

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E**  
**ENGENHARIA DE PESCA**

**PATRÍCIA SALETE DAGA**

**Influência da complexidade estrutural sobre a reprodução da ictiofauna: o caso  
das árvores submersas em reservatórios**

Toledo

2012

**PATRÍCIA SALETE DAGA**

**Influência da complexidade estrutural sobre a reprodução da ictiofauna: o caso  
das árvores submersas em reservatórios**

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

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Éder André Gubiani

Toledo

2012

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária  
UNIOESTE/Campus de Toledo.  
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

D125i Daga, Patrícia Salete  
Influência da complexidade estrutural sobre a reprodução  
da ictiofauna : o caso das árvores submersas em reservatórios /  
Patrícia Salete Daga. -- Toledo, PR : [s. n.], 2012.  
30 f. : il. (algumas color.), tab., gráf., maps

Orientador: Dr. Éder André Gubiani  
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e  
Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do  
Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências  
Exatas.

1. Ictiofauna – Heterogeneidade de habitat – Reservatórios  
- Paraná, Rio, bacia – Paraná (Estado) 2. Peixes de água doce  
– Reservatórios - Paraná, Rio, bacia – Paraná (Estado) 3.  
Vegetação submersa – Reservatórios – Paraná, Rio, bacia –  
Paraná (Estado) 4. Ictioplâncton - Reservatórios – Paraná, Rio,  
bacia – Paraná (Estado) I. Gubiani, Éder André, Or. II. T

CDD 20. ed. 639.31098162  
597.09298162

FOLHA DE APROVAÇÃO

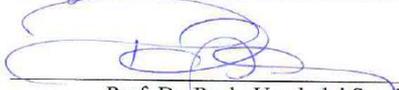
**PATRÍCIA SALETE DAGA**

Influência da complexidade estrutural sobre a reprodução da ictiofauna: o caso dos troncos submersos em reservatórios

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

COMISSÃO EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Eder André Gubiani  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanghes  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes  
Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 30 de julho de 2012.  
Local de defesa: auditório do GERPEL - Unioeste/*Campus* de Toledo

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos, aqueles que, de alguma forma, contribuíram para sua realização.

## AGRADECIMENTO(S)

Agradeço a Deus pelo dom da Vida, pela Sua presença constante em minha vida e por capacitar-me dando sabedoria perante as barreiras encontradas neste período de aprendizado.

Ao Professor Dr. Éder André Gubiani, por sua dedicação, paciência, incentivo e disposição na orientação, sempre compartilhando seus conhecimentos para a realização deste trabalho e minha formação.

Ao professor Dr. Paulo Vanderlei Sanches pelo incentivo e apoio.

Ao Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia – Gerpel, pelo apoio, infra-estruturas e recursos concedidos durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Nadir e Laine, pelo eterno cuidado, dedicação e amor, pelo apoio nos momentos difíceis e de inquietantes decisões e grandes realizações, pois estes não teriam valor se vocês não estivessem comigo. Minhas irmãs Melissa e Medley e minha sobrinha Victória, pelo carinho, amor, apoio e momentos de descontração.

A minha irmã Vanessa, amiga e companheira, por toda ajuda, incentivo e apoio.

A bióloga Tatiane, pela ajuda constante, discussões, apoio e amizade.

Aos Engenheiros de Pesca, Pedro Leandro Rogério da Silva, Vitor André Frana, Tiago Debona e Vinícius Valiente dos Santos pela amizade e constante ajuda.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pelas valiosas contribuições durante o curso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca pelo apoio.

À Bibliotecária Marilene de Fátima Donadel

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pelos momentos de descontração.

Aos membros da banca examinadora, por aceitar o convite de contribuir com o trabalho apresentado.

Aos amigos, José Erickson e Deise Barp, pela amizade, sugestões e conversas.

A todos os amigos e familiares que me apoiaram e compreenderam o motivo da minha ausência em muitos momentos de confraternização.

E a todos os que de alguma maneira contribuíram para a execução desse trabalho, seja pela ajuda constante ou por uma palavra de amizade!

Muito Obrigada!

## Influência da complexidade estrutural sobre a reprodução da ictiofauna: o caso das árvores submersas em reservatórios

### RESUMO

A heterogeneidade do habitat assume que habitats estruturalmente complexos podem aumentar a diversidade de espécies, em ambientes aquáticos esses habitats complexos também tem importante papel na diversidade biológica, nas relações interespecíficas e na produtividade do sistema. Estudos têm demonstrado que, várias espécies de peixes procuram locais com habitats estruturados para se reproduzirem. Assim, este estudo teve por objetivo avaliar a influência da complexidade estrutural fornecida pelas árvores submersas sobre a assembleia ictioplânctônica na área de influência de dois reservatórios da bacia do rio Paraná, demonstrando a importância dos paliteiros para a reprodução da ictiofauna. As amostragens foram realizadas em locais com e sem a presença de árvores submersas nos reservatórios de Mourão e Itaipu, entre os meses de outubro de 2009 a março de 2010. Para as coletas foram utilizadas redes de plâncton cônico-cilíndricas de malha 0,5mm equipadas com medidor de fluxo para obtenção do volume de água filtrada, o processo foi realizado em arrasto contínuo, com uso de duas redes de plâncton. Foram determinadas as abundâncias de larvas, o número de espécies (riqueza), o índice de diversidade de Shannon e determinado os táxons indicadores para cada ambiente analisado através do valor indicador. Para determinar se houberam diferenças espaciais significativas entre as médias dos atributos avaliados foi aplicado um teste t. A composição da assembleia ictioplânctônica nos diferentes ambientes foi sumarizada a partir de uma análise de correspondência (CA). Durante o estudo foram capturados 122.099 indivíduos, pertencentes a 22 espécies, seis ordens, 19 famílias. Destes, 78,84% foram indivíduos capturados em locais sem estrutura, enquanto 21,16% foram capturados em locais estruturados. Para ambos os locais as espécies mais abundantes foram *Hypophthalmus edentatus* e *Plagioscion squamosissimus*. Os locais sem árvores submersas tiveram os maiores valores de riqueza e abundância de espécies o que indica que, as desovas podem estar ocorrendo nas áreas de cabeceira e que tanto os ovos como as larvas são passivamente transportados por correntes de água para áreas de desenvolvimento, localizadas em áreas inferiores do reservatório. Esse estudo demonstrou que, trechos com vegetação submersa desempenham importante papel na reprodução dos peixes na área dos reservatórios amostrados e, por tanto, sua preservação pode ser indispensável para a representação futura de muitas espécies de peixes nesses ambientes.

