

**RENATA TRIANE DA SILVA FELIX**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE PEIXES DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO  
RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO, BAHIA, BRASIL**

**RECIFE**

**2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCÊNCIA ANIMAL**

**RENATA TRIANE DA SILVA FELIX**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE PEIXES DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO  
RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO, BAHIA, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Doutor em Biociência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Evêncio Neto

Co-Orientador: Prof. Dr. William Severi

**RECIFE**

**2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCÊNCIA ANIMAL**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE PEIXES DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO  
RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO, BAHIA**

Tese de Doutorado elaborada por

**RENATA TRIANE DA SILVA FELIX**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Joaquim Evêncio Neto – Presidente  
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / UFRPE

---

Prof. Dr. William Severi  
Departamento de Pesca e Aquicultura / UFRPE

---

Prof. Dra. Patrícia Barros Pinheiro  
UNEB- Campus VIII- Paulo Afonso- BA

---

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira  
Departamento de Pesca e Aquicultura / UFRPE

---

Prof. Dr. Manuel de Jesus Simões  
Departamento de Morfologia/UNIFESP-EPM-SP

Ficha catalográfica

F316b Felix, Renata Triane da Silva  
Biologia reprodutiva de peixes da área de influência do reservatório de Sobradinho, Bahia / Renata Triane da Silva Felix. – Recife, 2014.  
134 f. : il.

Orientador(a): Joaquim Evêncio Neto.  
Tese (Doutorado em Biociência Animal) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Recife, 2014.  
Referências.

1. Ecologia de reservatórios 2. Sobradinho (BA)  
3. Guildas reprodutivas 4. *Trachelyopterus galeatus*  
5. *Acestrorhynchus britskii* 6. *Acestrorhynchus lacustris*  
I. Evêncio Neto, Joaquim, orientador II. Título

CDD 591.4

Dedico este trabalho ao meu amado esposo Eduardo, aos meus filhos Eduardo, Fernanda e Cecília e aos meus pais Felix e Salete

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela graça de viver;

Aos meus irmãos e como não dizer, às minhas irmãs (cunhadas) que me serviram de exemplo para a minha formação moral. Em especial, aos meus pais pela dedicação à minha educação e à constante presença com os meus filhos, muitas vezes camuflada através dos cuidados dispendidos à eles, como forma de suprir meus momentos de ausência;

Ao meu esposo Eduardo. Construímos juntos cada momento dessa caminhada, porém, muitas vezes carregada nos braços, envolvida pelo seu amor;

Aos irmãozinhos de caminhada Eduardo (Dudinha), Fernanda (Nam) e Cecília (Tica), meus bichinhos de laboratório, afinal de contas aprendi a arte de educar aplicando em vocês, mas também, o que é pureza e alegria. Aprendi também o que é complacência e conseqüentemente, paciência. Amo vocês;

E depois vieram Gabriela (Gabi), Davi e Filipe (Lambu) completando a segunda etapa do experimento. Obrigada pela participação indireta de vocês durante essa jornada;

E Raquel (Bernardete). Quase que o experimento vai de água a baixo! Mas não, só bagunçou, mas revigorou o fim das pesquisas. Pequenininha que reluz nós todos;

Ao Professor Dr. Joaquim Evêncio Neto pela confiança depositada, pela constante benevolência, pelas palavras de conforto e incentivo, muitas vezes enigmáticas, quando se tratava de cobranças e regulagens. Um verdadeiro amigo.

Ao Professor Dr. William Severi por todos esses anos de convívio, gerando oportunidades à todos que o cercam. Os exemplos de boa conduta e o aprendizado científico estavam em todos os instantes, seja no laboratório, viagens ou nos momentos de descontração;

À Verônica Severi pelo constante incentivo, pelas palavras consoladoras, puxões de orelha e eterno carinho;

À D. Eliane que se fez presente em todos os momentos da minha jornada acadêmica, sempre solícita à ouvir os meus lamentos diários, regado a cafezinhos. Saudades;

Ao Programa de pós-graduação da Biociência animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco;

Aos membros da banca Professor Dr. Manuel de Jesus Simões, Professora Dra. Patrícia Barros Pinheiro, Professor Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira pelas atenções depositadas no manuscrito que geraram valiosas sugestões;

À Técnica de histologia e MsC. Maria Edna Barros pela constante companhia no laboratório de histologia onde aprendi sobre a arte de confeccionar lâminas e ainda, por

todo o auxílio e participação na confecção e análise de material histológico. Claro, precisei de muita paciência;

À Dra. Ana Lízia Cunha pelo carinho no convívio de curto tempo;

À MSc. Sandra Cristina da Luz pelo companheirismo e pela amizade já considerada de longo tempo. Sem a sua benevolência, dinamismo e atitude constantes, este trabalho não teria se concluído.

Aos amigos Alessandra Fisher (Leca), Daniele Viana (Dani), Mariana Rêgo (Mari), e Paulo Oliveira (Paulinho) e Patrícia Pinheiro pelo constante amparo nessa luta, iniciada no departamento de Pesca com as descobertas nas pesquisas sobre reprodução. Muito bom ter vocês por perto.

À todos do laboratório de ictiologia no qual compartilhamos de momento que certamente não serão esquecidos. À todos o meu carinho eterno.

À todos que compõem e compuseram o laboratório de Histologia, em especial à Antônio Pedro Daniele Dutra, Jaciel Oliveira, Lígia Estevão, Josenaldo Macêdo, Maria Goreti Soares, Fabiana Felix, Thaís Almeida, Leandro Aguiar, Keila Regina;

Aos funcionários do Departamento de pesca: Telma, D. Tânia e Lia e em especial, à D. Eliane, amiga do peito desde sempre;

Aos funcionários do Departamento de Morfologia e Fisiologia animal, em especial ao Sr. Romildo pela parceria no café da manhã e ainda, à Edna Cherias, “Ferreirinha”, Sr. Edmilson e Márcia;

Aos funcionários da Empresa SOL: Vaneli, Socorro e Rejane.

*“... A vaidade de certos homens, que creem saber tudo e tudo querem explicar à sua maneira, dará origem a opiniões dissidentes; mas todos os que tiverem em vista o grande princípio de Jesus se confundirão no mesmo sentimento de amor ao bem e se unirão por um laço fraterno que envolverá o mundo inteiro; deixarão de lado as mesquinhas disputas de palavras para somente se ocuparem das coisas essenciais.”*

## RESUMO

O estudo da biologia reprodutiva da comunidade íctica, frente a certas variações no ambiente, é fundamental para sua conservação e manejo. Este trabalho teve como objetivo contribuir para definição de novas ações de manejo, como período de defeso, para as futuras intervenções no reservatório de Sobradinho e as áreas adjacentes, a fim de priorizar a conservação da diversidade ictiofaunística desse local. Foi analisado o comportamento reprodutivo da assembleia de peixes agrupadas em quatro guildas reprodutivas (G1, G2, G3 e G4) e como as variáveis ambientais (pH, temperatura, transparência e oxigênio dissolvido) e os períodos de seca e cheia influenciam na sua variação espacial e temporal. A biologia reprodutiva de *Trachelyopterus galeatus* e a morfologia ovariana de *Acestrorhynchus britskii* e *A. lacustris* foram analisadas separadamente. As coletas foram realizadas bimestralmente, no período de novembro/2006 a setembro/2009, na área de influência do reservatório de Sobradinho. As espécies apresentaram de médio a longo período reprodutivo, com exceção dos grandes migradores da ordem Characiformes (G1). Fêmeas maduras e desovas da G1 foram encontradas apenas no trecho lótico; G2 e G4 apresentaram fêmeas maduras e desovadas variando ao longo dos três ambientes lântico, transição e lótico (com exceção da *Pygocentrus piraya*) com maior abundância no trecho lântico e as desovadas, nos trechos lótico e de transição. Fêmeas maduras da G3 foram observadas no trecho lótico e desovadas nos três trechos. *T. galeatus* intensa atividade reprodutiva na região, bem adaptada ao ambiente lacustre do reservatório, sendo fator importante para a manutenção do estoque. *Acestrorhynchus lacustris* e *A. britskii* apresentam características morfológicas semelhantes e a presença de folículo atrésico na maioria dos ovários analisados, o que pode ser indício de estresse. As variáveis ambientais e hidrológicas parecem não interferir na distribuição das guildas reprodutivas entre os ambientes (lântico, transição e lótico), indicando que o corpo do reservatório pode ser considerado como um ambiente homogêneo. As espécies das G2, G3 e G4 são de longo período de desova, com deslocamento restrito durante a reprodução, realizam desova parcelada e são residentes. Do contrário, as espécies G1 demonstraram finalizar o seu processo reprodutivo em outras áreas, que não o corpo do reservatório. Os resultados encontrados neste trabalho indicam a necessidade de reavaliação do período de pesca no reservatório de Sobradinho como também a preservação das áreas a montante do reservatório, a fim de conservar a atividade reprodutiva das espécies de valor comercial para a região, como também as de valor ecológico, de suma importância para o equilíbrio ambiental.

## ABSTRACT

The study of the reproductive biology of the fish community, compared to certain variations in the environment, is essential for its conservation and management. This study aimed to contribute to defining new management actions, such as closed period for future interventions in the Sobradinho reservoir and adjacent areas, in order to prioritize the conservation of fish diversity that location. The reproductive biology of *Trachelyopterus galeatus* and ovarian morphology *Acestrorhynchus britskii* and *A. lacustris* were analyzed separately. The samples were held every two months during the period September 2009 to November/2006, the area of influence of the reservoir Sobradinho. The species present in the medium to long reproductive period, except for highly migratory species of the order Characiformes (G1). Mature females and spawnings of G1 were found only in lotic; G2 and G4 presented mature and spawning females ranging over the three lentic, lotic and transitional environments (except *Pygocentrus piraya*) with greater abundance in lentic phrase and spawning in lotic stretches and transition. Mature females were observed in the G3 and lotic spawning stretch in three sections. *T. galeatus* intense reproductive activity in the region is well suited to the lacustrine environment of the reservoir, which is important for maintaining the stock factor. *Acestrorhynchus lacustris* and *A. britskii* have similar morphological characteristics and the presence of atretic follicles of the ovaries in most analyzed, which may be indicative of stress. Environmental and hydrological variables do not seem to interfere with the distribution of reproductive guilds between environments (lentic, lotic and transition), indicating that the body of the shell can be considered as a homogeneous environment. The species of G2, G3 and G4 are long spawning period, with restricted movement during playback, perform multiple spawner and are residents. Otherwise, the G1 species showed finalize its reproductive process in other areas, not the body of the reservoir. The findings of this study indicate the need for reevaluation of the fishing period in the Sobradinho reservoir as well as the preservation of the areas upstream of the reservoir in order to preserve the reproductive activity of the species of commercial value to the region, as well as value ecological, of paramount importance to the environmental balance.

**SUMÁRIO**

1. Introdução.....	14
2. Revisão de Literatura.....	15
2.1. Reservatórios.....	15
2.2. A bacia do rio São Francisco.....	17
2.3. Biologia reprodutiva.....	19
2.3.1. Morfologia dos ovários.....	20
2.3.2. Morfologia dos testículos.....	21
2.3.3. Descrição das ordens.....	23
2.3.4. Guildas reprodutivas.....	27
3. Referências.....	31
4. Capítulo 1: Distribuição das guildas reprodutivas de peixes de um reservatório do Nordeste do Brasil.....	42
5. Capítulo 2: Biologia reprodutiva do cangati no reservatório de Sobradinho, rio São Francisco, BA.....	82
6. Capítulo 3: Morfologia ovariana de duas espécies de Acestrorhynchidae no reservatório de Sobradinho, Rio São Francisco, Bahia.....	113

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa do rio São Francisco.....	14
<b>Artigo 1</b>	
<b>Figura 1</b> – Gráficos do componente principal 1 contra o componente principal 3. A) por período (seca e cheia); B) e ambiente (lêntico, transição e lótico), na área de influência do reservatório de Sobradinho, no período de novembro/2006 a setembro/2009.....	51
<b>Figura 2</b> – Análise de correlação das guildas por período (seca e cheia) e ambiente (lêntico, transição e lótico) na área de influência do reservatório de Sobradinho, no período de novembro/2006 a setembro/2009.....	52
<b>Figura 3</b> - Dendograma do agrupamento por período (seca e cheia) e ambiente (lêntico, transição e lótico) em relação à presença ou ausência das espécies na área de influência do reservatório de Sobradinho, no período de novembro/2006 a setembro/2009.....	53
<b>Artigo 2</b>	
<b>Figura 1.</b> Localização do reservatório de Sobradinho da região nordeste do Brasil, com indicação dos diferentes trechos do reservatório.....	78
<b>Figura 2.</b> Distribuição da frequência absoluta e relativa de <i>Trachelyopterus galeatus</i> por classe de comprimento ( <b>A</b> ) e frequência relativa de fêmeas e machos por ambiente ( <b>B</b> ) do reservatório de Sobradinho – BA.....	81
<b>Figura 3.</b> Distribuição de valores, curvas de regressão e equações calculadas da relação peso/comprimento (PT, CT) de fêmeas ( <b>A</b> ) e machos ( <b>B</b> ) de <i>Trachelyopterus galeatus</i> capturados no reservatório de Sobradinho – BA.....	82
<b>Figura 4.</b> Estimativa do tamanho de primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ) para fêmeas ( <b>A</b> ) e machos ( <b>B</b> ) de <i>Trachelyopterus galeatus</i> capturados no reservatório de Sobradinho – BA.....	82

**Figura 5.** Fotos macroscópica e microscópica de gônadas de *Trachelyopterus galeatus* capturados no reservatório de Sobradinho – BA. **Ovários (a):** em maturação; **(b)** maduros; **(c):** desovados; **(d):** Ovócito em vitelogênese avançada (FPO); presença de espermatozoides (**Es<sub>2</sub>**) na membrana epitelial; **(e):** espermatozoides margeando o folículo pós-ovulatório; **Testículos (f):** maduros; **(g):** esvaziado; **(h):** células espermatogênicas (espermatócitos (**Es<sub>1</sub>**) e espermatozoides (**Es<sub>2</sub>**) no interior dos túbulos seminíferos; **(i):** Túbulos seminíferos (TS) da vesícula seminal (ausência de espermatogênese)..... 84

**Figura 6.** Distribuição mensal das: frequência relativa (%) dos estádios maturacionais de fêmeas (**A**) e machos (**B**); relação gonodassomática e fator de condição de fêmeas (**C**) e machos (**D**) de *Trachelyopterus galeatus* capturados no reservatório de Sobradinho – BA..... 85

**Figura 7.** Variação mensal da RGS das fêmeas de *T. galeatus* com a vazão afluyente (**A**) e a cota do Reservatório de Sobradinho-BA..... 86

**Figura 8.** Diâmetro de ovócitos nos quatro estádios maturacionais de *Trachelyopterus galeatus* no reservatório de Sobradinho..... 88

### Artigo 3

**Fig. 1:** Estruturas da parede ovariana de *A. lacustris* – Coloração: HE. Camada muscular externa (CME), Camada muscular interna (CMI), Nervo não mielinizado (Nm). 100x..... 109

**Fig. 2:** Cortes de ovários de *A. lacustris* (**Figs. a, b, d, i, c**) e *A. britskii* (**c, e, g, f**). **(a).** Estágio perinuclear inicial; **(b).** Estágio perinuclear avançado; **(c).** Alvéolos corticais inicial (**Ac<sub>1</sub>**); **(d).** Alvéolos corticais intermediário (**Ac<sub>2</sub>**); **(e).** Alvéolos corticais avançado (**Ac<sub>3</sub>**); **(f).** Ovócitos vitelogênicos inicial (**OV<sub>1</sub>**), **(g).** Ovócitos vitelogênicos intermediário (**OV<sub>2</sub>**); **(h).** Ovócitos vitelogênicos avançado (**OV<sub>3</sub>**); **(i):** **OV<sub>3</sub>** em atresia; **(j).** **Ac<sub>2</sub>** em atresia; **(k).** Folículo pós-ovulatório (FPO). (a, b, c, d, e, j – 40x); (i, h – 4x); (f, g, k – 10x)..... 112

**Fig. 3.** Cortes histológicos dos ovários de *A. britskii* e *A. lacustris* caracterizando os estádios maturacionais. **(a).** Imaturo: células no estágio perinuclear (10x); **(b).** Em maturação inicial: Estágio alvéolos corticais, vitelogênico e perinuclear (10x); **(c).** Em

maturação avançada (10x): predominância do estágio alvéolos corticais seguido dos perinuclear e vitelogênico (10x); **(d)**. Maduro: Predominância do estágio vitelogênico seguido dos alvéolos corticais e perinuclear (40x); **(e)**. Esgotado: Folículos atrésicos e pós ovulatório. (10x). Coloração: Hematoxilina/Floxina..... 113

**Fig. 4.** Cortes de ovários de *A. britskii* (**Figs. a e c 40x**) e *A. lacustris* (**Figs. b e d - 100x**). Reações histoquímicas nos folículos: **(a)**. Reação positiva ao AB 2,5 nos alvéolos corticais; **(b)**. Reação positiva ao PAS nos glóbulos de vitelo (GV), zona pelúcida (ZP), células foliculares (CF) e epiteliais (CE) e negativa nos alvéolos corticais (Ac); **(c)**. Reação positiva ao Sudan black nos glóbulos de vitelo (\*) e em torno dos alvéolos corticais (seta); **(d)**. Reação positiva a xilidina nos glóbulos de vitelo (GV) e negativa nos alvéolos corticais (Ac)..... 114

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1

<b>Tabela 1</b> – Distribuição das espécies por guildas reprodutivas do reservatório de Sobradinho, entre novembro de 2006 e setembro de 2009.....	53
<b>Tabela 2</b> – Valores da análise estatística das variáveis ambientais entre os períodos (seca e cheia) nos ambientes lêntico, transição e lótico do reservatório de Sobradinho, entre novembro de 2006 e setembro de 2009. *p – significativo.....	55
<b>Tabela 3</b> – Índices ecológicos de riqueza (S), abundância (N), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon (H'), por períodos (seca e cheia) e ambientes (lêntico, transição e lótico), do reservatório de Sobradinho entre novembro de 2006 e setembro de 2009.....	56
<b>Tabela 4</b> – Resultado da análise de componentes principais (PCA), dos índices ecológicos com as variáveis ambientais e os coeficientes obtidos usando a correlação de Pearson.....	57
<b>Tabela 5</b> – Distribuição mensal dos estádios maturacionais das espécies de peixes na área de influência do reservatório de Sobradinho, no período de novembro/2006 a setembro/2009.....	63
<b>Tabela 6</b> – Frequência espacial de fêmeas maduras e parcialmente desovadas nos diferentes ambientes (com valores de <b>p</b> para nível de significância $\geq 0,005$ ) no reservatório de Sobradinho, entre novembro de 2006 e setembro de 2009.....	64
<b>Tabela 7</b> – Espécies analisadas e suas respectivas fecundidades. (PG: Peso médio das gônadas; IGS: Índice gonadossomático médio; FEC: Fecundidade absoluta média; $\sigma$ : Desvio padrão da FEC; FE <sub>p</sub> : FEC em relação ao Peso médio; FE <sub>c</sub> : FEC em relação ao CP médio; $r'$ : Coeficiente de correlação entre FEC e Peso; $r''$ Coeficiente de correlação entre FEC e CP; N: número de indivíduos amostrados).....	65
<b>Tabela 8</b> – Frequência absoluta e relativa dos indivíduos imaturos e adultos, tamanho de primeira maturação (L <sub>50</sub> ), tamanho mínimo (L <sub>mín.</sub> ), tamanho máximo (L <sub>máx.</sub> ) de	

fêmeas e machos das espécies analisadas no reservatório de Sobradinho no período de novembro/06 a setembro/09.....	70
--	----

## Artigo 2

<b>Tabela 1.</b> Proporção sexual: Frequências mensais absoluta (n) e relativa (%) e nível de significância de proporção sexual ( $\chi^2$ ) de <i>Trachelyopterus galeatus</i> capturados no reservatório de Sobradinho – BA.....	81
--	----

<b>Tabela 2.</b> Distribuição das fêmeas maduras <i>Trachelyopterus galeatus</i> capturados no reservatório de Sobradinho – BA.....	86
---	----

<b>Tabela 3.</b> Parâmetros biométricos e reprodutivos relacionados à fecundidade de <i>Trachelyopterus galeatus</i> no reservatório de Sobradinho. CP: Comprimento padrão (mm); PT: Peso total (g); PG: Peso da gônada (g); RGS: Relação gonadossomática; FA: Fecundidade absoluta; FRp: FA em relação ao PT; FRc: FA em relação ao CP; $r'$ : Coeficiente de correlação entre FA e CP; $r''$ Coeficiente de correlação entre FA e Peso.....	87
---	----

## Artigo 3

<b>Tabela 1</b> – Descrição macroscópica e microscópica dos estádios maturacionais de fêmeas de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> e <i>A. britskii</i> .....	111
---	-----

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores riquezas ictiofaunística do mundo com mais de 2.600 espécies dulciaquícolas catalogadas, estimando-se que cerca de 20% do número total de espécies do planeta estejam em território brasileiro (BUCKUP *et al.*, 2007). Esses dados não refletem a realidade de nossa fauna, baseados em tendências históricas de endemismo das bacias brasileiras, as quais ainda não foram inventariadas, acreditando-se que este número chegará ao patamar de 5.000 espécies (REIS *et al.*, 2003). Para os rios da Amazônia, estima-se cerca de 500 espécies, além das 1.300 já descritas (WINEMILLER *et al.*, 2005).

Para a bacia do São Francisco, o conhecimento sobre a ictiofauna é difuso e concentrado em algumas regiões, principalmente no estado de Minas Gerais, no trecho do alto São Francisco, como o reservatório de Três Marias e tributários como rio das Velhas, Paracatu e Paraopeba, que possuem ictiofauna relativamente conhecida, com 120, 91 e 61 espécies, respectivamente (ALVES *et al.*, 2009). Pesquisadores elaboraram um manual de identificação de peixes específico para o alto São Francisco, com ênfase para o reservatório de Três Marias (BRITSKI *et al.*, 1984), descrevendo mais de 100 espécies para a região. É observado o predomínio das ordens Characiformes e Siluriformes, englobando cerca de 74% das espécies, o que é considerado um padrão característico para os rios da região neotropical (LOWE-McCONNEL, 1987).

De modo geral, para a bacia, foram registradas pelo menos 203 espécies, das quais 29,6% são endêmicas e 6,4% são introduzidas de outras bacias ou de outros países (ALVES *et al.*, 1998). Além dessas, oficialmente foram catalogadas 22 espécies ameaçadas de extinção, devido principalmente à destruição de habitats, barramentos e introdução de espécies (MACHADO, 2005). Para os outros trechos da bacia do rio São Francisco, as informações a respeito da distribuição e biologia da fauna de peixe é praticamente desconhecida (ALVES *et al.*, 2009). Uma visão geral sobre a distribuição e biologia dos peixes recentemente realizada no trecho do médio-sub-médio São Francisco pode ser encontrada em Costa-Neto *et al.* (2002); Garavello & Garavello, (2004); Melo & Severi, (2010); Luz *et al.* (2009); Luz *et al.* (2012); Pinto *et al.* (2011); Rocha *et al.* (2011); Almeida-Neto *et al.* (2012); Colier *et al.* (2012); Santos *et al.* (2012a) e Santos *et al.* (2012b).

As informações sobre a ictiofauna são imprescindíveis para sua conservação e manejo, sendo necessário o conhecimento de como os mecanismos ecológicos atuam

sobre elas e suas interações com as variáveis ambientais (temperatura, pH, oxigênio, variação do nível hidrológico, etc.) (SÚAREZ e PETRERE JÚNIOR, 2007). Sendo assim, os estudos sobre a biologia reprodutiva poderiam servir de parâmetro para a observação de como os peixes respondem às pressões ambientais, com uma avaliação comportamental (se possui cuidado parental), tipo de desova, morfologia gonadal, entre outros aspectos.

Espera-se que os resultados encontrados neste trabalho possam servir de arcabouço para a definição de novas ações de manejo para as futuras intervenções no rio São Francisco e as áreas adjacentes, a fim de priorizar a conservação da diversidade íctica.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Reservatórios**

Reservatórios são ambientes artificiais, caracterizados por morfologia e hidrologia distintas, podendo ser implantados em rios de curta e longa extensão. Formados desde os primórdios com a finalidade de contribuir para o abastecimento de cidades, a irrigação e a produção de eletricidade, os reservatórios diversificaram seus usos, ampliando a importância econômica e social e, ao mesmo tempo, aumentando sua complexidade funcional (MARGALEF, 2002). As modificações, ocasionadas pela inundação, podem trazer impactos positivos como: irrigação, abastecimento público e espaços de lazer, como balneários. No entanto, os negativos são inúmeros e irrecuperáveis, podendo incluir alterações dos ecossistemas e perda de biodiversidade (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Além das barragens, outros fatores que influenciam na perda direta da biodiversidade são poluição e eutrofização, assoreamento, pesca e introdução de espécies (ALVES *et al.*, 2009) e a escassez de água, mais peculiar na região Nordeste (TUNDISI, 2003).

As bacias hidrográficas brasileiras são amplamente exploradas para a geração de energia elétrica, através da construção de barragens, estimulado pelas condições de relevo e acidentes geográficos apresentados pelas mesmas, baseada no enorme potencial conferido pela riqueza de seus cursos d'água.

A prática desse tipo de empreendimento é consequência dos modelos públicos administrativos adotados no País, que foram intensificados nas décadas de 1960 e 1970, em resposta ao crescimento tecnológico, populacional e industrial, no qual foram

construídos os maiores reservatórios como: Sobradinho (BA), Tucuruí (PA), Balbina (AM), Porto Primavera (SP), Serra da Mesa (GO), Furnas (MG), Itaipu (PR), Ilha Solteira (SP/MG) e Três Marias (MG) (SANTOS *et al.*, 2005). Muitos dos rios presentes no território brasileiro foram completamente aproveitados para a construção de barragens em cascata, fato comumente visto em países com rios extensos e com grandes dimensões territoriais (TUNDISI, 1999), como nos Estados Unidos e no Canadá. No Brasil, as bacias do Paraná e São Francisco abrigam exemplos de construção de barragens sucessivas, onde pode-se encontrar inúmeros empreendimentos ao longo de seus cursos.

A teoria de Domínio de Processos (MONTGOMERY, 1999) considera que a formação de um sistema como um todo depende da combinação de clima, geologia e topografia, e que estes parâmetros influenciarão em todos os processos que venham a ocorrer no ambiente. Em locais com barramento, cada região apresenta um perfil diferenciado, como a zona de influência fluvial, que se assemelha a ambientes lóticos. Já próximo à barragem, é mais ampla e profunda, onde a velocidade e a renovação da água são muito baixas, se assemelhando a um ambiente lêntico (zona lacustre), (TUNDISI, 1985; HENRY, 1999).

O reservatório pode se caracterizar como um continuum entre lótico e lêntico, dependendo do porte, grau de regularização e tempo de residência das águas. Portanto, além de estarem submetidos às funções de forças naturais resultantes dos regimes climatológico e hidrológico, a operação do reservatório, o tipo de construção e seus usos interferem na dinâmica do sistema e em sua organização espacial e temporal (TUNDISI, 1985).

Em reservatórios com tempo de residência mais elevado, é comum ter as suas regiões fluviais, de transição e lacustres mais definidas, compartimentalizadas. As condições ambientais serão peculiares ao tipo de operação e, conseqüentemente, ao foco de produção energética que, em reservatórios de acúmulo, o tempo de residência das águas resulta em estratificação térmica e em alterações químicas e físico-químicas (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

As modificações ocasionadas pela inundação acarretam na descaracterização da flora e fauna destes locais, fazendo com que muitas espécies desapareçam ou venham a recorrer a estratégias adaptativas para se ajustarem às mudanças ocorridas no ambiente (AGOSTINHO *et al.*, 1999).

De um modo geral, a ictiofauna responderá de acordo com a intensidade dos impactos causados pelo implemento destes empreendimentos, a depender também da peculiaridade de cada grupo, como estratégias reprodutivas, padrões de migração, características tróficas e poder de adaptação (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Normalmente, uma das primeiras causas de mortandade de peixes no início do represamento de rios nos trópicos é a asfixia, devido à decomposição do material orgânico e lixiviamento dos solos inundados (JUNK e MELLO, 1990).

No período que sucede a implantação da barragem, o ambiente passa por um processo de diferenciação faunística, levando à reestruturação da cadeia trófica. Na Usina Hidrelétrica (UHE) de Tucuruí (PA), após a sua construção, houve uma redução na diversidade ictiofaunística, alterando a abundância de peixes nos diferentes níveis tróficos, com a diminuição dos consumidores primários e uma explosão dos predadores (FEARNSIDE, 2002). Em Itaipu, foi observado que, além de haver um acréscimo na produtividade pesqueira, houve também uma predominância de peixes migradores nas capturas. Nos anos seguintes, no entanto, foi observado o domínio de espécies sedentárias, que conseguem se adaptar e se proliferar no ambiente (PAIVA, 1982).

## **2.2. A bacia do rio São Francisco**

A bacia hidrográfica do rio São Francisco (Figura 1) abrange 639.219 km<sup>2</sup> de área de drenagem (7,5% do País) e corta três grandes biomas do país: cerrado, caatinga e mata atlântica. Nasce na Serra da Canastra (MG), percorrendo 2.700 km e desaguardo na divisa entre os estados de Alagoas e Sergipe. Sua drenagem compreende ainda os estados de Goiás, Bahia, Pernambuco e Distrito Federal, (CBHSF, 2009).

A bacia é dividida em quatro regiões fisiográficas: o alto, que compreende o trecho desde a nascente até Pirapora (MG), numa extensão de 630 km; o médio, com 1.090 km, estende-se de Pirapora (MG) até Remanso (BA); o submédio, de Remanso (BA) até a cachoeira de Paulo Afonso, com 686 km; e o baixo, que se estende de Paulo Afonso (BA) até a foz, com 214 km de extensão (CBHSF, 2009).

O rio São Francisco recebe água de 99 afluentes perenes e 70 temporários, totalizando 169 afluentes, distribuídos nas duas margens, esquerda e direita. A produção de água de sua bacia concentra-se nos cerrados do Brasil Central e em Minas Gerais, e a grande variação do porte dos seus afluentes é consequência das diferenças climáticas entre as regiões drenadas, com a ocorrência de temperaturas de mediana a elevada durante

quase todo o ano, variando de 18 a 27 °C e ainda, por um baixo índice de nebulosidade com grande incidência de radiação solar e duas estações bem distintas: seca e chuvosa (BRASIL, 2003). O rio é perene, totalmente localizado no território brasileiro, podendo apresentar vazões torrenciais no período de novembro a março, e nulas de abril a outubro (SATO e GODINHO, 1999; LUZ *et al.*, 2009).

Ao longo de toda a bacia estão inseridos uma série de reservatórios: na região do alto São Francisco, a represa de Três Marias; médio-submédio - Sobradinho; submédio - Itaparica, Moxotó e complexo de Paulo Afonso; ainda, na região do baixo, a represa de Xingó, que é a última do sistema de cascata. O rio segue livre até a região da foz, onde desagua (ANA, 2002).

O reservatório de Sobradinho está inserido na bacia do São Francisco, a 748 km da foz, na Serra da Canastra (MG). É considerado o maior lago artificial do Brasil, com capacidade de armazenamento de 34 bilhões m<sup>3</sup> de água, estando entre os maiores espelhos d'água artificiais da Terra (RAMOS e SILVA, 2001). Foi construído em 1979, com o objetivo de geração de energia elétrica e posteriormente, como reservatório de regularização plurianual de vazão do rio São Francisco (CORREIA e DIAS, 2003).

A área de influência de Sobradinho compreende os trechos médio entre os municípios de Barra e Remanso (BA) e submédio de Remanso até as cachoeiras de Paulo Afonso (BA). A partir da represa de Três Marias, numa extensão de 1.050 km, o rio flui livre de barramentos, apresentando extensas várzeas onde aporta a maioria dos principais afluentes perenes (GODINHO e GODINHO, 2003). A variação de nível do reservatório está diretamente associada a eventos pluviométricos na região superior da bacia, à operação da usina, eventos meteorológicos na bacia de captação, sujeito a um deplecionamento anual que pode ultrapassar 12 metros (MELO e SEVERI, 2010).

A hidrografia brasileira é formada principalmente por rios e planícies de inundação. As bacias Amazônica e a Paraná-Paraguay-Uruguay, as maiores bacias brasileiras e a de Tocantins e São Francisco, consideradas de médio porte e juntas, perfazem 80.3% do território brasileiro (PAIVA, 1982).

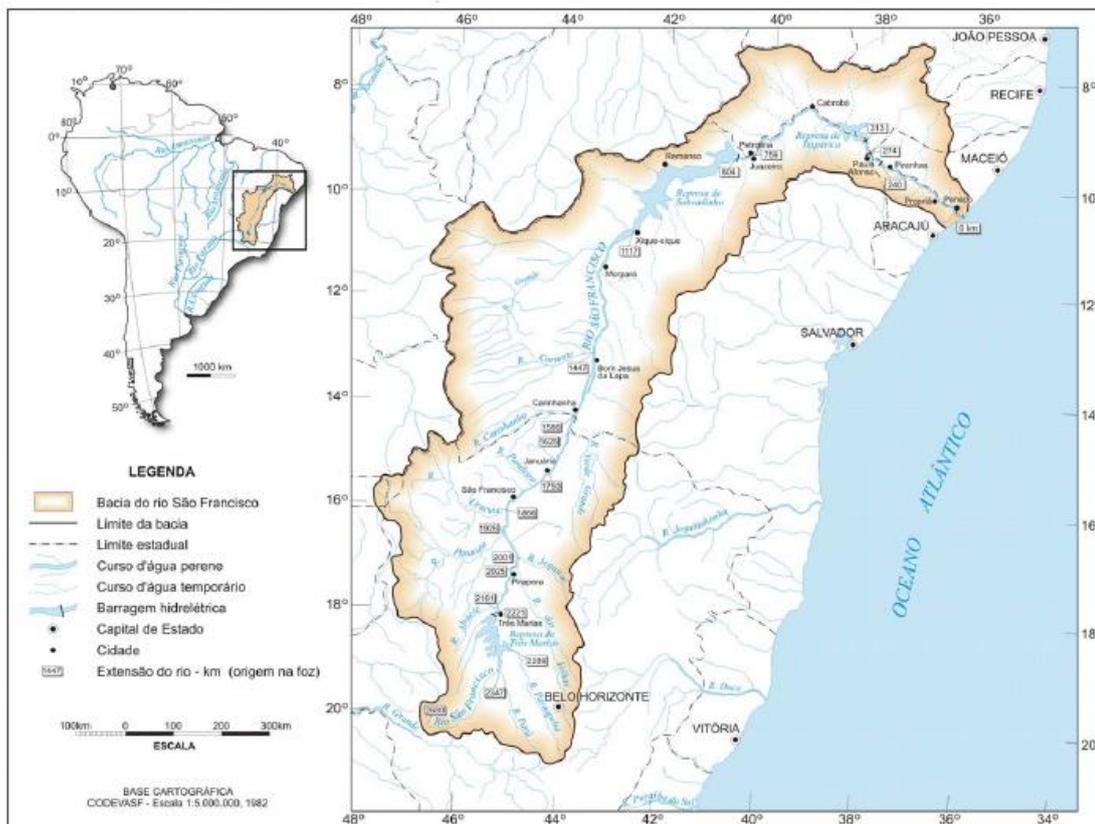


Figura 1: Mapa da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.

