



**DINÂMICA DE OVOS E LARVAS DE PEIXES  
DA BACIA DO ALTO RIO GRANDE, A  
MONTANTE DO RESERVATÓRIO DE  
FURNAS, MINAS GERAIS, BRASIL**

**FÁBIO MINEO SUZUKI**

**2010**

**FÁBIO MINEO SUZUKI**

**DINÂMICA DE OVOS E LARVAS DE PEIXES DA BACIA DO ALTO  
RIO GRANDE, A MONTANTE DO RESERVATÓRIO DE FURNAS,  
MINAS GERAIS, 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 em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador  
Prof. Dr. Paulo dos Santos Pompeu

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Suzuki, Fábio Mineo.

Dinâmica de ovos e larvas de peixes na bacia do Alto Rio Grande, a montante do reservatório de Furnas, Minas Gerais, Brasil / Fábio Mineo Suzuki. – Lavras : UFLA, 2010.

114 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Paulo dos Santos Pompeu.

Bibliografia.

1. Áreas de desova. 2. Conservação. 3. Criadouros naturais. 4. Ictioplâncton. 5. Peixes migradores. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 574.52632

**FÁBIO MINEO SUZUKI**

**DINÂMICA DE OVOS E LARVAS DE PEIXES DA BACIA DO ALTO  
RIO GRANDE, A MONTANTE DO RESERVATÓRIO DE FURNAS,  
MINAS GERAIS, 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 em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2010

Prof. Dr. Mario Luis Orsi

UEL

Profª. Dra. Ana Tereza Mendonça Viveiros

UFLA

Prof. Dr. Paulo dos Santos Pompeu  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

Esta dissertação foi realizada por meio do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada da UFLA, com financiamento:



e apoio:



*Dedico aos meus  
pais que são exemplos  
de determinação,  
perseverança, amor e  
fé. A eles meu eterno  
amor e agradecimento.*

*Aos meus irmãos que  
sempre estiveram ao  
meu lado me  
incentivando e me  
apoiando, em todos os  
momentos de minha  
vida.*

*“Se as coisas são inatingíveis... Ora!  
Não é motivo para não querê-las...  
Que tristes os caminhos, se não fora  
a presença distante das estrelas!”  
Mário Quintana*

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho se deve muito a algumas pessoas e instituições. Por diferentes razões, eu gostaria de **agradecer** especialmente:

Ao meu orientador, Paulo dos Santos Pompeu, exemplo de profissionalismo e sabedoria. Sua amizade, palhaçadas, brincadeiras, criatividade, frases sábias e histórias divertidas tornaram esses dias de convivência muito mais “bacanas” e proveitosas, valendo a pena cada segundo durante a realização deste trabalho. Agradeço a sua confiança e autonomia a mim depositadas, para a realização deste trabalho, além do seu apoio, sugestões e críticas, cujos estímulos me permitiram vencer as todas as inseguranças deste processo e contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional. Agradeço por toda a sua manifestação de dedicação, paciência e disponibilidade na ajuda para a melhoria do trabalho. Por fim, é com imensa satisfação que eu ainda continuo essa minha jornada científica (doutorado) novamente sob sua orientação.

Agradeço especialmente a minha namorada, pelo qual tenho grande amor e admiração. Agradeço todo o seu carinho, companheirismo, apoio, compreensão e paciência dispensados durante a realização deste trabalho. Sou imensamente grato as suas preciosas contribuições a este trabalho.

Ao meu ex-orientador, Mário, que norteou meus estudos, praticamente durante toda a minha graduação e que me deu os primeiros incentivos e apoio, pelo estudo na área de Ecologia de peixes e que hoje faço com muito prazer.

A todos os meus queridos amigos da “pequena Londres” e de “Texas city”, pelas conversas, amizade e que mesmo distante sempre me deram muita força e incentivo.

Aos meus parentes, especialmente a tia Del e o tio Jorge, que sempre me apoiaram e me acolheram como um filho.

Agradeço aos meus amigos do laboratório de ictiologia (Ceceo, Ciça, Cíntia, Lelê, Marília, Rafael, Ruanny, Raquel, Sara, Nara, Yumi, Mirian e Lucas), pela convivência, amizade e trocas de informações que indiretamente ou diretamente ajudaram na realização deste trabalho.

Ao Lucas, pelo grande esforço despendido nas emocionantes coletas de campo e na triagem do material, cujo auxílio foi fundamental para a execução deste trabalho.

A Mirian, que durante a execução deste trabalho esteve sempre disposta a ajudar, especialmente na triagem do material.

Aos amigos da turma do mestrado da Ecologia (Ludimilla, Giu, Grazi, Carla, Marília, Clever, Taís, Robson, Mariana, Chese e Amanda), pela amizade e alegres momentos de convivência (churrascos, poker e bate-papo).

Agradeço aos meus amigos da ecologia (Vanesca, Vitinho, Cotonete, Calorada, Elton, Goneis) em especial ao casal Giu e Grá, pelos ótimos momentos de convivência, principalmente relacionados aos gastronômicos que me deram uns quilinhos a mais.

Aos professores da ecologia, pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos em aulas e conversas do dia-dia durante esses anos.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Mário L. Orsi e Profa. Dra. Ana Viveiros, pelas valiosas sugestões e críticas que somaram importantes contribuições ao trabalho.

Sou muito grato à Dra. Andréia Bialetzki do Nupélia pela oportunidade de treinamento e ajuda voltada aos estudos de ictioplâncton, fundamental a execução deste trabalho, e aos seus orientandos, em especial a Tátia, Miriam e o Thiago que não mediram esforços de ajuda e paciência nos auxílios de identificações de larvas de peixes.

À minha cunhada, Cintya, pelo carinho que sempre demonstrou por mim e pelo acolhimento, apoio e incentivo de sempre, principalmente nos momentos



mais difíceis desta etapa. Ao meu cunhado, Hiró, pelo seu humor e incentivo profissional. Sou imensamente grato tê-los na família.

Ao Paulo, Magali, Grá, Fá, Léo e Helinho, que hoje me acolhem como parte da família.

Agradeço à Glycia Ferreira de Rezende, educadora ambiental da hidrelétrica do Funil, cujo auxílio nas coletas de ictioplâncton foi de grande importância para a realização deste trabalho.

Aos proprietários das fazendas que nos permitiram a coleta do material de ictioplâncton em suas propriedades, em especial ao repolho, in memoriam, que sempre nos convidava para provar de suas comidas caseiras e acompanhá-lo com umas “geladas”.

Agradeço à Fapemig pelo financiamento ao projeto e à Furnas, pelo financiamento e concessão da bolsa de mestrado através do Projeto de Lagoas Marginais.

Agradeço a Universidade Federal de Lavras, pelo apoio institucional e logístico.

Meus infinitos e eternos agradecimentos aos meus pais, Joaquim e Sofia, e aos meus irmãos, Rogério e Patrícia, exemplos de dedicação e amor. Agradeço todo o carinho, apoio e incentivo que sempre souberam transmitir em todos os bons e maus momentos que já passei. Obrigado por existirem em minha vida.

Em especial, a Deus, pela saúde, proteção nas emocionantes viagens de coleta de campo e por mais esta vitória em minha vida.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
CAPÍTULO 1.....	01
1 Introdução geral.....	02
2 Caracterização geral da área de estudo.....	06
3 Referência bibliográfica.....	09
CAPÍTULO 2: Avaliação da influência dos fatores ambientais na deriva de ovos e larvas de peixes da bacia do alto rio grande, MG.....	14
1 Resumo.....	15
2 Abstract.....	16
3 Introdução.....	17
4 Materiais e métodos.....	20
4.1 Área de estudo.....	20
4.2 Amostragem dos dados.....	21
4.3 Análise dos dados.....	22
5 Resultados.....	24
6 Discussão.....	35
7 Referências bibliográficas.....	42
CAPÍTULO 3: Áreas de desova e criadouros naturais: subsídios à identificação de áreas prioritárias a conservação.....	48
1 Resumo.....	49
2 Abstract.....	50
3 Introdução.....	51

4 Materiais e métodos.....	54
4.1 Área de estudos.....	54
4.2 Classificação e qualificação da vegetação ciliar.....	55
4.3 Mapeamento e quantificação das Lagoas Marginais.....	56
4.4 Amostragem de icteoplâncton.....	58
4.5 Análise de dados.....	59
5 Resultados.....	61
6 Discussão.....	75
7 Referências bibliográficas.....	83
8 Anexos.....	89
CAPÍTULO 4: Avaliação da possibilidade de passagem de icteoplâncton através dos reservatórios de funil, Itutinga e Camargos, no Alto Rio Grande, MG, Brasil.....	90
1 Resumo.....	91
2 Abstract.....	92
3 Introdução.....	93
4 Materiais e métodos.....	95
4.1 Área de estudo.....	95
4.2 Amostragem de dados.....	97
4.3 Análise dos dados.....	97
5 Resultados.....	100
6Discussão.....	104
7 Referências bibliográficas.....	109
8 Considerações finais.....	113

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO 1

- TABELA 1 Categorias taxonômicas identificadas com seus respectivos números de indivíduos capturados, frequência de ocorrência nos diferentes ambientes amostrados, durante o período de novembro de 2008 a dezembro de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG..... 23
- TABELA 2 Média ( $\bar{x}$ ) e desvio (sd) padrão da temperatura, pluviosidade, vazão, transparência e densidade de matéria orgânica (DMo) nos diferentes ambientes amostrado, durante o período de novembro de 2008 a dezembro de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG. (RGI= localizado entre Furnas e Funil, RGII=imediatamente a jusante de Funil, RGIII=entre Funil e Itutinga, RGIV=imediatamente a jusante de Itutinga e RGV=montante de Camargos)..... 26
- TABELA 3 Contribuição dos fatores abióticos aos dois primeiros eixos da análise dos componentes principais retidos para interpretação. Em negrito estão os autovalores de cada fator abiótico maiores que 0,4..... 28
- TABELA 4 Resultado da análise de regressão múltipla stepwise entre os fatores abióticos e a densidade de ovos obtidos para os diferentes ambientes amostrados. Os valores em negrito são as relações significativas no nível de 5% (Dia/Noite= período Dia/Noite, Te= temperatura, Pr= precipitação, Va= Vazão, Tr= Transparência, DMO= densidade de matéria orgânica, RGI= localizado entre Furnas e Funil, RGIII= entre Funil e Itutinga e RGV= montante de Camargos)..... 30
- TABELA 5 Resultado da análise de regressão múltipla stepwise entre os fatores abióticos e a densidade de larvas obtidas para os diferentes ambientes amostrados. Os valores em negrito são as relações significativas no nível de 5%. (Dia/Noite= Período do dia/noite, Te= temperatura, Pr= precipitação, Va= Vazão, Tr= Transparência, DMO= densidade de matéria orgânica, RGI= localizado entre Furnas e Funil)..... 30

### CAPITULO 3

TABELA 1 Pontuação dos parâmetros ambientais para avaliação de áreas prioritárias à conservação, na bacia do alto rio Grande, MG.....	60
TABELA 2 Porcentagem de vegetação ciliar remanescente estabelecida em ambas as margens, numa distância de 50 m pra cada lado, ao longo de todo o leito de rio dos tributários e trechos do rio principal, da bacia do alto rio Grande, MG.....	61
TABELA 3 Atributos selecionados na identificação de lagoas marginais por análise orientada a objeto e os intervalos de valores de níveis de cinza para cada atributo.....	62
TABELA 4 Número de lagoas marginais ao longo de todo o leito de rio dos tributários e trechos do rio principal amostrados durante o estudo, na bacia do alto rio Grande, MG.....	67
TABELA 5 Categorias taxonômicas identificadas com seus respectivos números de indivíduos capturados (N), frequência de ocorrência (FO) e sua ocorrência nos diferentes locais amostrados, da bacia do alto rio Grande, durante o período de Novembro de 2008 a Março de 2009. (NI= não identificados, RGI=entre Furnas e Funil, RGIII=entre Funil e Itutinga e RGV=montante de Camargos).....	68
TABELA 6 Pontuação dos parâmetros ambientais nos diferentes tributários e trechos ao longo do curso do rio principal, na bacia do alto rio Grande, MG.....	74

### CAPITULO 4

TABELA 1 Dados técnicos das hidrelétricas de Funil, Itutinga e Camargos, localizadas no alto rio Grande, Minas Gerais, Brasil*.....	95
TABELA 2 Categorias taxonômicas identificadas com seus respectivos números de indivíduos capturados nos trechos amostrados. (RGII=rio Grande imediatamente a montante do reservatório de Funil e RGIV=rio Grande imediatamente a montante do reservatório de Camargos).....	100

## LISTA DE FIGURAS

### CAPITULO 1

- FIGURA 1 Imagens do Rio Grande nos sítios de amostragem de ictioplâncton, localizados entre a barragem de Funil e o reservatório de Furnas (a), imediatamente a jusante da barragem de Funil (b), entre o reservatório de Funil e a barragem de Itutinga (c), imediatamente a jusante de Itutinga (d) e imediatamente a montante do reservatório de Camargos (e). ..... 07
- FIGURA 2 Imagem dos principais tributários, nos sítios de amostragem de ictioplâncton, da bacia do alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas, MG. Os rios são da montante a jusante, respectivamente: o rio Aiuruoca próximo de São Vicente de Minas (a), rio Capivari próximo de Itumirim (b), rio das Mortes próximo de Ibituruna (c) e rio do Cervo próximo a Nepomuceno (d)..... 08

### CAPITULO 2

- FIGURA 1 Localização dos pontos de amostragem na área de estudo da bacia do alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas, MG, Brasil..... 21
- FIGURA 2 Relação entre a densidade de matéria orgânica ( $g/10m^3$ ) e a vazão dos diferentes ambientes amostrados, entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG. \*Significativo em nível de 5%. (RA= rio Aiuruoca, RCA= rio Capivari, RM= rio das Mortes, RGI= localizado entre Furnas e Funil, RGII= imediatamente a jusante de Funil, RGIII= entre Funil e Itutinga, RGIV= imediatamente a jusante de Itutinga e RGV= montante de Camargos)..... 27
- FIGURA 3 Relação entre os valores de densidade de ovos (Dovos) e os escores do segundo eixo da análise dos componentes principais. (RA= rio Aiuruoca, RCA= rio Capivari, RM= rio das Mortes, RGI= localizado entre Furnas e Funil, RGIII= entre Funil e Itutinga, e RGV=montante de Camargos)..... 29

FIGURA 4	Variação quinzenal da densidade de ovos coletadas de dia e de noite nos tributários (a, b, c e d) e na calha do rio principal (e, f e g) durante o período de novembro de 2008 a dezembro de 2009, na bacia do alto rio Grande-MG.....	32
FIGURA 5	Variação quinzenal da densidade de larvas coletadas de dia e de noite nos tributários (a e b) e na calha do rio principal (c) e a proporção de número total de indivíduos coletados de dia e de noite (d), durante o período de novembro de 2008 a dezembro de 2009, na bacia do alto rio Grande-MG. *Diferença significativa na proporção dia-noite pelo teste do qui-quadrado ( $\chi^2 > 3,84$ ; $df=1$ ; $p < 0,000$ ).....	33
FIGURA 6	Frequência relativa do número de larvas Characiformes e Siluriformes, coletadas de dia e de noite, durante o período de novembro de 2008 a dezembro de 2009, na bacia do alto rio Grande-MG. *Diferença significativa na proporção dia-noite pelo teste do qui-quadrado ( $\chi^2 > 3,84$ ; $df=1$ ; $p < 0,001$ ).....	34
CAPITULO 3		
FIGURA 1	Localização dos pontos de amostragem na área de estudo da bacia do alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas, MG, Brasil.....	55
FIGURA 2	Mapeamento das lagoas marginais presentes ao longo de todo o leito de rio dos tributários, rio Aiuruoca (a), rio Capivari (b), rio das Mortes (c) e rio do Cervo (d) e nos trechos do rio Grande entre o reservatório de furnas e a barragem de Itutinga (e) e a montante do reservatório de camargos (f), na bacia do alto rio Grande, MG.....	66
FIGURA 3	Densidade total de ovos e larvas nos diferentes ambientes amostrados e a soma das densidades no rio Grande e nos tributários, entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG. A ilustração no gráfico representa os locais de onde foram amostrados ovos e larvas na bacia do rio Grande. Em pontilhado os tributários amostrados, os triângulos (reservatórios), ponto preto (local de amostragem), seta (direção do fluxo). (RGI=entre Furnas e Funil, RGII=imediatamente a jusante da barragem de Funil, RGIII=entre Funil e Itutinga, RGIV=imediatamente a jusante da barragem de Itutinga, RGV=a montante do reservatório de Camargos).....	70

FIGURA 4 Gráfico de Box-plot do número de ovos (a) e larvas (b) nos diferentes trechos amostrados, entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG. (RA=Aiuruoca, RCA=Capivari, RM=Mortes, RCE=Cervo, RGI=entre Furnas e Funil, RGII=imediatamente a jusante da barragem de Funil, RGIII=entre Funil e Itutinga, RGIV=imediatamente a jusante da barragem de Itutinga, RGV=a montante do reservatório de Camargos).....	71
FIGURA 5 Distribuição espacial do número de ovos e larvas e seus respectivos estágios embrionários (ovos) e pós-embrionários (larvas), entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG. (RGI=entre Furnas e Funil, RGII=imediatamente a jusante da barragem de Funil, RGIII=entre Funil e Itutinga, RGIV=imediatamente a jusante da barragem de Itutinga e RGV=a montante do reservatório de Camargos).....	73
<b>CAPÍTULO 4</b>	
FIGURA 1 Localização dos pontos de amostragem na área de estudo da bacia do alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas, MG, Brasil.....	96
FIGURA 2 Variação mensal das médias dos valores do tempo de residência (dias) da água nos reservatórios de Funil e Itutinga-Camargos, alto rio Grande, MG, Brasil.....	101
FIGURA 3 Gráfico de Box-plot do número de ovos (a) e larvas (b) por segundo que alcançaram as regiões a montante e a jusante dos reservatórios de Funil e Itutinga-Camargos, entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009. A ilustração no gráfico representa os locais de onde foi estimado o número de ovos e larvas por segundo na bacia do rio Grande. Em pontilhado os tributários amostrados, os triângulos (reservatórios), ponto preto (locais onde foram estimados o número de ovos e larvas), seta (direção do fluxo). (JF=jusante da barragem de Funil, MF=montante do reservatório de Funil, JIC=jusante da barragem de Itutinga-Camargos e MIC=montante do reservatório de Itutinga-Camargos).....	102
FIGURA 4 Variação quinzenal da estimativa do número total de ovos (a, b) e larvas (c, d) que alcançaram os reservatórios de Funil e Itutinga-Camargos a cada segundo, no início da manhã e da noite.....	103



## RESUMO

SUZUKI, Fábio Mineo. **Dinâmica de ovos e larvas de peixes da bacia do alto rio Grande, a montante do reservatório de Furnas, Minas Gerais, Brasil.** 2010. 114p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.\*

A preocupação com o sucesso de recrutamentos dos peixes, especialmente em cursos de águas influenciados pelos barramentos, tem levado os pesquisadores a adotarem estudos que visem o conhecimento dos estágios iniciais dos peixes. Nos últimos anos tem se verificado um crescente aumento nos estudos de ovos e larvas em ambientes de água doce, fase esta crítica ao sucesso de recrutamento das espécies. Apesar dessa importância, não há registros em literatura na bacia do alto rio Grande abordando esse tipo assunto. No intuito de ampliar o conhecimento da ictiofauna da região, três objetivos foram propostos através dos estudos de ovos e larvas: (1) analisar a influência dos fatores ambientais na deriva de ovos e larvas; (2) identificar sítios de desovas e criadouros naturais como subsídios à identificação de áreas prioritárias a conservação e (3) avaliar o papel das barragens e dos reservatórios como obstáculo ao movimento descendente do ictioplâncton. A influência dos fatores abióticos na reprodução dos peixes da bacia ficou evidente pelas relações entre esses fatores e a distribuição de ovos e larvas em cada ambiente amostrado. Todavia, em cada ambiente houve uma resposta diferente da deriva de ovos e larvas frente aos fatores abióticos. As áreas de maior influência de reservatórios tiveram os seus fatores ambientais diferenciados em relação aos trechos livres de barramentos, justificando possivelmente o reduzido número e até mesmo a ausência de ovos e larvas. Densidades significativamente diferenciadas entre o período diurno e noturno sugerem comportamentos distintos entre as larvas das ordens Characiformes e Siluriformes. De uma forma geral, os tributários, contribuíram com elevado número de ictioplâncton e as distribuições dos estágios de desenvolvimento de ovos e larvas revelaram a proximidade dos sítios de desova ao trecho amostrado. Além disso, os tributários se mostraram como importantes criadouros naturais em função da presença de áreas de desenvolvimento (lagoas marginais) ao longo dos seus cursos d'águas. Resultados semelhantes, quanto à importância de ictioplâncton e criadouros naturais, foram obtidos para os trechos do rio Grande situados entre o reservatório de Furnas e a barragem de Funil e a montante do reservatório de Camargos. O número de lagoas marginais e a contribuição de ictioplâncton, associados com a porcentagem de vegetação ciliar remanescentes, tornam os tributários Aiuruoca e Mortes e o trecho do rio Grande entre Furnas e Funil

prioritários a conservação. Nesse contexto, a conservação dos trechos lóticos remanescentes da bacia do alto rio Grande é fundamental a integridade da ictiofauna, tornando-as prioritárias à conservação. Embora os trechos superiores aos reservatórios tenham colaborado com elevado número de ovos e larvas, não houve capturas de ictioplâncton nos trechos imediatamente a jusante das barragens. Nesse contexto, é possível inferir que as barragens de Funil, Itutinga e Camargos estão atuando como obstáculos ao movimento descende do ictioplâncton.

Palavras-chave: Áreas de desova, conservação, criadouros naturais, ictioplâncton, peixes migradores.

---

Comitê orientador: Prof. Dr. Paulo dos Santos Pompeu – UFLA (Orientador),  
Prof. Dr. Mário Luís Orsi – UEL e Profa. Dra. Ana Viveiros - UFLA

## ABSTRACT

SUZUKI, Fábio Mineo. **Dynamics of fish eggs and larvae from the upper Grande River, downstream from the Furnas Reservoir, Minas Gerais, Brazil.** 2010. 114 p. Dissertation (Master in Applied Ecology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.\*

The concern with a successful recruitment of fish, especially in water courses affected by dams, has led researchers to perform studies focusing on the early life stages of fishes. In the past years, there has been an increasing interest in studying fish eggs and larvae in freshwater environments. Such phases are critical to the successful recruitment of species. Despite the importance of such issue, there are no records concerning this issue in the upper *Rio Grande*. In order to broaden the knowledge of the fish fauna of the region, three objectives were proposed concerning the study of fish eggs and larvae: (1) analyze the influence of environmental variables on the drift of eggs and larvae, (2) identify spawning and nursery areas as subsidies to identify priority areas for conservation and (3) assess the role of dams and reservoirs as a barrier to downward movement of ichthyoplankton. The influence of abiotic factors on the reproduction of fish in the basin was clearly evident in the analyses concerning the relationships between these factors and the distribution of eggs and larvae in each environment sampled. However, no patterns were observed concerning the influence of these abiotic factors on the ichthyoplankton densities. The areas most influenced by the dams and reservoirs differed their environmental factors from the stretches without such influence. This could possibly be explaining the low number or even the lack of eggs and larvae in these areas. Significantly different densities observed during the day and at night suggest different behaviors between the larvae of the orders Characiformes and Siluriformes. The tributaries in general contributed to the high number of ichthyoplankton. The distribution of developmental stages of eggs and larvae showed the proximity of the spawning sites and the sampled stretch. The tributaries may also be considered important nursery areas due to the presence of areas of development (marginal lagoons) along their water course. Similar results regarding the importance of ichthyoplankton and natural nursery were obtained for the stretches of the *Rio Grande* located in the borderline of the *Furnas* reservoir, the *Funil* dam and upstream of the *Camargos* reservoir. The number of marginal lagoons and the contribution of ichthyoplankton associated with the percentage of remaining riparian vegetation make the tributaries *Aiuruoca* and *Mortes* as well as the stretch of the *Rio Grande* located between the *Furnas* and the *Funil* reservoirs priority areas for conservation actions. The conservation of the remaining lotic stretches of the upper *Rio Grande* is fundamental for preserving

the integrity of the ichthyofauna, which classify such stretches as areas of major priority for conservational actions. Although the stretches upstream the reservoirs have collaborated with the high numbers of eggs and larvae, there were no catches of ichthyoplankton in the stretches immediately downstream the dams. It is possible to infer that the *Funil*, *Itutinga* and *Camargos* dams are acting as barriers to downward movement of ichthyoplankton.

Key words: Conservation, ichthyoplankton, migratory of fishes, natural nursery, spawning areas.

---

Guidance Committee: Prof. Dr. Paulo dos Santos Pompeu (Adviser), Prof. Dr. Mário Luís Orsi (UEL) e Profa. Dra. Ana Viveiros de Mendonça (UFLA)

## **CAPÍTULO 1**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A atividade reprodutiva é a de maior relevância dentre os vários eventos que ocorrem no ciclo de vida das espécies, pois o sucesso obtido por qualquer espécie é determinado pela capacidade de seus integrantes reproduzirem-se em ambiente variáveis, mantendo populações viáveis como base para mecanismos de manutenção dos estoques (Vazzoler, 1996). O sucesso de ocupação alcançado pelos peixes em diferentes ambientes se deve a enorme variedade de estratégias reprodutivas desenvolvida entre os mesmos (Wootton, 1998).

Entre as estratégias reprodutivas encontradas entre os peixes da região neotropical, destacam-se as espécies que necessitam realizar longas migrações entre diferentes habitats para completar seu ciclo de vida, conhecidas como peixes migradores (Agostinho et al., 2003). Embora, representem apenas uma pequena fração de toda ictiofauna neotropical (Petrere Júnior, 1985; Godinho & Godinho, 1994; Agostinho et al., 2003), devido ao seu tamanho (Agostinho et al., 2003; Agostinho et al., 2007) e sua maior abundância (Northcote, 1978), os peixes migradores são os mais apreciados pelas pescas profissionais (Goulding, 1979; Bittencourt & Cox-Fernandes, 1990; Godinho, 1993; Agostinho et al., 2003) e recreativa (Agostinho et al., 2003). Devido à sua vulnerabilidade frente aos impactos antrópicos e à sua grande importância, os planos de manejo devem ser voltados principalmente à conservação dessas espécies, sendo as principais candidatas ao conceito de espécies de guarda-chuva (Agostinho et al., 2005).

No intuito de elaborar ações de manejo eficazes, visando à conservação da fauna local, é preciso diagnosticar as táticas de vida das espécies e as suas relações ecológicas vigentes (Agostinho, 1997). Para Nakatani et al. (2001), os estudos de ecologia de ovos e larvas são eficientes

ferramentas à elaboração de ações de manejo que visem o aumento da produção pesqueira ou a preservação de espécies. O fato do ictioplâncton, além de representarem fases críticas ao sucesso de recrutamento, se apresentarem como organismos distintos dos adultos em relação aos requerimentos ecológicos e na alocação de recursos, torna esses estudos imprescindíveis ao entendimento da autoecologia e da dinâmica populacional (Nakatani et al., 2001).