**Palavras-chave:** Paliteiros. Ictioplâncton. Desenvolvimento inicial.

## Influence of structural complexity on the reproduction of ichthyofauna: the case of submerged trees in Reservoirs

### ***ABSTRACT***

The heterogeneity of the habitat assumes that structurally complex habitats can increase the diversity of species. In aquatic environments these complex habitats also play an important role in the biological diversity, in the interspecific relations and in the system's productivity. Studies have shown that several fish species seek sites with structured habitats for their reproduction. This study intends to evaluate the influence of the structural complexity provided by submerged trees on the ichthyoplankton in the influence area of two reservoirs located in Parana River basin, demonstrating the importance of such sites known as *paliteiros*. The samples were carried out in places with and without the presence of submerged trees from October 2009 to March 2010. For these samples, we used plankton nets with mesh size of 0.5mm equipped with a measurer to obtain the volume of filtered water. The process was realized with continuous drag, using two plankton nets. We determined the abundance of larvae, number of species, Shannon's diversity index and the indicator taxons for each environment analyzed. To determine if there were any significant spatial variation we applied the t-test. The composition of the ichthyoplanktonic assemblage in the different environments was summarized based on a correspondence analysis (CA). During the study 122,099 individuals were captured, belonging to 22 species, six orders, 19 families. Within this sample, 78.84% are individuals captured in environments without any structure, whereas 21.16% are individuals captured in structured environments. In both places the most abundant species were *Hypophthalmus edentatus* and *Plagioscion squamosissimus*. The places with submerged trees presented the highest values in richness and abundance of species, which indicates that spawning may have been occurring in headwaters located in areas with submerged vegetation, and that eggs, as well as larvae, are passively carried by water flows to development areas, located at lower areas in the reservoir. This study indicates that areas with submerged vegetation play a very important part in fish reproduction in the sampled reservoirs and, therefore, their preservation may be indispensable for the future presence of many fish species in these environments.

**Key-words:** Paliteiros. Ichthyoplankton. Early development.

Dissertação elaborada e formatada  
conforme as normas da publicação  
científica *Hydrobiologia*. Disponível em:  
<[http://www.springer.com/life+sciences/  
ecology/journal/10750](http://www.springer.com/life+sciences/<br/>ecology/journal/10750)>

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1 Áreas de estudo .....	14
2.2 Amostragens .....	14
2.3 Análises dos dados .....	16
2.3.1 Atributos da assembleia ictioplanctônica .....	17
2.3.2 Composição da assembleia ictioplanctônica .....	17
3 RESULTADOS .....	18
3.1 Levantamento ictiofaunístico.....	18
3.1.1 Reservatório de Itaipu .....	18
3.1.2 Reservatório de Mourão .....	18
3.2 Atributo e composição da Assembleia ictioplanctônica.....	20
3.2.1 Abundância .....	20
3.2.1.1 Reservatório de Itaipu .....	20
3.2.1.2 Reservatório de Mourão .....	21
3.2.2 Riqueza, diversidade e equitabilidade.....	21
3.2.3 Composição ictioplanctônica .....	22
4 DISCUSSÃO .....	23
5 REFERÊNCIAS .....	26

## 1 INTRODUÇÃO

A hipótese da heterogeneidade do habitat assume que habitats estruturalmente complexos podem promover maior diversidade de nichos permitindo que os organismos explorem os recursos do ambiente de maneira diversificada, resultando no aumento da diversidade em espécies (Bazzaz, 1975, Tews et al., 2004). Em muitos ambientes, as assembleias de plantas determinam a estrutura física e, portanto, promovem efeitos sobre a diversidade, distribuição e interações de espécies animais (Lawton, 1983). Em ambientes aquáticos a heterogeneidade estrutural dos habitats também tem importante papel na diversidade biológica, nas relações interespecíficas e na produtividade do sistema (Agostinho et al., 2007).

Diversos estudos têm demonstrado que várias espécies de peixes procuram locais com habitats estruturados para se reproduzirem. No entanto, a estruturação abordada na maioria desses estudos se limita àquela disponibilizada por macrófitas aquáticas, que, frequentemente representam o compartimento mais diversificado, produtivo e heterogêneo dentro de ambientes aquáticos (Dibble et al., 1996; Oliveira & Goulart, 2000; Agostinho et al., 2003; Meerhoff et al., 2003; Chambers et al., 2008). De maneira semelhante, alguns estudos procuraram avaliar os efeitos da complexidade estrutural proporcionada por troncos submersos em ambientes aquáticos sobre a assembleia de peixes (Ploskey, 1985; Sass et al., 2006; Gois et al., 2012).

Os troncos submersos, inundados durante o período de enchimento de reservatórios, podem ser caracterizados por plantas herbáceas, que sucumbem em poucos dias e por plantas lenhosas, que requerem entre seis meses e um ano para morrerem (Ploskey, 1985). Esses troncos também conhecidos como paliteiros, de forma semelhante às macrófitas aquáticas, fornecem substrato para o desenvolvimento de organismos (perifíton e bentos) utilizados na alimentação da maioria dos peixes, especialmente nas fases iniciais de desenvolvimento. Além disso, servem como locais de reprodução e refúgio, incrementando a sobrevivência de larvas, alevinos e juvenis, devido à maior oferta de abrigo contra predadores, ainda, favorecem a sobrevivência de ovos pela diminuição da ação de ondas, erosão e cargas de sedimento (Dibble et al., 1996; Agostinho et al., 2000).

Com a conseqüente fragmentação dos rios, pela construção de barragens, muitas espécies de peixes migradores e reofílicos são impedidas de completarem seu processo reprodutivo (Agostinho et al., 2008), sendo esses reservatórios, então

colonizados por espécies pré-existentes na bacia e/ou introduzidas, sendo que aquelas com adaptações para vida em ambiente lacustre têm maior probabilidade de sucesso na colonização e exploração do novo ambiente (Fernando & Holcik, 1989; Oliveira & Goulart, 2000; Dias et al., 2007). Entre as pré-adaptações destacam-se aquelas relacionadas às estratégias reprodutivas, pois representam um dos aspectos mais importantes da biologia de uma espécie, visto que de seu sucesso depende a manutenção de populações viáveis (Suzuki & Agostinho, 1997; Agostinho et al., 1999).

As estratégias reprodutivas estão associadas às condições favoráveis ao desenvolvimento inicial dos ovos e larvas, destacando-se locais e épocas com maior disponibilidade de abrigo e alimento, migração, cuidado com a prole, tipo de desova, número e tipo de ovos, tempo de incubação e desenvolvimento embrionário (Nakatani et al., 2001). Dessa forma, estudos sobre a ecologia de peixes dependem do conhecimento prévio do desenvolvimento inicial das espécies, sendo que, larvas são morfológicamente muito diferentes dos adultos e apresentam exigências ecológicas distintas, com particularidades quanto ao habitat, alimentação e comportamento (Leis & Trnski, 1989; Sanches et al., 2001).

Os estágios iniciais de desenvolvimento dos peixes, assim como os adultos, apresentam diferentes padrões de distribuição, tanto espaciais, quanto temporais (Kipper et al., 2011). Dessa forma, pesquisas voltadas às assembleias de larvas de peixes têm buscado compreender por que elas ocorrem em uma determinada área e época, e como a distribuição (espacial e temporal) influencia no processo de recrutamento (Miller, 2002). Essa informação é importante na tomada de medidas efetivas de proteção de populações, no contexto do manejo de reservatórios, visto que o recrutamento depende da integridade dos locais de reprodução e dos criadouros naturais (Agostinho et al., 1993). Assim, troncos submersos, além de aumentarem a complexidade estrutural, serviriam de locais de reprodução, favorecendo o recrutamento.

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a influência da complexidade estrutural fornecida pelos troncos submersos sobre o ictioplâncton na área de influência de dois reservatórios da bacia do rio Paraná, avaliando a importância dos paliteiros para a reprodução da ictiofauna. Pretendemos responder as seguintes questões: Ocorrem diferenças na abundância e nos atributos da assembleia ictioplanctônica entre áreas com e sem estruturação de árvores submersas? Com base na identificação a nível específico: A composição ictioplanctônica difere entre os locais?

