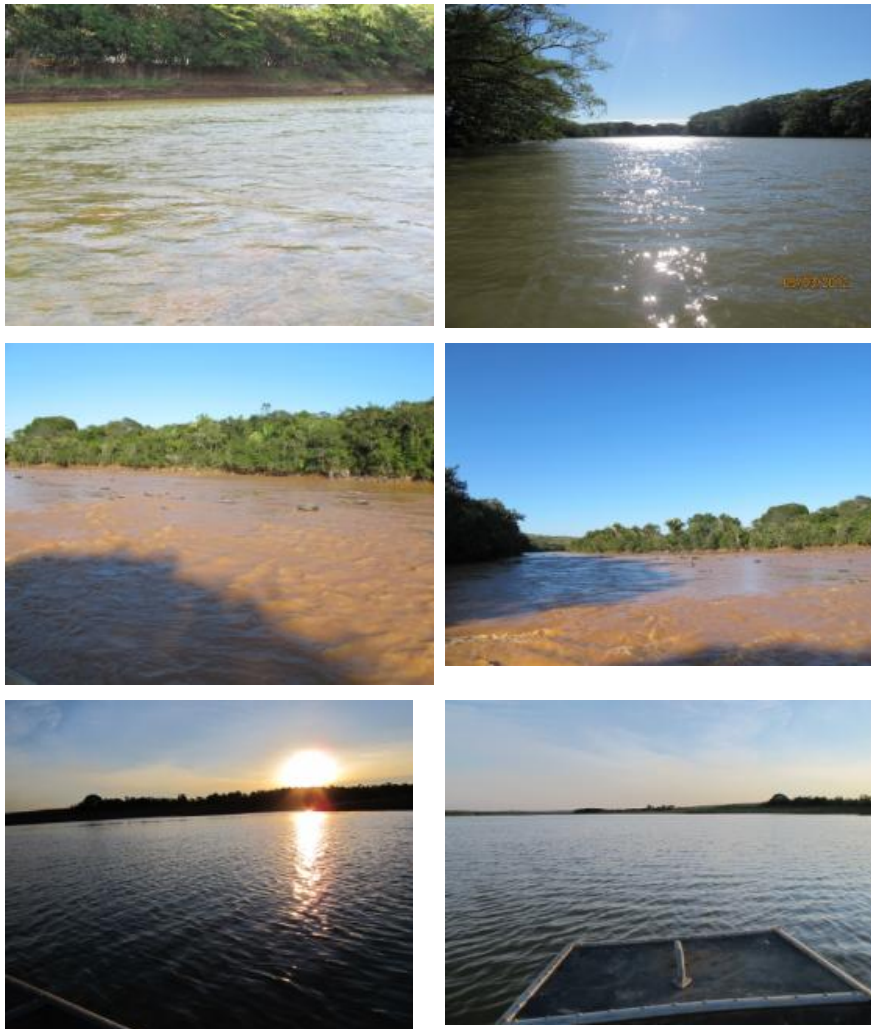


Figura 2 Diversidade de grupos morfológicos encontrados no presente estudo. 1, *Brycon orthotaenia* Günther, 1864; 2, *Gymnotus carapo* Linnaeus, 1758; 3,4, Pimelodidae; 5,6, *Rhinelepis aspera* Spix & Agassiz, 1829; 7,8, Anostomidae; 9,10, *Prochilodus* spp.; 11, *Serrassalmus* spp.; 12, *Tetragonopterus chalceus* Spix & Agassiz, 1829; 13, Curimatidae; 14, *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874).





“Figura 3, continua”



“Figura 4, continua”

“Figura 3, conclusão”

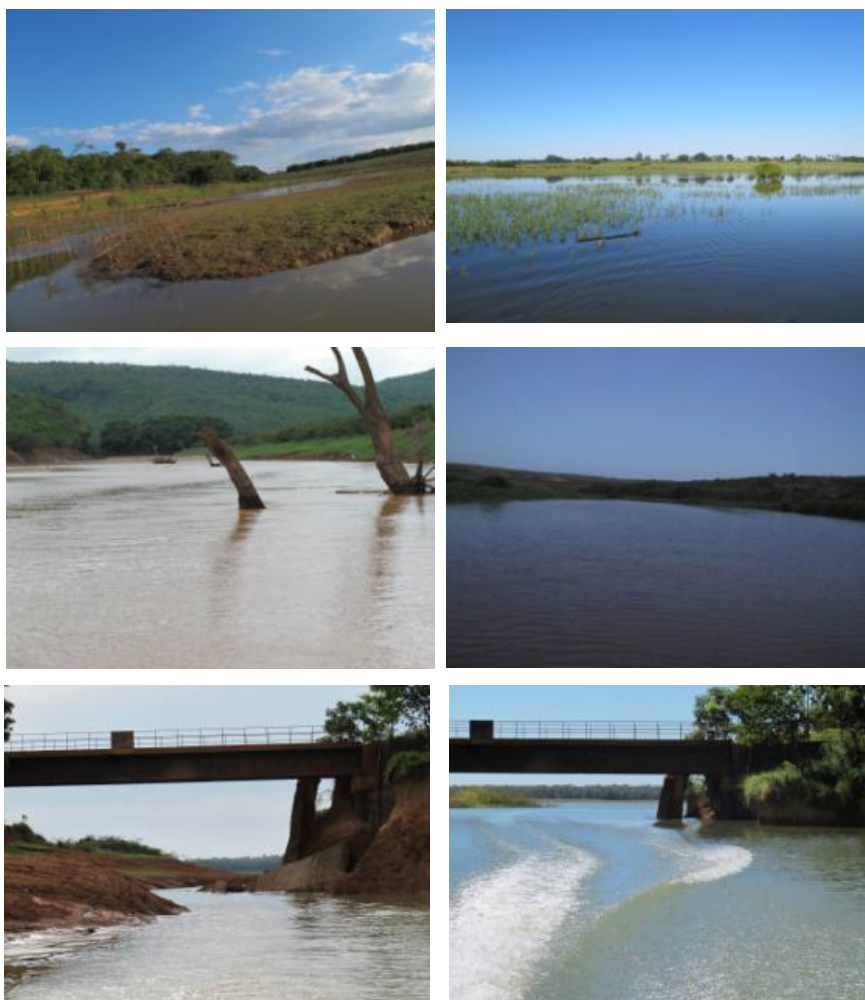


Figura 5 Panorama dos afluentes onde foram realizadas as coletas com flutuações devido a influência do nível do reservatório e precipitação. De cima para baixo cada linha representa um afluente, São Vicente; Forquilha; Boi; Extrema Grande; Paraopeba; Indaiá; São Francisco; Extrema; Borrachudo; Sucuriú.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A. et al. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes? **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 5, p. 121-130, 2007.
- \_\_\_\_\_. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Parana River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, London, v. 14, n. 1, p. 11-19, Mar. 2004.
- \_\_\_\_\_. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognose on aging. In: TUNDISI, J. G.; STRAKRABA, M. (Ed.). **Theoretical reservoir ecology and its application**. São Carlos: International Institute of Ecology; Brazilian Academy of Science and Backhuys Publishers, 1999. p. 227-265.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: EDUEM, 2007. 501 p.
- AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, n. 4, p. 1119-1132, Nov. 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2008. 236 p.
- ANTÔNIO, R. R. et al. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 177-184, Apr. 2007.
- ARAÚJO, F. G.; SANTOS, L. N. Distribution of fish assemblages in Lajes reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 61, n. 4, p. 563-576, Nov. 2000.
- BALON, E. Reflections on some decisive events in the early life of fishes. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 113, p. 178-185, 1984.
- BAXTER, R. M. Environmental effects of dams and impoundments. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 8, p. 255-283, 1977.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias**: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. Brasília: CODEVASF, 1988. 115 p.

FERNANDES, R. et al. Effects of the hydrological regime on the ichthyofauna of riverine environments of the Upper Paraná River floodplain. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 69, n. 2, p. 669-680, June 2009.

GODINHO, A. L.; LAMAS, I. R.; GODINHO, H. P. Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 87, n. 2, p. 143-162, June 2010.

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

HOEINGHAUS, D. J. et al. Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. **Conservation Biology**, Boston, v. 23, n. 5, p. 1222-1231, Oct. 2009.

KELSO, W. E.; RUTHERFORD, D. A. Collection, preservation, and identification of fish eggs. In: MURPHY, B. R.; WILLIS, D. W. (Ed.). **Fisheries techniques**. Bethesda: American Fisheries Society, 1996. p. 255-285.

LAMAS, I. R. **Análise de características reprodutivas de peixes brasileiros de água doce, com ênfase no local de desova**. 1993. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1993.

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

OKADA, E. K.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. Spatial and temporal gradients in artisanal fisheries of a large Neotropical reservoir, the Itaipu Reservoir, Brazil. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 62, n. 4, p. 714-724, Apr. 2005.

POFF, N. L. et al. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. **BioScience**, Washington, v. 47, n. 11, p. 769-784, Dec. 1997.

POMPEU, P. S.; AGOSTINHO, A. A.; PELICE, F. M. Existing and future challenges: the concept of successful fish passage in South America. **River Research and Applications**, Chichester, v. 28, n. 4, p. 504-512, May 2011.

POMPEU, P. S. et al. Downstream passage of fish larvae and eggs through a small-sized reservoir, Mucuri River, Brazil. **Zoologia**, Curitiba, v. 28, n. 6, p. 739-746, Dec. 2011.

SANCHES, P. V. et al. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. **River Research Applications**, Chichester, v. 22, n. 5, p. 555-565, June 2006.

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

SUZUKI, F. M.; PIRES, L. V.; POMPEU, P. S. Passage of fish larvae and eggs through the Funil, Itutinga and Camargos Reservoirs on the upper Rio Grande, Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 617-622, July 2011.

THORNTON, J.; STEEL, A.; RAST, W. Reservoirs. In: CHAPMAN, D. (Ed.). **Water quality assessments: a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. 2<sup>nd</sup> ed. Geneva: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. p. 369-412.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, 1996. 169 p.

WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes**. London: Chapman & Hall, 1991. 404 p.

**SEGUNDA PARTE**

**ARTIGOS**

**ARTIGO 1**

**DISTRIBUIÇÃO E COMPOSIÇÃO DO ICTIOPLÂNTON NO  
RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, MG, BRASIL\***

\* Formato segundo o periódico Neotropical Ichthyology



## RESUMO

Os trabalhos desenvolvidos com ictioplâncton na região neotropical têm aumentado cada vez mais. Entretanto, devido à megadiversidade presente nesta região, ainda são necessários estudos que avaliem e identifiquem áreas de desova e de desenvolvimento de ovos e larvas de peixes de água doce nas várias bacias presentes no Brasil. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a distribuição e composição do ictioplâncton presente no reservatório de Três Marias, MG, Brasil. Coletas foram realizadas durante o período chuvoso de novembro de 2011 a abril de 2012, em intervalos de 20 dias, com coletas pela manhã e noite, em 10 afluentes ao redor do reservatório de Três Marias. Foram coletadas 4127 larvas, com 22 grupos taxonômicos identificados. Larvas de *Anchoviella vaillanti*, Anostomidae e Characidae foram as mais abundantes. O ribeirão do Boi e a campanha iniciada em fevereiro 2012 foram, respectivamente, o afluente e a campanha que apresentaram as maiores densidades de larvas durante o período de estudo. Foram capturados 2281 ovos de peixes. A campanha iniciada em novembro de 2011 e o rio São Francisco foram, respectivamente, a campanha e o rio com maior captura de ovos. A captura destes ocorreu principalmente nos trechos lóticos, não havendo diferenças nictemerais. Larvas foram capturadas em todos os pontos estudados, porém com marcada diferença na composição de espécies entre regiões no reservatório, e com baixa similaridade entre pontos localizados em ambientes lóticos e lênticos (24.44%). Por outro lado, há uma altíssima similaridade entre os pontos lênticos (80.05%), sendo as larvas de *A. vaillanti* responsáveis por 98.65% desta similaridade. Não foram observadas relações entre a precipitação e vazão dos rios com as densidades de larvas observadas. Nossos resultados indicam que há populações estruturadas na região do reservatório que utilizam regiões próximas aos tributários como áreas de desova. Quando associados à presença de locais de desenvolvimento inicial, estes tributários devem ser alvos para ações de manejo e conservação da ictiofauna presente no reservatório.

Palavras-chaves: Ecologia de reservatório. Substituição de espécies. Ictioplâncton. Impactos de reservatório. Distribuição de ovos e larvas.

## ABSTRACT

The studies done with ichthyoplankton in the Neotropical region have grown increasingly. However due to megadiversity present in this region, further studies are necessary to evaluate and identify areas for spawning and development of eggs and larvae of freshwater fish in the various basins present in Brazil. In this regard, the present study attempts to evaluate the distribution and composition of ichthyoplankton present in the region of influence of the Três Marias reservoir, MG, Brazil. Samples were collected during the rainy season from November 2011 to April 2012, at intervals of 20 days, with daytime and evening collections in 10 tributaries around the Três Marias reservoir. It 4127 larvae were collected, with 22 taxa identified, larvae *Anchoviella vaillanti*, Anostomidae and Characidae were the most representative among larvae collected. The Boi stream and the campaign began in February 2012 were, respectively, the affluent and the campaign that presented the highest densities of larvae during the study period. We identified 2281 fish eggs, the campaign began in November 2011 and the São Francisco river were, respectively, the affluent and the campaign to highest capture eggs. Our results indicate that the presence of eggs occurs primarily in lotic stretches and that is reduced in lentic stretches, no differences diel. We observe that there are larvae at all points studied, but there is a marked difference in species composition between these points. There is a low similarity in lotic points (22.66%), and that these points are significantly different points in the transition region and lacustrine. Moreover, there is a very high similarity between points lentic (80.05%) and larvae of *A. vaillanti* responsible for 98.65% of this similarity and the points in the transition region and lacustrine are similar. We have not identified relationship of precipitation and river flows with densities of larvae observed. Our results indicate that there are structured populations in the region that use the reservoir regions close to the tributaries as spawning areas and development. There are specific times of fish reproduction in the rainy season, this should be considered for more effective measures for conservation and management actions in the reservoir.

Keywords: Reservoir ecology. Fish larvae and eggs. Impacts of reservoir. Ichthyoplankton distribution.

## 1 INTRODUÇÃO

Os ambientes de água doce abrigam um número estimado de 12.000 espécies de peixes estritamente dulcícolas (Nelson 2006). Toda esta riqueza concentra-se em apenas aproximadamente 1% da superfície do nosso planeta (Dodds 2002). Na região neotropical, o Brasil configura-se como o país mais diverso com cerca de 4.000 espécies válidas, sendo que este número tem aumentado exponencialmente com a descoberta de novas espécies a cada ano (Reis *et al.* 2003). A grande diversidade de espécies de peixes reflete nas variedades de comportamentos reprodutivos, plasticidade morfológica, plasticidade trófica e sensibilidade a diversos ambientes (Gatz Jr 1979; Wootton 1991; Vazzoler 1996; Esteves & Aranha 1999).

O conhecimento da história de vida dos animais é de extrema importância para compreender como uma espécie se comporta ao longo de seu tempo de vida (Clutton-Brock & Sheldon 2010). A reprodução é um dos aspectos pouco conhecidos da história de vida dos peixes, tanto pela diversidade que o grupo apresenta em suas estratégias reprodutivas quanto pela quantidade de espécies que necessitam de estudos mais aprofundados (Carolsfeld *et al.* 2003).

No Brasil, os estudos com ovos e larvas de peixes de água doce têm abordado: (1.) a distribuição espaço-temporal da assembleia de larvas e ovos de peixes em determinados ambientes (rios, lagoas, reservatórios) (Bialetzki *et al.* 2005; Hermes-Silva *et al.* 2009; Gogola *et al.* 2010), (2.) a influência de fatores ambientais na distribuição do ictioplâncton (Lima & Araújo-Lima 2004; Nascimento & Nakatani 2006; Reynalte-Tataje *et al.* 2011), (3.) o impacto da presença de reservatórios sobre sua deriva (Agostinho *et al.* 2007b; Pompeu *et al.* 2011b; Suzuki *et al.* 2011; Reynalte-Tataje *et al.* 2012) e, em alguns casos, (4.) o estudo detalhado do desenvolvimento larval e morfologia do ovo de

algumas espécies (Nakatani *et al.* 2001; Rizzo *et al.* 2002; Santos & Godinho 2002; Silva *et al.* 2010).

A maioria dos rios de maior porte no Brasil sofre a influência de empreendimentos hidrelétricos (Agostinho *et al.* 2008), mas a demanda por energia elétrica faz com o que o número de novas usinas hidrelétricas cresça a cada ano (ANEEL 2008). Porém, na maioria dos casos, não existem informações sobre a dinâmica dos ovos e larvas de peixes anteriores à construção destas usinas, dificultando a criação de ações de manejo e conservação nas áreas após a formação do reservatório. Este é o caso da Usina de Três Marias, localizada na calha do rio São Francisco região do Alto São Francisco, onde ainda não foram realizadas avaliações sobre a dinâmica do ictioplâncton proveniente de seus afluentes, estando os trabalhos disponíveis relacionados apenas à ontogenia larval de algumas espécies (Bazzoli *et al.* 1997; Santos & Godinho 2002; Godinho *et al.* 2003).

O presente estudo teve como objetivo geral avaliar a distribuição e composição do ictioplâncton proveniente dos principais afluentes do reservatório de Três Marias, em um gradiente longitudinal a partir de sua foz, avaliando quais fatores limnológicos e hidrológicos mais influenciam nestes parâmetros, e tentando responder às seguintes perguntas: (i) Existe diferença na composição do ictioplâncton entre os pontos nos trechos lóticos e lênticos? (ii) Há relação dos fatores limnológicos e hidrológicos com os períodos de maior abundância de ovos e larvas de peixes? (ii) Existe relação entre a riqueza de ictioplâncton e o tamanho do rio?

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

A usina hidrelétrica de Três Marias é a única construída na calha principal do rio São Francisco em seu trecho superior e possui uma potência instalada de 396.000 kW (Figura 1) (Godinho & Godinho 2003; ANEEL 2008).

O reservatório formado pela barragem é do tipo acumulação, possui tempo de residência (capacidade de renovação total da água do reservatório) variando de 142 a 372 dias, e devido à extensão do reservatório os parâmetros limnológicos variam de acordo com a área estudada. O clima da região, considerando a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical de savana com inverno seco, temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C.

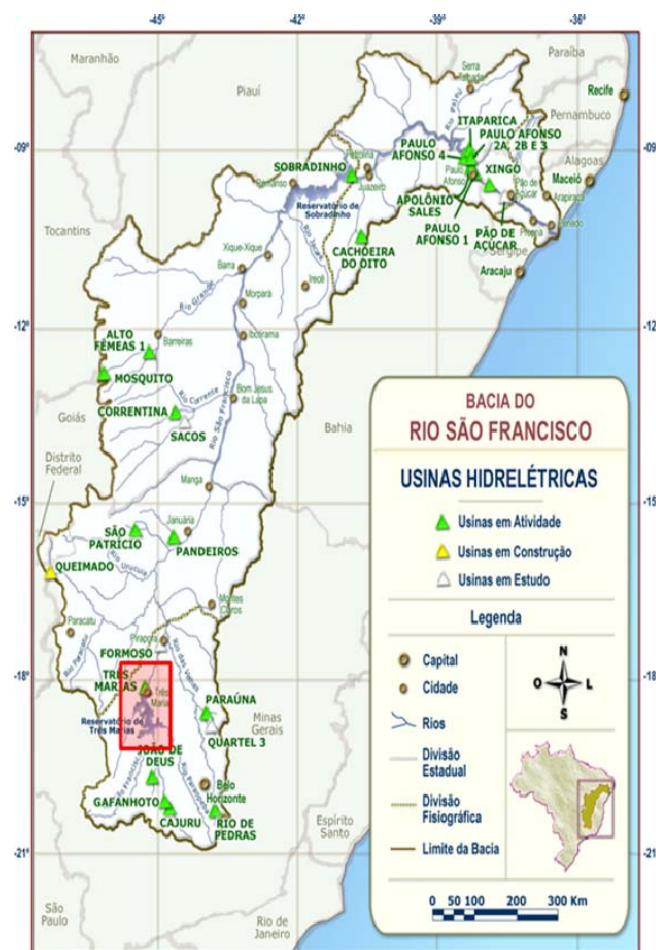


Figura 6 Mapa demonstrativo do número de UHE ao longo da bacia do rio São Francisco, em destaque a região de estudo (reservatório de Três Marias-MG).

O reservatório de Três Marias formado pelo barramento do rio São Francisco possui como principais afluentes os rios Paraopeba, São Vicente, Sucuriú, Indaiá, Extrema, Borrachudo e Boi (Esteves *et al.* 1985). Quando atinge sua cota máxima, a área de inundação do reservatório cobre uma área de 1050 km<sup>2</sup> com um volume da ordem de 21 bilhões de metros cúbicos. Apesar de importante capacidade de geração, foi construído com o objetivo principal de

regularização do rio São Francisco e possibilitar a navegação entre Pirapora e Juazeiro (Britski *et al.* 1988). Os municípios de Felixlândia, Morada Nova de Minas, Biquinhas, Paineiras e parcialmente Barreiro Grande se situam ao redor da represa da hidrelétrica de Três Marias e tiveram parte de suas áreas inundadas.

O reservatório é alvo de interesse turístico e comercial, principalmente pela pesca. A fim de preservar os estoques pesqueiros, há relatos de “peixamentos” realizados desde 1980. Tal prática levou a introdução de espécies que haviam se extinguido na porção montante da barragem no alto São Francisco, além de espécies exóticas. Apenas no ano de 1987 houve a introdução de 1 milhão de alevinos de Curimatã, Pacu-comum e Piau-verdadeiro na represa de Três Marias (CODEVASF 1989).

Na bacia do Paraná esta prática não é realizada tão comumente, canalizando os esforços predominantemente em levantamentos, estudos de monitoramento dos desembarques pesqueiros como meio de avaliar as ações implementadas para tal finalidade (Agostinho *et al.* 2007a). No reservatório de Três Marias, apesar de existirem estudos de levantamento e monitoramento da ictiofauna, os “peixamentos” ainda são realizados, priorizando a introdução de espécies nativas.

### **Coleta dos dados**

O período de reprodução de várias espécies de peixes está intimamente relacionado aos períodos de maior vazão (picos de cheias) (Winemiller 1989; Vazzoler 1996; Humphries *et al.* 2002; Carolsfeld *et al.* 2003). Na região de Três Marias este período está distribuído nos meses de dezembro a março (Figura 2), ao longo do qual foram distribuídas as coletas.

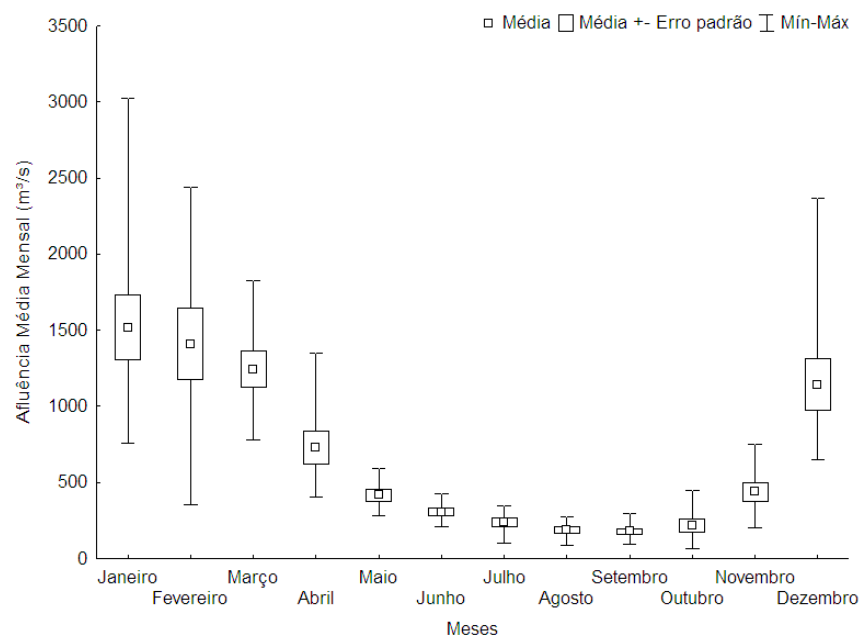


Figura 7 Dados de afluência média mensal nos últimos 9 anos na região do reservatório de Três Marias (CEMIG, 2011).