Nos últimos anos, tem-se verificado um interesse crescente nos estudos de ictioplâncton nos ambientes de água doce. Alguns trabalhos preocuparam em avaliar a dieta alimentar dos estágios iniciais dos peixes. Nesses estágios, a baixa acuidade visual e a limitada capacidade de movimentação e abertura bucal são determinantes na dieta (Makrakis et al., 2005; Makrakis et al., 2008). Outros avaliam a influência de determinados fatores ambientais na distribuição temporal de ovos e larvas, estudos estes que reforçam a sazonalidade reprodutiva das espécies moldadas por um conjunto de fatores ambientais (Baumgartner et al., 1997; Castro et al., 2002; Baumgartner et al., 2003; Jiménez-Segura et al., 2003; Bialetzki et al., 2005; Nascimento & Nakatani, 2006; Godinho et al., 2007; Baumgartner et al., 2008; Bednarski et al., 2008; Martin & Paller, 2008; Hermes-Silva et al., 2009).

Vale ressaltar ainda os trabalhos que avaliam a influência negativa de determinados impactos impostos pelos barramentos sobre a reprodução dos peixes, através dos estudos de ictioplâncton (Humphries & Lake, 2000; Humphries et al., 2002; Sanches et al., 2006; Agostinho et al., 2007; Melo et al., 2009; Pinto et al., 2009). Os peixes migradores são, indubitavelmente, as espécies mais afetadas após o represamento dos rios. A alteração dos regimes hidrológicos naturais dos rios, alteração da qualidade da água e o bloqueio das rotas migratórias, são os principais fatores negativos à reprodução das espécies reofilicas. Esse último não só afeta a migração ascendente dos adultos a reprodução, como também a migração descendente, especialmente a realizada

pelo ictioplâncton (Agostinho et al., 2007). Em seu processo de migração em direção às lagoas marginais, três fatores tornam o movimento descendente de ovos e larvas às lagoas marginais através de um empreendimento hidrelétrico pouco provável: a baixa capacidade de transporte dos reservatórios (Agostinho et al., 2007), predação (Agostinho & Gomes, 1997; Agostinho et al., 2007) e passagem pelas turbinas (Cada & Hergenrader, 1978; Cada, 1990, 1991). A remoção de uma porção significativa da população do ictioplâncton, associada às elevadas taxas naturais de mortalidade, pode ter importantes efeitos de longo prazo nas populações adultas, e nas comunidades aquáticas como um todo (Cada & Hergenrader, 1978).

Frente aos impactos provocados pelos represamentos dos rios, Baumgartner et al. (2004) ostentam a importância da identificação de áreas de desova e desenvolvimento aos estágios iniciais dos peixes, áreas estas essenciais ao recrutamento dos peixes. Os estudos de distribuição espacial de ovos e larvas tem se mostrado como uma ferramenta eficaz na identificação de áreas de desovas (Brown & Coon, 1994; Nakatani et al., 1997a, 1997b; Jiménez-Segura et al., 2003; Baumgartner et al., 2004; Lima & Araujo-Lima, 2004; Bialetzki et al., 2005; Nascimento & Nakatani, 2005; Oliveira & Ferreira, 2008; Hermes-Silva et al., 2009). Para Nakatani et al. (2001), a identificação precisa dessas áreas tem importância fundamental para a implementação de medidas de orientação e proteção dessas áreas. Os tributários frequentemente atuam como rotas alternativas à reprodução, contribuindo com grande número de ovos e larvas à bacia (Nakatani et al., 1997a, 1997b; Baumgartner et al., 2004; Hermes-Silva et al., 2009; Pinto et al., 2009), especialmente quando os trechos do rio principal estão sob influência de barramentos (Nakatani et al., 1997a, 1997b; Baumgartner et al., 2004). Já as lagoas marginais apresentam-se como importantes áreas de desenvolvimento aos estágios iniciais dos peixes, não só às espécies sedentárias como as migradoras (Ziober et al., 2007; Daga et al., 2009).



Esses ambientes geralmente apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento larval, devido as maiores temperaturas, presença de abrigo e alimento (Humphries et al., 1999; Agostinho et al., 2003).

O presente trabalho surgiu da necessidade de ampliar o conhecimento da história natural dos peixes da bacia do alto rio Grande, através dos estudos de ecologia de ovos e larvas. Este estudo ganha uma importância ainda maior por ser o primeiro estudo de ictioplâncton desenvolvido na bacia do alto rio Grande. Dessa forma, espera-se que os resultados deste trabalho possam ampliar as informações ícticas da bacia e ainda fornecer subsídios aos futuros programas de ações ambientais que visem à conservação, preservação e recuperação de áreas importantes ao recrutamento das espécies de peixes. Cabe ressaltar que o presente trabalho está inserido em dois projetos, cujos títulos são: “Caracterização das lagoas marginais e planícies de inundação do alto rio Grande quanto á sua ictiofauna e definição de áreas prioritárias para a conservação da diversidade de peixes” e “Avaliação da possibilidade de migração descendente de ovos e larvas de peixes por reservatório de médio porte em Minas Gerais”, financiado por Furnas Centrais Elétricas e FAPEMIG, respectivamente.

No primeiro capítulo são apresentados os principais estudos de ictioplâncton existentes na literatura nos ambientes de água doce. No segundo capítulo, foi abordada a influência dos fatores abióticos na distribuição espacial e temporal de ovos e larvas de peixes em diferentes tributários e trechos do alto rio Grande. No terceiro capítulo, foram identificadas as áreas de desovas e criadouros naturais através dos estudos de ovos e larvas e da ferramenta Sistema de Informações Geográficas (SIG), respectivamente, a fim de subsidiar a identificação de áreas prioritárias à conservação. Já no quarto capítulo, são avaliadas a possibilidade da migração descendente do ictioplâncton através das barragens e reservatório da UHE de Funil, Itutinga e Camargos

## 2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia do rio Grande, pertencente à bacia do alto rio Paraná, ocupa uma área de aproximadamente 143.000 km<sup>2</sup>, sendo que 86.500 km<sup>2</sup> pertencem ao estado de Minas Gerais. O rio Grande nasce na Serra da Mantiqueira e percorre 1.300 km até a confluência com o rio Paranaíba, onde juntos dão origem ao rio Paraná (Companhia Energética de Minas Gerais - Cemig & Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - Cetec, 2000). No alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas estão localizadas as hidrelétricas de Funil, Itutinga e Camargos. A hidrelétrica de Camargos está localizada cerca de 5 km (curso do rio) a montante do reservatório de Itutinga, e este em torno de 45 km à montante do reservatório de Funil. Importantes tributários estão localizados na área de influência desses reservatórios, como os rios Aiuruoca, Capivari, Mortes e Cervo, de montante à jusante, respectivamente. O rio Aiuruoca, que drena diretamente para o reservatório de Camargos, está localizado a margem esquerda do rio Grande. Este nasce no Parque Nacional da Serra do Itatiaia está localizado na Serra da Mantiqueira na divisa entre os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Já os rios Capivari e Mortes, situados à margem esquerda e direita, respectivamente, encontram o rio Grande no reservatório do Funil. O rio Capivari é formado por pequenos ribeirões cujas nascentes se encontram na Serra de Carrancas, MG. A sua porção mais alta apresentam um elevado número de cachoeiras, boa qualidade de água e um nível alto de preservação da vegetação (Pompeu et al., 2009). O rio das Mortes por sua vez nasce da Serra da Mantiqueira próximo aos municípios de Barbacena e Senhora dos Remédios, MG. Ao longo do seu percurso até o rio Grande, importantes municípios são drenados pelo rio das Mortes, como: Barbacena, Tiradentes, São João del-Rei, Ibituruna e Bom Sucesso. Por fim, o rio do Cervo, afluente de menor porte (<20m de largura), nasce próximo ao município de São

Bento do Abade e encontra com o rio Grande no trecho localizado a montante do reservatório de Furnas e a jusante da barragem de Funil.

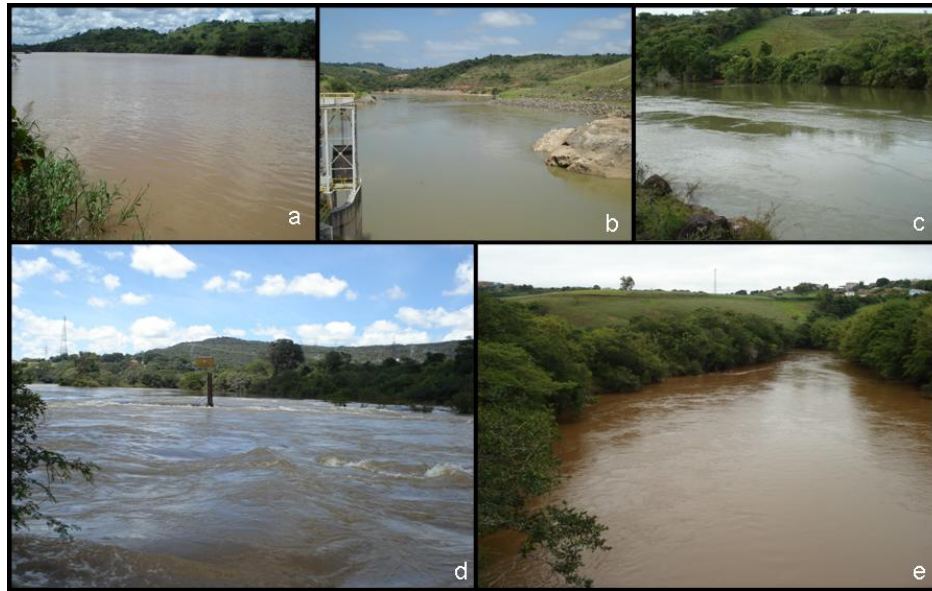


FIGURA 1 Imagens do Rio Grande nos sítios de amostragem de ictioplâncton, localizados entre a barragem de Funil e o reservatório de Furnas (a), imediatamente a jusante da barragem de Funil (b), entre o reservatório de Funil e a barragem de Itutinga (c), imediatamente a jusante de Itutinga (d) e imediatamente a montante do reservatório de Camargos (e).



FIGURA 2 Imagem dos principais tributários, nos sítios de amostragem de ictioplâncton, da bacia do alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas, MG. Os rios são da montante a jusante, respectivamente: o rio Aiuruoca próximo de São Vicente de Minas (a), rio Capivari próximo de Itumirim (b), rio das Mortes próximo de Ibituruna (c) e rio do Cervo próximo a Nepomuceno (d).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. **Reservatório de segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 1997. 387 p.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, I. S.; JULIO JUNIOR, H. F. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. (Ed.). **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Canadá: World Fisheries Trust, 2003. p. 19-98.

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

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservation of the biodiversity of Brazil's Inland Waters. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 646-652, Sept. 2005.

BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; CAVICCHIOLI, M.; BAUMGARTNER, M. S. T. Some aspects of the ecology of fish larva in the floodplain of high Paraná River, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 551-563, June 1997.

BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; GOMES, L. C.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 71, n. 2, p. 115-125, Oct. 2004.

BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; GOMES, L. C.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. Fish larvae from the upper Paraná River: Do abiotic factors affect larval density? **Neotropical Ichthyology**, London, v. 6, n. 4, p. 551-558, Dec. 2008.

BAUMGARTNER, M. S. T.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; MAKRAKIS, M. C. Spatial and temporal distribution of 'curvina' larva (*Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840) and its relationship to some environmental variables in the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 63, n. 3, p. 381-391, jun. 2003.

BEDNARSKI, J.; MILLER, S. E.; SCARNECCHIA, D. L. Larval fish catches in the lower Milk River, Montana in relation to timing and magnitude of spring discharge. **River Research and Applications**, Chichester, v. 24, n. 6, p. 844-851, July 2008.

BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C. Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 73, n. 1, p. 37-47, May 2005.

BITTENCOURT, M. M.; COX-FERNANDES, C. Peixes migradores sustentam pesca comercial. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 11, n. 64, p. 20-24, 1990.

BROWN, D. J.; COON, T. G. Abundance and assemblage structure of fish larvae in the lower missouri river and its tributaries. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 123, n. 5, p. 718-732, Sept. 1994.

CADA, F. G. A review of studies relating to the effects of propeller-type turbine passage on fish early life stages. **North American Journal of Fisheries Management**, Bethesda, v. 10, n. 1, p. 418-426, Mar. 1990.

CADA, F. G. Effects of hydroelectric turbine passage on fish early life stages. **Water Power**, London, v. 91, n. 2, p. 318-326, Feb. 1991.

CADA, F. G.; HERGENRADER, G. L. An assessment of sampling mortality of larval fishes. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 107, n. 2, p. 269-274, Mar. 1978.

CASTRO, R. J.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G. Temporal distribution and composition of the ichthyoplankton from Leopoldo's Inlet on the Upper Paraná River floodplain (Brazil). **Journal of Zoology**, London, v. 256, n. 3, p. 437-443, Mar. 2002.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS; FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Guia ilustrado de peixes da bacia do rio Grande**. Belo Horizonte: Cemig, 2000. 141 p.

DAGA, V. S.; GOGOLA, T. M.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; BAUMGARTNER, D.; PIANA, P. A.; GUBIANI, É. A.; DELARIVA, R. L. Fish larvae assemblages in two floodplain lakes with different degrees of connection to the Paraná River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, London, v. 7, n. 3, p. 429-438, Sept. 2009.

GODINHO, A. L. E os peixes de Minas em 2010? **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 16, n. 91, p. 44-49, 1993.

GODINHO, A. L.; KYNARD, B.; MARTINEZ, C. B. Supplemental water releases for fisheries restoration in a Brazilian floodplain river: a conceptual model. **River Research and Applications**, Chichester, v. 23, n. 9, p. 947-962, Nov. 2007.

GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. Ecology and conservation of fish in southeastern Brazilian river basins submitted to hydroelectric impoundments. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 5, n. 1, p. 187-197, dez. 1994.

GOULDING, M. **Ecologia da pesca do Rio Madeira**. Manaus: CNPq/INPA, 1979. 172 p.

HERMES-SILVA, S.; REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E. Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton in the Upper Uruguay River, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 4, p. 933-944, jul./ago. 2009.

HUMPHRIES, P.; KING, A. J.; KOEHN, J. D. Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling River system, Australia. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 56, n. 1-2, p. 129-151, Sept. 1999.

HUMPHRIES, P.; LAKE, P. S. Fish larvae and management of regulated rivers. **Regulated Rivers**, Sussex, v. 16, n. 2, p. 421-432, Apr. 2000.

HUMPHRIES, P.; SERAFINI, L. G.; KING, A. J. River regulation and fish larvae: variation through space and time. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 47, n. 7, p. 1307-1331, July 2002.

JIMÉNEZ-SEGURA, L. F.; GODINHO, A. L.; PETRERE JÚNIOR, M. As desovas de peixes no alto-médio São Francisco. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Ed.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p. 373-387.

LIMA, A. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. The distributions of larval and juvenile fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 49, n. 2, p. 787-800, Feb. 2004.

MAKRAKIS, M. C.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; GOMES, L. C.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G. Relationship between gape size and feeding selectivity of fish larvae from a Neotropical reservoir. **Journal of Fish Biology**, London, v. 73, n. 6, p. 1690-1707, June 2008.

MAKRAKIS, M. C.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C. Ontogenetic shifts in digestive tract morphology and diet of fish larvae of the Itaipu Reservoir, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, London, v. 72, n. 1, p. 99-107, Mar. 2005.

MARTIN, F. D.; PALLER, M. H. Ichthyoplankton transport in relation to floodplain width and inundation and tributary creek discharge in the lower Savannah River of Georgia and South Carolina. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 598, n. 1, p. 139-148, Feb. 2008.

MELO, J. R. B.; PINTO, M. D. D. S.; FREITAS, I. S.; MARQUES, E. E. Variação temporal na abundância de ovos e larvas de peixes em diferentes biótopos da UHE Peixe Angical. In: AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M.; MARQUES, E. E. (Ed.). **Reservatório de peixe Angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna**. São Carlos: Rima, 2009. p. 121-130.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, 2001. 378 p.

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V. Ovos e larvas de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Ed.). **Reservatório de segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 1997a. p. 183-201.

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

NASCIMENTO, F. L.; NAKATANI, K. 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 Scientiarum, Biological Sciences**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 117-122, 2006.



NASCIMENTO, F. L.; NAKATANI, K. Variação temporal e espacial de ovos e de larvas das espécies de interesse para a pesca na sub-bacia do rio Miranda, Pantanal, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, Maringa, v. 27, n. 3, p. 251-258, July 2005.

NORTHCOTE, T. G. Migratory strategies in production in freshwater fishes. In: GERKING, S. D. (Ed.). **Ecology of freshwater fish production**. Oxford: Blakwell Scientific, 1978. p. 326-359.

OLIVEIRA, E. C.; FERREIRA, E. J. G. Spawning areas, dispersion and microhabitats of fish larvae in the Anavilhanas Ecological Station, Rio Negro, Amazonas State, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, London, v. 6, n. 4, p. 559-566, Dec. 2008.

PETREIRE JÚNIOR, M. **Migraciones de peces de agua dulce en América Latina**: algunos comentarios. Roma: FAO, 1985. v. 1. (COPESCAL Documento Ocasional).

PINTO, M. D. D. S.; MELO, J. R. B.; FREITAS, I. S.; MARQUES, E. E. Distribuição longitudinal da abundância de ovos e larvas de peixes no reservatório da UHE Peixe Angical. In: AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M.; MARQUES, E. E. (Ed.). **Reservatório de peixe angical**: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna. São Carlos: Rima, 2009. p. 113-119.

SANCHES, P. V.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C.; LUIZ, E. A. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera dam, Paraná River, Brazil. **River Research and Applications**, Chichester, v. 22, n. 5, p. 555-565, June 2006.

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**. 2. ed. London: Kluwer Academic, 1998. 385 p.

## **CAPÍTULO 2**

### **AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS NA DERIVA DE OVOS E LARVAS DE PEIXES DA BACIA DO ALTO RIO GRANDE, MG.**

## 1 RESUMO

Embora seja evidente a importância dos estudos dos estágios iniciais dos peixes, cuja fase é crítica ao sucesso de recrutamento, no conhecimento da história natural dos peixes, não há registro em literatura que aborde este tipo de assunto na bacia do alto rio Grande. Nesse sentido, a fim de ampliar o conhecimento da história natural dos peixes da região, objetivou-se avaliar a influência dos fatores abióticos na deriva de ovos e larvas de peixes. Foi amostrado quinzenalmente, duas vezes ao dia (Manhã e noite), um total de nove pontos de coleta abrangendo os principais tributários e diferentes trechos do rio Grande, entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009. Não houve um padrão de influência dos fatores abióticos nos diferentes ambientes amostrados, sendo que em cada ambiente a reprodução respondeu com diferentes intensidades aos fatores abióticos vigentes. Os trechos de maior influência dos reservatórios apresentaram características peculiares em relação aos trechos livres de barramentos, que possivelmente explica a pouca contribuição de ovos e larvas nesses locais. A distribuição de larvas pareceu estar mais associada ao comportamento das mesmas, sendo capturadas em maior densidade no período noturno. Além disso, resultados sugerem diferenças no comportamento entre as ordens Characiformes e Siluriformes, sendo estes capturados significativamente em maior número no período noturno e os primeiros em ambos os períodos. Por fim, esses estudos reforçam a forte influência dos fatores abióticos na deriva de ovos e larvas dos peixes da bacia do alto rio Grande.

Palavras-chave: Barragens, desova, ictioplâncton, região neotropical, sazonalidade reprodutiva.

## 2 ABSTRACT

Although it is clear the importance of studies of early life stages of fishes, which are critical to the success of recruitment, to a better comprehension of the natural history of fishes, there are no records on this matter concerning the upper *Rio Grande*. In order to broaden the knowledge of the natural history of fishes in the region, we tested the influence of environmental variables on the drift of ichthyoplankton in the main tributaries and different stretches of the *Rio Grande*. We carried out fortnightly samples that were performed twice a day (morning and night), from November 2008 to March 2009. No patterns were observed concerning the influence of abiotic factors at different sections. The reproduction analyses responded in different levels of intensity to the abiotic factors. The stretches under larger influence of the dams and reservoirs presented particular characteristics in relation to the stretches located in areas with no influence of dams and reservoirs. These characteristics possibly explain the low contribution of eggs and larvae at these sites. The distribution of larvae seemed to be more associated with their behavior. These larvae were mostly captured at night. The results suggest differences in behavior between the orders Characiformes and Siluriformes. The Siluriformes were captured in greater numbers at night. The Characiformes were equally captured in both periods. This data provides information suggesting that these orders present behavior differences. These studies reinforce the strong influence of abiotic factors on the drift of eggs and larvae of fish in the upper *Rio Grande*.

Key words: Dams, ichthyoplankton, neotropical region, reproductive seasonality, spawning.

### 3 INTRODUÇÃO

A ictiofauna de água doce da região Neotropical é uma das mais ricas e diversificadas do mundo, podendo atingir 8000 espécies (Schaefer, 1998), e que ocupam os mais diversos habitats. Para Vazzoler (1996) esse sucesso de ocupação se deve as diferentes estratégias reprodutivas encontrada, que os permitem ocupar diferentes ambientes, cujos fatores abióticos e bióticos variam amplamente no espaço e no tempo. Essas estratégias são moldadas por um conjunto de condições fisiológicas e ecológicas de acordo com a espécie e o ambiente em que vive. As diferentes características de uma estratégia reprodutiva atestam o sucesso atingido quanto à distribuição geográfica, sobrevivência e adaptabilidade sob uma gama de situações ambientais das mais variadas (Wootton, 1998). A periodicidade reprodutiva, por exemplo, é determinada por uma variedade de fatores ambientais ou exógenos (Bye, 1989; Vazzoler, 1996; Lowe-McConnell, 1999) que podem acelerar ou retardar a sua atividade reprodutiva.

O sincronismo entre a atividade reprodutiva e as variáveis ambientais assegura, no período reprodutivo, condições adequadas à sobrevivência e o desenvolvimento da prole (Vazzoler, 1996). Nas regiões tropicais, cuja variação da temperatura e do fotoperíodo são menores, as alterações do nível hidrológico representam um dos maiores eventos sazonais em ambientes de água doce (Lowe-McConnell, 1999). Para muitas espécies de peixes, o período reprodutivo está associado com a variação do nível fluviométrico (Vazzoler et al., 1997). A elevação do nível da água resulta em maior disponibilidade quantitativa e qualitativa de alimentos e de abrigo para as fases iniciais de desenvolvimento, maximizando o sucesso da prole. Apesar dessa importância incontestável, outros fatores como: temperatura, pluviosidade, transparência, condutividade,

disponibilidade de oxigênio e pH da água podem determinar a sazonalidade reprodutiva dos peixes (Vazzoler et al., 1997).

Em ambientes naturais é comum a sazonalidade reprodutiva ser fortemente influenciada pelos fatores ambientais, devido à flutuação constante das variáveis abióticas (Scott, 1979). No entanto, o constante aumento dos represamentos dos rios, visando principalmente à produção de energia elétrica tem alterado as condições ambientais naturais no sistema aquático, comprometendo a reprodução dos peixes. A regularização das cheias pelas barragens constitui um dos impactos mais evidentes. Entretanto, outros ainda são relevantes, como a elevação da transparência pela retenção de sedimentos e do bloqueio das rotas migratórias (Agostinho et al., 1992, 2007). Nesse sentido, o sucesso reprodutivo dependerá da plasticidade adaptativa frente as alterações ambientais provocados pelos impactos antrópicos (Agostinho et al., 1999, 2007).

A compreensão da interação dos fatores ambientais na reprodução dos peixes constitui uma ferramenta útil para elaboração de planos de manejo eficazes à conservação dos peixes. Recentes trabalhos demonstram essa importância através dos estudos de ovos e larvas de peixes, indicando a influência de determinados fatores ambientais na distribuição temporal de ovos e larvas e reforçando a sazonalidade reprodutiva das espécies moldadas por um conjunto de fatores ambientais (Castro et al., 2002; Baumgartner et al., 2003; Jiménez-Segura et al., 2003; Bialecki et al., 2005; Nascimento & Nakatani, 2006; Godinho et al., 2007; Baumgartner et al., 2008; Bednarski et al., 2008; Martin & Paller, 2008; Hermes-Silva et al., 2009). Embora seja evidente a importância dos estudos de ictioplâncton bem como a sua relação com os fatores abióticos, não existe trabalho na bacia do alto rio Grande que trate deste tipo de assunto.

Sendo assim, esse trabalho teve como objetivos avaliar: (1) diferenças dos fatores abióticos nos diferentes ambientes amostrados; (2) diferenças

temporais na densidade de ictioplâncton; (3) a influência dos fatores abióticos na densidade de ovos e larvas e (4) a influência dos barramentos na densidade de ictioplâncton.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

A bacia do rio Grande, pertencente à bacia do alto rio Paraná, ocupa uma área de aproximadamente 143.000 km<sup>2</sup>, sendo que 86.500 km<sup>2</sup> pertencem ao estado de Minas Gerais. O rio Grande nasce na Serra da Mantiqueira e percorre 1.300 km até a confluência com o rio Paranaíba, onde juntos dão origem ao rio Paraná (Cemig & Cetec, 2000). No alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas estão localizadas as hidrelétricas de Funil, Itutinga e Camargos. A hidrelétrica de Camargos está localizada cerca de 5 km (curso do rio) a montante do reservatório de Itutinga, e este em torno de 45 km à montante do reservatório de Funil. Importantes tributários estão localizados na área de influência desses reservatórios, como o rio Aiuruoca, rio Capivari e o rio das Mortes, de montante à jusante, respectivamente. O rio Aiuruoca, que drena diretamente para o reservatório de Camargos, está localizado a margem esquerda do rio Grande. Já os rios Capivari e Mortes, situados à margem esquerda e direita, respectivamente, encontram o rio Grande diretamente pelo reservatório do Funil.

Foram amostrados um total de 9 pontos de coleta. No curso do rio Grande cinco sítios foram determinados: entre o reservatório de Furnas e Funil (RGI - UTM 23k 486935,08E/7659189,68S), imediatamente a jusante da barragem de Funil (RGII - 496164,98E/7661951,39S), entre o reservatório de Funil e a barragem de Itutinga (RGIII - 523717,99E/7653931,14S), imediatamente a jusante da barragem de Itutinga (RGIV - 538283,71E/7645646,62S) e a montante do reservatório de Camargos (RGV - 569612,37E/7623211,39S). Além disso, foi amostrado um sítio nos principais tributários do rio Grande: Aiuruoca (RA - 562841,68E/7610049,54S), Capivari



(RCA - 511965,40E/7647335,57S), Mortes (RM - 527005,15E/7662111,05S) e Cervo (RCE - 482825,40E/7654453,84S), conforme a figura 1.