### 2.3. Biologia Reprodutiva

Os estudos referentes à biologia reprodutiva dos peixes englobam os aspectos morfo-fisiológicos e a interação dos indivíduos com o meio. Através das características morfológicas, semelhantes em grupos específicos, são definidos os modos como as espécies se utilizam do ambiente. De acordo com as peculiaridades de cada ambiente, será exigida dos indivíduos a capacidade de adaptação para a reprodução e desenvolvimento, ocorrendo modificações nos mecanismos reprodutivos, refletindo, não somente no período embrionário, mas também em fatores essenciais para todos os outros intervalos da vida. Essas adaptações e conseqüentemente, modificações, marcam a biologia dos adultos, definem padrões como o tipo de migração, a habilidade de invasão de novos ambientes e os limites de distribuição (SATO *et al.*, 2003).

O conjunto de características dos padrões reprodutivos manifestado por uma espécie para obter sucesso em um ambiente é conhecido como “estratégias reprodutivas”, sendo único para cada uma dessas, apresentando adaptações anatômicas, fisiológicas, comportamentais e energéticas específicas (VAZZOLER, 1996), refletidas na morfologia gonadal e na dinâmica da gametogênese (WALLACE e SELLMAN, 1981). Esses autores

consideram como parte da estratégia reprodutiva as modificações ocorridas nos inúmeros processos relacionados ao crescimento ovocitário, visando assegurar o sucesso reprodutivo. A estratégia usada por uma dada espécie é conservadora e fruto de sua história evolutiva, em que a interação com o ambiente é um aspecto fundamental (SUZUKI, 1999). O sucesso dessas estratégias reflete na habilidade de cada indivíduo se fazer representado geneticamente nas gerações seguintes (AGOSTINHO e JÚLIO Jr., 1999).

Já algumas características reprodutivas podem ser alteradas em função das variações nas condições ambientais. Tais características são chamadas de táticas reprodutivas, e o seu grau de plasticidade é variável (VAZZOLER, 1996). Dentre estas táticas destacam-se: cuidado parental, tamanho de primeira maturação, fecundidade e tamanho de ovócitos e, área e época de desova, sendo estas últimas, bastante variáveis.

De acordo com as características a serem examinadas, a organização funcional de assembleias de peixes pode ser decomposta de várias maneiras (HIGGINS, 2009).

### **2.3.1. Morfologia dos ovários**

O órgão reprodutor dos teleósteos, em geral, é pareado, suspenso dorsalmente no interior do celoma pelo mesovário. Em algumas espécies existe apenas um ovário como resultado da fusão de ambos durante o desenvolvimento embrionário. Na maioria das espécies vivíparas, como nos poecilídeos e *Symbranchus marmoratus* (Gymnotiformes), a camada do epitélio é derivada da crista do epitélio germinal, originada por sua vez, do epitélio celomático.

Na maioria dos teleósteos, o ovário é uma estrutura sacular que contém um lúmen ou ovocelelo, sendo única entre os vertebrados. O desenvolvimento inicial das gônadas ocorre por extrusão das cristas genitais emparelhadas como em outros vertebrados, excrescências somáticas desenvolvidas no ovário precoce desses teleósteos que, em seguida, se fundem para formar o ovocelelo. A fusão ocorre entre a excrescência lateral de cada ovário e a parede abdominal, ou entre excrescências em ovários fundidos (em cada lado do ovário fundido) e a parede abdominal, definindo a estrutura sacular do ovário, denominada cistovariano, que tem continuidade com o oviduto, através do qual ovócitos alcançam o meio externo. No entanto, os ovários de alguns grupos de teleósteos não formam um ovocelelo, como nos salmonídeos e anguilídeos e os ovócitos são liberados

diretamente na cavidade celômica, para depois serem lançados ao meio externo, denominados gimnovariano (REDDING e PATIÑO, 1993).

No ovário de adulto, as lamelas têm forma irregular. Uma membrana basal sustenta o epitélio germinal e também separa os dois compartimentos ovarianos. O epitélio germinal contém dois tipos de células: células epiteliais somáticas, originalmente derivadas do epitélio germinativo, e células germinais dispersas (ovogônias e ovócitos primários). No estroma, o tecido conjuntivo contém diversos tipos de células, como indiferenciadas, mesênquimas, fibroblastos e granulocistos, fibras colágenas e vasos sanguíneos.

### **2.3.2. Morfologia dos testículos**

Nos testículos de teleósteos a variação de coloração é discreta, quando comparada a dos ovários, uma vez que eles são geralmente transparentes nas fases iniciais de maturação, e branco-leitosos na fase reprodutiva (BAZZOLI, 2003). Os testículos de teleósteos são preenchidos por túbulos seminíferos com parede formada de cistos delimitados por prolongamentos citoplasmáticos das células de Sertoli. Dentro de cada cisto, as células espermatogênicas encontram-se na mesma fase de desenvolvimento (GRIER, 1981; SCHULZ *et al.*, 2010). Os testículos são classificados em lobular e tubular anastomosado. Nos testículos do tipo lobular, o epitélio germinativo localiza-se apenas na periferia do órgão (GRIER, 1993). Ainda segundo este, nos testículos do tipo tubular anastomosado, os compartimentos germinativos estão interconectados em toda extensão do testículo.

### **Ovogênese e espermatogênese**

As gônadas em teleósteos são constituídas de estroma conjuntivo contendo células germinativas primordiais, intercalando com ovogônias, em espécies gonocorísticas ou hermafroditas. São bipotenciais, e inicialmente, as características são as mesmas em machos e fêmeas, capazes de se desenvolverem como ovogônias ou espermatogônias. As células germinativas primordiais exibem em seu núcleo apenas um nucléolo e uma fina cromatina granular.

## Ovogênese

### *Das células germinativas primordiais às ovogônias*

As ovogônias se multiplicam rapidamente por mitoses sucessivas antes do início da meiose, e após iniciar este processo, uma vez formadas, permanecem ligadas entre si com algumas células somáticas circundantes (células pré-granulosas). Essa nova ovogônia é separada do estroma por uma lâmina basal secretada pelas células da granulosa. A lâmina basal é uma matriz extra-celular secretada pelo epitélio granuloso

### *Das ovogônias aos ovócitos primários e folículo ovariano*

Cada ovogônia é uma célula diploide, com o núcleo contendo duas cópias de cada cromossomo, chamados homólogos, um do pai e outro da mãe. Durante a interfase, após a última divisão mitótica de uma ovogônia diploide e precedendo a primeira divisão meiótica do ovócito primário, cada homólogo é duplicado por replicação do DNA, dando origem a um par de cromatinas idênticas, conhecidas como par de cromátides irmãs (GRIER, 2000). Para cada cromossomo, um par de cromátide irmã (uma da mãe e uma do pai) está presente no núcleo de um ovócito primário. Como resultado, o desenvolvimento do ovócito primário ocorre na presença da cromátide tetraploide, exclusivo do ovócito primário. Quando a primeira divisão meiótica é iniciada em uma ovogônia, a célula torna-se um ovócito primário. A ovogônia começa a meiose no ninho antes de ser separada dele. Quando a célula jovem se separa do ninho, é envolvida por uma camada de células somáticas granulosas que segregam uma lâmina basal, isolando-a do meio mesoepitelial do estroma. Fora da lâmina basal, algumas células somáticas formam uma camada constituindo a teca, associada com vasos sanguíneos. Todo esse conjunto é considerado o folículo ovariano, com fases de desenvolvimento distintas, caracterizadas pelo surgimento de estruturas e ganho em volume (NAGAHAMA *et al.*, 1995; NAGAHAMA, 1997). Ocorrem mudanças no citoplasma, núcleo e há o desenvolvimento das camadas envoltórias e células foliculares adjacentes. Essas mudanças ocorrerão concomitantemente aos processos químicos e hormonais (SELLMAN e WALLACE, 1989), variando em forma e composição química de acordo com as características reprodutivas de cada grupo (BAZZOLI & GODINHO, 1994; MARTINS *et al.*, 2010).

## Espermatogênese

As espermatogônias se proliferam por mitoses e originam espermatócitos por meioses. Quanto à distribuição das espermatogônias, os testículos podem ser de dois tipos: espermatogoniais irrestritos e espermatogoniais restritos. Testículos espermatogoniais irrestritos possuem espermatogônias em toda extensão do órgão e nos espermatogoniais restritos, as espermatogônias estão restritas à porção distal dos túbulos seminíferos (GRIER, 1981). Na espermiogênese não ocorrem divisões e as espermatídes diferenciam-se em espermatozoides (CORRIERO *et al.*, 2009). Quando a espermatogênese ocorre dentro dos cistos, é classificada como cística. Neste caso, os túbulos seminíferos se rompem para libertar os espermatozoides, podendo também ser do tipo semi-cística, sendo quando os cistos se rompem na fase de espermatíde e a maturação se completa no lume dos túbulos seminíferos (MATTEI *et al.*, 1993; MAGALHÃES *et al.*, 2011). Algumas espécies exibem fertilização interna associada a modificações nos espermatozoides.

### 2.3.3. Descrição das Ordens

#### Siluriformes

A ordem Siluriformes possui ampla distribuição geográfica, e espécies deste grupo são encontradas em toda a América, África, Europa e Sudeste da Ásia (TEUGELS, 1996), representada por 35 famílias e 2867 espécies válidas, sendo 2740 destas de água doce (NELSON, 2006).

As espécies de Siluriformes analisadas no presente trabalho são distribuídas originalmente nas bacias hidrográficas Neotropicais, e ocorrem na bacia do rio São Francisco, pertencentes às famílias: Auchenipteridae, Callichthyidae, Doradidae, Loricariidae e Pimelodidae (*Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766), *Pimelodus maculatus* La cèpède, 1803, *Pimelodus pohli* Ribeiro & Lucena, 2006, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), *Rhinelepis aspera* Spix and Agassiz, 1829, *Franciscodoras marmoratus* Lütken, 1874, *Hoplosternum littorale* Hancock, 1828, *Hypostomus alatus* Castelnau, 1855, *Pterygoplichthys etentaculatus* Spix & Agassiz, 1829) (Reis *et al.*, 2003).

Os Siluriformes apresentam modos e mecanismos reprodutivos bem diversificados, como cuidado parental, que vai desde adesividade dos ovos à formação cuidado dos ninhos. Alguns desses, são migradores de médio e grande porte, como o *Pimelodus maculatus*, pertencente à família Pimelodidae, que tem desova total (SATO *et al.*, 1999), altas taxas de fecundidade e ovos livres (RIZZO *et al.*, 2002; SATO *et al.*, 2003), indício de ausência de cuidado parental, e *Pseudoplatystoma corruscans*, da mesma família, que segue todas as características citadas para a espécie acima (BRITO & BAZZOLI, 2003; SATO *et al.*, 2003), e chega a migrar cerca de 100 km rio a cima para desovar (GODINHO *et al.*, 2007). Dentre essas espécie, destaca-se a *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766), conhecida como cangati, que está entre os gêneros mais comuns da família Auchenipteridae, distribuído na América do Sul, inclusive na bacia do São Francisco (BUCKUP *et al.*, 2007; FERRARIS, 2003). Esta espécie tem fecundação interna e dimorfismo sexual (interno e externo), que nos machos apresenta modificação no primeiro espinho da nadadeira anal, transformada em gonopódio (FERRARIS, 2003; MEISNER *et al.*, 2000).

### **Characiformes**

A ordem Characiformes é considerada um dos maiores grupos de peixes de água doce, com 1674 espécies válidas, distribuídas em 270 gêneros e 18 famílias (NELSON, 2006). Ocorrem nos continentes da África e das Américas, com maior representatividade para as regiões neotropicais, com cerca de 30% das espécies de peixes, com espécies de pequeno porte como as piabas (*Astyanax* sp.) e de grande porte como *Salminus* sp., que chega a atingir um metro de comprimento. Representantes dessa ordem ocorrem em ambientes lênticos, como lagos e lagoas e lóticos, como riachos de águas correntes e grandes rios.

Na bacia do rio São Francisco, os Characiformes são representados por oito famílias reconhecidas, que abrigam um total de 62 espécies registradas para a bacia (BRITSKI *et al.*, 1984), sendo o grupo taxonômico melhor representando em número de espécies na bacia.

Vários grupos possuem alto valor econômico, como os gêneros *Prochilodus*, *Salminus*, *Brycon*, que além de valor para alimentação, são foco da pesca esportiva e

ainda, as espécies de pequeno porte, para o mercado de peixes ornamentais, como as piabas.

As estratégias reprodutivas apresentadas pelos Characiformes são variadas, e explicam o sucesso deste grupo na ampla distribuição em ambientes distintos, e a alta capacidade adaptativa em ambientes modificados (SATO *et al.*, 1999).

Muitas espécies desse grupo realizam deslocamentos no período reprodutivo, que podem ser de longa distância, no sentido longitudinal, como é o caso do *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) e *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837), que têm ovos livres e pequenos, desova total, alta fecundidade e ausência de cuidado parental e ainda, as que realizam pequenas migrações laterais, como *Serrasalmus brandtti* Lütken, 1875, *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) e *Triportheus guentherii* (Garman, 1890). Essas, como a maioria das espécies sedentárias desse grupo, que não dependem de deslocamento para se reproduzir (*Astyanax sp.*, *Tetragonopterus chalceus* Spix & Agassiz, 1829, *Schizodon knerii* (Steindachner, 1875), *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 e *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875), apresentam ovos adesivos, ou mesmo, pouca adesividade, desova parcelada, fecundidade relativamente baixa e algum grau de cuidado parental. *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) apresenta desova múltipla e cuidado parental diferenciado, com a formação de ninho para o abrigo dos ovos e cuidado da prole, sobretudo pelos machos (PRADO *et al.*, 2006).

## **Gymnotiformes**

A ordem Gymnotiformes possui o tegumento interno revestido de eletrosensores, se locomovendo através de movimentos ondulatórios na nadadeira anal que se estende ao longo da margem do corpo (ALBERT & CAMPOS-DA-PAZ, 1998) e bastante alongado, se estreitando progressivamente até o fim do pedúnculo caudal. São predadores noturnos e na grande maioria, bastante territorialistas (ALBERT & CRAMPTON, 2005). São muito tolerantes a ambientes hipóxicos, utilizando parte da bexiga natatória para respiração.

Habitam diferentes tipos de ambientes aquáticos, incluindo canais fluviais, planícies aluviais, florestas alagadas, cachoeiras e pântanos (ALBERT & CRAMPTON, 2003). Barbieri & Barbieri (1984) estudaram aspectos da sua biologia reprodutiva e

caracterizaram *Gymnotus carapo* Linnaeus, 1754 como de desova múltipla, possuindo período reprodutivo de outubro a dezembro, sendo também registrada a presença de cuidado parental, possuindo capacidade de construir ninhos com folhas e/ou secreções corporais (CRAMPTON, 1998; CAMPOS-DA-PAZ, 2003).

## **Perciformes**

A ordem Perciformes é a maior entre os grupos marinhos, com 160 famílias e 10033 espécies, sendo 2040 exclusivas de água doce. Para a América do Sul e Central está registrado um total de sete famílias, que abrigam 478 espécies válidas, sendo 406 delas pertencentes à família Cichlidae (REIS *et al.*, 2003). São facilmente reconhecidos por apresentarem os raios anteriores da nadadeira dorsal e anal, bem como o primeiro raio das nadadeiras peitorais, transformados em espinhos.

Os representantes neotropicais dessa ordem exibem os mais variados tamanhos e habitats, bem como estratégias reprodutivas e comportamentais. É representada em ambiente dulciaquícola por peixes de médio porte como as pescadas da família Sciaenidae, que apresentam 78 gêneros e 287 espécies válidos, habitando regiões costeiras, estuarinas e lacustres, sendo seis gêneros exclusivos de água doce, alguns dos quais também podem ocorrer em estuários (CASATTI, 2003). Apresentam quatro gêneros exclusivos da América do Sul, dois deles com ocorrência na bacia do São Francisco: *Pachyurus* e *Plagioscion*.

Outra família de peixes de água doce bem representativa, é a Cichlidae, que compreendem uma das mais ricas famílias de vertebrados, sendo distribuídos em águas continentais de todo o mundo, o que apenas na América do Sul, abriga um total de 50 gêneros, com um número estimado de 450 espécies (KULLANDER, 1998). Apresentam estratégias reprodutivas especializadas, como é o caso das tilápias, de alto valor econômico para aquicultura, que dispõem cuidado parental, construindo ninhos e são capazes de guardar seus ovos/juvenis na cavidade bucal (KULLANDER, 2003). Outros, como os tucunarés, apresentam dimorfismo sexual, que nos machos evidencia uma protuberância na região frontal no período reprodutivo. Esses, geralmente maiores que as fêmeas, se diferenciam também quanto à coloração, um carácter que auxilia na identificação das espécies (LOWE-MCCONNELL, 1969; KULLANDER, 2003).

As espécies de maior porte como a pescada-do-Piauí, *Plagioscion squamosissimus*, apresentam ovos livres e pequenos, desova parcelada, ausência de cuidado parental e fecundidade relativamente alta (FELIX, 2008). Já as de pequeno porte, como os apaiaris, *Astronotus ocelatus* (Agassiz, 1831), apresentam ovos adesivos e maiores, desova parcelada, cuidado parental e fecundidade baixa (KULLANDER, 2003).

#### **2.3.4. Guilda reprodutiva**

Na ecologia, a ideia de “guildas” é uma analogia ao seu conceito nos primórdios, que surgiu no período da Baixa Idade Média, com a necessidade de fortalecer os interesses econômicos e profissionais dos trabalhadores e dinamizar as atividades comerciais, uma vez que ocorria o movimento de renascimento comercial e urbano naquele momento. Os grupos eram formados por pessoas com as mesmas habilidades e qualificações em uma determinada profissão e, uma vez unidas, eram capazes de produzir, defender e responder pelos interesses em comum do grupo de forma mais eficaz.

Desta forma, a visão de Guilda para a ecologia é de um grupo de espécies com papéis e dimensões de nichos comparáveis dentro de uma comunidade (ODUM, 2004). Considerando, embora ponderando, a gama de conceitos em torno desse termo existente na ecologia (CONNELL, 1980; PIANKA, 1980; PUTMAN, 1994; BEGON *et al.*, 1996), é possível agrupar espécies a partir de um nicho ecológico, com características semelhantes para compor uma guilda, que pode ser formada a partir de uma ou muitas variáveis ecológicas somadas. Então, nicho ecológico tem caráter expansivo, uma vez que considera, além do espaço utilizado pela espécie, fatores relacionados à sua posição na teia trófica da comunidade e aos fatores ambientais ideais para a sua ocorrência dentro dos gradientes ambientais específicos, como os parâmetros físico-químicos. Estas características determinam o papel que o organismo exerce dentro de um ecossistema, portanto, é de suma importância que seja considerada a história de vida de cada espécie.

A necessidade de formação de grupos funcionais surgiu frente às dificuldades de construir uma organização ecológica baseada na classificação morfológica, uma vez que as ramificações evolutivas resultavam em um enorme número de táxons morfológicamente distintos. A classificação de espécies em guildas faz uma agregação sem levar em conta a posição taxonômica (SIMBERLOFF & DAYAN, 1991), permitindo a gestão de grupos de espécies com características semelhantes, visto que essas tendem a

responder de forma parecida ao longo de gradientes ambientais ou a distúrbios específicos.

Neste contexto, Balon (1975) determinou uma classificação ecológica com base nas estratégias reprodutivas dos peixes, sendo o primeiro sistema de grupos ecológicos baseado na história de vida das espécies, desde as suas fases iniciais, o que possibilitou uma classificação em guildas. Foi estabelecido por este autor um sistema de classificação dos estilos reprodutivos para peixes de água doce formado por 34 guildas, considerando o tipo de substrato utilizado para deposição dos ovos e o grau de cuidado parental apresentado por essas, considerados como: grupo dos não guardadores, guardadores e carregadores (BALON, 1975, 1984), gerando uma abordagem qualitativa, que permite inferências evolutivas.

Estudos anteriores foram realizados enfatizando os modos reprodutivos em peixes (famílias) no mundo todo (BREder e ROSEN, 1966) sendo considerados os caracteres sexuais secundários, modos de acasalamento, local de desova, tipo de ovo, cuidado parental e migração reprodutiva.

Entre as teorias evolutivas sobre histórias de vida, destaca-se a teoria r-k estrategistas, que conceitua como um contínuo entre dois pontos extremos onde as espécies se dispõem de acordo com as características reprodutivas, que respondem de maneiras diferentes à taxa de exploração (LOWE-MCCONNELL, 1987). No entanto, a determinação das estratégias dicotômicas r-k restringem variações na reprodução e uma nova classificação diferenciada foi proposta por Winemiller (1989) considerando a “Teorias da história de vida”, de modo a explicar a evolução de características do organismo, como adaptações às variações ambientais. O modelo sugerido por este autor define padrões gerais de variação de forma mais abrangente, a partir de 10 atributos relacionados à teoria do ciclo de vida de 71 espécies de peixes de água doce da Venezuela. Um conjunto de atributos associados a presença de cuidado parental e reprodução não-sazonal considerado uma estratégia de equilíbrio (k estrategistas), uma segunda, formada por grupo de pequenos peixes distinguido por características associadas à rápida capacidade de colonização, maturação precoce e reprodução contínua, considerada um grupo intermediário (oportunistas) entre as estratégias r e k. O terceiro padrão básico foi associado à reprodução sincronizada durante a estação chuvosa, alta fecundidade, ausência do cuidado parental e migrações no período reprodutivo, considerado uma estratégia sazonal (r estrategistas). Essa proposta foi aprimorada quando passou a ser

considerada a existência de um contínuo entre os extremos do sistema triangular das estratégias (WINEMILLER & ROSE 1992).

Específico para peixes de água doce, Azevedo (1957) considerou algumas características relacionadas ao modo de desova em espécies distintas em grandes rios. Foram considerados para este agrupamento taxa de fecundidade, período de desova e cuidado parental, propondo que esses parâmetros são representados por cada espécie de acordo com a ausência e presença de deslocamento no período de desova (migração reprodutiva). Na sucessão de trabalhos futuros, Azevedo (1972) adicionou às análises outros parâmetros como: tempo de fecundação (embriogênese), tipo de ovo (livres e adesivos) e ainda, tipo de desova (parcelada ou total). Pesquisas nesta mesma linha em diversas regiões e ambientes, geraram inúmeros trabalhos que contribuiram e contribuem até os dias de hoje para a compreensão da ecologia de peixes de água doce (WELCOMME, 1979; WOOTTON, 1984; LOWE-McCONNEL 1975, 1987; WINEMILLER, 1989; GODINHO *et al.*, 2010)

Segundo Agostinho *et al.* (2007), os peixes neotropicais podem ser classificados em duas categorias principais: sedentárias (que desenvolvem todo seu ciclo de vida numa área restrita da bacia, podendo realizar pequenos deslocamentos) e grandes migradoras (que se deslocam por grandes distâncias em busca de ambientes adequados para fertilização dos ovos, desenvolvimento inicial e baixas taxas de predação).

A complexidade do ambiente em geral, é diretamente proporcional aos atributos reprodutivos. A exemplo, a grande variedade de estratégias reprodutivas encontradas nas espécies de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná (AGOSTINHO *et al.*, 1995; VAZZOLER, 1996; AGOSTINHO & JÚLIO, 1999) adquiridas pela peculiaridade desse tipo de ambiente envolvendo sua dinâmica (JUNK *et al.*, 1989; VAZZOLER, 1996).

Alguns trabalhos foram realizados nessa mesma região com agrupamentos das espécies de peixes por guildas reprodutivas. Almeida (2008) avaliou a influência de fatores ambientais locais e regionais sobre a abundância de guildas reprodutivas e tróficas de peixes em 30 reservatórios do estado do Paraná. Para a análise reprodutiva foram considerados aspectos como: deslocamento no período reprodutivo, cuidado parental e porte dos peixes, agrupando-os em cinco guildas. Vasconcelos (2013) analisou a variação espacial e temporal em peixes com estratégias similares na planície de inundação do alto rio Paraná, utilizando a classificação apresentada por Suzuki *et al.* (2004). Estes autores

dividem a ictiofauna dessa região em quatro guildas reprodutivas, determinadas com base no comportamento migratório para reprodução, tipo de fecundação e cuidado parental.

Na bacia do rio São Francisco, uma análise das espécies do alto São Francisco foi realizada considerando atributos reprodutivos mais especializados e conservativos, o que gerou grupos de padrões reprodutivos distintos, permitindo agrupamentos que mostram as proximidades filogenéticas das espécies estudadas (SATO, 1999; SATO *et al.*, 2003). Para este estudo foram obtidas informações através de desovas artificiais, considerando variáveis reprodutivas e aspectos da embriogênese como: o tamanho do espaço perivitelino, duração da embriogênese, realização de movimento vertical da larva na coluna d'água, presença do órgão adesivo larval, aumento do volume do ovo após a hidratação, coloração do ovo para detecção de carotenoides. A obtenção desses dados contribuiu para a avaliação do efeito das alterações ambientais, como a construção de barragens e a destruição de lagoas marginais, sobre o sucesso das populações dessas espécies nos ambientes naturais.

### 3. REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR, H. F. Peixes da bacia do alto rio Paraná, p. 374-400. In: LOWE-MCCONNELL R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 534p. 1999.

AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E. A. M.; THOMAZ, S. M. The high River Paraná Basin: limnological and ichthyological aspects. In: *Limnology in Brazil* ABC/SBL. TUNDISI, J.G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. ed., Rio de Janeiro, São Paulo. pp. 59-103. 1995.

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Eduem, Maringá, 501p. 2007.

ALBERT, J. S.; CAMPOS-DA-PAZ, R. Phylogenetic systematics of Gymnotiformes with diagnoses of 58 clades: a review of available data. Pp 419-446. In: **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**. MALABARBA, L.R.; REIS, R.E.; VARI, R.P.; LUCENA Z.M. & LUCENA, Z.M. (Eds.) Porto Alegre, EDIPUCRS. 603 p. 1998.

ALBERT, J.S.; CRAMPTON, W.G.R. Diversity and phylogeny of Neotropical electric fishes (Gymnotiformes). Pp. 360-409. In: **Electroreception**. Bullock T.H.; Hopkins C.D.; Popper A.N. & Fay R.R. (Orgs.). Springer Handbook of Auditory Research. Volume 21. Berlin. 2005.

ALBERT, J.S.; CRAMPTON, W.G.R. **Seven new species of the Neotropical electric fish *Gymnotus* (Teleostei, Gymnotiformes) with a redescription of *G. carapo* (Linnaeus)**. Magnolia Press, 2003.

ALVES, C.B.M.; VIEIRA, F.; POMPEU, P.S.; FONSECA, P.R. **Plano diretor dos recursos hídricos das bacias de afluentes do rio São Francisco em Minas Gerais - Ictiofauna**. ECOPLAN /MAGNA /CAB, vol. 1, tomo VI, p. 154, 1998.

ALVES, C.B.M.; VIEIRA, F.; POMPEU, P.S. **Ictiofauna da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. In: **Ministério do Meio Ambiente**. (Org.). PROGRAMA

ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO Caderno de Biodiversidade. 1ed.Brasília: MMA/SEDR, MMA/SBF, v. 2, p. 226-241, 2009.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil. Brasília, DF (Edição comemorativa do dia mundial da água).** 64 p., 2002.

AZEVEDO, P. **Reprodução dos peixes de água doce.** Caça e Pesca 12:16, 1953.

AZEVEDO, P. Principais peixes das águas interiores de São Paulo, hábitos de vida. **Poluição e piscicultura. CIBPU, Faculdade de Saude Pública da USP, Instituto de Pesca. São Paulo.** p. 109-112, 1972.

BALON, E. K. Patterns in the evolution of reproductive styles in fishes, p. 35-53. In: **Fish reproduction: strategies and tactics.** POTTS G. W.; WOTTON R. J. (ed.). London: Academic Press, 410p. 1984.

BALON, E. K. Reproductive guilds of fishes – proposal and definition. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, 1975.

BARBIERI, M. C.; BARBIERI, G. Reprodução de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) na represa do lobo (SP). Morfologia e histologia de testículo. Variação sazonal (Pisces, Gymnotidae). **Revista brasileira de Biologia**, v. 44, n. 2, p. 141-148, 1984.

BAZZOLI, N. Parâmetros reprodutivos de peixes de interesse comercial na região de Pirapora, p. 291-306. In: **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais.** GODINHO H. P.; GODINHO A. L. (org.). Belo Horizonte: PUC Minas, 468p. 2003.

BAZZOLI, N.; GODINHO, H. P. Cortical alveoli in oocytes of freshwater neotropical teleost fish. **Boll. Zool.**, v. 61, p. 301-308, 1994.

BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities.** Blackwell, Oxford. 1996.

BRASIL. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Documento base de referência. Brasília: MMA/SRH/ANA, 373p. 2003.

BREDER JR., C. M.; ROSEN D. E. **Modes of reproduction in fishes**. New York: Natural History Press, 941p. 1966.

BRITO, M.F.G.; BAZZOLI, N. Reproduction of the surubim catfish (Pisces, Pimelodidae) in the São Francisco River, Pirapora Region, Minas Gerais, Brazil. **Arch Med Vet** 55:624-633, 2003.

BRITSKI, H. A.; SATO Y.; ROSA A.B.S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco**. Brasília: Câmara dos Deputados/Codevasf. 143p. 1984.

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

CAMPOS-DA-PAZ, R. Family Gymnotidae (Naked-Back Knifefishes), p. 483-486. In: **Checklist of the freshwater fishes of south and Central America**. REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.& FERRARIS, C.J. (eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil, 729p. 2003.

CASATTI, L. Family Sciaenidae (Drums or croakers). Pp. 599-602. In: **Check list of the Freshwater Fishes of South and Central America**. REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.& FERRARIS, C.J. (eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil, 729p. 2003.

COLLIER, C. A.; ALMEIDA NETO, M.S.; SEVERI, W.; ALBUQUERQUE, R.P.; PINTO, G.A.; EL-DEIR, A.C.A. Morfologia do aparato gastrointestinal e hábito alimentar da piaba *Orthospinus franciscensis* (Eigenmann 1914) (Actinopterygii, Characiformes) no reservatório de Sobradinho/BA. In: **Ecologia e conservação de ecossistemas do nordeste do Brasil**. EL-DEIR, A.C.A.; MOURA, G.J.B.; ARAÚJO, E.L. (Org.). 1a.ed.RECIFE: Nupeea, v. único, p. 215-238, 2012.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SÃO FRANCISCO – CBHSF. **A bacia hidrográfica do São Francisco.** 2009. Disponível em: <http://www.saofrancisco.cbh.gov.br/>. Acesso em: 17 nov 2013.

CONNELL, J.H. Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past. **Oikos**, v. 35, n. 2, p. 131-138, 1980.

CORREIA, M.D.F.; DIAS, M.A.F.S. Variação do nível do reservatório de Sobradinho e seu impacto sobre o clima da região. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 8(1), 157-168. 2003.

CORRIERO, A.; MEDINA, A.; MYLONAS, C. C.; BRIDGES, C. R.; SANTAMARÍA, N.; DEFLORIO, M.; LOSURDO, M.; ZUPA, R.; GORDIN, H.; DE LA GANDARA, F.; BELMONTE RIOS, A.; POUSIS, C.; DE METRIO, G. Proliferation and apoptosis of male germ cells in captive Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) treated with gonadotropin-releasing hormone agonist (GnRH<sub>a</sub>). – **Animal Reproduction Science** 116: 346–357. 2009.

COSTA-NETO, E.M.C.; DIAS, C.V.; MELO, M.N. Conhecimento ictiológico tradicional dos pescadores da cidade de Barra, região do médio São Francisco, estado da Bahia, Brasil. Maringá. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p.561-572, 2002.

CRAMPTON, W.G.R. Effects of anoxia on the distribution, respiratory strategies and electric signal diversity of gymnotiform fishes. **Journal of Fish Biology**. p. 53- 307, 1998.

FEARNSIDE, P.M. Avança Brasil: environmental and social consequences of Brazil's planned infrastructu Amazonia. **Environmental Management** 30: 748-763. 2002.

FELIX, R.T.S., MELO, V.C., SANTANA, F.M.S., EL-DEIR, A.C.A., & SEVERI, W. **Atividade reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Actinopterygii, Perciformes), no Reservatório de Pedra, Rio de Contas, Bahia.** 95f.

Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2007.

FERRARIS C.J., JR. Family Auchenipteridae. In: **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. REIS R. E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS C.J., JR. (eds). Edipucrs, Porto Alegre, pp 71–84. 2003.

GARAVELLO, J.C. & GARAVELLO, J.P. Spatial distribution and interaction of four species of the catfish genus *Hypostomus* Lacépède with bottom of Rio São Francisco, Canindé do São Francisco, Sergipe, Brazil (Pisces, Loricariidae, Hypostominae). **Braz. J. Biol.** 64B:591-598. 2004.

GODINHO, A.L., GODINHO H.P. Breve visão do São Francisco. In: **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. GODINHO, H. P.; GODINHO A. L. (org.). Belo Horizonte: PUC Minas, p. 15-24. 2003.

GODINHO, A.L.; KYNARD, B.; GODINHO, H.P. Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the Sao Francisco river, Brazil. **Environ Biol Fish** 80: p.421-433, 2007.

GODINHO, A.L.; LAMAS, I.R.; GODINHO, H.P. Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. **Environ Biol Fish** 87: p.143–162, 2010.

GRIER, H.J. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. **Amer. Zool.** 21:345- 357, 1981.

GRIER, H.J. Comparative organization of Sertoli cells including the Sertoli cell barrier. IN: **The Sertoli cell**. RUSSEL L. D.; GRISWOLD M. D. (eds.), pp. 704-730. Cache River Press, Clear-water, Florida. 1993.

GRIER, H.J. Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common snook *Centropomus undecimalis* (Teleostei: Centropomidae). **J. Morph.** 243:265-261. 2000.

HENRY, R. Heat budgets, thermal structure and dissolved oxygen in Brazilian reservoirs, p. 125-151. In: **Theoretical reservoir ecology and its applications**. TUNDISI J.G.; STRASKRABA M. (ed.). São Carlos: International Institute of Ecology/ Brazilian Academy of Sciences/Backhuys Publishers, 585p. 1999.

HIGGINS, C.L. Spatiotemporal variation in functional and taxonomic organization of stream-fish assemblages in central Texas. **Aquatic Ecology** 43: 1133-1141. 2009.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. The flood pulse concept in river floodplain systems. Can. Spec. Publ. **Fish. Aquat. Sci.** 106: p.110-127, 1989.

JUNK, W.J.; MELO, J.A.S.N. **Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira**. Est. Avançados, n. 4, p. 126-148, 1990.

KATSU, Y.; YAMASHITA, M.; NAGAHAMA, Y. Translational regulation of cyclin B mRNA by  $17\alpha, 20\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one (maturation-inducing hormone) during oocyte maturation in a teleost fish, the goldfish (*Carassius auratus*). **Molecular and cellular endocrinology**, v. 158, n. 1, p. 79-85, 1999.

KULLANDER, S.O. A phylogeny and classification of the South American Cichlidae (Teleostei: Perciformes). p. 461-498. In: **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**. MALABARBA, L.R.; REIS, R.E.; VARI, R.P.; LUCENA Z.M.; LUCENA, Z.M. (EDS.) Porto Alegre, EDIPUCRS. 603 p. 1998.

KULLANDER, S.O. Family Cichlidae (Cichlids). Pp. 605-654 In: **Check list of the Freshwater Fishes of South and Central America**. REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J. (eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil, 729p. 2003.