Foram selecionados para este estudo os dez afluentes de maior porte do reservatório de Três Marias. Em cada um deles foram amostradas três regiões: região lítica (foz, profundidade média de 3.18 metros) imediatamente à montante do reservatório; e as regiões localizadas no corpo do reservatório, a jusante, nas distâncias de 10 km (profundidade média de 14.53 metros) e 20 km (profundidade média de 25.9 metros) (Figura 3). Desta forma, foram amostrados 30 pontos de coleta.

As coletas foram realizadas no período diurno e noturno em intervalos de 20 dias, entre dezembro de 2011 e março de 2012, totalizando 8 eventos de amostragem por ponto. As amostragens diurnas ocorreram, preferencialmente, no período das 06h00min até as 09h00min e as noturnas no período 18h00min às 21h00min. Cada conjunto de três pontos por rio era amostrado no mesmo dia, totalizando 10 dias de coleta por campanha.



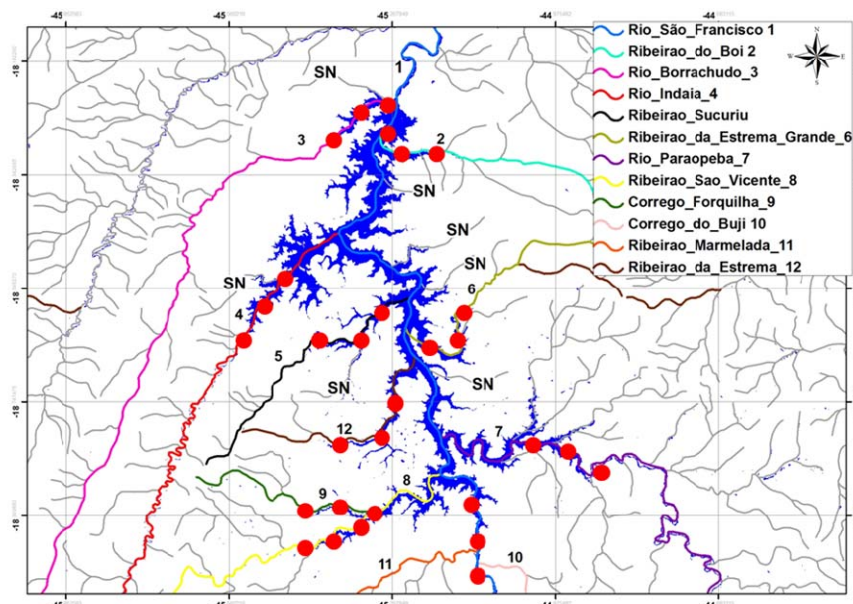


Figura 3 Distribuição dos pontos de coleta no reservatório de Três Marias.

### Fatores limnológicos e hidrológicos

Os parâmetros físico-químicos (oxigênio, condutividade, temperatura) da água em cada ponto de coleta foram avaliados com o auxílio da sonda multi-parâmetro (YSI 556 MPS, Multi Probe System) e a transparência da água foi avaliada usando um disco de Secchi (Nakatani *et al.* 2001). Foram obtidos também dados sobre a precipitação na região do reservatório, através da Companhia Energética de Minas Gerais-CEMIG, e dados de Vazão Média em longo prazo (Qmlp) através do Atlas Digital das Águas de Minas.

### **Amostragem do ictioplâncton**

A amostragem do ictioplâncton foi realizada com o auxílio de rede cônica, com malha de 500 micrômetros, 1,45 m de extensão e 38 cm de diâmetro na abertura, com fluxômetro (General Oceanic) posicionado na abertura (Figura 4). As redes foram posicionadas na região central do corpo d'água e, onde havia correnteza, submersas durante 10 minutos.

Nos pontos inseridos no reservatório, onde a correnteza era reduzida, a rede foi lançada atrás do barco (distante aproximadamente 10 metros, e na profundidade de aproximadamente 1.5 metros fixados com auxílio de peso e boia) e em velocidade reduzida arrastada também por 10 minutos (Nakatani *et al.* 2001). O material coletado foi conservado em potes de vidro com solução de formalina a 4%, tamponada com carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e identificado de acordo com a data, horário, local.

A triagem e, posteriormente, a identificação do ictioplâncton foram realizadas sob o estereoscópio Carl Zeiss ® Stemi DV4 sobre a placa de triagem do tipo Bogorov, a identificação foi realizada segundo Nakatani e colaboradores (2001).

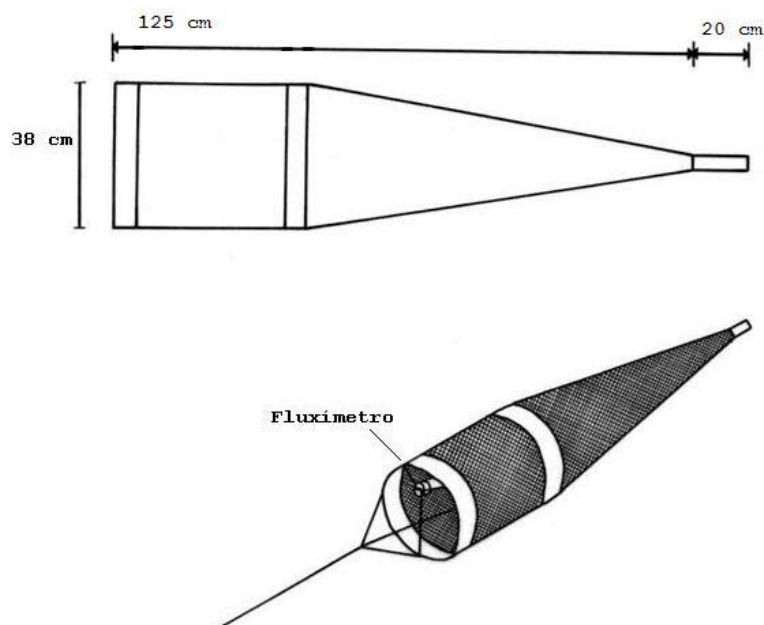


Figura 4 Ilustração da rede cônica de ictioplâncton e suas dimensões.

### **Análise dos dados**

O comportamento das variáveis limnológicas nos diferentes pontos de coleta foi avaliado através de análise de componentes principais (PCA), realizada para as coletas com maior (dezembro de 2011) e menor (fevereiro de 2012) precipitação, para se ter um panorama da influência do reservatório na foz de cada rio e vice-versa.

A variação espacial da densidade de ictioplâncton para cada afluente foi avaliada com base no volume filtrado e no número de ovos e larvas registradas, sendo expressa em números por metro cúbico. Desta forma, o número de ovos e larvas coletadas foi padronizado para um volume de 10 m<sup>3</sup> de água filtrada (Tanaka 1973).

Para avaliar possíveis diferenças entre as densidades de ovos e/ou larvas nos setores (ponto lótico, ponto a 10 km e 20 km), e variações nictemerais (dia e noite) foi utilizado teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, quando necessário foram realizados testes *post-hoc* para identificar diferenças entre os grupos.

Para avaliação da distribuição da comunidade em relação a sua abundância e composição foi utilizada a técnica de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS), com padronização da abundância pela abundância total, e utilização do índice de Bray-Curtis para a matriz de similaridade. Diferenças entre os setores foram testadas através de ANOSIM (Análise de Similaridade), e os grupos taxonômicos que mais contribuem para a dissimilaridade entre os pontos foram avaliados através da análise de SIMPER (Porcentagem de Similaridade). Estas análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Primer 6 & Permanova.

Sempre que necessário, os dados foram analisados quanto a sua normalidade utilizando o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Todas as análises dos dados foram realizadas com o auxílio do software Statistica (StatSoft 2007).

Finalmente, o panorama regional da distribuição do ictioplâncton foi avaliado através de mapas de densidade de ovos e larvas de peixes no reservatório de Três Marias.

### 3 RESULTADOS

Os pontos de coleta se mostraram heterogêneos com relação às suas características limnológicas, com os pontos localizados na foz dos afluentes no reservatório à direita do gráfico, relacionados à menor transparência, mesmo no período de menor precipitação (Figura 5). Na coleta com maior precipitação (dezembro de 2011), o padrão se manteve. No entanto, para os rios de maior porte (São Francisco e Paraopeba), a chuva foi capaz de aproximar as características dos pontos localizados a 10 km, daqueles localizados em ambientes lóticos (Figura 6).

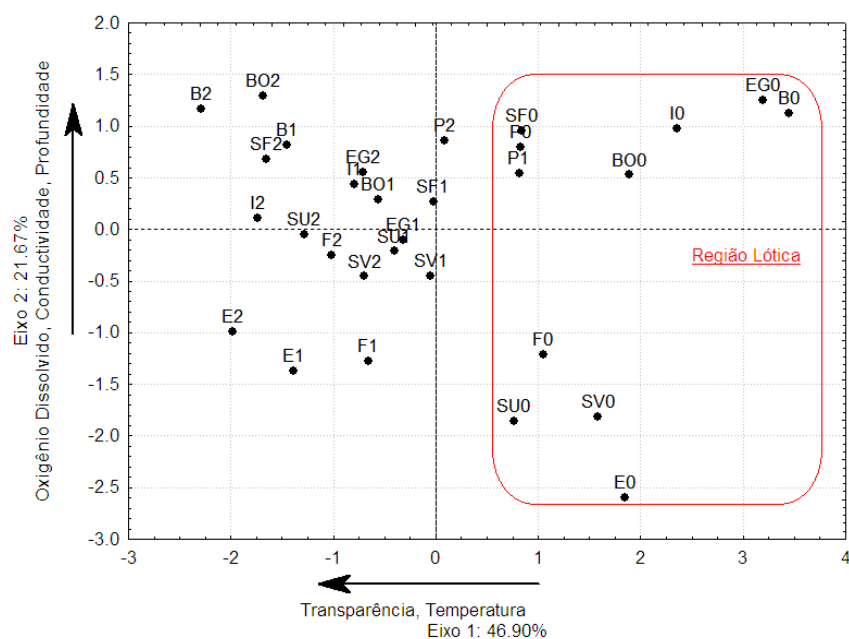


Figura 5 Representação gráfica da PCA em relação às características limnológicas na campanha 6 (fevereiro 2012), as letras correspondem a cada rio (B=Boi; BO=Borrachudo; EG=Extrema Grande; SU=Sucuriú; E=Extrema; P=Paraopeba; I=Indaiá; SF=São Francisco; SV=São Vicente; F=Forquilha), e os números aos ponto de coleta (0=trecho lótico; 1=10 km jusante; 2=20 km jusante).

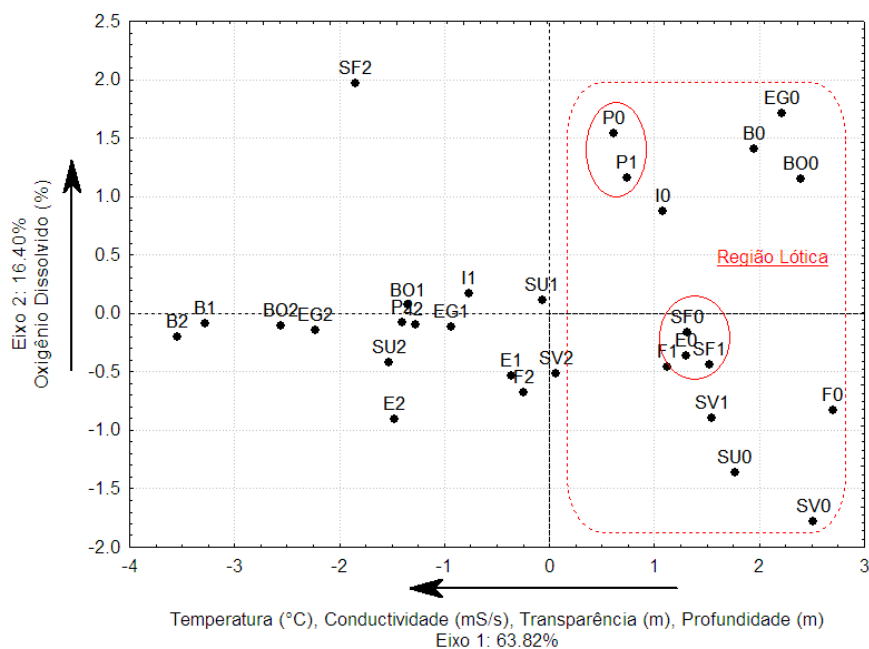


Figura 6 Representação gráfica da PCA em relação às características limnológicas na campanha 3 (dezembro 2011), as letras correspondem a cada rio (B=Boi; BO=Borrachudo; EG=Extrema Grande; SU=Sucuriú; E=Extrema; P=Paraopeba; I=Indaiá; SF=São Francisco; SV=São Vicente; F=Forquilha), e os números aos ponto de coleta (0=trecho lótico; 1=10 km jusante; 2=20 km jusante).

Durante o período de estudo foi amostrado um total de 2281 ovos, com capturas em todos os afluentes avaliados. O São Francisco foi o rio que apresentou o maior número de ovos capturados (1196), e também a maior densidade média durante o período estudado, 8.04 ovos/10m<sup>3</sup> (Figura 7). Não houve diferenças nictemerais em relação à densidade de ovos (teste Kruskal-Wallis,  $p=0.4995$ ).

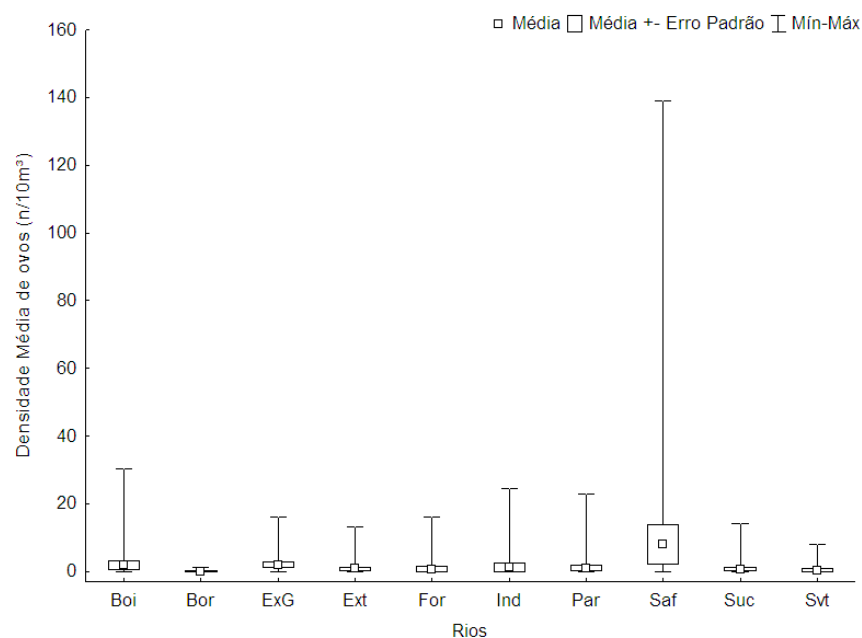


Figura 7 Densidade de ovos ( $10m^3$ ) em cada rio. Eixo X representa cada rio Boi=Boi; Bor=Borrachudo; ExG=Extrema Grande; Ext=Extrema; For=Forquilha; Ind=Indaiá; Par=Paraopeba; Saf=São Francisco; Suc=Sucuriú; Svt=São Vicente.

Os trechos localizados na foz dos tributários no reservatório de Três Marias apresentaram densidades de ovos significativamente superiores aos pontos de coleta no reservatório, sendo pequenas as diferenças entre aqueles localizados a 10 km ou 20 km no reservatório; o teste *post-hoc* demonstrou que o trecho lótico é diferente dos demais e os trechos a 10 km e 20 km são similares (Figura 8). Apesar de em todas as coletas terem sido capturados ovos, pico de captura foi observado ao final de novembro, coincidindo com o aumento da intensidade das chuvas na região (Figura 9).

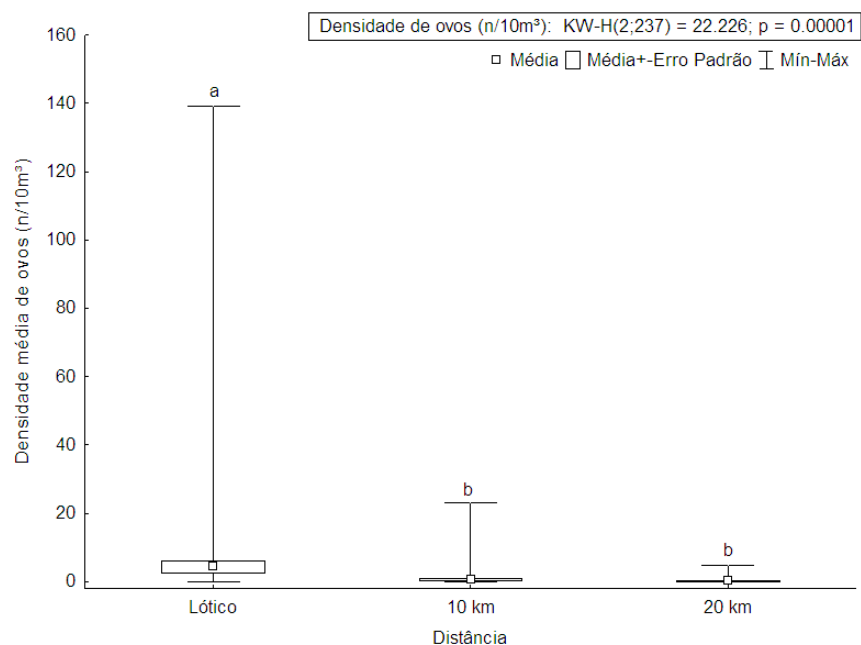


Figura 8 Densidade de ovos ( $10m^3$ ) por setor. Eixo X, Trecho lótico; Trecho 10 km a jusante do trecho lótico; Trecho 20 km a jusante do trecho lótico. Letras iguais representam grupos estatisticamente iguais.

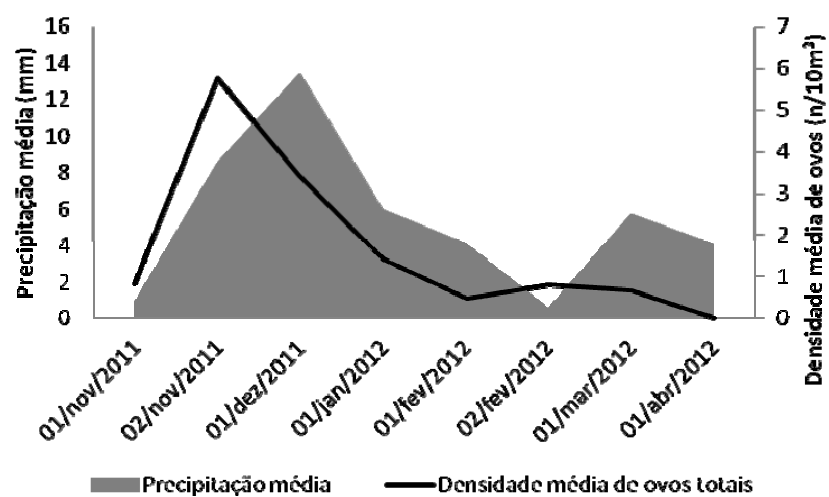


Figura 9 Variação da densidade média de ovos ( $n/10m^3$ ) e precipitação ao longo do período de estudo (eixo X representa o período de captura).



Foram capturadas 4127 larvas distribuídas em 22 morfotipos, além de larvas que não foram possíveis de identificar por estarem danificadas ou em estágios iniciais de desenvolvimento (Tabela 1). Foram capturadas larvas em todas as campanhas e em todos os afluentes amostrados, com poucas diferenças nas densidades entre afluentes (Figura 10) ou entre períodos de coleta.

No entanto, foram registrados dois picos de abundância de larvas (Figura 11): um relacionado com o pico de cheia (precipitação), dado pela captura de um grande número de indivíduos de espécies migradoras e outro inversamente correlacionado com os níveis de precipitação, dado pela captura de *Anchoviella vaillanti*.

Tabela 1 Grupos taxonômicos, número de indivíduos total e densidade média de larvas (indivíduos/10m<sup>3</sup>) de peixes, coletados nos afluentes do reservatório de Três Marias, MG, Brasil (espécies migradoras em negrito).

Grupo Taxonômico	N	Média de Densidade
Ordem Clupeiformes		
Engraulidae		
<i>Anchoviella vaillanti</i> (Steindachner, 1908)	2847	2.446821
Ordem Characiformes <sup>1</sup>	5	0.240734
Parodontidae <sup>2</sup>	5	0.768246
Curimatidae <sup>2</sup>	66	1.650319
Prochilodontidae		
<b><i>Prochilodus</i> spp.</b>	<b>145</b>	<b>2.592088</b>
Anostomidae <sup>2</sup>	544	4.123214
Crenuchidae		
<i>Characidium</i> spp.	1	0.305656
Characidae <sup>2</sup>	214	1.56015
<i>Tetragonopterus chalceus</i> Spix & Agassiz, 1829	1	0.286666
Bryconinae		
<b><i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864</b>	<b>2</b>	<b>0.276297</b>
Serrasalminae		
<i>Serrasalmus</i> spp.	25	0.747325
Cheirodontinae		
<i>Serrapinnus</i> spp.	1	0.299943

“Tabela 1, conclusão”

Ordem Siluriformes <sup>1</sup>	4	0.264479
Callichthyidae <sup>2</sup>	1	0.336491
Loricariidae		
Hypostominae		
<i>Rhinelepis aspera</i> Spix & Agassiz, 1829	34	2.507634
Pimelodidae <sup>2</sup>	178	1.414863
<b><i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix &amp; Agassiz, 1829)</b>	<b>2</b>	<b>0.27045</b>
<i>Bergiaria westermanni</i> (Lütken, 1874)	1	0.320937
Doradidae		
<i>Franciscodoras marmoratus</i> (Reinhardt, 1874)	6	0.80884
Ordem Gymnotiformes <sup>1</sup>	1	0.173265
Gymnotidae		
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	1	0.313997
Ordem Perciformes		
Sciaenidae <sup>2</sup>	1	0.256934
Recém-eclodidas	27	1.532127
Danificadas	15	0.467586

<sup>1</sup> Identificado a nível de ordem; <sup>2</sup> Identificado a nível de família

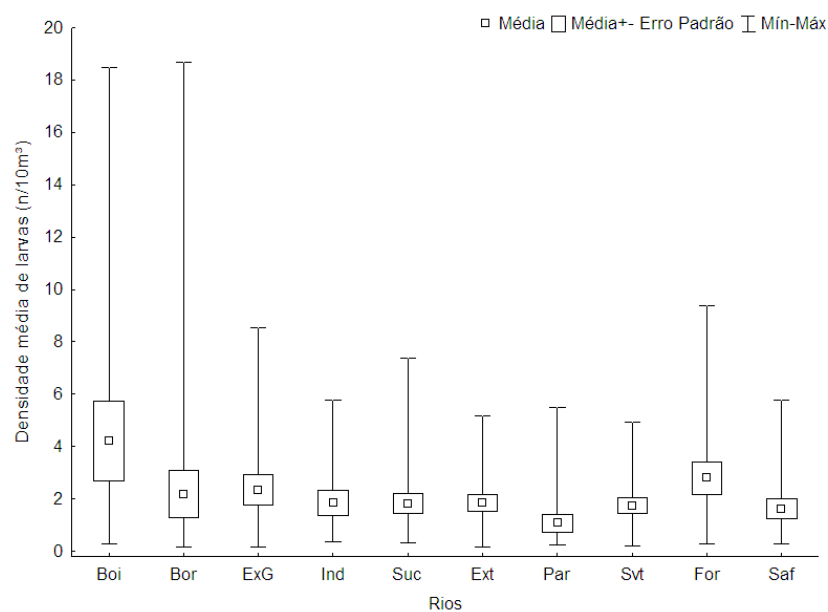


Figura 10 Densidade média de larvas totais por rio. Eixo X representa cada rio Boi=Boi; Bor=Borrachudo; ExG=Extrema Grande; Ext=Extrema; For=Forquilha; Ind=Indaiá; Par=Paraopeba; Saf=São Francisco; Suc=Sucuriú; Svt=São Vicente.

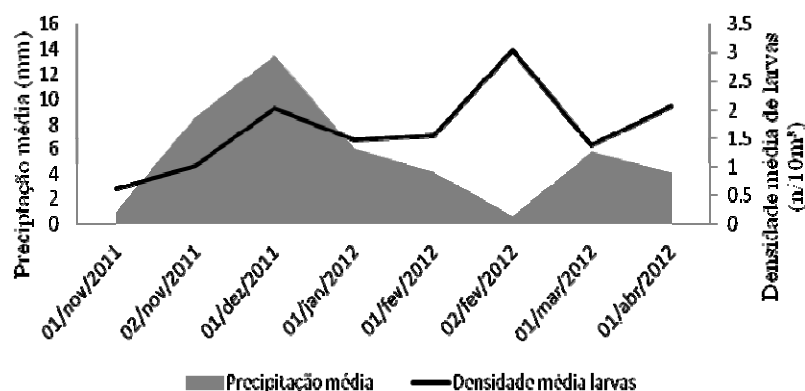


Figura 11 Variação da densidade média de larvas ( $n/10m^3$ ) e precipitação na região de Três Marias, MG ao longo do período de estudo. Eixo X representa o período de captura.