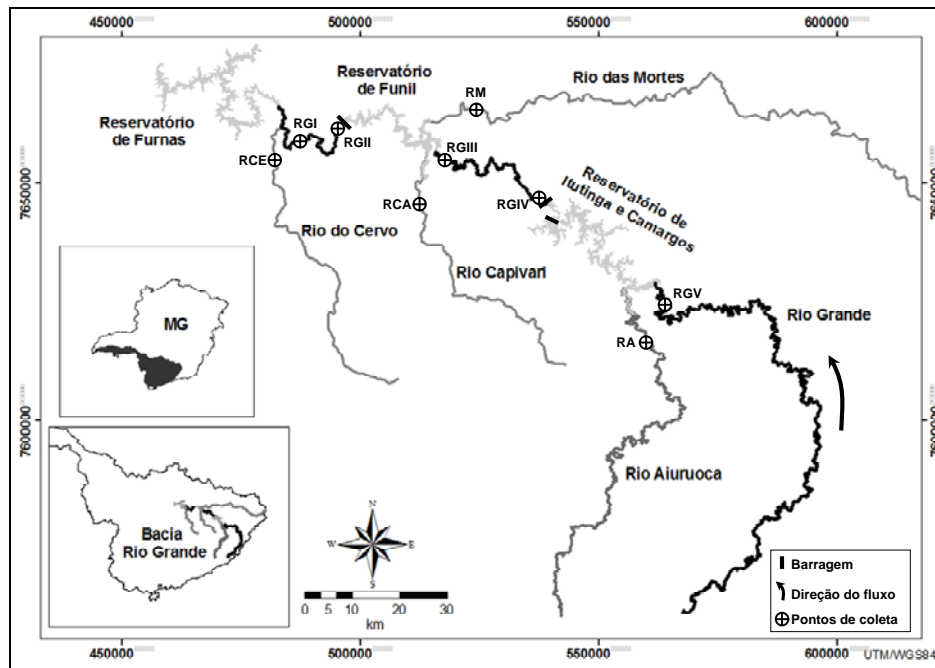


FIGURA 1 Localização dos pontos de amostragem na área de estudo da bacia do alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas, MG, Brasil.

#### 4.2 Amostragem dos dados

As amostragens foram realizadas quinzenalmente, no período entre Novembro de 2008 a Março de 2009, sempre duas vezes ao dia, uma na parte da manhã entre 6h às 9h e outra na parte da noite entre 19h as 21h. Somente no ponto amostral imediatamente a jusante da barragem de Funil as coletas foram feitas semanalmente e apenas na parte da manhã. As amostragens foram feitas com auxílio de rede de ictioplâncton cônica, com malha de 500 micrômetros e equipadas com um fluxômetro no intuito de estimar o volume filtrado. A rede foi posicionada a cerca de 2 metros da margem, de preferência em locais de maior

fluxo de água, e mantida submersa (superfície da coluna da água) por cerca de 10 minutos em cada ponto de coleta. Posteriormente, as amostras coletadas foram fixadas em formaldeído 4%. A triagem e posteriormente a identificação do ictioplâncton foram feitas sob o estereoscópio Carl Zeiss ® Stemi DV4 sobre a placa de triagem do tipo Bogorov. As densidades de ovos e larvas foram calculadas para cada ponto de coleta e padronizadas em relação ao número de indivíduos coletados por 10 m<sup>3</sup> de água filtrada. As larvas foram identificadas na menor categoria taxonômica possível de acordo com Nakatani et al. (2001). No entanto, as larvas, cuja identificação não foi possível em função do seu estágio de desenvolvimento inicial ou por apresentarem estruturas danificadas, foram classificadas como não identificadas.

A temperatura (Te) e a transparência (Tr) foram obtidas quinzenalmente junto as coletas de ovos e larvas, através de um termômetro e de um disco de Secchi, respectivamente. Já os dados diários de pluviosidade (Pl) e vazão (Va) durante o período de estudo foram obtidos através da Companhia Energética de Minas Gerais. A matéria orgânica em suspensão (granulometria >500µm), coletada concomitantemente as coletas de ovos e larvas, foi quantificada pelo seu peso seco (Silva & Queiroz, 2002). Posteriormente os seus valores foram padronizados por 10 m<sup>3</sup> de água filtrada no intuito de compará-los entre os ambientes.

### **4.3 Análise dos dados**

A relação entre a vazão e a densidade de matéria orgânica foi testada através da análise de regressão linear simples para cada trecho amostrado, no intuito de avaliar a capacidade de transporte de material em suspensão em cada ambiente.

A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk através do programa Statistica 7.0 (Statsoft, 2004). As densidades de

ictioplâncton não apresentaram distribuição normal, mesmo após a transformação dos dados. Nesse sentido, para a avaliação dos dados, optou-se a utilização das análises não paramétricas.

As variáveis ambientais foram sumarizadas através da Análise de Componentes Principais (ACP). Os eixos com autovalores  $> 1$  foram retidos para interpretação segundo o Critério de Kaiser-Gutman (Jackson, 1993). Os fatores abióticos com autovalor  $> 0,4$  foram considerados os mais importantes (Hair et al., 1984). Os escores dos eixos retidos para interpretação foram correlacionados com a densidade média de ovos e larvas de cada trecho através da regressão linear simples. Além disso, os fatores abióticos (Dia/Noite, Te, Tr, Pl, Va, DMO) foram correlacionados com a densidade de ovos e larvas pela análise de regressão linear múltipla stepwise (backward), para cada trecho amostrado. Nesse caso, o período Dia/Noite foi considerado uma variável muda. Essas análises foram realizadas através do programa Statistica 7.0 (Statsoft, 2004).

No intuito de verificar diferenças significativas na proporção entre dia e noite do número total de larvas capturadas durante o estudo foi aplicado o teste do  $\chi^2$ , com grau de liberdade 0,05 de significância ( $\chi^2 > 3,84$ ), considerando proporções esperadas iguais entre os períodos (dia e noite). O mesmo teste foi utilizado para verificar diferenças significativas na proporção entre dia e noite de indivíduos de Characiformes e Siluriformes.

## 5 RESULTADOS

Foram capturados 7111 ovos durante o estudo. Desses, 55,86% foram representados pelos tributários do rio Grande, sendo 24,54% no Mortes, 16,61% no Capivari, 14,46% no Aiuruoca e somente 0,25% no Cervo. Já os demais 44,14% foram aqueles ovos coletados dentre os pontos do rio Grande, onde 28,43% foram entre Furnas e Funil, 11,28% a montante do reservatório de Camargos e apenas 4,43% entre Funil e Itutinga. Nos pontos de coleta, imediatamente a jusante das barragens de Funil e Itutinga, não foram coletados ovos durante o estudo. Quanto às larvas, foi capturado um número bem menor em relação aos ovos, totalizando 230 ao final do estudo. No rio das Mortes foi observada a maior captura com 76,96%, seguido pelo Capivari com 7,39% e o Cervo e o Aiuruoca com 1,30% e 0,43%, respectivamente, totalizando 86,08% de larvas capturadas nos tributários. O restante das larvas capturadas (13,92%) foi representado pelos trechos do rio Grande, sendo 12,61% entre Furnas e Funil e apenas 0,87% e 0,43%, nos trechos a montante do reservatório de Camargos e entre Funil e Itutinga, respectivamente. Já nos pontos imediatamente a jusante das barragens de Funil e Itutinga não foram obtidos capturas de larvas durante o período estudado. Dentre as larvas capturadas foram possíveis identificar 7 grupos taxonômicos, sendo 3 ordens e 4 famílias (Tabela 1). As famílias Heptapteridae e Pimelodidae representaram a ordem dos Siluriformes, enquanto que as famílias Anostomidae e Characidae representaram a ordem Characiformes. Para a ordem Gymnotiformes, houve o registro de apenas um indivíduo, cuja identificação não foi possível em menor categoria taxonômica.

TABELA 1 Categorias taxonômicas identificadas com seus respectivos números de indivíduos capturados, frequência de ocorrência nos diferentes ambientes amostrados, durante o período de novembro de 2008 a dezembro de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG.

Taxa	Indivíduos capturados	Frequência de ocorrência
Characiformes*	8	3,48
Anostomidae	25	10,87
Characidae	8	3,48
Gymnotiformes*	1	0,43
Siluriformes*	108	46,96
Heptapteridae	8	3,48
Pimelodidae	4	1,74
NI	68	29,56

\*Larvas identificadas até ordem

Algumas variáveis abióticas apresentaram maior variação entre ambientes do que outras, a exemplo da Vazão, Transparência e a densidade de Matéria orgânica, enquanto que a temperatura e a pluviosidade (exceto o rio Aiuruoca) apresentaram pouca variação entre os mesmos (Tabela 2). O rio Grande entre Furnas e Funil apresentou a maior média de Vazão entre todos os sítios amostrados, enquanto que o menor valor foi do Rio Capivari. Os menores valores de transparência foram obtidos para os tributários, enquanto que os maiores valores foram observados nos trechos do rio Grande situados imediatamente a jusante das barragens de Funil e Itutinga.

Para todos os tributários analisados foi observada relação significativa entre a vazão e a densidade de matéria orgânica. A maior explicação da matéria orgânica em função da vazão foi obtida para o rio Aiuruoca. Já para os trechos do rio Grande, apenas os situados imediatamente a jusante da barragem de Itutinga e entre Funil e Itutinga não apresentaram correlação significativa (Figura 2).

TABELA 2 Média ( $\bar{x}$ ) e desvio (sd) padrão da temperatura, pluviosidade, vazão, transparência e densidade de matéria orgânica (DMo) nos diferentes ambientes amostrado, durante o período de novembro de 2008 a dezembro de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG. (RGI= localizado entre Furnas e Funil, RGII=imediatamente a jusante de Funil, RGIII=entre Funil e Itutinga, RGIV=imediatamente a jusante de Itutinga e RGV=montante de Camargos)

<i>Local</i>		<i>Temperatura</i>		<i>Pluviosidade</i>		<i>Vazão</i>		<i>Transparência</i>		<i>Densidade de matéria orgânica</i>	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
Tributários	Aiuruoca	19,13	1,19	6,61	8,41	93,09	29,19	27,69	9,97	5,53	3,76
	Capivari	20,51	1,40	14,94	22,19	76,84	39,06	16,26	10,09	15,58	21,06
	Mortes	20,88	1,56	11,39	19,70	241,33	139,45	12,18	5,41	5,25	7,08
	Cervo	20,26	0,65	-	-	-	-	21,50	3,76	4,79	4,51
Rio principal	RGI	22,43	0,41	11,94	22,16	538,58	248,29	32,50	15,57	0,14	0,16
	RGII	-	-	-	-	597,33	213,17	-	-	0,01	0,04
	RGIII	21,67	1,07	11,00	17,23	195,86	82,94	44,75	15,55	0,25	0,25
	RGIV	21,55	0,90	11,39	17,06	217,95	85,48	58,75	14,94	0,07	0,09
	RGV	19,61	1,39	15,28	36,41	92,69	29,39	25,11	10,02	2,15	1,45

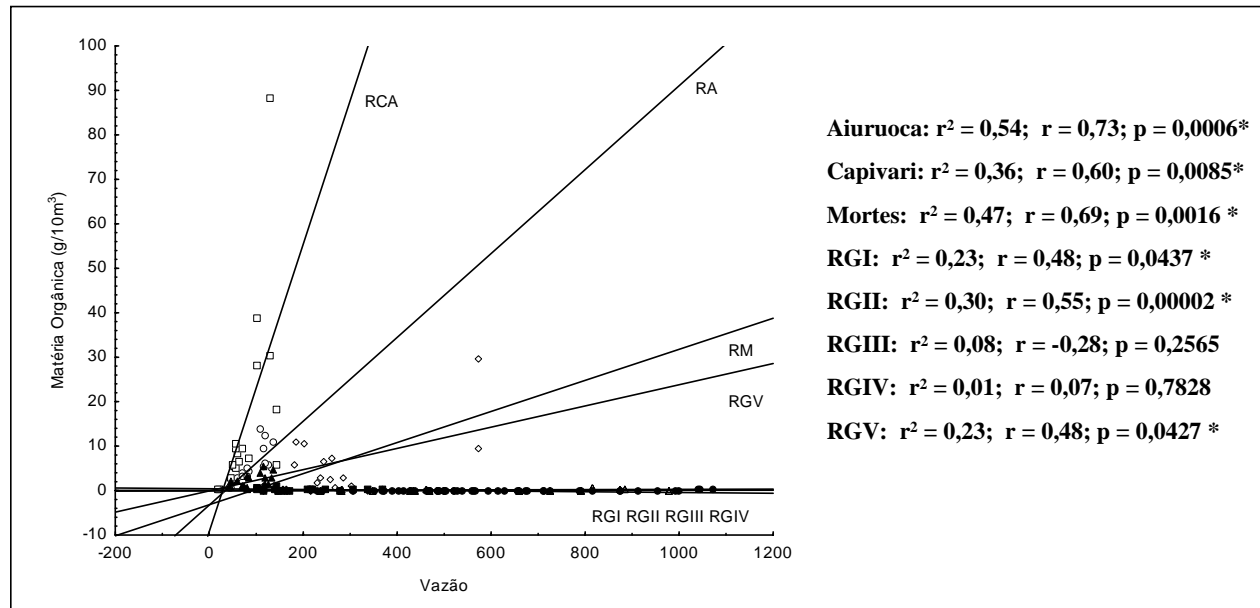


FIGURA 2 Relação entre a densidade de matéria orgânica ( $\text{g}/10\text{m}^3$ ) e a vazão dos diferentes ambientes amostrados, entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG. \*Significativo em nível de 5%. (RA= rio Aiuruoca, RCA= rio Capivari, RM= rio das Mortes, RGI= localizado entre Furnas e Funil, RGII= imediatamente a jusante de Funil, RGIII= entre Funil e Itutinga, RGIV= imediatamente a jusante de Itutinga e RGV= montante de Camargos)

Os dois primeiros eixos da análise dos componentes principais, cujos autovalores foram maiores que 1, foram retidos para interpretação e explicaram 87,22% da variância dos dados. A temperatura, vazão e a transparência tiveram correlação negativa, e a densidade de matéria orgânica teve correlação positiva com o primeiro eixo. Já no segundo eixo, apenas a Vazão e a transparência se correlacionaram, sendo a vazão positivamente e a transparência negativamente (Tabela 3).

TABELA 3 Contribuição dos fatores abióticos aos dois primeiros eixos da análise dos componentes principais retidos para interpretação. Em negrito estão os autovalores de cada fator abiótico maiores que 0,4.

	<i>PCA1</i>	<i>PCA2</i>
Temperatura	<b>-0,852</b>	-0,375
Vazão	<b>-0,808</b>	<b>-0,534</b>
Transparência	<b>-0,698</b>	<b>0,634</b>
Densidade de matéria orgânica	<b>0,805</b>	-0,383
Auto-valor	2,514	1,001
<b>% de explicação</b>	62,854	24,366

Não houve correlação significativa da densidade de ovos ou larvas com os escores do PCA1. No entanto, a densidade de ovos apresentou alta correlação significativa com os valores do PCA2 (figura 3), indicando relação positiva da vazão e negativa da transparência com a densidade de ovos.



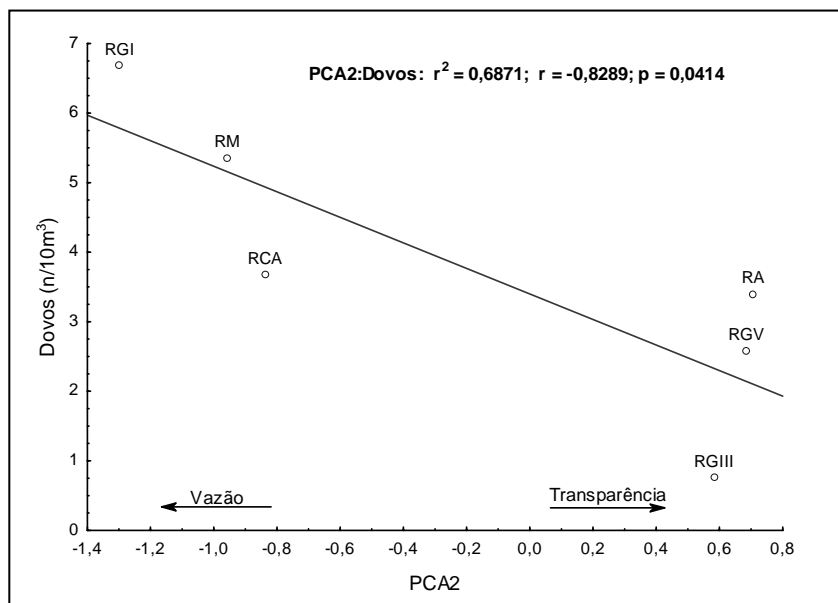


FIGURA 3 Relação entre os valores de densidade de ovos (Dovos) e os escores do segundo eixo da análise dos componentes principais. (RA= rio Aiuruoca, RCA= rio Capivari, RM= rio das Mortes, RGI= localizado entre Furnas e Funil, RGIII= entre Funil e Itutinga, e RGV=montante de Camargos)

As análises de regressão múltipla entre a densidade de ovos com o os fatores ambientais, revelam relações distintas de acordo com o ambiente considerado (Tabela 4). No rio Aiuruoca, a densidade de ovos foi influenciada significativamente com a precipitação e a temperatura. No rio Capivari, somente a temperatura correlacionou significativamente com a densidade de ovos. No rio das Mortes houve uma correlação da densidade de ovos pelo conjunto de todos os fatores abióticos analisados neste estudo. A densidade de ovos no trecho entre Furnas e Funil mostrou-se correlacionada com o período e a temperatura, enquanto que no trecho entre Funil e Itutinga, pelo conjunto dos fatores: período, precipitação, vazão e densidade de matéria orgânica em suspensão. Já no trecho a montante do reservatório de Camargos houve uma correlação com os fatores: período, precipitação, transparência e a densidade de matéria orgânica. Em

relação a densidade de larvas com os fatores abióticos, no rio das Mortes houve uma correlação da densidade com a vazão e a densidade de matéria orgânica. No trecho entre Furnas e Funil, a densidade foi explicada pelo período Dia/Noite, vazão e a transparência. No rio Capivari, não houve correlação da densidade de larvas com quaisquer fatores abióticos (Tabela 5).

TABELA 4 Resultado da análise de regressão múltipla stepwise entre os fatores abióticos e a densidade de ovos obtidos para os diferentes ambientes amostrados. Os valores em negrito são as relações significativas no nível de 5% (Dia/Noite= período Dia/Noite, Te= temperatura, Pr= precipitação, Va= Vazão, Tr= Transparência, DMO= densidade de matéria orgânica, RGI= localizado entre Furnas e Funil, RGIII= entre Funil e Itutinga e RGV= montante de Camargos).

Trecho		Fatores abióticos (variáveis explanatórias)						$r^2$	p
		Dia/Noite	Te	Pr	Va	Tr	DMo		
Tributários	Aiuruoca	x	0,223	<b>0,026</b>	x	x	x	0,31	<b>0,026</b>
	Capivari	x	<b>0,038</b>	x	x	x	x	0,19	<b>0,038</b>
	Mortes	0.453	0.209	0.568	0.126	<b>0.005</b>	0.192	0,63	<b>0,013</b>
Rio Grande	RGI	0.060	0.085	x	x	x	x	0,33	<b>0,019</b>
	RGIII	0,751	x	<b>0,002</b>	0,280	x	0,700	0,26	<b>0,041</b>
	RGV	0.063	x	<b>0.031</b>	x	0.348	0.137	0,75	<b>0,000</b>

TABELA 5 Resultado da análise de regressão múltipla stepwise entre os fatores abióticos e a densidade de larvas obtidas para os diferentes ambientes amostrados. Os valores em negrito são as relações significativas no nível de 5%. (Dia/Noite= Período do dia/noite, Te= temperatura, Pr= precipitação, Va= Vazão, Tr= Transparência, DMO= densidade de matéria orgânica, RGI= localizado entre Furnas e Funil)

Trecho		Fatores abióticos (variáveis explanatórias)						$r^2$	p
		Dia/Noite	Te	Pr	Va	Tr	DMo		
Tributários	Capivari	x	x	x	x	x	x	x	x
	Mortes	x	x	x	<b>0.02</b>	x	<b>0.03</b>	0.23	<b>0.04</b>
Rio Grande	RGI	<b>0.01</b>	x	x	0.28	0.22	x	0,39	<b>0.03</b>

Embora, apenas no rio das Mortes tenha sido observada relação significativa da transparência com a densidade de ovos, as maiores densidades de ovos coincidiram na sua maior parte com a redução da transparência da água em todos os ambientes amostrados (Figura 4). Além disso, os trechos do rio Grande localizado entre Furnas e Funil e entre Funil e Itutinga, cuja média de transparência foram as mais elevadas, apresentaram uma predominância de ovos durante a noite em todas as quinzenas em que foram coletados ovos. No entanto, para os demais locais de coleta, as maiores densidades de ovos foram observadas durante o dia em quase todas as quinzenas em que foram obtidos ovos. Quanto às larvas, houve uma predominância no período noturno em todos os locais e em boa parte das quinzenas amostradas, sendo que o número total de larvas capturadas à noite durante o estudo foi superior ao dia (Figura 5).

Avaliando a proporção de Characiformes entre o período do dia e a noite, observou-se que os mesmos não apresentaram diferença significativa ( $\chi^2 < 3,84$ ;  $df = 1$ ;  $p < 0,086$ ). Todavia, entre os Siluriformes houve uma diferença significativa na proporção entre o período do dia e da noite, sendo este o período de maior ocorrência ( $\chi^2 > 3,84$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 6).

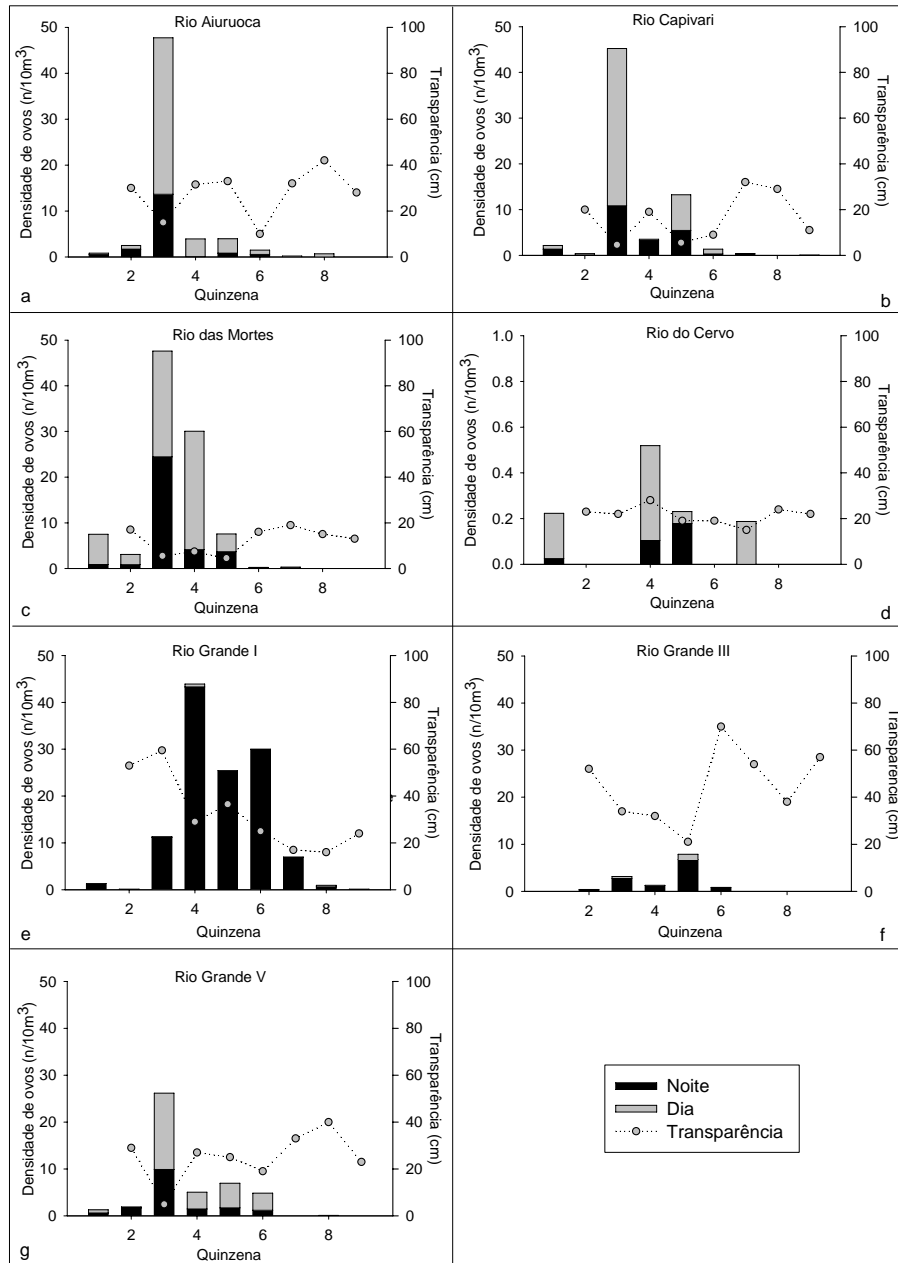


FIGURA 4 Variação quinzenal da densidade de ovos coletadas de dia e de noite nos tributários (a, b, c e d) e na calha do rio principal (e, f e g) durante o período de novembro de 2008 a dezembro de 2009, na bacia do alto rio Grande-MG.

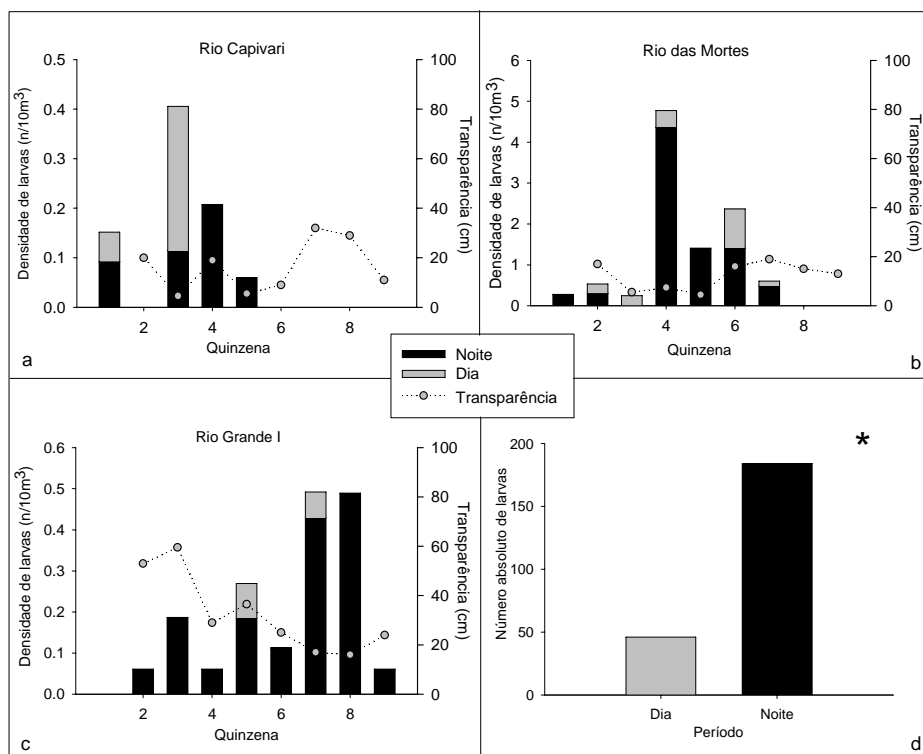


FIGURA 5 Variação quinzenal da densidade de larvas coletadas de dia e de noite nos tributários (a e b) e na calha do rio principal (c) e a proporção de número total de indivíduos coletados de dia e de noite (d), durante o período de novembro de 2008 a dezembro de 2009, na bacia do alto rio Grande-MG. \*Diferença significativa na proporção dia-noite pelo teste do qui-quadrado ( $\chi^2 > 3,84$ ;  $df=1$ ;  $p < 0,000$ ).