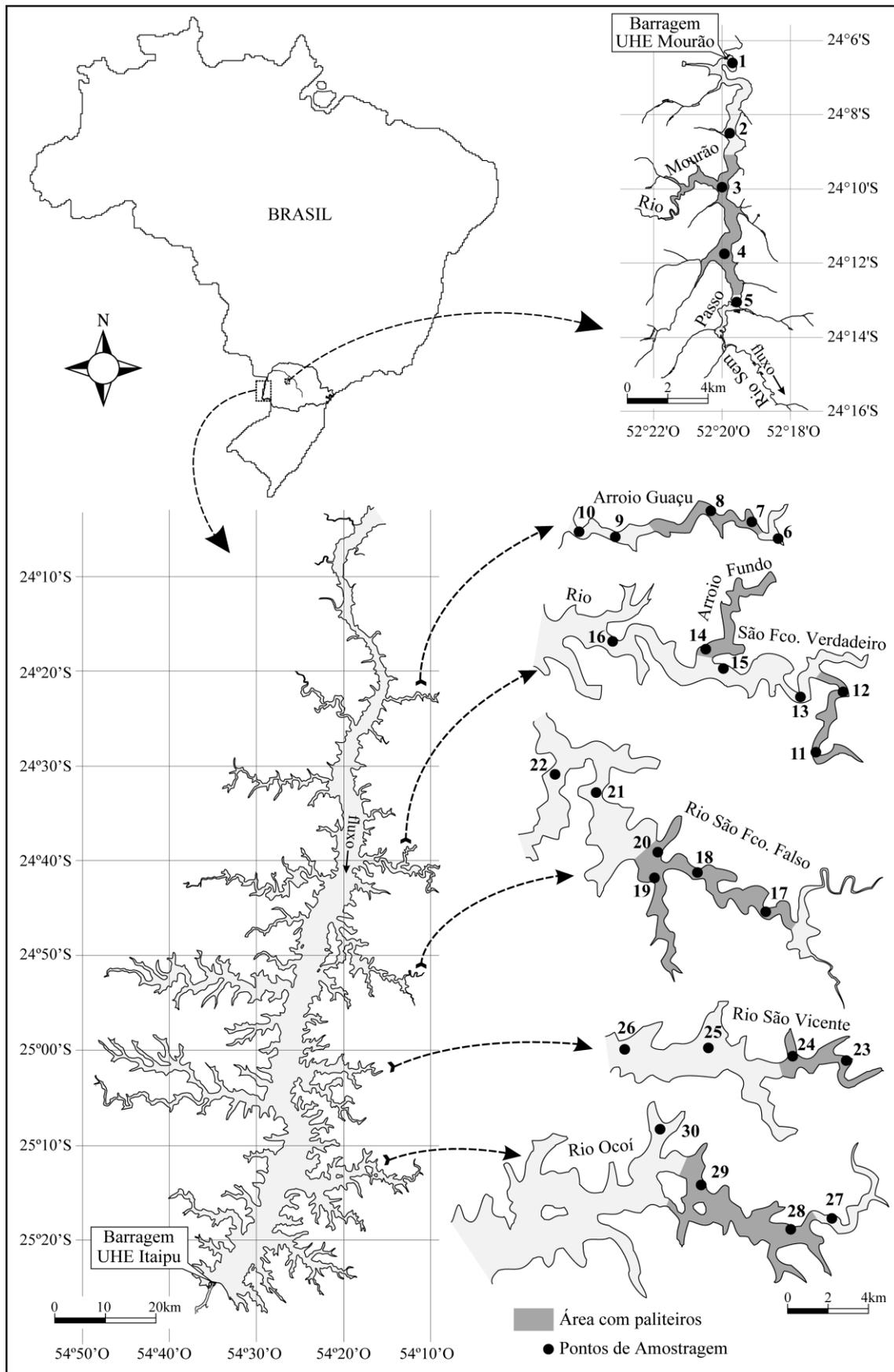
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

Para atingir os objetivos propostos foram realizadas amostragens em locais *sem* e locais *com* a presença de troncos submersos. Para isso, as amostragens foram realizadas em dois reservatórios da bacia do alto rio Paraná: reservatório de Itaipu e o reservatório de Mourão, que apesar de serem reservatórios com idades e tamanhos distintos apresentam ambientes estruturados. (Fig. 1).

O reservatório da usina hidrelétrica de Mourão está localizado no terceiro Planalto, na região limite entre o noroeste e o sudoeste do Estado do Paraná, no município de Campo Mourão (52°20' W e 24°04'S). O reservatório de Mourão foi formado em 1964 pelo barramento do rio Mourão, afluente de margem esquerda do rio Ivaí, bacia do alto rio Paraná, ocupa uma área de 11,3 km<sup>2</sup>, opera a fio d'água, possui tempo de residência médio de 70 dias (Júlio Jr. et al., 2005). Antes da formação do reservatório houve remoção parcial da vegetação arbórea em algumas áreas, decorridos mais de 40 anos, as áreas não submetidas à limpeza ainda apresentam os troncos parcialmente emersos dominando a paisagem (Gois et al., 2012).

O reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu, formado em 1982, está localizado no alto rio Paraná, na divisa Brasil-Paraguai (24°05'-25°33' S, 54°00'-54°37' O). Possui uma área inundada de 1.350 km<sup>2</sup> e aproximadamente 150 km de extensão, com profundidade média de 22 m, podendo alcançar 170 m próximo à barragem, com tempo de residência da água que dura em média 40 dias. Esse reservatório apresenta três zonas distintas (fluvial, transição e lacustre), considerando os gradientes longitudinais existentes na taxa de sedimentação, nas características limnológicas e na composição da ictiofauna (Okada et al., 2005, Gois et al., 2012). Em alguns trechos desse reservatório ocorre a presença de vegetação arbórea submersa.



**Fig. 1** Localização dos pontos de amostragem, nas áreas de influência dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Mourão e Itaipu, Paraná.

## 2.2 Amostragens

As amostragens no reservatório de Mourão foram realizadas mensalmente de outubro de 2009 a março de 2010. Para as coletas foram estabelecidos 5 pontos fixos de amostragem ao longo do reservatório, sendo 3 pontos nas áreas com paliteiros e 2 pontos nas áreas sem árvores submersas (Fig. 1). Para o reservatório de Itaipu foram estabelecidos 25 pontos fixos, sendo 13 em áreas com árvores submersas e 12 em áreas sem árvores submersas (Fig. 1), as amostragens foram realizadas mensalmente entre outubro de 2009 e março de 2010.

Em ambos os reservatórios as coletas foram realizadas com redes de plâncton cônico-cilíndricas de malha 0,5 mm, equipadas com medidor de fluxo (Flowmeter), para a tomada dos valores de volume de água filtrada. A coleta foi realizada em arrasto contínuo, que consiste na utilização de duas redes de plâncton operadas a partir do anoitecer, em arrastos horizontais na superfície da água, com o barco em baixa velocidade ( $\pm 5$  km/h), durante 10 minutos. As redes foram operadas alternadamente, ou seja, após os dez primeiros minutos a segunda rede foi lançada a água, sendo realizado o mesmo processo até a porção lótica dos tributários.