Os grupos taxonômicos mais representativos em números de indivíduos foram *A. vaillanti*, Anostomidae e Characidae com 2847, 544 e 214, respectivamente. Já em termos de densidade de larvas ( $n/10m^3$ ) sobressaíram Anostomidae, *Prochilodus* spp. e *R. aspera* com 4.12, 2.59 e 2.51 larvas / $10m^3$ , respectivamente.

*Prochilodus* spp., *P. corruscans* e *B. orthotaenia* são reconhecidamente peixes que apresentam atividade migratória (conhecidos como peixes de Piracema) e representaram cerca de 4,28 % do número total de indivíduos capturados, ou 4,18% da densidade de larvas. Podemos considerar também que parte dos indivíduos de Anostomidae e Pimelodidae podem ser de espécies de peixes migradores. Considerando apenas as três espécies de migradores, estas foram coletadas em sete rios sendo eles Boi, Borrachudo, Paraopeba, São Francisco, Forquilha, Sucuriú e São Vicente.

A Análise de nMDS indicou que existe um agrupamento das amostras do setores localizados no corpo do reservatório (10 km e 20 km), enquanto os

pontos de ambientes lóticos apresentam uma maior dispersão, com menor similaridade entre suas comunidades (Figura 12).

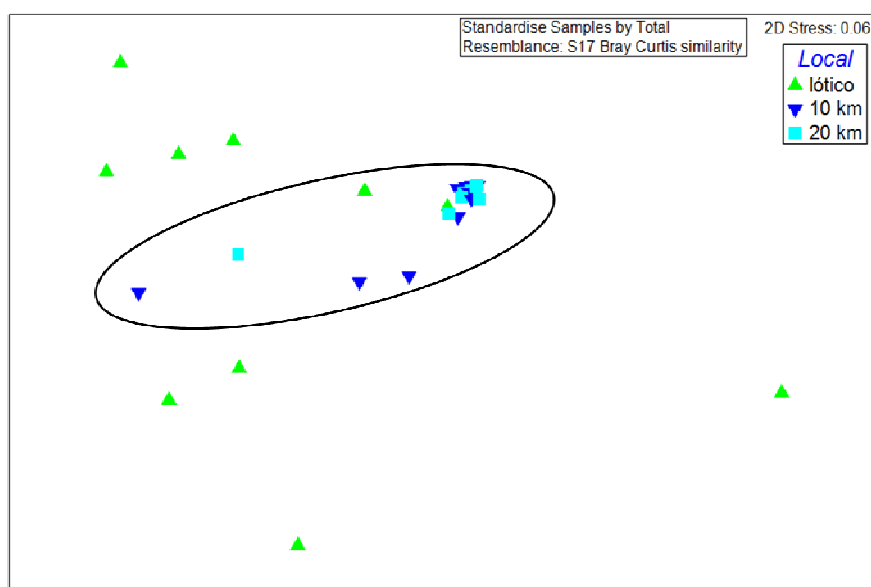


Figura 12 Representação gráfica do resultado da nMDS (Non-Metric Multidimensional Scaling) para a comunidade de ictioplâncton da região do reservatório de Três Marias.

De acordo com a Análise de Similaridade (ANOSIM), podemos constatar que as comunidades encontradas nos setores lóticos são significativamente diferentes daquelas localizadas a 10 km ( $R=0.302$  ;  $p=0.04$ ), e a 20 km no corpo do reservatório ( $R=0.453$  ;  $p=0.001$ ), enquanto estas (10 km e 20 km) não apresentaram diferenças significativas entre suas comunidades ( $R=0.015$  ;  $p=56.6$ ).

A análise de SIMPER indicou que a presença de Anostomidae e Pimelodidae nos pontos lóticos e a predominância de *A. vaillanti* a 10 km e 20 km no reservatório, foram os principais responsáveis pelos padrões de dissimilaridade observados (Tabela 2).

Tabela 2 Valores de Abundância Média de larvas das principais espécies responsáveis pelas dissimilaridades encontrados entre os setores Lótico, 10 km e 20 km (valores obtidos na análise de SIMPER).

<b>Espécies</b>	<b>Abundância Média no setor Lótico</b>	<b>Abundância Média Setor 10 km</b>	<b>Abundância Média Setor 20 km</b>
<i>A.vaillanti</i>	19.74	76.45	88.41
Anostomidae	29.65	5.16	2.98
Pimelodidae	12.32	2.14	1.29
<i>Prochilodus</i> spp.	8.43	5.41	1.7
<i>Serrassalmus</i> spp.	10.18	0.58	0.54
Characidae	5.12	5.44	-

Não houve diferenças significativas em relação às capturas diurnas e noturnas em relação à densidade total de larvas (teste Kruskal-Wallis,  $p=0.4951$ ), densidade de larvas de Characiformes (teste Kruskal-Wallis,  $p=0.5905$ ) ou Siluriformes (teste Kruskal-Wallis,  $p=0.9211$ ). Também não se observaram diferenças significativas na densidade de larvas para as três regiões de coleta (teste Kruskal-Wallis,  $p= 0.4642$ ) (Figura 13).

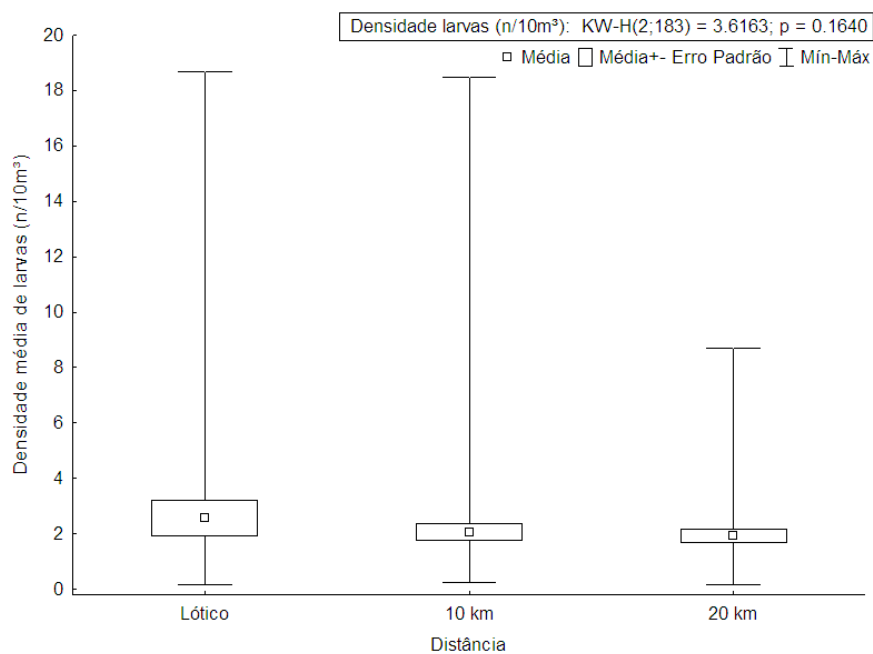


Figura 13 Densidade de larvas (10m<sup>3</sup>) por setor. Eixo X, Trecho lótico; Trecho 10 km a jusante do trecho lótico; Trecho 20 km a jusante do trecho lótico.

A riqueza de grupos taxonômicos de larvas capturadas não se correlacionou com a vazão (Q<sub>mlp</sub>) dos rios avaliados ( $r=0.5361$ ;  $p=0.1102$ ), apesar de nos rios São Francisco e Paraopeba terem sido capturados o maior número de grupos (Figura 14). Também não houve relação significativa da vazão com o número de indivíduos coletados ( $r=0.0340$ ;  $p=0.9257$ ).

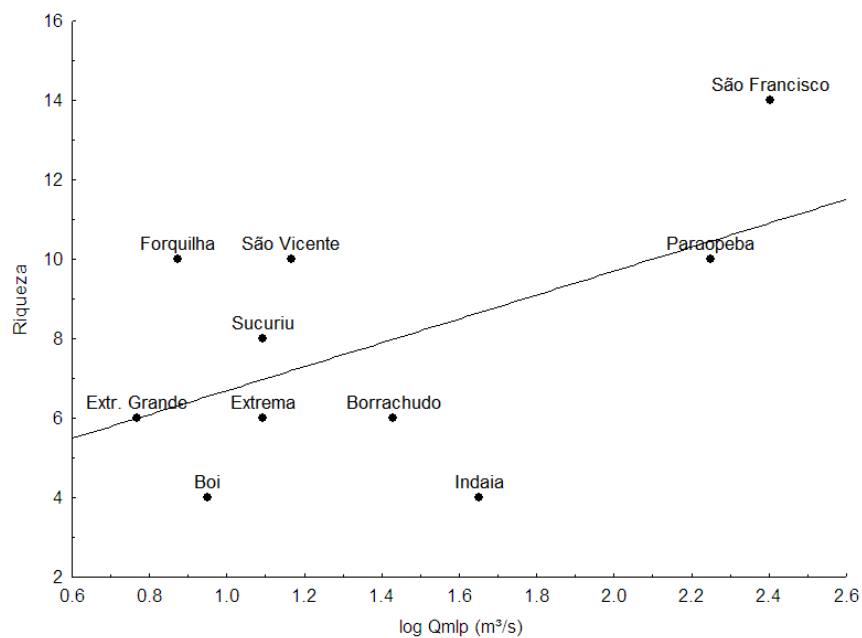


Figura 14 Relação entre a Vazão Média em longo prazo ( $Q_{mp}$ ) com a riqueza de larvas capturadas nos 10 rios amostrados do período de novembro de 2011 a abril de 2013.

O panorama geral da distribuição de ovos e larvas indica que eventos reprodutivos estão associados a todos os afluentes estudados e que, embora larvas sejam encontradas na maioria dos pontos amostrados, a captura de ovos se concentrou nos pontos localizados nas regiões lóxicas (Figura 15 e 16).

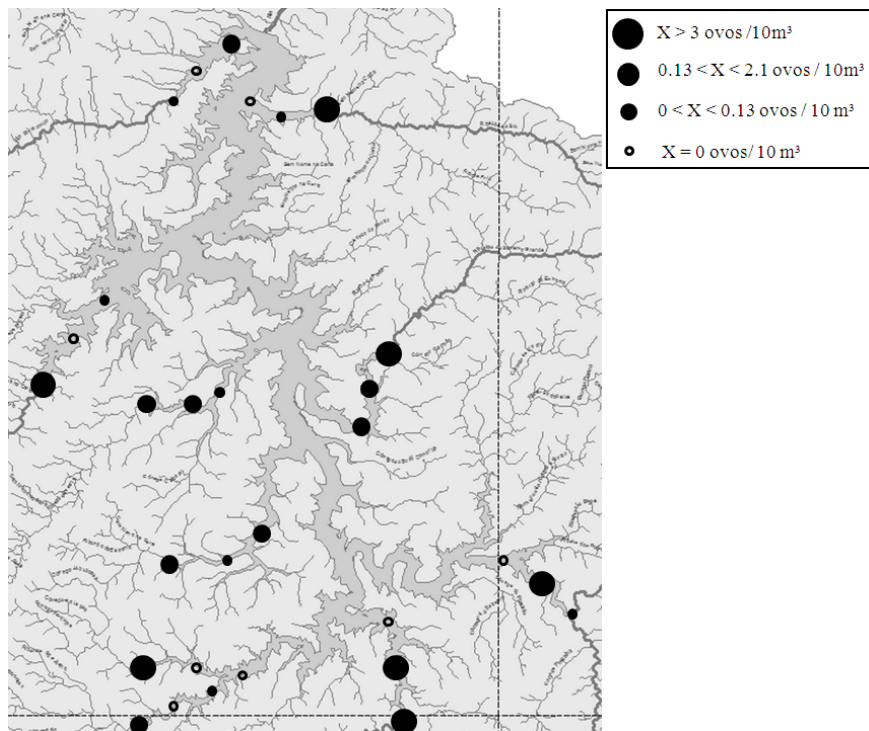


Figura 15 Mapa de densidades da distribuição dos ovos de peixes na região do reservatório de Três Marias (escala 1:250.000).



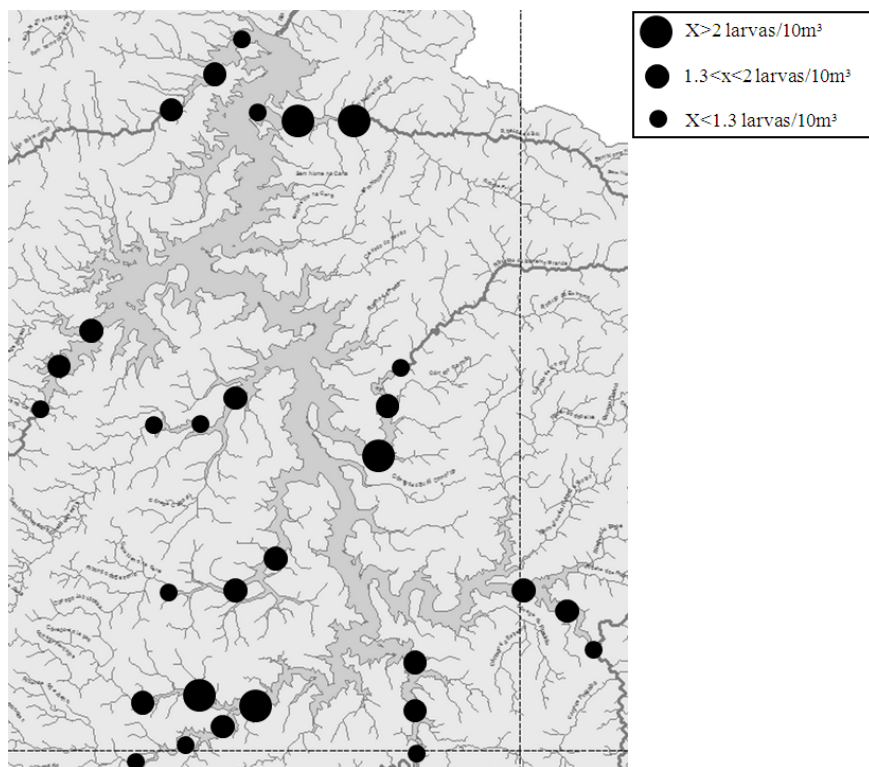


Figura 16 Mapa de densidades da distribuição de larvas de peixes na região do reservatório de Três Marias (escala 1:250.000).

#### 4 DISCUSSÃO

O reservatório de Três Marias abriga uma ictiofauna com 63 espécies, sendo que para a região do Alto São Francisco já foram registradas 100 espécies (Sato & Sampaio 2005). Embora o nível de identificação taxonômica deste estudo não permita uma estimativa precisa, pelo menos 1/3 das espécies presentes no reservatório foram registradas.

Além da diversidade encontrada vale ressaltar também o registro de larvas de *Brycon orthotaenia*, espécie que foi considerada em extinção na região do reservatório (Sato *et al.* 1987). Devido a isso é uma das espécies alvo para os “peixamentos” realizados na represa, desde 2007 foram soltos cerca de 30.000 alevinos da espécie, mas pouquíssimos são os registros de pesca de indivíduos adultos da espécie.

Em regiões tropicais os principais estímulos à reprodução e desova de peixes estão ligados à precipitação pluvial e ao nível de água dos rios (Vazzoler 1996; Sato & Godinho 1999). Independentemente da estratégia reprodutiva adotada pela espécie, a reprodução de peixes neotropicais é altamente sazonal, com grande importância do regime de cheia para as espécies presentes em grandes rios (Agostinho *et al.* 2007a). Esta característica é associada principalmente à maior disponibilidade de alimento provocada pelo início da estação chuvosa (Vazzoler & Menezes 1992). Apesar de registrarmos a reprodução de um grande número de espécies associadas ao período chuvoso, a ausência de relação entre as densidades de ovos e larvas e a precipitação pode estar relacionada à elevada diversidade local de peixes.

A região Neotropical abriga a maior diversidade de peixes do mundo; esta diversidade reflete no grande número de estratégias reprodutivas (Winemiller 1989). Na bacia do São Francisco há uma diversidade de táticas

reprodutivas que refletem em diferentes tempos de reprodução e picos de abundância de ovos e larvas (Lamas 1993; Sato & Sampaio 2005).

Os ribeirões atuam como áreas de refúgios para peixes juvenis de espécies que realizam movimentos migratórios (Godinho & Pompeu 2003b), bem como em áreas de reprodução e desenvolvimento, mesmo sob o impacto de grandes reservatórios (Antônio *et al.* 2007). Além de poderem apresentar locais propícios para a reprodução de espécies reofílicas, estes ambientes podem ser favoráveis pela presença de um maior número de presas e também pela ausência de adultos que possam atuar como predadores. Os resultados mostram a diversidade de larvas de peixes em diferentes afluentes do reservatório o que possivelmente possibilita a estabilidade da comunidade no reservatório. O reservatório de Três Marias foi formado há mais de 50 anos, possivelmente tempo suficiente para estabelecer populações estruturadas (se adaptaram ao ambiente de reservatório) capazes de recrutar nos ambientes lóticos remanescentes disponíveis. Além do rio São Francisco, outros nove afluentes apresentaram desova de peixes, e em todos eles foram encontradas larvas de peixes demonstrando a importância destes ambientes para a conservação.

Os reservatórios alteram de várias formas o ambiente, a montante da barragem, afetando a conectividade do rio com sua planície de inundação, reduzindo a disponibilidade de habitats críticos para a reprodução, recrutamento e desenvolvimento de várias espécies, especialmente os peixes migradores (Junk *et al.* 1989; Agostinho *et al.* 2004). Alteram também retenção de sedimentos provocando a diminuição da produtividade de peixes, mudança na capacidade de erosão de água e aumento da transparência da água, com reflexos sobre a predação de ovos e larvas (Barletta *et al.* 2010).

Devido a estas características os reservatórios são comumente separados em três regiões que se distinguem em relação às suas características limnológicas e sua influência na distribuição e composição de peixes, em região

lacustre, região de transição e região fluvial (Thornton 1990; Agostinho *et al.* 1997; Agostinho *et al.* 2007a; Agostinho *et al.* 2008). Neste estudo observou-se que, dependendo dos níveis de precipitação local e do porte do afluente, características limnológicas mais próximas da original (ambiente lótico) podem se estender até 10 quilômetros em direção ao corpo do reservatório. Mesmo assim, as alterações na distribuição e composição do ictioplâncton observadas neste estudo apontam para uma substituição de espécies que possuem exigências ecológicas típicas de ambientes lóticos para espécies que são reconhecidamente de ambientes lênticos, separando as comunidades de ictioplâncton em duas, comunidade lêntica (região lacustre e de transição) e comunidade lótica (região fluvial). De acordo com estas alterações a separação do reservatório em região fluvial, transição e lacustre em três partes iguais (como usualmente é realizada) não faz sentido, tendo em vista que características da comunidade típica de regiões lacustre já são observadas em 10 km a partir do trecho lótico.

A hipótese de que áreas maiores abrigam maior número de espécies em relação a áreas menores é um consenso na comunidade científica, inclusive para ambientes aquáticos. Entretanto, os resultados deste estudo não demonstraram esta relação, já que nem todos os rios com maior porte abrigaram maior número de espécies como esperado. Este resultado indica que os afluentes que estão mais distantes dos rios com maior riqueza (fonte) podem abrigar uma ictiofauna menos rica, independente de seu porte, já que o reservatório pode atuar como uma barreira geográfica para dispersão das espécies.

As mudanças das características limnológicas em um grande reservatório, como oxigênio dissolvido, profundidades elevadas, variação da temperatura e condição hidráulica não são favoráveis para reprodução de diversas espécies (Poff *et al.* 1997; Agostinho *et al.* 2007a), cujo recrutamento fica dependente da presença de remanescentes lóticos à montante. Por outro lado, espécies capazes de se reproduzir no corpo do reservatório, como

*A.vaillanti*, acabam predominando neste ambiente. A predominância de espécies na comunidade ictioplanctônica de reservatórios que apresentam características e exigências ecofisiológicas adaptadas para ambientes lênticos como, *Bryconamericus stramineus* EIGENMANN 1908, *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1840) e *Hypophthalmus edentatus*, SPIX 1829, tem sido bem documentada (Sanches *et al.* 2006).

O desaparecimento de ovos e larvas em reservatórios provenientes dos afluentes tem sido associado à decantação de ovos no fundo do reservatório, causando a mortalidade por anoxia, e ao aumento da intensidade de predação de ambos pela diminuição da transparência (Agostinho *et al.* 2007b).

O entendimento dos aspectos reprodutivos (época de reprodução, duração da reprodução, picos de desova, áreas de desova e desenvolvimento) dos peixes presentes no reservatório poderá ser utilizado em medidas mais eficazes para a manutenção do estoque pesqueiro na região. A constatação da atividade reprodutiva e a identificação de larvas de diferentes grupos taxonômicos no reservatório e na foz de seus afluentes de maior e menor porte poderão ser utilizadas para ações de conservação focadas nas sub-bacias pertencentes aos tributários da região, não apenas se restringir a área do reservatório e dos afluentes de maior porte.

## 5 LITERATURA CITADA

Aarts, B. G. W. & F. W. B. V. D. Brink & P. H. Nienhuis (2004). Habitat Loss As Main Cause Of The Slow Recovery Of Fish Faunas Of Regulated Large Rivers In Europe: The Transversal Floodplain Gradient. *River Research And Applications* 20: 3-23.

Agostinho, A. A. & L. M. Bini & L. C. Gomes (1997). *Ecologia De Comunidades De Peixes Da Área De Influência Do Reservatório De Segredo*. Pp 387p. In: A. A. Agostinho & L. C. Gomes *Reservatório De Segredo: Bases Ecológicas Para O Manejo*. Maringá, Eduem.

Agostinho, A. A. & L. C. Gomes (1997). *Reservatório De Segredo: Bases Ecológicas Para O Manejo*. Maringá, Eduem.

Agostinho, A. A. & L. C. Gomes & D. R. Fernandez & H. I. Suzuki (2002). Efficiency Of Fish Ladders For Neotropical Ichthyofauna. *River Research And Applications* 18: 299-306.

Agostinho, A. A. & L. C. Gomes & F. M. Pelicice (2007a). *Ecologia E Manejo De Recursos Pesqueiros Em Reservatórios Do Brasil*. Maringá, Eduem.

Agostinho, A. A. & L. C. Gomes & S. Veríssimo & E. K. Okada (2004). Flood Regime, Dam Regulation And fish In The Upper Parana River: Effects On Assemblage Attributes, Reproduction And Recruitment. *Reviews In Fish Biology And Fisheries* 14: 11-19.

Agostinho, A. A. & E. E. Marques & C. S. Agostinho & D. A. D. Almeida & R. J. D. Oliveira & J. R. B. D. Melo (2007b). Fish Ladder Of Lajeado Dam: Migrations On One-Way Routes? *Neotropical Ichthyology* 5(2): 121-130.

Agostinho, A. A. & E. E. Marques & C. S. Agostinho & D. A. De Almeida & R. J. De Oliveira & J. R. B. De Melo (2007c). Fish Ladder Of Lajeado Dam: Migrations On One-Way Routes? *Neotropical Ichthyology* 5(2): 121-130.

Agostinho, A. A. & L. E. Miranda & L. M. Bini & L. C. Gomes & S. M. Thomaz & H. I. Suzuki (1999). Patterns Of Colonization In Neotropical Reservoirs, And Prognose On Aging. Pp 592 P. In: J. G. Tundisi & M. Strakraba Theoretical Reservoir Ecology And Its Application. São Carlos, International Institute Of Ecology, Brazilian Academy Of Science And Backhuys Publishers.

Agostinho, A. A. & F. M. Pelicice & L. C. Gomes (2008). Dams And The Fish Fauna Of The Neotropical Region: Impacts And Management Related To Diversity And Fisheries. *Braz. J. Biol.* 68(4): 1119-1132.

Ambrósio, A. M. & A. A. Agostinho & L. C. Gomes & E. K. Okada (2001). The Fishery And Fishery Yield Of *Hypophthalmus Edentatus* (Spix, 1829), (Siluriformes, Hypophthalmidae), In The Itaipu Reservoir, Paraná State, Brazil. *Acta Limnol. Bras* 13(1): 93-105.

Aneel (2008). Atlas De Energia Elétrica Do Brasil. Brasília, Aneel.