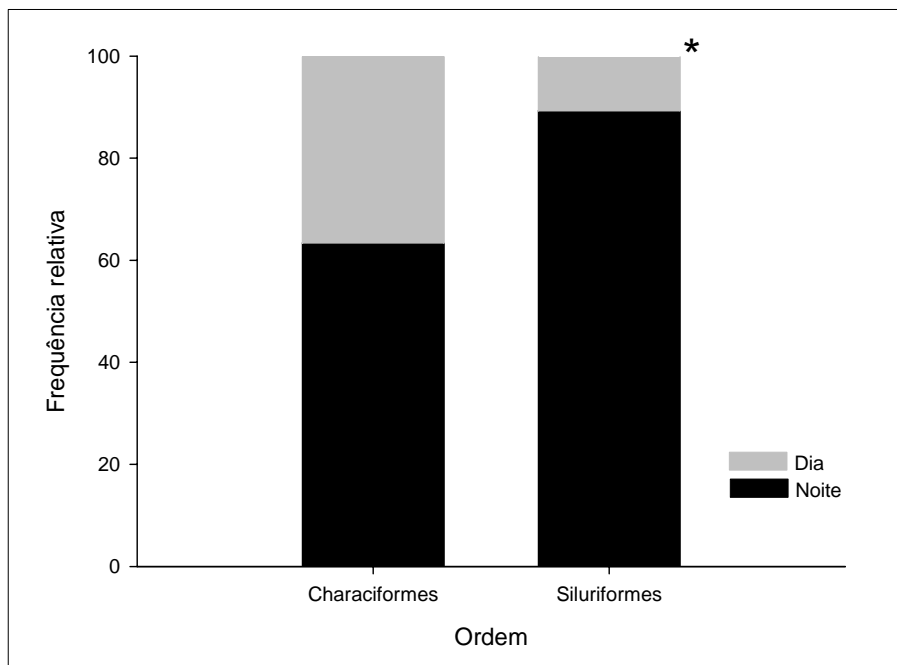


FIGURA 6 Frequência relativa do número de larvas Characiformes e Siluriformes, coletadas de dia e de noite, durante o período de novembro de 2008 a dezembro de 2009, na bacia do alto rio Grande-MG. \*Diferença significativa na proporção dia-noite pelo teste do qui-quadrado ( $\chi^2 > 3,84$ ;  $df=1$ ;  $p < 0,001$ ).

## 6 DISCUSSÃO

A bacia do alto rio Grande apresenta uma área de drenagem de 8804 km<sup>2</sup>, abrangendo diferentes sistemas hidrográficos (Instituto Mineiro de Gestão das Águas - Igam, 2009), que se diferenciam nas características morfométricas dos rios e relevo quanto na intensidade de interferências antrópicas (uso do solo e da água). Esta última tem ocorrido com diferentes intensidades entre as sub-bacias. O desmatamento da mata ciliar tem sido menos intenso nos rios do Cervo, Aiuruoca e Capivari, cujos valores de porcentagem de cobertura vegetal foram os maiores entre os locais amostrados (Cap. 4). Não menos importante, é a influência que determinados trechos sofrem nesta área pela presença de barragens para a produção de energia elétrica. As barragens alteram as características limnológicas dos rios afetando a estrutura e a comunidade biológica que neles habitam (Agostinho et al., 1995). Dessa forma, cada sistema apresenta características limnológicas próprias, justificando as diferenças encontradas dos valores das variáveis abióticas entre os ambientes amostrados. A qualidade da água liberada pelos reservatórios é certamente distinta daquela do rio natural (Agostinho et al., 2007). Os reservatórios alteram o transporte de nutrientes e sedimentos (Agostinho et al., 2007, 2008; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). A retenção de sólidos em suspensão aumenta a transparência nos trechos à jusante das barragens (Agostinho et al., 2004), o que explica os maiores valores para os trechos do rio Grande situados a jusante das barragens. A relação não significativa da densidade de matéria orgânica pela vazão nos trechos do rio Grande imediatamente a jusante de Itutinga e entre Funil e Itutinga, se deve ao fato de estarem localizada a jusante da barragem de Camargos, reservatório este de acumulação.

Segundo Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008), a diferença de temperatura entre os rios que apresentam densa cobertura vegetal e os que não

apresentam pode ser de 2° a 3° C, justificando as maiores temperaturas encontradas para os ambientes de menor porcentagem de vegetação marginal (rio das Mortes e nos trechos do rio Grande entre Furnas e Funil e entre Funil e Itutinga).

A sazonalidade reprodutiva dos peixes neotropicais está intimamente ligada às variações ocorridas no ambiente. Lowe-McConnell (1999) ainda acrescenta que a seleção do período determina que a prole seja produzida no momento mais favorável para a sua sobrevivência, quando existe alimento abundante para um crescimento rápido e proteção contra os predadores. Além do período reprodutivo, cada espécie seleciona um conjunto de características em um determinado ambiente de modo a utilizá-lo como local de desova (Baumgartner et al., 2008). Nesse sentido, é normal que a reprodução em cada ambiente e em cada período seja refletida de diferentes modos, como as encontradas nesse estudo. Não houve um padrão de correlação de ictioplâncton com os fatores ambientais, sendo que em cada trecho a densidade de ovos e larvas foi influenciada por fatores diferentes de acordo com o ambiente considerado.

Vale a pena ressaltar que a influência dos fatores abióticos na reprodução se dá pelo conjunto desses fatores e raramente com elas isoladas. No entanto, algumas se sobressaem como aquelas que foram significativas no estudo: a pluviosidade, temperatura e transparência para os ovos e o período, vazão e a densidade de matéria orgânica para as larvas. Correlações positivas entre o número de ovos e a pluviosidade e temperatura também já foram observadas por Castro et al. (2002) e Nascimento & Nakatani (2005). Todavia, já foi evidenciada a importância da influência de outros fatores na densidade de ovos, como: o pH, condutividade (Nascimento & Nakatani, 2006), oxigênio dissolvido (Ziober et al., 2007) e a dureza da água (Hermes-Silva et al., 2009).



Não há registros na literatura que abordem a relação da matéria orgânica em suspensão com a densidade de larvas, semelhantes a encontradas nesse estudo para o rio das Mortes. No entanto, é possível que a matéria orgânica possa favorecer indiretamente o seu desenvolvimento. A decomposição da matéria orgânica favorece o desenvolvimento do Fitoplâncton e do Zooplâncton (Ziober et al., 2007), este por sua vez é o principal alimento dos estágios iniciais dos peixes, sendo determinantes para essa dieta a baixa acuidade visual e a limitada capacidade de movimentação e abertura bucal (Makrakis et al., 2005, 2008).

Para o rio Capivari, é possível que a relação não significativa da densidade de larvas com os fatores abióticos tenha ocorrido por dois motivos: pelo n amostral ter sido pequeno ou porque a densidade de larvas nesse trecho é explicada por outros fatores abióticos que não foram abordados. Além da influência da temperatura na densidade de larvas (Baumgartner et al., 1997; Ziober et al., 2007; Daga et al., 2009; Hermes-Silva et al., 2009), outros fatores já foram observados como a transparência (Hermes-Silva et al., 2009), condutividade (Daga et al., 2009) e duração do dia (Baumgartner et al., 1997). Avaliando a possibilidade da influência de diversos fatores abióticos na densidade de larvas, Baumgartner et al. (2008) constataram que cada espécie responde de formas diferentes as variações do nível fluviométrico, pH, temperatura, pluviosidade, velocidade da água e condutividade elétrica.

Na região tropical, cuja amplitude da temperatura e do fotoperíodo são menores, a principal sazonalidade dos rios são as variações do nível da água (Lowe-Mcconnell, 1999). Essas variações promovem alterações qualitativas e quantitativas na disponibilidade de alimento e surgimento de novos habitats (Junk et al., 1989; Lowe-Mcconnell, 1999). Baumgartner et al. (1997) observaram uma relação significativa da abundância de larvas com o nível fluviométrico na planície de inundação do alto rio Paraná. Resultados

semelhantes foram observados no rio São Francisco, onde a densidade de ictioplâncton esteve associada com o aumento do nível da água, cuja cota depende basicamente das vazões dos trechos a montante do ponto de amostragem, como o da represa três Marias e do rio Abaeté (Godinho et al., 2003). A desova nos períodos de maior vazão não só favorece o carreamento de ictioplâncton rio abaixo, como a probabilidade dos mesmos alcançarem as áreas de alimentação e desenvolvimento (King et al., 2003). Além disso, o aumento de transporte de nutrientes e sedimentos implica na diminuição da transparência da água favorecendo a sobrevivência da prole. Isso explica a maior densidade de ovos nos períodos de menor transparência, como observado neste estudo. Segundo Agostinho et al. (2002), a desova nos períodos de maior pluviosidade e conseqüentemente com as águas de maior turbidez é uma adaptação que favorece a proteção da prole contra predadores. A vazão, que está diretamente ligada às variações do nível hidrológico, apresentou correlação positiva com a densidade de ovos no presente estudo. Outros estudos ainda sugerem que o momento e a duração dos picos de vazão, e não necessariamente a intensidade, pode influenciar no sucesso reprodutivo das espécies (Bednarski et al., 2008; Martin & Paller, 2008).

A alteração dos regimes hidrológicos naturais imposta pelos reservatórios, como a regularização de vazão dos trechos a jusante da barragem pode ser um dos principais contribuintes para as diferenças nas faunas de larvas e peixes adultos (Humphries et al., 2002). A regularização da vazão através do acúmulo de água no reservatório no período chuvoso a fim de compensar as deficiências no período seco diminui a intensidade das cheias, no qual as vazões mínimas são elevadas e as máximas são reduzidas (Agostinho et al. 2007). Recentes trabalhos demonstram um declínio na densidade de ictioplâncton (Sanches et al., 2006) e a presença de larvas, somente de espécies oportunistas e tolerantes (Humphries & Lake, 2000; Humphries et al., 2002) nos trechos de

vazão altamente regulados. Para Humphries & Lake (2000), a regularização da vazão pode afetar os peixes por duas maneiras: remoção das condições apropriadas para a reprodução e/ou das condições necessárias ao desenvolvimento das larvas. Entre os trechos que foram coletados ovos e larvas no rio Grande, a menor densidade de ovos foi obtida para o trecho entre o reservatório do Funil e a barragem de Itutinga. Em função da regularização de vazão imposta pela barragem de Camargos é possível que este seja um dos trechos que sofre maior influência dos represamentos, o que justifica a baixa contribuição de ovos e larvas.

No presente estudo, as maiores densidades de ovos obtidos na maior parte do início da manhã em quase todos os ambientes estudados indicam que a desova foi mais intensa próximo ao amanhecer. No entanto, nos trechos do rio Grande entre Furnas e Funil e entre Funil e Itutinga, os maiores valores de densidades de ovos foram obtidos na maioria das vezes durante a noite, indicando que a desova ocorreu próximo ao entardecer. Dentre os trechos amostrados, os trechos do rio Grande são aqueles que sofrem maior influência das barragens por estarem localizadas a jusante e próxima das mesmas, evidenciado pelos valores de transparência e densidade de matéria orgânica. A elevada transparência encontrada nesses locais pode favorecer a taxa de predação de ictioplâncton por predadores visuais (Agostinho & Gomes, 1997; Agostinho et al., 2007). Nesse contexto, é provável que essa diferença possa ter ocorrido devido a maior predação dos ovos durante o dia ou ainda porque a desova ao entardecer seja uma adaptação para aumentar a proteção dos ovos contra a predação nesses ambientes, cuja transparência é elevada.

Embora somente a densidade de larvas no trecho do rio Grande entre Furnas e Funil tenha sido explicada pelo período, grande parte das larvas capturadas durante o estudo foi coletada a noite. Diversos autores não só ressaltam essa variação nictimeral da abundância de larvas como também

diferenças de capturas ao longo da coluna da água, em maior número no fundo durante o dia e na superfície no período da noite (Flecker et al., 1991; Baumgartner et al., 1997; Nakatani et al., 1997; Bialecki et al., 1999; Castro et al., 2002; Galuch et al., 2003; Ziober et al., 2007; Oliveira & Ferreira, 2008; Hermes-Silva et al., 2009). A migração vertical em direção ao fundo do rio, durante o dia, diminui a predação por predadores visuais (Armstrong & Brown, 1983; Baumgartner et al., 1997; Nakatani et al., 1997; Ziober et al., 2007), enquanto que a migração para a superfície, durante a noite, está intimamente ligada a disponibilidade de alimento, resultante da migração do zooplâncton (Baumgartner et al., 1997; Castro et al., 2002). Ao contrário dos ovos, a captura de larvas parece estar mais bem associada com o comportamento ativo das larvas do que a própria reprodução. Nesse contexto, a menor captura de larvas no período do dia possivelmente é explicada pelo comportamento e não pela menor intensidade de reprodução neste ambiente, já que neste estudo as coletas foram realizadas somente na superfície da coluna d'água.

A diferença significativa da proporção de Siluriformes entre o período do dia e da noite pode ser um indicativo de que essas espécies assim como a grande maioria dos adultos já apresentam hábitos noturnos, ao contrário dos Characiformes que não apresentaram diferença significativa. Comportamentos distintos entre esses dois grupos também já foram observados por Baumgartner et al. (1997), no qual os Characiformes foram mais abundantes na superfície e os Siluriformes no fundo. Para esses autores, é provável que a forma corporal e do hábitat desses grupos influenciem nesse comportamento. Outros trabalhos também já observaram diferenças de comportamento dos estágios iniciais dos peixes entre diferentes táxons (Muth & Schmulbach, 1984; Araujo-Lima et al., 2001). Essa variação de deriva de ictioplâncton demonstra o comportamento distinto que há entre as espécies. O conhecimento do comportamento de larvas é importante uma vez que dará subsídios aos trabalhos posteriores permitindo a

melhor escolha do delineamento amostral. Dessa forma, evitará que as amostragens favoreçam apenas a determinados grupos, conseqüentemente, a subestimação dos resultados.

O melhor conhecimento da influência dos fatores abióticos na distribuição dos peixes durante os seus estágios iniciais de desenvolvimento são importantes para a elaboração de plano de manejo eficaz à conservação e ao aumento do estoque pesqueiro. Resultados deste trabalho reforçam a forte influência que determinados fatores abióticos apresentam na distribuição espacial e temporal de ictioplâncton. No entanto, a atividade reprodutiva é refletida de diferentes modos conforme as características limnológicas de cada ambiente. Vale ressaltar, as diferenças dos fatores abióticos entre os trechos com e sem barramentos, que possivelmente explicam a baixa contribuição de ictioplâncton nos trechos altamente influenciados pelas barragens.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. **Reservatório de segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 1997. 387 p.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; FERNANDEZ, D. R.; SUZUKI, H. I. Efficiency of fish ladders for neotropical ichthyofauna. **River Research and Applications**, Chichester, v. 18, n. 3, p. 299-306, May/June 2002.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: EDUEM, 2007. 512 p.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JÚNIOR, H. F.; BORGHETTI, J. R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para a sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **Unimar**, Maringá, v. 14, p. 89-107, out. 1992. Suplemento.
- AGOSTINHO, A. A.; MIRANDA, L. E.; BINI, L. M.; GOMES, L. C.; THOMAZ, S. M.; SUZUKI, H. I. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA, M. (Ed.). **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: International Institute of Ecology, 1999. p. 227-265.
- 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. Suplemento.
- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. **Ecohydrology & Hydrobiology**, Wierzba, v. 4, n. 3, p. 255-256, 2004.
- AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E. A. M.; THOMAZ, S. M. The high River Paraná Basin: limnological and ichthyological aspects. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Ed.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p. 59-103.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; SILVA, V. V. da; PETRY, P.; OLIVEIRA, E. C.; MOURA, S. M. L. Diel variation of larval fish abundance in the Amazon and Rio Negro. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 61, n. 3, p. 357-362, Aug. 2001.

ARMSTRONG, M. L.; BROWN, A. V. Diel drift and feeding of channel catfish alevin in the Illinois River, Arkansas. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 12, n. 1, p. 302-307, Jan. 1983.

BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; CAVICCHIOLI, M.; BAUMGARTNER, M. S. T. Some aspects of the ecology of fish larva in the floodplain of high Paraná River, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 551-563, jun. 1997.

BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; GOMES, L. C.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. Fish larvae from the upper Paraná River: Do abiotic factors affect larval density? **Neotropical Ichthyology**, London, v. 6, n. 4, p. 551-558, Dec. 2008.

BAUMGARTNER, M. S. T.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; MAKRAKIS, M. C. Spatial and temporal distribution of 'curvina' larva (*Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840) and its relationship to some environmental variables in the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 63, n. 3, p. 381-391, June 2003.

BEDNARSKI, J.; MILLER, S. E.; SCARNECCHIA, D. L. Larval fish catches in the lower Milk River, Montana in relation to timing and magnitude of spring discharge. **River Research and Applications**, Chichester, v. 24, n. 6, p. 844-851, July 2008.

BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C. Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 73, n. 1, p. 37-47, May 2005.

BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; CAVICCHIOLI, M.; BAUMGARTNER, G.; RIBEIRO, R. P.; NAKATANI, K. Drift of ichthyoplankton in two channels of the Paraná River, between Paraná and Mato Grosso do Sul States, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 53-60, 1999.

BYE, V. J. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. In: POTTS, G. W.; WOOTTON, R. J. (Ed.). **Fish reproduction: strategies and tactics**. London: Academic, 1989. p. 187-205.

CASTRO, R. J.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G. Temporal distribution and composition of the ichthyoplankton from Leopoldo's Inlet on the Upper Paraná River floodplain (Brazil). **Journal of Zoology**, London, v. 256, n. 3, p. 437-443, Mar. 2002.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS; FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Guia ilustrado de peixes da bacia do rio Grande**. Belo Horizonte: Cemig, 2000. 141 p.

DAGA, V. S.; GOGOLA, T. M.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; BAUMGARTNER, D.; PIANA, P. A.; GUBIANI, É. A.; DELARIVA, R. L. Fish larvae assemblages in two floodplain lakes with different degrees of connection to the Paraná River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, London, v. 7, n. 3, p. 429-438, Sept. 2009.

FLECKER, A. S.; TAPHORN, D. C.; LOVELL, J. A.; FEIFAREK, B. P. Drift of characin larvae, *Bryconamericus deuterodonoides*, during the dry season from Andean piedmont streams. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 31, n. 2, p. 197-202, June 1991.

GALUCH, A. V.; SUIBERTO, M. R.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G. 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**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 335-343, dez. 2003.

GODINHO, A. L.; KYNARD, B.; MARTINEZ, C. B. Cheia induzida: manejando a água para restaurar a pesca. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Ed.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p. 307-326.

GODINHO, A. L.; KYNARD, B.; MARTINEZ, C. B. Supplemental water releases for fisheries restoration in a Brazilian floodplain river: a conceptual model. **River Research and Applications**, Chichester, v. 23, n. 9, p. 947-962, Nov. 2007.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, L.; GRABLOWSKI, B. J. **Multivariate data analysis**. New York: McMillan, 1984. 360 p.



HERMES-SILVA, S.; REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E. Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton in the Upper Uruguay River, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 4, p. 933-944, jul./ago. 2009.

HUMPHRIES, P.; LAKE, P. S. Fish larvae and management of regulated rivers. **Regulated Rivers**, Sussex, v. 16, n. 2, p. 421-432, Apr. 2000.

HUMPHRIES, P.; SERAFINI, L. G.; KING, A. J. River regulation and fish larvae: variation through space and time. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 47, n. 7, p. 1307-1331, July 2002.

JACKSON, D. A. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. **Ecology**, Tempe, v. 74, n. 8, p. 2204-2214, Dec. 1993.

JIMÉNEZ-SEGURA, L. F.; GODINHO, A. L.; PETRERE JÚNIOR, M. As desovas de peixes no alto-médio São Francisco. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Ed.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p. 373-387.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (Ed.). **Proceedings of the international large river symposium**. Ottawa: Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 1989. p. 110-127.

KING, A. J.; HUMPHRIES, P.; LAKE, P. S. Fish recruitment on floodplains: the roles of patterns of flooding and life history characteristics. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 60, n. 6, p. 773-786, June 2003.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999. 535 p.

MAKRAKIS, M. C.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; GOMES, L. C.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G. Relationship between gape size and feeding selectivity of fish larvae from a Neotropical reservoir. **Journal of Fish Biology**, London, v. 73, n. 6, p. 1690-1707, June 2008.

MAKRAKIS, M. C.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C. Ontogenetic shifts in digestive tract morphology and diet of fish larvae of the Itaipu Reservoir, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, London, v. 72, n. 1, p. 99-107, Mar. 2005.

MARTIN, F. D.; PALLER, M. H. Ichthyoplankton transport in relation to floodplain width and inundation and tributary creek discharge in the lower Savannah River of Georgia and South Carolina. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 598, n. 1, p. 139-148, Feb. 2008.

MUTH, R. T.; SCHMULBACH, J. C. Downstream transport of fish larvae in a shallow prairie river. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 113, n. 2, p. 224-230, Mar. 1984.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce**: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM, 2001. 378 p.

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V. Ovos e larvas de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Ed.). **Reservatório de segredo**: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 1997. p. 183-201.

NASCIMENTO, F. L.; NAKATANI, K. 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 Scientiarum, Biological Sciences**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 117-122, 2006.

NASCIMENTO, F. L.; NAKATANI, K. Variação temporal e espacial de ovos e de larvas das espécies de interesse para a pesca na sub-bacia do rio Miranda, Pantanal, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 251-258, July 2005.

OLIVEIRA, E. C.; FERREIRA, E. J. G. Spawning areas, dispersion and microhabitats of fish larvae in the Anavilhanas Ecological Station, rio Negro, Amazonas State, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, London, v. 6, n. 4, p. 559-566, Dec. 2008.

SANCHES, P. V.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C.; LUIZ, E. A. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera dam, Paraná River, Brazil. **River Research and Applications**, Chichester, v. 22, n. 5, p. 555-565, June 2006.

SCHAEFER, S. A. Conflict and resolution: impact of new taxa on Phylogenetic studies of the Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). In: MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; VARI, R. P.; LUCENA, Z. M. S.; LUCENA, C. A. S. (Ed.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998. p. 375-400.

SCOTT, D. B. C. Environmental timing and the control of reproduction in teleost fish. **Symposia of the Zoological Society of London**, London, v. 44, p. 105-132, 1979.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Tulsa, 2004.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

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

VAZZOLER, A. E. M. D. M.; LIZAMA, M. A. P.; INADA, P. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. In: VAZZOLER, A. E. A. D. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, 1997. p. 267-280.

WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes**. 2. ed. London: Kluwer Academic, 1998. 385 p.

ZIOBER, S. R.; BIALETZKI, A.; GOMES, L. C.; KIPPER, D. The importance of a marginal lagoon as a fish nursery in the upper Paraná River floodplain. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 19, n. 4, p. 369-381, 2007.

## **CAPÍTULO 3**

### **ÁREAS DE DESOVA E CRIADOUROS NATURAIS: SUBSÍDIOS À IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS A CONSERVAÇÃO**

## 1 RESUMO

A proteção de habitats críticos do ciclo de vida das espécies migradoras é sem dúvida uma importante ferramenta na manutenção da integridade da ictiofauna. Essa importância ganha um sentido ainda maior em ambientes cujo impacto antrópico é elevado. No intuito de identificar as áreas de desova e desenvolvimento dos estágios iniciais dos peixes (lagoas marginais) nos diferentes trechos do alto rio Grande, como subsídios a identificação de áreas prioritárias à conservação, avaliou-se a porcentagem de cobertura de mata ciliar nos diferentes tributários e trechos do alto rio Grande, a importância dos mesmos quanto a contribuição de ovos e larvas e como criadouros naturais. Foi amostrado quinzenalmente (manhã e noite) um total de nove pontos de coleta abrangendo os principais tributários e os diferentes trechos do rio Grande, entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009. Todos os tributários, exceto o rio do Cervo, e os diferentes trechos do rio Grande apresentaram mais da metade da mata ciliar desmatada ao longo dos seus cursos d'águas, numa distância de 50m a partir de cada margem. Embora os tributários, exceto o rio do Cervo, tenham revelado grande importância como áreas de desova, alguns trechos da calha do rio principal também apresentaram alta contribuição de ictioplâncton. As lagoas marginais estiveram presentes em todos os locais amostrados, sendo o rio das Mortes e o rio Grande a montante do reservatório de Camargos com maior valor entre os tributários e os trechos do rio Grande, respectivamente. A comparação dos parâmetros ambientais entre os locais estudados, baseados na porcentagem de mata ciliar remanescente, número de lagoas marginais e contribuição de ictioplâncton, revelam o rio Aiuruoca e o rio das Mortes como prioritários a conservação entre os tributários estudados. Já o trecho lótico situado entre o reservatório de Furnas e a barragem de Funil apresentou maior importância entre os trechos do rio Grande. A manutenção desses trechos lóticos remanescentes da bacia do alto rio Grande, cujo impacto antrópico é elevado, é fundamental para o sucesso de recrutamento das espécies de peixes.

Palavras-chave: Ictioplâncton, impactos antrópicos, manejo, peixes migradores, recrutamento.

## 2 ABSTRACT

The protection of critical habitats for the life cycle of migratory species is undoubtedly an important tool to maintaining the integrity of fish communities. Such tool is even more important in environments presenting higher levels of human impacts. In order to obtain subsidies to identify priority areas for conservation, we tried to identify the spawning areas and the areas of first development stages (marginal lagoons) in different stretches of the upper *Rio Grande*. We also evaluated the conservational level of the riparian forest present in the different tributaries and stretches of the upper *Rio Grande*, as well as their importance for the contribution of eggs and larvae and as natural nurseries. We carried out ichthyoplankton collections fortnightly, twice a day (morning and night), at nine sampling sites covering the main tributaries and the different parts of the Rio Grande, between the period November 2008 to March 2009. All tributaries, except the *Rio do Cervo*, and the different stretch of the Rio Grande had more than half of the riparian vegetation cleared along their water courses, at a distance of 50m from each bank. Although almost all the tributaries (except for the *Cervo* river) were of great importance as spawning areas, some stretches of the main channel of the river also provided a high contribution of ichthyoplankton. Marginal lagoons were present in all sampled sections. The *Mortes* river and the area of the *Grande* river located upstream the *Camargos* reservoir presented the highest number of marginal lagoons among all the studied tributaries and stretches of the *Grande* river. The comparison of environmental parameters between the studied sampling sites, based on percentage of remaining riparian forest, number of marginal lagoons and contribution of ichthyoplankton, shows that the *Aiuruoca* and *Mortes* rivers should be considered priority areas for conservational actions. The lotic stretch located between the *Furnas* reservoir and the *Funil* dam was the most important among the stretches of *Rio Grande*. The upper *Rio Grande* area is highly impacted by human activities. The maintenance of the remaining lotic portions in this area is crucial for the success of recruitment of fish species.

Keywords: Human impacts, ichthyoplankton, management, migratory fishes, recruitment

### 3 INTRODUÇÃO

A ictiofauna de água doce da região Neotropical é uma das mais ricas e diversificadas do mundo, podendo atingir 8000 espécies (Schaefer, 1998). Dentre estas, estima-se que cerca de 2600 ocorra somente no Brasil (Buckup et al., 2007). No entanto, o conhecimento da riqueza total no Brasil é ainda incerto, como comprova o número de espécies que estão sendo descrita anualmente. Acredita-se que este número possa ser ainda maior, já que provavelmente muitas espécies ainda aguardam descrição científica (Reis et al., 2003) e outras ainda nem foram descobertas. Na bacia do alto rio Grande, por exemplo, recente trabalho acrescentou 15 espécies que ainda não haviam sido registradas nessa região (Pompeu et al., 2009). Para esses autores a carência de estudos em pequenos cursos d'águas, justifica a incerteza da riqueza total de cada região, especialmente em Minas Gerais.