As larvas de peixes capturadas foram anestesiadas com hidrocloreto de benzocaína, segundo a resolução N° 714, de 20 de Junho de 2002 do Conselho Federal de Medicina Veterinária, que dispõe sobre os procedimentos e métodos de eutanásia em animais que sejam objeto de ensino ou pesquisa. Após esse procedimento, o material foi armazenado em frascos plásticos (500 ml), identificados quanto ao local e data da coleta e fixados em formol a 4,0%, tamponado com carbonato de cálcio.

No laboratório, com uso de microscópio estereoscópico em aumento de 10 vezes e sob placa de acrílico tipo Bogorov, o material foi triado, sendo, larvas e jovens separados do restante do plâncton.

## 2.3 Análise dos dados

As abundâncias de larvas de peixes foram padronizadas para um volume de  $10\text{ m}^3$  de água filtrada, segundo Tanaka (1973), modificado por Nakatani et al. (2001). As larvas foram identificadas ao menor nível taxonômico possível, conforme Nakatani et al. (2001), e aquelas que não apresentaram características que permitissem sua identificação, foram enquadradas em nível de Ordem ou Família. O enquadramento

taxonômico das espécies capturadas segue a classificação proposta por Reis et al. (2003) e Graça & Pavanelli (2007).

Em função dos objetivos desse estudo, verificamos a contribuição específica por espécies, para isso as análises foram realizadas com dados de abundância das larvas identificadas a nível específico, com exceção da comparação da abundância total entre os locais, em que foram usados dados de todas as larvas capturadas.

### 2.3.1 Atributos da assembleia ictioplanctônica

A riqueza foi expressa pelo número de espécies para cada amostra (com e sem árvores submersas), a equitabilidade e o índice de diversidade de Shannon (Magurran, 1988) foram calculados por amostra. O índice de Shannon ( $H'$ ) é definido

como  $H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$ , onde:  $s$  = número de espécies; e  $p_i$  = proporção da espécie  $i$ . A

equitabilidade ( $E$ ) foi calculada de acordo com a expressão  $E = \frac{H'}{\ln S}$ , onde:  $H'$  = índice

de diversidade de Shannon e  $S$  = número de espécies. Para determinar se houveram diferenças espaciais significativas entre as médias dos atributos avaliados foi aplicado um teste  $t$ . Quando os pressupostos não foram atingidos, os dados foram transformados (Rank; Conover e Iman, 1981), aos dados transformados foi aplicado novamente um teste  $t$ , avaliando-se os pressupostos. Se ainda assim os pressupostos não foram atingidos foi utilizado um teste similar não-paramétrico (teste de Mann – Whitney).

### 2.3.2 Composição da assembleia ictioplanctônica

Para analisar os padrões de distribuição espacial da assembleia de peixes foi utilizada a abordagem de análise de gradiente indireta (Gauch, 1986). A composição da ictiofauna nos diferentes ambientes foi sumarizada a partir de uma análise de correspondência (CA). Os eixos selecionados para interpretação foram aqueles que apresentaram maior proporção de variância explicada. Para testar diferenças espaciais significativas na composição da assembleia ictioplanctônica entre os locais com e sem árvores submersas foi utilizada uma análise de variância permutacional multivariada (PERMANOVA; Anderson, 2001), sobre os dados transformados pelo índice de dissimilaridade de Bray-Curtis entre as amostras. Para aplicação da PERMANOVA o

desenho amostral deve ser balanceado. Então, nós utilizamos um procedimento de sub-amostragem, a opção “subset/random” do *software* Statistica™ 7.0, para essa padronização.

O método do valor indicador (IndVal; Dufrêne & Legendre, 1997), que combina a abundância relativa dos táxons por períodos e ambientes com a frequência relativa de ocorrência dos mesmos, foi usado para indicar a preferência de cada espécie por determinado ambiente. O valor indicador de uma espécie varia de 0 a 100 e alcança seu valor máximo quando todos os indivíduos de um táxon ocorrem em todos os locais dentro de um único grupo. Para testar a significância do valor indicador para cada espécie foi usado o procedimento de randomização de Monte Carlo com 1000 permutações.

A riqueza de espécies, CA, PERMANOVA e IndVal foram computadas utilizando o *software* PC-Ord® 4.0 (McCune e Mefford, 1999). As análises de teste t e Mann-whitney foram feitas usando o *software* Statistica™ 7.0. O nível de significância estatístico adotado para todas as análises foi de  $p < 0,05$ .

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Levantamento Ictiofaunístico

##### 3.1.1 Reservatório de Itaipu

Durante o período de coletas foram capturados 119.522 indivíduos, pertencentes a 22 espécies, 14 gêneros, seis ordens e 19 famílias (Tabela I). Desse total, 82,24% são de indivíduos capturados nos locais sem árvores submersas, enquanto que 17,75% são de indivíduos capturados em locais com árvores submersas.

As espécies mais abundantes foram *Hypophthalmus edentatus* (70,50%), *Plagioscion squamosissimus* (3,48%) e *Pterodoras granulosus* (3,07%).

##### 3.1.2 Reservatório de Mourão

Durante o período de estudos foram coletadas 2.476 larvas, pertencentes a duas espécies, três gêneros, seis famílias e quatro ordens (Tabela I). Desse Total 33,56% são de indivíduos capturados nos locais com árvores submersas, enquanto que 64,67% são de indivíduos capturados em locais sem árvores submersas. A espécie mais abundante foi *P. squamosissimus* (90,67%).

**Tabela I** – Enquadramento taxonômico e abundância das espécies de larvas de peixes amostradas na área de influência dos reservatórios de Mourão e Itaipu, em locais sem árvores submersas (S) e com árvores submersas (C), durante o período de janeiro de 2009 a julho de 2010. (\*\* = espécies introduzidas).

ESPÉCIES	ITAIPU		MOURAO	
	C	S	C	S
<b>Classe Osteichthyes</b>				
<b>Ordem Characiformes</b>	628,93	1215,66	9,85	9,58
Família Parodontidae				
<i>Apareiodon</i> spp.	24,21	20,30	0,12	
Família Anostomidae	1,38	19,72	0,16	
<i>Leporinus</i> spp.	0,01		0,48	
Família Characidae				
<i>Astyanax</i> spp.		0,10		
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000 "lambari -do-rabo-amarelo"		2,36		
<i>Bryconamericus</i> spp.	154,43	203,38		
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911 "lambarizinho"	0,33			
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882) "mato-grosso"	0,26	0,24		
<i>Hyphessobrycon</i> sp. "mato-grosso"	32,94	80,70		
<i>Moenkhausia</i> spp.	10,33	10,46		
<i>Moenkhausia</i> aff. <i>intermedia</i> Eigenmann, 1908 "lambari"	5,00	4,31		
<i>Moenkhausia</i> aff. <i>sanctaeofilomenae</i> (Steindachner, 1907) "lambari-do-olho-vermelho"			0,11	
<i>Brycon orbignyanus</i> (Valenciennes, 1850) "piracanjuba"		0,57		
<i>Roeboides descavadensis</i> (Pignalberi, 1975) "dentado"	0,12	0,68		
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915) "lambari"	0,27			
<i>Salminus</i> spp.		0,70		
<i>Serrasalmus</i> spp.	5,09	4,09		
<i>Aphyocharax</i> spp.	8,90	0,60		
Família Acestrorhynchidae				
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) "peixe-cachorro"	0,44			
Família Cynodontidae				
<i>Rhaphiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz, 1829 "cachorra"		0,66		
Família Erythrinidae				
<i>Hoplias</i> spp.	7,86	7,86	0,93	
<b>Ordem Siluriformes</b>	1,22	12,72		0,18
Família Cetopsidae				
<i>Cetopsis gobioides</i> (Kner, 1985) "candiru"		0,23		
Família Callichthyidae				
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828) "caborja"		0,10		
Família Loricariidae				
<i>Loricariichthys platymetopon</i> Isbrücker & Nijssen, 1979 "cascudo-chinelo"	0,30	0,14		
<i>Pterygoplichthys anisitsi</i> Eigenmann & Kennedy, 1903 "cascudo-pintado"	1,50	0,34		
Família Heptapteridae				

Continuação...