Antônio, R. R. & A. A. Agostinho & F. M. Pelicice & D. Bailly & E. K. Okada & J. H. P. Dias (2007). Blockage Of Migration Routes By Dam Construction: Can Migratory Fish Find Alternative Routes? *Neotropical Ichthyology* 5(2): 177-184.

Araújo-Lima, C. A. R. M. & A. A. Agostinho & N. N. Fabr e (1995). Trophic Aspects Of Fish Communities In Brazilian Rivers And Reservoirs. Pp 376p. In: J. G. In: Tundisi, C. E. M. Bicudo & T. Matsumura-Tundisi (Eds.). *Limnology In Brazil*. Rio De Janeiro, Abc/Sbl.

Araújo, F. G. & L. N. Santos (2000). Distribution Of Fish Assemblages In Lajes Reservoir, Rio De Janeiro, Brazil. *Braz. J. Biol.* 61(4): 563-576.

Balon, E. (1984). Reflections On Some Decisive Events In The Early Life Of Fishes. *Transactions Of The American Fisheries Society* 113(2): 178-185.

Barletta, M. & A. J. Jaureguizar & C. Baigun & N.F. Fontoura & A. A. Agostinho & V. M. F. Almeida-Val & A. L. Val & R. A. Torres & L. F. Jimenes-Segura & T. Giarrizzo & N.N. Fabr e & V. S. Batista & C. Lasso & D.C. Taphorn & M. F. Costa & P. T. Chaves & J. P. Vieira & M. F. M. Corr ea (2010). Fish And Aquatic Habitat Conservation In South America: A Continental Overview With Emphasis On Neotropical Systems. *Journal Of Fish Biology* 76: 2118-2176.

Baumgartner, G. & K. Nakatani & M. Cavicchioli & M. D. S. T. Baumgartner (1997). Some Aspects Of The Ecology Of Fish Larvae In The Floodplain Of The High Paraná River, Brazil. *Revista Brasileira De Zoologia* 14(3): 551-563.

Baumgartner, G. & K. Nakatani & L. C. Gomes & A. Bialetzki & P. V. Sanches & M. C. Makrakis (2004). Identification Of Spawning Sites And Natural Nurseries Of fishes In The Upper Parana River, Brazil. *Environmental Biology Of Fishes* 71: 115-125.

Baumgartner, G. & K. Nakatani & L. C. Gomes & A. Bialetzki & P. V. Sanches & M. C. Makrakis (2008). Fish Larvae From The Upper Paraná River: Do Abiotic Factors Affect Larval Density? *Neotropical Ichthyology* 6(4): 551-558.

Baxter, R. M. (1977). Environmental Effects Of Dams And Impoundments. *Annual Review Of Ecology And Systematics* 8: 255-283.

Bazzoli, N. & Y. Sato & J. E. D. Santos & A. M. G. Cruz & L. C. V. Cangussu & R. S. Pimenta & V. M. A. Ribeiro (1997). *Biologia Reprodutiva De Quatro Espécies De Peixes Forrageiros Da Represa De Três Marias, Mg. Bios, Cadernos Do Departamento De Ciências Biológicas Da Puc Minas* 5(5): 17-28.

Bialetzki, A. & K. Nakatani & P. V. Sanches & G. Baumgartner & L. C. Gomes (2005). Larval fish Assemblage In The Baia River (Mato Grosso Do Sul State, Brazil): Temporal And Spatial Patterns. *Environmental Biology Of Fishes* 73: 37-47.

Britski, H. A. & Y. Sato & A. B. S. Rosa (1988). *Manual De Identificação De Peixes Da Região De Três Marias :Com Chaves De Identificação Para Os Peixes Da Bacia Do São Francisco*. Brasília, Codevasf.

Carolsfeld, J. & B. Harvey & C. Ross & A. Baer (2003). *Migratory Fishes Of South America : Biology, Fisheries And Conservation Status*.

Casemiro, F. A. D. S. & N. S. Hahn & T. F. L. V. D. B. Rangel (2003). Diet And Trophic Ecomorphology Of The Silverside, *Odontesthes Bonariensis*, Of The Salto Caxias Reservoir, Rio Iguaçu, Paraná, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 1(2): 127-131.



Castro, R. J. D. & K. Nakatani & A. Bialetzki & P. V. Sanches & G. Baumgartner (2002). Temporal Distribution And Composition Of The Ichthyoplankton From Leopoldo's Inlet On The Upper Parana River Floodplain (Brazil). *J. Zool. Lond* 256: 437-443.

Clutton-Brock, T. & B. C. Sheldon (2010). Individuals And Populations: The Role Of Long-Term, Individual-Based Studies Of Animals In Ecology And Evolutionary Biology. *Trends In Ecology And Evolution* 25(10): 562–573.

Codevasf (1989). Planvasf - Plano Diretor Para O Desenvolvimento Do Vale Do Sao Francisco. Brasília.

Daga, V. S. & T. M. Gogola & P. V. Sanches & G. Baumgartner & D. Baumgartner & P. A. Piana & É. A. Gubiani & R. L. Delariva (2009). Fish Larvae Assemblages In Two Floodplain Lakes With Different Degrees Of Connection To The Paraná River, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 7(3): 429-438.

Dodds, W. K. (2002). *Freshwater Ecology: Concepts And Environmental Applications*. Academic Press.

Esteves, F. A. & J. C. C. Amorim & E. L. Cardoso & F. A. R. Barbosa (1985). Caracterização Limnológica Preliminar Da Represa De Três Marias (Mg) Com Base Em Alguns Parâmetros Ambientais Básicos. *Cienc. Cult* 37(3): 608-617.

Esteves, K. E. & J. M. R. Aranha (1999). Ecologia Trófica De Peixes De Riachos. *Oecologia Brasiliensis* 6: 157-182.

Fernandes, R. & A. Agostinho & E. Ferreira & C. Pavanelli & H. Suzuki & D. Lima & L. Gomes (2009). Effects Of The Hydrological Regime On The Ichthyofauna Of Riverine Environments Of The Upper Paraná River Floodplain. *Brazilian Journal Of Biology* 69(2): 669-680.

Flecker, A. S. & D. C. Taphorn & J. A. Lovell & B. P. Feifarek (1991). Drift Of Characin Larvae, *Bryconamericus Deuterodonoides*, During The Dry Season From Andean Piedmont Streams. *Environmental Biology Of Fishes* 31: 197-202.

Froese, R. & A. Torres (1999). Fishes Under Threat: An Analysis Of The Fishes In The 1996 Iucn Red List. Pp 131-144. In: R. S. V. Pullin & D. M. Bartley & J. Kooiman Towards Policies For Conservation And Sustainable Use Of Aquatic Genetic Resources. Iclarm Conf. Proc. 59, 277p.

Galuch, A. V. & M. R. Suiberto & K. Nakatani & A. Bialezki & G. Baumgartner (2003). Desenvolvimento Inicial E Distribuição Temporal De Larvas E Juvenis De *Bryconamericus Stramineus* Eigenmann, 1908 (Osteichthyes, Characidae) Na Planície Alagável Do Alto Rio Paraná, Brasil. Acta Scientiarum. Biological Sciences 25(2): 335-343.

Gatz Jr, A. J. (1979). Ecological Morphology Of Freshwater Stream Fishes. Tulane Studies In Zoology And Botany Vol. 21.

Godinho, A. L. & I. R. Lamas & H. P. Godinho (2010). Reproductive Ecology Of Brazilian Freshwater Fishes. Environmental Biology Of Fishes 87: 143-162.

Godinho, A. L. & P. D. S. Pompeu (2003). A Importância Dos Ribeirões Para Os Peixes De Piracema. Pp 361-372. In: Águas, Peixes E Pescadores Do São Francisco Das Minas Gerais. Belo Horizonte, PUC Minas.

Godinho, H. & A. Godinho (1994). Ecology And Conservation Of fish In Southeastern Brazilian River Basins Submitted To Hydroelectric Impoundments. Acta Limnologica Brasiliensia, Belo Horizonte 5: 187-197.

Godinho, H. P. & A. L. Godinho (2003). Águas, Peixes E Pescadores Do São Francisco Das Minas Gerais. Belo Horizonte, Puc-Minas.

Godinho, H. P. & J. E. Santos & Y. Sato (2003). Ontogênese Larval De Cinco Espécies De Peixes Do São Francisco. Pp 468 P. In: I. H. P. G. A. L. G. (Org.). Águas, Peixes E Pescadores Do São Francisco Das Minas Gerais. . Belo Horizonte, Puc Minas.

Gogola, T. M. & V. S. Daga & P. R. L. D. Silva & P. V. Sanches & É. A. Gubiani & G. Baumgartner & R. L. Delariva (2010). Spatial And Temporal Distribution Patterns Of Ichthyoplankton In A Region Affected By Water Regulation By Dams. Neotropical Ichthyology 8(2): 341-349.

Hermes-Silva, S. & D. Reynalte-Tataje & E. Zaniboni-Filho (2009). Spatial And Temporal Distribution Of Ichthyoplankton In The Upper Uruguay River, Brazil. *Brazilian Archives Of Biology And Technology An International Journal* 52(4): 933-944.

Hoeinghaus, D. J. & A. A. Agostinho & L. C. Gomes & F. M. Pelicice & E. K. Okada & J. D. Latini & E. A. L. Kashiwaqui & K. O. Winemiller (2009). Effects Of River Impoundment On Ecosystem Services Of Large Tropical Rivers: Embodied Energy And Market Value Of Artisanal Fisheries. *Conservation Biology* 23(5): 1222-1231.

Humphries, P. & L. G. Serafini & A. J. King (2002). River Regulation And Fish Larvae: Variation Through Space And Time. *Freshwater Biology* 47: 1307-1331.

Hurst, T. P. & D. W. Cooper & J. S. Scheingross & E. M. Seale & B. J. Laurel & M. L. Spencer (2009). Effects Of Ontogeny, Temperature, And Light On Vertical Movements Of Larval Pacific Cod (*Gadus Macrocephalus*). *Fish. Oceanogr.* 18(5): 301-311.

Hutchinson, G. E. (1957). Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor. Symp. Quant. Biol.* 22: 415-427.

Jackson, D. A. & P. R. Peres-Neto & J. D. Olden (2001). What Controls Who Is Where In Freshwater Fish Communities — The Roles Of Biotic, Abiotic, And Spatial Factors. *Can. J. Fish. Aquat. Sci* 58: 157-170.

Junk, W. J. & P. B. Bayley & R. E. Sparks (1989). The Flood Pulse Concept In River-Floodplain Systems. *Proceedings Of The International Large River Symposium, Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106: 110-127.

Kelso, W. E. & D. A. Rutherford (1996). Collection, Preservation, And Identification Of Fish Eggs. Pages 255 - 285. Pp B. R. Murphy & D. W. Willis *Fisheries Techniques*. Bethesda, Maryland, American Fisheries Society.

Lamas, I. R. (1993). Análise De Características Reprodutivas De Peixes Brasileiros De Água Doce, Com Ênfase No Local De Desova. Unpublished Master Ph.D Dissertation, Ufmg, Belo Horizonte. Pagesp.

Legendre, P. & L. Legendre (1998). *Numerical Ecology*. Amsterdam, Elsevier Science.

Lima, Á. C. D. & C. A. R. M. Araújo-Lima (2004). The Distributions Of Larval And Juvenile fishes In Amazonian Rivers Of Different Nutrient Status. *Freshwater Biology* 49: 787-800.

Loeb, M. V. (2009). Revisão Taxonômica Das Espécies Do Gênero *Anchoviella* Fowler 1911 (Clupeiformes, Engraulidae) Das Bacias Amazônicas E Do São Francisco. Unpublished Master Ph.D Dissertation, Instituto De Biociências Da Universidade De São Paulo., São Paulo. Pagesp.

López, C. M. & E. V. Sampaio (2003). A Comunidade Zooplanctônica No Reservatório De Três Marias E No Trecho Do São Francisco A Jusante. Pp 468 P. In: I. H. P. G. A. L. G. (Org.). Águas, Peixes E Pescadores Do São Francisco Das Minas Gerais. Belo Horizonte, Puc Minas.

Luiz, E. A. & A. A. Agostinho & L. C. Gomes & N. S. Hahn (1998). Ecologia Trófica De Peixes Em Dois Riachos Da Bacia Do Rio Paraná. *Revista Brasileira De Biologia* 58(2): 273-285.

Nakatani, K. & A. A. Agostinho & G. Baumgartner & A. Bialezki & P. V. Sanches & M. C. Makrakis & C. S. Pavanelli (2001). Ovos E Larvas De Peixes De Água Doce: Desenvolvimento E Manual De Identificação. Maringá, Eduem.

Nascimento, F. L. & K. Nakatani (2006). Relações Entre Fatores Ambientais E A Distribuição De Ovos E Larvas De Peixes Na Sub-Bacia Do Rio Ivinhema, Estado De Mato Grosso Do Sul, Brasil. *Acta Sci. Bio. Sci.* 28(2): 117-122.

Nelson, J. S. (2006). *Fishes Of The World*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.

Northcote, T. G. (1978). Migratory Strategies And Production In Freshwater Fishes. Pp G. S. *Ecology Of Freshwater Fish Production*. Oxford, England, Blackwell Science.

Okada, E. K. & A. A. Agostinho & L. C. Gomes (2005). Spatial And Temporal Gradients In Artisanal Fisheries Of A Large Neotropical Reservoir, The Itaipu Reservoir, Brazil. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62: 714-724.

Peret, A. M. (2004). Dinâmica Da Alimentação De Peixes Piscívoros Da Represa De Três Marias (Mg). Unpublished Master Ph.D Dissertation, Ufscar, São Carlos. Pagesp.

Petriere Junior, M. (1985). Migraciones De Peces De Agua Dulce En America Latina: Algunos Comentarios. Copescal Doc. Ocas. 1: 1-17.

Petts, G. E. (1980). Long-Term Consequences Of Upstream Impoundment Environmental Conservation 7(4): 325-332.

Poff, N. L. & J. D. Allan & M. B. Bain & J. R. Karr & K. L. Prestegard & B. D. Richter & R. E. Sparks & J. C. Stromberg (1997). The Natural Flow Regime: A Paradigm For River Conservation And Restoration. Bioscience 47(11): 769-784.

Pompeu, P. D. S. & H. P. Godinho (2003). Dieta E Estrutura Trófica Das Comunidades De Peixes De Três Lagoas Marginais Do Médio São Francisco. Pp 468 P.In: H. P. Godinho & A. L. Godinho Águas, Peixes E Pescadores Do São Francisco Das Minas Gerais. Belo Horizonte, Puc Minas.

Pompeu, P. S. & A. A. Agostinho & F. M. Pelice (2011a). Existing And Future Challenges: The Concept Of Successful Fish Passage In South America. River Research And Applications 28: 504-512.

Pompeu, P. S. & L. B. Nogueira & H. P. Godinho & C. B. Martinez (2011b). Downstream Passage Of Fish Larvae And Eggs Through A Small-Sized Reservoir, Mucuri River, Brazil. Zoologia 28(6): 739-746.

Reis, R. E. & S. O. Kullander & J. Carl J. Ferraris (2003). Check List Of The Freshwater Fishes Of South And Central America. Porto Alegre :, Edipucrs.

Reynalte-Tataje, D. A. & K. Nakatani & R. Fernandes & A. A. Agostinho & A. Bialecki (2011). Temporal Distribution Of Ichthyoplankton In The Ivinhema River (Mato Grosso Do Sul State/ Brazil): Influence Of Environmental Variables. Neotropical Ichthyology 9(2): 427-436.

Reynalte-Tataje, D. A. & A. P. O. Nuñez & M. C. Nunes & V. Garcia & C. A. Lopes & E. Zaniboni-Filho (2012). Spawning Of Migratory Fish Species Between Two Reservoirs Of The Upper Uruguay River, Brazil. Neotropical Ichthyology 10(4): 829-835.

Rizzo, E. & Y. Sato & B. P. Barreto & H. P. Godinho (2002). Adhesiveness And Surface Patterns Of Eggs In Neotropical Freshwater Teleosts. Journal Of Fish Biology 61: 615-632.

Rowe, D. K. & B. L. Chisnall (1995). Effects Of Oxygen, Temperature And Light Gradients On The Vertical Distribution Of Rainbow Trout, *Oncorhynchus Mykiss*, In Two North Island, New Zealand, Lakes Differing In Trophic Status. *New Zealand Journal Of Marine And Freshwater Research* 29(3): 421-434.

Sanches, P. V. & K. Nakatani & A. Bialetzki & G. Baumgartner & L. C. Gomes & E. A. Luiz (2006). Flow Regulation By Dams Affecting Ichthyoplankton: The Case Of The Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. *River Research Applications* 22: 555-565.

Santos, J. E. D. & H. P. Godinho (2002). Ontogenic Events And Swimming Behavior Of Larvae Of The Characid Fish *Salminus Brasiliensis* (Cuvier) (Characiformes, Characidae) Under Laboratory Conditions. *Revista Brasileira De Zoologia* 19(1): 163-171.

Sato, Y. & E. L. Cardoso & J. C. C. Amorim (1987). Peixes Das Lagoas Marginais Do São Francisco A Montante Da Represa De Três Marias (Minas Gerais). Brasília, Codevasf.

Sato, Y. & H. P. Godinho (1999). Peixes Da Bacia Do Rio São Francisco. Pp 401-413. In: Lowe-McConnell *Estudos Ecológicos De Comunidades De Peixes Tropicais*. São Paulo, Edusp.

Sato, Y. & E. V. Sampaio (2005). A Ictiofauna Na Região Do Alto São Francisco, Com Ênfase No Reservatório De Três Marias, Minas Gerais. Pp M. G. Nogueira & R. Henry & A. Jorcin *Ecologia De Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações De Manejo E Sistemas Em Cascata*. São Carlos, Sp, Rima.

Silva, A. C. G. D. & W. Severi & M. F. D. Castro (2010). Morphological Development Of *Anchoviella Vaillanti* (Steindachner, 1908) (Clupeiformes: Engraulidae) Larvae And Early Juveniles. *Neotropical Ichthyology* 8(4): 805-812.

Silva, E. B. D. & P. H. D. S. Picapedra & P. V. Sanches & R. E. O. D. Rezende & A. M. Gavião & M. M. Mendonça & E. D. V. Gonçalves & R. B. Conte (2011). Larvae Occurrences Of *Rhamdia Quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (Siluriformes: Heptapteridae) In An Area Under Dam Influence In The Upper Paraná River Region, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 9(2): 419-426.

Silva, P. A. D. & D. A. Reynalte-Tataje & E. Zaniboni-Filho (2012). Identification Of Fish Nursery Areas In A Free Tributary Of An Impoundment Region, Upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10(2): 425-438.

Statsoft, I. (2007). *Statistica* (Data Analysis Software System).

Suzuki, F. M. & L. V. Pires & P. S. Pompeu (2011). Passage Of Fish Larvae And Eggs Through The Funil, Itutinga And Camargos Reservoirs On The Upper Rio Grande (Minas Gerais, Brazil). *Neotropical Ichthyology* 9(3): 617-622.

Tanaka, S. (1973). Stock Assessment By Means Of Ichthyoplankton Surveys. *Fao Fisheries Technical Paper* 122: 33-51.

Thornton, J. & A. Steel & W. Rast (1996). *Reservoirs*. Pp D. Chapman Water Quality Assessments - A Guide To Use Of Biota, Sediments And Water In Environmental Monitoring. Unesco/Who/Unep.

Thornton, K. W. (1990). *Perspectives On Reservoir Limnology*. Pp K. W. Thornton & B. L. Kimmel & F. E. Payne *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. John Wiley & Sons, Inc.

Vandermeer, J. H. (1972). Niche Theory. *Annual Review Of Ecology And Systematics* 3: 107-132.

Vazzoler, A. E. A. D. M. & N. A. Menezes (1992). Síntese De Conhecimentos Sobre O Comportamento Reprodutivo Dos Characiformes Da América Do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Revista Brasileira De Biologia* 52(4): 627-640.

Vazzoler, A. E. A. M. (1996). *Biologia Da Reprodução De Peixes Teleósteos: Teoria E Prática*. Maringá, Eduem.

Winemiller, K. O. (1989). Patterns Of Variation In Life History Among South American Fishes In Seasonal Environments. *Oecologia* 81: 225-241.

Wootton, R. J. (1991). *Ecology Of Teleost Fishes*. London, Chapman & Hall.

**ARTIGO 2**

**RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, MINAS GERAIS, BRASIL  
ATUANDO COMO UM FILTRO PARA A DERIVA DE OVOS E  
LARVAS DE PEIXES MIGRADORES\***

\* Formatado segundo o periódico River Research and Applications



## RESUMO

As espécies de peixes migradores no continente Sul Americano são de grande importância para manutenção do equilíbrio do ecossistema aquático e para as comunidades ribeirinhas que utilizam destas espécies para a pesca profissional. Os padrões de migração são complexos, porém há um consenso de que migração ocorre entre as regiões de desova, desenvolvimento, alimentação e reprodução, podendo haver migrações para mais de uma região. Estas migrações podem perfazer centenas de quilômetros dependendo da espécie estudada. A migração descendente (montante-jusante) realizada pelos ovos e larvas após a reprodução é de extrema importância e os impactos que os reservatórios provocam neste fenômeno têm sido negligenciados. O presente estudo tentou identificar os afluentes que são utilizados como área de desova e desenvolvimento e avaliou os impactos que o reservatório de Três Marias, Minas Gerais provoca no potencial de dispersão do ictioplâncton de espécies migradoras. Foram realizadas coletas durante todo o período chuvoso na região de estudo, em intervalos de 20 dias, com variação nictermeral (dia e noite). Nossos resultados apontam que os afluentes do reservatório atuam como área de desova de espécies de peixes migradores, e foram identificados três táxons de espécie migradora (*Pseudoplatystoma corruscans*, *Brycon orthotaenia* e *Prochilodus* spp.), sendo o *Prochilodus* spp. o mais abundante. O rio São Francisco foi o mais representativo em números de ovos e larvas capturadas. Nossos resultados indicam que a deriva de ovos e larvas está ligada ao porte do rio, onde rios maiores possuem capacidade de carrear o ictioplâncton por distâncias maiores e que os ovos são menos susceptíveis do que as larvas à deriva. O impacto de barragens sobre a deriva de ovos e larvas de peixes migradores deve ser considerado no planejamento da construção de um reservatório tendo em vista que a formação de um grande reservatório elimina com qualquer possibilidade de migração montante-jusante do ictioplâncton, especialmente em reservatórios superiores a 20 km de extensão. A construção de um Mecanismo de Transposição de Peixes nestas condições possivelmente traria mais problemas do que soluções, já que atuaria como um mecanismo seletivo e rota de migração apenas em uma direção.

Palavras-chaves: Migração montante-jusante. Deriva do ictioplâncton. Migração de peixes. Ecologia de reservatórios. Impacto de reservatórios.

## ABSTRACT

The species of migratory fish in the South American continent are of great importance for maintaining the equilibrium of the aquatic ecosystem and riverine communities that use these species for commercial fishing. Migration patterns are complex, but there is a consensus that the area of migration of these fish is limited to regions spawning, nursery, feeding sites and refuge sites, which may cause migrations to more than one region. These migrations can make up hundreds of kilometers depending on the species studied. The downstream migration (upstream-downstream) held by eggs and larvae after spawning is essential importance and impact that reservoirs cause this phenomenon has been neglected. The present study attempted to identify tributaries that are used as spawning area and development and assessed the impacts that the reservoir of Três Marias, Minas Gerais causes the potential dispersal of ichthyoplankton of migratory species. Were collected during the rainy season in the study area, at intervals of 20 days with diurnal variation (diurnal and nocturnal collections). Our results indicate that the reservoir tributaries act as spawning area for migratory fish species, identified three migratory species taxa (*Pseudoplatystoma corruscans*, *Brycon orthotaenia* and *Prochilodus* spp.) being the *Prochilodus* spp. the most abundant. The São Francisco River was the most representative of eggs and larvae captured. Our results show that the drift of eggs and larvae is linked to the size of the river, where major rivers are capable of carrying over longer distances and eggs are less susceptible than the larvae drifting, so even in the smaller rivers larvae are carried over large distances, but the upstream-downstream passage is impossible due to the large extent of reservoir Três Marias. The impact of dams comes on the eggs and larvae of migratory fish should be considered when planning the construction of a reservoir with a view to forming a large reservoir eliminates any possibility of migration upstream-downstream ichthyoplankton, and that the construction Mechanism of Fish Passage these conditions possibly bring more problems than solutions since it would act as a selective mechanism and migration on one-way route.

Keywords: Downstream migration. Ichthyoplakton drift. Fish migration. Impacts of reservoir. Reservoir ecology.