LOWE-MCCONNELL, R.H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge University Press, Cambridge, 1987.

LOWE-MCCONNELL, R. H. The cichlid fishes of Guyana, South America, with notes on their ecology and breeding behaviour. **Zoological Journal of the Linnean Society** 48:255-302, 1969.

LUZ, S. C. S.; LIMA, H. C.; SEVERI, W. Composição da ictiofauna em ambientes marginais e tributários do médio-submédio rio São Francisco. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 2, 2012.

LUZ, S.C.S. et al. Estrutura da assembléia de peixes de uma lagoa marginal desconectada do rio, no submédio Rio São Francisco, Pernambuco. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 117-129, 2009.

MAGALHÃES, A.L.B.; ANDRADE, R.F.; GOMES, B.V.C.; PERINI, V.R.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Ultrastructure of the semicyclic spermatogenesis in the South American freshwater characid *Hemigrammus marginatus* (Teleostei, Characiformes). – **Journal of Applied Ichthyology** DOI: 10.1111/j.1439-0429.2011.01747.x. 2011.

MARGALEF, R. Diversidad y biodiversidad. In: **La diversidad biológica de España**. Prentice Hall, 2002. p. 3-6.

MARTINS, Y.S.; MOURA, D.F.; SANTOS, G.B.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Comparative folliculogenesis and spermatogenesis of four teleost fish from a Reservoir in south-eastern Brazil. – **Acta Zoologica** (Stockholm) 91(4): 466–473, 2010.

MATTEJ, X.; SIAU, Y; THJAW, O.T.; THIAM, D. Peculiarities in the organization of testis of Ophidian sp. (Pisces Teleostei). Evidence for two types of spermatogenesis in teleost fish. **Journal of Fish Biology**, v. 43, n. 6, p. 931-937, 1993.

MEISNER, A.D.; BURNS, J.R.; WEITZMAN, S.H.; MALABARBA, L.R. Morphology and histology of the male reproductive system in two species of internally inseminating South American catfishes, *Trachelyopterus lucenai* and *T. galeatus* (Teleostei: Auchenipteridae). **J Morphol**. 246: 131–141. 2000.

MELO, A.J.S.; SEVERI, W. Abundância e distribuição espacial e sazonal do ictioplâncton no reservatório de Sobradinho, Bahia. In: **Reservatórios do nordeste do Brasil: biodiversidade, ecologia e manejo**. MOURA, A.N.; ARAÚJO, E.L.;

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; PIMENTEL, R.M.M.; ALBUQUERQUE, U.P. (Ed.). Bauru: Cana l6. p. 503-540. 2010.

MONTGOMERY, D.R. Process domains and the river continuum. **Journal of the American Water Resources Association**, 36, 397-410. 1999.

NAGAHAMA, Y.; YOSHIKUNI, M.; YAMASHITA, M.; TOKUMOTO, T.; KATSU, Y. Regulation of oocyte growth and maturation in fish. **Current topics in developmental biology**, v. 30, p. 103-146, 1995.

NELSON, JOSEPH S. **Fishes of the World**. John Wiley & Sons, 2006.

ODUM, E.P. **Fundamentos de Ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 7<sup>a</sup> ed. 2004.

PAIVA, M.P. **Grandes represas do Brasil**. Brasília: Editerra, 304p. 1982.

PIANKA, E.R. Guild structure in desert lizards. **Oikos**, p. 194-201, 1980.

PINTO, G.A.; ROCHA, A.A.F.; LACERDA, N.C. Variação sazonal na dieta de *Triportheus guentheri* (Garman, 1890) (Acthinopterygii: Characidae), no Reservatório de Sobradinho, Rio São Francisco, BA. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 295-306, 2011.

PRADO, C.P.A.; GOMIERO, L.M.; FROEHLICH, O. Spawning and parental care in *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae) in the southern Pantanal, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2B, p. 697-702. 2006.

PUTMAN R.J. **Community ecology**. Chapman & Hall. Londres. Reino Unido. 1994.

RAMOS, M.M.; SILVA, D.D. **Geografia das águas**. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa: UFV/DEA, 83 p. (Curso Uso Racional dos Recursos Naturais e seus Reflexos no Meio Ambiente, Módulo 4). 2001.

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

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

ROCHA, A. A. F.; LACERDA, N. C.; PINTO G. A., S.; MEDEIROS T. N.; SEVERI W. Diet composition and food overlap of *Acestrorhynchus britskii* and *A. lacustris* (characiformes: Acestrorhynchidae) from Sobradinho Reservoir, São Francisco river, Bahia state. **Acta Scientiarum. Biological Sciences** Maringá, v. 33, n. 4, p. 407-415. 2011.

SANTOS, F.A.; SILVA, G.M.N.; ROCHA, A.A.F.; SEVERI, W. Uso de recursos alimentares por *Bryconops* aff. *affinis* (Günther, 1864) no reservatório de Itaparica, rio São Francisco. In: EL-DEIR, A.C.A.; MOURA, G.J.B.; ARAÚJO, E.L. (Org.). **Ecologia e conservação de ecossistemas do nordeste do Brasil**. 1a.ed.RECIFE: Nupeea, v. único, p. 239-254, 2012.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 54, p. 165-182, 2005.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI N.; NUÑER A. P. O.; GODINHO H. P.; VERANI J. R. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco. In: **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (org.). Belo Horizonte: PUC Minas, p. 229-274. 2003.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J.R.; GODINHO, H.P.; SAMPAIO, E.V. Reproductive aspects of the yellow-mandi catfish *Pimelodus maculatus* Lacepède, 1803 (Osteichthyes, Siluriformes). **Rev. Bras. Zool.**, 16:981-986. 1999.

SATO, Y.; GODINHO, H. P. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. LOWE-McCONNEL R.H. (Ed). São Paulo: EDUSP. P.401-413. 1999.

SATO, Y. **Reprodução de peixes da bacia do rio São Francisco: indução e caracterização de padrões.** São Carlos: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCar, 179p. (Tese, Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). 1999.

SCHULZ, R.W.; FRANÇA, L.R.; LAREYRE, J.J.; LEGAC, F.; CHIARINI-GARCIA, H.; NÓBREGA, R.H.; MIURA, T. Spermatogenesis in fish. **General and Comparative Endocrinology.** 165: p. 390-411. 2010.

SELLMAN, K.; WALLACE R.A. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. **Zool. Sci.** 6: 211-231. 1989.

SIMBERLOFF, D.; DAYAN, T. The guild concept and the structure of ecological communities. **Annual review of ecology and systematics**, v. 22, n. 1, p. 115-143, 1991.

SÚAREZ, Y.R.; PETRERE Jr., M. Environmental factors predicting fish communities structure of two neotropical rivers in Brazil. **Neotrop. Ichthyol.** 5(1):61-68. 2007.

TEUGELS, G. G. Taxonomy, phylogeny and biogeography of catfishes (Ostariophysi: Siluroidei): an overview. **Aquat Living Resour** 9:9-34. 1996.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** Rima, 2003.

TUNDISI, J.G. **Represas artificiais: Perspectivas para o controle e manejo da qualidade da água para usos múltiplos.** Anais IV Simpósio Brasileiro Hidrologia e Recursos Hídricos, p.36-59. 1985.

TUNDISI J.G.; STRASKRABA M. **Theoretical reservoir ecology and its applications.** São Carlos: International Institute of Ecology/ Brazilian Academy of Sciences/Backhuys Publishers, 585p. 1999.

VASCONCELOS, L.P. **Variação espacial e temporal em peixes com estratégias similares: explorando padrões em guildas reprodutivas de uma planície de**

**inundação.** Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil. 2013

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

WALLACE, R.A.; SELLMAN, K. **Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts.** *American Zoologist*, 31(2): 325-343. 1981.

WELCOMME, R.L. **Fisheries ecology of floodplain rivers.** Longman, New York. 1979.

WINEMILLER, K.O. Life history strategies, population regulation, and implications for fisheries management. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** 52: 872–885. 2005.

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

WINEMILLER, K.O.; ROSE, K.A. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 49(10):2196-2218. 1992.

WOOTTON, R.J. Introduction: Tactics and strategies in fish reproduction. In: **Fish reproduction: strategies and tactics.** POTTS, G.W.; WOOTTON, R. J., eds. London: Academic Press, pp. 1–12. 1984.

#### **4. CAPÍTULO 1: DISTRIBUIÇÃO DAS GILDAS REPRODUTIVAS DE PEIXES DE UM RESERVATÓRIO DO NORDESTE DO BRASIL.**

## **DISTRIBUIÇÃO DAS GUILDAS REPRODUTIVAS DE PEIXES DE UM RESERVATÓRIO DO NORDESTE DO BRASIL.**

Renata Triane da Silva Felix<sup>1</sup>, Sandra Cristina Soares da Luz<sup>2</sup>, William Severi<sup>2</sup>, Joaquim Evêncio Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil;

<sup>2</sup>Departamento de Pesca e Aquicultura, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

## RESUMO

Este estudo objetivou conhecer o comportamento reprodutivo da assembleia de peixes e como as variáveis ambientais (pH, temperatura, transparência e oxigênio dissolvido) e os períodos de seca e cheia influenciam na sua variação espacial e temporal. As coletas foram realizadas bimestralmente, no período de novembro/2006 a setembro/2009, na área de influência do reservatório de Sobradinho. As 49 espécies capturadas foram agrupadas em quatro guildas, considerando aspectos da história de vida como a fecundidade, o tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ), o período reprodutivo, o tipo de ovo, cuidado parental e deslocamento reprodutivo. Através da análise de correlação, foi observado no trecho lótico maior correlação com a guilda 1 (G1 - Migrador de longa distância) nos períodos de seca e cheia; com a guilda 3 (G3 - Sedentária/Migrador de curta distância sem cuidado parental, desova total) na seca e com a guilda 4 (G4 - Sedentário/Migrador de curta distância com cuidado parental, desova parcelada) na cheia. No lêntico, observou-se um agrupamento com as guildas 2 (G2 - Sedentário/Migrador de curta distância sem cuidado parental, desova parcelada) e G3 na cheia e, no de transição, a G2 e a G4 na seca. Pela análise de Cluster foi observado a formação de um grande grupo, equivalente à 60% das espécies, sendo essas as mais abundantes (75% da G1; 40% da G2; 66,7% da G3; 33,33% da G4). As espécies mais representativas do local (abundância e/ou tipo reprodutivo), pertencentes a cada uma das guildas, foram selecionadas para avaliação de biologia reprodutiva. Em geral, as espécies apresentaram de médio a longo período reprodutivo, com exceção dos grandes migradores da ordem Characiformes (G1). Fêmeas maduras e desovas da guilda 1 foram encontradas apenas no trecho lótico; G2 e G4 apresentaram fêmeas maduras e desovadas variando ao longo dos três ambientes lêntico, transição e lótico (com exceção da *Pygocentrus piraya*) com maior abundância no trecho lêntico e as desovadas, nos trechos lótico e de transição. Fêmeas maduras da G3 foram observadas no trecho lótico e desovadas nos três trechos. O maior valor médio de fecundidade observado foi de 54.796 ovócitos em *Franciscodoras marmoratus* e o menor foi de 2.721 em *Trachelyopterus galeatus*, ambas da G4. *Pygocentrus piraya*, *B. orthotaenia*, *S. knerii*, *L. taeniatus* e *L. piau* apresentaram  $L_{50}$  das fêmeas superiores aos dos machos e *Prochilodus costatus*, *Leporinus reinhardti* e *Plagioscion squamosissimus* menores do que os registrados na literatura. Pôde-se concluir que as espécies migradoras utilizam o reservatório como local de alimentação e/ou descanso e que as variáveis limnológicas não influenciam na distribuição espacial das espécies

ícticas, representando o reservatório de Sobradinho um ambiente homogêneo do ponto de vista da distribuição espacial da maioria das guildas reprodutivas.

## **ABSTRACT**

This study investigated the reproductive behavior of the fish assemblage and the ecological mechanisms such as environmental variables, lentic, lotic and transitional environments and periods of drought and flood influence their spatial and temporal distribution. The samples were taken every two months, between November/2006 September 2009 the area of influence of the reservoir Sobradinho. Aspects of fecundity, size at the first maturity (L50), reproductive period, types of egg, parental care and reproductive displacement (sedentary / short migration and migratory species) were considered for the formation of four guilds from 49 species caught. The most representative species of the site (abundance and / or reproductive type), related to each of the guilds were selected to make a more elaborate assessment of their reproductive biology. It was observed that the fish use the reservoir area as spawning sites, with medium to long reproductive period. The exception for large migratory guild 1 (G1), in which only females were found emptied, suggesting that they are using the reservoir for feeding site and / or rest. The principal component analysis and correlation analysis showed that there was no tendency for the environment in the distribution of the guilds in Sobradinho, being observed only that the group of highly migratory species showed a preference for the lotic environment. It was concluded that the limnological variables did not influence the spatial distribution of fish species, with the reservoir Sobradinho a homogeneous environment.

## INTRODUÇÃO

O represamento de rios para a construção de usinas hidrelétricas tem aumentado nos últimos anos no Brasil, estimulado pelas condições de relevo e acidentes geográficos encontrados em suas grandes bacias hidrográficas, cujos cursos d'água apresentam elevado potencial hidroenergético. Entretanto, as modificações impostas pelos barramentos, mesmo de pequena duração e intensidade, podem provocar efeitos imprevisíveis sobre os parâmetros ambientais e fisiológicos que agem sobre a ictiofauna, como a sucessão de comunidades, a extinção de espécies, levando-as a recorrerem a estratégias adaptativas para se ajustarem às mudanças ocorridas no ambiente (AGOSTINHO *et al.*, 1999).

De um modo geral, a ictiofauna responde de acordo com a intensidade dos impactos causados por estes empreendimentos, dependendo também da peculiaridade de cada grupo taxonômico, como: estratégias reprodutivas, padrões de migração, características tróficas e poder de adaptação (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Desta forma, o conhecimento da biologia e do comportamento de uma comunidade frente a certas variações no ambiente têm se mostrado fundamental para sua conservação e manejo (VAZZOLER *et al.*, 1997).

O conjunto de características dos padrões reprodutivos manifestado por uma espécie para obter sucesso em um ambiente é conhecido como “estratégia reprodutiva”, sendo única para cada uma delas, apresentando adaptações anatômicas, fisiológicas, comportamentais e energéticas específicas (VAZZOLER, 1996), refletidas na morfologia gonadal e na dinâmica da gametogênese (WALLACE e SELMAN, 1981).

Algumas características reprodutivas podem ser alteradas em função das flutuações nas condições ambientais. Estas características são chamadas de táticas reprodutivas e o seu grau de plasticidade é variável (VAZZOLER, 1996), destacando-se o cuidado parental, tamanho de primeira maturação, fecundidade e tamanho de ovócitos e, área e época de desova.

De acordo com as características examinadas, a organização funcional de assembleias de peixes pode ser decomposta de várias maneiras (HIGGINS, 2009). A classificação de espécies em guildas faz uma agregação sem levar em consideração a posição taxonômica (SIMBERLOFF e DAYAN, 1991), permitindo a gestão de grupos de

espécies com características semelhantes, visto que essas tendem a responder de forma parecida ao longo de gradientes ambientais ou a distúrbios específicos.

No contexto de guildas reprodutivas de peixes, Balon (1975, 1984) determinou uma classificação ecológica com base nas estratégias reprodutivas dos peixes. Ele estabeleceu 34 guildas, considerando o tipo de substrato utilizado para a deposição dos ovos e o grau de cuidado parental apresentado, divididos em três grupos distintos: não guardadores, guardadores e carregadores.

Azevedo (1953) considerou algumas características relacionadas ao modo de desova em espécies distintas em grandes rios (taxa de fecundidade, período de desova e cuidado parental), propondo que esses parâmetros são representados por cada espécie de acordo com a ausência ou presença de deslocamento no período de desova (migração reprodutiva). Numa sucessão de trabalhos posteriores, Azevedo (1972) adicionou às análises o tempo de fecundação, tipo de ovo e de desova. Pesquisas nesta mesma linha em diversas regiões e ambientes geraram inúmeros trabalhos que têm contribuído até os dias de hoje para a compreensão da ecologia de peixes de água doce (WELCOME, 1979; WOOTTON, 1984; LOWE-McCONNEL 1975, 1987; WINEMILLER, 1989; GODINHO *et al.*, 2010). A formação de grupos (guildas) de espécies com características reprodutivas semelhantes possibilita uma melhor análise de como elas respondem a distúrbios e às variações ambientais, uma vez que tendem a se comportar de forma similar (GROWNS, 2004).

Diversos trabalhos sobre a biologia reprodutiva das espécies da bacia do rio São Francisco foram realizados na região de Três Marias, MG (BAZZOLI *et al.*, 1996; CRUZ *et al.*, 1996; FERREIRA *et al.*, 1996; MAGALHÃES *et al.*, 1996; RIZZO *et al.*, 1996; SATO *et al.*, 1996a; SATO *et al.*, 1996b; SOARES *et al.*, 1996; RICARDO *et al.*, 1998; SATO *et al.* 1999; SATO *et al.*, 2003; BAZZOLI, 2003; GODINHO e POMPEU, 2003; JIMÉNEZ-SEGURA *et al.*, 2003; RIZZO *et al.*, 2003; NORMANDO *et al.*, 2009; MELO *et al.*, 2011; PEREIRA ARANTES *et al.*, 2011).

No trecho do médio São Francisco, a montante da represa de Sobradinho, foram realizados estudos em lagoas marginais e em tributários (GODINHO e POMPEU, 2003; POMPEU e GODINHO 2003; SATO *et al.* 2003; SATO *et al.* 2005;). Recentemente, o rio Pandeiros (afluente do São Francisco) foi considerado o “berçário do velho Chico”, sendo responsável por 70% da reprodução de peixes que habitam a área entre Três Marias

e Sobradinho (BETHONICO, 2011). Entretanto, o conhecimento sobre a biologia das espécies para os trechos do médio e submédio São Francisco ainda é limitado.

Considerando que o estudo reprodutivo da ictiofauna é de suma importância para entender se as modificações ambientais estão afetando os peixes e contribuir para criar medidas mitigadoras que visem diminuir tais impactos, o presente trabalho teve como objetivo de analisar a biologia reprodutiva dos peixes e de que forma seu ciclo reprodutivo pode estar associado aos ambientes compostos na área de influência do reservatório de Sobradinho.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### *Área de estudo*

O reservatório de Sobradinho está inserido na bacia do São Francisco, a 748 km da foz, em Piaçabuçu/AL e Brejo Grande/SE. É considerado o maior lago artificial do Brasil em superfície, com capacidade de armazenamento de 34 bilhões m<sup>3</sup> de água, estando entre os maiores espelhos d'água artificiais da Terra (RAMOS e SILVA, 2001). Foi construído em 1979, com o objetivo de geração de energia elétrica e, posteriormente, como reservatório de regularização plurianual de vazão do rio São Francisco (CORREIA e DIAS, 2003).

A partir da represa de Três Marias, numa extensão de 1.050 km, o rio flui livre de barramentos, apresentando extensas várzeas onde aporta a maioria dos principais afluentes perenes (GODINHO e GODINHO, 2003). A área de influência do reservatório de Sobradinho, correspondente à área de estudo, compreende os trechos médio entre os municípios de Barra e Remanso (BA) e submédio de Remanso até as cachoeiras de Paulo Afonso (BA). A variação de nível do reservatório está diretamente associada a eventos pluviométricos na região superior da bacia, à operação da usina e a eventos meteorológicos na bacia de captação, estando sujeito a um deplecionamento anual que pode ultrapassar 12 metros (MELO e SEVERI, 2010).

As coletas foram realizadas no reservatório de Sobradinho, abrangendo regiões com características geomorfológicas distintas, as quais apresentam dinâmicas diferenciadas:

**Trecho lótico:** apresenta áreas de correnteza, com predominante influência fluvial e canal com menor largura (400 a 1000 m), considerado como ecossistema lótico. Neste

trecho é comum observar altos valores de turbidez, zona eufótica reduzida, concentração de nutrientes mais elevada e alta taxa de sedimentação;

**Trecho de transição:** é caracterizado pelo alargamento lateral do canal (2 a 13 km) e maior profundidade, redução da velocidade e da turbidez da água.

**Trecho lântico:** apresenta maior semelhança com ecossistema lacustre, onde o corpo do reservatório se torna mais amplo (4 a 13 km), mais profundo e apresenta teores de nutrientes mais baixos, como também menor turbidez e renovação de água.

### *Amostragem*

A coleta do material foi realizada bimestralmente, entre os meses de novembro de 2006 e setembro de 2009, ao longo das três regiões (lântica, transição e lótica) do reservatório de Sobradinho (BA). Os exemplares foram coletados com uma bateria de rede de emalhar, composta de seis redes com tamanhos de malha entre 12 e 70 mm entre nós opostos, com comprimento entre 40 e 50 metros e altura variando entre 1,5 a 2,0 metros. Após o recolhimento das redes, os peixes foram sacrificados mediante resfriamento com gelo e conservados em caixas térmicas até o momento das análises.

Os peixes foram identificados segundo Britski *et al.* (1984), pesados (peso total, PT, em gramas) e medidos (comprimento padrão, CP, em centímetros).

As variáveis ambientais temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$ ), foram aferidas por meio de um multiparâmetro e a transparência (m), através da leitura do disco de Secchi. As medições foram realizadas em cada coleta e em cada ponto de amostragem. Os dados hidrológicos do reservatório foram fornecidos pela Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF). Abaixo, a lista taxonômica das espécies estudadas no presente trabalho.

---

#### **Actinopterygii**

##### **Clupeiformes**

##### Engraulidae

*Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908)

##### **Characiformes**

##### Curimatidae

*Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann, 1889)

##### Prochilodontidae

*Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, 1829

*Prochilodus costatus* Valenciennes, 1850

##### Anostomidae

*Leporellus vittatus* (Valenciennes, 1850)

---

---

*Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837)

*Leporinus piau* Fowler, 1941

*Leporinus reinhardti* Lütken, 1875

*Leporinus taeniatus* Lütken, 1875

*Schizodon knerii* (Steindachner, 1875)

#### Serrasalminidae

*Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816)

*Metynnis lippincottianus* (Cope, 1870)

*Metynnis maculatus* (Kner, 1858)

*Metynnis* spp.

*Myleus micans* (Lütken, 1875)

*Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819)

*Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875

#### Characidae

*Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819)

*Astyanax lacustris* (Lütken, 1875)

*Bryconops* cf. *affinis* (Günther, 1864)

*Moenkhausia costae* (Steindachner, 1907)

*Orthospinus franciscensis* (Eigenmann, 1914)

*Phenacogaster franciscoensis* Eigenmann, 1911

*Roeboides xenodon* (Reinhardt, 1851)

*Tetragonopterus chalceus* Spix & Agassiz, 1829

#### Acestrorhynchidae

*Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969

*Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875)

#### Erythrinidae

*Hoplias lacerdae* Miranda Ribeiro, 1908

*Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)

#### Bryconidae

*Brycon orthotaenia* Günther, 1864

*Salminus franciscanus* Lima & Britski, 2007

#### Triporthidae

*Triporthus guentheri* (Garman, 1890)

### **Siluriformes**

#### Callichthyidae

*Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828)

#### Loricariidae

*Hypostomus alatus* Castelnau, 1855

*Hypostomus* spp.

*Pterygoplichthys etentaculatus* (Spix & Agassiz, 1829)

*Rhinelepis aspera* Spix & Agassiz, 1829

#### Pimelodidae

*Pimelodus maculatus* Lacepède, 1803

*Pimelodus pohli* Ribeiro & Lucena, 2006

*Pimelodus* spp.

*Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829)

---

---

**Doradidae***Franciscodoras marmoratus* (Lütken, 1874)**Auchenipteridae***Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766)**Gymnotiformes****Sternopygidae***Eigenmannia virescens* (Valenciennes, 1836)*Sternopygus macrurus* (Bloch & Schneider, 1801)**Perciformes****Sciaenidae***Pachyurus francisci* (Cuvier, 1830)*Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840)**Cichlidae***Crenicichla lepidota* Heckel, 1840*Cichla* spp.

---

### *Aspectos da biologia reprodutiva*

Para a análise da biologia reprodutiva foram selecionadas as espécies de maior valor comercial e/ou mais representativas na abundância. As gônadas dos peixes amostrados foram retiradas por uma incisão ventral do animal. A identificação macroscópica dos sexos e classificação dos estádios maturacionais foi baseada na avaliação dos aspectos estruturais das gônadas como coloração, textura, vascularização e visibilidade dos ovócitos (para fêmeas) e tamanho em relação à cavidade abdominal, utilizando escala maturacional constituída de cinco fases (I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – esgotada; V - repouso), segundo Vazzoler (1996), adaptado para este estudo.

Todo material foi fixado em formalina a 4% (por um período de 24 horas), sendo conservados em etanol 70%. Para a confirmação e determinação, tanto do sexo como do estágio maturacional, foi feita uma avaliação microscópica através de análise histológica de rotina (TOLOSA, 2003).

A partir dos dados de peso total (PT), peso das gônadas (PG), comprimento padrão (CP), foram calculados, segundo Vazzoler (1996), os seguintes dados:

1. O índice gonadossomático (IGS) foi estimado separadamente para machos e fêmeas: para  $IGS = PG/PT * 100$ , onde PG: peso da gônada (g); PT: peso total (g).
2. O tamanho da primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ) foi determinado por meio do ajuste de uma curva logística à frequência relativa de indivíduos em cada classe de comprimento (CP), excluindo-se os imaturos, de acordo com a

equação:  $M_f = 1/[1+\exp(a+b*CP)]$ , onde  $M_f$  é a fração dos indivíduos que se encontram aptos à reprodução. O ajuste dos pontos foi feito através do método de máxima verossimilhança (*maximum likelihood*).

3. A fecundidade (FL) foi determinada pelo método gravimétrico, que consiste na retirada de uma alíquota de 0,1 g da porção mediana das gônadas, levando-se em conta as fêmeas potencialmente maduras, sendo as mesmas detentoras dos maiores valores de IGS, com amostras dissociadas em solução de Gilson e preservadas em álcool a 70%, para permitir a contagem dos ovócitos sob estereomicroscópio. Foi calculada segundo Vazzoler (1996):  $FL = n.Pg/P$ , onde: n: número de ovócitos na alíquota; Pg: peso do ovário e w: peso da alíquota.

#### *Formação das guildas reprodutivas*

Para o agrupamento das espécies (Tabela 1) foram consideradas as principais estratégias reprodutivas exibidas pelos peixes do reservatório de Sobradinho. Para isso, foram empregados os critérios de agrupamento baseados nas classificações de Sato (1999) e Suzuki *et al.* (2004) e, quando não havia informações de alguma espécie na literatura, foram consideradas as características do mesmo gênero. Apenas uma espécie apresentou fecundação interna (*Trachelyopterus galeatus*), tendo todas as demais fecundação externa.

**Guilda 1 - Migrador de longa distância:** todas as espécies desse grupo realizam migrações longitudinais, se deslocando para a cabeceira dos rios quando adultos e os juvenis habitam as partes mais baixas, principalmente lagoas. São peixes de grande porte e apresentam desova total e período reprodutivo sincronizado com as chuvas, fecundidade alta, ovócitos pequenos e curta fase larval. Apresentam ainda, ovos livres, que são levados pela água para áreas abrigadas e com disponibilidade de alimento, onde se desenvolvem até a fase juvenil. Pertencem à estratégia sazonal proposta por Winemiller (1989).

**Guilda 2 – Sedentário/Migrador de curta distância sem cuidado parental, desova parcelada:** são peixes de pequeno a médio porte e apresentam desova parcelada, fecundidade relativamente baixa, ovócitos pequenos e curta fase larval, ovos livres ou pouco adesivos. Apresentam longo período reprodutivo, podendo ocorrer picos de maior intensidade reprodutiva. As espécies sedentárias não se deslocam para desovar e as

migradoras de curta distância, realizam deslocamentos curtos e laterais. Pertencem à estratégia oportunista (WINEMILLER, 1989).

Guilda 3 – **Sedentária/Migrador de curta distância sem cuidado parental, desova total:** são peixes de pequeno a médio porte e apresentam desova total, fecundidade relativamente baixa, ovócitos pequenos, adesivos e curta fase larval. A época de reprodução geralmente é no período chuvoso. São espécies migradoras de curta distância, realizam deslocamentos curtos e laterais. Pertencem à estratégia oportunista (WINEMILLER, 1989).

Guilda 4 – **Sedentário/Migrador de curta distância com cuidado parental, desova parcelada:** neste grupo há o predomínio de espécies com desova parcelada, com um longo período reprodutivo, baixa fecundidade, ovos de diâmetros maiores e adesivos. O tempo de fecundação é mais longo, porém com curto período larval ou ausente. O grau de cuidado parental é diverso e intenso, com ovos adesivos, construção de ninhos, carregadora dos ovos e fecundação interna. Pertencem à estratégia de equilíbrio (WINEMILLER, 1989).

Tabela 1 - Distribuição das espécies por guildas reprodutivas do reservatório de Sobradinho, entre novembro de 2006 e setembro de 2009.

G1	<i>Prochilodus argenteus, Prochilodus costatus, Leporinus piau, Leporinus obtusidens, Leporinus renhardti, Leporinus taeniatus, Salminus franciscanus, Brycon orthotaenia, Colossoma macropomum, Pseudoplatystoma curruscan, Pimelodus maculatus, Pimelodus pohli, Pimelodus spp.</i>
G2	<i>Plagioscion squamosissimus, Pachyurus francisci, Triportheus guenteri, Curimatella lepidura, Moenkhausia costae, Orthospinus franciscensis, Roeboides xenodon, Bryconops cf. affinis</i>
G3	<i>Anchoviella vaillanti, Leporellus vittatus, Schizodon knerii</i>
G4	<i>Serrasalmus brandtii, Pygocentrus piraya, Metynnis lippincottianus, Metynnis maculatus, Metynnis spp., Myleus micans, Acestrorhynchus britskii, Acestrorhynchus lacustris, Astyanax fasciatus, Astyanax lacustris, Tetragonopterus chalceus, Hoplias malabaricus, Hoplias lacerdae, Phenacogaster franciscoensis, Crenicichla lepidota, Cichla spp., Sternopygus macrurus, Eigenmannia virescens, Trachelyopterus galeatus, Franciscodoras marmoratus, Hypostomus spp., Pterygoplichthys etentaculatus, Hoplosternum littorale, Hypostomus alatus, Rhinelepis áspera</i>

#### Análise dos dados

Os padrões da estrutura da comunidade íctica foram baseados nos dados de abundância específica e analisados através de análise de correspondência com remoção do efeito do arco (DCA) e as variáveis abióticas foram sumarizadas pela análise de componentes principais (PCA). Para determinar quais componentes principais seriam retidos para análise foi utilizada a hipótese de aleatoriedade obtida pelo modelo de “broken-stick” (JACKSON 1993).

A similaridade entre ambientes e os períodos seco e chuvoso foi expressa em dendograma, empregando o coeficiente de Bray-Curtis através da associação das médias aritméticas não ponderadas, com a transformação dos dados considerando presença/ausência. Foram determinados os índices de equitabilidade (PIELOU, 1996) e diversidade de Shannon.

Para verificar a diferença entre os meses, períodos e ambientes, foram analisadas a normalidade e a homocedasticidade dos dados aplicando-se o teste de contraste de média e análise de variância, segundo as recomendações de Zar (2010) e, posteriormente, empregado o teste de Kruskal Wallis e Mann-Whitney para verificar as diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os dados. As correlações de Pearson foram feitas entre os escores dos eixos da PCA e os valores de riqueza, equitabilidade e diversidade, com o intuito de investigar a potencial influência das variáveis abióticas nos atributos e das guildas.

Para observar diferenças estatísticas entre os três ambientes (lêntico, transição e lótico) e a ocorrência de fêmeas maduras e desovadas, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Todas as análises estatísticas foram feitas pelo programa Primer 6.0 e Statistica 7.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Durante os três anos de coleta, o reservatório de Sobradinho seguiu o padrão histórico em relação à variação hidrológica, com os maiores valores médios de cota (325,5 m) e vazão afluyente ( $1.792,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) no período chuvoso (setembro, novembro e janeiro) e menores no de seca (março, maio e julho), com 282,0 m e  $1.060,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , respectivamente.

O valor médio da temperatura da água foi de  $27,3^\circ\text{C}$  ( $\pm 0,48$ ). Os valores de oxigênio dissolvido não apresentaram grande variação, com média de  $7,37$  ( $\pm 0,17$ )  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ O}_2$ . As mesmas tendências foram observadas para o pH, que apresentou valores levemente alcalinos ( $8,1 \pm 0,09$ ) e a transparência da água, com média de  $2,21$  m ( $\pm 0,43$ ).

Apesar da estabilidade das variáveis ambientais entre os meses, os dados apresentaram diferenças significativas quando relacionados aos ambientes do reservatório (lêntico, transição e lótico) e o período de seca e chuva, com exceção da temperatura/transição; pH/lêntico e oxigênio dissolvido/lótico. Os valores de transparência da água só foram significativos diferentes no ambiente lótico, como observado na tabela 2.

Tabela 2 – Valores da análise estatística das variáveis ambientais entre os períodos (seca e cheia) nos ambientes lântico, transição e lótico do reservatório de Sobradinho, entre novembro de 2006 e setembro de 2009. \*p – significativo.

Ambientes/ Variáveis	Lântico	Transição	Lótico
Temperatura (°C)	KW-H(1;66) = 6,1252; p = 0,0133*	KW-H(1;70) = 0,4975; p = 0,4806	KW-H(1;69) = 5,6605; p = 0,0174*
pH	KW-H(1;66) = 3,4115; p = 0,0647	KW-H(1;70) = 11,1689; p = 0,0008*	KW-H(1;69) = 10,2662; p = 0,0014*
OD (mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	KW-H(1;66) = 18,3713; p = 0,00002*	KW-H(1;70) = 5,7487; p = 0,0165*	KW-H(1;69) = 1,5076; p = 0,2195
Transparência da água (m)	KW-H(1;66) = 0,2913; p = 0,5894	KW-H(1;70) = 0,097; p = 0,7554	KW-H(1;69) = 8,496; p = 0,0036*

Os resultados de cota e vazão coincidem com as flutuações pluviométricas de Sobradinho, observadas por Melo e Severi (2010), que encontraram condições semelhantes para a região. O período de chuva para o semiárido é concentrado na primavera, verão e outono, entre os meses de outubro a abril, com máxima frequência no mês de janeiro (RAMIREZ *et al.*, 1996). Tanto a intensidade quanto a distribuição espacial das chuvas nessa região é influenciada pelos “Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis” (VCAN) que atuam entre os meses de novembro e abril (SANTOS *et al.*, 2013).

Não foi observada tendência diferenciada na abundância das espécies entre os ambientes e as estações de seca e chuvosa, quanto à diversidade, riqueza e equitabilidade. Os índices de diversidade e riqueza mostraram um ligeiro aumento no trecho lótico durante a seca e os menores valores no lântico, tanto na estação chuvosa quanto na seca. Também não houve variação significativa entre os ambientes e os períodos, não apresentando um padrão sazonal característico (Tabela 3).

Tabela 3 – Índices ecológicos de riqueza (S), abundância (N), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon (H'), por períodos (seca e cheia) e ambientes (lêntico, transição e lótico), do reservatório de Sobradinho entre novembro de 2006 e setembro de 2009.