É possível que antes do completo conhecimento da diversidade da ictiofauna no Brasil, parte das espécies que já foram descobertas ou que ainda nem se sabe da sua existência acabem se extinguindo em função das atividades antrópicas que vem aumentando constantemente nos últimos anos. No Brasil, grande parte dos ambientes aquáticos já foi alterada por atividades antrópicas (Tundisi & Barbosa, 1995). Segundo Agostinho et al. (1995), as principais causas da perda direta da biodiversidade em ecossistemas aquáticos continentais brasileiros são poluição, desmatamento, eutrofização, assoreamento, construção de barragens e controle de cheias, pesca e introdução de espécies.

Pela abrangência espacial que apresentam e pela natureza das alterações que promovem, os represamentos dos rios estão entre as atividades antropogênicas de maior impacto sobre o hábitat natural dos peixes (Agostinho et al., 2004b). Para as espécies de piracema as barragens constituem, em sua maior parte, obstáculos intransponíveis, bloqueando não só os movimentos

migratórios ascendentes dos adultos para a reprodução como também os movimentos descendentes dos mesmos e da sua prole (ovos e larvas) às áreas de desenvolvimento (lagoas marginais). Os tributários frequentemente atuam como importantes sítios de desova para os peixes migradores (Nakatani et al., 1997a, 1997b; Baumgartner et al., 2004; Hermes-Silva et al., 2009; Pinto et al., 2009), principalmente quando há interrupção da migração pela formação de uma barragem (Nakatani et al., 1997a, 1997b; Baumgartner et al., 2004; Pinto et al., 2009). Já as lagoas marginais são importantes para a manutenção das espécies migradoras (Ziober et al., 2007; Daga et al., 2009) por apresentar condições favoráveis para o desenvolvimento de larvas (King, 2004). Nesse contexto, fica evidente que o nível de impacto de uma barragem construída entre as áreas de reprodução e de desenvolvimento aumenta significativamente sobre a ictiofauna, comprometendo mais ainda o ciclo de vida principalmente das espécies migradoras (Agostinho et al., 2002).

Segundo Pelicice & Agostinho (2008), em alguns casos, nem mesmo a presença de passagens de peixes minimizaria os impactos impostos pelas barragens, pelo contrário, não só seria ineficiente como também aumentaria os impactos, já que estes poderiam atuar como armadilha ecológica. Sendo assim, esses mesmos autores salientam a importância da realização de estudos adequados, levando em consideração as áreas de reprodução e desenvolvimento. Além disso, fica evidente a importância de conservação de áreas críticas ao desenvolvimento dos peixes a fim de minimizar os impactos e permitir que as espécies migradoras possam completar o seu ciclo de vida, impedindo o deplecionamento dos estoques pesqueiro.

Nakatani et al. (1997a, 1997b, 2001) e Baumgartner et al. (2004) ressaltam a importância de estudo de ovos e larvas na identificação de áreas de desovas e criadouros naturais, áreas estas que são essenciais para o recrutamento das espécies de peixes. A identificação precisa dessas áreas tem importância



fundamental para a implementação de medidas de proteção, além de fornecer subsídios para ação de manejo que visem ao aumento da produção pesqueira ou à preservação de espécies (Nakatani et al., 2001). As técnicas de sensoriamento remoto aliadas às ferramentas de sistema de informações geográficas têm sido aplicadas e reconhecidas como ferramentas poderosas e eficazes na detecção de uso do solo e na detecção de alterações na cobertura do solo (Meaille & Wald, 1990; Weng, 2002). Para as áreas de recursos hídricos essas ferramentas são importantes para o mapeamento de áreas de desenvolvimento aos estágios iniciais dos peixes (lagoas marginais) (Melo et al., 2003).

Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo avaliar o status de conservação da vegetação ciliar, identificar as áreas de desova e desenvolvimento (lagoas marginais) e avaliar a importância dos principais tributários e diferentes trechos lóticos do alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas, para o recrutamento das espécies de peixes, através da deriva de ovos e larvas e com auxílio da ferramenta Sistema de Informações Geográficas (SIG) e aplicação de técnicas de sensoriamento remoto.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

A bacia do rio Grande, pertencente à bacia do alto rio Paraná, ocupa uma área de aproximadamente 143.000 km<sup>2</sup>, sendo que 86.500 km<sup>2</sup> pertencem ao estado de Minas Gerais. O rio Grande nasce na Serra da Mantiqueira e percorre 1.300 km até a confluência com o rio Paranaíba, onde juntos dão origem ao rio Paraná (Cemig & Cetec, 2000). No alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas estão localizadas as hidrelétricas de Funil, Itutinga e Camargos. A hidrelétrica de Camargos está localizada cerca de 5 km (curso do rio) a montante do reservatório de Itutinga, e este em torno de 45 km à montante do reservatório de Funil. Importantes tributários estão localizados na área de influência desses reservatórios, como o rio Aiuruoca, rio Capivari e o rio das Mortes, da montante à jusante, respectivamente. O rio Aiuruoca, que drena diretamente para o reservatório de Camargos, está localizado a margem esquerda do rio Grande. Já os rios Capivari e Mortes, situados à margem esquerda e direita, respectivamente, encontram o rio Grande diretamente pelo reservatório do Funil.

No presente estudo, foram avaliados os principais tributários da bacia do alto rio Grande: Aiuruoca (RA - UTM 23k 562841,68E/7610049,54S), Capivari (RCA - 511965,40E/7647335,57S), Mortes (RM - 527005,15E/7662111,05S) e Cervo (RCE - 482825,40E/7654453,84S) e três trechos do rio principal, localizados: entre o reservatório de Furnas e a barragem de Funil (RGI - 486935,08E/7659189,68S), entre o reservatório de Funil e a barragem de Itutinga (RGIII - 523717,99E/7653931,14S) e a montante do reservatório de Camargos (RGV - 569612,37E/7623211,39S). No intuito de avaliar a contribuição de ovos e larvas de cada tributário e trecho do rio Grande foi determinado um sítio de coleta a jusante dos mesmos. Adicionalmente foram

ainda amostrados dois pontos de coleta, situados imediatamente a jusante da barragem de Funil (RGII - 496164,98E/7661951,39S) e Itutinga (RGIV - 538283,71E/7645646,62S), conforme a Figura 1.

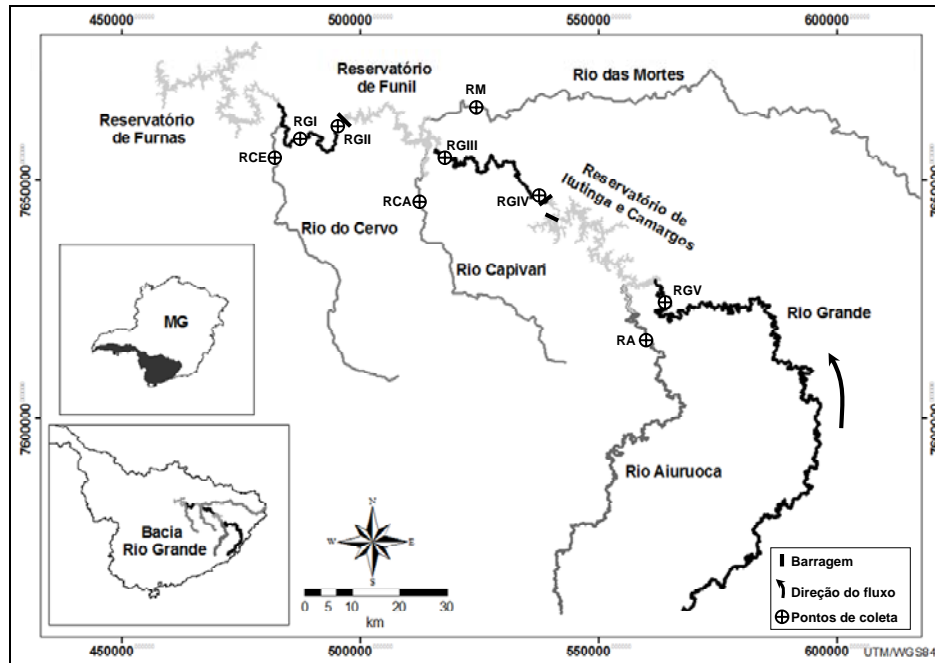


FIGURA 1 Localização dos pontos de amostragem na área de estudo da bacia do alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas, MG, Brasil.

#### 4.2 Classificação e quantificação da vegetação ciliar

A vegetação foi quantificada ao longo de todo o leito de rio dos tributários (Aiuruoca, Capivari, Mortes e Cervo) do rio principal. Já para o rio Grande, a porcentagem de vegetação foi estimada para os trechos: entre o reservatório de Furnas e a barragem de Funil, entre o reservatório de Funil e a barragem de Itutinga e a montante do reservatório de Camargos.

O limite da área considerada na quantificação da vegetação ciliar em cada trecho amostrado foi de 50 m a partir das margens dos rios. Foi realizada a

classificação dos rios e da vegetação a partir de uma imagem Landsat através da análise multiespectral, pixel a pixel utilizando o método de classificação por Máxima Verossimilhança. A fim de produzir um de classes prováveis, a classificação por máxima verossimilhança requer um número de amostras de treinamento para cada classe. Estas amostras de treinamento foram selecionadas a partir da própria imagem com base em informações reais, provenientes de coleta de coordenadas na área de interesse, em outubro de 2008. À imagem foram atribuídas três classes de interesse: água (representado o curso dos rios), vegetação e outros.

A quantificação e avaliação dos dados provenientes da classificação foram utilizadas na avaliação da acurácia da classificação realizada. A avaliação da exatidão da classificação por máxima verossimilhança foi realizada por duas técnicas estatísticas, a acurácia global e acurácia de Kappa. O primeiro é um método simples de estatística descritiva que calcula a precisão dividindo o total correto pelo número total de pixels na matriz de erro, enquanto que a precisão Kappa é a técnica multivariada discreta em que uma estatística KHAT é usado como uma medida de acordo ou de precisão. A estatística KHAT é computada como:

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} + x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} + x_{+i})} \quad (\text{Equação 1})$$

onde r é o número de linhas na matriz,  $X_{ii}$ , o número de observações na linha i e coluna i,  $x_{i+}$  e  $x_{+i}$  os totais marginais da linha i e coluna i, respectivamente, e N é o número total de observações.

### 4.3 Mapeamento e quantificação das lagoas Marginais

O mapeamento e a quantificação de lagoas marginais foram realizados ao longo de todo o leito de rio dos tributários (Aiuruoca, Capivari, Mortes e Cervo) do rio principal. Já para o rio Grande, os mesmos foram feitos para os

trechos: entre o reservatório de Furnas e a barragem de Funil, entre o reservatório de Funil e a barragem de Itutinga e a montante do reservatório de Camargos.

O mapeamento de lagoas marginais foi realizado através da classificação orientada a objeto de uma imagem Landsat 5TM. A imagem corresponde a uma cena Landsat 5TM, órbita 218 ponto 75, do dia 14 de outubro de 2008. Na classificação da imagem foi utilizada a banda 5, correspondente à banda do infravermelho médio, com resolução espacial de 30 m

Inicialmente, a imagem foi registrada tendo como base a imagem georreferenciada *Geocover*, de 26 de junho de 2000, de órbita 218 ponto 75 (imagem para imagem), utilizando 20 pontos de controle, selecionados em áreas que não sofreram modificações no período estudado. O registro foi realizado pelo método bilinear, com erro de registro inferior a um pixel, no sistema de coordenadas UTM e o modelo elipsoide WGS84. Áreas cobertas por nuvens foram excluídas das imagens, sendo determinadas por valores de reflectância na banda azul. Uma máscara foi criada sobre a imagem eliminando pixels com valores de reflectância acima de 0,2 (Sakamoto, 2007). Após o georreferenciamento das imagem Landsat, foram selecionadas as áreas de estudo, abrangendo os rios e áreas do entorno, a partir de um corte da imagem envolvendo os rios e os primeiros 1000 metros a partir das margens destes rios, realizados no programa *ArcGis*<sup>®</sup>.

Posteriormente à remoção de nuvens da área a ser utilizada no estudo, a segmentação das imagens foi realizada no software *ENVI Zoom*<sup>®</sup> na ferramenta *feature extraction*, utilizando a escala 60, visando particionar a imagem em segmentos que representam objetos candidatos a serem classificados como lagoas marginais. Posteriormente à segmentação, foram testados diversos atributos espectrais e espaciais presentes na imagem que melhor representavam os objetos de interesse, escolhendo os atributos que identificaram os conjuntos

de pixels (objetos) presentes em uma área teste da imagem que possuía lagoas marginais anteriormente localizadas em campo. Como área teste foi utilizada, em uma imagem de outubro de 2008, coordenadas de lagoas marginais conhecidas em campo no mesmo mês da imagem teste, identificando os atributos que melhor as selecionavam. O resultado final da classificação foi aferido por análise visual, identificando áreas classificadas erroneamente.

A quantificação e avaliação dos dados provenientes da classificação foram utilizadas na geração de uma matriz de erros no intuito de avaliar a acurácia das classificações realizadas para as quatro regiões de estudo em todo o período analisado. A determinação da exatidão da classificação requer um número de amostras reais coletadas em campo. Estas amostras foram selecionadas a partir da própria imagem com base em informações reais, provenientes de coleta de coordenadas na área de interesse, de lagoas marginais presentes em outubro de 2008, atribuídas à imagem referente ao mesmo mês de coleta.

A avaliação da exatidão da classificação pela análise orientada a objeto foi realizada por duas técnicas estatísticas, a acurácia global e acurácia de Kappa. O primeiro é um método simples de estatística descritiva que calcula a precisão dividindo o total correto pelo número total de pixels na matriz de erro, enquanto que a precisão Kappa é a técnica multivariada discreta em que uma estatística KHAT é usado como uma medida de acordo ou de precisão.

#### **4.4 Amostragem de ictioplâncton**

As amostragens foram realizadas quinzenalmente, no período de Novembro de 2008 a Março de 2009, sempre duas vezes ao dia, uma na parte da manhã entre 6h às 9h e outra na parte da noite entre 19h às 21h. Somente no ponto amostral imediatamente a jusante da barragem de Funil as coletas foram feitas semanalmente e apenas na parte da manhã. As amostragens foram feitas

com auxílio de rede de ictioplâncton cônica, com malha de 500 micrômetros e equipadas com um fluxômetro no intuito de estimar o volume filtrado. A rede foi posicionada a cerca de 2 metros em uma das margens, de preferência em locais de maior fluxo de água, e mantida submersa por cerca de 10 minutos em cada ponto de coleta. Posteriormente, as amostras coletadas foram fixadas em formaldeído 4%. A triagem e posteriormente a identificação do ictioplâncton foram feitas sob o estereoscópio Carl Zeiss ® Stemi DV4 sobre a placa de triagem do tipo Bogorov. As densidades de ovos e larvas foram calculadas para cada ponto de coleta e padronizadas em relação ao número de indivíduos coletados por 10 m<sup>3</sup> de água filtrada. As larvas foram identificadas na menor categoria taxonômica possível de acordo com Nakatani et al. (2001). No entanto, as larvas, cuja identificação não foi possível em função do seu estágio de desenvolvimento inicial ou por apresentarem estruturas danificadas, foram classificadas como não identificadas.

#### **4.5 Análise dos dados**

A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. As densidades de ictioplâncton não apresentaram distribuição normal, mesmo após a transformação dos dados. Nesse sentido, para a avaliação dos dados, optou-se a utilização das análises não paramétricas. Diferenças na densidade de ictioplâncton entre os sítios dos rios estudados foram testadas através do teste de Kruskal-Wallis. Essas análises foram realizadas através do programa Statistica 7.0 (Statsoft, 2004).

Os ovos e as larvas foram classificados quanto ao estágio de desenvolvimento, conforme a terminologia descrita por Nakatani et al. (2001). Para os ovos, os estágios foram: Clivagem inicial, embrião inicial, cauda livre e embrião final. Já para as larvas os estágios foram: recém-eclodido, larval vitelino, pré-flexão, flexão e pós-flexão.

Por fim, para a identificação de áreas prioritárias à conservação, os ambientes amostrados foram qualificados quanto à porcentagem de vegetação marginal remanescente, número de lagoas marginais presente e a densidade total de ictioplâncton obtidos durante o estudo. Em cada local amostrado, foram atribuídos pontos (numa escala de 1 a 3) para cada um desses parâmetros analisados, de acordo com a tabela 1. Conforme maior a pontuação em cada ambiente, maior é a prioridade de conservação.

TABELA 1 Pontuação dos parâmetros ambientais para avaliação de áreas prioritárias à conservação, na bacia do alto rio Grande, MG.

<i>Parâmetro ambiental</i>	<i>Pontuação</i>		
	1	2	3
Mata ciliar	30-40	40-50	>50
Lagoas marginais	<50	50-100	>100
Densidade de ictioplâncton	<50	50-100	>100



## 5 RESULTADOS

### Quantificação da Mata ciliar

A precisão de classificação da imagem foi de 97,39 de exatidão global e pelo índice de KAPPA foi obtida a precisão de 96%.

A análise do status de conservação da vegetação ciliar baseado na porcentagem de vegetação ciliar remanescente revela uma intensa atividade antrópica em todos os tributários e trechos do alto rio Grande levantados. Exceto o rio do Cervo, todos os outros apresentaram mais da metade da mata ciliar desmatada, com maior evidência para o rio das Mortes em relação aos outros tributários e o trecho Funil-Itutinga em relação às outras áreas do rio Grande amostradas (Tabela 2).

TABELA 2 Porcentagem de vegetação ciliar remanescente estabelecida em ambas as margens, numa distância de 50 m pra cada lado, ao longo de todo o leito de rio dos tributários e trechos do rio principal, da bacia do alto rio Grande, MG.

	<i>Trecho</i>	<i>Vegetação (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Outros (m<sup>2</sup>)</i>	<i>% de vegetação</i>
Tributários	Aiuruoca	9712946,8	12650793,8	43,4
	Capivari	5249571,8	7078758,8	42,6
	Mortes	8497759,5	18794652,8	31,1
	Cervo	5282061,8	4425138,0	54,4
Rio Grande	Furnas-Funil	1229746,5	2418880,5	33,7
	Funil-Itutinga	1672422,8	3473993,3	32,5
	Montante de Camargos	11031167,3	18503867,3	37,3

### Lagoas Marginais

Os atributos foram escolhidos e para cada um deles um intervalo de abrangência foi selecionado visando à identificação das lagoas marginais. Entre os atributos testados na identificação de lagoas marginais, os que permitiram identificá-las juntamente com seus intervalos de abrangência estão listados na tabela 3.

TABELA 3 Atributos selecionados na identificação de lagoas marginais por análise orientada a objeto e os intervalos de valores de níveis de cinza para cada atributo.

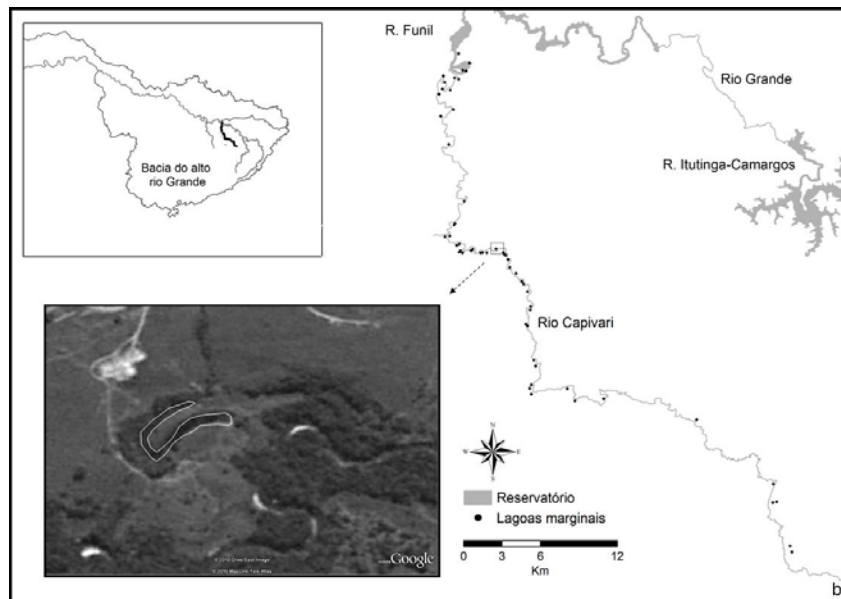
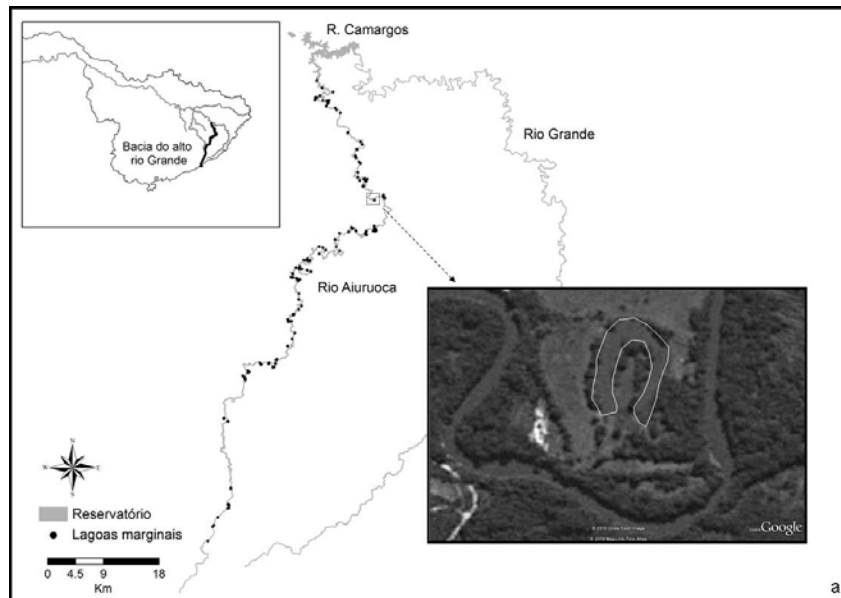
	<i>Atributos</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<b>Espectral</b>	Valores mínimos para banda 5	-0.0055	30.4000
	Valores máximos para banda 5	0.0002	83.0078
	Valores médios para banda 5	-0.0007	55.4431
	Área	812.2500	2920642.7500
	Tamanho	114.0000	8387.0137
	Compactação	0.1866	0.2976
	Convexidade	1.0000	1.3502
	Solidez	0.5384	1.0000
<b>Espacial</b>	Fator Forma	0.2030	0.7923
	Alongamento	1.0000	5.5583
	Comprimento do maior eixo do polígono	38.0936	1119.2124
	Comprimento do menor eixo do polígono	28.5000	730.2086
	Razão da área em relação ao contorno da área	0.9984	1.0000

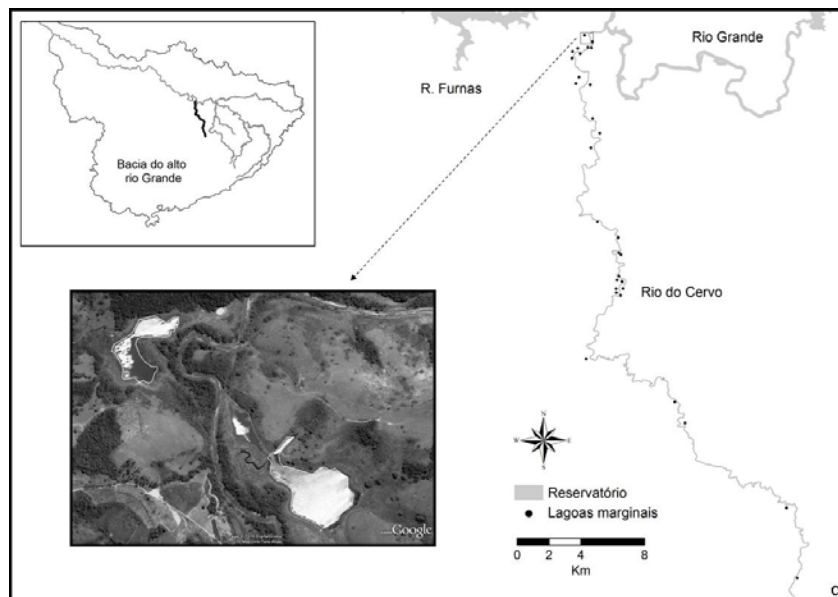
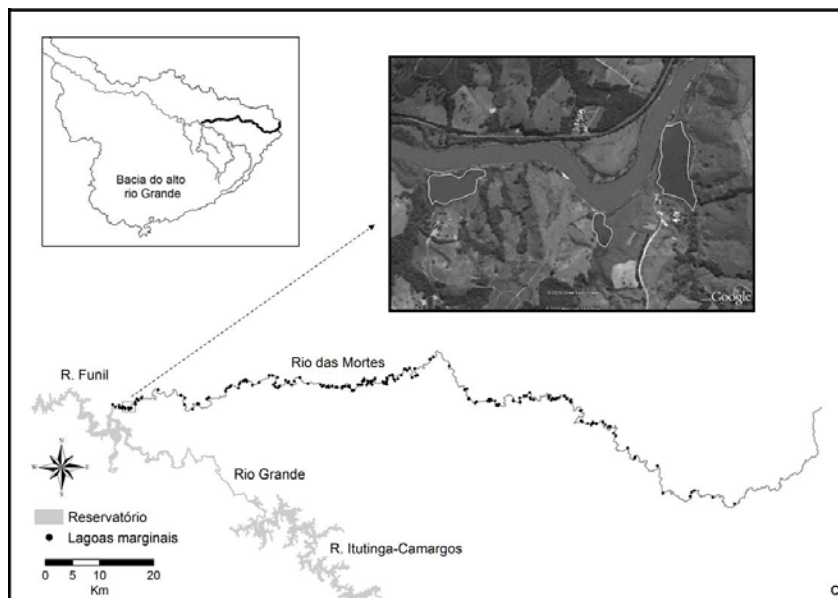
Os atributos espectrais indicaram os valores máximo, médio e mínimo de níveis de cinza na banda 5 visando a identificação de áreas cobertas por água. Os polígonos que ficaram fora dos intervalos indicados pelos atributos espectrais indicavam o conjunto de pixels com resposta espectral divergente à da água, como áreas cobertas por vegetação e solo exposto.

Os polígonos identificados como lagoas marginais foram aqueles que possuíam características similares às lagoas utilizadas como modelo, identificadas nas imagens através das coordenadas coletadas em campo. A aplicação da seleção de atributos espectrais e espaciais geraram polígonos representando objetos de interesse da classificação. Após a finalização da classificação orientada a objeto, algumas áreas presentes no curso dos rios foram classificadas erroneamente como lagoas marginais, devido à semelhança de características espectrais às lagoas marginais e por constituírem de conjunto de pixels semelhantes entre si e divergentes do restante do curso do rio. Estas áreas são facilmente identificadas visualmente, pela sua localidade, não condizendo com a localização das lagoas marginais. Os polígonos que não poderiam representar lagoas marginais foram excluídos manualmente da classificação final.

A precisão da classificação orientada a objeto foi de 90,25% estimada pelo índice de acurácia Global e de 68% para o índice de Kappa.

As áreas favoráveis ao desenvolvimento dos estágios iniciais dos peixes (lagoas marginais) estiveram presentes em todos os tributários e trechos do rio Grande amostrados e bem distribuídos ao longo do curso dos rios (Figura 2). Um total de 558 lagoas marginais foi encontrado ao longo de todo o leito de rio dos principais tributários e da calha do rio principal (rio Grande), sendo o rio das Mortes com maior valor entre os tributários e o rio Grande a montante do reservatório de Camargos entre os trechos do curso do rio principal (Tabela 4).