## 1 INTRODUÇÃO

Os ambientes de água doce abrigam um número estimado de 12.000 espécies de peixes estritamente dulcícolas (Nelson 2006). Toda esta riqueza concentra-se em apenas aproximadamente 1% da superfície do nosso planeta (Dodds 2002). Na região neotropical, o Brasil configura-se como o país mais diverso com cerca de 4.000 espécies válidas, sendo que este número tem aumentado exponencialmente com a descoberta de novas espécies a cada ano (Reis *et al.* 2003).

A grande diversidade de espécies de peixes reflete nas variedades de comportamentos reprodutivos, plasticidade morfológica, plasticidade trófica e sensibilidade a diversos ambientes (A. John Gatz 1979; Wootton 1991; Vazzoler 1996; Luiz *et al.* 1998).

O conhecimento da história de vida dos animais é de extrema importância para compreender como uma espécie se comporta ao longo de seu tempo de vida (Clutton-Brock & Sheldon 2010). A reprodução é um dos aspectos poucos conhecidos da história de vida dos peixes, tanto pela diversidade que o grupo apresenta em suas estratégias reprodutivas quanto pela quantidade de espécies que necessitam de estudos mais profundos (Carolsfeld *et al.* 2003).

Os peixes migradores estão entre os grupos mais estudados em função dos impactos crescentes causados pelo homem. No Brasil, particularmente importantes são os oriundos da produção energética, majoritariamente hidroelétrica (ANEEL 2008). Em um estudo que avaliou as principais características dos peixes inseridos na lista vermelha de espécies ameaças de extinção, os peixes migradores se enquadraram em pelo menos quatro delas: (1) Peixe de água doce; (2) Possuir migração reprodutiva; (3) Peixes grandes de

crescimento lento e maturação tardia; (4) Não possuem comportamento de proteção dos ovos (Froese & Torres 1999).

Para as bacias dos rios Paraná e São Francisco, os movimentos migratórios podem ser descritos segundo os modelos apresentados por (Petrere Junior 1985Petrere (1985)) e (Godinho & Pompeu 2003aGodinho & Pompeu (2003)). Sazonalmente, os adultos migram dos sítios de alimentação para locais de reprodução, em processo conhecido popularmente como piracema. Geralmente, este processo acontece rio acima. Embora a piracema constitua o movimento migratório mais evidente, os deslocamentos dos peixes migradores ainda incluem o carreamento de ovos e larvas, rio abaixo, em direção às várzeas e lagoas marginais, o movimento de retorno dos adultos para os sítios de alimentação e movimentos de indivíduos jovens em direção ao rio ou a pequenos córregos.

Quando sítios de desova só são encontrados à montante, e locais de desenvolvimento inicial à jusante de um aproveitamento hidrelétrico, a passagem para jusante de ovos e larvas através do reservatório se torna fundamental para a manutenção das populações de espécies migradoras (Pompeu *et al.* 2011a). No entanto, estudos recentes indicam que a distribuição do ictioplâncton é altamente influenciada por barragens (Sanches *et al.* 2006; Agostinho *et al.* 2007b), especialmente quando grandes reservatórios são criados, levando à eliminação por completo das formas juvenis no corpo do reservatório. No entanto, em pequenos reservatórios a passagem do ictioplâncton pode ser possível durante os períodos de maior vazão, contribuindo para o recrutamento à jusante (Pompeu *et al.* 2011b). Apesar do papel claro do tamanho do reservatório na deriva do ictioplâncton, não se conhecem ainda quais seriam os comprimentos máximos ou a transparência mínima da água que garantissem um mínimo de passagem para jusante.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a deriva de ovos e larvas de espécies migradoras no reservatório de Três Marias, a partir dos seus dez principais afluentes, verificando a relação do filtro exercido pelo reservatório com o porte do tributário e a transparência da água, tentando responder aos seguintes questionamentos: (i) Qual a distância máxima no reservatório que um afluente é capaz de arrastar os ovos e larvas de peixes migradores? (ii) Existe relação entre o tamanho do afluente e a distância de arraste?

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

A usina hidrelétrica de Três Marias é a única construída na calha principal do rio São Francisco em seu trecho mais superior e possui uma potência de 396.000 kW (Figura 1) (Godinho & Godinho 2003; ANEEL 2008).

O reservatório formado pela barragem é do tipo acumulação, possui tempo de residência (capacidade de renovação total da água do reservatório) variando de 142 a 372 dias, e devido à extensão do reservatório os parâmetros limnológicos variam de acordo com a área estudada. O clima da região, considerando a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical de savana com inverno seco, temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C.



Figura 8 Mapa demonstrativo do número de UHE ao longo da bacia do rio São Francisco, em destaque a região de estudo (reservatório de Três Marias-MG).

O reservatório formado pela barragem em Três Marias possui como principais afluentes os rios São Francisco, Paraopeba, São Vicente, Sucuriú, Indaiá, Extrema, Borrachudo e Boi (Esteves *et al.* 1985).

Quando atinge sua cota máxima, a área de inundação do reservatório atinge cerca de 1050 km<sup>2</sup> com um volume da ordem de 21 bilhões de metros

cúbicos. Apesar de importante capacidade de geração, foi construído principalmente com o objetivo de regularização do São Francisco e possibilitar a navegação entre Pirapora e Juazeiro (Britski *et al.* 1988). Os municípios de Felixlândia, Morada Nova de Minas, Biquinhas, Paineiras e parcialmente Barreiro Grande se situam ao redor da represa da hidrelétrica de Três Marias e tiveram parte de suas áreas inundadas.

O reservatório é alvo de interesse turístico e comercial, principalmente pela pesca. A fim de preservar os estoques pesqueiros há relatos de “peixamentos” realizados desde 1980 introduzindo espécies que haviam se extinguido na porção montante da barragem no alto São Francisco, além de espécies exóticas. Apenas no ano de 1987 houve a introdução de 1 milhão de alevinos de Curimatã, Pacu-comum e Piau-verdadeiro na represa de Três Marias (CODEVASF 1989).

Atualmente esta prática não é realizada tão comumente, canalizando os esforços predominantemente em levantamentos, estudos e monitoramento dos desembarques pesqueiros como meio de avaliar as ações implementadas para tal finalidade (Agostinho *et al.* 2007a).

### **Coleta dos dados**

O período de reprodução de várias espécies de peixes está intimamente relacionado aos períodos de maior vazão (picos de cheias) (Winemiller 1989; Vazzoler 1996; Humphries *et al.* 2002; Carolsfeld *et al.* 2003). Na região de Três Marias este período está distribuído principalmente nos meses de dezembro a março (Figura 2), ao longo do qual foram distribuídas as coletas.



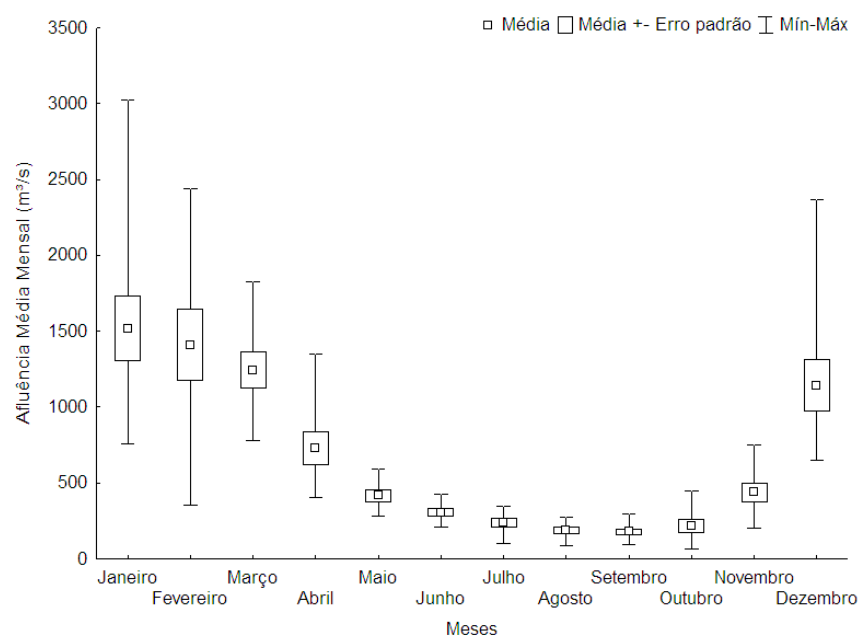


Figura 9 Dados de afluência média mensal nos últimos 9 anos na região do reservatório de Três Marias (CEMIG, 2011).

Foram selecionados para este estudo os dez principais afluentes do reservatório de Três Marias, sendo separados em quatro categorias de tamanho (rios de grande porte; rios de porte intermediário maior; rios de porte intermediário menor; rios de pequeno porte), de acordo com os valores de Vazão média em longo prazo (Qmlp). Conforme o Atlas Digital das Águas de Minas (Tabela 1) foi utilizado Qmlp, já que a região de estudo é uma área homogênea de precipitação.

Tabela 1 Categorias de tamanho para cada rio amostrado.

<b>Rios</b>	<b>Qmlp (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Categorias de tamanho</b>
Extrema Grande	5.85	Pequeno
Forquilha	7.47	Pequeno
Boi	9	Pequeno
Sucuriú	12.43	Intermediário menor
Extrema	12.43	Intermediário menor
São Vicente	14.65	Intermediário menor
Borrachudo	26.9370	Intermediário maior
Indaiá	44.92	Intermediário maior
Paraopeba	178	Grande
São Francisco	253.8	Grande

Foram selecionados para este estudo os dez afluentes de maior porte do reservatório de Três Marias. Em cada um deles foram amostradas três regiões: região lótica (foz, profundidade média de 3.18 metros) imediatamente a montante do reservatório; e as regiões localizadas no corpo do reservatório, à jusante, nas distâncias de 10 km (profundidade média de 14.53 metros) e 20 km (profundidade média de 25.9 metros) (Figura 3). Desta forma, foram amostrados 30 pontos de coleta.

As coletas foram realizadas no período diurno e noturno em intervalos de 20 dias, entre dezembro de 2011 e março de 2012, totalizando 8 eventos de amostragem por ponto. As amostragens diurnas ocorreram, preferencialmente, no período das 06h00min até as 09h00min e as noturnas no período 18h00min às 21h00min. Cada conjunto de três pontos por rio era amostrado no mesmo dia, totalizando 10 dias de coleta por campanha.

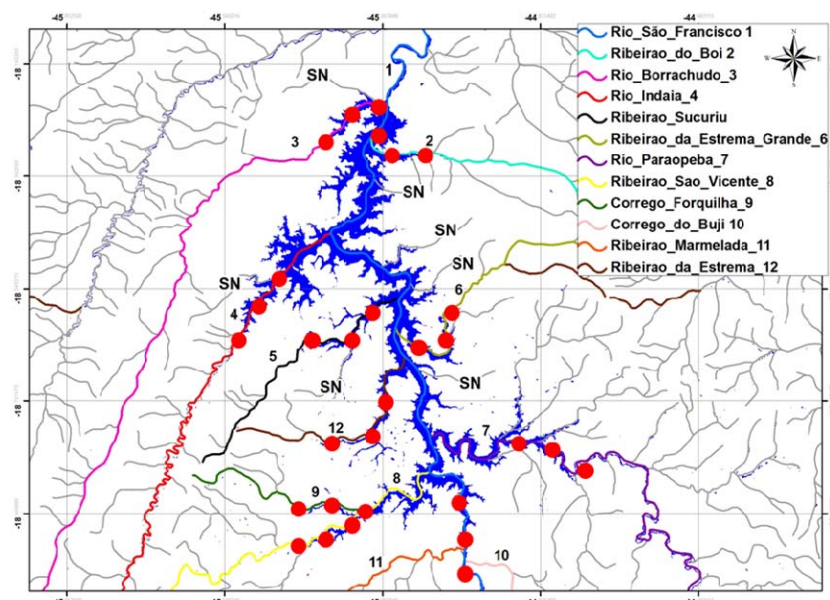


Figura 3 Pontos de coleta distribuídos pelos principais afluentes do reservatório de Três Marias.

### Fatores limnológicos e hidrológicos

Os parâmetros físico-químicos (oxigênio, condutividade, temperatura) da água em cada ponto de coleta foram avaliados com o auxílio de equipamento multiparâmetro (YSI 556 MPS, Multi Probe System) e a transparência da água foi avaliada usando um disco de Secchi (Nakatani *et al.* 2001). Os dados sobre precipitação da região do reservatório foram obtidos através da Companhia Energética de Minas Gerais-CEMIG.

### Amostragem do icteoplâncton

A amostragem do icteoplâncton foi realizada com o auxílio de rede cônica, com malha de 500 micrômetros, 1,45 m de extensão e 38 cm de diâmetro

na abertura, com fluxômetro (General Oceanic) posicionado na abertura (Figura 4). As redes foram posicionadas em cada ponto, na região central do corpo d'água e, onde havia correnteza, submersas durante 10 minutos.

Nos pontos inseridos no reservatório, onde a correnteza era reduzida, a rede foi lançada atrás do barco (distante aproximadamente 10 metros, e na profundidade de aproximadamente 1.5 metros, fixado com auxílio de peso e boia tornando possível que a abertura da rede permanecesse sempre perpendicular à superfície da água) e em velocidade reduzida arrastada também por 10 minutos (Nakatani *et al.* 2001). O material coletado foi conservado em potes de vidro com solução de formalina a 4%, tamponada com carbonato de cálcio e identificado de acordo com a data, horário, local.

A triagem e posteriormente a identificação do ictioplâncton foram realizadas sob o estereoscópio Carl Zeiss ® Stemi DV4 sobre a placa de triagem do tipo Bogorov, a identificação foi realizada segundo Nakatani (2001). Foram considerados ovos de peixes migradores aqueles com espaço perivitelínico amplo; também se tentou identificar em qual fase de desenvolvimento larval se encontravam as larvas (larval vitelínico, pré-flexão, flexão, pós-flexão).

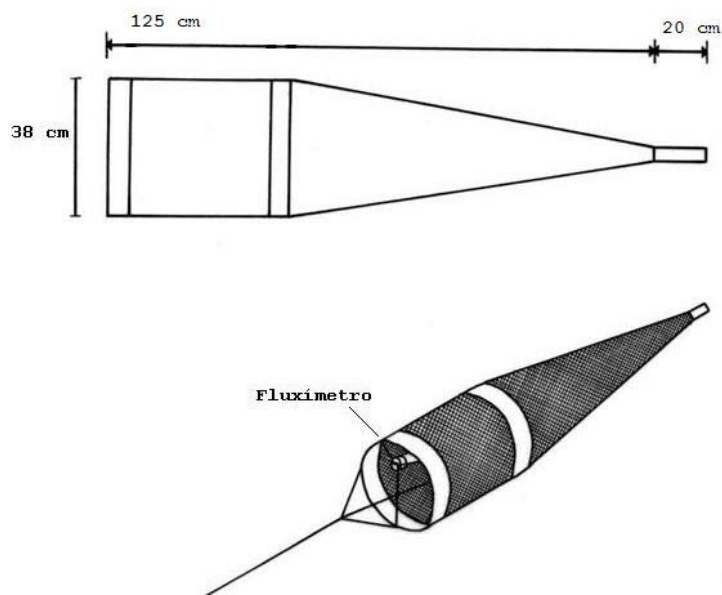


Figura 4 Ilustração da rede cônica de ictioplâncton e suas dimensões.

### **Análise dos dados**

A variação espacial da densidade de ictioplâncton para cada afluente foi avaliada com base no volume filtrado e no número de ovos e larvas registradas, sendo expressa em números por metro cúbico. Desta forma, o número de larvas coletadas foi padronizado para um volume de 10 m<sup>3</sup> de água filtrada (Tanaka 1973).

Para identificar quais afluentes possuem maior importância no recrutamento de espécies de piracema no reservatório, diferenças na densidade de ictioplâncton entre os afluentes estudados foram testadas através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

Para cada afluente também foram comparadas as densidades de ovos e larvas entre o seu ponto lótico e as regiões lênticas adjacentes por meio do teste de Kruskal-Wallis (Legendre & Legendre 1998).

O comportamento da deriva de ovos e larvas em relação às categorias de rios foi realizado a partir da análise dos gráficos das densidades registradas.

A avaliação da influência de fatores limnológicos na distribuição de ovos e larvas de peixes migradores foi realizada por meio da comparação entre os pontos durante as campanhas ao longo do reservatório e a relação entre vazão e precipitação por regressão linear simples.

A avaliação da deriva de larvas da espécie migradora mais abundante também foi realizada por meio de análise dos gráficos de densidade ao longo do gradiente longitudinal no reservatório.

O panorama regional da distribuição do ictioplâncton de espécies migradoras foi avaliado por meio de mapas de densidade de ovos e larvas de peixes no reservatório de Três Marias.

Sempre que necessário, os dados foram analisados quanto à sua normalidade utilizando o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Todas as análises dos dados foram realizadas com o auxílio do software Statistica (StatSoft 2007).

### 3 RESULTADOS

Foram capturadas 147 larvas de peixes migradores e 1074 ovos foram considerados de peixes com comportamento migratório. Dentre as larvas, além dos três taxa reconhecidamente de migradores, foram identificados indivíduos de duas famílias (Pimelodidae e Anostomidae) que abrigam algumas espécies de piracema (Tabela 2), porém apenas os três taxa foram utilizados nas análises.

Tabela 2 Grupos taxonômicos de espécies migradoras, número total e densidade média de larvas de peixes (indivíduos/10m<sup>3</sup>), coletados nos afluentes do reservatório de Três Marias, MG, Brasil.

<b>Grupo Taxonômico</b>	<b>N</b>	<b>Densidade média</b>
Ordem Characiformes		
Prochilodontidae		
<i>Prochilodus spp.</i>	<b>145</b>	<b>2.592088</b>
Anostomidae <sup>2</sup>	544	4.123214
Bryconinae		
<i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864	<b>2</b>	<b>0.276297</b>
Ordem Siluriformes		
Pimelodidae <sup>2</sup>	178	1.414863
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829)	<b>2</b>	<b>0.27045</b>
Recém-eclodidas	27	1.532127
Danificadas	15	0.467586

<sup>1</sup> Identificado a nível de ordem; <sup>2</sup> Identificado a nível de família

Ovos de peixes migradores foram registrados nos rios São Francisco (N=723), Paraopeba (N=149), Sucuriú (N=114) e Forquilha (N=88) (Figura 5), enquanto larvas foram registradas em sete dos rios estudados (Figura 5 e 6).

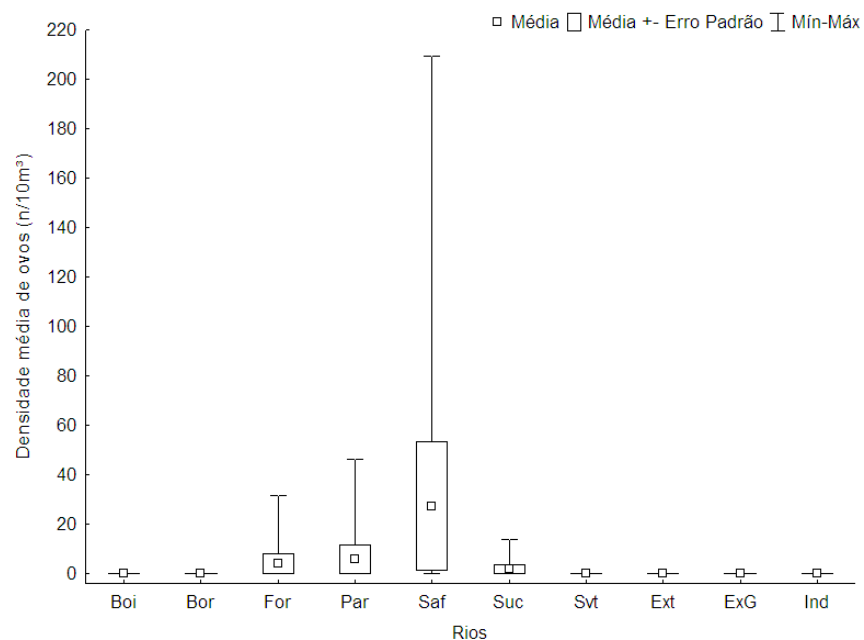


Figura 5 Variação da densidade média de ovos de peixes migradores entre os afluentes e área de influência do reservatório de Três Marias, MG. Eixo X representa cada rio Boi=Boi; Bor=Borrachudo; ExG=Extrema Grande; Ext=Extrema; For=Forquilha; Ind=Indaiá; Par=Paraopeba; Saf=São Francisco; Suc=Sucuriú; Svt=São Vicente.



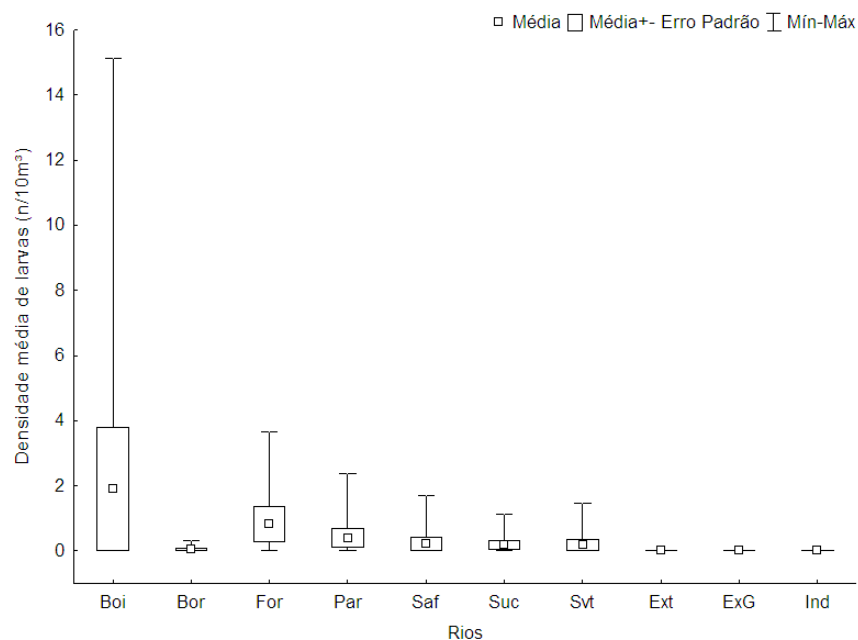


Figura 6 Variação da densidade média de larvas de peixes migradores nos afluentes e área de influência do reservatório de Três Marias, MG. Eixo X representa cada rio Boi=Boi; Bor=Borrachudo; ExG=Extrema Grande; Ext=Extrema; For=Forquilha; Ind=Indaiá; Par=Paraopeba; Saf=São Francisco; Suc=Sucuriú; Svt=São Vicente.

Apesar de não terem sido observadas relações significativas entre a densidade média de ovos (Vazão:  $p=0,1762$ ;  $r^2=0,2158$  e Precipitação:  $p=0,090$  e  $r^2=0,4036$ ) e larvas (Vazão:  $p=0,6958$ ;  $r^2=0,0201$  e Precipitação:  $p=0,686$  e  $r^2=0,0291$ ) e as variáveis hidrológicas avaliadas, picos de abundâncias de larvas coincidiram com as maiores precipitações na região (Figura 7). Enquanto ovos foram mais capturados na coleta anterior (Figura 8).

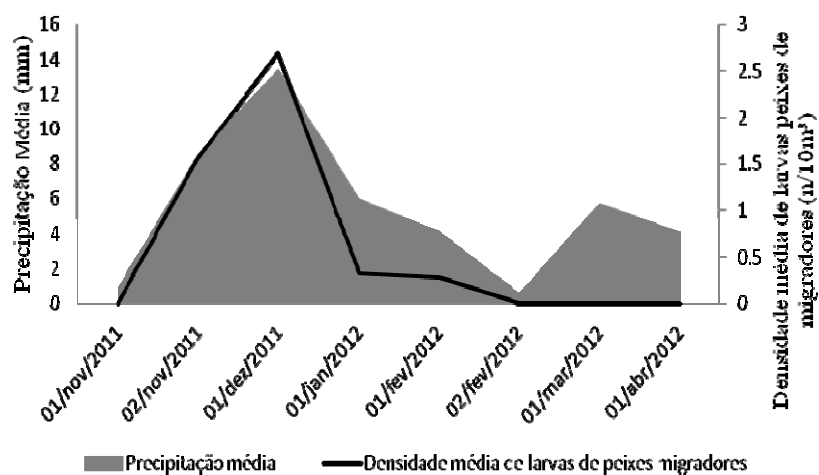


Figura 7 Densidade média de larvas de migradores (n/10m<sup>3</sup>) ao longo do período de estudo com a precipitação média na área de estudo. Eixo X representa os períodos de coleta.