Períodos/Ambientes		S	N	J'	H' (log <sub>2</sub> )
Cheia	Lêntico	43	3903	0,7157	3,8836
	Lótico	41	5273	0,7071	3,7882
	Transição	42	2919	0,7412	3,9967
Seco	Lêntico	41	5349	0,6923	3,7092
	Lótico	45	6724	0,7426	4,0782
	Transição	43	7331	0,6935	3,7632

Na análise de componentes principais foram utilizados quatro componentes que explicaram 75,17% da variação, porém os fatores 1 e 3 foram os que mais se correlacionaram (Tabela 4).

Tabela 4 - Resultado da análise de componentes principais (PCA), dos índices ecológicos com as variáveis ambientais e os coeficientes obtidos usando a correlação de Pearson.

	Fator1	Fator3
Autovalores	2,620	1,735
% acumulada	26,197	63,115
Cota (m)	0,620	0,512
Vazão Afluyente (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	-0,291	<b>-0,815</b>
T (°C)	<b>-0,833</b>	-0,232
pH	0,607	-0,617
OD (mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	<b>0,829</b>	-0,353
Transparência (m)	0,332	0,038
Riqueza	0,252	0,174
Abundância	0,009	0,261
Diversidade (H')	0,373	-0,072
Equitabilidade (J')	0,298	-0,380

O oxigênio dissolvido se correlacionou positivamente e a temperatura da água, negativamente com o fator 1 e a vazão se correlacionou negativamente com o fator 3. Analisando a ordenação, foi possível observar uma tendência de distribuição de um gradiente longitudinal, segundo o fator 3 no qual o período de seca apresentou os menores valores de vazão, porém não houve correlação com as variáveis ambientais (Figura 1).

Por trecho, notou-se uma estratificação em relação ao primeiro eixo, formado um gradiente transversal, com o ambiente lântico apresentando maior concentração de oxigênio e menores valores de temperatura e uma tendência inversa, quanto mais a ordenação se desloca para a esquerda.

Na análise de correlação, não foi possível observar uma ordenação das guildas em relação aos ambientes e períodos de seca e cheia, porém alguns grupos demonstraram uma tendência. No trecho lótico, houve uma maior correlação com o grupo G1 na seca e cheia, o G3 na seca e o G4 na cheia. Para o lântico, observou-se um agrupamento com os grupos G2 e G3 na cheia e no de transição o G2 e o G4 na seca (Figura 2).

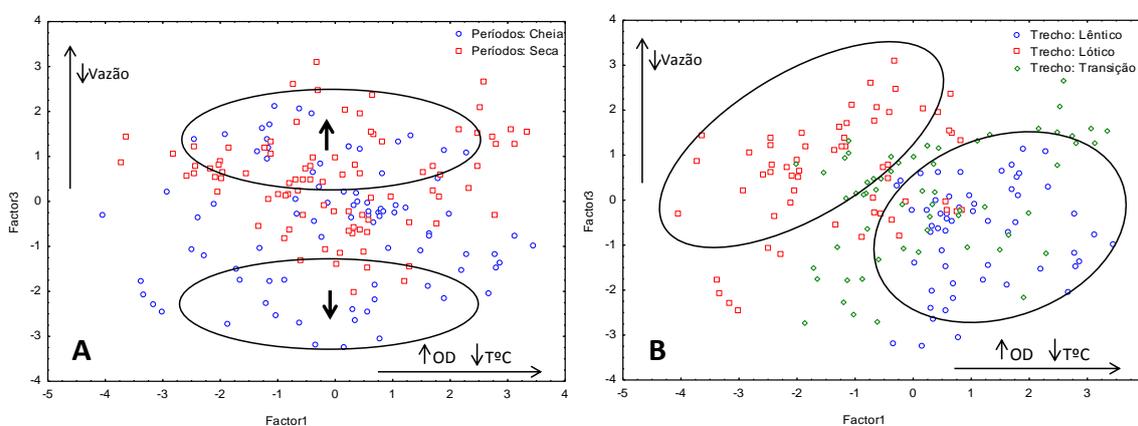


Figura 1 – Gráficos do componente principal 1 contra o componente principal 3. A) por período (seca e cheia); B) e ambiente (lântico, transição e lótico), na área de influência do reservatório de Sobradinho, no período de novembro/2006 a setembro/2009.

A análise sugere que as variáveis hidrológicas e ambientais não influenciam na distribuição espacial das guildas de peixes. Este fato foi corroborado pela análise de Cluster no qual foi possível observar a formação de um grande grupo constituído por aproximadamente 60% das espécies capturadas durante todo o período de estudo (Figura 3).

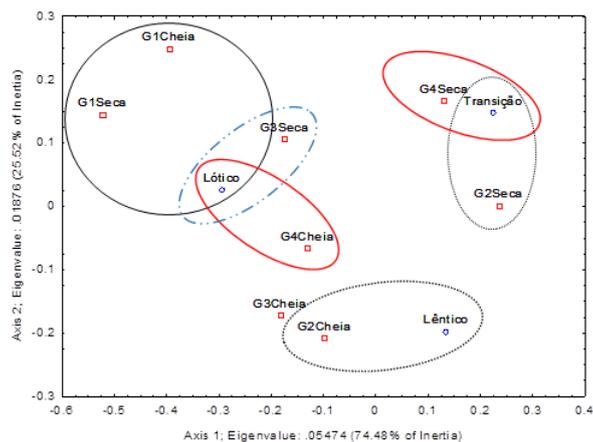


Figura 2 – Análise de correlação das guildas por período (seca e cheia) e ambiente (lêntico, transição e lótico) na área de influência do reservatório de Sobradinho, no período de novembro/2006 a setembro/2009.

O agrupamento identificou seis grupos e dois subgrupos (F' e F'') com nível de similaridade de mais de 75% em relação à presença e ausência das espécies nos ambientes e períodos. O mais representativo é o subgrupo F'', unido ao nível de similaridade de 100% e representado por espécies que ocorreram nos ambientes lêntico, lótico e transição e em ambos os períodos.

Este grupo é formado por 33 espécies dominantes que, além de não apresentarem um padrão de ocorrência espacial e temporal, foram as mais abundantes. O subgrupo F'' está representado por 75% das espécies que formam o grupo G1 (grandes migradores), 40% G2 (sedentárias/migradores de curta distância, sem cuidado parental e desova parcelada), 66,7% G3 (sedentárias/migradores de curta distância, sem cuidado parental e desova total) e G4 (sedentárias/migradores de curta distância, com cuidado parental e desova parcelada) (Figura 3).

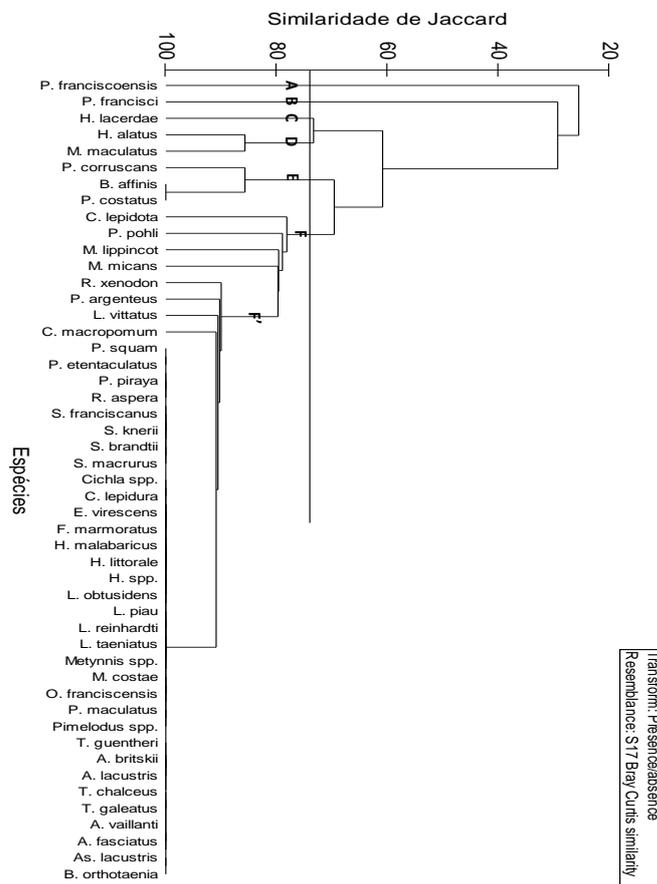


Figura 3 - Dendrograma do agrupamento por período (seca e cheia) e ambiente (lêntico, transição e lótico) em relação à presença ou ausência das espécies na área de influência do reservatório de Sobradinho, no período de novembro/2006 a setembro/2009.

Foram selecionadas 18 espécies, dentre as mais abundantes do grupo F'', representando cada guilda, a fim de obter dados mais específicos a respeito dos aspectos reprodutivos dos peixes a área de influência do reservatório de Sobradinho: **G1** - *Prochilodus argenteus*, *Prochilodus costatus*, *Leporinus piau*, *Leporinus obtusidens*, *Leporinus reinhardti*, *Leporinus taeneatus*, *Salminus franciscensis*, *Brycon orthotaenia*; **G2** - *Plagioscion squamosissimus*, *Triportheus guentheri*, *Curimatella lepidura*; **G3** - *Schizodon knerii*; **G4** - *Serrasalmus brandtii*, *Pygocentrus piraya*, *Acestrorhynchus britskii*, *Acestrorhynchus lacustris*, *Tetragonopterus chalceus*, *Trachelyopterus galeatus*, *Franciscodoras marmoratus*. A cutimatã *P. costatus* foi incluída na análise por se tratar de uma espécie migradora e devido a sua importância econômica para a região. No geral, os migradores (G1) e *P. piraya* (G4), tiveram baixa frequência absoluta, não sendo possível estimar o tamanho de primeira maturação e a fecundidade.

### *Biologia reprodutiva*

O registro de estágio final de desenvolvimento gonadal ou com evidência de desova recente (esgotados) fornece evidências consistentes sobre a época de desova, locais de reprodução e dos criadouros naturais (VAZZOLER, 1996).

As informações da distribuição dos estádios maturacionais das espécies do reservatório de Sobradinho selecionadas para a caracterização da biologia reprodutiva constam na Tabela 5.

As espécies migradoras de grande porte (G1) apresentaram atividade reprodutiva nula durante todo o período estudado, com o registro apenas de indivíduos imaturos, em maturação e em menor quantidade, desovados. Dentre essas, foram registradas para *Prochilodus costatus*, nos meses de novembro, janeiro e julho e *P. argenteus*, em novembro, com fêmeas esgotadas, o que pode caracterizar uma desova recente. Fêmeas em repouso foram observadas para *B. orthotaenia*, em março, maio e julho e *S. franciscanus*, em março e julho, sugerindo que estas espécies (curimatã e dourado) não estão em atividade reprodutiva. Através da análise das gônadas das fêmeas foi possível inferir que o seu período reprodutivo começa a partir de outubro, com a chegada das chuvas e início das enchentes na região do médio São Francisco. Freitas *et al.* (2013) observaram que *Salminus franciscanus* começa a maturar de outubro a janeiro e se encontra em pós-desova até maio.

Para os migradores da família Anostomidae, *L. reinhardti* apresentou período reprodutivo mais longo, de novembro a julho e *L. taeniatus*, novembro a maio. Por outro lado, *L. obtusidens* e *L. piau*, tiveram indivíduos em reprodução nos meses de janeiro, março e maio e no mês de setembro, para o último. A atividade reprodutiva dos peixes de piracema no mesmo período para esta região foi observada por Sato *et al.* (2003).

O fato de só ter sido encontradas fêmeas esgotadas e em repouso pode ser indício de que os migradores de grande porte não utilizam o reservatório para desenvolver sua atividade reprodutiva e sim, para outras necessidades vitais, como a alimentação, conforme já registrado para outros reservatórios brasileiros (SATO *et al.*, 2003; AGOSTINHO *et al.* 2007). Em contrapartida, as espécies migradoras da família Anostomidae podem estar utilizando a área de Sobradinho como região de desova. Vono *et al.* (2002) relatam que espécies de Anostomidae utilizam a área do reservatório de Miranda (alto Paraná) como local de desova e que apresentam atividade reprodutiva ao

longo de todo o ano. O caráter migratório e tipo de desova para muitas espécies dessa família ainda é contraditório.

Algumas espécies de Characiformes demonstraram ter um longo período reprodutivo, com destaque para *T. guentherii* e *C. lepidura*. Durante todo o período analisado foram encontradas fêmeas em reprodução, porém, com maior intensidade reprodutiva entre os meses de novembro a maio. Na represa de Três Marias, alto rio São Francisco, Sato *et al.* (2003) e Alvarenga *et al.* (2006) observaram que o período de maior intensidade reprodutiva dessas espécies se dá entre novembro e fevereiro, considerada época de chuva para a região.

Para *P. squamosissimus* foram registrados indivíduos maduros em todos os meses. A pescada se reproduz durante todo o ano nas áreas de influência do reservatório, com picos reprodutivos espaçados. É uma espécie que realiza deslocamento no período reprodutivo, embora curto, e possui desova parcelada como picos anuais (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Santos *et al.* (2003) consideraram que a pescada no açude Pereira de Miranda, Ceará, reproduz ao longo do ano, independente do regime de chuva, com picos de desova em fevereiro e julho. No reservatório de Tucuruí (Pará), *P. squamosissimus* desova o ano todo, apresentando período de picos de desova variado (Rocha *et al.*, 2006), o que segundo o autor, pode estar relacionado a fatores ambientais.

As espécies pertencentes à guilda G2 (*Triportheus guentherii*, *Curimatella lepidura* e *P. squamosissimus*) são migradoras de curta distância e de desova parcelada, com pico reprodutivo nos períodos de chuva (GODOY, 1975; VAZZOLER *et al.*, 1997; AGOSTINHO *et al.*, 2007). Possuem longa atividade reprodutiva, ovos pequenos e pelágicos e embriogênese curta (NAKATANI *et al.*, 2001).

*Schizodon knerii* (G3) é a única espécie da família Anostomidae do rio São Francisco que apresenta ovos adesivos e cuidado parental (RIZZO *et al.*, 2002). No estudo foram observadas fêmeas maduras e desovadas de janeiro a julho, com período reprodutivo inverso ao das demais espécies da família. Na região de Três Marias, *S. knerii* apresentou atividade reprodutiva de outubro a abril, acompanhando o período de chuvas da região do alto São Francisco (FERREIRA e GODINHO, 1990).

Para as duas espécies de peixe-cachorro, *A. lacustris* e *A. britskii* (G4), foi registrada atividade reprodutiva em todos os meses amostrados, sendo encontradas fêmeas maduras e desovadas. Essas espécies demonstraram estar bem adaptadas ao ambiente de

reservatório, desovando durante todo o ano. A exemplo de ambientes lênticos, na planície de inundação do alto rio Paraná, *A. lacustris* utiliza este locais para realizar sua desova e é considerada como uma espécie migradora de curta distância (VAZZOLER *et al.*, 1997).

*Tetragonopterus chalceus* também apresentou período reprodutivo prolongado, indicado por indivíduos em atividade em todos os meses. *T. chalceus* realiza desova parcelada, com ovários do tipo assincrônico (RICARDO *et al.*, 1998). As espécies da subfamília Tetragonopterinae (Characidae) tendem a apresentar ciclo reprodutivo semelhante aos de piracema, realizando pequenas migrações em regiões com correnteza em períodos de chuvas locais ou enchentes de chuvas mais fortes, sendo este um dos fatores estimuladores da desova (LOWE-McCONNEL, 1999).

Para a família Serrasalminidae, foram encontradas fêmeas maduras e esgotadas da pirambeba *S. brandtii* de novembro a julho e da piranha *P. piraya*, em janeiro e maio, se sobrepondo ao da pirambeba. Segundo Ferreira *et al.* (1996), em Três Marias (MG), *P. piraya* aparentemente se reproduz no reservatório, nos meses de janeiro a abril. Teles e Godinho (1997), no mesmo local, observaram que *S. brandtii* se reproduz durante todo o ano. O mesmo pode ser observado em Sobradinho, para ambas as espécies, que também apresentam ampla distribuição e tem preferência por águas lênticas (FERREIRA *et al.*, 1996).

As espécies da ordem Siluriformes demonstraram períodos de reprodução diferenciados. *Franciscodoras marmoratus* apresentou atividade reprodutiva entre novembro e maio. Para o cangati *T. galeatus* foram registrados indivíduos em reprodução durante todos os meses e maior frequência absoluta entre novembro e março. Eles são considerados peixes sedentários, com cuidado parental que constroem ninhos em pedras e cascalhos, possuem ovos adesivos, baixa fecundidade e desova parcelada (BRAGA, 2001). Além disso, o cangati é uma espécie de fecundação interna e dimorfismo sexual (MEISNER *et al.*, 2000; FERRARIS, 2003). Para a guilda G4, as espécies apresentaram período reprodutivo prolongado, com intensidade no início das cheias, com exceção dos serrassalmídeos que concentraram as desovas entre janeiro e maio.

Tabela 5 – Distribuição mensal dos estádios maturacionais das espécies de peixes na área de influência do reservatório de Sobradinho, no período de novembro/2006 a setembro/2009. I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – esgotado; V - repouso

Espécie	NOV					JAN					MAR					MAI					JUL					SET				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
<i>P. costatus</i>					II				III		II	II											II	II	II					
<i>P. argenteus</i>	II			III	II		II								II	II						II					II			
<i>S. franciscanus</i>											II	II		III							II	II		III		II				
<i>B. orthotaenia</i>											II	II		III		II	II		III		II	II		III						
<i>L. obtusidens</i>	II		III	III			II	III	III		II	III	III		II	II	III		II	II		II			II					
<i>L. piau</i>		II														III					II	II		II	II			III		
<i>L. renhardti</i>	II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II		III	II	II				
<i>L. taeneatus</i>			III			II	II	III	III		II	II	III	III				III		II	II		III	II	II					
<i>S. knerii</i>	II	II				II	II	III	III		II	II	III	III	II	II	II	III	III		II	II		III	II	II				
<i>S. brandtzi</i>	II	II	III	III		II	II	III	III		II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II				
<i>P. piraya</i>	II	II				II	III				II	II			II	II	III		II	II		II	II		II	II				
<i>T. galeatus</i>	II	II	III	III	II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III		II	II	III	III		II	II	III	III			
<i>F. marmoratus</i>	II	II	III	III		II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II		III	II	II					
<i>T. guentherii</i>	II	II	III	III		II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		
<i>T. chalceus</i>	II	II	III	III		II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		
<i>C. lepidura</i>	II	II	III	III		II	III	III	II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III	II		
<i>A. lacustres</i>	II	II	III	III		II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		
<i>A. britskii</i>	II	II	III	III		II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		
<i>P. squamosissimus</i>	II	II	III	III		II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		II	II	III	III		

### Ambiente para desova

Ao longo do período estudado, na guilda G1, foram capturadas fêmeas de Anostomidae maduras e desovadas provenientes do trecho lótico, com exceção de *L. taeniatus* (lêntico e transição) (Tabela 6). Para os representantes das guildas G2 e G4 foi possível observar uma distribuição de fêmeas maduras e desovadas variando ao longo dos três ambientes lêntico, transição e lótico (com exceção da *P. piraya*). Para a maioria destas espécies, as fêmeas maduras foram mais abundantes no trecho lêntico, ao passo que as desovadas foram encontradas nos trechos lótico e de transição. Na guilda G3, foram observadas fêmeas maduras no trecho lótico e desovadas nos três trechos.

Segundo Vazzoler *et al.* (1997), espécies que apresentaram pequenos deslocamentos e atividade reprodutiva no ambiente lêntico podem estar utilizando-o

como área de desova. Sato *et al.* (2003) relataram que os Characiformes e Siluriformes migradores podem usar o leito do rio, no ambiente lótico, como local de desova, enquanto sedentárias/com deslocamentos restritos, preferem regiões lânticas, tais como represas, remansos de rios e lagoas.

Nas espécies que não puderam ser tratadas estatisticamente, em função de seu número reduzido, foi possível observar uma preferência por ambientes lóticos. De acordo com Suzuki e Agostinho (1997), apesar da maior oxigenação nos ambientes lóticos, é necessário que os ovos sejam adaptados para as condições de maior correnteza, fixando-se em algum substrato ou aproveitando-se da dinâmica da água para flutuação.

De modo geral, todas as espécies utilizaram os ambientes observados no trecho sob influência do reservatório de Sobradinho, seja para maturação gonadal ou para desova. A identificação de fêmeas, principalmente desovadas, da maior parte das espécies analisadas em todos os ambientes sugere que estas estejam adaptadas às alterações ambientais, aproveitando as condições convenientes, mesmo nos trechos que não são de sua preferência.

Tabela 6 – Frequência espacial de fêmeas maduras e parcialmente desovadas nos diferentes ambientes (com valores de **p** para nível de significância  $\geq 0,005$ ) no reservatório de Sobradinho, entre novembro de 2006 e setembro de 2009.

	Fêmeas maduras			Fêmeas desovadas			p
	Lântico	Lótico	Transição	Lântico	Lótico	Transição	
<i>A. britskii</i>	111	71	76	44	51	66	0,040
<i>A. lacustris</i>	11	89	40	8	61	49	0,930
<i>C. lepidura</i>	135	41	24	50	53	23	0,0001*
<i>F. marmoratus</i>	13	10		2	1		0,743
<i>L. reinhardti</i>	1	22	1	4	25	11	0,036
<i>L. taeniatus</i>	5		5	1		2	0,626
<i>T. galeatus</i>	63	31	45	12	53	13	0,0001*
<i>P. squamosissimus</i>	5	5	9	60	22	36	0,139
<i>S. brandtii</i>	4	2	2	3	6	4	0,442
<i>S. knerii</i>		3		1	15	4	0,632
<i>T. chalceus</i>	38	96	64	21	39	45	0,050
<i>T. guentheri</i>	105	53	60	79	69	72	0,033

\*Diferença para  $p < 0,005$

## Fecundidade

O maior valor médio de fecundidade observado foi de 54.796 ovócitos em *F. marmoratus* e o menor foi de 2.721 em *T. galeatus*. De acordo com Vazzoler (1996), a fecundidade depende do espaço reservado para a acomodação dos ovócitos na cavidade celomática do peixe e pode variar entre indivíduos num mesmo estágio maturacional, com comprimentos semelhantes. Muñoz (2005) relaciona a fecundidade com as estratégias reprodutivas especializadas, como fecundação interna ou cuidado parental, afirmando que nestes casos a fecundidade é consideravelmente menor. *Trachelyopterus galeatus* apresenta tais comportamentos, o que explicaria a sua baixa fecundidade (Tabela 7).

Tabela 7 - Espécies analisadas e suas respectivas fecundidades. (PG: Peso médio das gônadas; IGS: Índice gonadossomático médio; FEC: Fecundidade absoluta média;  $\sigma$ : Desvio padrão da FEC; FE<sub>p</sub>: FEC em relação ao Peso médio; FE<sub>c</sub>: FEC em relação ao CP médio;  $r'$ : Coeficiente de correlação entre FEC e Peso;  $r''$ : Coeficiente de correlação entre FEC e CP; N: número de indivíduos amostrados)

Espécie	PG	IGS	FEC	$\sigma$	FE <sub>p</sub>	FE <sub>c</sub>	$r'$	$r''$	N	G
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	2,888	6,444	3522	2746	78	22	0,37*	0,17	51	4
<i>Acestrorhynchus lacustres</i>	6,269	5,515	8710	4794	82	46	0,40*	0,53*	26	4
<i>Curimatella lepidura</i>	6,615	12,594	17395	12824	325	151	0,49*	0,37*	49	2
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	44,202	8,754	54796	57380	115	212	0,94*	0,83*	8	4
<i>Leporinus reinhardtii</i>	4,437	5,015	6242	5282	72	41	0,20	0,28	9	1
<i>Leporinus taeniatus</i>	26,475	19,155	53740	46174	363	303	0,98*	0,99*	5	1
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	9,878	12,972	2721	2151	35	22	0,34	-0,48	10	4
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	2,712	0,835	31757	25976	99	124	0,31	0,29	9	2
<i>Pygocentrus piraya</i>	28,709	2,845	20160	23474	18	71	**	**	2	4
<i>Serrasalmus brandtii</i>	5,047	4,302	2970	2407	24	20	0,30	0,18	3	4
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	4,177	14,703	12579	6120	455	147	0,31	0,23	12	4
<i>Triporthus guentheri</i>	28,709	6,934	5693	3043	104	44	0,67*	0,54*	40	2

\* Rejeita H<sub>0</sub>=0, ou seja, apresenta correlação significativa para  $r > 0,05(2)$ ; (n-2)

\*\* Com apenas dois indivíduos esses cálculos não puderam ser realizados

Costa e Mateus (2009) indicam que a fecundidade cresce linearmente em relação ao peso total, comprimento padrão, peso das gônadas ou diâmetro dos ovócitos, sendo que para o diâmetro dos ovócitos a relação é inversamente proporcional. Essas relações puderam ser facilmente visualizadas nas amostras deste trabalho. As piranhas, *Serrasalmus brandtii* e *Pygocentrus piraya*, apresentaram valores de fecundidade muito diferentes para espécies da mesma família e com comportamentos semelhantes, porém,

as fêmeas analisadas de *P. piraya* foram notadamente maiores (193 e 298 cm) que aquelas de *S. brandtii* (136 a 161 cm). A mesma diferença foi observada nas espécies de piaú, *Leporinus reinhardti* e *Leporinus taeniatus*, porém o fator diferenciador foi o peso da gônada. A pescada branca, *Plagioscion squamosissimus*, apresenta uma das maiores fecundidades, fato este relacionado ao tamanho reduzido dos ovócitos em relação a todas as demais espécies estudadas, sendo considerada também um peixe de porte médio.

As relações mais claramente definidas foram as que envolvem a fecundidade e o comprimento padrão e, principalmente, a fecundidade e o peso total do peixe. Segundo Adebisi *et al.* (1987), as relações entre a fecundidade absoluta e o comprimento padrão, e fecundidade absoluta e peso total, indicam um aumento na fecundidade, proporcionalmente ao crescimento e ao ganho de massa do peixe.

Apenas seis espécies apresentaram correlação significativa entre a fecundidade e o peso total ou entre a fecundidade e o comprimento padrão. *Acestrorhynchus britskii* apresentou correlação significativa apenas com o peso total, enquanto *Acestrorhynchus lacustris*, *Curimatella lepidura*, *Franciscodoras marmoratus*, *Leporinus taeniatus* e *Triportheus guentheri* apresentaram correlação tanto com o peso total quanto com o comprimento padrão. As demais espécies não apresentaram correlação significativa com nenhuma das duas variáveis.

A espécie que apresentou a maior relação entre o crescimento do peixe e consequente aumento da fecundidade foi o piaú, *L. taeniatus*, seguido pelo *F. marmoratus* e o *T. guentheri*. Já as espécies que apresentaram a menor correlação foram *T. chaldeus*, *S. brandtii* e *A. britskii*. Nestes casos, o acréscimo da fecundidade não foi relacionado com o comprimento e sim com o aumento do peso. *Trachelyopterus galeatus* apresentou correlação negativa com o comprimento, que significa que a fecundidade decresce enquanto o peso se eleva, contudo o coeficiente de correlação não foi considerado significativo.

As espécies que apresentaram correlação mais significativa da fecundidade com o peso foram *L. taeniatus*, *T. galeatus* e *T. guentheri*. Já as correlações menos significativas com o peso foram registradas para *L. reinhardti*, *S. brandtii* e *P. squamosissimus*.

### *Tamanho de primeira maturação (L<sub>50</sub>)*

Algumas espécies do reservatório de Sobradinho apresentaram restrição para o uso do modelo logístico, pois as mesmas tiveram uma baixa ocorrência tanto de indivíduos jovens como de adultos. Para essas espécies, o L<sub>50</sub> foi indicado pelo menor exemplar capturado em estádios avançados de maturação gonadal (adulto), como sugerido por Sato e Godinho (1999). Os valores de L<sub>50</sub> das espécies de machos e fêmeas estão expostos na Tabela 8.

Os Siluriformes *T. galeatus* e *F. marmoratus* apresentaram um comprimento mínimo de primeira maturação entre 100 e 119 mm, respectivamente. Para *F. marmoratus*, 100% das fêmeas e 71% dos machos capturados eram adultos, em estágio avançado de desenvolvimento gonadal. O mesmo foi observado para *T. galeatus*, com 79% e 71% para fêmeas e machos, respectivamente. O L<sub>50</sub> das fêmeas foi menor em relação aos dos machos. Os valores registrados para *T. galeatus* corroboraram os dados observados por Zanatta (2009) para essa mesma espécie na estação ecológica do Caiuíá, Diamantina do Norte/PR.

Para *Curimatella lepidura* e *T. chalceus*, não houve diferença de comprimento de primeira maturação entre os sexos. Na bacia amazônica, *T. chalceus* atinge o tamanho máximo de 100 mm e desova duas vezes por ano, de acordo com Magalhães (1931). Segundo Ricardo *et al.* (1998), os menores indivíduos em maturação apresentaram uma variação de comprimento padrão para machos e fêmeas de 48 a 52 mm e 63 a 67 mm, respectivamente, onde o tamanho de primeira maturação sexual pode estar entre esses valores. O L<sub>50</sub> registrado no reservatório de Sobradinho, tanto para as fêmeas como para os machos, foi de 55 mm, sendo estes valores observados nos menores exemplares em maturação avançada/maduro.

O L<sub>50</sub> de *C. lepidura*, para ambos os sexos, foi de 81 mm, no reservatório de Sobradinho/BA. O L<sub>50</sub> calculado neste período foi superior ao observado no reservatório de Juramento/BA por Alvarenga *et al.* (2006), onde estimaram o L<sub>50</sub> dessa mesma espécie em torno de 77 mm para fêmeas e 71 mm para os machos.

*Pygocentrus piraya*, *B. orthotaenia*, *S. knerii*, *L. taeniatus* e *L. piau* apresentaram L<sub>50</sub> das fêmeas superiores aos dos machos, contrariando a estratégia das demais espécies, em que as fêmeas iniciam a atividade reprodutiva com tamanho inferior ao dos machos,

tendência esta, sugerida por Vazzoler (1996). As variações intersexuais quando observadas nos valores de primeira maturação sexual, podem refletir no dimorfismo sexual.

No reservatório de Sobradinho, o tamanho de primeira maturação para *S. knerii* foi de 151 e 135 mm para fêmeas e machos respectivamente, sendo próximo ao encontrado na represa de Três Marias/MG que foi de 145 e 123 mm para fêmeas e machos respectivamente (SOARES *et al.*, 1996). Os peixes migradores *S. franciscanus*, *P. costatus* e *P. argenteus*, foram as espécies que apresentaram os maiores valores de  $L_{50}$  dentre as espécies analisadas, demonstrando também que as fêmeas atingem atividade reprodutiva com tamanho inferior ao dos machos. O  $L_{50}$  encontrado para *P. costatus* foi de 241 mm e 274 mm para fêmeas e machos, respectivamente. Para as fêmeas, este valor foi menor do que o observado em Três Marias, MG, que foi de 275 mm e para os machos, 252 mm (BAZZOLI, 2003).

*Leporinus reinhardti* possui o comprimento de primeira maturação em torno de 116 mm e 131 mm, em fêmeas e machos respectivamente. O  $L_{50}$  estimado por Rizzo *et al.* (1996), para esta espécie foi de 129 mm (machos) e 140 mm (fêmeas), em Três Marias/MG. A antecipação do tamanho de primeira maturação para algumas espécies estudadas no reservatório de Sobradinho/BA pode ser explicada como características adaptativas, sendo considerada uma das táticas adotadas pelas espécies no sentido de recuperar o equilíbrio populacional (BARBIERI *et al.*, 2004).

*Plagioscion squamosissimus* apresentou tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ) de 128 mm para as fêmeas e 141 mm para os machos. Esses valores estão abaixo dos valores estimados na maioria dos estudos já realizados com a espécie (SANTOS *et al.*, 2003), como registrado no alto rio Paraná, 159 mm (VAZZOLER, 1996) e no reservatório de Itaipu, 178 para as fêmeas e 162 mm para os machos (CARNELÓS *et al.*, 2002). De acordo com Steans e Crandall (1984), o tamanho de maturidade sexual depende das condições demográficas e é determinada pelo gene e pelo ambiente. Vale destacar que os reservatórios tornam os ambientes adjacentes bastante variáveis, refletindo negativamente, afetando as diferentes estratégias reprodutivas das espécies (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

Espécies de peixes neotropicais podem realizar modificações no seu modo reprodutivo como uma estratégia de adaptação, dependente das modificações sofridas

pelo ambiente (WOOTTON, 1989). Devido a essa dinâmica nas estratégias reprodutivas, que representam características adaptativas temporais, se faz necessário o monitoramento de estimativas do parâmetro ( $L_{50}$ ), visando a revisão do tamanho de malha permitida para a captura, como norma de preservação das espécies, principalmente daquelas que apresentam valor econômico e/ou desempenham papel importante no ecossistema.

Estimativas precisas do tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ), o comprimento no qual 50% da população encontra-se no estágio adulto, são necessárias para o manejo e conservação das espécies de peixes (MARQUES *et al.*, 2007).

Tabela 8 - Frequência absoluta e relativa dos indivíduos imaturos (imat) e adultos (adult), tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ), tamanho mínimo ( $L_{mín.}$ ), tamanho máximo ( $L_{máx.}$ ) de fêmeas e machos das espécies analisadas no reservatório de Sobradinho no período de novembro/06 a setembro/09.

ESPECIE	FEMEA						MACHOS					TOTAL		
	imat	imat %	adult	adult %	total	$L_{50}$	imat	imat %	adult	adult %	total	$L_{50}$	$L_{mín}$	$L_{máx}$
<i>P. squamosissimus</i>	205	28,7	509	71,3	714	<b>128,7</b>	182	30,2	421	69,8	603	<b>141,9</b>	90	556
<i>T. guentherii</i>	125	12,7	860	87,3	985	<b>95,1</b>	227	24,4	705	75,6	932	<b>101,9</b>	17	151
<i>A. lacustris</i>	40	7,1	527	92,9	567	<b>117,7</b>	72	26,6	199	73,4	271	<b>124,6</b>	91	260
<i>A. britskii</i>	60	7,4	756	92,6	816	<b>111,7</b>	179	40,0	269	60,0	448	<b>120,8</b>	96	195
<i>B. orthotaenia</i>	3	11,5	23	88,5	26	<b>183,8*</b>	5	9,8	46	90,2	51	<b>173,2*</b>	25	286
<i>C. lepidura</i>	59	9,2	581	90,8	640	<b>81,0</b>	77	17,8	356	82,2	433	<b>81,1</b>	40	138
<i>T. chalceus</i>	90	15,1	505	84,9	595	<b>55,7</b>	110	28,8	272	71,2	382	<b>55,7</b>	36	110
<i>T. galeatus</i>	97	21,0	364	79,0	461	<b>102,3</b>	122	28,9	300	71,1	422	<b>108,7</b>	34	180
<i>F. marmoratus</i>		0,0	49	100,0	49	<b>117,0*</b>	8	26,7	22	73,3	30	<b>199,8*</b>	129	294
<i>S. brandtii</i>	30	33,7	59	66,3	89	<b>80,1</b>	19	21,1	71	78,9	90	<b>67,5</b>	38	255
<i>P. piraya</i>	22	56,4	17	43,6	39	<b>147,2*</b>	6	13,0	40	87,0	46	<b>138,0*</b>	27	298
<i>P. argenteus</i>	11	52,4	10	47,6	21	<b>213,2*</b>	8	57,1	6	42,9	14	<b>243,0*</b>	83	380
<i>P. costatus</i>	1	8,3	11	91,7	12	<b>241,3*</b>	5	55,6	4	44,4	9	<b>274,7*</b>	88	420
<i>S. franciscanus</i>	4	14,3	24	85,7	28	<b>230,0*</b>	20	15,6	108	84,4	128	<b>234,2*</b>	118	475
<i>L. reinhardti</i>	85	24,9	257	75,1	342	<b>116,0</b>	203	57,0	153	43,0	356	<b>131,7</b>	50	204
<i>S. knerii</i>	16	19,3	67	80,7	83	<b>151,3</b>	38	26,2	107	73,8	145	<b>135,4</b>	43	357
<i>L. taeniatus</i>	7	26,9	19	73,1	26	<b>153,3*</b>	14	31,1	31	68,9	45	<b>146,6*</b>	70	203
<i>L. vitattus</i> *		0,0	1	100,0	1		21	100,0		0,0	21		75	165
<i>L. obtusidens</i>	3	37,5	5	62,5	8	<b>154,1*</b>	2	22,2	7	77,8	9	<b>156,8*</b>	88	224
<i>L. piau</i>	1	6,3	15	93,8	16	<b>136,2*</b>	9	40,9	13	59,1	22	<b>134,0*</b>	69	197

\*Espécie com  $L_{50}$  estimado através do menor indivíduo em maturação (estádio II)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies estudadas, em sua maioria, apresentaram-se adaptadas às variações no ambiente provocadas pelas modificações hidrológicas no rio São Francisco no tocante a sua reprodução. Essa adaptação foi adquirida com o passar dos anos desde a formação do reservatório de Sobradinho, do mesmo modo como igualmente observado em reservatórios de outras bacias hidrográficas.