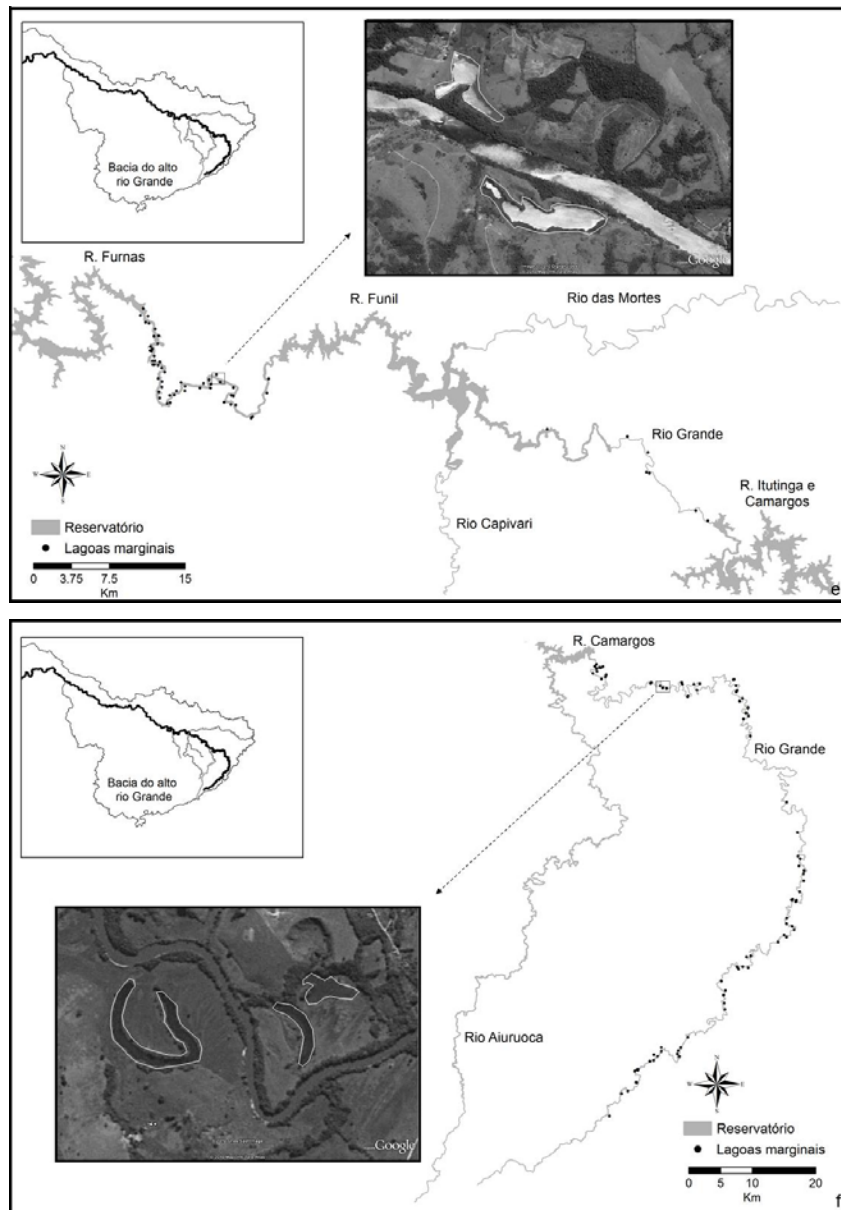


FIGURA 2 Mapeamento das lagoas marginais presentes ao longo de todo o leito de rio dos tributários, rio Aiuruoca (a), rio Capivari (b), rio das Mortes (c) e rio do Cerco (d) e nos trechos do rio Grande entre o reservatório de furnas e a barragem de Itutinga (e) e a montante do reservatório de camargos (f), na bacia do alto rio Grande, MG.

TABELA 4 Número de lagoas marginais ao longo de todo o leito de rio dos tributários e trechos do rio principal amostrados durante o estudo, na bacia do alto rio Grande, MG.

	<i>Trecho</i>	<i>Lagoas marginais</i>
Tributários	Aiuruoca	133
	Capivari	57
	Mortes	188
	Cervo	30
Rio Grande	Furnas-Funil	52
	Funil-Itutinga	7
	Montante de Camargos	91

### **Ictioplâncton**

Foram capturados 7111 ovos durante o estudo. Desses, 55,86% foram capturados nos os tributários do rio Grande, sendo 24,54% no Mortes, 16,61% no Capivari, 14,46% no Aiuruoca e somente 0,25% no Cervo. Já os demais 44,14% foram os ovos coletados dentre os pontos do rio Grande, onde 28,43% foram entre Furnas e Funil, 11,28% a montante do reservatório de Camargos e apenas 4,43% entre Funil e Itutinga. Nos pontos de coleta, imediatamente a jusante das barragens de Funil e Itutinga, não foram coletados ovos durante o estudo. Quanto às larvas, foi capturado um número bem menor em relação aos ovos, totalizando 230 ao final do estudo. No rio das Mortes foi observada a maior captura com 76,96%, seguido pelo Capivari com 7,39% e o Cervo e o Aiuruoca com 1,30% e 0,43%, respectivamente, totalizando 86,08% de larvas capturadas nos tributários. O restante das larvas (13,92%) foi capturado nos trechos do rio Grande, sendo 12,61% entre Furnas e Funil e apenas 0,87% e 0,43%, nos trechos a montante do reservatório de Camargos e entre Funil e Itutinga, respectivamente. Já nos pontos imediatamente a jusante das barragens

de Funil e Itutinga não foram obtidos capturas de larvas durante o período estudado. Dentre as larvas capturadas foram possíveis identificar 7 grupos taxonômicos, sendo 3 ordens e 4 famílias (Tabela 5). As famílias Heptapteridae e Pimelodidae representaram a ordem dos Siluriformes, enquanto que as famílias Anostomidae e Characidae representaram a ordem Characiformes. Para a ordem Gymnotiformes, houve o registro de apenas um indivíduo, cuja identificação não foi possível em menor categoria taxonômica.

TABELA 5 Categorias taxonômicas identificadas com seus respectivos números de indivíduos capturados (N), frequência de ocorrência (FO) e sua ocorrência nos diferentes locais amostrados, da bacia do alto rio Grande, durante o período de Novembro de 2008 a Março de 2009. (NI= não identificados, RGI=entre Furnas e Funil, RGIII=entre Funil e Itutinga e RGV=montante de Camargos).

Taxa	N	FO	Tributários				Rio Grande		
			Aiuruoca	Capivari	Mortes	Cervo	RGI	RGIII	RGV
Characiformes*	8	3,48	♦		♦	♦	♦		
Anostomidae	25	10,87			♦		♦	♦	
Characidae	8	3,48		♦	♦	♦	♦		
Gymnotiformes*	1	0,43		♦					
Siluriformes*	108	46,96		♦	♦		♦	♦	
Heptapteridae	8	3,48			♦				
Pimelodidae	4	1,74			♦		♦		
NI	68	29,56		♦	♦	♦	♦		

\*Larvas identificadas até ordem ♦ Ocorrência

A comparação da densidade total de ovos e larvas capturados revela uma maior contribuição dos tributários do rio Grande, sendo o rio das Mortes o principal responsável pelo elevado número de ovos e larvas e o rio do Cervo



com a menor contribuição. Entretanto, a diferença entre o rio Grande e os seus tributários não foi pronunciada quando comparada entre os próprios trechos do rio principal. Somente o trecho entre Furnas e Funil, foi responsável por mais de 50% da densidade de ovos e larvas obtidos para o rio principal (Figura 3).

Houve uma diferença significativa entre os valores das médias de densidade de ovos capturados entre os locais amostrados (figura 4). Os tributários estudados, exceto o rio do Cervo, apresentaram valores muito próximos entre si, revelando uma importância semelhante na contribuição de ovos para a bacia. Já entre os trechos do rio Grande, os valores apresentaram uma maior variação entre si, com maior média para o trecho entre Furnas e Funil. Entre as larvas, a maior densidade média foi obtida para o trecho do rio das Mortes, seguido pelo trecho do rio Grande entre Furnas e Funil.

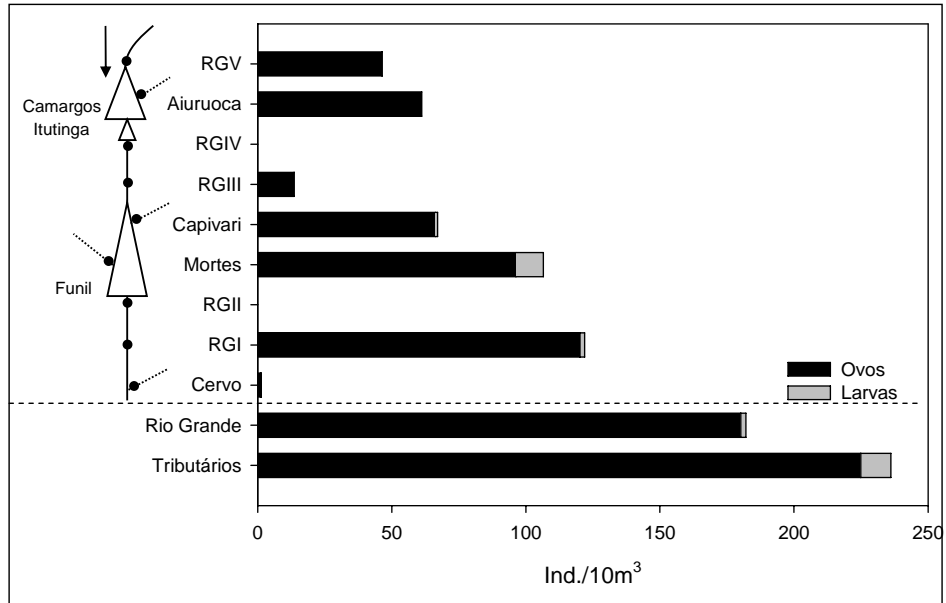


FIGURA 3 Densidade total de ovos e larvas nos diferentes ambientes amostrados e a soma das densidades no rio Grande e nos tributários, entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG. A ilustração no gráfico representa os locais de onde foram amostrados ovos e larvas na bacia do rio Grande. Em pontilhado os tributários amostrados, os triângulos (reservatórios), ponto preto (local de amostragem), seta (direção do fluxo). (RGI=entre Furnas e Funil, RGII=imediatamente a jusante da barragem de Funil, RGIII=entre Funil e Itutinga, RGIV=imediatamente a jusante da barragem de Itutinga, RGV=a montante do reservatório de Camargos)

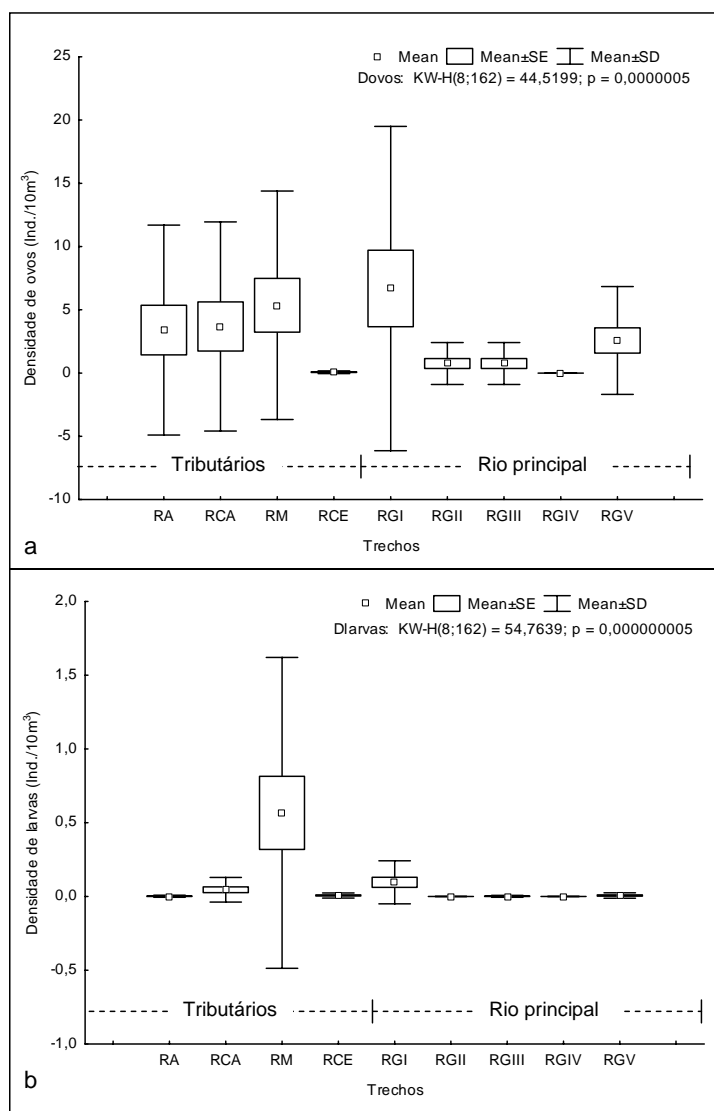


FIGURA 4 Gráfico de Box-plot do número de ovos (a) e larvas (b) nos diferentes trechos amostrados, entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG. (RA=Aiuruoca, RCA=Capivari, RM=Mortes, RCE=Cervo, RGI=entre Furnas e Funil, RGII=imediatamente a jusante da barragem de Funil, RGIII=entre Funil e Itutinga, RGIV=imediatamente a jusante da barragem de Itutinga, RGV=a montante do reservatório de Camargos)

A distribuição espacial do número de ovos e larvas indica um predomínio de ovos capturados em todos os tributários e trechos do rio Grande amostrados. Dentre os ovos capturados, a grande maioria apresentou estágio inicial (Clivagem inicial), exceto para o trecho rio das Mortes. Já entre as larvas capturadas, houve um predomínio dos estágios menos avançados (recém-eclodida e larval vitelino) em todos os ambientes amostrados. Os estágios mais avançados, tanto entre os ovos quanto entre as larvas, foram menos representativos. O último estágio de desenvolvimento de larvas (Pós-flexão) esteve presente somente entre as larvas capturadas no rio Grande I, porém em pequena quantidade. A menor discrepância entre os diferentes estágios embrionários foi encontrada no rio das Mortes, onde foi possível observar todos os estágios de desenvolvimento de ovos, além do maior número de larvas (Figura 5).

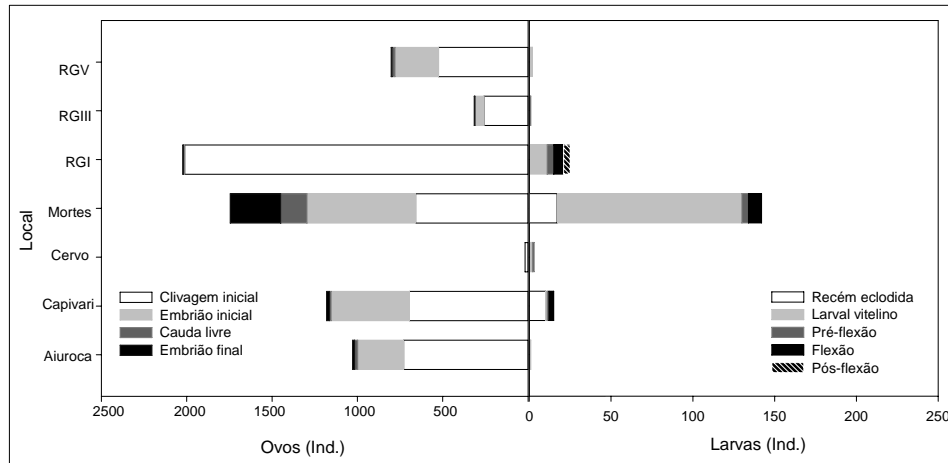


FIGURA 5 Distribuição espacial do número de ovos e larvas e seus respectivos estágios embrionários (ovos) e pós-embrionários (larvas), entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009, na bacia do alto rio Grande, MG. (RGI=entre Furnas e Funil, RGII=imediatamente a jusante da barragem de Funil, RGIII=entre Funil e Itutinga, RGIV=imediatamente a jusante da barragem de Itutinga e RGV=a montante do reservatório de Camargos)

A qualificação dos ambientes quanto à porcentagem de vegetação marginal, número de lagoas marginais presente e a densidade total de ictioplâncton obtidos durante o estudo, revelam uma maior pontuação para o rio das Mortes e o rio Aiuruoca entre os tributários, sendo estes os tributários considerados de maior importância à conservação. Já no rio Grande, o trecho situado entre Furnas e Funil foi considerado de maior importância à conservação por apresentar maior pontuação, seguido pelo trecho a montante de Camargos (Tabela 5).

TABELA 6 Pontuação dos parâmetros ambientais nos diferentes tributários e trechos ao longo do curso do rio principal, na bacia do alto rio Grande, MG.

<i>Local</i>	<i>Parâmetros ambientais</i>			<i>Total</i>
	Mata ciliar	Lagoas marginais	Densidade de ictioplâncton	
Aiuruoca	2	3	2	7
Tributários	Capivari	2	2	6
	Mortes	1	3	7
	Cervo	3	1	5
	Furnas-Funil	1	2	6
Rio Grande	Funil-Itutinga	1	1	3
	Montante de Camargos	1	2	5

## 6 DISCUSSÃO

Os impactos antrópicos têm aumentado constantemente nos últimos anos sobre os sistemas aquáticos causando profundas alterações no ciclo hidrológico e deterioração da qualidade das águas (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). O desmatamento da mata ciliar e o represamento dos rios constituem um dos impactos mais evidentes. O primeiro, não só altera os padrões de drenagem, como aumenta a sedimentação do rio, causando profundos efeitos negativos na assembleia de peixes (Jones III, 1999). Cetra & Petrere Júnior (2007) observaram uma menor riqueza de espécies nos trechos em que havia menor cobertura vegetal e mata ciliar menos preservada. A mata ciliar apresenta importantes funções para a integridade biótica e abiótica dos sistemas aquáticos, fornecendo abrigo e grande quantidade de matéria orgânica alóctone (Zalewski et al., 2001). Para os estágios iniciais dos peixes, acredita-se que a matéria orgânica possa favorecer indiretamente o seu desenvolvimento. A decomposição da matéria orgânica favorece o desenvolvimento do fitoplâncton e do zooplâncton (Ziober et al., 2007). Este por sua vez, é o principal alimento dos peixes durante sua fase inicial, sendo determinantes para essa dieta a baixa acuidade visual e a limitada capacidade de movimentação e abertura bucal (Makrakis et al., 2005, 2008). Por refletir diretamente o estado de conservação do ambiente, o mapeamento e a quantificação da vegetação ciliar são fundamentais para a elaboração de planos de manejos eficazes à conservação, proteção e recuperação de sistemas aquáticos (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). Os resultados demonstram que todos os trechos do rio Grande à montante do reservatório de Furnas e todos os tributários amostrados apresentaram cerca de 50% da sua vegetação ciliar desmatada. Isso revela a ineficácia da fiscalização ambiental destinado à proteção destas áreas na bacia do alto rio Grande. A menor porcentagem encontrada para o rio das Mortes pode ser uma

das justificativas do grande assoreamento encontrado neste rio, bem evidenciada na sua foz com o reservatório do Funil.

Quanto ao represamento dos rios, pela abrangência espacial que apresentam e pela natureza das alterações que promovem, estão entre as atividades de maior impacto sobre o hábitat natural dos peixes, especialmente às espécies migradoras (Agostinho et al., 2004a, 2005). As barragens constituem, em sua maior parte, obstáculos intransponíveis, bloqueando não só os movimentos migratórios ascendentes dos adultos para a reprodução como também os movimentos descendentes, principalmente do ictioplâncton às áreas de desenvolvimento. 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. As planícies de inundação frequentemente são usadas como áreas de alimentação, reprodução e de desenvolvimento por muitas espécies de peixes (Junk et al., 1989; Lowe-McConnell, 1999). Esses ambientes geralmente apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento larval, devido as maiores temperaturas, presença de abrigo e alimento (Humphries et al., 1999; Agostinho et al., 2003). Ziober et al. (2007) e Daga et al. (2009) ressaltam através dos estudos de ovos e larvas, a importância das lagoas marginais como áreas de reprodução e desenvolvimento dos estágios iniciais dos peixes, não só às espécies sedentárias como as migradoras. A quantificação do número de lagoas marginais revela a presença em grande número em todos os tributários amostrados, sendo o rio das Mortes com o maior valor. O grande número de lagoas na foz do rio das Mortes pode ter sido influenciado pela presença de áreas de remanso no trecho de transição reservatório-rio. No entanto, é possível que estas áreas possam também servir como áreas de desenvolvimento em função da grande semelhança física com as lagoas marginais. Os trechos do rio Grande, exceto o trecho entre Funil e Itutinga, também apresentaram áreas de



desenvolvimento aos estágios iniciais dos peixes. Embora se saiba a importância das lagoas no recrutamento dos peixes, é comum que isso seja ignorado nos processos decisórios para construção de barragens, elevando o seu grau de impacto (Agostinho et al., 2002). Vale ressaltar, a presença das barragens de Funil, Itutinga e Camargos na área do presente estudo. As barragens e os reservatórios frequentemente atuam como obstáculo ao deslocamento de ictioplâncton rio abaixo, comprometendo o recrutamento dos peixes. A ausência de captura de ovos e larvas nos trechos imediatamente a jusante das barragens, conforme o capítulo anterior ratifica essa observação.

Os peixes migradores representam apenas uma pequena fração de toda ictiofauna neotropical (Petreire Júnior, 1985; Godinho & Godinho, 1994; Agostinho et al., 2003). Todavia, devido ao seu tamanho (Agostinho et al., 2003, 2007) e sua maior abundância (Northcote, 1978), são os mais apreciados pelas pescas profissionais (Goulding, 1979; Bittencourt & Cox-Fernandes, 1990; Godinho, 1993; Agostinho et al., 2003) e recreativas (Agostinho et al., 2003). Dentre os grupos taxonômicos identificados neste estudo, apenas os Gymnotiformes não apresentam espécies migradoras. Para a bacia do alto rio Paraná, a qual pertence o rio Grande, a maior parte das espécies migradoras está compreendida entre as ordens Characiformes e Siluriformes, especificamente, entre as famílias Characidae, Anostomidae e Pimelodidae (Agostinho et al., 2003), grupos estes identificados entre as larvas capturadas deste estudo. Cabe salientar que as espécies migradoras exibem ovos não adesivos, enquanto que a maioria das espécies sedentárias apresentam algum grau de adesividade nos ovos (Rizzo et al., 2002). Esta característica associada ao período de coleta nos meses mais chuvosos reforça a possibilidade de grande parte dos ovos e larvas capturadas nesse estudo ser de espécies migradoras.

As espécies migradoras compreendidas entre esses táxons percorrem mais de 100 km entre diferentes habitats para completar seu ciclo de vida

(Agostinho et al., 2003). Movimentos migratórios já foram descritos segundo os modelos apresentados por Petrere (1985) e Godinho & Pompeu (2003) para as bacias do rio Paraná e São Francisco, respectivamente. Durante o período chuvoso, as espécies migradoras deslocam-se rio acima em direção as áreas favoráveis à desova. Os tributários frequentemente atuam como importantes áreas de desovas, como demonstram os estudos de ictioplâncton (Nakatani et al., 1997a, 1997b; Baumgartner et al., 2004; Hermes-Silva et al., 2009; Pinto et al., 2009). Essa importância se deve principalmente pelas condições favoráveis de oxigênio e transporte para áreas de desenvolvimento (Baumgartner et al., 2004). A presença dos tributários ganha uma importância ainda maior quando estes se localizam entre os represamentos do rio principal por atuarem como rotas alternativas à reprodução (Antonio et al., 2007; Pinto et al., 2009), corroborando os resultados deste trabalho. A presença dos tributários, livres de barramentos, entre as hidrelétricas do Funil, Itutinga e Camargos na bacia do presente estudo tem se mostrado fundamental no recrutamento dos peixes, em função da elevada contribuição de ictioplâncton. A baixa contribuição de ovos e larvas no rio do Cervo pode não significar necessariamente que o mesmo não apresenta condições favoráveis à desova, mas que essas áreas estariam localizadas mais a jusante ou a montante do trecho amostrado.

Apesar dessa incontestável importância dos tributários para a reprodução dos peixes, os trechos lóticos remanescentes do rio principal (rio Grande) também se mostraram como importantes áreas de desovas. Entretanto, houve uma grande variação do número de ovos e larvas capturados conforme o ambiente considerado, sendo o trecho entre Furnas e Funil e a montante do reservatório de Camargos os principais contribuintes. A maior densidade de ovos no trecho entre Furnas e Funil associada à presença de larvas de famílias de espécies migradoras revela a grande importância desse trecho lótico para a reprodução dos peixes, mesmo na presença da barragem do Funil logo a sua

montante. Esses resultados demonstram que na presença do obstáculo, não só os tributários podem se tornar rotas alternativas como também os próprios trechos remanescentes da calha do rio principal.

A maior quantidade de ovos em relação a larvas, especialmente em estágio inicial de desenvolvimento (clivagem inicial) revelam a proximidade das áreas de desovas aos sítios amostrados. Entretanto, a maior quantidade de larvas em relação aos demais ambientes e os diferentes estágios de desenvolvimento entre as mesmas no rio das Mortes, possivelmente indica a presença de outras áreas de desovas à montante e distante do trecho amostrado para esse afluente. Para Godinho et al. (2007), a baixa captura de larvas em estágio de pós-flexão pode ser atribuído ao desenvolvimento deste estágio ser posterior ao trecho amostrado, ou porque nesse estágio, as larvas conseguem evitar as redes de captura.

A menor captura de ovos e larvas no trecho do rio Grande entre Funil e Itutinga reflete os impactos na reprodução e no recrutamento dos peixes causados pelos represamentos. Dois possíveis impactos podem estar interferindo a reprodução dos peixes devido à proximidade dos reservatórios de Itutinga e Camargos a sua montante: regularização da vazão e a elevada transparência nos trechos a jusante, conforme o capítulo 2. O aumento da transparência favorece a predação por predadores visuais, diminuindo as chances de sobrevivência da prole (Agostinho et al., 2007a). Já a regularização da vazão pode afetar o recrutamento dos peixes por duas maneiras: remoção das condições apropriadas para a reprodução e/ou das condições necessárias ao desenvolvimento das larvas (Humphries & Lake, 2000). Shields Junior et al. (2000) ainda ressalta a influência negativa no dinamismo dos movimentos laterais da água, reduzindo a formação das planícies de inundação. É possível que o menor número de lagoas encontradas para o trecho localizado a montante dos reservatórios de Funil e Itutinga, seja em função da regularização da vazão imposta pelo reservatório de

Camargos. As conexões das lagoas marginais com o rio são influenciadas pelas variações do regime hidrológico (Amoros & Bornette, 2002). No período mais seco, os níveis de água são reduzidos em função da perda de conexão com o rio, restando apenas as lagoas permanentes. Durante as cheias, as lagoas se conectam com o rio restabelecendo o seu volume de água e homogeneizando as características limnológicas das lagoas (Thomaz et al., 1997). Para Pompeu & Godinho (2006), efeitos no controle da vazão podem ser similares daqueles provocados por período prolongado de seca, como a perda da abundância e riqueza de peixes. Daga et al. (2009) ressaltam ainda que o isolamento das lagoas marginais pode afetar a diversidade e abundância de larvas de peixes. Recentes trabalhos apontam o controle de descarga de vazão pelas hidrelétricas como uma importante ferramenta de manejo para inundações temporárias das lagoas marginais para favorecer a reprodução das espécies migradoras (Pompeu & Godinho, 2006; Godinho et al., 2007; Fernandes et al., 2009).