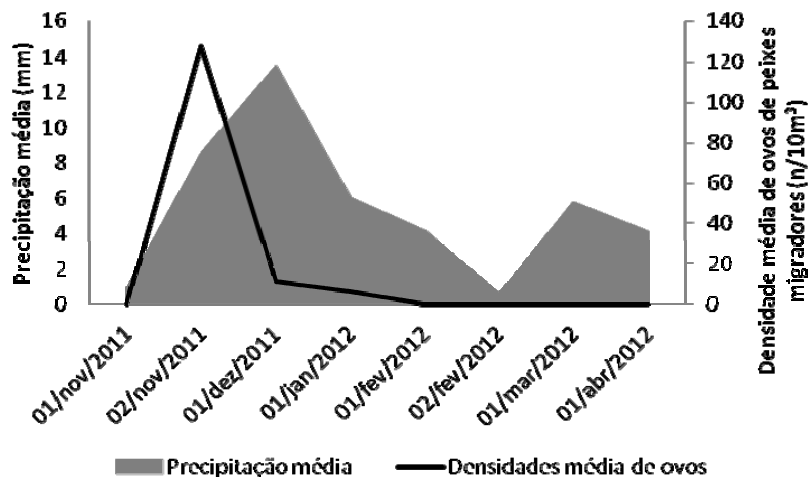


Figura 8 Variação da densidade média de ovos e precipitação média ao longo do período de estudo. Eixo X representa os períodos de coleta.

A densidade média de ovos foi significativamente maior nos setores lóticos amostrados, sendo que no trecho a 20 km não foram observados ovos (Figura 9), apenas nos rios de maior porte foi possível registrar ovos a 10 quilômetros no reservatório (Figura 10).

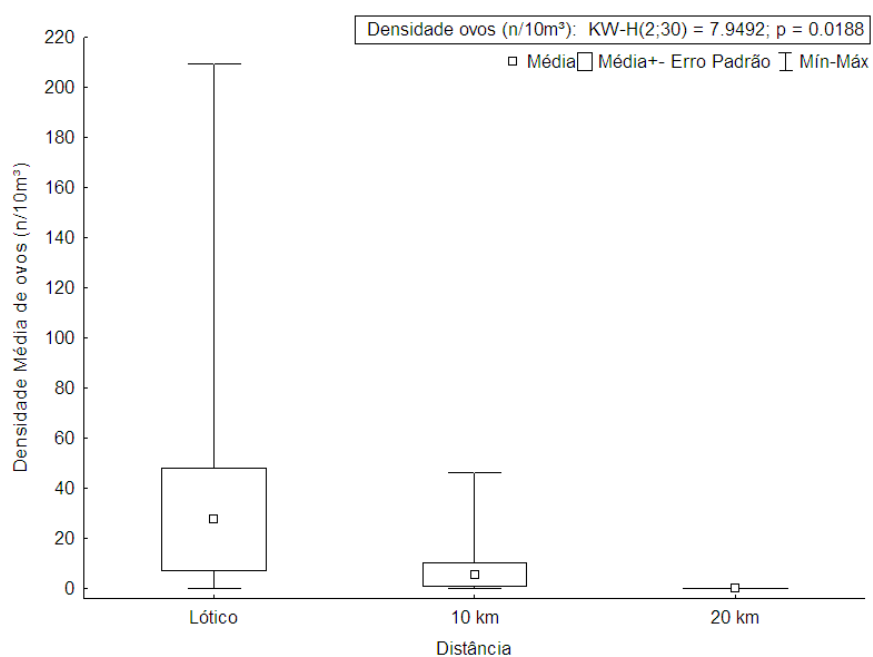


Figura 9 Variação da densidade de ovos de peixes migradores ao longo dos setores.

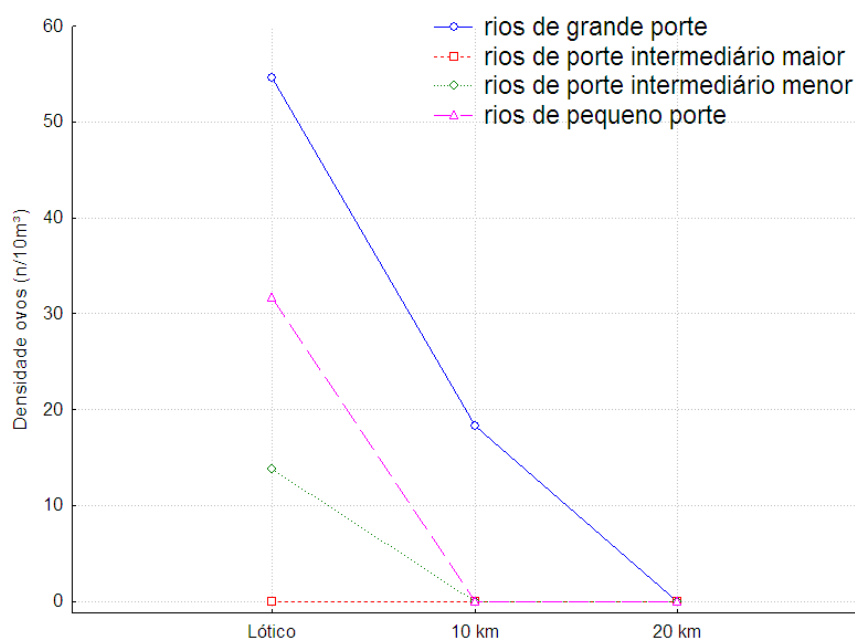


Figura 10 Variação da densidade média de ovos em cada setor de acordo com a vazão do rio. Categorias do rio de acordo com a Tabela 1.

Apesar de não terem sido observadas diferenças significativas na densidade média de larvas entre os setores ( $KW-H(2;33) = 3.3799$ ;  $p = 0.1845$ ), em rios de pequeno porte estas foram encontradas apenas no setor lótico, enquanto que em rios maiores sua densidade aumentou de montante para jusante, alcançando a região localizada a 20 quilômetros (Figura 11).

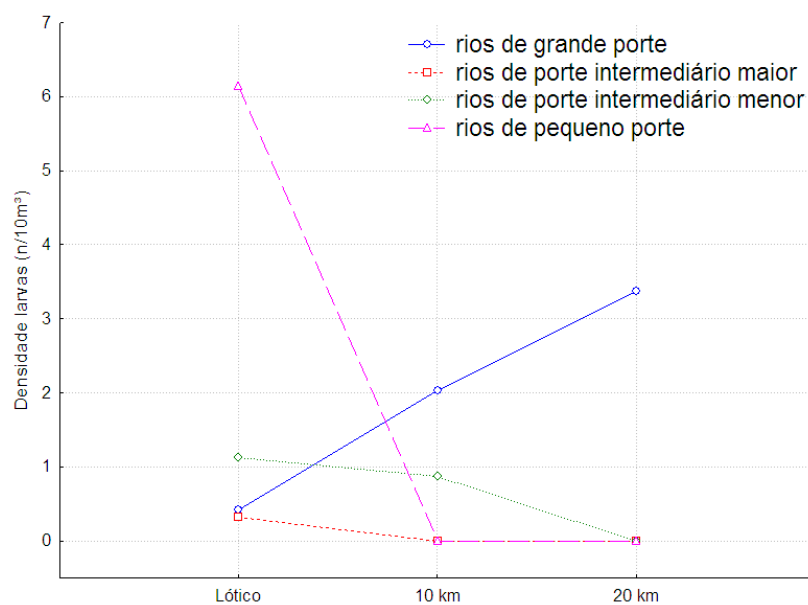


Figura 11 Variação da densidade média de larvas em cada setor de acordo com a vazão do rio. Categorias do rio de acordo com a Tabela 1.

Apesar das diferenças encontradas entre os quatro grupos de córregos, o padrão de transparência ao longo das campanhas só foi diferente para os rios de maior porte. Somente nestes, foram observadas baixas transparências a 10 km ao longo da maioria das campanhas, e nos picos de pluviosidade na região 20 km a jusante (Figura 12). Os demais córregos se comportam de maneira semelhante, independente de seu porte.

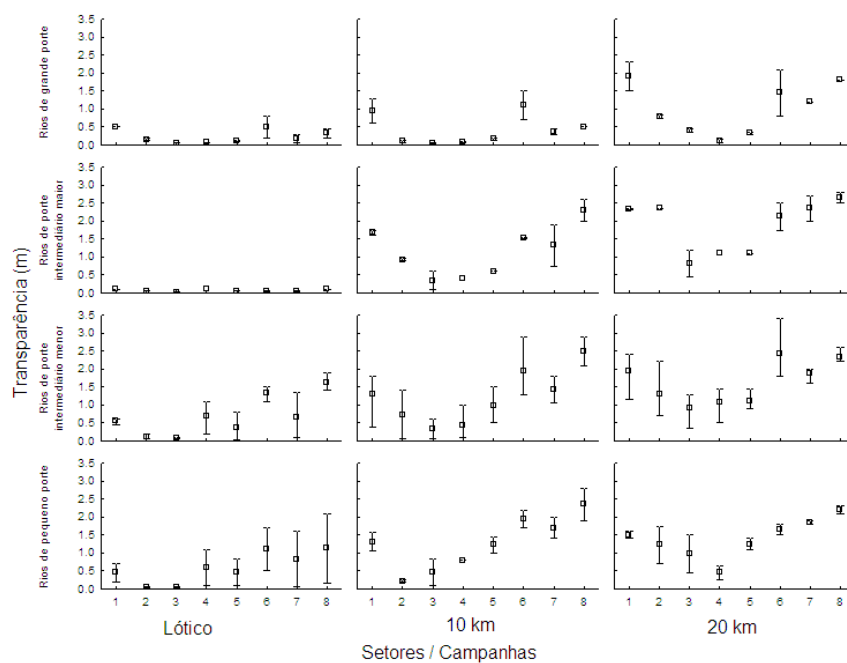


Figura 12 Variação da transparência média (metros) ao longo das campanhas entre os setores de acordo com o porte do rio.

Para *Prochilodus* spp foi possível determinar um gradiente ontogenético de montante para jusante, com predomínio de ovos no setor lótico e de larvas em estágios mais avançados de desenvolvimento a 20 km (Figura 13).

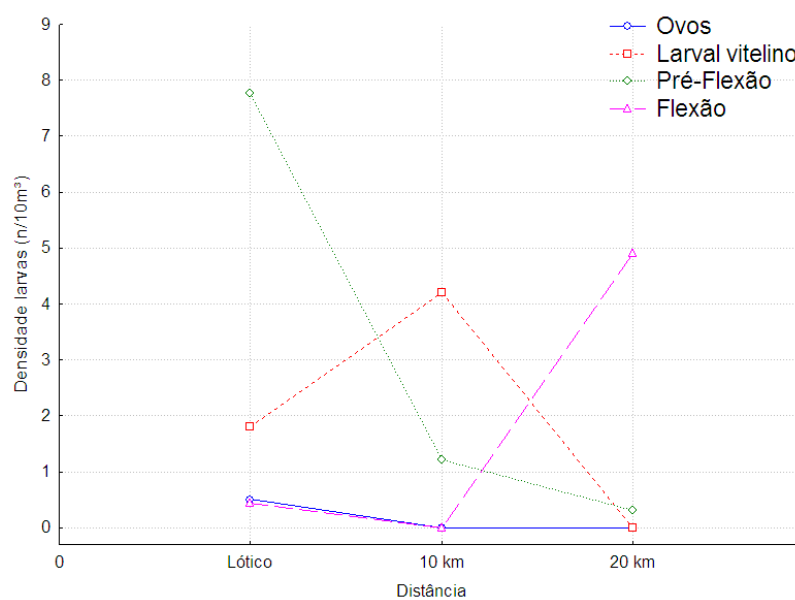


Figura 13 Variação da densidade média de larvas de cada estágio de desenvolvimento de *Prochilodus* spp. ao longo dos setores (trecho Lótico; 10km abaixo do trecho Lótico; 20 km abaixo do trecho Lótico). Estágios de desenvolvimento (LV=larval vitelino; PF=pré-flexão e FL=flexão).

Quando avaliados os mapas de distribuição de ovos e larvas na região de estudo é possível concluir que a desova das espécies migradoras ocorre na maioria dos afluentes da represa de Três Marias, e que larvas possuem maior probabilidade de serem registradas nos setores lânticos, especialmente se associados a grandes tributários (Figura 14 e 15).

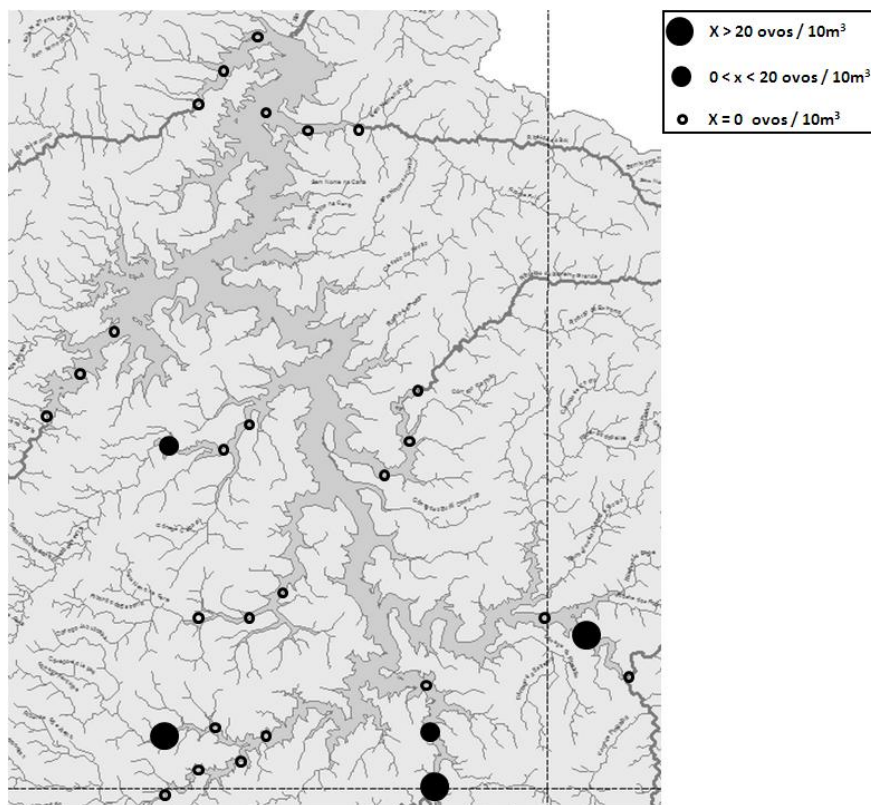


Figura 14 Mapa de densidade média de ovos de peixes migradores nos afluentes e área de influência do reservatório de Três Marias, MG.



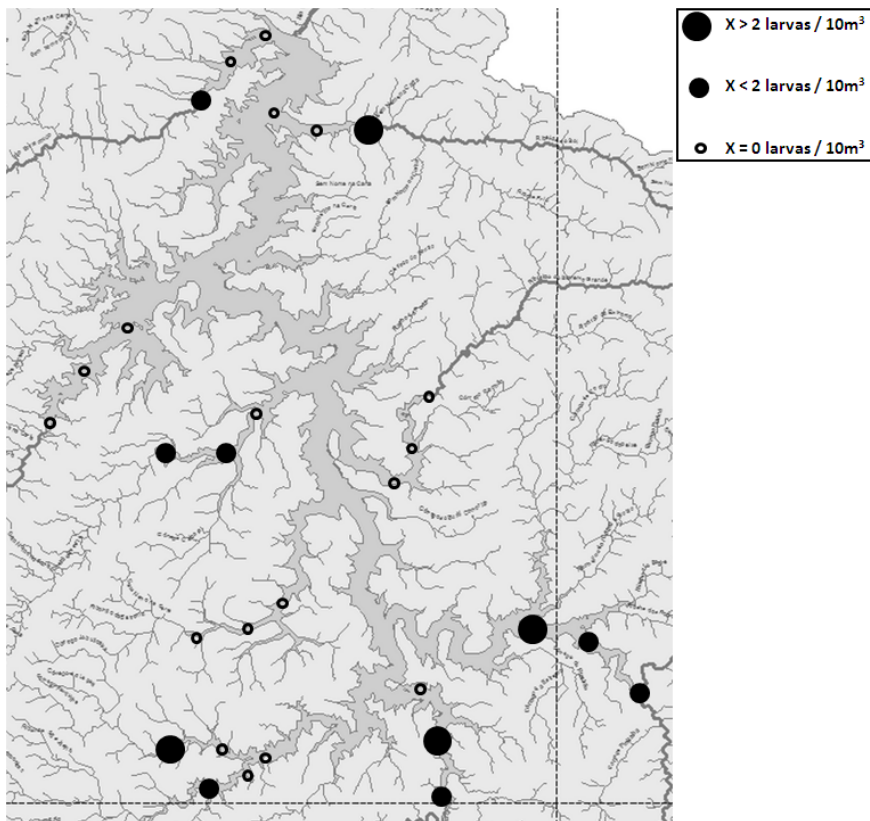


Figura 15 Mapa de distribuição das larvas de peixes migradores nos afluentes e área de influência do reservatório de Três Marias, MG.

#### 4 DISCUSSÃO

O conhecimento das táticas reprodutivas é de importância fundamental para a compreensão das estratégias de ciclo de vida das espécies. É um elemento imprescindível para nortear as medidas de administração, manejo e preservação da ictiofauna frente aos impactos determinados por ações antrópicas como pesca, poluição, eliminação de áreas de desova e de criadouros, pelo barramento dos cursos d'água e destruição da vegetação marginal (Vazzoler & Menezes 1992).

Os peixes neotropicais, que habitam um ambiente altamente sazonal, exibem uma grande variedade de padrões de história de vida, que podem ser agrupados em três estratégias (Winemiller 1989). A estratégia chamada de equilíbrio é associada com populações locais sedentárias, recursos alimentares estáveis, estação reprodutiva prolongada e investimentos em cuidado parental, que aumentam a sobrevivência de juvenis e reduzem as flutuações na densidade da população local. Uma estratégia oportunística é caracterizada pela recolonização rápida de habitats perturbados por indivíduos pequenos, de maturação rápida e de desova múltipla. No caso extremo, a estratégia sazonal é caracterizada por adultos de grande porte, alta fecundidade, ausência de cuidado parental e grandes migrações reprodutivas.

A migração, principalmente de peixes de água doce, tem sido considerada um fenômeno adaptativo para aumentar o crescimento, sobrevivência e abundância, o que pode culminar no aumento da produção pesqueira (Northcote 1978). São consideradas migrações aqueles movimentos alternados entre dois ou mais habitats ocorrendo com periodicidade regular e envolvendo uma grande porção da população.

Os peixes migradores do rio São Francisco representam cerca 10% da ictiofauna presente na bacia. A maioria destes peixes é de interesse econômico

para pesca profissional e/ou esportiva. Na região de Três Marias, espécies como dourado (*Salminus franciscanus*), mandi (*Pimelodus maculatus*), curimba (*Prochilodus argenteus* e *Prochilodus costatus*) são responsáveis por grande parte do pescado tanto na região jusante com na região montante do reservatório, representando a fonte econômica para muitas famílias. Isto reforça a importância destas espécies para a economia local na região onde elas estão presentes (Hoeinghaus *et al.* 2009).

Quando da construção de reservatórios, um aspecto fundamental com relação à manutenção dos estoques pesqueiros e à determinação das eventuais estratégias de manejo diz respeito à possibilidade de recrutamento das espécies migradoras nos remanescentes lóticos localizados à montante (Pompeu *et al.* 2011a). Tributários de pequeno porte já foram apontados como rotas alternativas para peixes migradores (Antônio *et al.* 2007). No entanto, o presente estudo permite afirmar que pelo menos a reprodução de algumas das espécies migradoras pode acontecer em pequenos afluentes, embora o recrutamento dependa da presença de locais de desenvolvimento inicial, como planícies de inundação. À montante de Três Marias estas áreas estão presentes principalmente ao longo do rio São Francisco (Sato *et al.* 1987), já que o Paraopeba encontra-se barrado próximo à sua foz e os demais rios são de menor porte.

Reservatórios restringem os movimentos passivos do ictioplâncton de várias maneiras. Aumentando a transparência da água aumenta a taxa de predação por pequenos predadores visuais comuns neste tipo de ambiente (Agostinho & Gomes 1997; Agostinho *et al.* 2002; Agostinho *et al.* 2007c). Devido à sua mobilidade limitada, os ovos e larvas também tendem a se depositar no fundo do reservatório, onde são sufocados pelas baixas concentrações de oxigênio e elevadas taxas de sedimentação (Agostinho *et al.* 2007c). Por isto, avaliações da possibilidade de passagem do ictioplâncton por

reservatórios, em direção às planícies de inundação à jusante, e em quais situações ela acontece, vem merecendo cada vez mais atenção. Em um estudo realizado antes e após a construção da barragem de Lajeado (reservatório de 630 km<sup>2</sup>, 24 dias de tempo de residência) foi evidenciado que a densidade de ovos reduziu-se a zero em aproximadamente 27 km dentro do reservatório e que a composição de larvas modificou-se drasticamente, sendo composta principalmente por peixes não-migradores (Agostinho *et al.* 2007b). No alto rio Grande reservatórios entre 40 e 76 km<sup>2</sup> foram capazes de impedir totalmente o fluxo larval para jusante (Suzuki *et al.* 2011).

No presente estudo a dispersão de ovos no corpo do reservatório foi verificada apenas para os rios de maior porte, e apenas até 10 quilômetros, enquanto que para os mesmos rios a deriva de larvas de espécies migradoras foi observada até 20 quilômetros. Se considerarmos cada afluente estudado como um reservatório individual, poderíamos prever que, apenas para aqueles com tempo de residência reduzido (maiores vazões), seria possível a passagem de larvas para jusante, caso o reservatório apresentasse menos de 20 km de extensão. Para os rios de menor porte, a passagem seria possível apenas ao longo de extensão inferior a 10 km.

Cabe salientar que a captura de ovos e larvas mais à jusante foi mais intensa nos períodos de maior precipitação, que também coincidiram com as maiores densidades observadas. No sudeste brasileiro, a reprodução geralmente inicia-se em outubro, quando a temperatura começa a se elevar, sendo que a maior frequência de espécies em reprodução ocorre em dezembro e janeiro, quando a temperatura elevada associa-se o nível fluviométrico alto, que se mantém até março, garantindo condições favoráveis ao desenvolvimento das larvas (Vazzoler & Menezes 1992; Lamas 1993), incluindo a facilidade de acesso às planícies de inundação.

O maior tamanho das larvas coletadas à jusante, quando comparadas com as de montante, justifica-se pelo rápido desenvolvimento das larvas de nossas espécies migradoras (Nakatani *et al.* 2001; Godinho *et al.* 2003). Assim, as larvas capturadas no reservatório são provenientes do grande número de ovos afluentes e indicam que, para a maior parte dos afluentes avaliados, alguns dos locais de desova localizam-se não muito distantes do reservatório. Indivíduos provenientes de regiões mais distantes chegariam ao reservatório com maior tamanho, podendo evitar a rede de coleta por natação ativa.

As informações geradas neste estudo sobre a reprodução de peixes migradores indicam a importância de determinados afluentes na manutenção do estoque destas espécies na região do reservatório e sobre o período de maior atividade destas espécies na região. Apenas rios de grande porte são capazes de possibilitar o arraste (deriva) de ovos e larvas de peixes migradores por longas distâncias, e que apenas estes são capazes de alterar a transparência por longas extensões do reservatório. Portanto, mesmo que após a construção de um reservatório e/ou de um Mecanismo de Transposição de Peixes sejam identificadas áreas de desova à montante, o impacto na deriva de ovos e larvas será determinante no recrutamento de indivíduos e na manutenção do estoque pesqueiro, e dependerá do porte do rio e extensão do reservatório.