Trabalhos iniciados anteriormente e concluídos após a construção de barragens de hidroelétricas dão uma luz sobre as modificações no ciclo de vida dos peixes. A reprodução apresenta-se como um impedimento relevante à ocupação de novos reservatórios, por ser o caráter mais conservador das estratégias de vida dos peixes, se comparado a outras atividades vitais (AGOSTINHO *et al.*, 2007). A colonização dos novos ambientes vai depender, para muitas espécies, da importância dos mesmos para sua reprodução e desenvolvimento da prole. Segundo Suzuki e Agostinho (1997), os peixes (de ambientes fluviais) desenvolveram estratégias reprodutivas que tornaram viáveis sua reprodução num ambiente de fortes corredeiras. Os autores, em sua análise da reprodução de peixes no reservatório de Segredo, evidenciaram que as espécies inicialmente passaram por um processo de acomodação. Aquelas que possuem maior plasticidade quanto ao local de reprodução são as primeiras a ter sucesso no novo ambiente, ao passo que as que só desovam em ambientes lóticos procuram trechos com esta característica a montante do reservatório e em seus tributários.

O período reprodutivo para a maioria dos peixes sedentários/com deslocamentos restritos está associado à elevação do nível dos rios, sendo que a intensidade da atividade reprodutiva começa a diminuir no pico das cheias fornecendo as condições para o desenvolvimento larval. No entanto, as cheias não são o único gatilho para espécies migradoras, sendo a duração do dia, o aumento da temperatura e outras características físicas e químicas da água fatores que atuam favorecendo o sucesso reprodutivo (VAZZOLER *et al.*, 1997; BAILLY, 2008).

Alves (1995) mostrou as influências negativas do represamento sobre a reprodução e recrutamento dos peixes no reservatório de Cajuru, no rio Pará (MG). Ele relatou que a manipulação da época de enchimento do reservatório resultou em alterações nos parâmetros limnológicos e na ictiofauna. Essas modificações foram negativas para as

larvas (diminuição do recrutamento), peso total e diversidade de espécies. Vale ressaltar que este reservatório é um dos mais antigos no Brasil, tendo sido concluído em 1959.

Vazzoler *et al.* (1997), em estudo no Alto rio Paraná, ressaltaram o valor da manutenção de trechos amplos, à montante, para o desenvolvimento da atividade reprodutiva dos peixes. Isso garante não só a diversidade de espécies, como também o nível de produção de estoques pesqueiros vinculados aos migradores de grande porte. Enquanto peixes de pequeno e médio porte buscam por ambientes lênticos e de transição para desovarem, as de grande porte se deslocam para o trecho lótico com a mesma finalidade. Assim, as barragens são barreiras que podem impedir o acesso de peixes migradores a seus locais de desova. Diminuem também os espaços livres, podendo levar à eliminação de espécies, principalmente quando as barragens estão dispostas em cascata ao longo do rio (LOWE-MCCONNELL, 1999).

Deste modo, fica evidente que as espécies, em cada situação, estão em busca de um meio-termo adaptativo que lhes seja favorável sob todos os aspectos, principalmente a reprodução. Essa adaptação pode durar anos para acontecer, em alguns casos, décadas.

De um modo geral, as espécies que estão utilizando o corpo do reservatório para realizar suas atividades reprodutivas são de longo período de desova, com deslocamento restrito durante a reprodução, realizam desova parcelada e são residentes. Do contrário, as espécies consideradas de grande porte, e conseqüentemente, migradoras de longa distância, demonstraram finalizar o seu processo reprodutivo em outras áreas, que não o corpo do reservatório.

De acordo com os resultados analisados, as variáveis ambientais e hidrológicas não parecem interferir na distribuição das guildas reprodutivas entre os ambientes (lêntico, transição e lótico) da área de influência do Sobradinho, indicando que o corpo do reservatório pode ser considerado como um ambiente homogêneo do ponto de vista da preferência reprodutiva da maioria das espécies de peixes.

## REFERÊNCIAS

- ADEBISI, A.A. The relationships between the fecundities, gonadosomatic indices and egg sizes of some fishes of Ogun River, Nigéria. **Archiv fuer Hydrobiologie**, v. 111 n. 1, p.151-156, 1987.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem. 2007.
- AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JR, H.F. Peixes da bacia do alto rio Paraná, In: **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. H. LOWE-MCCONNELL. São Paulo: Edusp, p. 374-400, 1999
- ALVARENGA, E.R.; BAZZOLI, N.; SANTOS, G.B.; RIZZO, E. Reproductive biology and feeding of *Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann) (Pisces, Curimatidae) in Juramento reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, p. 314-322. 2006.
- ALVES, C.B.M. **Influência da manipulação artificial da época de enchimento na produtividade ictiofaunística em um reservatório de médio porte – UHE-Cajuru, rio Pará (MG): uma proposta de manejo**. Dissertação de Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 71 p., 1995.
- AZEVEDO, P. Reprodução dos peixes de água doce. **Caça e Pesca** v. 12, 16p, 1953.
- AZEVEDO, P. Principais peixes das águas interiores de São Paulo, hábitos de vida. **Poluição e piscicultura. CIBPU, Faculdade de Saúde Pública da USP, Instituto de Pesca. São Paulo**. p. 109-112, 1972.
- BAILLY, D.; AGOSTINHO, A.A.; SUZUKI, H.I. Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiabá River, Upper Pantanal, Brazil. **Rivers Research and Applications** v. 24, p. 1218-1229, 2008.
- BALON, E.K. Reproductive guilds of fishes – proposal and definition. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, 1975.
- BALON, E.K. Patterns in the evolution of reproductive styles in fishes, p. 35-53. In: **Fish reproduction: strategies and tactics**. POTTS G. W.; WOTTON R. J. (ed.). London: Academic Press, 410p, 1984.

BARBIERI, G.; SALLES, F.A.; CESTAROLLI M.A.; TEIXEIRA-FILHO, A.R. Estratégias reprodutiva do dourado, *Salminus maxillosus* de do curimatá, *Prochilodus lineatus* no Rio Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, com ênfase nos parâmetros matemáticos da dinâmica populacional. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 26, n. 2, p. 169-174, 2004.

BAZZOLI, N. Parâmetros reprodutivos de peixes de interesse comercial na região de Pirapora, p. 291-306. In: **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. H. P. Godinho & A. L. Godinho (org.). Belo Horizonte: PUC Minas, 468p. 2003.

BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; SANTOS, J.E.; SATO, Y. Dinâmica da ovogênese em peixes forrageiros da represa de Três Marias, Minas Gerais: estudo histológico e histoquímico. **Bios** (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 4, n.4, p. 5-10, 1996.

BRAGA, F.M.S. Fishes reproduction in the Volta Grande dam tributaries, Grande River, Southeastern Brazil. **Iheringia**. Série Zoologia, n. 91, p. 67-74, 2001.

BETHONICO, M.; CUNHA, S. **Gestão sustentável de unidades de conservação: O caso da APA estadual do rio Pandeiros, Minas Gerais**. **GEOgraphia**, América do Norte, 2011. Disponível em: <http://www.uff.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/view/304/261>. Acesso em: 08 Fev. 2014.

CARNELÓS, R.C.; BENEDITO-CECILIO, E. Reproductive strategies of *Plagioscion squamosissimus* HECKEL, 1840 (Osteichthyes Sciaenidae) in the Itaipu Reservoir, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v 45, p. 317-324, 2002.

CORREIA, M.D.F.; DIAS, M.A.F.S. Variação do nível do reservatório de Sobradinho e seu impacto sobre o clima da região. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8. n. 1, 157-168. 2003.

COSTA, R.M.R.; MATEUS, L.A.F. Reproductive biology of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Teleostei: Characidae) in the Cuiabá River Basin, Mato Grosso, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 3, p. 447-458, 2009.

CRUZ, A.M.G. ; SATO, Y. ; RIZZO, E. ; SANTOS, G.B. ; BAZZOLI, N. . Maturação sexual da piranha *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1820) (Pisces, Characidae) na represa de Três Marias, Minas Gerais. **Bios** (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 4, n.4, p. 17-21, 1996.

FERRARIS, C.J. Family Auchenipteridae. In: **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. REIS R. E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS C.J., JR. (eds). Edipucrs, Porto Alegre, p. 71–84, 2003.

FERREIRA, R.M.A.; GODINHO, H.P. Reproductive biology of the white-piau, *Schizodon knerii* (Steindachner, 1875) (Anostomidae) from a reservoir in Southeast Brazil. – **European Archives of Biology** v. 101, p. 331-344, 1990.

FERREIRA, R.M.A.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; SATO, Y. Aspectos reprodutivos da piranha *Pygocentrus piraya* (Teleostei, Characiformes), espécie nativa da bacia do rio São Francisco. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n.Supl. 1, p. 71-76, 1996.

FREITAS, L.J.A.; PAULA S.P.; ARANTES, B.F.P.; SANTIAGO, K.B.; SATO, Y.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E. Reproductive biology of the characid dourado *Salminus franciscanus* from the São Francisco River, Brasil. **Animal Reproduction Science** v. 139, p. 145–154, 2013.

GODINHO, A.L.; GODINHO H.P. Breve visão do São Francisco. In: **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (org.). Belo Horizonte: PUC Minas, p. 15-24, 2003.

GODINHO, A.L.; LAMAS, I.R.; GODINHO, H.P. Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. **Environ Biol Fish** v. 87, p.143–162, 2010.

GODINHO, A.L.; POMPEU, P.S. A importância dos ribeirões para os peixes de piracema, In: **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. H. P. Godinho, A. L. Godinho (org.). Belo Horizonte: PUC Minas, p. 361-372, 2003.

GODOY, M.P. **Peixes do Brasil, subordem Characoidei: bacia do rio Mogí Guassú**. Editora Franciscana, 1975.

GROWNS, I. A numerical classification of reproductive guilds of the freshwater fishes of south - eastern Australia and their application to river management. **Fisheries Management and Ecology**, v.11, p. 369–377. doi:10.1111/j.1365-2400.2004.00404.2004.

HIGGINS, C.L. Spatiotemporal variation in functional and taxonomic organization of stream-fish assemblages in central Texas. **Aquatic Ecology** v. 43, p. 1133-1141, 2009.

JACKSON, D.A. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. **Ecology** v. 74, p. 2201-2214, 1993.

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

LOWE-MCCONNELL, R.H. **Fish communities in tropical freshwaters**. Longman, New York, 1975.

LOWE-MCCONNELL, R.H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge University Press, Cambridge, 1987.

LOWE-MCCONNELL, R.H. **Estudos Ecológicos de peixes tropicais**. São Paulo, Edusp.1999. 534p.

MAGALHÃES, A.L.B.; SATO, Y.; RIZZO, E.; FERREIRA, R.M.A.; BAZZOLI, N. Ciclo reprodutivo do tucunaré *Cichla ocellaris* (Schneider, 1801) na represa de Três Marias, MG. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n.Supl. 1, p. 85-92, 1996

MARQUES C.S.; BRAUN A.S., FONTOURA N.F. Estimativa de tamanho de primeira maturação a partir de dados de IGS: *Oligosarcus jenynsii*, *Oligosarcus robustus*, *Hoplias malabaricus*, *Cyphocharax voga*, *Astyanax fasciatus* (Characiformes), *Parapimelodus nigribarbis*, *Pimelodus maculatus*, *Trachelyopterus lucenai*, *Hoplosternum littorale*, *Loricariichthys anus* (Siluriformes) e *Pachyurus bonariensis* (Perciformes) no lago guaíba e laguna dos patos, rs. **Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 230-256, jul. 2007.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. **Multivariate Analysis of Ecological Data**. Version 3.11. MjM Software, Gleneden Beach, OR. 1997.

MELO, R.M.C.; FERREIRA, C.M.; LUZ, R.K.; SATO, Y.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Comparative oocyte morphology and fecundity of five characid species from São Francisco River basin, Brazil. **Journal of Applied Ichthyology** , v. 27, p. 1332-1336, 2011.

MELO, A.J.S.; SEVERI, W. Abundância e distribuição espacial e sazonal do ictioplâncton no reservatório de Sobradinho, Bahia. In: **Reservatórios do nordeste do Brasil: biodiversidade, ecologia e manejo**. MOURA, A.N.; ARAÚJO, E.L.;

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; PIMENTEL, R.M.M.; ALBUQUERQUE, U.P. (Ed.). Bauru: Cana l6. p. 503-540, 2010.

MEISNER, A.D.; BURNS, J.R.; WEITZMAN, S.H.; MALABARBA, L.R. Morphology and histology of the male reproductive system in two species of internally inseminating South American catfishes, *Trachelyopterus lucenai* and *T. galeatus* (Teleostei: Auchenipteridae). **J Morphol.** v. 246, p. 131–141. 2000.

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

NORMANDO, F.T.; ARANTES, F.P.; LUZ, R.K.; THOMÉ, R.G.; RIZZO, E.; SATO, Y.; BAZZOLI, N. Reproduction and fecundity of tucunaré, *Cichla kelberi* (Perciformes: Cichlidae), an exotic species in Três Marias Reservoir, Southeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 25, p. 299-305, 2009.

PEREIRA ARANTES, F.; BATISTA DOS SANTOS, H.; RIZZO, E.; SATO, Y.; BAZZOLI, N. Collapse of the reproductive process of two migratory fish (*Prochilodus argenteus* and *Prochilodus costatus*) in the Três Marias Reservoir, São Francisco River, Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 27, p. 847-853, 2011.

PIELOU, E.C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **J. Theor. Biol.** v.13, n. 2, p. 131-144, 1966.

POMPEU, P.S.; GODINHO, H.P. Ictiofauna de três lagoas marginais do médio São Francisco. **Águas, Peixes e Pescadores do São Francisco das Minas Gerais.** PUC Minas, Belo Horizonte, p. 167-181, 2003.

RAMIREZ, M.C.V. **Padrões Climáticos e os Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis no Nordeste do Brasil.** Dissertação de mestrado em meteorologia, INPE São José dos Campos. SP. 132p, 1996.

RAMOS, M. M.; SILVA, D. D. **Geografia das águas.** Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa: UFV/DEA, 83 p. (Curso Uso Racional dos Recursos Naturais e seus Reflexos no Meio Ambiente), Módulo 4, 2001.

RICARDO, M.C.P.; RIZZO, E.; SATO, Y.; BAZZOLI, N. Análise histológica da reprodução de *Tetragonopterus chalceus* Agassiz, 1829 (Pisces: Characidae) na represa de Três Marias, Minas Gerais. **Bios** v. 6, n.6, p.113-120, 1998.

RIZZO, E.; SATO, Y.; FERREIRA, R.M.A.; CHIARINI-GARCIA, H.; BAZZOLI, N. Reproduction of *Leporinus reinhardti* Lütken, 1874 (Pisces: Anostomidae) from the Três Marias Reservoir, São Francisco River, Minas Gerais, Brazil. **Ciência e Cultura**, v. 48, n. 3. p. 189-192, 1996.

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

RIZZO, E.; SATO, Y.; GODINHO, H.P. Short-term storage of oocytes from the neotropical teleost fish *Prochilodus marggravii*. **Theriogenology**. Inglaterra, v. 60, n.6, p. 1059-1070, 2003.

ROCHA, J.C.; JURAS, A.A.; CINTRA, I.H.A.; SOUZA, R.F.C. A reprodução da pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1840) (PERCIFORMES: SCIAENIDAE) no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí (Pará-Brasil). **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, Belém: v.6, n.1, p.49-60, 2006.

SANTOS, E.P.; CORREIA, M.F.; ARAGÃO, M.R.S.; ARAÚJO, E.L.; SILVA, F.D.S. Padrão Mensal de Anomalias de Precipitação: Uma Análise Estatística de Eventos Hidrológicos Extremos nas Sub-Bacias do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.6, n.5. 1193-1207. 2013.

SANTOS, S.B.A.F.; SILVA, A.C.; VIANA, M.S.R. Aspectos reprodutivos da pescada-do-piauí, *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1840), capturada no açude Pereira de Miranda (Petencoste-Ceará). **Rev. Ciência Agronômica**, v.34, n.1, p.5-10, 2003.

SATO, Y. **Reprodução de peixes da bacia do rio São Francisco: indução e caracterização de padrões**. Tese. São Carlos: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCar, 1999. 179p.

SATO, Y.; CARDOSO, E.L.; GODINHO, A.L.; GODINHO, H.P. Hypophysation of the fish *Prochilodus affinis* from the rio São Francisco basin, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n.Supl. 1, p. 55-62, 1996a.

SATO, Y.; CARDOSO, E.L.; GODINHO, A.L.; GODINHO, H.P. Hypophysation of the anostomid fish white-piau *Schizodon knerii* from the São Francisco basin. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n.Supl. 1, p. 63-70, 1996b.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; NUÑER, A.P.O.; GODINHO, H.P.; VERANI, J. R. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco. In: **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (org.). Belo Horizonte: PUC Minas, p. 229-274, 2003.

SATO, Y.; GODINHO, H. P. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. R. H. LOWE-MCCONNELL. (Ed.) São Paulo: EDUSP. 1999. p.401-413.

SATO, Y.; BAZZOLI, NI.; RIZZO, E.; BOSCHI, M.B.; MIRANDA, M.O.T. Influence of the Abaeté River on the reproductive success of the neotropical migratory teleost *Prochilodus argenteus* in the São Francisco River, downstream from the Três Marias Dam, southeastern Brazil. **River Research and Applications** , v. 21, p. 939-950, 2005.

SIMBERLOFF, D.; DAYAN, T. The guild concept and the structure of ecological communities. **Annual review of ecology and systematics**, v. 22, n. 1, p. 115-143, 1991.

SOARES, M.G.; DABÉS, A.C.; SATO, Y.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; FERREIRA, R. M.A. Tamanho de primeira maturação sexual do *Schizodon knerii* e do *Leporinus piau* (Teleostei, Anostomidae) na represa de Três Marias, MG. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n.Supl. 1, p. 47-54, 1996.

SUZUKI, H.I.; AGOSTINHO, A.A. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. AGOSTINHO, Angelo A.; GOMES, Luiz Carlos (Ed.). Maringá: Eduem, p. 39-60. 1997.

SUZUKI, H.I.; VAZZOLER, A.E.A.M.; MARQUES, E.E.; LIZAMA, M.A.P.; INADA, P. Reproductive ecology of the fish assemblages. In: **The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.). Leiden: Backhuys Publishers. p. 271-291, 2004.

TELES, M.E.O.; GODINHO, H.P. Ciclo reprodutivo da pirambeba *Serrasalmus brandtii* (Teleostei, Characidae) na represa de Três Marias, rio São Francisco. **Rev. Brasil. Biol.** v. 57, n. 2, p. 177-184, 1997.

TOLOSA, E.M.C.; RODRIGUES, C.J.; BEHMER, A.O.; FREITAS-NETO, A.G. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica.** 2º ed. São Paulo: Manole. 37 p, 2003.

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

VAZZOLER, A.E.A.M.; LIZAMA, M.A.P.; INADA, P. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. In: **A Planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.** VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.). Maringá: EDUEM: Nupélia, p. 249–266.: il. 1997.

VAZZOLER, A.E.; MENEZES, N.A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysii). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, n. 4, p. 627-640, 1992

VONO, V. **Efeitos da implantação de duas barragens sobre a estrutura da comunidade de peixes do rio Araguari (bacia do alto Paraná, MG).** Tese - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2002.

WALLACE, R.A.; SELLMAN, K. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. **American Zoologist**, v. 31, n. 2, p. 325-343, 1981.

WELCOMME, R.L. **Fisheries ecology of floodplain rivers.** Longman, New York. 1979.

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

WOTTON, R.G. **Ecology of Teleost Fishes.** London, Chapman & Hall, 404p, 1990.

WOOTTON, R.J. Introduction: Tactics and strategies in fish reproduction. In: **Fish reproduction: strategies and tactics.** POTTS, G.W.; WOOTTON, R. J., eds. London: Academic Press, p. 1–12. 1984.

ZANATTA, N., CORBETTA, D.F., BENEDITO, E. **Estratégias reprodutivas da ictiofauna na estação ecológica do Caiuá, Diamante do Norte, PR.** Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, p. 1-3, 2009.

ZAR, J.H. 2010. **Biostatistical analysis.** Upper Saddle River: Prentice-Hall. Fifth edition. 944 p.

**5. CAPÍTULO 2: BIOLOGIA REPRODUTIVA DO CANGATI**  
***Trachelyopterus galeatus* (SILURIFORMES: AUCHENIPTERIDAE)**  
**NO RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO, RIO SÃO FRANCISCO,**  
**BA**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DO CANGATI *Trachelyopterus galeatus*  
(SILURIFORMES: AUCHENIPTERIDAE) NO RESERVATÓRIO  
DE SOBRADINHO, RIO SÃO FRANCISCO, BA**

*Artigo a ser submetido no Boletim do Instituto de Pesca*

Renata Triane da Silva FELIX<sup>1</sup>; Bruno Rocha MAGALHÃES<sup>2</sup>; Sandra Cristina Soares da LUZ<sup>2</sup>; William SEVERI<sup>2</sup>; Joaquim Evêncio NETO <sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DO CANGATI *Trachelyopterus galeatus*  
(SILURIFORMES: AUCHENIPTERIDAE) NO RESERVATÓRIO DE  
SOBRADINHO, RIO SÃO FRANCISCO, BA.**

Renata Triane da Silva FELIX; Bruno Rocha MAGALHÃES; Sandra Cristina Soares da  
LUZ<sup>2</sup>; William SEVERI; Joaquim Evêncio NETO <sup>1</sup>.

**RESUMO**

Analisou-se a biologia reprodutiva de *Trachelyopterus galeatus* no reservatório de Sobradinho, rio São Francisco, Bahia, quanto à diferenciação dos estádio maturacionais gonadal, índice gonadal, tamanho de primeira maturação sexual, fecundidade, tipo e época de desova. As coletas foram bimestrais, realizadas no período de novembro 2006 a setembro 2009, com um total de 886 espécimes, numa proporção sexual de 1,07 fêmeas para um macho. O tamanho de primeira maturação sexual para as fêmeas foi estimado em 105,8 mm de CP e 107,5 mm de CP para os machos. A época reprodutiva se estendeu por todos os meses de coleta, com intensificação entre janeiro e março. O padrão de desenvolvimento ovariano sugere que a desova se dá de forma sincrônica em mais de dois grupos, uma vez que o amadurecimento das células ocorre em mais de dois lotes, caracterizando uma desova múltipla ou parcelada. A fecundidade absoluta foi baixa, com média de  $2.104 \pm 874$  ovócitos e a fecundidade relativa ao peso teve maior correlação do que ao comprimento. O desenvolvimento ovariano de *T. galeatus* apresentou estádios bastante distintos e bem distribuídos ao longo do período analisado, indicando uma alta atividade reprodutiva na região, bem adaptada ao ambiente lacustre do reservatório, sendo fator importante para a manutenção do estoque.

**Palavras-Chave:** *Trachelyopterus galeatus*, época reprodutiva, Sobradinho

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DO CANGATI NO RESERVATÓRIO DE  
SOBRADINHO, RIO SÃO FRANCISCO, BA**

**ABSTRACT**

The reproductive biology of *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766) in Sobradinho reservoir, São Francisco, Bahia was analyzed, based on the differentiation of maturational stages, gonad index, size of sexual maturity, fecundity and season and type of spawning. Samples were collected bimonthly, from September 2009 to November 2006, totalling 886 specimens, with a sex ratio of 1.07 females to each male. The size of sexual maturity for females was estimated at 105.82 mm SL and 107.53 mm SL for males. The reproductive season is year-round, increased between January and March. The pattern of ovarian development suggests that spawning occurs synchronously in more than two groups, since the cell maturation occurs in more than two lots, featuring a multiple or parcelled spawning. The absolute fecundity was low, averaging  $2104 \pm 874$  oocytes and fecundity per weights had a higher correlation than per length. The ovarian development of *T. galeatus* presented quite different and well distributed stages throughout the study period, indicating a high reproductive activity in the region and a successful adaptive of the species to the fresh water environment of the reservoir is an important factor for maintaining the stock.

**Key-Words:** *Trachelyopterus galeatus*, reproductive season, Sobradinho

## INTRODUÇÃO

As ações antrópicas nos corpos d'água, normalmente exercem influências negativas sobre os peixes de água doce, ocasionando poluição, mudança na hidrografia, modificação no habitat, agravado pela falta de políticas públicas com enfoque para gestão ambiental. O conjunto de informações existentes sobre a história de vida das espécies é relativamente pequeno. No Brasil existem cerca de 2.122 espécies descritas (BUCKUP e MENEZES, 2003), contudo, estima-se que 30 a 40% das espécies de peixes ainda são desconhecidas, o que elevaria a um total de 5.000 espécies (REIS *et al.*, 2003)

Na bacia do rio São Francisco, a ictiofauna é composta por cerca de 150 espécies de água doce, com um alto grau de endemismo e predomínio das ordens Characiformes e Siluriformes (LOWE-MCCONNELL, 1999; SATO *et al.*, 2003). A maior parte da bacia do rio São Francisco está inserida na região nordeste, diferenciando-se fortemente em suas características climáticas e hidrológicas nas quatro sub-regiões: o alto, médio, sub-médio e baixo São Francisco (CALHEIROS, 2002). Suas diferentes sub-regiões, notadamente o médio e sub-médio, têm sido alvo de marcantes modificações com a implantação de barragens ao longo dos últimos 60 anos. Estas têm acarretado danos tanto para espécies migradoras que dependem das corredeiras para finalizar seu ciclo reprodutivo, quanto para as residentes que desenvolvem todo o seu ciclo de vida em um mesmo habitat (AGOSTINHO *et al.*, 2004).

O êxito de cada espécie pode ser aferido a partir de sua capacidade em se fazer representar geneticamente nas próximas gerações. Estratégias ligadas a diferentes funções vitais são as respostas que as espécies apresentam às pressões seletivas impostas pelo ambiente e que visam reduzir os custos energéticos com a manutenção do indivíduo, aumentar a eficiência na obtenção de energia e assim maximizar a eficiência reprodutiva (VAZZOLER, 1996).

O manejo sustentável de um estoque pesqueiro depende do conhecimento sobre a ecologia das espécies, tanto de valor comercial, quanto de cunho ecológico, fundamental para a compreensão dos processos responsáveis pelo recrutamento populacional e para a manutenção da exploração (LIMA *et al.*, 1991).

A espécie *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766), vulgarmente conhecida por cangati, pertence à ordem Siluriformes, família Auchenipteridae, e distribui-se por toda a América do Sul (FERRARIS, 2003).

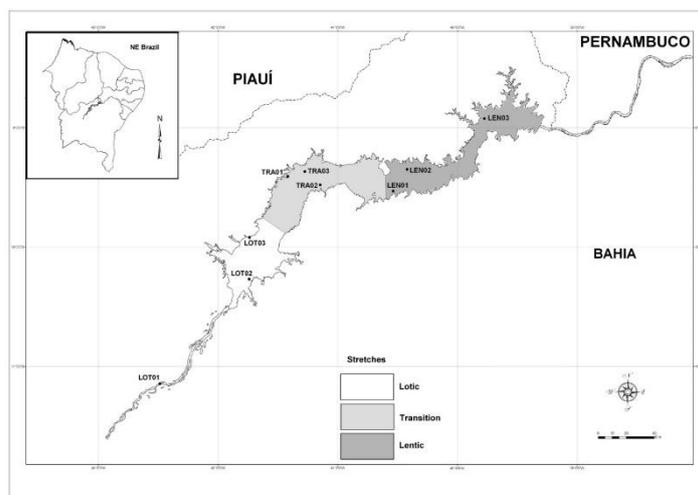
São peixes vivíparos, cujos machos possuem nadadeira anal modificada em órgão copulador, os testículos em forma de franja e presença de vesícula seminal na porção caudal (LOIR *et al.*, 1989; MEISNER *et al.*, 2000; BURNS *et al.*, 2002; PARREIRA *et al.*, 2009). Seus representantes são peixes de pequeno a médio porte, com cabeça ossificada, olhos laterais e boca terminal; barbilhões geralmente curtos, sendo um par maxilar e dois mentonianos; nadadeira dorsal localizada na porção anterior do corpo sendo esta, assim como a peitoral, provida de espinhos (Le BAIL *et al.*, 2000). Apresentam comportamento noturno e habitam principalmente águas lânticas (SANTOS *et al.*, 1984), sendo encontrados em lagoas e tributários do médio-submédio São Francisco (LUZ *et al.*, 2009; LUZ *et al.*, 2012). Sua dieta é composta por pequenos peixes, artrópodes, vermes e frutas, sendo considerados como onívoros (CLARO-JR *et al.*, 2004; SANTOS, 2005).

Trabalhos sobre a reprodução do cangati foram realizados no alto rio São Francisco, avaliando parâmetros reprodutivos e a desova induzida em cativeiro através de hipofiseação (SANTOS *et al.*, 2013) e sobre a morfologia gonadal de machos e fêmeas (MELO *et al.*, 2011). Contudo, outros estudos sobre a biologia e a ecologia de *Trachelyopterus galeatus* nesta bacia são escassos e restritos ao trecho do alto São Francisco.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar aspectos da biologia reprodutiva de *T. galeatus*, no reservatório de Sobradinho, incluindo estágio de desenvolvimento e fator de condição gonadal, fecundidade, época de desova e variação da relação gonadossomática (RGS), fornecendo subsídios para avaliação ecológica da espécie. Espera-se que as informações obtidas neste trabalho sejam uma ferramenta útil na compreensão das interações entre as diferentes populações de peixes que habitam este ecossistema.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o reservatório de Sobradinho (Figura 1), situado nos trechos médio e sub-médio da bacia, tendo sido formado pelo represamento do rio São Francisco (seu principal contribuinte) e diversos rios intermitentes, com vazão sazonal apenas no período chuvoso, cujos vales inundados formaram as reentrâncias de ambas as margens do reservatório (MELO E SEVERI, 2010).



**Figura 1.** Localização do reservatório de Sobradinho da região nordeste do Brasil, com indicação dos diferentes trechos do reservatório.

O material utilizado foi coletado nos trechos lótico, de transição e lêntico do reservatório, em campanhas bimestrais de novembro de 2006 a setembro de 2009, com baterias de redes de emalhar (malhas de 12 a 40 mm entre nós opostos). Após o recolhimento das redes, os exemplares da espécie foram identificados (BRITSKI *et al.*, 1984), sacrificados mediante resfriamento com gelo e conservados em caixas térmicas até o momento das análises.

Em laboratório, foi aferido o peso total (PT, g) e o comprimento padrão (CP, mm) de cada exemplar, tendo as gônadas sido inspecionadas para identificação do sexo e estágio maturacional (VAZZOLER, 1996 - modificado) e pesadas (PG, g). Os exemplares que não tiveram o sexo e estágio maturacional determinados macroscopicamente, foram submetidos à análise histológica, mediante coloração com Hematoxilina/Eosina Floxina (TOLOSA, 2003).

Foi avaliada a estrutura da população quanto à composição em sexo e comprimento e a proporção sexual através da relação do número total de machos e fêmeas para todos os meses de coleta e entre as classes de comprimento, aplicando-se o teste não paramétrico de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) ( $p > 0,05$ ) (MENDES, 1999) para a frequência de ambos os sexos.

A relação gonadossomática (RGS) e o cálculo do fator de condição (K) foram realizados separadamente para machos e fêmeas, sendo  $RGS = (PG/PT) \times 100$  e  $K = PT/CP^b$ , sendo b o coeficiente angular da regressão peso-comprimento (VAZZOLER, 1996). O período reprodutivo foi estabelecido através da relação entre os valores médios de RGS e a distribuição mensal da frequência dos estádios maturacionais do fator de condição (VAZZOLER, 1996) e dos dados de vazão afluyente do rio e de cota do reservatório de Sobradinho. Os dados hidrológicos foram fornecidos pela Divisão de Operação de Recursos Hídricos (DORH) da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF).

A determinação do tipo de desova baseou-se na distribuição das classes de diâmetro de ovócitos encontrados em todos os estádios de maturidade sexual das fêmeas (VAZZOLER, 1996). Imagens dos diferentes estádios maturacionais, caracterizados através dos cortes histológicos, foram digitalizadas e analisadas através do software ImageTool versão 2.0 para Windows (The University of Texas Health Science Center in San Antonio, TX, USA). A fecundidade foi determinada pelo método gravimétrico, mediante a contagem de ovócitos de fêmeas maduras, baseada numa alíquota de peso de 0,1 g de cada par de ovários, usada para medição e contagem sob estereomicroscópio. O número total de ovócitos (N) foi calculado com base na equação  $N = (n \cdot Wg) / w$ , sendo (número de ovócitos na alíquota retirada), Wg (peso total dos ovários) e w (peso conhecido da alíquota) (VAZZOLER, 1996), e a fecundidade expressa em relação ao comprimento ( $FRC = N/CP$ ) e ao peso ( $FRP = N/PT$ ).

O ambiente de desova foi avaliado através do cálculo das frequências absoluta e relativa das fêmeas maduras e desovadas em todo o período de estudo, para cada trecho (VAZZOLER, 1996).

O comprimento médio de primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ) foi estimado por meio do ajuste de uma curva logística à frequência relativa de indivíduos maduros em cada classe de comprimento (CP), de acordo com a fórmula:  $Mf = 1 / [1 + \exp(a + b \cdot CP)]$ , onde Mf

é a fração dos indivíduos que se encontram aptos à reprodução (FONTELES-FILHO, 1989). O ajuste dos pontos foi feito através do método de máxima verossimilhança (*maximum likelihood*).