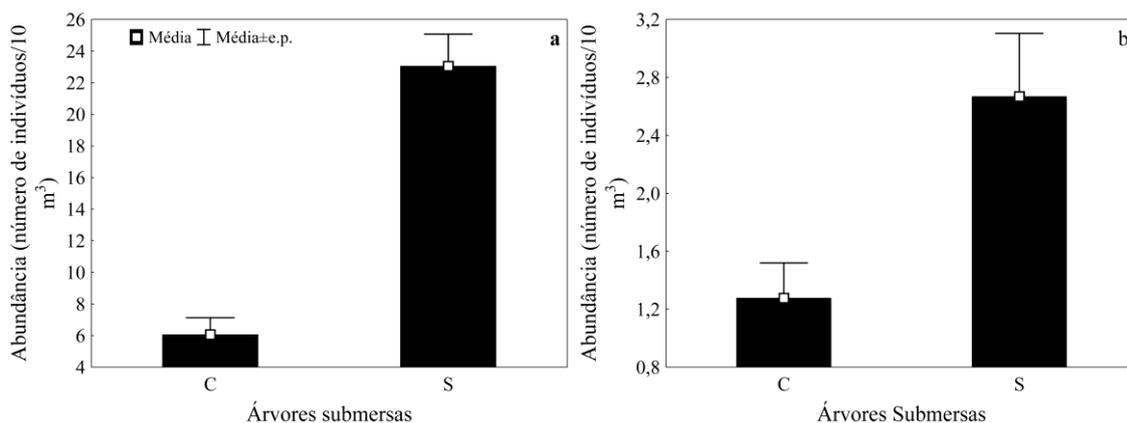
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824) "jundiá"		0,57		
Família Pimelodidae	0,10	27,45		
<i>Pimelodus</i> spp.		1,45		
<i>Hypophthalmus edentatus</i> Spix & Agassiz, 1829 "sardela"	1114,93	7418,45		
<i>Pseudoplatystoma</i> spp.	0,11	15,70		
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider, 1801) "sorubim"		2,59		
<i>Zungaro zungaro</i> (Humboldt, 1821) "jaú"		0,23		
Família Doradidae				
<i>Pterodoras granulosus</i> (Valenciennes, 1821) "armado"	2,23	370,03		
Família Auchenipteridae				
<i>Ageionosus</i> spp.		0,22		
<i>Auchenipterus ostemystax</i> (Miranda-Ribeiro, 1918) "palmito"	14,99	20,57		
<i>Parauchenipterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766) "cangati"	0,12	0,21		
<b>Ordem Gymnotiformes</b>	0,10			
Família Gymnotidae				
<i>Gymnotus</i> spp.	1,13	2,83		
Família Sternopygidae				
<i>Eigenmania</i> spp.		0,10		
<b>Ordem Synbranchiformes</b>				
Família Synbranchidae				
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795 "muçum"	3,52	0,11	0,15	0,11
<b>Ordem Perciformes</b>				
Família Sciaenidae				
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840) "curvina"***	76,18	346,03	117,30	190,85
Família Cichlidae	0,10	0,11	0,41	
<b>Ordem Pleuronectiformes</b>				
Família Achiridae				
<i>Catathyridium jenynsii</i> (Günther, 1862) "linguado"	51,85	164,22		
<b>Riqueza total de espécies</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Riqueza de espécies nativas</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Riqueza de espécies introduzidas</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Média da abundância total de indivíduos</b>	<b>2148,88</b>	<b>9956,90</b>	<b>129,40</b>	<b>200,72</b>

### 3.2 Atributos da assembleia ictioplanctônica

#### 3.2.1 Abundância

##### 3.2.1.1 Reservatório de Itaipu

A abundância da assembleia diferiu significativamente entre os locais amostrados ( $t = -6,85$   $p < 0,01$ ). Sendo que, os maiores valores de abundância foram observados nas áreas sem paliteiros (23,04 ind./10m<sup>3</sup>; Fig. 2a), enquanto que, em áreas com paliteiros os valores de abundância foram de 6,05 ind./10m<sup>3</sup> (Fig. 2a).



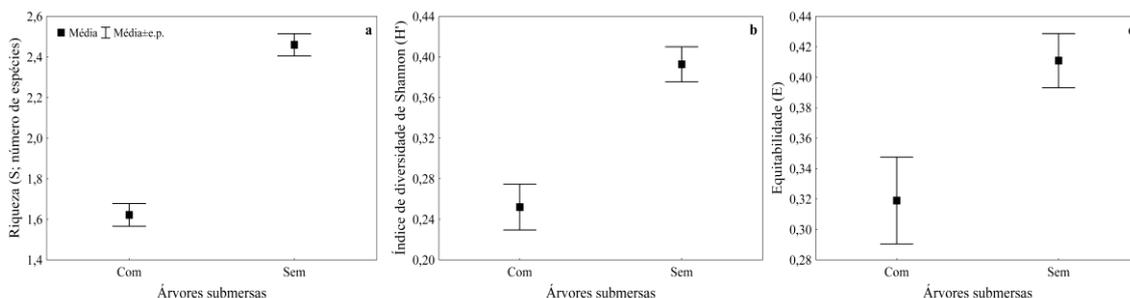
**Fig. 2** Variação espacial da abundância da assembleia ictioplanctônica, nas áreas com e sem árvores submersas, na área de influência dos reservatórios de Itaipu (a) e Mourão (b), durante outubro de 2009 e março de 2010. (teste t;  $p < 0,05$ ). (e.p. = erro padrão).

### 3.2.1.2 Reservatório de Mourão

A abundância média apresentou diferenças significativas quanto ao tipo de habitat ( $t = -2,95$   $p < 0,01$ ), sendo que as capturas médias nos locais sem árvores submersas foram maiores (2,67 ind./10m<sup>3</sup>; Fig. 2b) do que as capturas médias em locais com árvores submersas (1,27 ind./10m<sup>3</sup>; Fig. 2b).