## REFERÊNCIAS

- A. JOHN GATZ, J. 1979. Ecological Morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, vol. 21.
- AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. 1997. *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*, Maringá, EDUEM.
- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., FERNANDEZ, D. R. & SUZUKI, H. I. 2002. Efficiency of fish ladders for neotropical ichthyofauna. *River Research and Applications*, 18, 299-306.
- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C. & PELICICE, F. M. 2007a. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*, Maringá, Eduem.
- AGOSTINHO, A. A., MARQUES, E. E., AGOSTINHO, C. S., ALMEIDA, D. A. D., OLIVEIRA, R. J. D. & MELO, J. R. B. D. 2007b. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes? *Neotropical Ichthyology*, 5, 121-130.
- AGOSTINHO, A. A., MARQUES, E. E., AGOSTINHO, C. S., DE ALMEIDA, D. A., DE OLIVEIRA, R. J. & DE MELO, J. R. B. 2007c. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes? *Neotropical Ichthyology*, 5, 121-130.
- ANEEL 2008. *Atlas de energia elétrica do Brasil*, Brasília, ANEEL.
- ANTÔNIO, R. R., AGOSTINHO, A. A., PELICICE, F. M., BAILLY, D., OKADA, E. K. & DIAS, J. H. P. 2007. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? *Neotropical Ichthyology*, 5, 177-184.
- BRITSKI, H. A., SATO, Y. & ROSA, A. B. S. 1988. *Manual de Identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco*, Brasília, CODEVASF.
- CAROLSFELD, J., HARVEY, B., ROSS, C. & BAER, A. 2003. *Migratory Fishes of South America : Biology, Fisheries and Conservation Status*.
- CLUTTON-BROCK, T. & SHELDON, B. C. 2010. Individuals and populations: the role of long-term, individual-based studies of animals in ecology and evolutionary biology. *Trends in Ecology and Evolution*, 25, 562-573.

CODEVASF 1989. PLANVASF - Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco. Brasília.

DODDS, W. K. 2002. *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications*, ACADEMIC PRESS.

ESTEVES, F. A., AMORIM, J. C. C., CARDOSO, E. L. & BARBOSA, F. A. R. 1985. Caracterização limnológica preliminar da represa de Três Marias (MG) com base em alguns parâmetros ambientais básicos. *Cienc. Cult*, 37, 608-617.

FROESE, R. & TORRES, A. 1999. Fishes under threat: an analysis of the fishes in the 1996 IUCN Red List. In: PULLIN, R. S. V., BARTLEY, D. M. & KOOIMAN, J. (eds.) *Towards policies for conservation and sustainable use of aquatic genetic resources*. ICLARM Conf. Proc. 59, 277p, 131-144.

GODINHO, A. L. & POMPEU, P. D. S. 2003. A importância dos ribeirões para os peixes de piracema. *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, 361-372.

GODINHO, H. P. & GODINHO, A. L. 2003. *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*, Belo Horizonte, PUC-Minas.

GODINHO, H. P., SANTOS, J. E. & SATO, Y. 2003. Ontogênese larval de cinco espécies de peixes do São Francisco. In: (ORG.), I. H. P. G. A. L. G. (ed.) *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. . Belo Horizonte: PUC Minas, 468 p.

HOEINGHAUS, D. J., AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., PELICICE, F. M., OKADA, E. K., LATINI, J. D., KASHIWAQUI, E. A. L. & WINEMILLER, K. O. 2009. Effects of River Impoundment on Ecosystem Services of Large Tropical Rivers: Embodied Energy and Market Value of Artisanal Fisheries. *Conservation Biology*, 23, 1222-1231.

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

LAMAS, I. R. 1993. *Análise de características reprodutivas de peixes brasileiros de água doce, com ênfase no local de desova*. Dissertação, Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, UFMG.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology*, Amsterdam, Elsevier Science.

LUIZ, E. A., AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C. & HAHN, N. S. 1998. Ecologia trófica de peixes em dois riachos da bacia do rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*, 58, 273-285.

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

NELSON, J. S. 2006. *Fishes of the world*, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.

NORTHCOTE, T. G. 1978. Migratory Strategies and Production in Freshwater Fishes. In: S., G. (ed.) *Ecology of Freshwater Fish Production*. Oxford, England: Blackwell Science.

PETRERE JUNIOR, M. 1985. Migraciones de peces de agua dulce en America Latina: algunos comentarios. *Copescap Doc. Ocas*.

POMPEU, P. S., AGOSTINHO, A. A. & PELICE, F. M. 2011a. Existing and Future challenges: The concept of successful fish passage in South America. *River Research and Applications*, 28, 504-512.

POMPEU, P. S., NOGUEIRA, L. B., GODINHO, H. P. & MARTINEZ, C. B. 2011b. Downstream passage of fish larvae and eggs through a small-sized reservoir, Mucuri River, Brazil. *ZOOLOGIA*, 28, 739-746.

REIS, R. E., KULLANDER, S. O. & CARL J. FERRARIS, J. 2003. *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*, Porto Alegre :, EDIPUCRS.

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

SATO, Y., CARDOSO, E. L. & AMORIM, J. C. C. 1987. *Peixes das lagoas marginais do São Francisco a montante da represa de Três Marias (Minas Gerais)*. Brasília, CODEVASF.



STATSOFT, I. 2007. STATISTICA (data analysis software system). version 8.0 ed.

SUZUKI, F. M., PIRES, L. V. & POMPEU, P. S. 2011. Passage of fish larvae and eggs through the Funil, Itutinga and Camargos Reservoirs on the upper Rio Grande (Minas Gerais, Brazil). *Neotropical Ichthyology*, 9, 617-622.

TANAKA, S. 1973. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fisheries Technical Paper*, 122, 33-51.

VAZZOLER, A. E. A. D. M. & MENEZES, N. A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Revista Brasileira de Biologia*, 52, 627-640.

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

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

WOOTTON, R. J. 1991. *Ecology of teleost fishes*, London, Chapman & Hall.

**ARTIGO 3**

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE LARVAS DE  
*ANCHOVELLA VAILLANTI* (STEINDACHNER, 1908),  
(CLUPEIFORMES, EUGRAULIDAE) NO RESERVATÓRIO DE TRÊS  
MARIAS, MG, BRASIL, DURANTE ESTAÇÃO CHUVOSA\***

\* Formato segundo o periódico Journal of Plankton Research

## RESUMO

O estudo do ictioplâncton nos países sul americanos ainda é deficiente para a maioria das espécies que não realizam migrações. A formação de um reservatório altera toda a dinâmica do ecossistema aquático e modifica a comunidade de peixes que passa a habitar os novos ambientes formados, favorecendo espécies oportunistas e sedentárias. O presente estudo teve como objetivo avaliar a distribuição de larvas de *Anchoviella vaillanti* no reservatório de Três Marias, Minas Gerais, Brasil. A espécie *A.vaillanti* possui indivíduos de pequeno porte, é endêmica da bacia do São Francisco, encontrada em ambientes lênticos, como remansos de rios e lagoas, e sua alimentação é baseada em zooplâncton. As coletas foram realizadas nas áreas de influência dos principais afluentes do reservatório, durante o período chuvoso, em intervalos de 20 dias, com variação nictemeral (dia e noite). Foram capturadas 2847 larvas, distribuídas em todos os 10 afluentes onde houve coleta. As maiores densidades foram observadas no ribeirão do Boi e a campanha com maior captura foi realizada no mês de fevereiro. Maiores densidades de larvas foram observadas durante a noite e nos pontos localizados no corpo do reservatório. Não houve relação significativa das densidades de larvas com os níveis de precipitação, embora as maiores capturas tenham ocorrido no período onde houve menor precipitação. Este estudo aponta para a reprodução da espécie no corpo do reservatório de Três Marias, estando a mesma pré-adaptada às novas condições providas pelo reservatório.

Palavras-chave: *Anchoviella vaillanti*. Ecologia de reservatório. Distribuição de larvas de peixe. Rio São Francisco.

### ABSTRACT

The study ichthyoplankton in the South American countries still lack information mainly directed to those species that do not perform migrations. The reservoir formation changes the whole dynamic of the aquatic ecosystem and alter the fish community that inhabits the new reservoir habitats, species with opportunistic features and sedentary. The present study aimed to evaluate the distribution of *Anchoviella vaillanti* larvae in the Três Marias reservoir, Minas Gerais, Brazil. The collections were made in the areas of influence of the main tributaries of the reservoir during the rainy season at intervals of 20 days with diurnal variation (day and night). It 2847 *A.vaillanti* larvae were captured distributed in all 10 tributaries where samples were collected. The highest densities were observed in the Boi stream and the campaign with biggest catch was held in February. We observe diel differences in catches of larvae, higher density were observed during the night. And the points located within the reservoir had higher densities. There was no significant relationship of the densities of larvae with precipitation levels, but we observed that the more time catching larvae occurred in the period where there was less precipitation. The *A.vaillanti* species, has small individuals, being endemic to the São Francisco basin, individuals of this species are found in lentic as backwaters of rivers and lakes, have alimentation based on zooplankton. These features make it possible "pre-adapted" characteristics of the reservoir, with lentic environment proliferation of planktonic organisms. Diel variations may be linked to vertical migration performed by zooplankton source of their food.

Keywords: *Anchoviella vaillanti*. Reservoir ecology. Fish larvae distribution. São Francisco river.

## 1 INTRODUÇÃO

Os estudos com ovos e larvas no Brasil têm focado principalmente os peixes migradores, através da determinação das áreas de desova (Baumgartner *et al.* 2004; Reynalte-Tataje *et al.* 2012; Silva *et al.* 2012), ou do impacto de barragens sobre a deriva do ictioplâncton (Agostinho *et al.* 2007b; Pompeu *et al.* 2011b; Suzuki *et al.* 2011). Apesar do foco em espécies migradoras, a maioria dos trabalhos com ovos e larvas avaliou a distribuição espaço-temporal e a influência de variáveis ambientais na comunidade ictioplanctônica como um todo (Castro *et al.* 2002; Bialetzki *et al.* 2005; Baumgartner *et al.* 2008; Daga *et al.* 2009; Hermes-Silva *et al.* 2009; Reynalte-Tataje *et al.* 2011). Desta forma, são raros os estudos que avaliaram a distribuição espaço-temporal de apenas uma determinada espécie de água doce da região neotropical (Flecker *et al.* 1991; Galuch *et al.* 2003; Silva *et al.* 2011).

A família Engraulidae pertence a ordem dos Clupeiformes, com 16 gêneros e 139 espécies (Nelson 2006). O gênero *Anchoviella* Fowler 1911 possui representantes marinhos, estuarinos e dulcícolas, distribuídos pela América do Sul, Central, do Norte e nas costas do Pacífico e Atlântico destes continentes (Loeb 2009). A única espécie pertencente à bacia do rio São Francisco é *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908), sendo especialmente encontradas em lagoas marginais, onde se alimenta de zooplâncton e invertebrados aquáticos (Pompeu & Godinho 2003).

A construção de barragens e a formação de reservatórios causam modificações na dinâmica do sistema fluvial e alteração da assembleia de peixes, muitas vezes irreversíveis (Petts 1980; Godinho & Godinho 1994; Aarts *et al.* 2004). A formação de novos ambientes favorece a proliferação de algumas espécies (oportunistas, sedentárias) que antes da formação do reservatório não

eram abundantes (Humphries *et al.* 2002; Sanches *et al.* 2006; Agostinho *et al.* 2007a).

A espécie *Anchoviella vaillantii* colonizou com sucesso o reservatório de Três Marias, sendo a base da alimentação de *Ancestrorhynchus bristkii* (Menezes, 1969), *Pachyurus squamipennis* (Agassiz, 1831) e *Ancestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875), que são espécies piscívoras e representam cerca de 20 % da biomassa de peixes do reservatório, com grande importância na estrutura trófica do reservatório (Peret 2004). Apesar de ter sua morfologia e desenvolvimento ontogenético descritos (Silva *et al.* 2010), trabalhos relacionados à sua dinâmica reprodutiva são escassos (Bazzoli *et al.* 1997), não estando disponíveis informações sobre a distribuição espaço-temporal de suas larvas em reservatórios da bacia do São Francisco.

Nesta perspectiva, este estudo teve como objetivos avaliar a distribuição espaço-temporal de larvas de *Anchoviella vaillantii* nos principais afluentes do reservatório de Três Marias, em um gradiente longitudinal a partir de suas desembocaduras, tentando encontrar respostas para as seguintes perguntas: (i) As larvas de *A.vaillantii* se distribuem igualmente na região de influência do reservatório? (ii) Em que período há o maior número de larvas coletadas? (iii) Existem diferenças nictemerais na captura das larvas desta espécie? (iii) Quais características da água influenciam na densidade de larvas desta espécie?

## **2 MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

A usina hidrelétrica de Três Marias é a única construída na calha principal do rio São Francisco em seu trecho superior e possui uma potência instalada de 396.000 kW (Figura 1) (Godinho & Godinho 2003; ANEEL 2008).



Figura 10 Mapa demonstrativo do número de UHE ao longo da bacia do rio São Francisco, em destaque a região de estudo (reservatório de Três Marias-MG).

O reservatório formado pela barragem em Três Marias possui como principais afluentes os rios São Francisco, Paraopeba, São Vicente, Sucuriú, Indaiá, Extrema, Borrachudo e Boi (Esteves *et al.* 1985). Quando atinge sua cota máxima, a área de inundação do reservatório atinge cerca de 1050 km<sup>2</sup> com um volume da ordem de 21 bilhões de metros cúbicos. Apesar de importante



capacidade de geração, foi construído principalmente com o objetivo de regularização do São Francisco e possibilitar a navegação entre Pirapora e Juazeiro (Britski *et al.* 1988). Os municípios de Felixlândia, Morada Nova de Minas, Biquinhas, Paineiras e parcialmente Barreiro Grande se situam ao redor da represa da hidrelétrica de Três Marias e tiveram parte de suas áreas inundadas.

O reservatório é alvo de interesse turístico e comercial, principalmente pela pesca. A fim de preservar os estoques pesqueiros há relatos de “peixamentos” realizados desde 1980, introduzindo espécies que haviam se extinguido na porção montante da barragem no alto São Francisco, além de espécies exóticas. Apenas no ano de 1987 houve a introdução de 1 milhão de alevinos de Curimatã, Pacu-comum e Piau-verdadeiro na represa de Três Marias (CODEVASF 1989).

Na bacia do Paraná esta prática não é realizada tão comumente, canalizando os esforços predominantemente em levantamentos, estudos de monitoramento dos desembarques pesqueiros como meio de avaliar as ações implementadas para tal finalidade (Agostinho *et al.* 2007a). No reservatório de Três Marias, apesar de existirem estudos de levantamento e monitoramento da ictiofauna, os “peixamentos” ainda são realizados priorizando a introdução de espécies nativas.

### **Coleta dos dados**

Foram selecionados para este estudo os dez afluentes de maior porte do reservatório de Três Marias. Em cada um deles foram amostradas três regiões: região lótica (foz, profundidade média de 3.18 metros) imediatamente à montante do reservatório; e as regiões localizadas no corpo do reservatório, à jusante, nas distâncias de 10 km (profundidade média de 14.53 metros) e 20 km

(profundidade média de 25.9 metros) (Figura 2). Desta forma, foram amostrados 30 pontos de coleta.

As coletas foram realizadas no período diurno e noturno em intervalos de 20 dias, entre dezembro de 2011 e março de 2012, totalizando 8 eventos de amostragem por ponto. As amostragens diurnas ocorreram, preferencialmente, no período das 06h00min até as 09h00min e as noturnas no período 18h00min às 21h00min. Cada conjunto de três pontos por rio era amostrado no mesmo dia, totalizando 10 dias de coleta por campanha.

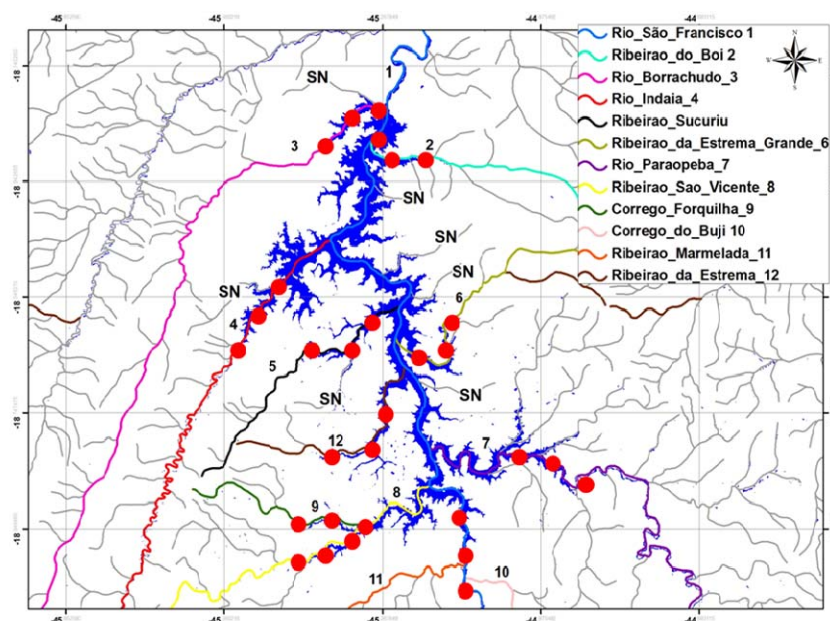


Figura 2 Distribuição de pontos de coleta distribuídos pelos principais afluentes do reservatório de Três Marias.

### Fatores Limnológicos e Hidrológicos

Os parâmetros físico-químicos (oxigênio, condutividade, temperatura) da água em cada ponto de coleta foram avaliados com o auxílio de equipamento

multi-parâmetro ( YSI 556 MPS, Multi Probe System) e a transparência da água foi avaliada usando um disco de Secchi (Nakatani *et al.* 2001). Foram obtidos também dados sobre a precipitação na região do reservatório, por meio da Companhia Energética de Minas Gerais-CEMIG, e a vazão média em longo prazo (Qmlp) através do site Atlas Digital das Águas de Minas.

### **Amostragem do ictioplâncton**

A amostragem do ictioplâncton foi realizada com o auxílio de rede cônica, com malha de 500 micrômetros, 1,45 m de extensão e 38 cm de diâmetro na abertura, com fluxômetro (General Oceanic) posicionado na abertura (Figura 3). As redes foram posicionadas na região central do corpo d'água e, onde havia correnteza, submersas durante 10 minutos.

Nos pontos inseridos no reservatório, onde a correnteza era reduzida, a rede foi lançada atrás do barco (distante aproximadamente 10 metros, e na profundidade de aproximadamente 1.5 m) e em velocidade reduzida arrastada também por 10 minutos (Nakatani *et al.* 2001). O material coletado foi conservado em potes de vidro com solução de formalina a 4%, tamponada com carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e identificado de acordo com a data, horário, local.

A triagem e posteriormente a identificação do ictioplâncton foram realizadas sob o estereoscópio Carl Zeiss ® Stemi DV4 sobre a placa de triagem do tipo Bogorov, a identificação foi realizada segundo Nakatani (2001). As fases de desenvolvimento larval da *A.vaillanti* também foram identificadas segundo Silva (2010).

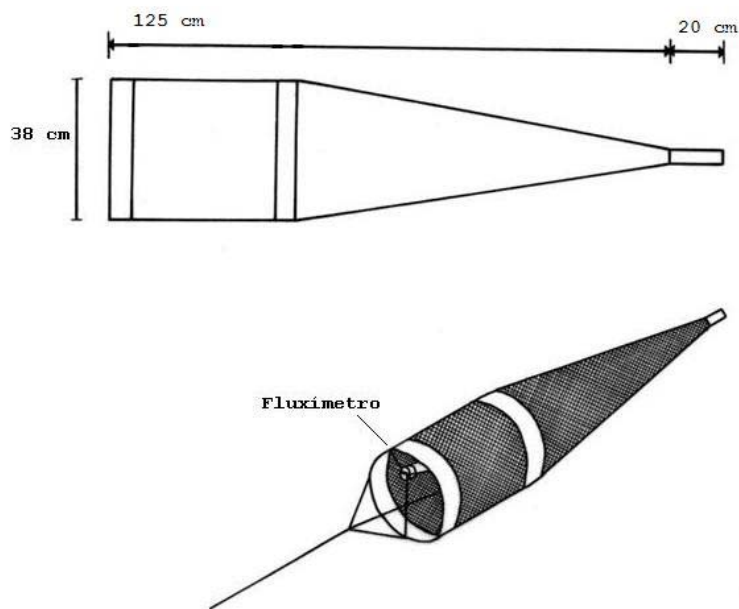


Figura 3 Ilustração da rede cônica de ictioplâncton e suas dimensões.

### **Análise dos dados**

A variação espacial da densidade de ictioplâncton para cada afluente foi avaliada com base no volume filtrado e no número de larvas registradas, sendo expressa em números por metro cúbico. Desta forma, o número de larvas coletadas foi padronizado para um volume de 10 m<sup>3</sup> de água filtrada (Tanaka 1973).

Para avaliar possíveis diferenças entre as densidades de larvas em relações às variações nictemerais (dia e noite) e entre os setores (trecho lótico, ponto a 10 km e 20 km) foram utilizados testes não paramétricos Kruskal-Wallis; sempre que necessário foram realizados testes post-hoc para identificar diferenças entre os grupos.

A relação entre a precipitação e vazão ( $Q_{mlp}$ ) e as densidades de larvas foi avaliada a partir de regressão linear simples.

Para avaliar a influência dos fatores limnológicos na densidade de larvas foi realizada a análise de Modelos Lineares Generalizados (GLM). Foram realizadas duas análises de GLM, uma relacionando a densidade de larvas com os fatores limnológicos em todas as campanhas e outra apenas na campanha com maior abundância de larvas.

Sempre que necessário, os dados foram analisados quanto à sua normalidade utilizando o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Todas as análises dos dados foram realizadas com o auxílio do software Statistica (StatSoft 2007).

Por fim, a distribuição das densidades de larvas entre os rios e os setores foi avaliada a partir de um mapa de densidades de larvas no reservatório de Três Marias.

### 3 RESULTADOS

Foram capturadas 2847 larvas de *A.vaillanti* ao longo do período de estudo, contemplando todas as fases do desenvolvimento larval (Larval Vitelino = 0.18%; Pré-flexão = 42.50%; Flexão = 52.56%; Pós-flexão = 4.76%). Em todas as campanhas foram encontradas larvas da espécie (Figura 4), sendo que as densidades registradas em fevereiro foram significativamente superiores às demais (Tabela 1). Não houve diferenças significativas entre as densidades média de larvas entre os rios ( $KW-H(9;79) = 10.2158$ ;  $p=0.3333$ ).

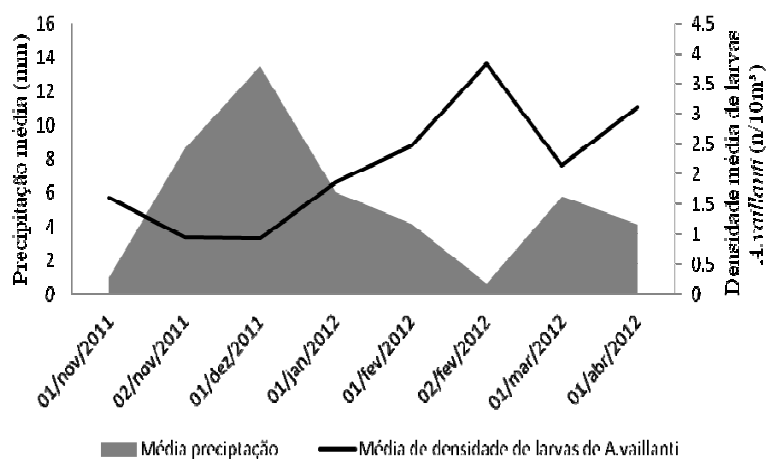


Figura 4 Variação da densidade de larvas e precipitação ao longo do período de coleta.

Tabela 1 Densidade de larvas e abundância relativa (%) por rio e campanha.

Rio	Densidade (n/10m <sup>3</sup> ) / Abundância relativa (%)	Campanha	Densidade (n/10m <sup>3</sup> ) / Abundância relativa (%)
Boi	3.966089/(13.21%)	1	1.600854/(2.39%)
Borrachudo	2.55921/(7.66%)	2	0.939422/(2.74%)
Extrema Grande	2.606134/(12.75%)	3	0.924365/(3.16%)
Extrema	2.339603/(9.94%)	4	1.854448/(8.25%)
Forquilha	2.944804/(15.88%)	5	2.454318/(16.44%)
Indaiá	2.399976/(10.64%)	<b>6</b>	<b>3.830276/(32.56%)</b>
Paraopeba	0.756356/(1.69%)	7	2.132757/(13.45%)
São Francisco	2.859426/(9.38%)	8	3.101769/(21.00%)
Sucuriú	1.747221/(7.97%)		
São Vicente	1.918428/(10.89%)		

Houve uma captura significativamente maior de larvas de *A. vaillantii* durante o período noturno (Figura 5), sendo que 91.43% delas foram coletadas neste período e apenas 8.57% dos indivíduos coletados durante o dia.