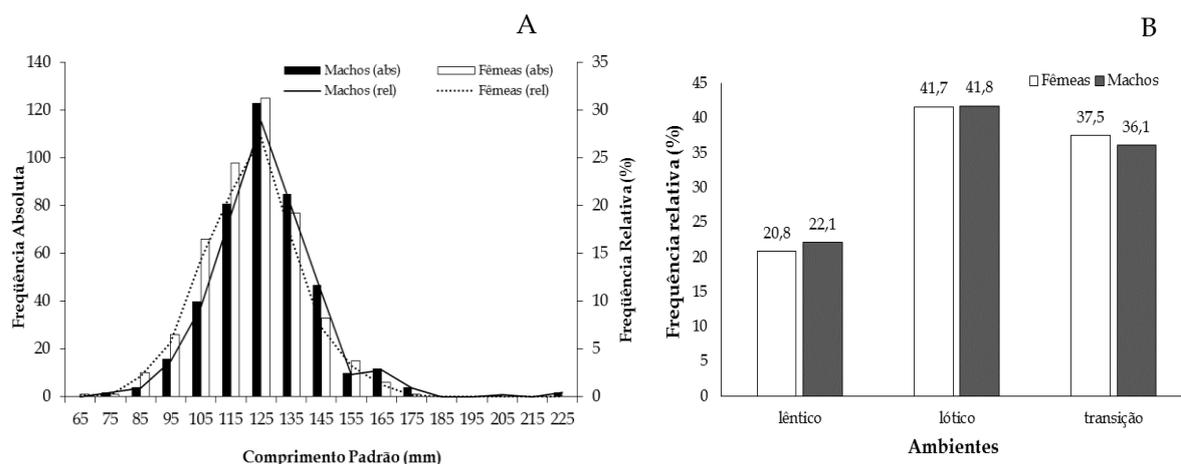
A normalidade e homocedasticidade dos dados foram analisadas e, posteriormente, utilizado o teste de Kruskal-Wallis, para verificar diferenças significativas dos valores médios de RGS, K e estágio maturacional entre meses e ambientes de desova, sendo considerado o nível de significância de 95% ( $p > 0,05$ ), segundo recomendações de ZAR (2010).

## RESULTADOS

Foi analisado um total de 886 cangatis, sendo 459 fêmeas e 427 machos. O comprimento padrão das fêmeas variou de 63,0 a 178,0 mm (média 121,3 mm) e dos machos, de 71,0 a 223,0 mm (média 126,0 mm), sendo a maior abundância nas classes de 115,0 a 135,0 mm para ambos os sexos (Figura 2 A).

A proporção de fêmeas foi maior que a de machos em tamanho inferior a 125,0 mm de CP e os machos proporcionalmente maiores em tamanhos superiores, exceto na classe de 155,0 mm. Fêmeas e machos ocorreram em maior abundância no ambiente lótico, de transição e lêntico, sequencialmente, e com proporções semelhantes entre eles, não diferenciando entre os sexos em nenhum dos ambientes (KW-H=1,647;  $p=0,4389$ ) (Figura 2 B).

Não houve diferença significativa na abundância entre os sexos para todos os indivíduos amostrados durante o período analisado ( $\chi^2$  calculado = 0,13 <  $\chi^2$  tabelado = 3,84), tendo a proporção sexual sido de 1,07 fêmeas para um macho. Com relação à análise mensal, foi observada diferença significativa apenas no mês de setembro, com predomínio de fêmeas (60,64%) (Tabela 1).



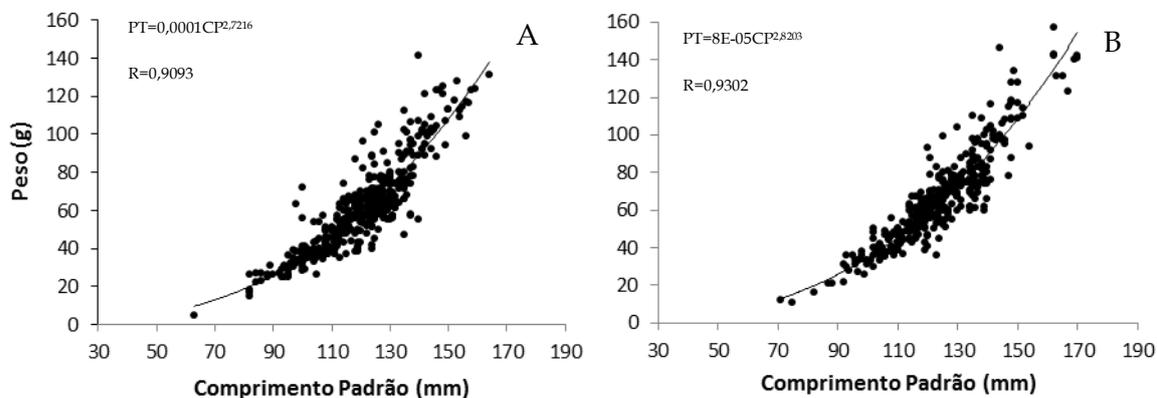
**Figura 2.** Distribuição da frequência absoluta e relativa de *Trachelyopterus galeatus* por classe de comprimento (A) e frequência relativa de fêmeas e machos por ambiente (B) do reservatório de Sobradinho - BA.

**Tabela 1.** Frequências mensais absoluta (n) e relativa (%) e nível de significância de proporção sexual ( $\chi^2$ ) de *Trachelyopterus galeatus* capturados no reservatório de Sobradinho - BA.

Mês	Frequência absoluta (n)		Frequência Relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Nov	84	89	48,55	51,45	0,08
Jan	139	123	53,05	46,95	0,37
Mar	88	89	49,72	50,28	0,00
Mai	40	43	48,19	51,81	0,13
Jul	51	46	52,58	47,42	0,27
Set	57	37	60,64	39,36	4,53*
Total	459	427	51,81	48,19	0,13

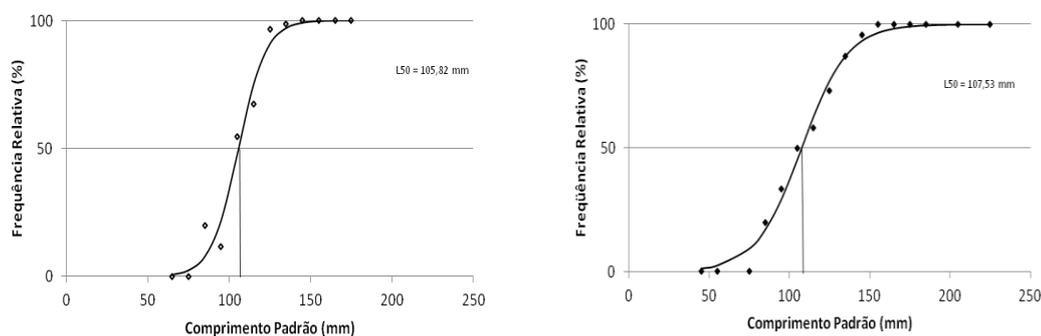
\* Diferença significativa para  $X^2 > 3,84$

A relação peso total (PT) x comprimento padrão (CP) foi analisada separadamente para cada sexo, tendo sido expressa por  $PT = 0,0001CP^{2,7216}$  ( $R = 0,9093$ ;  $p < 0,0001$ ) para fêmeas e  $PT = 8E-05CP^{2,8203}$  ( $R = 0,9302$ ;  $p < 0,0001$ ) para machos (Figura 3).



**Figura 3.** Distribuição de valores, curvas de regressão e equações calculadas da relação peso/comprimento (PT, CT) de fêmeas (A) e machos (B) de *Trachelyopterus galeatus* capturados no reservatório de Sobradinho – BA.

O tamanho médio de primeira maturação ( $L_{50}$ ) de fêmeas e machos foi estimado em 105,8 e 107,5 mm, respectivamente. Também foi observado que 22,9% das fêmeas apresentaram CP inferior ao  $L_{50}$ , enquanto os machos foi de 27,2% (Figura 4).



**Figura 4.** Estimativa do tamanho de primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ) para fêmeas (A) e machos (B) de *Trachelyopterus galeatus* capturados no reservatório de Sobradinho – BA.

### Análise macroscópica das gônadas

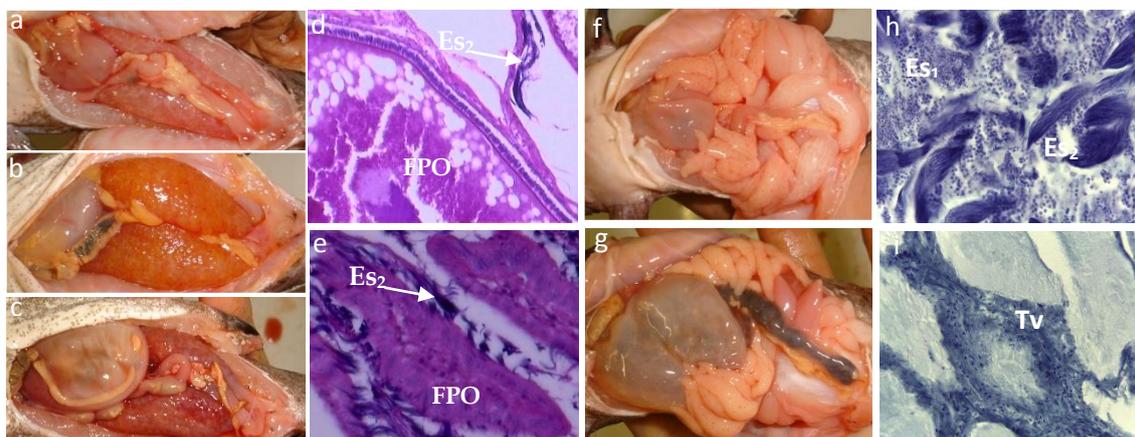
As gônadas de *T. galeatus* variam em coloração, volume e textura de acordo com o sexo e o desenvolvimento reprodutivo. Os testículos distinguem-se dos ovários quanto a sua forma, apresentando estruturas pares, longitudinais, formato irregular, "franjas" e ocupam maior volume que os ovários na cavidade abdominal. A análise macroscópica e microscópica das gônadas permitiu o reconhecimento de quatro estádios de desenvolvimento para machos e fêmeas: imaturo, em maturação, maduro, e desovado (fêmeas) e esvaziado (machos) (Figura 5).

Os ovários são alongados, e encontram-se separados na porção cefálica e unidos na região caudal pelo oviduto. Esta estrutura funciona como canal ovárico, destinado a receber espermatozoides introduzidos através do gonopódio. **Estágio imaturo:** saculiformes, coloração rósea clara, sem sinais de vascularização, não sendo observados ovócitos a olho nu. Apresentam membrana fibrosa fina, células germinativas jovens e ovócitos do estoque de reserva organizados em lamelas ovíferas distintas.  $RGS_{méd}=0,318$ ; **Em maturação:** as gônadas aumentam de volume e tamanho com tonalidade opaca e vascularizações. Os ovócitos se tornam visíveis, predominando nas fases pré-vitelogênica, e alguns na vitelogênica.  $RGS_{méd}= 3,352$ ; **Maduro:** coloração amarelo rósea, são túrgidos, ocupam quase toda a cavidade celomática e há presença de vasos sanguíneos. A olho nu é possível observar ovócitos translúcidos, em maioria representados por ovócitos em vitelogênese completa. Encontram-se óvulos fecundados e espermatozoides no lúmen do ovário.  $RGS_{méd}= 8,325$ ; **Desovado:** ovário tem tamanho reduzido, flácido, membrana distendida e presença de regiões hemorrágicas. Observam-se alguns ovócitos em vitelogênese completa, folículos vazios, espermatozoides no lúmen e ovócitos do estoque de reserva, completando assim, o ciclo reprodutivo.  $RGS_{méd}= 0,65$ .

Os testículos apresentam-se como estruturas pares, cor rosa claro, são longitudinais, de formato irregular e diferenciados quanto à sua morfologia pela presença de franjas. O número de franjas se diferencia na porção cefálica (13 a 43 pares) e na caudal (vesícula seminal) (15 a 20 pares), em machos maduros. No interior das franjas são encontrados os túbulos seminíferos, onde estão armazenadas as células germinativas em todas as fases (espermatócitos, espermátides e espermatozoides). A vesícula seminal é conectada ao ducto espermático, sem atividade espermatogênica, possuindo função secretora e/ou armazenadora. Apresenta formato oblongo e volume

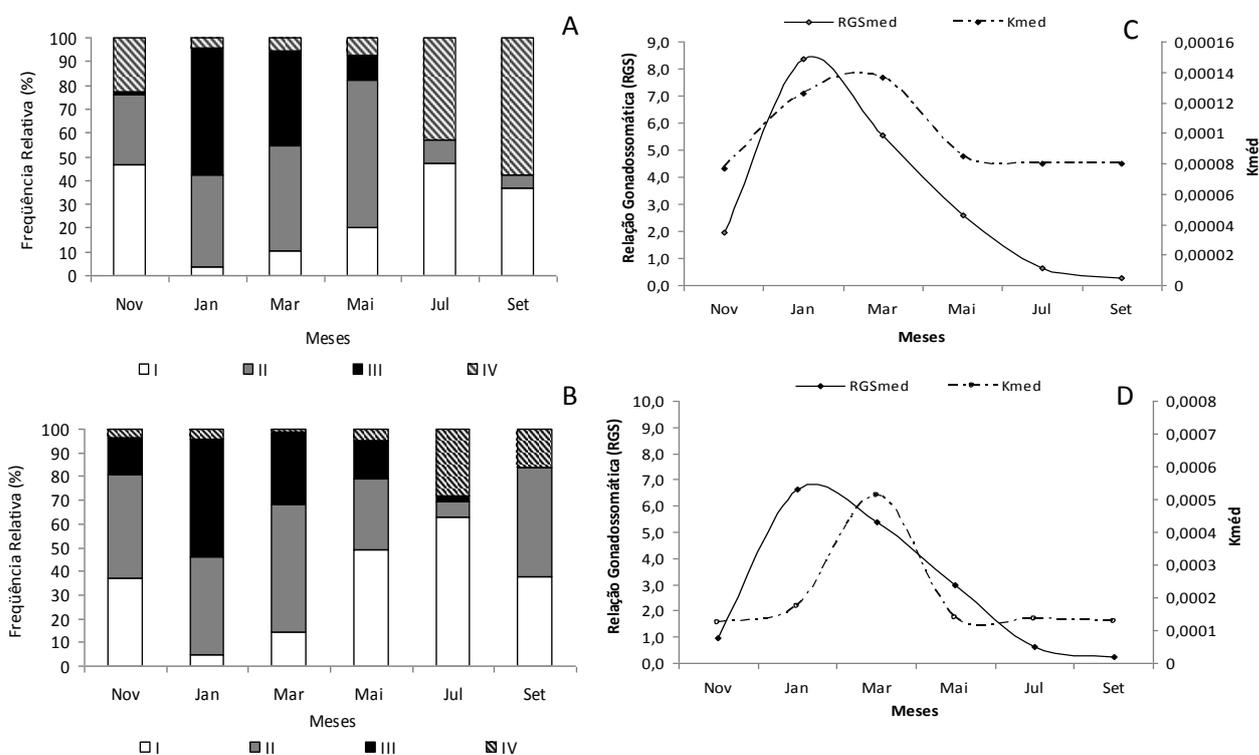
variado de acordo com o grau de desenvolvimento gonadal, delimitando as inúmeras vesículas existentes em seu interior. As franjas são encontradas em pares na vesícula seminal, que possui formato elíptico quando em processo maturacional avançado. **Estádio imaturo:** testículos filiformes, cor leitosa e com pequenas franjas.  $RGS_{méd} = 0,231$ ; **Em maturação:** ganham maior volume e tamanho; franjas filiformes, bem definidas e separadas, textura leitosa.  $RGS_{méd} = 4,430$ ; **Maduro:** as franjas são mais túrgidas, rosadas, ocupando totalmente a cavidade celomática.  $RGS_{méd} = 8,565$ ; **Esvaziado:** testículos diminuem de tamanho, volume e turgescência. Os lóbulos tendem a ficar flácidos e hemorrágicos, a medida que vão se esvaziando, assumem aspecto enrugado.  $RGS_{méd} = 1,118$ .

Os estádios imaturo, em maturação e desovado foram frequentes durante todo o período analisado para ambos os sexos, demonstrando um longo período reprodutivo (Figura 6). A partir de março, verificou-se o início das desovas, tendo em vista que fêmeas desovadas apresentaram maior frequência nos meses seguintes, que vai de julho à novembro. Machos maduros e esvaziados foram observados em todos os meses, com modas em março e julho, respectivamente. A ocorrência de indivíduos em todos os estádios maturacionais, principalmente maduro e desovado, mostrou que esta espécie parece desovar ao longo de todo o ano.



**Figura 5.** Fotos macroscópica e microscópica de gônadas de *Trachelyopterus galeatus* capturados no reservatório de Sobradinho - BA. **Ovários** (a): em maturação; (b) maduros; (c): desovados; (d): Ovócito em vitelogênese avançada (FPO); presença de espermatozoides ( $Es_2$ ) na membrana epitelial; (e): espermatozoides margeando o folículo pós-ovulatório; **Testículos** (f): maduros; (g): esvaziado; (h): células espermatogênicas (espermatócitos ( $Es_1$ ) e espermatozoides ( $Es_2$ ) no interior dos túbulos seminíferos; (i): Túbulos da vesícula seminal (ausência de espermatogênese) (Tv) .

As relações gonadossomáticas apresentaram menores valores em julho (RGS<sub>médio</sub> = 0,608 e 0,659 fêmeas/machos) e setembro (RGS<sub>médio</sub> = 0,0249 e 0,253 fêmeas/machos) e picos em janeiro (RGS<sub>médio</sub> = 6,641 e 8,364 fêmeas/machos), sendo observado um sincronismo entre os sexos. A RGS após a moda de janeiro apresentou queda até setembro. Os valores médios de fator de condição (K) foram analisados separadamente para machos e fêmeas em todo o período analisado. Ambos apresentaram valores mais elevados de K em março, decaindo a partir desse mês, mantendo-se baixos até setembro. Os valores médios da RGS foram relacionados com os valores médios de K, observando-se que seguiram uma mesma tendência, com picos no início do ano para ambos os sexos que coincidem com o período chuvoso na região estudada (Figura 6).



**Figura 6.** Distribuição mensal das: frequência relativa (%) dos estádios maturacionais de fêmeas (A) e machos (B); relação gonadossomática e fator de condição de fêmeas (C) e machos (D) de *Trachelyopterus galeatus* capturados no reservatório de Sobradinho - BA.

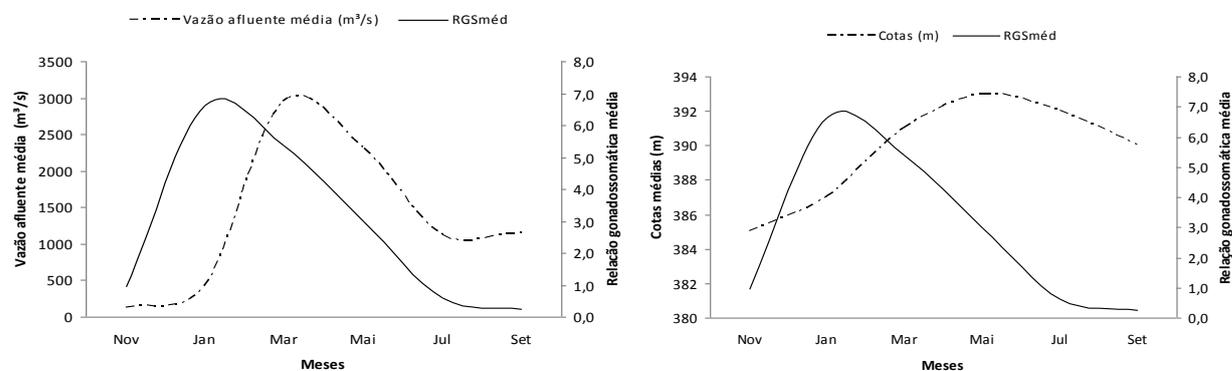
Para determinação do ambiente de desova de *T. galeatus* no reservatório de Sobradinho, foram analisadas fêmeas maduras e desovadas. A maioria das fêmeas maduras ocorreu nos meses de janeiro e março, sendo capturadas no ambiente lêntico (Tabela 2), enquanto as desovadas ocorreram em todos os meses, com maior frequência

em julho e setembro e em ambiente lótico. Os resultados mostraram diferença na distribuição dos dois estádios nos referidos ambientes ( $p = 0,003$ ).

**Tabela 2.** Distribuição das fêmeas maduras de *Trachelyopterus galeatus* capturadas no reservatório de Sobradinho - BA.

Meses	Fêmeas maduras									Fêmeas desovadas								
	Léntico			Transição			Lótico			Léntico			Transição			Lótico		
	n	n%	RGSm	n	n%	RGSm	n	n%	RGSm	n	n%	RGSm	n	n%	RGSm	n	n%	RGSm
Nov				1	0,83	4,918							7	8,33	0,777	12	14,29	0,382
Jan	48	39,67	8,64	26	21,49	8,427	4	3,31	15,145	2	2,38		3	3,57	0,267	1	1,99	1,039
Mar	9	7,44	11,07	8	6,61	7,055	20	16,53	6,243	1	1,19					4	4,76	3,548
Mai	3	2,48	8,31	2	1,65											3	3,57	0,857
Jul													7	8,33	0,939	16	19,05	0,593
Set										3	3,57					25	29,76	0,237

A partir da comparação entre os valores médios mensais da RGS das fêmeas, a vazão afluyente e as cotas do reservatório de Sobradinho foi possível observar que o pico maturacional ocorrido em janeiro, foi anterior ao máximo de vazão afluyente (março) e ao maior volume de água verificado no rio (março e maio) (Figura 7). Não houve diferença significativa entre o RGS e a vazão afluyente ( $p=0,4060$ ) e cota do reservatório ( $p=0,2839$ ) no período estudado.



**Figura 7.** Variação mensal da RGS das fêmeas de *T. galeatus* com a vazão afluyente (A) e a cota do Reservatório de Sobradinho-BA.

Para o cálculo da fecundidade absoluta (FA), foram utilizadas 21 fêmeas maduras. A FA de *T. galeatus* variou de 909 a 3.784 ovócitos. A fecundidade média relativa ao peso foi superior à fecundidade média relativa ao comprimento (Tabela 3) durante todo o período. As correlações entre a fecundidade e as variáveis comprimento padrão e peso corporal foram significativas e linearmente positivas para *T. galeatus* neste estudo. Não

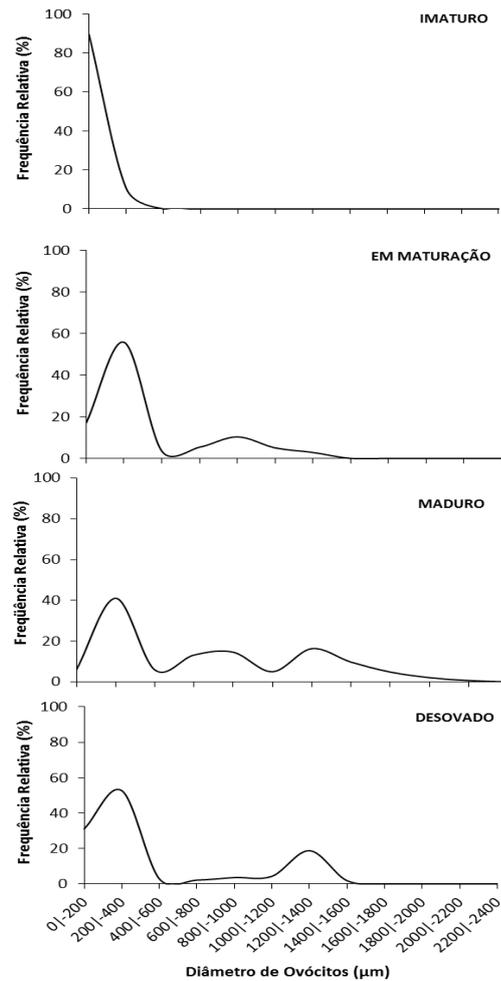
houve diferença significativa para os valores de FA entre os mês (KW-H=6,5543;  $p=0,0875$ ).

**Tabela 3.** Parâmetros biométricos e reprodutivos relacionados à fecundidade de *Trachelyopterus galeatus* no reservatório de Sobradinho. CP: Comprimento padrão (mm); PT: Peso total (g); PG: Peso da gônada (g); RGS: Relação gonadossômática; FA: Fecundidade absoluta; FRp: FA em relação ao PT; FRc: FA em relação ao CP;  $r'$ : Coeficiente de correlação entre FA e CP;  $r''$  Coeficiente de correlação entre FA e Peso.

Meses	CP	PT	PG	RGS	FA	FRc	FRp	$r'$	$r''$
Jan	124±15	75±29	6,23±2,63	8,45±1,98	2104±874	17±6	30±11	-	-
Mar	121±4	65±9	5,14±1,41	7,88±1,39	1834±889	15±7	29±14	-	-
Mai	129±14	80±31	6,45±2,71	8,09±1,87	2167±947	17±7	17±7	-	-
Nov	133	95	4,67	4,92	1201	9	13	-	-
Média/DP	119±14	71±28	6,05±2,54	8,31±2,00	2045±836	16±6	29±11	0,48	0,51

A medida que o estágio de maturação avança, o desenvolvimento dos ovócitos se dá em forma de lotes até o momento da desova, restando aqueles que amadurecerão no próximo ciclo (Figura 8). Este padrão de desenvolvimento ovariano sugere que a desova se dá de forma sincrônica em mais de dois grupos, uma vez que o amadurecimento das células ocorre em mais de dois lotes, caracterizando uma desova múltipla ou parcelada.

A distribuição do diâmetro dos ovócitos evidenciou a presença constante de duas modas (0-50 e 50-200  $\mu\text{m}$ ), representadas por ovogônias e oócitos I em todos os estádios, indicando a presença constante de ovócitos de estoque de reserva (Figura 8).



**Figura 8.** Diâmetro de ovócitos nos quatro estádios maturacionais de *Trachelyopterus galeatus* no reservatório de Sobradinho.

## DISCUSSÃO

A variação da proporção sexual entre populações e entre diferentes períodos trata-se de uma adaptação que assegura a predominância de fêmeas quando as condições são mais favoráveis à produção de ovos (NIKOLSKY, 1963). Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram que a população de *Trachelyopterus galeatus* apresentou uma proporção sexual equilibrada, do mesmo modo que foi reportado para a espécie no Rio Grande do Norte, na lagoa do Jiqui (BORGES *et al.*, 1999) e na lagoa de Extremóz (MEDEIROS *et al.*, 2003), e no Paraná, no reservatório de Itaipu (ANDRIAN *et al.*, 1992). A variação da proporção entre os sexos reflete a interação da população com o meio ambiente, que pode ser influenciada por inúmeros eventos. Nikolsky (1969) sugere que

a estrutura em sexo pode estar relacionada com o suprimento alimentar, com predomínio de machos em ambientes oligotróficos.

A diferença no tamanho entre os sexos é um dimorfismo sexual de ocorrência generalizada entre os peixes, havendo o predomínio de fêmeas nas maiores classes de tamanho (NIKOLSKY, 1963). Na família Callichthyidae, *Aspidoras fuscoguttatus* Nijssen & Isbrücker, 1976 apresentou fêmeas maiores que machos em estudo realizado no Riacho de Cabeceira da bacia do Alto rio Paraná (ARAÚJO e GARUTTI, 2002), ao contrário de *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828), cujos machos possuem maior tamanho e exercem comportamento de proteção à prole (HOSTACHE e MOL, 1998). De acordo com LOWE-MCCONNELL (1999), Characiformes e Siluriformes apresentam dimorfismo sexual, com predominância de fêmeas nas maiores classes de comprimento, com taxa de crescimento mais acelerada que a dos machos, conseqüentemente, atingindo rapidamente condições reprodutivas que favoreçam o sucesso da prole, como por exemplo, a taxa de fecundidade. *Trachelyopterus galeatus* no presente estudo não apresentou diferença de tamanhos entre os sexos entre as classes de 115 a 135 mm, próximo ao  $L_{50}$ . Estudos com *Rinelocaria uracantha* (Kner, 1863) (ERIC *et al.*, 1982) e *Hypostomus commersonii* Valenciennes, 1836 (AGOSTINHO *et al.*, 1991) demonstraram que os maiores tamanhos para ambos os sexos destas espécies garantem o poder de escolha do local para a construção do ninho, de modo a inibir a predação por outras espécies, uma vez que as mesmas não apresentam comportamento agressivo no período reprodutivo.

Indivíduos machos de espécies pertencentes às famílias Auchenipteridae e Callichthyidae possuem um órgão copulador situado nos primeiros raios da nadadeira anal, permitindo a fecundação interna (MAZZOLDI *et al.*, 2007). Essa característica sexual secundária é encontrada em *Auchenipterus nuchalis* (Spix & Agassiz, 1829) (VAZZOLER, 1996) e *Trachelyopterus striatulus* (Steindachner, 1877) (ARAÚJO *et al.*, 2000). A parte anterior da nadadeira anal dos machos apresenta um acúleo com coloração avermelhada sendo mais evidente no período de reprodução, como observado em *T. galeatus* no presente estudo. Outro caractere sexual secundário também evidente na família Auchenipteridae é uma modificação no barbilhão maxilar na época de reprodução (PINNA, 1998).

O tamanho de primeira maturação gonadal ( $L_{50}$ ) é uma tática reprodutiva que está intimamente ligada à interação genótipo-ambiente e, conseqüentemente, ao

crescimento, apresentando variações intraespecíficas espaciais e temporais, relacionadas às condições ambientais bióticas e abióticas (VAZZOLER *et al.*, 1997). *Trachelyopterus galeatus* apresenta variação do L<sub>50</sub> de acordo com os diferentes tipos de ambiente. Na estação ecológica do Cuiá, Diamantina do Norte/PR (ZANATTA, 2009), foi registrado um tamanho de primeira maturação entre 120 e 140 mm e no alto rio Paraná, de 91 mm (VAZZOLER, 1997). Para *Trachelyopterus lucenai*, em Laguna dos Patos/RS, as fêmeas atingem a primeira maturação com 137 mm de comprimento total (MARQUES *et al.*, 2007). Porém, no presente estudo, foi observada uma antecipação no tamanho de primeira maturação tanto para machos quanto para fêmeas.

A antecipação do tamanho de primeira maturação para algumas espécies pode ser explicada como característica adaptativa, uma vez que essa é considerada uma das táticas adotadas pelas espécies no sentido de recuperar o equilíbrio populacional (BARBIERI *et al.*, 2004). As espécies de peixes neotropicais podem realizar modificações no seu modo reprodutivo como uma estratégia de adaptação, em resposta às mudanças ambientais (WOOTTON, 1989).

Segundo Le Cren (1951), a relação peso - comprimento é usada para indicar a condição de bem-estar geral da população dos peixes e o valor do “b” dessa relação varia de 2,5 a 4,0. Quando o valor se aproxima de 3,0 o crescimento é isométrico, sendo alométrico quando difere desse valor. Essa relação também pode ser utilizada para descrever o aumento em comprimento e conseqüentemente, o ganho de peso ou ainda estimar o peso médio do peixe quando o comprimento é conhecido (BRAGA, 1997). Nota-se que o coeficiente “b” da relação peso comprimento para *T. galeatus* apresentou valores próximos ao limite inferior dessa amplitude (2,82 para machos; e 2,72 para fêmeas), registrando um crescimento alométrico negativo, ou seja, um maior incremento em comprimento do que em peso. Entretanto, Andrian *et al.* (1992) atribuíram um crescimento isométrico para a mesma espécie no reservatório de Itaipu, corroborando os resultados encontrados por Borges *et al.* (1999) na Lagoa do Jiqui, RN. Estes resultados se assemelham aos observados por Goulart (1994) para *Auchenipterus nuchalis* no reservatório de Itaipu/PR. *Trachelyopterus galeatus* possui o aparelho reprodutor bastante volumoso, ocupando grande parte da cavidade celomática, o que influencia na taxa alométrica negativa de crescimento. O aumento do peso das gônadas no período reprodutivo pode ser um dos fatores que diminui o valor de “b” (VAZZOLER e

VAZZOLER, 1965), quando as gônadas estão em maturação avançada, sendo também um indicador de períodos de alimentação e jejum (CONAND, 1977).

Uma relação positiva entre fator de condição e RGS é destacada por inúmeros autores, cuja variação depende do desenvolvimento das gônadas (ARAÚJO *et al.*, 2000; LIMA-JUNIOR e GOITEIN, 2006; FELIZARDO *et al.*, 2011). Os resultados vistos no presente trabalho corroboram os observados por Silva e Viana (2003), que em estudos referentes à época de desova do cangati, *Trachycorystes galeatus* no Açude de Pereira de Miranda/CE, observaram que a variação mensal dos valores de K e dos valores da RGS apresentaram a mesma tendência, corroborando os resultados vistos no presente trabalho. Tal comportamento é explicado em função do consumo de reservas lipídicas durante a época de desova (VAZZOLER, 1996). O mesmo também foi verificado por Barbieri e Verani (1987) em *Hypostomus aff. plecostomus* e por Le Cren (1951) em *Perca fluviatilli*, para as quais o fator de condição atingiu valores máximos na época de desova.

De acordo com Le Cren (1951), variações no fator de condição estão relacionadas com o desenvolvimento das gônadas, sendo diretamente proporcional ao RGS. Valores elevados de K no fim da seca e no início das chuvas podem estar relacionados à maior disponibilidade de alimento neste período (SILVA e VIANA, 2003). É notório que no verão, período de chuvas para a região nordeste, há uma maior disponibilidade de alimento, possibilitando aos peixes um acúmulo de reservas, o que reflete numa melhor condição fisiológica.

O ambiente deve proporcionar alimento na quantidade necessária, proteção contra predadores, bem como condições abióticas favoráveis ao desenvolvimento de sua prole (WOOTON, 1989). Para isso, a época de desova precisa coincidir com a estação favorável para que os jovens possam crescer e sobreviver (GODIN, 1997), sendo os estímulos externos gatilhos ambientais que irão desencadear uma série de reações hormonais, que culminam com a desova (VAZZOLER, 1996). A relação gonadossomática (RGS) pode constituir em um subsídio para a avaliação da atividade reprodutiva (AGOSTINHO *et al.*, 1991), uma vez que nas fases finais de maturação gonadal verifica-se um marcado aumento no peso dos ovários (CHACON e MENDES-FILHO, 1971). Neste trabalho, foi constatado que os machos, para esse mesmo estágio maturacional, possuem gônadas maiores em peso e em volume que as fêmeas, o que reflete em um maior investimento energético no período reprodutivo (KAMLER, 1992), indicado pelos valores de RGS. Este fato não é comum entre os teleósteos, no qual as

fêmeas apresentam gônadas maiores do que os machos, como observado em Characiformes (SATO *et al.*, 2006), com uma taxa de crescimento em peso muito superior ao crescimento do corpo (VAZZOLER *et al.*, 1996).

Os maiores valores da relação gonadossomática foram encontrados nos meses de janeiro e março, sugerindo maior atividade reprodutiva neste período, coincidente com o verão. De um modo geral, foram encontradas fêmeas maduras e desovadas durante todo o ano, exceto nos meses de julho e setembro, indicando uma longa fase de atividade reprodutiva. O mesmo período reprodutivo foi encontrado para o cangati *Trachycorystes galeatus*, coincidindo com o período chuvoso no Açude Pereira de Miranda/CE (SILVA e VIANA, 2003). A época de desova para *Trachelyopterus galeatus*, no presente trabalho, corrobora os resultados observados por Braga (2001), estudando reprodução de peixes em afluentes do reservatório de Volta Grande/MG, onde foi observada uma intensa atividade reprodutiva no verão. Para a espécie *Trachelyopterus striatulus*, na represa de Ribeirão das Lajes/RJ, o período reprodutivo foi antecipado, ocorrendo de outubro a janeiro, apresentando-se mais amplo quando comparado com a espécie do presente estudo (ARAÚJO *et al.*, 2000). Vazzoller (1996) encontrou para *Auchenipterus nuchalis* e *T. galeatus*, ambas pertencentes à família Auchenipteridae, desovas sazonais, com picos entre os meses de setembro e março para a primeira espécie, o que coincide com o observado neste trabalho, e entre os meses de novembro e dezembro, para a segunda espécie. Ao contrário do que foi visto por Medeiros *et al.* (2003) na Lagoa de Extremoz/RN onde os maiores valores de RGS foram encontrados no mês de junho para *T. galeatus*.