### 3.2.2 Riqueza, diversidade e equitabilidade

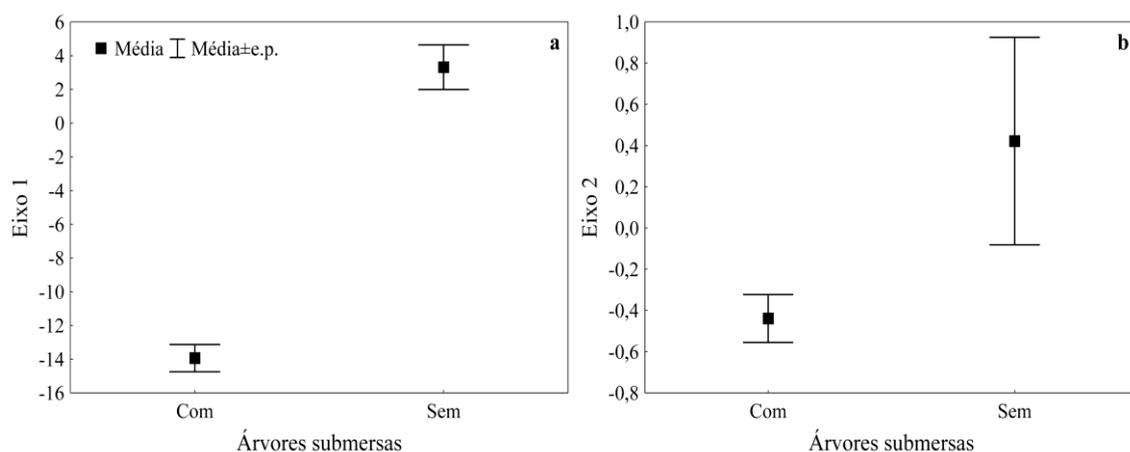
Os atributos da assembleia ictioplanctônica foram avaliados somente para o reservatório de Itaipu. Para o reservatório de Mourão foram capturadas larvas identificadas até o nível específico de somente duas espécies. Desse modo, para o reservatório de Itaipu, diferenças significativas foram verificadas para riqueza de espécies ( $t_{1,567} = -9,41$   $p < 0,01$ ), diversidade ( $t_{1,567} = -4,75$   $p = 0,01$ ) e equitabilidade ( $t_{1,567} = -2,83$   $p < 0,01$ ) entre os locais com e sem árvores submersas. Maiores valores médios de riqueza, diversidade e equitabilidade foram registrados em locais sem árvores submersas ( $S = 2,46$ ;  $H' = 0,39$ ;  $E = 0,41$ ; Fig. 3a, b e c, respectivamente).



**Fig. 3** Variação espacial da riqueza de espécies (S; a), diversidade ( $H'$ ; b) e equitabilidade (E; c) da assembleia ictioplanctônica, nas áreas com e sem árvores submersas, na área de influência do reservatório de Itaipu, durante o período de outubro de 2009 a março de 2010. e.p. = erro padrão.

### 3.2.3 Composição ictioplanctônica

Como citado para os atributos, a composição ictioplanctônica foi avaliada somente para o reservatório de Itaipu. A análise de correspondência (CA) resumiu a composição da assembleia de larvas de peixes e separou os locais considerados neste estudo (Fig. 4a e b). Nessa análise, dois eixos foram retidos para interpretação (variância acumulada explicada = 90,23%;). Entretanto, o eixo 1 foi responsável pelo principal padrão na distribuição espacial (variância explicada = 79,01 %), o qual revelou a separação entre os locais, em relação à composição das espécies nas áreas com e sem árvores submersas.



**Fig. 4** Escores dos eixos retidos (Eixo 1, a e Eixo 2, b) para interpretação da análise de correspondência (CA) para assembleia ictioplanctônica dos locais com e sem árvores submersas, na área de influência do reservatório de Itaipu, durante o período de outubro de 2009 a março de 2010. (e.p. = erro padrão).

A análise de variância não paramétrica de permutação (PERMANOVA) revelou diferenças espaciais significativas na composição da assembleia ictioplanctônica entre os locais pré-definidos (pseudo- $F_{1; 89} = 4,22$ ;  $p < 0,01$ ). Essa

diferença ficou evidente na distribuição média dos escores do eixo 1, demonstrando que, a composição da assembleia ictioplanctônica de locais com e sem árvores submersas é distinta.

Os locais com e sem árvores submersas foram caracterizados por diferentes espécies indicadoras (IndVal; Tabela II). Cinco espécies, *C. jenynsii*, *H. edentatus*, *P. squamosissimus*, *P. granulatus* e *S. lima* foram indicadoras de locais sem árvores submersas. Por outro lado, somente uma espécie, *A. osteomystax*, foi indicadora de locais com a presença de árvores submersas.

Tabela II – Sumário da análise de valor indicador mostrando a abundância relativa, frequência relativa e o valor indicador para as espécies e os locais amostrados (locais Sem e Com vegetação submersa; somente espécies com valores significativos). (Negrito indica valor indicador significativo ( $p < 0,05$ ; teste de permutação de Monte Carlo).

Espécies	Abundância Relativa		Frequência Relativa		IndVal	
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
<i>A. osteomystax</i>	35	65	8	24	3	<b>16</b>
<i>C. jenynsii</i>	74	26	43	19	<b>32</b>	5
<i>H. edentatus</i>	89	11	79	54	<b>70</b>	6
<i>P. squamosissimus</i>	67	33	65	34	<b>43</b>	11
<i>P. granulatus</i>	98	2	22	4	<b>21</b>	0
<i>S. lima</i>	100	0	3	0	<b>3</b>	0

#### 4 DISCUSSÃO

A manutenção de árvores submersas em reservatórios apresenta inúmeras vantagens para a ictiofauna, especialmente por disponibilizar locais de reprodução para peixes (Agostinho & Gomes, 1997; Agostinho et al., 2007). De acordo com Agostinho et al. (2007), estudos que demonstram a importância da vegetação alagada sobre a reprodução de peixes em regiões Neotropicais são escassos. Nesse sentido, os resultados deste estudo confirmam a importância de árvores submersas para a reprodução de peixes Neotropicais em reservatórios. Apesar de pouco evidente para os atributos da assembleia de larvas de peixes, a quantidade de larvas recém eclodidas e larvas não identificadas em locais com a presença de árvores submersas demonstra que esses habitats são utilizados para desova e desenvolvimento inicial da ictiofauna.

Diversas são as razões que proporcionam a ictiofauna adulta, à busca de habitats variados. A existência de ambientes espacialmente complexos, como paliteiros,

pode criar manchas de elevada diversidade e maior capacidade biogênica dentro do represamento, uma vez que, esses locais oferecem condições de abrigo, alimentação e reprodução para as espécies (Agostinho et al., 2007; Gois et al., 2012). Áreas com vegetação submersa alagada favorecem o recrutamento de novos indivíduos aos estoques pesqueiros, indicando que pescarias nesses locais, podem ter maior rendimento (Agostinho et al., 2007). Ainda, a complexidade estrutural em ambientes represados atua protegendo assembleias de jovens e pequenos peixes, reduzindo os efeitos de predação e competição entre as espécies e diversificando os elos da cadeia trófica (Warfe & Barmuta, 2004; Carey et al., 2010; Dibble & Pelicice, 2010; Gois et al., 2012).

Muitas espécies, especialmente as sedentárias, estão condicionadas à represamentos, mas dependem de outros ambientes para completar seu ciclo de vida, principalmente relacionadas à reprodução (Agostinho et al., 1995). A alta ocorrência e abundância de larvas nos locais sem árvores submersas indicam que as desovas podem estar ocorrendo nas áreas de cabeceiras localizadas nas áreas com vegetação submersa, uma vez que, diversas espécies utilizam a vegetação terrestre submersa como substrato para desova e que tanto os ovos como larvas são passivamente transportados por correntes de água para áreas de desenvolvimento, localizadas em áreas inferiores como remansos, lagoas, canais secundários com velocidade de fluxo baixo e vegetação marginal (Agostinho et al., 2007; Gogola et al., 2010).