Diante desse cenário atual, cujo impacto antrópico tem aumentado constantemente sobre o ambiente aquático e mais especificamente na ictiofauna, a criação de áreas protegidas é potencialmente uma das soluções. Entretanto, poucas áreas de proteção têm direcionado especificamente aos ambientes aquáticos (Pompeu et al., 2009). Na bacia do alto rio Grande, já foi proposto a criação de uma unidade de conservação baseados na vegetação remanescente que abrangeria a bacia do alto rio Capivari (Zambaldi et al., 2010). Todavia, Pompeu et al. (2009) acreditam que essa proteção não constituiria uma ferramenta eficaz à conservação de peixes, principalmente porque se situariam em áreas de grande altitude, abrigando apenas cabeceiras de rios, onde poucas espécies são encontradas. Dentro deste contexto, a preservação de trechos de rios e planície de inundação é essencial na manutenção das espécies de peixes. A conservação dessas áreas precisam ser baseadas no conceito de corredores aquáticos e no conhecimento do ciclo de vida de espécies chave, principalmente

os peixes (Agostinho et al., 2005), levando em consideração todos os habitats exigidos durante o ciclo de vida dos mesmos (King, 2004). Para Nakatani et al. (2001), a identificação precisa de áreas de desova e criadouros naturais são requisitos essenciais para a implementação de medidas de orientação e proteção dessas áreas, além de fornecer subsídios para ação de manejo que visem ao aumento da produção pesqueira ou à preservação de espécies. Isso torna evidente a importância da identificação e preservação dessas áreas a fim de garantir o recrutamento das espécies de peixes, principalmente em áreas cujo impacto antrópico é elevado. Embora seja necessário enquadrar outros tipos de parâmetros, como a riqueza (Pompeu et al., 2009) e presença de espécies guarda-chuva (Agostinho et al., 2005), os resultados obtidos nesse estudo (porcentagem de mata ciliar, número de lagoas marginais, contribuição de ovos e larvas) já fornecem subsídios a elaboração e execução de futuros programas de ações ambientais destinados a conservação, preservação e recuperação. Com base nesses resultados, os rios Aiuruoca e Mortes foram as áreas mais importantes à conservação entre os tributários, enquanto que entre os trechos do rio Grande, aqueles situado entre Furnas e Funil foi o que apresentou maior prioridade à conservação, seguido pelo trecho a montante de Camargos. A presença desses remanescentes lóticos da bacia do alto rio Grande, entre os empreendimentos hidrelétricos servem como rota alternativa à reprodução dos peixes migradores. Isso, aliado à presença de lagoas marginais faz dessas áreas criadouros naturais, importante ao recrutamento dos peixes da bacia do alto rio Grande, tornando-as prioritárias à conservação. A classificação realizada pela análise orientada a objeto, utilizando a segmentação de imagens se mostrou eficaz em delimitar lagoas marginais em áreas de planície de inundação, assim como em estudos que realizam esta classificação na delimitação de áreas úmidas (Hess et al., 2003), baseada não só em características espectrais, mas combinando características espaciais, espectrais e contextuais. Vale ressaltar,

que a quantificação de lagoas marginais nos diferentes trechos pode ter sido influenciada pelas interferências de lagoas que não são favoráveis ao desenvolvimento inicial dos peixes como aquelas que nunca se conectam ao rio, superestimando os resultados obtidos. Vale sugerir ainda a grande importância de recuperação da vegetação ciliar em todos os tributários e trechos do rio Grande amostrados neste estudo e o aumento da fiscalização ambiental adequada que visem coibir a supressão dessa vegetação.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; FERNANDEZ, D. R.; SUZUKI, H. I. Efficiency of fish ladders for neotropical ichthyofauna. **River Research and Applications**, Chichester, v. 18, n. 3, p. 299-306, May/June 2002.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; LATINI, J. D. Fisheries management in brazilian reservoirs: lessons from/for South América. **Interciência**, Catanduva, v. 29, n. 6, p. 334-338, jun. 2004a.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do brasil**. Maringá: EDUEM, 2007a. 512 p.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, I. S.; JULIO JUNIOR, H. F. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. (Ed.). **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Canadá: World Fisheries Trust, 2003. p. 19-98.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; VERÍSSIMO, S.; OKADA, E. K. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, London, v. 14, n. 1, p. 11-19, Jan./Mar. 2004b.
- AGOSTINHO, A. A.; MARQUES, E. E.; AGOSTINHO, C. S.; DE ALMEIDA, D. A.; DE OLIVEIRA, R. J.; DE MELO, J. R. B. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes? **Neotropical Ichthyology**, London, v. 5, n. 2, p. 121-130, June 2007b.
- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservation of the biodiversity of Brazil's Inland Waters. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 646-652, Sept. 2005.
- AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E. A. M.; THOMAZ, S. M. The high River Paraná Basin: limnological and ichthyological aspects. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Ed.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p. 59-103.

AMOROS, C.; BORNETTE, G. Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 47, n. 4, p. 761-776, Apr. 2002.

ANTONIO, R. R.; AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; BAILLY, D.; OKADA, E. K.; DIAS, J. H. P. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? **Neotropical Ichthyology**, London, v. 5, n. 2, p. 177-184, June 2007.

BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; GOMES, L. C.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 71, n. 2, p. 115-125, Oct. 2004.

BITTENCOURT, M. M.; COX-FERNANDES, C. Peixes migradores sustentam pesca comercial. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 11, n. 64, p. 20-24, 1990.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. 195 p.

CETRA, M.; PETRERE JÚNIOR, M. Associations between fish assemblage and riparian vegetation in the Corumbataí River Basin (SP). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 67, n. 2, p. 191-195, maio 2007.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS; FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Guia ilustrado de peixes da bacia do rio Grande**. Belo Horizonte: Cemig, 2000. 141 p.

DAGA, V. S.; GOGOLA, T. M.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; BAUMGARTNER, D.; PIANA, P. A.; GUBIANI, É. A.; DELARIVA, R. L. Fish larvae assemblages in two floodplain lakes with different degrees of connection to the Paraná River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, London, v. 7, n. 3, p. 429-438, Sept. 2009.

FERNANDES, R.; AGOSTINHO, A. A.; FERREIRA, E. A.; PAVANELLI, C. S.; SUZUKI, H. I.; LIMA, D. P.; GOMES, L. C. 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, jun. 2009. Suplemento.

GODINHO, A. L. E os peixes de Minas em 2010? **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 16, n. 91, p. 44-49, 1993.



- GODINHO, A. L.; KYNARD, B.; MARTINEZ, C. B. Supplemental water releases for fisheries restoration in a Brazilian floodplain river: a conceptual model. **River Research and Applications**, Chichester, v. 23, n. 9, p. 947-962, Nov. 2007.
- GODINHO, A. L.; POMPEU, P. S. A importância dos ribeirões para os peixes de piracema. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Ed.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p. 361-372.
- GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. Ecology and conservation of fish in southeastern Brazilian river basins submitted to hydroelectric impoundments. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 5, n. 1, p. 187-197, dez. 1994.
- GOULDING, M. **Ecologia da pesca do Rio Madeira**. Manaus: CNPq/INPA, 1979. 172 p.
- HERMES-SILVA, S.; REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E. Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton in the Upper Uruguay River, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 4, p. 933-944, jul./ago. 2009.
- HUMPHRIES, P.; KING, A. J.; KOEHN, J. D. Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling River system, Australia. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 56, n. 1-2, p. 129-151, Sept. 1999.
- HUMPHRIES, P.; LAKE, P. S. Fish larvae and management of regulated rivers. **Regulated Rivers**, Sussex, v. 16, n. 2, p. 421-432, Apr. 2000.
- JONES III, E. B. D.; HELFMAN, G. S.; HARPER, J. O.; BOLSTAD, P. V. Effects of Riparian Forest Removal on Fish Assemblages in Southern Appalachian Streams. **Conservation Biology**, Boston, v. 13, n. 6, p. 1454-1465, Dec. 1999.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (Ed.). **Proceedings of the international large river symposium**. Ottawa: Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 1989. p. 110-127.

KING, A. J. Ontogenetic patterns of habitat use by fishes within the main channel of an Australian floodplain River. **Journal of Fish Biology**, London, v. 65, n. 12, p. 1582-1603, Dec. 2004.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999. 535 p.

MAKRAKIS, M. C.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; GOMES, L. C.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G. Relationship between gape size and feeding selectivity of fish larvae from a Neotropical reservoir. **Journal of Fish Biology**, London, v. 73, n. 6, p. 1690-1707, June 2008.

MAKRAKIS, M. C.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C. Ontogenetic shifts in digestive tract morphology and diet of fish larvae of the Itaipu Reservoir, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, London, v. 72, n. 1, p. 99-107, Mar. 2005.

MEAILLE, R.; WALD, L. A geographical information system for some Mediterranean benthic communities. **International Journal of Geographical Information Systems**, New York, v. 4, n. 1, p. 79-86, Jan. 1990.

MELO, A. F.; ROSA, A. B. S.; SILVA, A. F.; PINTO, S. A. F. Sensoriamento remoto de três lagoas marginais do São Francisco. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Ed.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p. 37-50.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce**: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM, 2001. 378 p.

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V. Ovos e larvas de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Ed.). **Reservatório de segredo**: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 1997a. p. 183-201.

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

NORTHCOTE, T. G. Migratory strategies in production in freshwater fishes. In: GERKING, S. D. (Ed.). **Ecology of freshwater fish production**. Oxford: Blakwell Scientific, 1978. p. 326-359.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Fish-passage facilities as ecological traps in large Neotropical rivers. **Conservation Biology**, Boston, v. 22, n. 1, p. 180-188, Mar. 2008.

PETRERE JÚNIOR, M. **Migraciones de peces de agua dulce en América Latina**: algunos comentarios. Roma: FAO, 1985. v. 1. (COPESCAL Documento Ocasional).

PINTO, M. D. D. S.; MELO, J. R. B.; FREITAS, I. S.; MARQUES, E. E. Distribuição longitudinal da abundância de ovos e larvas de peixes no reservatório da UHE Peixe Angical. In: AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M.; MARQUES, E. E. (Ed.). **Reservatório de peixe angical**: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna. São Carlos: Rima, 2009. p. 113-119.

POMPEU, P. D. S.; GODINHO, H. P. Effects of extended absence of flooding on the fish assemblages of three floodplain lagoons in the middle São Francisco River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, London, v. 4, n. 4, p. 427-433, June 2006.

POMPEU, P. S.; REIS, L. S.; GANDINI, C. V.; SOUZA, R. C. R.; FAVERO, J. M. The ichthyofauna of upper rio Capivari: defining conservation strategies based on the composition and distribution of fish species. **Neotropical Ichthyology**, London, v. 27, n. 4, p. 659-666, June 2009.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JÚNIOR., C. J. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742 p.

RIZZO, E.; SATO, Y.; BARRETO, B. P.; GODINHO, H. P. Adhesiveness and surface patterns of eggs in neotropical freshwater teleosts. **Journal of Fish Biology**, London, v. 61, n. 3, p. 615-632, set. 2002.

SCHAEFER, S. A. Conflict and resolution: impact of new taxa on Phylogenetic studies of the Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). In: MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; VARI, R. P.; LUCENA, Z. M. S.; LUCENA, C. A. S. (Ed.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998. p. 375-400.

SHIELDS JUNIOR, F. D.; SIMON, A.; STEFFEN, L. J. Reservoir effects on downstream river channel migration. **Environmental Conservation**, Lausanne, v. 27, n. 1, p. 54-66, Mar. 2000.

STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Tulsa, 2004.

THOMAZ, S. M.; ROBERTO, M. C.; BINI, L. M. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **A planície de inundação do Alto Rio Paraná**: aspectos físicos, químicos, biológicos e sócio-econômicos. Maringá: EDUEM, 1997. p. 73-102.

TUNDISI, J. G.; BARBOSA, F. A. R. Conservation of aquatic ecosystems: present status and perspectives. In: TUNDISI, T. M.; TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M. (Ed.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências/Sociedade Brasileira de Limnologia, 1995. p. 365-371.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

ZALEWSKI, M.; THORPE, J. E.; NAIMAN, R. J. Fish and riparian ecotones: a hypothesis. **Ecohydrology & Hydrobiology**, Wierzba, v. 1, n. 1, p. 11-24, 2001.

ZAMBALDI, L. P.; LOUZADA, J. N. C.; CARVALHO L. M. T.; SCOLFORO L. R. S. Análise da vulnerabilidade natural e seleção de áreas para implantação de Unidades de Conservação na microregião da serra de Carrancas, MG. **Revista Cerne**, Lavras, 2010. No prelo.

ZIOBER, S. R.; BIALETZKI, A.; GOMES, L. C.; KIPPER, D. The importance of a marginal lagoon as a fish nursery in the upper Paraná River floodplain. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 19, n. 4, p. 369-381, 2007.

## 8 ANEXOS

TABELA 1 A Localização dos pontos de amostragem de ictioplâncton, porcentagem de vegetação ciliar remanescente, número de lagoas marginais, densidade média (Dmédia) e total (Dtotal) de ovos e larvas e a pontuação total a partir das análises dos parâmetros ambientais (PA) nos diferentes tributários e trechos do rio Grande, na bacia do alto rio Grande, a montante do reservatório de Furnas, MG.

Local	UTM 23k		% de vegetação ciliar remanescente	Número de lagoas marginais	Ovos		Larvas		PA	
	E	S			Média	Total	D larvas	Total		
Tributários	Aiuruoca	562841,68	7610049,54	43,4	133	3.399	61.177	0.002	0.029	7
	Capivari	511965,40	7647335,57	42,6	57	3.682	66.269	0.046	0.825	6
	Mortes	527005,15	7662111,05	31,1	188	5.352	96.340	0.567	10.204	7
	Cervo	482825,40	7654453,84	54,4	30	0.064	1.160	0.007	0.129	5
Rio principal	Furnas-Funil	486935,08	7659189,68	33,7	52	2.575	120.220	0.006	1.733	6
	Funil-Itutinga	523717,99	7653931,14	32,5	7	0.756	13.607	0.002	0.028	3
	Montante de Camargos	569612,37	7623211,39	37,3	91	6.679	46.345	0.096	0.117	5

## **CAPÍTULO 4**

**AVALIAÇÃO DA POSSIBILIDADE DE PASSAGEM DE  
ICTIOPLÂNCTON ATRAVÉS DOS RESERVATÓRIOS DE FUNIL,  
ITUTINGA E CAMARGOS, NO ALTO RIO GRANDE, MG, BRASIL**

## 1 RESUMO

O bloqueio aos movimentos migratórios dos peixes migradores, constitui um dos impactos mais evidentes impostos por uma barragem. São bloqueados os movimentos ascendentes dos adultos, para a reprodução, bem como os movimentos descendentes, principalmente do ictioplâncton. No intuito de avaliar a possibilidade de migração descendente de ictioplâncton através dos reservatórios, foram amostrados trechos imediatamente a jusante e a montante dos reservatórios de Funil e Itutinga e Camargos. As coletas foram realizadas quinzenalmente, entre o período de novembro de 2008 a março de 2009, duas vezes ao dia, entre 6h-9h e entre 19h-21h. Resultados deste trabalho revelam uma elevada contribuição de ovos e larvas dos trechos imediatamente a montante dos reservatórios em ambos os períodos do dia, durante todo o período amostrado. Entretanto, a não captura de ictioplâncton imediatamente a jusante das barragens, mesmo nos meses de menor tempo de residência da água nos reservatórios, revela a ausência da passagem descendente de ovos e larvas através dos mesmos. Sendo assim, conclui-se que os reservatórios estão atuando como obstáculos ao movimento descendente do ictioplâncton. Esse bloqueio impede que eles alcancem as áreas mais propícias ao seu desenvolvimento; as planícies de inundação.

Palavras-chave: Áreas de desova, espécies migradoras, migração descendente, reservatório e sítios de desenvolvimento.

## 2 ABSTRACT

The blockage of migratory movements of migratory fishes is one of the most evident impacts posed by dams. The upstream movements performed by adults for reproduction purposes and downstream movements mainly performed by ichthyoplankton are both blocked by the dams. The stretches immediately downstream and upstream the reservoirs *Funil*, *Itutinga* and *Camargos* were studied with the objective of evaluating the downstream migration of the ichthyoplankton through these reservoirs. The samples were conducted fortnightly, between November of 2008 and March of 2009, and twice a day (from 6am to 9am and from 7pm to 9pm). The results obtained in the present study suggest a high number of larvae and eggs in the stretches immediately upstream the reservoirs in both periods of the day and during the whole sampling period. The lack of ichthyoplankton immediately downstream the reservoirs, even in the months with lowest residence time of the water, suggest a lack of downstream passage of larvae and eggs through these reservoirs. Therefore, it is possible to conclude that the studied reservoirs may be considered obstacles to the downstream movements of ichthyoplankton. This blockage restricts the offspring to reach more suitable areas (floodplains) for their development.

Key words: development sites, downward migration, migratory species, spawning areas and reservoir.



### 3 INTRODUÇÃO

Os peixes migradores neotropicais são caracterizados por realizarem longas migrações sazonais entre diferentes habitats no intuito de completarem seu ciclo de vida (Carolsfeld et al., 2003). Além da migração dos adultos em direção aos sítios de desova, a estratégia reprodutiva dessas espécies, envolve ainda outros processos importantes, como o retorno dos adultos e juvenis aos sítios de alimentação, além do carreamento de ovos e larvas, rio abaixo, em direção aos sítios de desenvolvimento (várzeas e lagoas marginais) (Petrere Júnior, 1985; Agostinho et al., 2003). Dessa forma, fica evidente o motivo pelo qual as espécies migradoras são tão vulneráveis às atividades antrópicas sobre o meio aquático, principalmente pelo represamento dos rios (Carolsfeld & Harvey, 2003; Agostinho et al., 2007a).

Pela abrangência espacial que apresentam e pela natureza das alterações que promovem, os represamentos estão entre as atividades de maior impacto sobre o habitat natural dos peixes (Agostinho et al., 2004, 2005). As barragens constituem, em sua maior parte, obstáculos intransponíveis, bloqueando não só os movimentos migratórios ascendentes dos adultos para a reprodução como também os movimentos descendentes, principalmente do ictioplâncton.

Na tentativa de minimizar e mitigar os impactos sobre as espécies migradoras, as hidrelétricas têm sido obrigadas a construir mecanismos de transposição a fim de permitir os movimentos dos mesmos (Agostinho et al., 2002). Todavia, esses mecanismos têm sido avaliados e questionados quanto a sua eficácia, visto que em muitos casos os mesmos podem apresentar efeitos negativos à conservação da ictiofauna (Agostinho et al., 2002; Fernandez et al., 2004; Agostinho et al. 2007b, 2007c; Lopes et al., 2007; Makrakis et al., 2007; Oldani et al., 2007). As escadas de peixes no Brasil foram projetadas baseadas

nos modelos do hemisfério Norte (Agostinho & Gomes, 1997), construídas para garantir os movimentos ascendentes dos salmonídeos. Entretanto, os salmonídeos são semélparos (morte após a reprodução) e os movimentos descendentes são realizados por juvenis, cuja fase de desenvolvimento permitem estarem mais aptos a enfrentarem os obstáculos, o que não se aplica aos migradores neotropicais, que são realizados passivamente por ovos e larvas (Agostinho et al., 2007b). Nesse sentido, parece pouco provável que ocorra o movimento descendente de ictioplâncton através dos mecanismos de transposição no Brasil, como observado por Agostinho et al. (2007b) na escada de peixes da barragem do Lajeado. Apesar da grande importância do retorno da prole às áreas de desenvolvimento, esse aspecto tem sido ignorado nos planos de passagens de peixes, mesmo quando as áreas de desova e de desenvolvimento se situam à montante e à jusante da barragem, respectivamente (Clay, 1995). Em seu processo de migração em direção às áreas de desenvolvimento, dois fatores tornam, possivelmente, pouco prováveis o movimento descendente de ovos e larvas às lagoas marginais frente à presença de uma barragem. O primeiro é a dificuldade de ovos e larvas atravessarem o trecho lântico do reservatório (Agostinho & Gomes, 1997; Agostinho et al., 2007a, 2007b), enquanto que o segundo é a de os mesmos passarem pelas estruturas físicas da barragem sem sofrerem algum dano (Cada, 1990, 1991). Nesse caso, a ausência de migração descendente, pode afetar negativamente todos os níveis de organização ecológica em ambos os lados da barragem (Agostinho et al., 2007b), justificando, inclusive, a não construção de um mecanismo de transposição de peixes (Pelicice & Agostinho, 2008). Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a possibilidade de passagem de ovos e larvas através dos reservatórios do Funil, Itutinga e Camargos, na bacia do alto rio Grande, Minas Gerais, Brasil.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

A bacia do rio Grande, pertencente à bacia do alto rio Paraná, ocupa uma área de aproximadamente 143.000 km<sup>2</sup>, sendo que 86.500 km<sup>2</sup> pertencem ao estado de Minas Gerais. O rio Grande nasce na Serra da Mantiqueira e percorre 1.300 km até a confluência com o rio Paranaíba, onde juntos dão origem ao rio Paraná (Cemig & Cetec, 2000). No alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas estão localizadas as hidrelétricas de Funil, Itutinga e Camargos (Tabela 1). A hidrelétrica de Camargos está localizada cerca de 5 km (curso do rio) a montante do reservatório de Itutinga, e este em torno de 45 km à montante do reservatório de Funil. Somente esta hidrelétrica apresenta mecanismo de transposição de peixes, com sistema de elevador com captura e transporte aéreo. Importantes tributários estão localizados na área de influência desses reservatórios, como o rio Aiuruoca, rio Capivari e rio das Mortes. O rio Aiuruoca, que drena diretamente para o reservatório de Camargos, está localizado a margem esquerda do rio Grande. Já os rios Capivari e Mortes, situados à margem esquerda e direita, respectivamente, encontram o rio Grande no reservatório do Funil.

TABELA 1 Dados técnicos das hidrelétricas de Funil, Itutinga e Camargos, localizadas no alto rio Grande, Minas Gerais, Brasil\*.

<i>Usina</i>	<i>Início de operação</i>	<i>Área de inundação máxima (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Potência instalada (Mwh)</i>	<i>Volume máximo do reservatório (hm<sup>3</sup>)</i>
Funil	2002	38,32	180	258
Itutinga	1955	1,73	52	13
Camargos	1961	73,35	48	792

\* Fonte: Cemig (2010)

As amostragens de ictioplâncton foram realizadas entre Novembro de 2008 a Março de 2009, na bacia do alto rio Grande à montante do reservatório de Furnas, estado de Minas Gerais. Na área de influência da UHE Funil foram amostrados quatro pontos de coleta, sendo eles: imediatamente a jusante da barragem (RGI - UTM 23 k 496164,98E/7661951,39S), imediatamente a montante do reservatório (RGII - 523717,99E/7653931,14S) e dois outros, próximo a foz do rio das Mortes (RM - 527005,15E/7662111,05S) e da foz do rio Capivari (RCA - 511965,40E/7647335,57S). Já na área de influência das UHE's Itutinga-Camargos foram amostrados três pontos de coleta: imediatamente a jusante da barragem de Itutinga (RGIII - 538283,71E/7645646,62S), rio Grande a montante do reservatório de Camargos (RGIV - 569612,37E/7623211,39S) e próximo à foz do rio Aiuruoca (RA - 562841,68E/7610049,54S) (Figura 1).

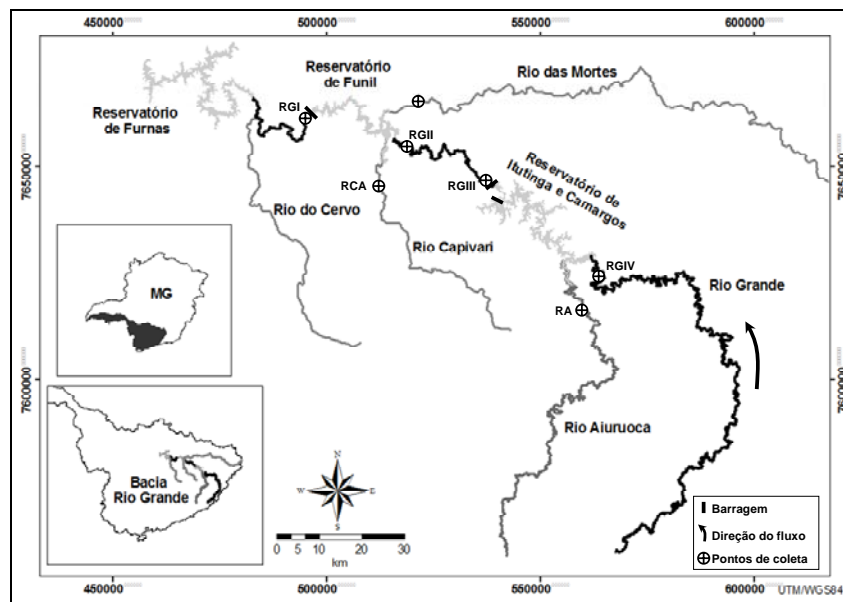


FIGURA 1 Localização dos pontos de amostragem na área de estudo da bacia do alto rio Grande, à montante do reservatório de Furnas, MG, Brasil.

## 4.2 Amostragem dos dados

As coletas de ovos e larvas de peixes foram realizadas quinzenalmente, sempre duas vezes ao dia, uma na parte da manhã entre 6h às 9h e outra na parte da noite entre 19h às 21h. Somente no ponto amostral imediatamente a jusante da barragem de Funil as coletas foram feitas semanalmente e apenas na parte da manhã. As amostragens foram feitas com auxílio de rede de ictioplâncton cônica, com malha de 500 micrômetros e equipadas com um fluxômetro no intuito de estimar o volume filtrado. A rede foi posicionada a cerca de 2 metros em uma das margens, de preferência em locais de maior fluxo de água, e mantida submersa por cerca de 10 minutos em cada ponto de coleta. Posteriormente, as amostras coletadas foram fixadas em formaldeído 4%. A triagem do ictioplâncton e posteriormente a identificação das larvas foram feitas sob estereoscópio sobre a placa de triagem do tipo Bogorov. As densidades de ovos e larvas foram calculadas para cada ponto de coleta e padronizadas em relação ao número de indivíduos coletados por 10 m<sup>3</sup> de água filtrada. As larvas foram identificadas na menor categoria taxonômica possível de acordo com Nakatani et al. (2001). No entanto, as larvas, cuja identificação não foi possível (pelo menos ordem) em função do seu estágio de desenvolvimento inicial ou por apresentarem estruturas danificadas, foram classificadas como não identificadas.

## 4.3 Análise dos dados

O tempo médio de residência da água (TR) em cada reservatório foi estimado mensalmente através da fórmula:  $TR = V/(Q \times 86400)$ , onde V= volume do reservatório, Q= vazão afluente média do reservatório em cada mês, e 86400= número de segundos contidos em um dia. O volume máximo do reservatório foi considerado constante ao longo do estudo, devido à inexistência desses dados mensais. O tempo de residência para os reservatórios de Itutinga e

Camargos foi estimado em conjunto somando-se os volumes máximos dos dois reservatórios e a vazão afluente média mensal entre os mesmos.