O verão é a estação de maior amplitude da temperatura na área estudada (janeiro a março), além do aumento da vazão afluente do reservatório, que segue o período de chuvas nas cabeceiras do rio São Francisco, condições que contribuem para os processos indutores da desova. Espécies residentes de regiões tropicais e subtropicais caracterizam-se por apresentar período reprodutivo longo (NIKOLSKY, 1963).

Espécies que apresentam ovário com desenvolvimento “sincrônico em mais de dois grupos” são aqueles com desova múltipla ou parcelada (VAZZOLER, 1996). Em teleósteos, o tipo de desova tem uma estreita relação com o tipo de desenvolvimento ovariano (WALLACE e SELLMAN, 1981). Ovócitos do estoque de reserva foram observados em todos os estádios do ciclo reprodutivo das fêmeas de *T. galeatus*, sugerindo que a espécie está sempre disponível para a reprodução, uma vez que estes

irão originar as células que iniciarão a vitelogênese (VAZOLLER, 1996). A desova parcelada proporciona um aumento do número de ovócitos a serem postos durante o período reprodutivo, possibilitando maior probabilidade de sobrevivência da espécie (NIKOLSKY, 1963). Segundo o referido autor, a probabilidade da espécie obter sucesso na reprodução será maior, pois a desova parcelada poderá evitar uma possível competição entre os jovens.

A distribuição da frequência relativa do diâmetro dos ovócitos nos ovários maduros variou de 85 a 2.136 micrômetros, revelando modas de ovócitos em desenvolvimento em fases distintas, o que indica desova do tipo parcelada. No interior dos ovários maduros de *T. galeatus* foi evidenciada presença tanto de ovócitos como de ovos. No estudo realizado por Vasconcellos (2007) na bacia do Rio São Francisco com o cangati, foi visto que os ovócitos vitelogênicos medem em média, 2.300 e após a fertilização, quando ovo, 3.300 micrômetros, o que se aproxima dos resultados encontrados, onde nos ovários maduros de *T. galeatus* possuíam, em média, para ovócitos vitelogênicos, 2.200 micrômetros, e 3.100 após fertilização.

*Trachelyopterus galeatus* apresentou preferência pelo ambiente lótico no período estudado, como mostrado, pelo maior número de fêmeas parcialmente desovadas neste ambiente. Vazzoler *et al.* (1997) observaram que as espécies com fecundação interna (*Auchenipterus nuchalis*, *Ageneiosus ucayalensis*, *A. valenciennesi*, *Parauchenipterus galeatus*), que foram estudadas na planície de inundação do alto rio Paraná, preferiam, em sua maioria, ambientes com características lóticas ou de transição. Ambientes lóticos são procurados, geralmente, por espécies migradoras por apresentarem melhores condições em termos de concentração de oxigênio e os ovos e as larvas podem ser levados para áreas onde poderão se desenvolver em segurança e com disponibilidade de alimento (BAUMGARTNER *et al.*, 2004). A maior ocorrência de fêmeas parcialmente desovadas de *T. galeatus* predominantemente no ambiente lótico sugere que esta espécie procura pelas mesmas condições ambientais para o desenvolvimento embrionário e crescimento de sua prole. Como proposto por Sanches *et al.* (2000), a preferência por ambientes lóticos deve-se a grande quantidade de material em suspensão, reduzindo a transparência da água do rio. Em seu trabalho, no rio Paraná, eles observaram que áreas com esta característica têm sido utilizadas como local de desova pra espécies migradoras e não-migradoras.

A comparação entre a RGS das fêmeas e a vazão afluente do reservatório de Sobradinho mostrou que houve sincronização da maturação dos ovários com os picos de cheias no rio, com a ocorrência das desovas subsequentemente às cheias. Bailly (2008), estudando a influência do regime de cheias na planície de inundação do rio Cuiabá, alto Pantanal, evidenciou que qualquer que seja a estratégia reprodutiva exibida pelas espécies de peixes, sejam eles migradores ou sedentários, o pico maturacional antecede o pico das cheias, conseqüentemente, a atividade reprodutiva ocorre com o início da elevação do nível do rio. Por outro lado, a mesma autora observou ainda que as espécies de peixes com fecundação interna apresentaram elevado investimento reprodutivo nos anos de estiagem, concluindo que o baixo nível da água pode não interferir negativamente na reprodução de peixes com esta estratégia, corroborando o visto por Mazzoni e Iglesias-Rios (2002), em que espécies com fecundação interna não dependem do ciclo de inundações para realizar suas desovas.

A média da fecundidade absoluta de *Trachelyopterus galeatus* ( $2.104 \pm 874$ ) foi próxima aos valores observados para esta mesma espécie em ambiente natural no alto rio São Francisco (VASCONCELLOS, 2007), embora a reprodução em cativeiro através de indução hormonal apresente elevação da taxa de fecundidade, como foi registrado na estação de piscicultura de Três Marias (1.505 a 4.651 ovócitos) (SANTOS *et al.*, 2013). De acordo com Vazzoler (1996), os valores da fecundidade também dependem do volume na cavidade celomática disponível para portar os ovócitos maduros, o tamanho e volume dos mesmos variando entre indivíduos do mesmo tamanho e no mesmo período reprodutivo.

Os valores relativamente baixos da fecundidade de *T. galeatus* podem estar relacionados com o fato deste peixe possuir fecundação interna (VAZZOLER *et al.*, 1997) pois a fecundidade é inversamente proporcional ao esforço realizado para o sucesso da prole, como por exemplo cuidado parental ou desenvolvimento interno (ARAÚJO e GARUTTI, 2002).

As relações entre a fecundidade e as variáveis comprimento padrão e peso corporal foram significativas para *T. galeatus* neste estudo. A maior correlação foi observada entre fecundidade absoluta e o peso, em todos os casos. Sampaio e Sato (2006) constataram comportamentos similares nas relações entre a fecundidade e aquelas variáveis em *Pseudopimelodus charus* e *Rhamdia quelen*, dois siluriformes estudados no reservatório de Três Marias/MG, no rio São Francisco.

## CONCLUSÕES

A diferença na relação PTxCP sugere que as fêmeas de *Trachelyopterus galeatus* apresentam maior investimento energético para desenvolvimento dos órgãos reprodutivos, de modo que sua relação é menos alométrica que a dos machos. Na região de Sobradinho, a pequena variação de temperatura fornece condições para que a reprodução da espécie possa acontecer durante todo o ano. O período de maior temperatura e nível hidrológico foi o momento de potencialização na maturação gonadal. O cangati demonstra estar adaptado ao ambiente do reservatório, devido a algumas características de sua estratégia reprodutiva que garantem o sucesso de espécies em ambientes represados, como desova parcelada, ovos adesivos, fecundação interna e longo período reprodutivo. Apesar de sua preferência por ambientes lânticos, foi constatada uma mudança de comportamento durante o período reprodutivo, encontrando-se mais indivíduos maduros nos trechos lóticos e de transição, sugerindo uma busca por áreas turbulentas, com maior nível de oxigênio, material em suspensão e águas mais rasas.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A., HAHN, N. S., AGOSTINHO, C. S. 1991 Ciclo reprodutivo e primeira maturação de fêmeas de *Hypostomus commersoni* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Loricariidae) no reservatório Capivari-Cachoeira- PR. Rev. Bras. Biol., 51: 31-37.
- AGOSTINHO, A.A., L.C. GOMES e LATINI J.D. 2004 Fisheries management in Brazilian reservoirs: lessons from/for South America. Interciencia 29: 334-338.
- ANDRIAN, I F., BARBIERI, G. 1992 Relação peso total/comprimento total e fator de condição do cangati, *Trachelyopterus galeatus* Linnaeus, 1766 (Siluriformes, Auchenipteridae) da região do reservatório de Itaipú-PR. Rev. Unimar, 14: 177-191.
- ARAUJO, F. G.; DUARTE, S., GOLDBERG, R.S.& FICHBERG, I. 2000 Ciclo reprodutivo de *Trachelyopterus striatulus* (Pisces - Auchenipteridae) na represa de Ribeirão das Lajes - RJ. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. [online]. 52(3): 276-284.

ARAUJO, R. B. E GARUTTI, V. 2002 Biologia reprodutiva de *Apidoras fuscoguttatus* (Siluriformes, Callichthyidae) em riacho de Cabeceira da Bacia do Alto Rio Paraná. *Iheringia, Sér. Zool.* [Online]. 92(4): 89-98.

BAILLY, D.; AGOSTINHO, A. A.; SUZUKI, H. I. 2008 Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiabá River, Upper Pantanal, Brazil. *Rivers Research and Applications* v. 24, p. 1218-1229.

BARBIERI, G., SALLES, F. A.; CESTAROLLI M. A., TEIXEIRA-FILHO, A. R. 2004 Estratégias reprodutiva do dourado, *Salminus maxillosus* de do curimbatá, *Prochilodus lineatus* no Rio Mogi Guaçu, Edtado de São Paulo, com ênfase nos parâmetros matemáticos da dinâmica populacional. *Acta Scientiarum. Biological Sciences.* Maringá, 26(2): 169-174.

BARBIERI, G., VERANI, J. R. O. 1987 Fator de condição como indicador do período de desova em *Hypostomus aff plecostomus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Loricariidae), na represa de Monjolinho (São Carlos, SP). *Ciênc. Cult.*, 39: 655-658.

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

BORGES, S. A. G. V., GURGEL, H. C. B. & CANAN, B. 1999 Estrutura populacional de *Trachelyopterus galeatus* Linnaeus, 1766 (Siluriformes Auchenipteridae), da Lagoa de Jiqui, Parnamirim, Rio Grande do Norte. *Revista CERES, Viçosa*, 46(264): 209-218.

BRAGA, F. M. S. 1997 Biologia reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Sciaenidae) na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba (SP). *Revista UNIMAR, Maringá*, 19(2): 447-460.

BRAGA, F. M. S. 2001 Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Sudeste do Brasil. *Iheringia*, 91: 67-74.

BRITSKI, H. A., SATO, Y., ROSA, A. B. S. 1984 Manual de identificação de peixes da Região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. 3a ed. Brasília: Câmara dos Deputados/Codevasf.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A. 2003 Catálogo dos peixes marinhos e de água doce do Brasil.

BURNS, J.R., MEISNER, A.D., WEITZMAN, S.H., MALABARBA, L.R. 2002 Sperm and spermatozeugma ultrastructure in the fertilizer catfish, *Trachelyopterus lucenai* (Ostariophysi: Siluriformes:Auchenipteridae). *Copeia* 1:173-179.

CALHEIROS, R. 2002 Comissão especial para acompanhar e avaliar o projeto de conservação e revitalização da bacia hidrográfica do rio São Francisco - Instalação do respectivo comitê de bacias. Brasília: Senado Federal, 185p.

CHACON, J. O., MENDES-FILHO, 1971 Anomalias gonadais em *Trachycorystes galeatus*, Linnaeus, 1756 (Pisces: Actinopterygii, Nematognathi, Auchenipteridade). *Revista da Faculdade de Medicina*, 2(1): 37-41.

CLARO-JR, L., FERREIRA, E., ZUANON, JANSEN, ARAUJO- LIMA, C. 2004 O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzeas da Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazônica*. 34(1):133-137.

CONAND, C. 1977 Contribution à l'étude du cycle sexual et de la fécondité de la sardinella ronde, *Sardinella aurita*: pêche sardiniere da karoise em 1975, et premier semestre 1976. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr.* 15 (14): 301:036-69.

ERIC, G.; MOODIE, E.; POWER, M. 1982 The reproductive biology of an armoured catfish, *Loricaria uracantha*, from Central America. *Environmental Biology of Fishes*, v. 7, n. 2, p. 143-148.

FELIZARDO, V. O.; MURGAS L. D.S.; WINKALER, E.U.; PEREIRA G.M.; DRUMOND, M.M.; ANDRADE E.S. 2011 Fator de condição relacionado a aspectos reprodutivos da

piapara (*leporinus obtusidens*) (Characiformes: Anostomidae) coletadas a jusante da usina hidrelétrica do funil, Minas Gerais, Brasil. Ci. Anim. Bras., Goiânia, 12(3): 471-477

FERRARIS, C.J, Jr. 2003 Family Auchenipteridae. In: Reis RE, Kullander S.O., Ferraris, C.J. Jr (eds) Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, pp 71-84.

FONTELES FILHO, A. A. 1989 Recursos pesqueiros: Biologia e dinâmica populacional. Fortaleza, Imprensa Oficial do Ceará. 269p.

GODIN, J. 1997 Behavioral ecology of teleost fishes. Oxford, Oxford University Press, 384 p. Original inglês.

GOULART, E. 1994 Estrutura da população, idade, crescimento, reprodução de *Auchenipterus nuchalis* (Spix, 1929) (Osteichithyes, Auchenipteridae) do Reservatório de Itaipu-PR. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos. 286p. (Tese de Doutorado).

HOSTACHE, G. & MOL, J. H. 1998 Reproductive biology of the neotropical armoured catfish *Hoplosternum littorale* (Siluriformes, Callichthyidae): a synthesis stressing the role of the floating bubble nest. Aquat. Living Resourc., Montrouge, 11(3):173-185.

KAMLER, E. 1992 The Early Life History of fish an Energetics Approach. Chapman and Hall.

LE BAIL, P.Y., KEITH P. & PLANQUETTE, P. 2000 Atlas des poissons d'eau douce de Guyane (tome 2, fascicule II). Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris: 307 p.

LE CREN, E. D. 1951 The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). J. Anim. Ecol., Oxford, 20(2):201-219.

LIMA-JUNIOR, S.E., GOITEIN, R. 2006 Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no rio piracicaba (SP, Brasil) B. Inst. Pesca, São Paulo, 32(1): 87-94

LOIR M., CAUTY C., PLANQUETTE P., Le BAIL P.Y. 1989 Comparative study of the male reproductive tract in seven families of South-American catfishes. *Aquat. Living Resour* (2):45-56.

LOWE-MCCONNELL, R. H. 1999 *Estudos Ecológicos de Comunidades De Peixes Tropicais*. São Paulo, EDUSP, 584p.

LUZ, S. C. S.; LIMA, H. C.; SEVERI, W. 2012 Composição da ictiofauna em ambientes marginais e tributários do médio-submédio rio São Francisco. *Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 7, n. 2.

LUZ, S.C.S.. 2009 Estrutura da assembléia de peixes de uma lagoa marginal desconectada do rio, no submédio Rio São Francisco, Pernambuco. *Biota Neotropica*, v. 9, n. 3, p. 117-129.

MARQUES, C. S., BRAUN, A. S., FONTOURA, N. F. 2007 Estimativa de tamanho de primeira maturação a partir de dados de IGS: *Oligosarcus jenynsii*, *Oligosarcus robustus*, *Hoplias malabaricus*, *Cyphocharax voga*, *Astyanax fasciatus* (CHARACIFORMES), *Parapimelodus nigribarbis*, *Pimelodus maculatus*, *Trachelyopterus lucenai*, *Hoplosternum littorale*, *Loricariichthys anus* (SILURIFORMES) e *Pachyurus bonariensis* (PERCIFORMES) No Lago de Guaíba e Laguna dos Patos, RS. *Biociências* (Porto Alegre), 15: 2.

MAZZOLDI, C., LORENZI, V. & RASOTTO M. B. 2007 Variação do aparelho reprodutor masculino em relação às modalidades de fertilização nas famílias Auchenipteridae e catfish Callichthyidae (Teleostei: Siluriformes). *J. Fish Biol.* 70: 243-256.

MAZZONI, R. & IGLESIAS-RIOS. R. 2002 Environmentally related life history variations in *Geophagus brasiliensis*. *Journal of Fish Biology*, London, 61: 1606-1618.

MEDEIROS, A. P. T., CHELLAPPA, N. T. & CHELLAPPA, S. 2003 Aspectos reprodutivos do cangati, *Trachelyopterus galeatus* Linnaeus (Osteichthyes, Auchenipteridae) da Lagoa de Extremoz, Rio Grande do Norte, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* [online]. 20(4): 647-650.

MEISNER A.D., BURNS J.R., WEITZMAN S.H., MALABARBA L.R. 2000 Morphology and histology of the male reproductive system in two species of internally fertilized South American catfishes. *Trachelyopterus lucenai* and *T. galeatus* (Teleostei: Auchenipteridae). *J Morphol* 246:131-141.

MELO R.M.C., ARANTES F.P., SATO Y, SANTOS J.C.E., RIZZO E., BAZZOLI N. 2011 Comparative morphology of the gonadal structure related to reproductive strategies in six species of Neotropical catfishes (Teleostei: Siluriformes). *J Morphol* 272:525-535.

MELO, A.J.S. e SEVERI, W. 2010 Abundância e distribuição espacial e sazonal do ictioplâncton no reservatório de Sobradinho, Bahia. In: MOURA, A.N.; ARAÚJO, E.L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; PIMENTEL, R.M.M.; ALBUQUERQUE, U.P. (eds.). Reservatórios do nordeste do Brasil: biodiversidade, ecologia e manejo. Bauru: Canal 6. p.503-540

MENDES, P. P. 1999. Estatística aplicada à aquicultura. Recife, Bagaço, 265p.

NIKOLSKY, G. V. 1963 The ecology of fishes. London: Academic Press, 352p.

NIKOLSKY, G. V. 1969. Theory of fish population dynamics. In: Jones R1 (ed). London, Marine Lab. Dep. Agric. and Fishery for Scotland. 323 p.

PARREIRA G.G, CHIARINI-GARCIA H., MELO R.C.N, VIEIRA F.O., GODINHO, H.P. 2009 Spermatozoon and its relationship with the ovarian lamellae in the internally fertilized catfish *Trachelyopterus galeatus*. *Microsc Res. Tech.* (72):889-897.

PINA, M.C.C. 1998 Phylogenetic relationships of Neotropical Siluriformes (Teleostei: Ostariophysi): Historical Overview and synthesis of hypotheses. In: MALABARBA, L.R.; REIS, R. E.; VARI, R.P.; LUCENA, Z.M.S.; LUCENA, C.A.S. (Eds.) Phylogeny and classification of Neotropical fisheries. Porto Alegre: EDIPUCRS. P. 278-330.

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

SAMPAIO, E.V.; SATO, Y. 2006 Biologia reprodutiva e desova induzida de duas espécies de bagres (Osteichthyes: Siluriformes) da bacia do rio São Francisco. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 28, n. 3, p. 263-268.

SANCHES, P. V., NAKATANI, K., BIALETZKI, A., BAUMGARTNER, G., GOMES, L. C., LUIZ, E. A. 2000 Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. *River Research & Applications*, 22: 555-565.

SANTOS, A.C.A. (2005) Ecologia alimentar do mole, *Trachelyopterus galeatus* Linnaeus, 1766 (Siluriformes, Auchenipteridae), em trechos inferiores dos rios Santo Antônio e São José (Chapada Diamantina, Bahia). *Sitientibus* 5:93-98.

SANTOS, E.P.; CORREIA, M.F.; ARAGÃO, M.R.S.; ARAÚJO, E.L.; SILVA, F.D.S. 2013 Padrão Mensal de Anomalias de Precipitação: Uma Análise Estatística de Eventos Hidrológicos Extremos nas Sub-Bacias do Rio São Francisco. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.6, n.5. 1193-1207.

SANTOS, G. M. 1984 Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins. Manaus: ELETRONORTE/CNPq/INPA.

SATO, Y., FENERICH-VERANI N., NUÑER A. P. O., GODINHO H. P. & VERANI J. R. 2003 Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINHO, Hugo P.; GODINHO, Alexandre L. (org.). *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, p. 229-274.

SATO, Y; SAMPAIO, E.V.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J.R. 2006 Biologia reprodutiva e reprodução induzida de duas espécies de Characidae (Osteichthyes, Characiformes) da bacia do São Francisco, Minas Gerais, Brasil. *Rev. Brasileira de Zoologia* 23(1):267-273.

SILVA, A. C. & VIANA M. S. R. 2003. Época de desova do cangati, *Trachycorystes galeatus* (Linnaeus, 1756), no açude de Pereira de Miranda (Pentecoste - Ceará - Brasil). *Revista de Ciência Agronômica*, 34(1) 5-10.

VASCONCELLOS, M. G. 2007. Atributos reprodutivos de peixes da bacia do Rio São Francisco e implicações filogenéticas. Doutorado.

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

VAZZOLER, A. E. A. M., SUZUKI H. I., MARQUES A. M., LIZAMA, M. de Los A. P. 1997 Primeira maturação gônada, períodos e áreas de reprodução. In: VAZZOLER, Anna Emília A. de M.; AGOSTINHO, Angelo A.; HAHN, Norma SEGATTI. (Eds.). A Planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM : Nupélia, 249-266.

VAZZOLER, A.E.A. M; G. VAZZOLER, 1965 Relation between condition factor and sexual development in *Sardinella aurita* (Cur. E Val.). Anais Acad. Bras. Ciênc. 37 (Supl.): 353-359.

WALLACE, R. A. & SELLMAN, K. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *American Zoologist*, 31(2): 325-343.

WOOTTON, R. J. 1989. Introduction: strategies and tactics in fish reproduction. In: POTIS, G.W.; WOOTTON, M.N. (Ed) *Fish reproduction: strategies and tactics*. London: Academic Press. 410 p.

ZANATTA, N., CORBETTA, D. F., BENEDITO, E. 2009. Estratégias reprodutivas da ictiofauna na estação ecológica do Caiuá, diamante do norte, PR. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 1-3.

ZAR, J.H. 2010. *Biostatistical analysis*. Upper Saddle River: Prentice-Hall. Fifth edition. 944 p.

**CAPÍTULO 3: Morfologia ovariana de duas espécies de  
Acestorhynchidae no reservatório de Sobradinho, Rio São Francisco,  
Bahia**

**Morfologia ovariana de duas espécies de Acestrorhynchidae no reservatório de Sobradinho, Rio São Francisco, Bahia**

*Artigo a ser submetido a Neotropical Ichthyology*

Renata T. S. Felix<sup>1</sup>; Maria Edna G. Barros<sup>1</sup>; Sandra C. S. Luz<sup>2</sup>; William Severi<sup>2</sup>; Joaquim Evêncio-Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

## Morfologia ovariana de duas espécies de *Acestrorhynchidae* no reservatório de Sobradinho, rio São Francisco, Bahia

Renata T. S. Felix; Maria Edna G. Barros; Sandra C. S. Luz; William Severi;  
Joaquim Evêncio-Neto

### Resumo

O desenvolvimento ovariano e aspectos reprodutivos de *Acestrorhynchus britskii*, *Acestrorhynchus lacustris* foi investigada no reservatório de Sobradinho. Os exemplares foram coletados bimestralmente de novembro de 2006 a setembro de 2009 com redes de espera de malha variando de 12 a 40 mm entre nós opostos. Foram determinados macro e microscopicamente cinco estádios maturacionais: imaturo, em maturação inicial, em maturação avançada, maduro e esgotado e sete fases de desenvolvimento do folículo ovariano: perinuclear inicial, avançado; alvéolos corticais inicial, intermediário e avançado; vitelogênico inicial e avançado. Os estádios maturacionais e as fases de desenvolvimento dos folículos foram semelhantes em ambas espécies. Essas apresentaram alvéolos corticais do tipo contínuo, com várias camadas de vesículas largas, presença de ácidos carboxilados glicoconjugados e, negativo ao PAS e sudan black sugerindo ausência de carboidrato neutro e possível presença de proteína. Os glóbulos de vitelo foram positivos ao PAS e foi detectado glicoliproteínas e a zona pelúcida e as células foliculares foram positivas ao PAS. Ácidos carboxilados glicoconjugados não foram marcados pela coloração de Alcian blue com pH a 2,5 e 0,5 nos glóbulos de vitelo, com evidência de gotículas de lipídio no interior desses e em torno dos alvéolos corticais. *Acestrorhynchus lacustris* e *Acestrorhynchus britskii* apresentam características morfológicas semelhantes.

Palavras-chave: *Acestrorhynchus lacustris*, *Acestrorhynchus britskii*, Histoquímica, folículos, gotículas de lipídio.

## INTRODUÇÃO

O grupo de peixes é considerado o maior entre os vertebrados e pode ser encontrado em diferentes ecossistemas aquáticos e em condições ambientais adversas (Nelson, 2006). Conseqüentemente, possuem estratégias reprodutivas refinadas e específicas, de modo a garantir o bem estar de cada espécie. Tais estratégias apresentam táticas reprodutivas passíveis de modificações, de acordo com as pressões do meio ambiente (Wootton, 1984). Ambientes modificados por ações antrópicas é um desses exemplos, como o caso do represamento dos rios onde novos habitats são criados, formando grandes lagos. A assembleia íctica deste local responderá de modo diferenciado, podendo favorecer algumas espécies e causar efeitos deletérios a outras (Agostinho *et al.*, 2007). Os peixes responderão de modo diferenciado, de acordo com sua capacidade adaptativa visando reduzir o gasto energético e maximizar a eficiência reprodutiva (Lowe- McConnell, 1999).

No rio São Francisco, onde há inúmeras represas em toda sua extensão, é notório o impacto sofrido pelas espécies migradoras de grande porte, como curimatãs *Prochilodus*, surubins *Pseudoplatystoma*, matrinxã *Brycon*, dourado *Salminus* (Sato & Godinho, 2003). Até mesmo espécies de pequeno porte, como as forrageiras que não dependem de grandes extensões para desovar, são afetadas, muito embora se mantenham estruturadas em ambientes represados (Vono, 2002).

Dentro do grupo dos Characiformes, *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 e *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) (são espécies sedentárias, sem cuidado parental, ovos adesivos e desova parcelada (Rizzo *et al.*, 2002,) características empregadas por espécies oportunistas (Winemiller, 1989). *Acestrorhynchus britskii* e *A. lacustris* conhecidas vulgarmente como peixe cachorro, são espécies da família Acestrorhynchidae, sendo esse o único gênero dessa família, incluindo mais 12 espécies válidas ocorrentes na América do Sul (Britski *et al.*, 1984, Reis *et al.*, 2003). *Acestrorhynchus lacustris* distribui-se nas bacias do alto rio Paraná e São Francisco, enquanto *A. britskii*, é endêmica dessa última bacia. Os peixes cachorro apresentam corpo fusiforme, focinho cônico, boca terminal e nadadeira caudal bifurcada (Menezes, 1969). As duas espécies diferenciam-se entre si por vários caracteres merísticos e mais facilmente, por *A. lacustris* possuir uma mancha umeral conspicua próxima ao pedúnculo caudal (Menezes, 2003). Trata-se de uma espécie pouco representativa na economia pesqueira devido ao seu pequeno porte, porém de grande importância para o equilíbrio

ecológico e como complemento proteico para a população ribeirinha. As duas espécies são piscívoras (Catella & Torres, 1984) e, apesar de viverem no mesmo ambiente não competem entre si, pois não apresentam sobreposição de itens alimentares (Rocha *et al.*, 2011). Ao mesmo tempo, servem de alimento para outras espécies carnívoras de porte maior, como é o caso da curvina *Pachyurus squamipennis* (Gomes & Verani, 2003). No reservatório de Sobradinho são as espécies numericamente mais representativas (FADURPE, 2003) e apresentam preferência por ambientes lênticos, como lagos, lagoas e trechos de rios (Britski *et al.*, 1999), onde desenvolvem todo o seu ciclo de vida (Sato & Godinho, 1999).

O conhecimento dos processos reprodutivos é de fundamental importância para se conhecer a biologia das espécies e assim determinar o tipo, local e época de desova. Parâmetros da biologia reprodutiva de *A. lacustris* foram descritos por Bazzoli & Godinho (1991) no reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco (MG). Já Bazzoli & Godinho (1994) avaliaram a composição química e a morfologia dos alvéolos corticais de 102 espécies, inclusive de *A. britskii* e *A. lacustris* e Bazzoli & Rizzo (1990) estudaram a vitelogênese dessas espécies através de análise histoquímica e morfológica das gônadas, ambos nessa mesma região. Para *A. lacustris*, fatores da ecologia reprodutiva foram avaliados no alto rio Paraná (PR) (Vazzoler *et al.*, 1996). Essas pesquisas asseguram informações essenciais para a conservação de estoque e também para a piscicultura.

Devido ao fato de não haver informações sobre os aspectos da reprodução dessas espécies no reservatório de Sobradinho, o presente trabalho tem como objetivo fornecer informações sobre o desenvolvimento ovariano, priorizando os aspectos morfológicos que envolvem o processo de gametogênese das duas espécies de peixe.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo Procedimento de campo

Um total de 1.239 fêmeas, sendo 820 *A. britskii* e 419 de *A. lacustris* foram capturadas no reservatório de Sobradinho (40°49'11''W/ 9°25'37''S e 43°4'00''W/10°59'30''S), localizado no rio São Francisco, nordeste do Brasil. Os espécimes foram capturados utilizando rede de emalhar exposta no período noturno, com abertura de malha variadas, em campanhas bimestrais de novembro de 2006 a setembro de 2009. Para cada indivíduo, foram tomadas medidas de peso total (PT, g), comprimento padrão (CP, mm) e peso dos ovários (PG). Os dados foram utilizados para determinar a relação gonadosomática ( $RGS = PG/PT * 100$ ).

### Análise histoquímica

Para a caracterização histológica, as gônadas foram fixadas em formol a 10% em solução tampão de fosfato de sódio (pH a 7,2) e posteriormente, transferidas para álcool etílico a 70%, desidratadas em etanol em ordem crescente de 80 a 100%, diafanizadas em álcool butílico e incluídas em paraplástico (SIGMA<sup>R</sup>) (Tolosa, 2003). Após a inclusão, o material foi cortado em 3 a 5  $\mu$ m. Os cortes obtidos foram corados em hematoxilina – eosina/floxina. Uma réplica do material foi fixado em paraformaldeído a 4%, desidratado em série crescente de álcool etílico de 70 a 100% e impregnado e emblocado em metacrilato (Leica Historesin).

O conteúdo histoquímico foi determinado através da análise das estruturas utilizando-se as técnicas de coloração de ácido periódico de Schiff (PAS) para glicoproteínas neutras e Alcian blue pH a 2,5 (AB pH a 2,5) para glicoconjugados ácidos carboxilado, incluindo sialomucinas, Alcian blue pH a 0,5 (AB pH a 0,5) para glicoconjugados ácidos sulfatados, Sudan black para identificação de lipídio e Xilidina de Ponceau para proteínas (Tolosa, 2003).

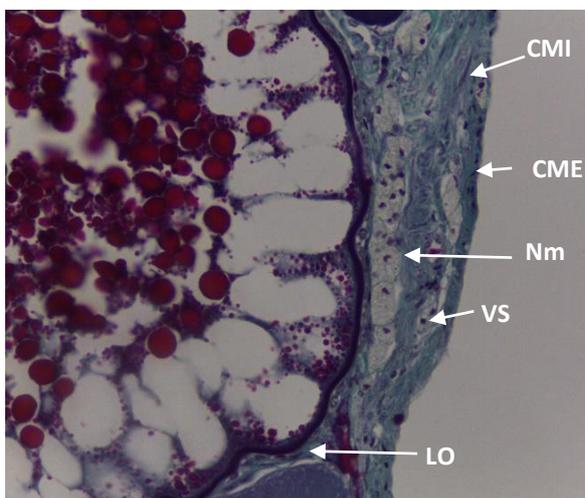
## RESULTADOS

### Descrição dos ovários de *Acestrorhynchus*

Os ovários são órgãos pares, cilíndricos e alongados, apresentando uma estrutura sacular como na maioria dos teleósteos, classificado como do tipo cistovariano. São ligados apenas na porção caudal (anal) para formar o oviduto, que se abre para o exterior através do poro urogenital. São suspensos no interior do celoma pelo mesovário e envolvidos por uma cápsula que varia de espessura, de acordo com o grupo taxonômico, localizados na porção dorsolateral da cavidade abdominal, em cada lado da bexiga natatória.

### Descrição microscópica da parede ovariana

A parede ovariana contém pequenos vasos sanguíneos localizados entre as células musculares, como também, feixes de nervos não mielinizados que tendem a correr paralelamente ao longo do eixo do ovário. Tecidos de conectividade vascular foram vistos de várias espessuras ocorrendo entre as células musculares e o tecido ovariano (**Fig. 1**). Os ovários são envolvidos por uma túnica albugínea conjutiva constituída de duas camadas musculares, externa e interna, que emite septos ao interior, formando as lamelas ovulíferas.



**Fig. 1:** Estruturas da parede ovariana de *A. lacustris* – Coloração: Tricômico de Gomori. Camada muscular externa (CME), Camada muscular interna (CMI), Lamelas ovíferas (LO), Nervo não mielinizado (Nm), Vasos sanguíneos (VS). 100x.

### Descrição das fases de desenvolvimento do folículo ovariano e dos estádios maturacionais

Os folículos ovarianos apresentaram fases de desenvolvimento semelhantes a outros teleósteos, evidenciando o surgimento de estruturas que definem a transição de um estágio para o outro. Através dessas estruturas foi possível classificar dois estágios da

fase perinuclear, três da fase alvéolos corticais e dois da vitelogênica. Também foram registrados folículos atrésicos em fases de desenvolvimento distintos e folículos pós-ovulatórios (**Fig. 2**).

Foi aplicado o teste estatístico para diâmetro dos folículos ovarianos e não houve diferença significativa para ambas as espécies. Também foi observado não haver diferença das estruturas entre os estágios dos folículos ovarianos e do desenvolvimento gonadal dos dois peixes cachorro, sendo assim, a classificação exposta será considerada a mesma. Foram observados quatro estádios maturacionais (**Fig. 3**), os quais estão descritos macro e microscopicamente na **Tabela 1**.

#### **Estágio perinuclear** (células jovens):

**Inicial (OP<sub>1</sub>):** apresenta citoplasma basófilo, com núcleo bem desenvolvido e inúmeros nucléolos na periferia e geralmente a presença de um mais desenvolvido; corpo balbiniano (CB) ou núcleo vesicular evidente. Nessa fase o CB ainda está ligado ao núcleo (**Fig. 2a**).

**Avançado (OP<sub>2</sub>):** citoplasma ainda basófilo, inúmeros nucléolos periféricos do núcleo, corpo balbiniano granular e desprendido do núcleo (**Fig. 2b**).

#### **Estágio alvéolos corticais:**

**Inicial (AC<sub>1</sub>):** o citoplasma ainda apresenta natureza basófila e surge a primeira camada de alvéolos corticais na porção central do citoplasma. Núcleo ainda bem desenvolvido e presença de nucléolos. O corpo balbiniano está aparentemente granular e concentrado próximo ao núcleo. Nesta fase já é possível visualizar a zona pelúcida (**Figs. 2c**).

**Intermediário (AC<sub>2</sub>):** núcleo está mais reduzido, e existe a presença dos nucléolos e corpo balbiniano já disperso pelo citoplasma. Surge a segunda camada de alvéolos corticais na periferia do ovócito com formato esférico (**Fig. 2d**).

**Avançado (AC<sub>3</sub>):** núcleo está diminuto e os nucléolos e corpo balbiniano já não são evidentes e o citoplasma já está tomado pelos alvéolos corticais. Estes tomam forma helicoidal próxima ao núcleo e se distribuem em quatro camadas aparentemente alternadas. A estrutura micropilar fica evidente (**Fig. 2e**).