*Plagioscion squamosissimus* foi a única espécie introduzida capturada nesse estudo e não demonstrou preferências por habitats estruturados. A corvina é uma espécie dominante na maioria dos reservatórios, pois possui pré-adaptações à reprodução em ambientes lênticos, como desovas parceladas, ovos pelágicos e pequenos, com gotículas de óleo (que facilitam sua flutuação na região limnética) e de rápido desenvolvimento, além de capacidade de ocupar habitats variados e hábito alimentar variado durante o período larval (Agostinho et al., 1999; Nakatani et al., 2001; Manetta et al., 2005).

Algumas espécies de peixes, quando em período inicial de vida, possuem uma dieta diferencial, portanto, o ambiente de desova e de desenvolvimento inicial é importante para a sobrevivência das espécies, locais estruturados fornecem substratos para o perifíton e macroinvertebrados bentônicos que são importantes fontes alimentares para peixes (Agostinho et al., 2000). Além disso, para algumas espécies de larvas os itens mais consumidos são zooplâncton seguido de fitoplâncton, o que indica que algas

perifíticas, características de locais estruturados, também são fontes de alimento para os estágios iniciais de desenvolvimento.

De acordo com Manetta et al. (2005) a ontogenia no período larval consiste em intensas transformações morfológicas que conduzem a mudanças na dieta ou mesmo na utilização do hábitat, sendo que o tamanho larval, a capacidade de utilizar recursos, bem como o caráter de interação com outros indivíduos influenciam essas mudanças (Werner & Gilliam, 1984). Nesse estudo, as espécies mais abundantes em locais com e sem árvores submersas foram *H. edentatus* e *P. squamosissimus*, que apesar de possuírem hábitos alimentares diferentes quando adultas, exploram o mesmo hábitat pelágico (Manetta et al., 2005).

As espécies indicadoras de locais sem árvores submersas se caracterizam por terem estratégias reprodutivas amplas, as quais promovem seu sucesso reprodutivo nos mais variados ambientes. Em geral, os aspectos biológicos de *H. edentatus*, *S. lima*, *P. squamosissimus* e *C. jenynsii* são caracterizados por ovos pelágicos, desova sazonal e parcelada, sem a realização de migrações reprodutivas, sendo o cuidado com a prole dispensado (Suzuki, 1992; Araújo-Lima & Oliveira, 1998; Manetta et al., 2005). Enquanto que, para *P. granulatus*, alguns aspectos biológicos são diferentes, como desova massiva e intensa e a realização de grandes migrações reprodutivas, sendo que, seus ovos pelágicos desenvolvem e eclodem enquanto derivam e as larvas são conduzidas para os ambientes aquáticos marginais (Nakatani et al., 1997; Agostinho et al., 2004).

Já para locais com a presença de árvores submersas apenas uma espécie foi indicadora, *A. osteomystax*, sendo que a abundância das larvas está relacionada com as características reprodutivas da espécie, como desova parcelada, fecundação interna e que geralmente ocorre em águas calmas, rios e igarapés, entre troncos e galhos caídos, os ovos são adesivos, podendo ser depositados na vegetação submersa (paliteiros) (Nakatani et al., 2001; Vazzoler, 1996). Características semelhantes foram observadas por Nakatani et al. (2001) para a espécie de cascudo, *L. platymetopon*, que desova em brejos e lagoas, sendo os ovos adesivos, o que reforça a ideia de que os troncos submersos podem ser um substrato ideal para a deposição de ovos.

Atividade reprodutiva foi constatada nos dois ambientes, sendo que as espécies mais abundantes coincidiram para os locais com e sem árvores submersas, tendo como diferencial a abundância dos indivíduos. Dessa forma, se pode afirmar que a maioria das espécies requer ambientes estratégicos para a reprodução, sendo estes

ambientes: lóticos, de cabeceira e lagoas marginais, próximas a trechos lóticos, sem ou com presença de vegetação submersa. E ainda, o sucesso de algumas espécies pode estar relacionado a detalhes como o substrato em que os ovos são depositados e/ou à exigência de ambientes lóticos para a desova (Orsi, 2010). A maior abundância de larvas recém eclodidas e não identificadas nas áreas com paliteiros indica que além de propícios para a desova das espécies, esses locais servem de refúgio para o ictioplâncton que deriva.

Portanto, esse estudo indicou que existem diferenças na abundância do ictioplâncton entre as áreas estudadas, locais com árvores submersas apresentaram menor abundância e riqueza de espécies, enquanto que a composição da assembleia nos dois locais foi predominantemente de espécies sedentárias de pequeno e médio porte. Conforme Agostinho et al. (2000; 2007) locais com troncos submersos são áreas utilizadas por diversas espécies de peixes durante o período reprodutivo, podendo ser também local de crescimento para jovens e, por isso devem ser preservadas, já que a heterogeneidade de habitats promove diversidade de nichos, o que resulta em impactos positivos sobre o sucesso reprodutivo, crescimento, sobrevivência de jovens e recrutamento de novos indivíduos aos estoques pesqueiros. Esses trechos com vegetação submersa estão desempenhando importante papel na reprodução dos peixes na área dos reservatórios estudados, dessa forma, sua preservação pode ser indispensável para a representação futura de muitas espécies de peixes nesses ambientes. Portanto, não se deve considerar a remoção total da vegetação, e sim restringir ao necessário para manter um nível de qualidade da água aceitável, mesmo com processos de anoxia transitórios.

## 5 REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A., F. M. Pelicice, & L. C. Gomes. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 68, no. 4, p. 1119-1132.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes & F. M. Pelicice. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Eduem, Maringá.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, S. Verissimo, & E. K. Okada. 2004. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14:11-19.

- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, & H. F. Júlio Jr. 2003. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. In *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas* (S.M. Thomaz & L.M. Bini, eds). Eduem, Maringá, p. 261-279.
- Agostinho, A. A., L. E. Miranda, L. M. Bini, L. C. Gomes, S. M. Thomaz & H. I. Suzuki. 1999. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on ageing. In: Tundisi, J.G. & M. Straskraba, (eds.). *Theoretical Reservoir Ecology and its Applications*. International Institute of Ecology (IEE)/Backhuys Publishers/Bazilian Academy of Sciences, São Carlos/Leiden/R.Janeiro.
- Agostinho, A. A. & L. C. Gomes. 1997. Manejo e monitoramento de recursos pesqueiros: perspectivas para o Reservatório de Segredo. In: Agostinho, A. A. & L. C. Gomes, (eds). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá, EDUEM. p.319-364.
- Agostinho, A. A., A. E. A. M. Vazzoler & S. M. Thomaz. 1995. The high Paraná River basin: limnological and ichthyological aspects. Pp. 59-103. In: Tundisi J. G., C. E. M. Bicudo & T. Matsumura-Tudinsi, (eds.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro, ABC/SBL.
- Agostinho, A. A., A. E. de M. A. Vazzoler, L. C. Gomes & E. K. Okada. 1993. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* em distintas fases del ciclo de vida, em la planicie de inundación del alto rio Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Hydrob. Trop.*, v.26, n.1, p.79-90.
- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analyses of variance. *Austral Ecol.*, v.26, p.32-46.
- Anderson, M. J. 2005. PERMANOVA: a FORTRAN computer program for nonparametric multivariate analysis of variance. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand.
- Araújo-Lima, C. A. R. M & E. C. Oliveira. 1998. Transport of larval fish in the Amazonian. *J. Fish Biol.* 53:297-306.
- Avma (2001) Panel on euthanasia. Report of the AVMA panel on euthanasia. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 218(5): 669-696.
- Bazzaz, F.A. 1975. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. - *Ecology* 56: 485-488.
- Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & J. C. Garavello. 2000. Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica. Londrina, UEL. 64p.
- Carey, M. P., K. O. Maloney, S. R. Chipps & D. H. Wahl, 2010. Effects of littoral habitat complexity and sunfish composition on fish production. *Ecology of Freshwater Fish* 19 :466-476.
- Chambers PA, P. Lacoul, K. J. Murphy & S. M. Thomaz. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia* 595:9-26