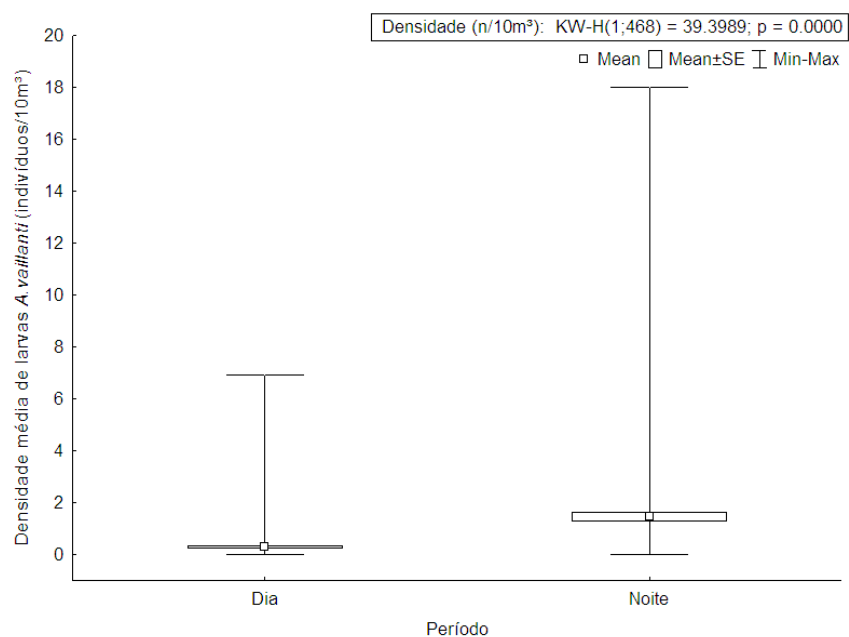


Figura 5 Relação do período de coleta com a densidade média de larvas (indivíduos/10m<sup>3</sup>) capturadas.

A densidade de larvas de *A.vaillanti* foi significativamente maior nas regiões lânticas amostradas (entre Lótico e 10 km (KW-H(1;314) = 70.1036; p=0.0000) e Lótico e 20 km (KW-H(1;312) = 88.5955; p=0.0000), não sendo encontradas diferenças entre os pontos localizados a 10km e 20 km (KW-H(1;313) = 0.6604; p=0.4164) da foz dos tributários (Figura 6).

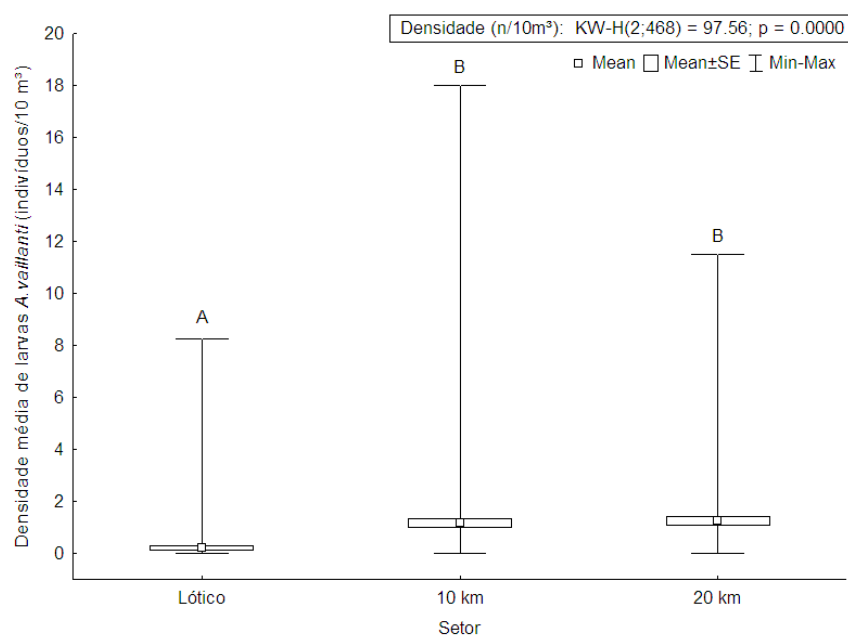


Figura 6 Variação da densidade média (indivíduos/10m<sup>3</sup>) de larvas de *A.vaillanti* em relação à distância do ponto lótico. Setor 0 (ponto lótico); setor 1 (10 km distante do setor 0) e setor 2 (20km distante do setor 0). Letras iguais correspondem a grupos estatisticamente similares.

Não foram observadas relações significativas da precipitação e vazão em relação às densidades média de larvas de *A.vaillanti* (Precipitação: p=0.4921 e r<sup>2</sup>=0.06; Vazão (Qmlp): p=0.4553 e r<sup>2</sup>=0.075), apesar de as maiores densidades terem sido observadas no mês de menor precipitação e nos setores lânticos.



O GLM para todas as campanhas indicou que a densidade de larvas de *A.vaillanti* variou significativamente ao longo das campanhas em função apenas da temperatura (Tabela 2). Quando considerada apenas a campanha com maior abundância (fevereiro/2012) verificamos que a densidade de larvas foi explicada pela relação com a profundidade e o setor no reservatório (Tabela 3).

Tabela 2 Modelo mínimo adequado usado para testar a influência dos fatores limnológicos na densidade de larvas de *A.vaillanti* ao longo de todo o período de coleta (valores significativos em negrito, n = 237, GL = Graus de Liberdade).

Variável Dependente	Variáveis explanatórias	F	Distribuição de Erro	GL	Desvio	GL Resíduos	Desvio Resíduos	p
Densidade de larvas	<b>Temperatura</b>	<b>50.90</b>	<b>Gaussian</b>	<b>1</b>	<b>224.37</b>	<b>235</b>	<b>1046.2</b>	<b>&lt;0.001</b>
	Conductividade	3.30	Gaussian	1	14.55	234	1031.7	0.07

Tabela 3 Modelo mínimo adequado usado para testar a influência dos fatores limnológicos na densidade de larvas de *A.vaillanti* apenas para a campanha com maior abundância (valores significativos em negrito, n = 30, GL = Graus de Liberdade).

Variável Dependente	Variáveis explanatórias	F	Distribuição de Erro	GL	Desvio	GL Resíduos	Desvio Resíduos	p
Densidade de larvas	Temperatura	3.34	Gaussian	1	31.52	28	365.86	0.078
	<b>Profundidade</b>	<b>7.24</b>	<b>Gaussian</b>	<b>1</b>	<b>68.24</b>	<b>27</b>	<b>297.62</b>	<b>0.012</b>
	<b>Setor</b>	<b>5.58</b>	<b>Gaussian</b>	<b>1</b>	<b>52.57</b>	<b>26</b>	<b>245.05</b>	<b>0.026</b>

O panorama geral da distribuição das densidades de larvas na região estudada evidencia uma ampla distribuição da espécie, que apresenta maior abundância nos trechos interiores do reservatório, estando ausente apenas nos trechos lóticos dos rios de menor porte (Figura 7).

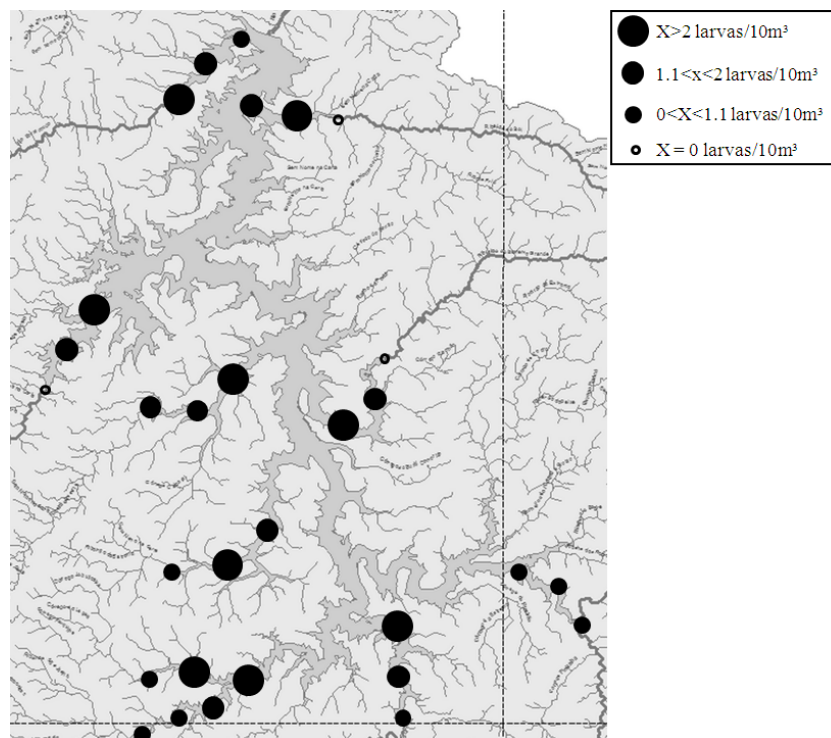


Figura 7 Mapa de densidade de larvas de *A. vaillanti* nos tributários e área de influência do reservatório de Três Marias, MG.

#### 4 DISCUSSÃO

Indivíduos de *Anchoviella vaillanti* dificilmente são coletados em inventários e monitoramento de peixes devido ao seu porte reduzido (3 a 12 cm comprimento padrão). Por não apresentarem interesse econômico, recebem pouca atenção de pescadores e pesquisadores. Os únicos trabalhos publicados sobre a espécie tiveram como objetivo descrever o desenvolvimento morfológico de larvas e juvenis e aspectos da biologia reprodutiva (Bazzoli *et al.* 1997; Silva *et al.* 2010). Entretanto, estudos que avaliaram a estrutura trófica em determinados ambientes como lagoas e reservatórios, evidenciaram a importância desta espécie na teia trófica nos ambientes onde estão inseridas (Pompeu & Godinho 2003; Peret 2004).

As mudanças causadas pela formação de um reservatório são tão drásticas que são equivalentes à formação de um novo ecossistema, principalmente em relação às relações tróficas, produtividade primária e ciclagem de nutrientes (Baxter 1977; Agostinho *et al.* 2007a). Após a formação de um reservatório são perdidos vários habitats (lagoas marginais, corredeiras, poções, remansos e canais) e formados novos ambientes (bancos de areia, galhadas, paliteiros, banco de macrófitas e a zona pelágica) (Agostinho *et al.* 2007a).

Devido às características e exigências ecológicas menos restritivas, as espécies generalistas apresentam maior sucesso na recolonização dos reservatórios sendo as espécies mais abundantes nos novos ambientes (Winemiller 1989; Agostinho *et al.* 2007a). Em reservatórios brasileiros algumas espécies são reconhecidas por terem se adaptado a regiões pelágicas e/ou profundas, como as espécies do gênero *Hypophthalmus* além de *Odontesthes bonariensis* e *Plagioscion squamosissimus* (Agostinho *et al.* 1999; Ambrósio *et al.* 2001; Casemiro *et al.* 2003). Todas as espécies citadas acima são de médio a

grande porte ( $> 50$  cm), sendo que espécies de menor porte normalmente habitam a zona litorânea (Araújo-Lima *et al.* 1995). Os resultados indicam o sucesso de colonização de larvas da espécie *A.vaillanti* em habitats pouco explorados por peixes em reservatórios do Brasil, que são as regiões pelágicas. A maioria dos indivíduos da família dos Engraulídeos é de espécies marinhas e habitam normalmente regiões pelágicas. Desta forma, a captura abundante de larvas de *A.vaillanti* em regiões lacustres do reservatório de Três Marias indica que tais características foram aparentemente retidas dos ancestrais marinhos.

A captura de larvas em todas as fases de desenvolvimento ao longo do período de estudo indica que a reprodução desta espécie ocorre pelo menos durante toda a estação chuvosa, com pico no período com os menores níveis de precipitação. A atividade reprodutiva de peixes de regiões neotropicais é altamente sazonal influenciada principalmente pelo regime de cheia, sendo evidenciada para muitas espécies a relação entre maturação gonadal e períodos de alta pluviosidade (Vazzoler 1996). As maiores capturas da espécie em fevereiro podem estar relacionadas com características intrínsecas a espécie.

A abundância de larvas principalmente durante o período noturno (mais de 90 % das larvas coletadas) indica que as larvas desta espécie realizam algum tipo de migração durante o dia. Um tipo é a migração vertical, que pode estar relacionada à fuga da atividade de predadores visuais, já que no reservatório de Três Marias os indivíduos da espécie *A.vaillanti* são o item alimentar preferencial de *Ancestrorhynchus bristkii*, *Pachyurus squamipennis* e *Ancestrorhynchus lacustris* (Flecker *et al.* 1991; Baumgartner *et al.* 1997; Galuch *et al.* 2003; Peret 2004). Também não pode ser descartada a maior abundância de alimento durante a noite ocasionada pelo aumento da atividade de insetos aquáticos principalmente no período logo após o pico de cheia (Observação pessoal), bem como a maior abundância de organismos zooplânctônicos durante a estação chuvosa (López & Sampaio 2003). Variáveis

ambientais (temperatura, luminosidade, oxigênio dissolvido, condutividade, entre outras) também podem ser consideradas como possível explicação para migração vertical (Rowe & Chisnall 1995; Hurst *et al.* 2009), mas estes parâmetros não variaram ao longo do dia. A única relação que, devido ao nosso desenho amostral, não pode ser avaliar é da fuga de luminosidade que já foi documentada em outros trabalhos. O outro tipo de migração é a realizada para a região litorânea do reservatório, porém esta não pode ser testada devido à metodologia.

Em 1957 G. Evelyn Hutchinson apresentou seu conceito formal de nicho ecológico, conceituando-o como sendo um espaço n-dimensional (hipervolume) onde cada dimensão é dada por recursos e condições para uma dada espécie (Hutchinson 1957; Vandermeer 1972). A formação de novos ambientes pelo reservatório pode ser dada como ampliação do hipervolume da espécie *A.vaillanti*, tornando possível sua sobrevivência e reprodução em um ambiente onde outras espécies ou não estão presentes ou estão em menor número, diferente dos trechos lóticos onde há maior número de interações entre várias espécies.

A relação de fatores limnológicos sobre a distribuição de peixes é bem documentada, sendo esta influência dependente da espécie analisada (Jackson *et al.* 2001; Nascimento & Nakatani 2006; Reynalte-Tataje *et al.* 2011). Em seu estudo Jackson e colaboradores (2001) evidenciaram a importância da temperatura na atividade dos peixes e sua influência nas taxas de oxigênio na água. Da mesma forma, o presente estudo permite afirmar que a variação da densidade de larvas de *A.vaillanti* também sofre influência de determinados fatores ambientais, como temperatura, sendo este fator intimamente relacionado com as características do reservatório, como profundidade e localização (setor) no gradiente longitudinal. No entanto, também é possível que o aumento da temperatura da água, fator relacionado positivamente com as densidades de

larvas, esteja relacionado a um aumento da atividade larval, aumentando a probabilidade de captura.

Os padrões de densidade observados permite atribuir à espécie preferências por ambientes lênticos. Mesmo nos trechos lóticos amostrados, densidades significativas só foram registradas nos rios de maior porte, onde grandes remansos podem ser encontrados.

Os conhecimentos gerados por estudo sobre a atividade de reprodução e distribuição espacial de *A.vaillanti* no reservatório de Três Marias durante o período chuvoso irá contribuir para entendermos melhor a estrutura trófica da região dada a importância desta espécie na alimentação de determinadas espécies. Concluimos que as larvas de *A.vaillanti* estão distribuídas por todo o reservatório principalmente em regiões no corpo do reservatório, possuem atividade preferencialmente durante a noite e que são influenciadas pela temperatura e localização no gradiente longitudinal.

## REFERÊNCIAS

- AARTS, B. G. W., BRINK, F. W. B. V. D. & NIENHUIS, P. H. 2004. Habitat loss as main cause of the slow recovery of fish faunas of regulated large rivers in Europe: The transversal floodplain gradient. *RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS*, 20, 3-23.
- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C. & PELICICE, F. M. 2007a. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*, Maringá, Eduem.
- AGOSTINHO, A. A., MARQUES, E. E., AGOSTINHO, C. S., ALMEIDA, D. A. D., OLIVEIRA, R. J. D. & MELO, J. R. B. D. 2007b. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes? *Neotropical Ichthyology*, 5, 121-130.
- AGOSTINHO, A. A., MIRANDA, L. E., BINI, L. M., GOMES, L. C., THOMAZ, S. M. & SUZUKI, H. I. 1999. Patterns of colonization in Neotropical Reservoirs, and Prognose on Aging. In: TUNDISI, J. G. & STRAKRABA, M. (eds.) *Theoretical Reservoir Ecology and its application*. São Carlos: International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Science and Backhuys Publishers., 592 p.
- AMBRÓSIO, A. M., AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C. & OKADA, E. K. 2001. The fishery and fishery yield of *Hypophthalmus edentatus* (Spix, 1829), (Siluriformes, Hypophthalmidae), in the Itaipu reservoir, Paraná state, Brazil. *Acta Limnol. Bras*, 13, 93-105.
- ANEEL 2008. *Atlas de energia elétrica do Brasil*, Brasília, ANEEL.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M., AGOSTINHO, A. A. & FABRÉ, N. N. 1995. Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. In: TUNDISI, J. G., C. E. M. BICUDO & T. MATSUMURA-TUNDISI (EDS.). (ed.) *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 376p.
- BAUMGARTNER, G., NAKATANI, K., CAVICCHIOLI, M. & BAUMGARTNER, M. D. S. T. 1997. Some aspects of the ecology of fish larvae in the floodplain of the high Paraná River, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14, 551-563.
- BAUMGARTNER, G., NAKATANI, K., GOMES, L. C., BIALETZKI, A., SANCHES, P. V. & MAKRAKIS, M. C. 2004. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Parana River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 71, 115-125.
- BAUMGARTNER, G., NAKATANI, K., GOMES, L. C., BIALETZKI, A., SANCHES, P. V. & MAKRAKIS, M. C. 2008. Fish larvae from the upper Paraná River: Do abiotic factors affect larval density? *Neotropical Ichthyology*, 6, 551-558.

BAXTER, R. M. 1977. Environmental Effects of Dams and Impoundments. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 8, 255-283.

BAZZOLI, N., SATO, Y., SANTOS, J. E. D., CRUZ, A. M. G., CANGUSSU, L. C. V., PIMENTA, R. S. & RIBEIRO, V. M. A. 1997. Biologia reprodutiva de quatro espécies de peixes forrageiros da represa de Três Marias, MG. *BIOS, Cadernos do Departamento de Ciências Biológicas da PUC Minas*, 5, 17-28.

BIALETZKI, A., NAKATANI, K., SANCHES, P. V., BAUMGARTNER, G. & GOMES, L. C. 2005. Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. *Environmental Biology of Fishes*, 73, 37-47.

BRITSKI, H. A., SATO, Y. & ROSA, A. B. S. 1988. *Manual de Identificação de peixes da região de Três Marias :com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco*, Brasília, CODEVASF.

CASSEMIRO, F. A. D. S., HAHN, N. S. & RANGEL, T. F. L. V. D. B. 2003. Diet and trophic ecomorphology of the silverside, *Odontesthes bonariensis*, of the Salto Caxias reservoir, rio Iguaçu, Paraná, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 1, 127-131.

CASTRO, R. J. D., NAKATANI, K., BIALETZKI, A., SANCHES, P. V. & BAUMGARTNER, G. 2002. Temporal distribution and composition of the ichthyoplankton from Leopoldo's Inlet on the Upper Parana River floodplain (Brazil). *J. Zool. Lond*, 256, 437-443.

CODEVASF 1989. PLANVASF - Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do Sao Francisco. Brasília.

DAGA, V. S., GOGOLA, T. M., SANCHES, P. V., BAUMGARTNER, G., BAUMGARTNER, D., PIANA, P. A., GUBIANI, É. A. & DELARIVA, R. L. 2009. Fish larvae assemblages in two floodplain lakes with different degrees of connection to the Paraná River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7, 429-438.

ESTEVEZ, F. A., AMORIM, J. C. C., CARDOSO, E. L. & BARBOSA, F. A. R. 1985. Caracterização limnológica preliminar da represa de Três Marias (MG) com base em alguns parâmetros ambientais básicos. *Cienc. Cult*, 37, 608-617.

FLECKER, A. S., TAPHORN, D. C., LOVELL, J. A. & FEIFAREK, B. P. 1991. Drift of characin larvae, *Bryconamericus deuterodonoides*, during the dry season from Andean Piedmont streams. *Environmental Biology of Fishes*, 31, 197-202.



GALUCH, A. V., SUIBERTO, M. R., NAKATANI, K., BIALETZKI, A. & BAUMGARTNER, G. 2003. Desenvolvimento inicial e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Osteichthyes, Characidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 25, 335-343.

GODINHO, H. & GODINHO, A. 1994. Ecology and conservation of fish in southeastern Brazilian river basins submitted to hydroelectric impoundments. *Acta Limnologica Brasiliensia, Belo Horizonte*, 5, 187-197.

GODINHO, H. P. & GODINHO, A. L. 2003. *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*, Belo Horizonte, PUC-Minas.

HERMES-SILVA, S., REYNALTE-TATAJE, D. & ZANIBONI-FILHO, E. 2009. Spatial and Temporal Distribution of Ichthyoplankton in the Upper Uruguay River, Brazil. *Brazilian archives of Biology and Technology an International Journal*, 52, 933-944.

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

HURST, T. P., COOPER, D. W., SCHEINGROSS, J. S., SEALE, E. M., LAUREL, B. J. & SPENCER, M. L. 2009. Effects of ontogeny, temperature, and light on vertical movements of larval Pacific cod (*Gadus macrocephalus*). *Fish. Oceanogr.*, 18, 301-311.

HUTCHINSON, G. E. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor. *Symp. Quant. Biol.*, 22, 415-427.

JACKSON, D. A., PERES-NETO, P. R. & OLDEN, J. D. 2001. What controls who is where in freshwater fish communities — the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58, 157-170.

LOEB, M. V. 2009. *Revisão taxonômica das espécies do gênero Anchoviella Fowler 1911 (Clupeiformes, Engraulidae) das bacias Amazônicas e do São Francisco*. Mestrado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

LÓPEZ, C. M. & SAMPAIO, E. V. 2003. A comunidade zooplanctônica no reservatório de Três Marias e no trecho do São Francisco a jusante. In: (ORG.), I. H. P. G. A. L. G. (ed.) *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, 468 p.

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

NASCIMENTO, F. L. & NAKATANI, K. 2006. Relações entre fatores ambientais e a distribuição de ovos e larvas de peixes na sub-bacia do rio Ivinhema, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Sci. Bio. Sci.*, 28, 117-122.

NELSON, J. S. 2006. *Fishes of the world*, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.

PERET, A. M. 2004. *Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros da Represa de Três Marias (MG)*. Mestrado Dissertação, UFSCar.

PETTS, G. E. 1980. Long-term consequences of upstream impoundment *Environmental Conservation*, 7, 325-332.

POMPEU, P. D. S. & GODINHO, H. P. 2003. Dieta e Estrutura Trófica das Comunidades de Peixes de Três Lagoas Marginais do Médio São Francisco. In: GODINHO, H. P. & GODINHO, A. L. (eds.) *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, 468 p.

POMPEU, P. S., NOGUEIRA, L. B., GODINHO, H. P. & MARTINEZ, C. B. 2011. Downstream passage of fish larvae and eggs through a small-sized reservoir, Mucuri River, Brazil. *ZOOLOGIA*, 28, 739-746.

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

REYNALTE-TATAJE, D. A., NUÑER, A. P. O., NUNES, M. C., GARCIA, V., LOPES, C. A. & ZANIBONI-FILHO, E. 2012. Spawning of migratory fish species between two reservoirs of the upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10, 829-835.

ROWE, D. K. & CHISNALL, B. L. 1995. Effects of oxygen, temperature and light gradients on the vertical distribution of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, in two North Island, New Zealand, lakes differing in trophic status. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 29, 421-434.

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

SILVA, A. C. G. D., SEVERI, W. & CASTRO, M. F. D. 2010. Morphological development of *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908) (Clupeiformes: Engraulidae) larvae and early juveniles. *Neotropical Ichthyology*, 8, 805-812.

SILVA, E. B. D., PICAPEDRA, P. H. D. S., SANCHES, P. V., REZENDE, R. E. O. D., GAVIÃO, A. M., MENDONÇA, M. M., GONÇALVES, E. D. V. & CONTE, R. B. 2011. Larvae occurrences of *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (Siluriformes: Heptapteridae) in an area under dam influence in the upper Paraná River region, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 9, 419-426.

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

STATSOFT, I. 2007. STATISTICA (data analysis software system). version 8.0 ed.

SUZUKI, F. M., PIRES, L. V. & POMPEU, P. S. 2011. Passage of fish larvae and eggs through the Funil, Itutinga and Camargos Reservoirs on the upper Rio Grande (Minas Gerais, Brazil). *Neotropical Ichthyology*, 9, 617-622.

TANAKA, S. 1973. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fisheries Technical Paper*, 122, 33-51.

VANDERMEER, J. H. 1972. Niche Theory. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 3, 107-132.

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

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