#### **Estágio vitelogênico:**

**Inicial (OV<sub>1</sub>):** surgem os glóbulos de vitelo na periferia do núcleo e inicia a redução dos alvéolos corticais, ainda com basofilia evidente (**Fig. 2f**).

Intermediária (**OV<sub>2</sub>**): os glóbulos de vitelo estão presentes em todo citoplasma, com uma camada de alvéolos corticais esféricas na periferia do ovócito. Inicia-se a migração do núcleo sentido polo animal (**Fig. 2g**).

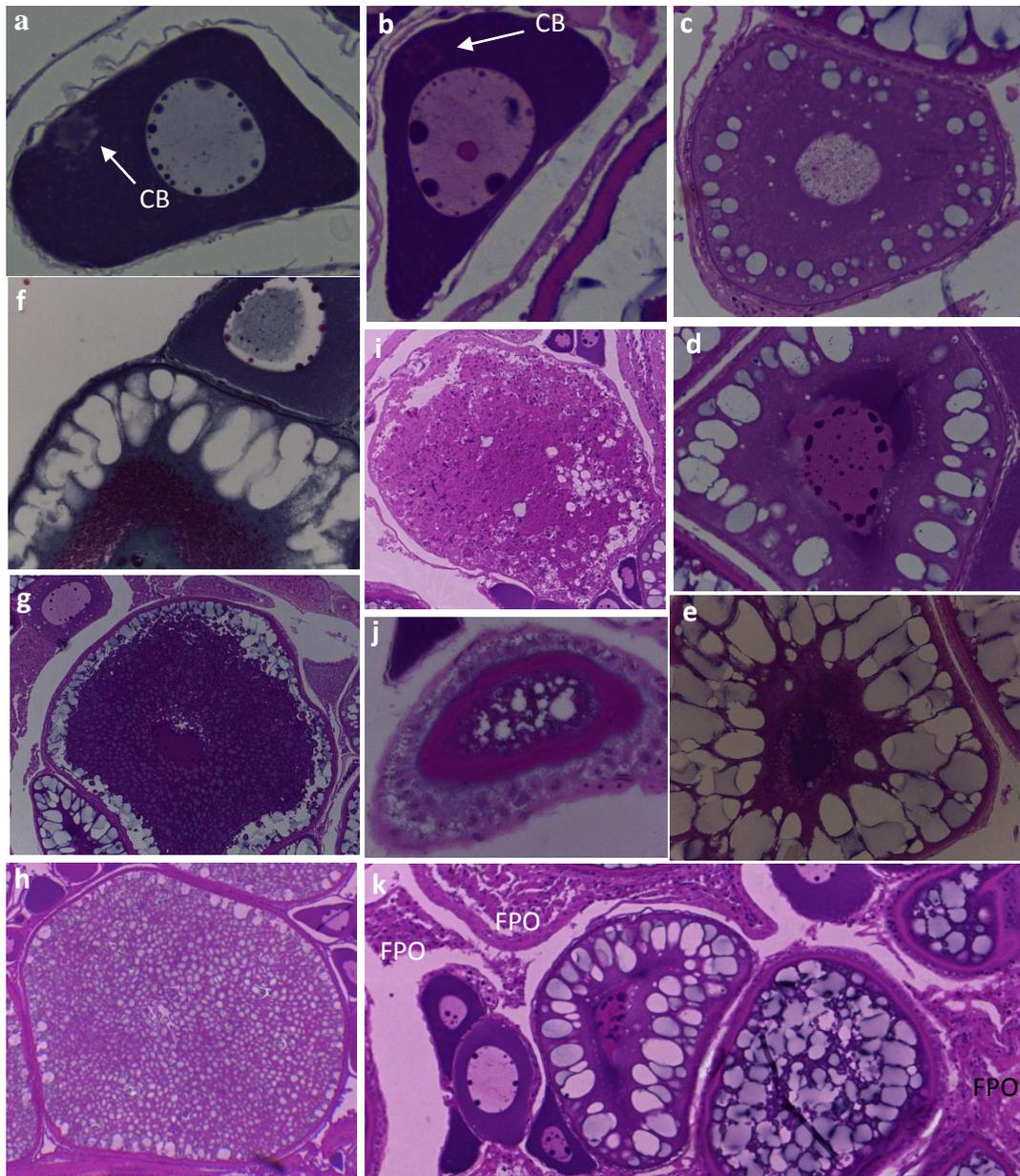
Avançada (**OV<sub>3</sub>**): os alvéolos corticais já não são mais vistos e os glóbulos de vitelo estão presentes em todo o ovócito (**Fig.h**)

Folículos atrésicos (**FA**): apresentam hipertrofia das células foliculares, degeneração dos glóbulos de vitelo e zona pelúcida fragmentada com fendas evidentes. Tais características se apresentam de acordo com o grau de atresia e o estágio do folículo ovariano (**Figs. 2i e 2j**).

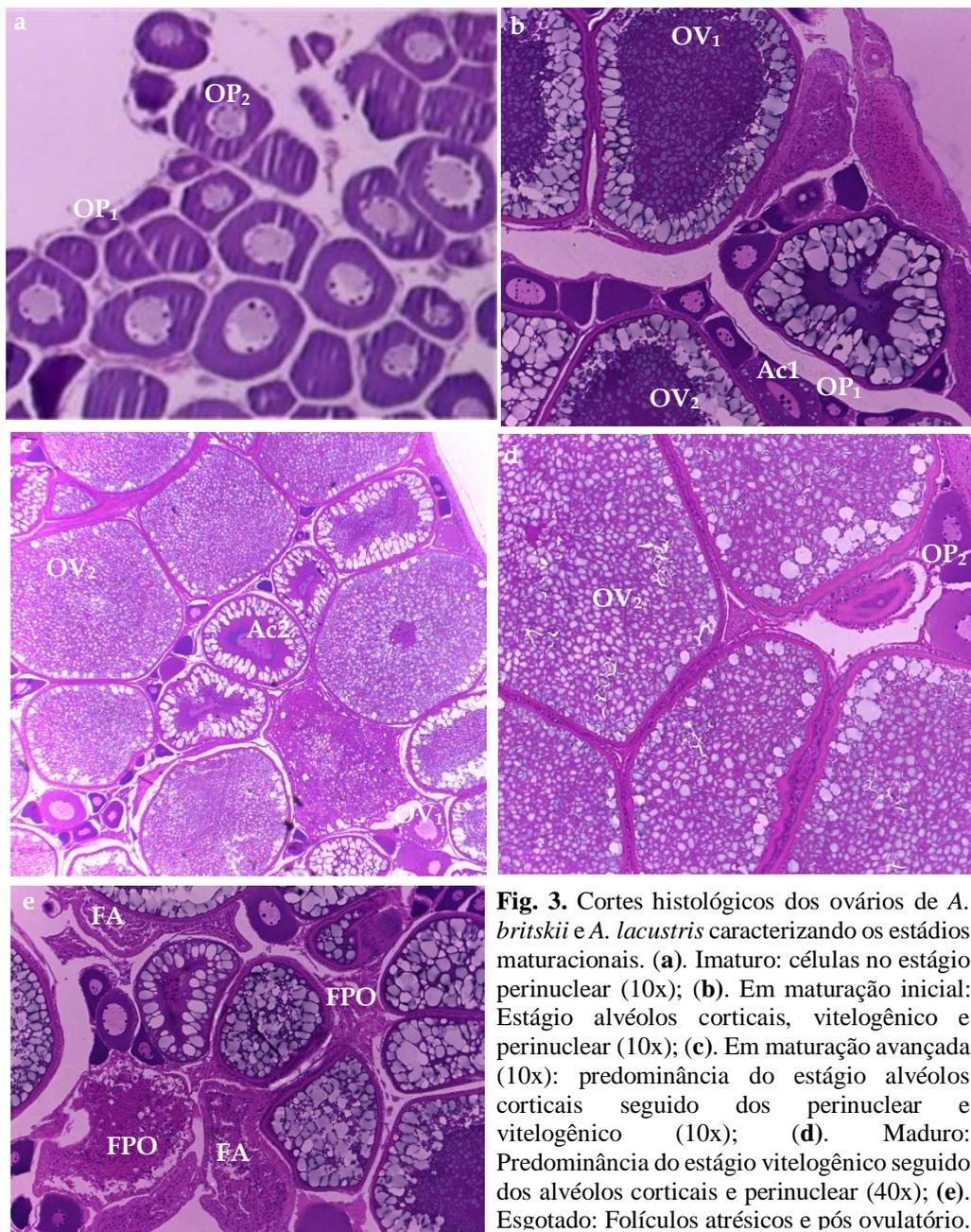
Folículos pós-ovulatório: são formados por duas camadas de membrana basal, sendo a mais externa composta pelas células epiteliais e a interna por células foliculares. Células sanguíneas são vistas no lúmen do folículo. (**Fig. 2k**).

**Tabela 1** – Descrição macroscópica e microscópica dos estádios maturacionais de fêmeas de *Acestrorhynchus lacustris* e *A. britskii*.

Estádios		Descrição macroscópica	Descrição microscópica
Imaturo	I	Ovários pequenos em forma de fita, translúcidos e colados na porção lateral da bexiga natatória.	Poucos ovócitos primários e predominância de ovogônias. Folículos atrésicos e pós-ovulatórios ausentes
Em maturação inicial	IIa	Ovários mais volumosos, tomando forma cilíndrica, esbranquiçados, com diminutos ovócitos de tamanho similar.	Ovogônias, ovócitos primários em fases distintas: OP1 e OP2; início da fase alvéolos corticais: Ac1, Ac2, Ac3; presença de OV1 e raros OV2; folículos pós-ovulatórios (POF's) são vistos
Em maturação avançada	IIb	Ovários mais volumosos, forma cilíndrica, laranjados, com ovócitos de tamanhos distintos.	Ovogônias, ovócitos primários em fases distintas (OP1 e OP2); fase alvéolos corticais avançada predominando ovócitos nas fases OV1 e OV2. Presença de ovócitos em vitelogênese final (OV3); folículos pós-ovulatórios (POF's) são vistos
Maduro	III	Ovários bem volumosos, de cor mostarda-marrom, vascularizados e predominando ovócitos maiores.	Fase vitelogênica final: todas as fases presentes, com predominância de OV3; raros folículos pós-ovulatórios
Esgotada	IV	Ovários flácidos, esverdiados a marrom, com pontos hemorrágicos, indicando folículo pós-ovulatório e ovócitos espessos.	Folículos atrésicos e parcialmente atrésicos, presença de Ac1, Ac2 e Ac3 e folículos pós ovulatório



**Fig. 2:** Cortes de ovários de *A. lacustris* (Figs. a, b, d, i, c) e *A. britskii* (c, e, g, f). (a). Estágio perinuclear inicial; (b). Estágio perinuclear avançado; (c). Alvéolos corticais inicial (Ac<sub>1</sub>); (d). Alvéolos corticais intermediário (Ac<sub>2</sub>); (e). Alvéolos corticais avançado (Ac<sub>3</sub>); (f). Ovócitos vitelogênicos inicial (OV<sub>1</sub>), (g). Ovócitos vitelogênicos intermediário (OV<sub>2</sub>); (h). Ovócitos vitelogênicos avançado (OV<sub>3</sub>); (i): OV<sub>3</sub> em atresia; (j). Ac<sub>2</sub> em atresia; (k). Folículo pós-ovulatório (FPO). (a, b, c, d, e, j – 40x); (i, h – 4x); (f, g, k – 10x)

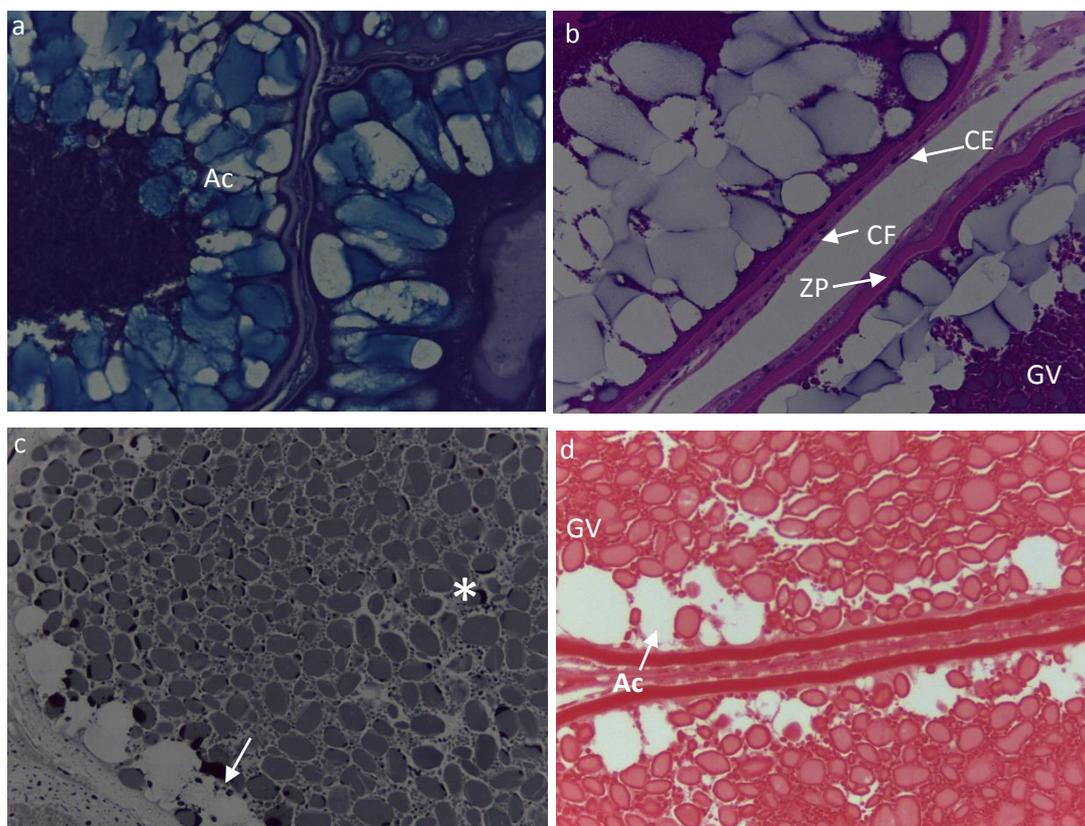


### Análise histoquímica

As duas espécies apresentaram alvéolos corticais do tipo contínuo, com várias camadas de vesículas largas, de modo a formar quatro camadas distribuídas alternadamente. Na análise histoquímica foi verificada a presença de ácidos carboxilados glicoconjugados pela positividade ao Alcian Blue com pH a 2,5. Com tudo, os alvéolos

corticais foram negativos ao PAS, ao Sudan Black e a Xilidina e fracamente corados pelo Alcian Blue pH a 0,5 (**Fig. 4**).

Glicoliproteínas foram evidenciadas nos glóbulos de vitelo pela reação positiva à técnica de PAS, assim como a zona pelúcida e as células foliculares. Em fases mais avançadas do estágio vitelogênico, os glóbulos de vitelo reduzem a sua positividade ao PAS, adquirindo a tonalidade azul, sugerindo o aumento de proteínas, o que foi comprovado pela coloração de xilidina. Não estão presentes ácidos carboxilados glicoconjugados, pois os mesmos não foram marcados pela coloração de Alcian blue com pH a 2,5 e 0,5. Já quando corados pelo Sudan black, gotículas de lipídio são observadas no interior dos glóbulos de vitelo e em torno dos alvéolos corticais, variando de tamanho, quantidade e posição, contudo, com maior disposição na periferia dos glóbulos (**Fig. 4**).



**Fig. 4.** Cortes de ovários de *A. britskii* (**Figs. a e c 40x**) e *A. lacustris* (**Figs. b e d - 100x**). Reações histoquímicas nos folículos: **(a)**. Reação positiva ao AB 2,5 nos alvéolos corticais; **(b)**. Reação positiva ao PAS nos glóbulos de vitelo (GV), zona pelúcida (ZP), células foliculares (CF) e epiteliais (CE) e negativa nos alvéolos corticais (Ac); **(c)**. Reação positiva ao Sudan black nos glóbulos de vitelo (\*) e em torno dos alvéolos corticais (seta); **(d)**. Reação positiva a xilidina nos glóbulos de vitelo (GV) e negativa nos alvéolos corticais (Ac).

## DISCUSSÃO

A morfologia do desenvolvimento desse ovário sacular é única entre os vertebrados. O desenvolvimento inicial das gônadas em teleósteos ocorre por extrusão das cristas genitais emparelhadas, excrescências somáticas precocemente desenvolvidas no ovário que, em seguida, se fundem para formar o ovocelo (Grier, 2000), onde ocorre o processo de desenvolvimento dos folículos ovariano até o momento da ovulação. Esta é acompanhada por uma onda de contração do músculo liso, coordenado por elementos nervosos, que comprime os ovos para o lúmen, da região cranial para a região caudal (McMillan, 2007). Este arranjo foi visto nas estruturas dos *Acestrorhynchus* no qual foi observada a presença de nervos não mielinizados na parede ovariana. Relatado por Suzuki (1992), *A. lacustris* parece depender desse mecanismo, pois sua morfologia abdominal sugere não haver o contato corporal com a parede do ovário. O mesmo foi registrado para outros peixes de comportamento parental como *Hoplias malabaricus* e espécies de Serrasalmidae, cujos ovários apresentam a parede do ovário um pouco mais espessa. Tratam-se de espécies com relação gonadassomática (RGS) baixa e desova parcelada e desta forma, seus ovários ocupam pouco espaço da cavidade abdominal. Já peixes com ovários volumosos, conseqüentemente com RGS alta, geralmente possuem desova total, sofrem compressão da parede do corpo, facilitando a extrusão dos ovócitos no momento da ovulação (Suzuki, 1992). ao corpo balbiniano, este foi visto no citoplasma durante o estágio perinuclear nas fases OP<sub>1</sub> e OP<sub>2</sub> e no estágio alvéolos corticais na fase AC<sub>1</sub>. Esta estrutura apresentou basofilia e modificações em sua forma desde o aparecimento na região justanuclear até sua dispersão no citoplasma. O corpo balbiniano em *A. britskii* e *A. lacustris* é constituído de grânulos finos e encontra-se disperso por todo citoplasma (Bazzoli & Godinho, 1995). A estrutura atua na formação, multiplicação e acúmulo de organelas necessárias à vitelogênese (Selman & Wallace, 1989) e tem natureza química lipo-protéica e RNA, atuando também indiretamente na formação do vitelo protéico (Cangussu-Mariani *et al.*, 1991).

O estágio alvéolos corticais foi marcada pelo desenvolvimento de estruturas vacuolares. Concomitantemente, o conteúdo do CB passou a ser visto de modo disperso no citoplasma e a zona pelúcida (ZP) foi evidenciada. A formação da ZP se dá de forma contínua e inicia na fase secundária (Grier *et al.*, 2009). Nas espécies em estudo, os alvéolos corticais, inicialmente, se dispuseram na periferia do citoplasma e em fases mais

avançadas, distribuídas em camadas alternadas por todo o citoplasma. É sabido que esses vacúolos são sintetizados no desenvolvimento endógeno envolvendo o retículo endoplasmático rugoso e o complexo de Golgi (Tyler & Sumpter, 1996). O conteúdo dos alvéolos corticais é liberado no espaço perivitelínico no momento da fertilização, agindo como um bloqueio poliespérmico e na formação do ovo, com o endurecimento do córion (Hart, 1990).

A análise negativa ao Sudan black no presente estudo, corrobora o observado por Bazzoli & Godinho (1994) nessas mesmas espécies na bacia do alto rio Paraná. Os autores afirmam que as semelhanças na morfologia e na composição química dos alvéolos corticais podem não ser um caráter filogenético. Este pode ser comprovado pela semelhança destas características para as espécies *A. britskii*, *A. lacustris*, *Creatochanes affinis* (= *Bryconops affinis*) e *Eigenmannia virescens* cujo arranjo de distribuição dos alvéolos é contínuo e com múltiplas camadas de vesículas largas e composição química com glicoproteínas neutras e ácidos carboxilados glicoconjugados. Também foi observada semelhanças morfológicas entre os peixes cachorro e as espécies da família Serrasalminidae. A maioria das espécies citadas realizam desova parcelada e apresenta ovos adesivos (Guimarães & Quagio-Grassiotto 2001; Quagio-Grassiotto & Guimarães 2003, Kirschbaum & Schugardt, 2003, Rizzo *et al.*, 2002)

Na fase vitelogênica, início do desenvolvimento endógeno, foi possível caracterizar duas fases distintas de desenvolvimento, o que foi determinado pela distribuição dos glóbulos de vitelo no citoplasma e a zona pelúcida bem definida. Essas apresentaram glicoproteína neutra, o que é um indício de sua participação no desenvolvimento da zona pelúcida, atuação na produção hormonal e indução maturacional (Patiño & Sullivan, 2002). Em *A. britskii* e *A. lacustris*, a zona pelúcida é constituída de estriações e variação na espessura e altura das células foliculares de acordo com o desenvolvimento ovocitário. Como visto na microscopia eletrônica, essas estrias podem ser filamentos localizados nos poros ou canais da zona radiata, utilizados para adesão no substrato, sendo curtos quando próximo à micrópila (Rizzo *et al.*, 2002; Rizzo & Godinho, 2003).

Em ambas as espécies, foi observado conteúdo lipídico (detectado pelo Sudan black) no interior dos glóbulos de vitelo, intensificado em quantidade e distribuição nas fases vitelogênicas mais avançadas. Também não foi observada hidratação pré-ovulatória, mesmo em momento próximo da ovulação, com a migração do núcleo para a periferia. Gotículas de óleo e hidratação pré-ovulatória foi observada em um Perciformes de água doce, *Plagioscion squamosissimus* (Félix *et al.*, 2008), o que pode ser explicado

pela sua origem marinha. Ainda não é clara a importância morfo-funcional desses conteúdos em espécies dulciaquícolas, considerado então, um caráter conservativo mantido pelo grupo.

A hidratação pré-ovulatória, característica mais marcante em peixes marinhos, juntamente com as gotículas de óleo nos ovócitos, são mecanismos que atuam no ajuste da densidade dos ovos pelágicos para sua flutuação (Nakatani, 1997). Os mesmos autores observaram hidratação pré-ovulatória em peixes dulciaquícolas de desova parcelada e ovos adesivos, porém com menos intensidade que em ovos livres. As gotículas de óleo seriam encontradas principalmente em ovos pelágicos, não corroborando os resultados descritos para *A. britskii* e *A. lacustris* que possuem ovos adesivos.

A atresia folicular foi vista nas fases alvéolos corticais e vitelogênica nas duas espécies. Mesmo sendo mais comum na fase vitelogênica, o processo de degeneração e reabsorção folicular pode ocorrer em qualquer fase de desenvolvimento (Miranda *et al.*, 1999; Aranzábal *et al.*, 2009). Esse processo se dá pela degeneração e reabsorção dos folículos, caracterizado pela fragmentação da zona pelúcida, degeneração do vitelo e a hipertrofia das células foliculares (Santos *et al.*, 2008). A absorção dos ovócitos durante atresia permite a recuperação e a reciclagem dos seus componentes (Grier *et al.*, 2009). Este processo é responsável pelo controle do número de ovócitos que alcançarão a maturação, conseqüentemente, definindo o número de embriões (Tyler e Sumpter, 1996). No entanto, a ocorrência de atresia em folículos em fases distintas ou mesmo uma alta ocorrência em um mesmo indivíduo pode ser ocasionada por condições de estresse, como por exemplo, modificações nos parâmetros físico-químicos da água, disponibilidade de alimento ou mesmo variações no nível hidrológico (Nagahama, 1983).

Em *A. britskii* e *A. lacustris* os folículos pós-ovulatórios (FPO's), foram registrados em todos os estádios maturacionais, exceto no imaturo, indicando que o período de reabsorção dessa estrutura se dá mesmo quando o ovário se encontra recuperado e é iniciado uma nova estação reprodutiva. Os FPO's, estruturas remanescentes da desova, são comuns em teleósteos de fertilização externa, podendo ser considerado um indicador para o tempo de ocorrência da desova. O tempo de conclusão da absorção do folículo é variado e podem ser encontrados em fases distintas no ovário (McMillan, 2007), que dependerá das condições ambientais ou de confinamento, ou mesmo, variar de espécie para espécie. Em *Astyanax bimaculatus* foi verificado que os folículos pós-ovulatórios não tinham sido completamente reabsorvidos quatro dias depois da desova (Drummond *et al.*, 2000).

Fecundidade é um traço da história de vida do animal que pode ser interpretado como o número de ovócitos que completam seu desenvolvimento e são liberados a cada período reprodutivo, ou como o investimento reprodutivo (Costa & Mateus, 2009), sendo considerada uma medição do potencial reprodutivo de peixes (Vazzoler & Menezes, 1992). Este fenômeno depende, primordialmente, do volume total na cavidade celomática disponível para portar os ovários, e secundariamente, do volume dos ovócitos.

A correlação positiva entre a fecundidade e o peso ou comprimento em peixes são evidências que fêmeas maiores apresentam maior fecundidade, sendo proporcional à morfologia da cavidade celomática para acomodação dos ovários maduros (Wootton, 1989). Ambas as espécies analisadas no presente estudo mostraram correlação positiva ao peso e apenas *A. lacustris* ao comprimento fato este que pode ser explicado devido ao menor valor de comprimento padrão máximo registrado para *A. britskii* no reservatório de Sobradinho. Além disso, ambas apresentaram baixos valores de fecundidade média quando comparada à *Acestrorhynchus pantaneiro* (33.470 ovócitos) no alto rio Uruguai (Meurer & Zaniboni-Filho, 2012). Espécies com valores relativamente baixos de fecundidade, desova parcelada, ovos adesivos e que não dispõem cuidado parental tendem a ter maiores chances de sucesso em ambientes modificados (exemplo reservatórios) sendo consideradas oportunísticas (Vazzoler, 1996).

## CONCLUSÃO

É esperado que espécies filogeneticamente próximas apresentem semelhanças morfo-fisiológicas refletidas em sua ecologia. *Acestrorhynchus britskii* e *Acestrorhynchus lacustris* apresentaram características similares na morfologia e desenvolvimento gonadal.

## REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A.; L. C. Gomes & F. M. Pelicice. 2007. Ecologia e Manejo de recursos Pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: EDUEM.
- Aranzábal, M. U., H. J. Grier, G. D. Cruz & R. Alarcón. 2009. Modifications in ovarian and testicular morphology associated with viviparity in teleosts. In: Reproductive biology and phylogeny of fishes (Agnathans and Bony Fishes). Ed. Barrie G.M. Jamieson. V. 8A, cap.3, Pp. 85-117.
- Bazzoli, N. & E. Rizzo. 1990. A comparative cytological and cytochemical study of the oogenesis in ten Brazilian teleost fish species. Eur. Arch. Biol., 101: 399-410.
- Bazzoli, N. & H. P. Godinho. 1991. Reproductive biology of the *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Characidae) from Três Marias Reservoir, Brazil. *Zoogischer Anzeiger* 226, 285–297.
- Bazzoli, N. & H. P. Godinho. 1994. Cortical alveoli in oocytes of freshwater neotropical teleost fish. *Bolletino di Zoology* 61 (4): 301-308.
- Bazzoli, N. & H. P. Godinho. 1995. Comparative morphology of the yolk nucleus (Balbiani body) in freshwater Neotropical teleost fish. *Rev. Brasil. Biol.*, 55 (2): 207-214
- Britski, H. A., Y. Sato & A. B. S. Rosa. 1984. Manual de identificação de peixes da Região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. 3ª ed. Brasília: Câmara dos Deputados/CODEVASF, 115p.
- Britski, H. A., K. Z. S. Silimon & B. S. Lopes. 1999. Peixes do Pantanal: Manual de identificação. Corumbá, Brasília: EMBRAPA. p.184.
- Cangussu-Mariani, S. D., I. Rizzo & N. Bazzoli. 1991. Morfologia e desenvolvimento do núcleo viteínico do lambari *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (osteichthyes, characidae). *Rev. bras. Zool.* 7(3) : 207-213.
- Catella, A. C. & G. E. Torres. 1984. Observações sobre o espectro e estratégias alimentares do peixe-cachorro, *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1974), (Characidae, Acestrorhynchini), do Reservatório de Três Marias, Rio São Francisco, MG, *An. Sem. Reg. Ecol.* São Carlos, 4:103-125.
- Costa, R. M. R. & L. A. F. Mateus. 2009. Reproductive biology of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Teleostei: Characidae) in the Cuiabá River Basin, Mato Grosso, Brazil. *Neotropical ichthyology*. vol.7, n.3, pp. 447-458.
- Drummond, C. D., N. Bazzoli, E. Rizzo & Y. Sato. 2000. Postovulatory follicle: A model for experimental studies of programmed cell death or apoptosis in teleosts. *Journal of experimental zoology*. 287: 176-182.
- Fadurpe. 2003. Monitoramento Limnológico e Produção Pesqueira do Reservatório de Sobradinho. Recife: Relatório Final, p. 6-8.
- Félix, R. T. S., W. Severi, A. J. Santos, A. C. A. El-Deir, M. S. Soares & J. Evêncio-Neto. 2008. Desenvolvimento ovariano de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Actinopterygii, Perciformes), no reservatório de Pedra, Rio de Contas, Bahia. *Biota Neotrop.* 9(3): 131-136.

- Gomes, J. H. C. & J. R. Verani. 2003. Alimentação de peixes do reservatório de Três Marias. In.: Godinho, H. P & A.L. Godinho. Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. pp.195-228, Belo Horizonte, Editora PUC Minas.
- Grier, H. J., M. U. Aranzábal & R. Patiño. 2009. The ovary, folliculogenesis and oogenesis in teleosts. In: Reproductive biology and phylogeny of fishes (Agnathans and Bony Fishes). Ed. Barrie G.M. Jamieson. V. 8A, cap.2, Pp. 25-84.
- Grier, H. J. 2000. Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common snook *Centropomus undecimalis* (Teleostei: Centropomidae). J. Morph. 243:265-261.
- Guimarães, A. C. D. & I. Quagio-Grassiotto, 2001. Ultrastructural aspects of oogenesis and oocyte primary growth in *Serrasalmus spilopleura* (Teleostei, Characiformes, Characidae). Tissue and Cell 33, 241–248.
- Hart, N. H. 1990. Fertilization in teleost fishes: Mechanism of sperm-egg interactions. International Review of Cytology 121: 1-66.
- Kirschbaum, F. & C. Schugardt. 2003. Reproductive strategies and developmental aspects in mormyrid and gymnotiform fishes. Journal of Physiology. 96: 557-566.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Tradução: Anna Emília A. de M. Vazzoler, Angelo Antônio Agostinho, Patrícia T. M. Cunningham. São Paulo: Ed. da USP, 534p. (Coleção Base). Título original: Ecological studies in tropical fish communities.
- McMillan, D. B. 2007. Fish histology: Female Reproductive Systems. Department of Biology the University of Western Ontario London, Ontario Canada. Springer.
- Menezes, N. A. 1969. Systematics and evolution of the tribe Acestrorhynchinae (PISCES, Characidae). Arquivos de Zoologia, São Paulo, v. 118, p. 51-59.
- Menezes, N.A. 2003. Family Acestrorhynchidae. In: Reis, R.E.; Kullander, S.O.; Ferraris, C.J. Check list of the Freshwater of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs, p. 231-233.
- Meurer, S. & E. Zaniboni-Filho. 2012. Reproductive and feeding biology of *Acestrorhynchus pantaneiro* Menezes, 1992 (Osteichthyes: Acestrorhynchidae) in areas under the influence of dams in the upper Uruguay River, Brazil. Neotropical Ichthyology, 10(1), 159-166.
- Miranda, A. C. L., N. Bazzoli, E. Rizzo & Y. Sato. 1999. Ovarian follicular atresia in two teleost species: a histological and ultrastructural study. Tissue & Cell 31(5):480-488.
- Nagahama, Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. In: Hoar, W. S. Randall, D. J., Donaldson, E. m. (Eds) Fish Physiology. Academic Press, London, 233-275.
- Nakatani, K. 1997. Ecologia de ovos e larvas de peixes. In: Vazzoler, A. E. A. M. (Ed.). A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM., p. 281-306.
- Nelson, J. 2006. Fishes of the World. John Wiley & Sons.
- Patinõ, R. & C. V. Sullivan. 2002. Ovarian follicle growth, maturation, and ovulation in teleost fish. Fish Physiology and Biochemistry, vol. 26, Issue 1, pp 57-70.

- Quagio-Grassiotto, I. & A. C. D. Guimarães. 2003. Follicular epithelium, theca and egg envelope formation in *Serrasalmus spilopleura* (Teleostei, Characiformes, Characidae). *Acta Zoologica* (Stockholm) 84:121.
- Reis, R. E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris-Jr.. 2003. *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs.
- Rizzo, E. & H. P. Godinho. 2003. Superfície de ovos de peixes Characiformes e Siluriformes In: Godinho, H. P. & A. L. Godinho. *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Pp. 115-132. Belo Horizonte, PUC Minas, 468p.
- Rizzo, E., Y. Sato, B. P. Barreto, & H. P. Godinho. 2002. Adhesiveness and surface patterns of eggs in neotropical freshwater teleosts. *Journal of Fish Biology* 61, 615–632.
- Rocha, A. A. F., N. C. S. Lacerda, G. A. Pinto, T. N. Medeiros & W. Severi. 2011. Diet composition and food overlap of *Acestrorhynchus britskii* and *A. lacustris* (characiformes: Acestrorhynchidae) from Sobradinho Reservoir, São Francisco river, Bahia state. *Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá*, v. 33, n. 4, p. 407-415.
- Santos H. B., R. G. Thomé, F. P. Arantes, Y. Sato, N. Bazzoli & E. Rizzo. 2008. Ovarian follicular atresia is mediated by heterophagy, autophagy, and apoptosis in *Prochilodus argenteus* and *Leporinus taeniatus* (Teleostei: Characiformes). *Theriogenology* 70 1449–1460.
- Sato, Y. & H. P. Godinho. 2003. Migratory fishes of the São Francisco River, In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A (Eds) *Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*, World Fisheries Trust/The World Bank/International Development Research Centre, Victoria, pp 195–222.
- Sato, Y. & H. P. Godinho. 1999. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: Lowe - McConnell, R.H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Edusp, p. 401 - 413.
- Selman, K. & R. A. Wallace. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. *Zool. Sci.*, 6: 211-231.
- Suzuki, H. I. 1992. Variação na morfologia ovariana e no Desenvolvimento do folículo de peixes Teleósteos da bacia do rio Paraná. *Dissertação (Mestrado em Zoologia) Universidade do Paraná, Curitiba*. p. 139.
- Tolosa, E. M. C., C. J. Rodrigues, A. O. Behmer & A. G. Freitas-Neto. 2003. *Manual de técnicas para histologia normal e patológica*. 2º ed. São Paulo: Manole. 37p.
- Tyler. C. R., J. P. Sumpter. 1996. Oocyte growth and development in teleosts. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6, 287-318.
- Vazzoler, A. E. A. M. 1996. *Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática*. Maringá: EDUEM.
- Vono, V. 2002. Efeitos da implantação de duas barragens sobre a estrutura da comunidade de peixes do rio Araguari (bacia do alto Paraná, MG). *Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte*.
- Wootton, R. J. 1984. Introduction: strategies and tactics in fish reproduction. In: POTIS, G.W.; Wootton, M.N. (Ed) *Fish reproduction: strategies and tactics*. London: Academic Press. 410p.

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