- Conover, W. J. & R. L. Iman. 1981. Rank transform as a bridge between parametric and nonparametric statistics. *The American Statistician*, 35: 124–133.
- Dias, R. M.; Bailly, D., Antônio, R. R., Suzuki, H. I. & A. A. Agostinho. 2005. Colonization of the Corumbá Reservoir (Corumbá River, Paraná River Basin, Goiás State, Brazil) by the "lambari" *Astyanax altiparanae* (Tetragonopterinae; Characidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. Vol.48, n. 3 : pp. 467-476.
- Dibble, E. D., K. J. Killgore & S. L. Harrel, 1996. Assessment of fish-plant interactions. In Miranda, L. E. & D. R. DeVries, (eds), *Multidimensional approaches to reservoir fisheries management*. American Fisheries Society Symposium, 16, Bethesda 357–372.
- Dibble, E. D. & F. M. Pelicice. 2010. Influence of aquatic plant-specific habitat on an assemblage of small neotropical floodplain fishes. *Ecology of Freshwater Fish* 19:381-389
- Dufrêne, M. & P. Legendre. 1997. Species assemblages and Indicator Species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, v. 67. p. 345-366.
- Fernando, C. H. & J. Holcík. 1991. Fish in reservoirs. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie* 76: 149-167.
- Gauch, Jr., H. G. 1986. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gogola, T. M., V. S. Daga, P. R. L. da Silva, P. V. Sanches, É. A. Gubiani, G. Baumgartner & R. L. Delariva. 2010. Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. *Neotropical Ichthyology*, 8(2):341-349.
- Gois, K. S., R. R. Antonio, L. C. Gomes, F. M. Pelicice & A. A. Agostinho. 2012. The role of submerged trees in structuring fish assemblages in reservoirs: two case studies in South America. *Hydrobiologia* 1-11.
- Graça, W. J. & C. S. Pavanelli. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Eduem, Maringá.
- Julio Jr. H. F., S. M. Thomaz, A. A. Agostinho & J. D. Latini. 2005. Distribuição e caracterização dos Reservatórios. In Rodriguez L., S. M. Thomaz, Agostinho A. A. & L. C. Gomes (orgs), *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. RiMa, São Carlos.
- Kipper, D.; A. Bialezki & M. Santin. 2011. Composição Taxonômica da assembleia de larvas de peixes no reservatório de Rosana, Rio Paranapanema, Brasil. *Biota Neotropica*, 11(1):421-426.
- Lawton, J. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. - *Annual Review of Entomology* 28: 23-39.

- Leis, J. M. & T. Trnski, 1989. The larvae of Indo-Pacific shorefishes. New South Wales University Press, Sydney and University Press of Hawaii, Honolulu, 371p.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. London: Croom Helm. 179p.
- Manetta, G. I., E. Benedito-Cecílio & A. Bialetzki. 2005. Dieta de larvas (*Hypophthalmus edentatus* e *Plagioscion squamosissimus*). In: A planície de inundação do Alto rio Paraná. PELD – Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração. (Ed), Agostinho, A. A, S. M. Thomaz, L. Rodrigues & L. C. Gomes. Maringá. p.152-161.
- McCune, B. & M. J. Mefford. 1999. Multivariate analysis on the PC-ORD system. Version 4. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Meerhoff M, N. Mazzeo, B. Moss & L. Rodríguez-Gallego. 2003. The structuring role of freefloating versus submerged plants in a subtropical shallow lake. *Aquat Ecol* 37: 377–391
- Miller, T. J. 2002. Physical and ecological processes in ichthyoplankton assemblages. In: Fuiman L. A. & R. G. Werner, (ed). Concepts in fishery science: the unique contributions of early life stages. Blackwell Sciences, New York.
- Nakatani, K., A. A. Agostinho, G. Baumgartner, A. Bialetzki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis & C. S. Pavanelli, 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. EDUEM, Maringá, 378 p.
- Nakatani, K., G. Baumgartner, & M. Cavichioli. 1997. Ecologia de ovos e larvas de peixes. In: Vazzoler, A. E. A. de M.; A. A. Agostinho & N. S. Hahn, (ed). A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. EDUEM: Maringá.
- Oliveira, E. F. & E. Goulart. 2000. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. *Acta Scientiarum: Biological Sciences* 22(2): 445-453.
- Okada, E. K., A. A. Agostinho, L. C. Gomes. 2005. Spatial and temporal gradients in artisanal fisheries of a large Neotropical reservoir, the Itaipu Reservoir, Brazil. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62: 714–724.
- Orsi, M. L. 2010. Estratégias reprodutivas de peixes da Região média-baixa do Rio Paranapanema, Reservatório de Capivara. São Paulo. Blucher Acadêmico. 115p.
- Ploskey, G. R. 1985. Impacts of terrestrial vegetation and preimpoundment clearing on reservoir ecology and fisheries in the United States and Canada. FAO Fisheries Technical Paper N°285. Rome.
- Reis, R. E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris Jr. (Ed.). 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, 729 p.

- Sanches, P. V.; G. Baumgartner; A. Bialetzki; M. R. Suiberto; F. D. C. Gomes; K. Nakatani & N. D. C. Barbosa. 2001. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus friderici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná, Brasil. Maringá. Acta Scientiarum. v.23. n.2, p.383-389.
- Santos, L. N., F. G. Araújo & D. S. Brotto. 2008. Artificial structures as tools for fish habitat rehabilitation in a neotropical reservoir. Aquatic Conservation Marine Freshwater Ecosystems 18: 896–908.
- Sass, G. G., J. F. Kitchell, S. R. Carpenter, T. R. Hrabik, A. E. Marburg & M. G. Turner. 2006. Fish community and food web responses to a whole-lake
- Suzuki, H. I. & A. A. Agostinho. 1997. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. p. 163-181. In: Agostinho A. A. & L. C. Gomes, (ed). Reservatório de Segredo: Bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 1997. 387p.
- Suzuki, H. I. 1992. Variações na morfologia ovariana e no desenvolvimento do folículo de peixes teleósteos da bacia do rio Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Tanaka, S. 1973. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. FAO Fisheries Technical Paper, 122: 33-51.
- Tews, J.; U. Brose; V. Grimm, K. Tielborger, M. C. Wichmann, M. Schawager & F. Jeltsch. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. - Journal of Biogeography 31: 79-92.
- Vazzoler, A. E. A. de M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá, Ed. da Universidade de Maringá, 169p.
- Warfe, D. M. & L. A. Barmuta. 2004. Habitat structural complexity mediates the foraging success of multiple predator species. Oecologia 141: 171–178.
- Werner, E. E. & J.F. Gilliam. 1984. The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. Annu. Rev. Ecol. Syst., 15: 393–425.