A fim de avaliar a passagem de ovos e larvas pelo reservatório de Funil e Itutinga-Camargos foram comparadas as médias do número de ovos e larvas que alcançaram o reservatório do Funil (RF) e Itutinga-Camargos (RIC) com a média do número de ovos e larvas a jusante dessas barragens. Em função da proximidade entre Itutinga e Camargos, a descida de ovos e larvas foi avaliada como se esses constituíssem um reservatório único (Itutinga-Camargos).

O número total de ovos ou larvas que alcançaram quinzenalmente os reservatórios de Funil e Itutinga-Camargos (NMF e NMIC, respectivamente) e que deixaram os mesmos (NJ) a cada segundo foram estimados pelas seguintes fórmulas:

$$NMF = [(D_{RGII} \times V) + (D_{Cavari} \times V) + (D_{mortes} \times V)] \text{ (Equação 1)}$$

$$NMIC = [(D_{RGIV} \times V) + (D_{aiuruoca} \times V)] \text{ (Equação 2)}$$

$$NJ = D_{jusante da barragem} \times VE \text{ (Equação 3)}$$

onde: D= densidade de ovos ou larvas, V= vazão do rio no dia da coleta e VE=vazão efluente.

Dados diários de vazão dos pontos de interesse foram obtidos através da Companhia energética de Minas Gerais (CEMIG).

A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. As densidades de ictioplâncton não apresentaram distribuição normal, mesmo após a transformação dos dados. Nesse sentido, para a avaliação dos dados, optou-se a utilização das análises não paramétricas. Diferenças na média da

afluência de ovos e larvas entre as regiões de estudo foram testadas através do teste Kruskal-Wallis. Essas análises foram realizadas através do programa Statistica 7.0 (Statsoft, 2004).

## 5 RESULTADOS

Foi capturado um total de 5071 ovos durante o período de estudo. Nos tributários do reservatório do Funil foi registrada a maior abundância, representando 63,91% dos ovos capturados, sendo 34,41% rio das Mortes, 23,29% no rio Capivari e apenas 6,21% no rio Grande imediatamente a montante do reservatório. Já os demais ovos (36,09%), foram capturados nos trechos imediatamente a montante de Camargos: 20,27% no rio Aiuruoca e 15,82% no rio Grande. Foi capturada um total de 198 larvas, todas elas nos pontos amostrais imediatamente a montante dos reservatórios. Os trechos imediatamente a montante do reservatório de Funil contribuíram com 98,47% deste total, sendo 89,39% no rio das Mortes, seguido pelo rio Capivari com 8,58%. As demais larvas foram capturadas a montante de Camargos: 1,01% no rio Grande e somente 0,5% no rio Aiuruoca.

Dentre as larvas capturadas foi possível identificar 7 grupos taxonômicos (Tabela 2).

TABELA 2 Categorias taxonômicas identificadas com seus respectivos números de indivíduos capturados nos trechos amostrados. (RGII=rio Grande imediatamente a montante do reservatório de Funil e RGIV=rio Grande imediatamente a montante do reservatório de Camargos).

<i>Taxa</i>	Montante UHE Funil			Montante UHE Camargos		<i>Total</i>
	Capivari	Mortes	RGII	Aiuruoca	RGIV	
Characiformes*		5		1		6
Anostomidae		14	1			15
Characidae	1	4				5
Gymnotiformes*	1					1
Siluriformes*	4	93			2	99
Heptapteridae		8				8
Pimelodidae		1				1
NI	11	52				63
Total	17	177	1	1	2	198

\* Larvas identificadas até ordem



O tempo médio mensal de residência da água (TR) nos reservatórios foi elevado durante todos os meses de estudo, sendo os maiores valores estimados para o reservatório de Itutinga-Camargos (Figura 2).

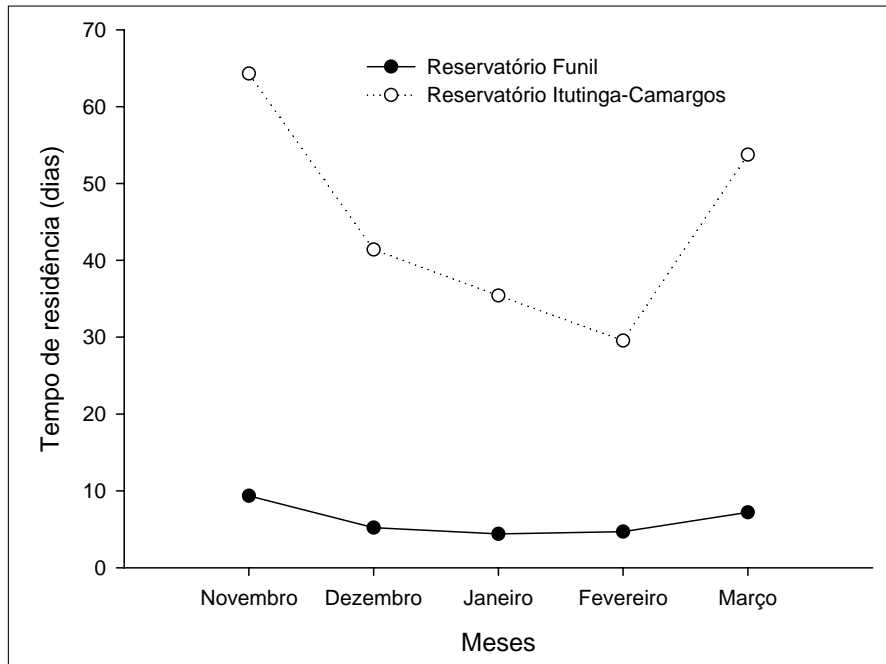


FIGURA 2 Variação mensal das médias dos valores do tempo de residência (dias) da água nos reservatórios de Funil e Itutinga-Camargos, alto rio Grande, MG, Brasil.

Comparação das médias do número de ovos e larvas nas regiões a montante e a jusante dos reservatórios (Figura 3) revelam a elevada contribuição de ovos e larvas à montante dos mesmos, sem que haja, no entanto, o transporte do ictioplâncton a jusante das barragens, onde não foram observadas capturas.

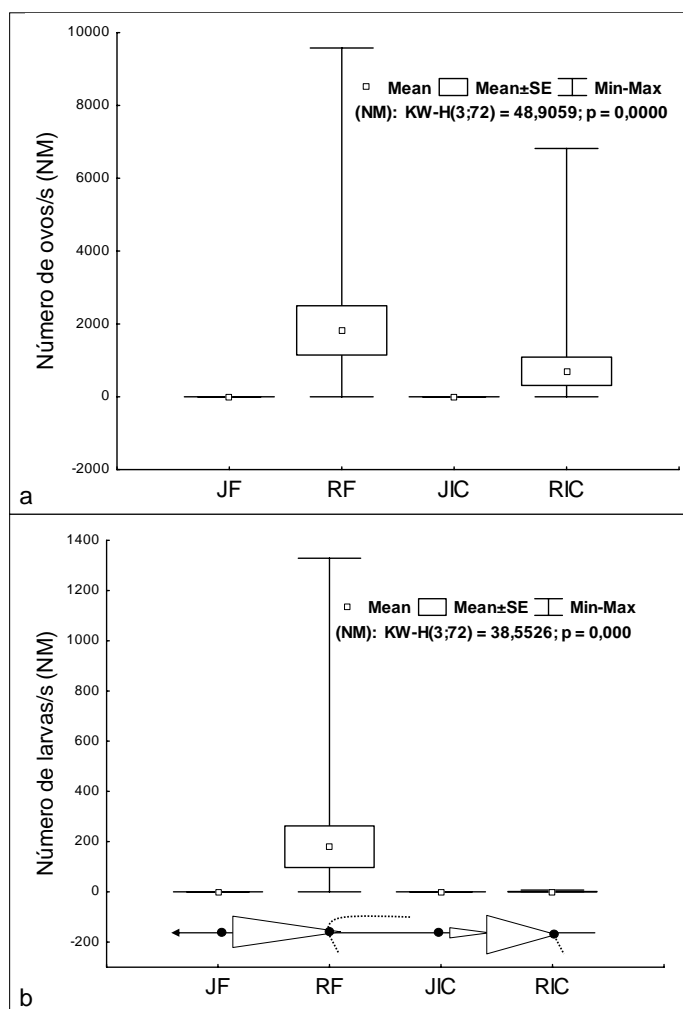


FIGURA 3 Gráfico de Box-plot do número de ovos (a) e larvas (b) por segundo que alcançaram as regiões a montante e a jusante dos reservatórios de Funil e Itutinga-Camargos, entre o período de Novembro de 2008 a Março de 2009. A ilustração no gráfico representa os locais de onde foi estimado o número de ovos e larvas por segundo na bacia do rio Grande. Em pontilhado os tributários amostrados, os triângulos (reservatórios), ponto preto (locais onde foram estimados o número de ovos e larvas), seta (direção do fluxo). (JF=jusante da barragem de Funil, MF=montante do reservatório de Funil, JIC=jusante da barragem de Itutinga-Camargos e MIC=montante do reservatório de Itutinga-Camargos)

Foi possível identificar uma variação quinzenal na contribuição de ovos e larvas para os reservatórios em ambos os períodos de amostragem. No entanto, durante quase todo o estudo, houve uma predominância de ovos no período da manhã e de larvas no período da noite (Figura 4).

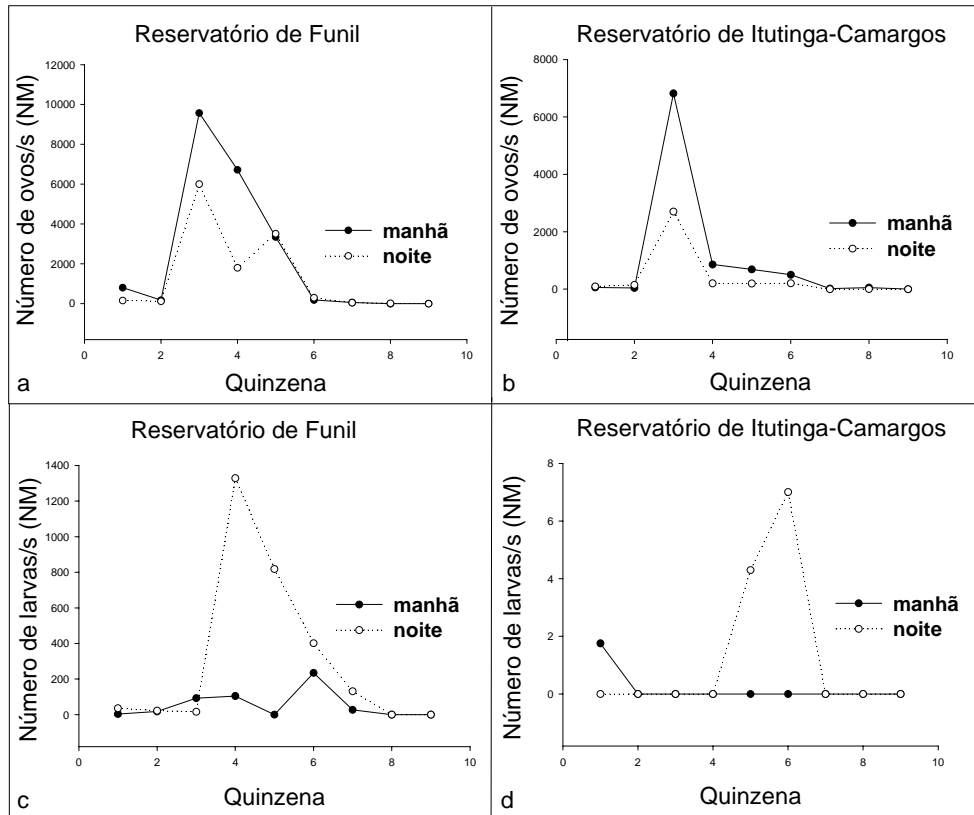


FIGURA 4 Variação quinzenal da estimativa do número total de ovos (a, b) e larvas (c, d) que alcançaram os reservatórios de Funil e Itutinga-Camargos a cada segundo, no início da manhã e da noite.

## 6 DISCUSSÃO

Os peixes migradores representam apenas uma pequena fração de toda ictiofauna neotropical (Petreire Júnior, 1985; Godinho & Godinho, 1994; Agostinho et al., 2003). Todavia, devido ao seu tamanho (Agostinho et al., 2003, 2007b) e sua maior abundância (Northcote, 1978), são os mais apreciados pela pesca profissional (Goulding, 1979; Bittencourt & Cox-Fernandes, 1990; Godinho, 1993; Agostinho et al., 2003) e recreativa (Agostinho et al., 2003).

Dentre os grupos taxonômicos identificados entre as larvas neste estudo, apenas os Gymnotiformes não apresentam espécies migradoras. Para a bacia do alto rio Paraná, a qual pertence o rio Grande, a maior parte das espécies migradoras está compreendida entre as ordens Characiformes e Siluriformes, especificamente, entre as famílias Characidae, Anostomidae e Pimelodidae (Agostinho et al., 2003), grupos estes identificados entre as larvas capturadas deste estudo. Esses mesmos autores ressaltam que as espécies migradoras compreendidas entre esses táxons percorrem mais de 100 km entre diferentes habitats para completar seu ciclo de vida. Sendo assim, fica evidente a vulnerabilidade dessas espécies frente às barragens, cujo impacto compromete o seu recrutamento.

A ausência de captura de ovos e larvas imediatamente a jusante das barragens revela a ausência de passagem dos mesmos pelos reservatórios e/ou pelas barragens, indicando que estes estão atuando como obstáculos aos movimentos descendentes do ictioplâncton. Para Agostinho et al. (2007a) os represamentos restringem os deslocamento passivo do ictioplâncton de diferentes formas. A primeira delas se relaciona com a elevação da transparência, que aumenta as taxas de predação por pequenos predadores visuais, como as espécies forrageiras, comuns em reservatórios (Agostinho & Gomes, 1997; Agostinho et al., 2007a, 2007b). A outra possibilidade que pode

tornar pouco provável a passagem de ovos e larvas pelo reservatório se deve à baixa capacidade de transportes de sedimentos nesse ambiente. A limitada capacidade de locomoção do ictioplâncton aumentam a probabilidade de deposição destes no fundo do reservatório, cuja profundidade é muitas vezes elevada, apresentando concentrações baixas de oxigênio, provocando a morte do ictioplâncton (Agostinho et al., 2007a, 2007b)

Dados recentes indicam que a possibilidade da passagem de ictioplâncton depende primariamente do tamanho do reservatório. No reservatório de Lajeado, com 630 km<sup>2</sup>, no rio Tocantins, foi observada uma redução de ovos e larvas em deriva de peixes migradores, que desapareceram na metade inferior do reservatório (Agostinho et al., 2007b). Por outro lado, dados levantados para a UHE Santa Clara, com 7,5 km<sup>2</sup>, apontam para a possibilidade de passagem de ovos e larvas pelo reservatório, contribuindo para esta possibilidade o pequeno tempo de residência do reservatório e a baixa transparência de suas águas durante as cheias (Pompeu, 2005). Nesse sentido, é possível que a ausência da passagem de ictioplâncton pelo reservatório tanto no funil quanto em Itutinga-Camargos seja devido ao maior tempo de residência desses reservatórios, principalmente em Itutinga-Camargos onde juntos apresentaram um valor médio de 44,88 dias. O aumento do tempo de residência aumenta a transparência da água e ainda a possibilidade de deposição de sedimento no fundo.

Vale ressaltar outro aspecto crítico no movimento descendente, a passagem de ictioplâncton pela barragem com um mínimo de mortalidade. Nas instalações das turbinas, o atrito com a água, choque com as estruturas físicas, as variações bruscas na pressão e cavitação são as principais causas de mortalidade. Entretanto, uma vez que a probabilidade de contato com as estruturas físicas das turbinas e aos efeitos de pressão está correlacionada ao tamanho dos indivíduos, menos de 5% do ictioplâncton costuma ser afetado (Cada, 1990, 1991).

O bloqueio do movimento descendente de ovos e larvas imposto pela barragem, possivelmente contribui na interrupção do ciclo de vida dos peixes migradores, principalmente quando as áreas de desenvolvimento (lagoas marginais), se situam a jusante da barragem. A remoção de uma porção significativa da população do ictioplâncton em função do seu bloqueio às áreas à jusante, associada às elevadas taxas naturais de mortalidade, pode ter importantes efeitos de longo prazo nas populações adultas, e nas comunidades aquáticas como um todo (Cada & Hergenrader, 1978).

A construção de uma barragem entre as áreas críticas do ciclo de vida dos peixes, como áreas de desova e desenvolvimento (lagoas marginais), elevam o seu grau de impacto no ambiente (Agostinho et al., 2002). Este parece ser o caso do Funil, uma vez que as lagoas marginais são encontradas a jusante e a montante da barragem do Funil, conforme o capítulo 3.

A presença de lagoas marginais associada aos indícios de desova no trecho a jusante da barragem, revelam a grande importância dessa área para o recrutamento dos peixes. Todavia, a frequente atração de peixes migradores durante a piracema pelo mecanismo de transposição sem a descida efetiva da prole dos mesmos, como observado neste estudo, pode comprometer o recrutamento e o estoque pesqueiro das populações a jusante da barragem. Cabe ressaltar, o caso das hidrelétricas de Canoas I e II localizados no rio Paranapanema, a presença dos mecanismos de transposição tem sido apontado como um dos fatores de impacto à ictiofauna. A transposição dos peixes, da jusante a montante, no complexo de Canoas pode estar causando a depleção do recrutamento de peixes a jusante da barragem (Lopes et al., 2007). Mais importante do que o funcionamento das passagens de peixes, esses autores ressaltam a necessidade da preservação das áreas favoráveis para a conclusão do ciclo reprodutivo. Na área do presente estudo, a fim de evitar o deplecionamento dos estoques pesqueiros no trecho à jusante da barragem de Funil, é de grande

importância a realização de estudos e monitoramentos adequados de longo prazo da ictiofauna local que levem em consideração as áreas críticas ao desenvolvimento e a possível necessidade de limitar o número de exemplares transpostos durante a piracema. Vale ressaltar, a importância de se avaliar o papel das lagoas marginais em ambos os trechos, jusante e montante da barragem, como áreas de desenvolvimento aos estágios iniciais dos peixes. A presença dessas lagoas não significa necessariamente que os peixes estão utilizando-as como áreas de desenvolvimento.

Os sistemas de transposição foram e são construídos a fim de permitir a preservação das espécies migradoras, que são impedidas de completarem seu ciclo de vida frente à presença de uma barragem (Agostinho et al., 2002). Todavia, a conservação da ictiofauna, principalmente das espécies migradoras, só será eficiente se as passagens de peixes apresentarem alta permeabilidade, permitindo o livre fluxo, tanto ascendente quanto descendente dos indivíduos adultos e da prole (Agostinho et al., 2007b). Esses mesmos autores ressaltam a probabilidade de grande parte das passagens de peixes no Brasil serem essencialmente vias de mão única promovendo subidas de migradores à reprodução sem o retorno significativo de adultos ou de sua prole, a exemplo da barragem do Lajeado e do presente estudo. Segundo Agostinho et al. (2007b), no intuito de se evitar este tipo problema, as passagens de peixes deveriam ser construídas somente depois de um completo conhecimento dos seus efeitos ecológicos, visando principalmente à conservação, e não somente por questões burocráticas. Entretanto, esses aspectos têm sido frequentemente ignorados nos processos decisórios de construção desses mecanismos (Quirós, 1989).

Na região de estudo, apesar dos trechos a montante dos reservatórios apresentarem-se como importantes áreas de desova, o bloqueio do movimento descendente da prole em direção às planícies de inundação torna a sobrevivência pouco provável. Desta forma, o funcionamento do mecanismo de transposição

na barragem do Funil deve ser avaliado criteriosamente, levando em consideração não só a sua eficiência, mas principalmente o seu papel no recrutamento das populações migradoras da região. Assim, tornam-se imprescindíveis estudos científicos e monitoramentos futuros de longo prazo, considerando tanto o uso do mecanismo de transposição, quanto o status de conservação da ictiofauna local.



## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. **Reservatório de segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 1997. 387 p.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; FERNANDEZ, D. R.; SUZUKI, H. I. Efficiency of fish ladders for neotropical ichthyofauna. **River Research and Applications**, Chichester, v. 18, n. 3, p. 299-306, May/June 2002.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; LATINI, J. D. **Fisheries management in brazilian reservoirs: lessons from/for South América**. Interciência, Catanduva, v. 29, n. 6, p. 334-338, jun. 2004.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do brasil**. Maringá: EDUEM, 2007a. 512 p.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, I. S.; JULIO JUNIOR, H. F. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. (Ed.). **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Canadá: World Fisheries Trust, 2003. p. 19-98.

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

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservation of the biodiversity of Brazil's Inland Waters. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 646-652, Sept. 2005.

AGOSTINHO, C. S.; AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; DE ALMEIDA, D. A.; MARQUES, E. E. Selectivity of fish ladders: a bottleneck in Neotropical fish movement. **Neotropical Ichthyology**, London, v. 5, n. 2, p. 205-213, June 2007c.

BITTENCOURT, M. M.; COX-FERNANDES, C. Peixes migradores sustentam pesca comercial. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 11, n. 64, p. 20-24, 1990.

CADA, F. G. A review of studies relating to the effects of propeller-type turbine passage on fish early life stages. **North American Journal of Fisheries Management**, Bethesda, v. 10, n. 1, p. 418-426, Mar. 1990.

CADA, F. G. Effects of hydroelectric turbine passage on fish early life stages. **Water Power**, London, v. 91, n. 2, p. 318-326, Feb. 1991.

CADA, F. G.; HERGENRADER, G. L. An assessment of sampling mortality of larval fishes. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 107, n. 2, p. 269-274, Mar. 1978.

CAROLSFELD, J.; HARVEY, B. Fishes of the floods. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. (Ed.). **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Canadá: World Fisheries Trust, 2003. p. 6-14.

CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Canadá: World Fisheries Trust, 2003. 380 p.

CLAY, C. H. **Design of fishways and other fish facilities**. Boca Raton: Lewis, 1995. 248 p.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS; FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Guia ilustrado de peixes da bacia do rio Grande**. Belo Horizonte: Cemig, 2000. 141 p.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: < <http://www.cemig.com.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

FERNANDEZ, D. R.; AGOSTINHO, A. A.; BINI, L. M. Selection of an experimental fish ladder located at the dam of the Itaipu Binacional, Paraná River, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, n. 4, v. 47, p. 579-586, ago. 2004.

GODINHO, A. L. E os peixes de Minas em 2010? **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 16, n. 91, p. 44-49, 1993.

GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. Ecology and conservation of fish in southeastern Brazilian river basins submitted to hydroelectric impoundments. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 5, n. 1, p. 187-197, dez. 1994.

- GOULDING, M. **Ecologia da pesca do Rio Madeira**. Manaus: CNPq/INPA, 1979. 172 p.
- LOPES, C. M.; ALMEIDA, F. S. D.; ORSI, M. L.; BRITTO, S. G. D. C.; SIROL, R. N.; SODRÉ, L. M. K. Fish passage ladders from Canoas Complex - Paranapanema River: evaluation of genetic structure maintenance of *Salminus brasiliensis* (Teleostei: Characiformes). **Neotropical Ichthyology**, London, v. 5, n. 2, p. 131-138, June 2007.
- MAKRAKIS, S.; MAKRAKIS, M. C.; WAGNER, R. L.; DIAS, J. H. P.; GOMES, L. C. Utilization of the fish ladder at the Engenheiro Sergio Motta Dam, Brazil, by long distance migrating potamodromous species. **Neotropical Ichthyology**, London, v. 5, n. 2, p. 197-204, June 2007.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce**: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM, 2001. 378 p.
- NORTHCOTE, T. G. Migratory strategies in production in freshwater fishes. In: GERKING, S. D. (Ed.). **Ecology of freshwater fish production**. Oxford: Blakwell Scientific, 1978. p. 326-359.
- OLDANI, N. O.; BAIGÚN, C. R. M.; NESTLER, J. M.; GOODWIN, R. A. Is fish passage technology saving fish resources in the lower La Plata River basin? **Neotropical Ichthyology**, London, v. 5, n. 2, p. 89-102, June 2007.
- PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Fish-passage facilities as ecological traps in large Neotropical rivers. **Conservation Biology**, Boston, v. 22, n. 1, p. 180-188, Mar. 2008.
- PETRETERE JÚNIOR, M. **Migraciones de peces de agua dulce en América Latina**: algunos comentarios. Roma: FAO, 1985. v. 1. (COPESCAL Documento Ocasional).
- POMPEU, P. S. **Estudo da regra operativa e avaliação de um mecanismo de transposição de peixes do tipo elevador com caminhão tanque**. 2005. 121 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente Saneamento e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- QUIRÓS, R. **Structures assisting the migrations of non-salmonid fish**: Latin America. Roma: FAO, 1989. 41 p. (COPESCAL Technical Paper).

STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Tulsa, 2004.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou bem evidenciada, neste trabalho, a grande importância dos estudos de ovos e larvas na compreensão das relações ecológicas dos peixes com o seu ambiente. Os resultados deste estudo ampliam o conhecimento da história natural da ictiofauna da bacia do alto rio Grande, cuja região não havia estudos direcionados aos estágios iniciais dos peixes, fase esta crítica ao sucesso de recrutamento. As informações obtidas neste trabalho servirão como subsídios a futuros programas ambientais que visem principalmente à conservação, preservação e recuperação.

A interação dos fatores abióticos na reprodução dos peixes ficou bem evidenciada pela relação desses fatores na distribuição de ovos e larvas. Esses resultados demonstram que a reprodução dos peixes responde de diferentes modos de acordo com os fatores abióticos vigentes em cada ambiente. No entanto, a presença das barragens na área de estudo tem modificado as condições naturais do rio, justificando a baixa contribuição de ovos e larvas nesses trechos. Cabe ressaltar ainda que a influência sobre a reprodução dos peixes ocorreu pelo sincronismo de dois ou mais fatores ambientais e raramente de forma isolada. Além disso, a baixa influência dos fatores abióticos analisados neste estudo, porém significativa, indica que diversos outros fatores podem influenciar na reprodução dos peixes nos diferentes trechos da bacia do alto rio Grande. A seleção diferenciada dos fatores abióticos favoráveis à reprodução em cada ambiente garante o desenvolvimento e a sobrevivência nas fases iniciais do ciclo de vida dos peixes.

Em ambientes cujo impacto antrópico é elevado, principalmente pela presença de barragens, a identificação de áreas de desovas e de desenvolvimento (lagoas marginais) é de grande importância para a manutenção da integridade dos peixes. No presente estudo, a avaliação da porcentagem de vegetação ciliar

remanescente, número de lagoas marginais e a contribuição de ictioplâncton entre os diferentes tributários e os trechos remanescentes lóticos do rio Grande revelam os rios Aiuruoca e Mortes como as áreas mais importantes a conservação entre os tributários. Já no rio Grande, o trecho situado entre Furnas e Funil foi considerado o mais importante à conservação. Nesse contexto, a manutenção da integridade ambiental desses trechos é fundamental ao sucesso de recrutamento dos peixes da região.

Por fim, foi possível inferir que os reservatórios presentes na bacia do alto rio Grande atuam como bloqueio ao movimento descendente do ictioplâncton. Esse bloqueio além de limitar o alcance dos ovos e larvas às áreas de desenvolvimento das mesmas torna-as confinadas em um espaço possivelmente impróprio (reservatório) ao seu desenvolvimento e com a sobrevivência pouco provável, comprometendo o sucesso de recrutamento.