

# ASPECTOS REPRODUTIVOS DE *Leporinus piau* FOWLER, 1941 (OSTEICHTHYES, ANOSTOMIDAE) DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO, SUBMETIDO À DESOVA INDUZIDA

EDSON VIEIRA SAMPAIO<sup>1</sup> E YOSHIMI SATO<sup>2</sup>

- 
1. Biólogo da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. Doutor em Ecologia e Recursos Naturais. E-mail: edsonvieirasampaio@gmail.com  
2. Biólogo da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. Doutor em Ecologia e Recursos Naturais

---

## RESUMO

*Leporinus piau* Fowler, 1941, é importante como peixe forrageiro e na pesca da bacia do São Francisco. Fêmeas dessa espécie foram submetidas à desova induzida, mediante a aplicação de duas doses de extrato bruto de hipófise de carpa-comum (EBHC) (0,5 e 5 mg.kg<sup>-1</sup> para cada fêmea, com intervalo de 14h). A extrusão dos ovócitos ocorreu de 8 a 8,5 h após a aplicação da segunda dose de EBHC com a temperatura da água entre 25 e 26°C. As fêmeas sinalizaram

o momento da desova e mais de 71% responderam positivamente ao tratamento, com a liberação de ovócitos férteis. Os ovos de *L. piau* são livres, demersais, esféricos, opacos e de coloração cinza ou parda. O índice gonadossomático médio foi de 17,8% para fêmeas maduras. As larvas eclodiram 21 horas após a fertilização dos ovos, com a temperatura da água entre 23 e 24°C.

**PALAVRAS-CHAVES:** Fecundidade, hipofiseação, *Leporinus piau*, morfometria ovocitária e larval, reprodução, rio São Francisco.

---

## ABSTRACT

### REPRODUCTIVE PARAMETERS OF THE *Leporinus piau* FOWLER, 1941 (OSTEICHTHYES, ANOSTOMIDAE) FROM THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN, SUBMITTED TO INDUCED SPAWNING.

*Leporinus piau* Fowler, 1941 is important as forage fish and in the fishing of the São Francisco River basin. Females of this species were induced to spawning by the application of two doses of crude carp pituitary extract (CCPE) (0.5 and 5 mg.kg<sup>-1</sup> of CCPE, with an interval of 14 h between doses). The water temperature of the tanks was maintained between 25 and 26°C. The oocytes extrusion occurred from 8 to 8.5 hours after second dose of CCPE.

The females signal the timing of spawning and more than 71% responded positively to treatment releasing fertile eggs. Eggs of *L. piau* are free, demersal, round, opaque and gray-brownish. The gonadosomatic index average was 17.8% for mature females. The larvae hatched 21 h after fertilization of eggs, with water temperature maintained between 23 and 24 °C in the incubators.

**KEY WORDS:** Fecundity, hypophysation, *Leporinus piau*, oocyte and larvae morphometry, São Francisco River, reproduction.

## INTRODUÇÃO

GARAVELLO & BRITSKI (2003) citam a ocorrência de *Leporinus piau* Fowler, 1941, somente para o Ceará, mas a espécie também aparece na bacia do rio São Francisco (BRITSKI et al., 1984). Em virtude da abundância no rio São Francisco, *L. piau* é importante nas pescas artesanal e esportiva e também como peixe forrageiro. A espécie pode atingir porte acima dos 400 gramas de peso corporal. Em geral, *L. piau* é comum em todas as regiões da bacia do São Francisco (rios, riachos, lagos, lagoas e reservatórios). Pelo fato de apresentar hábito alimentar onívoro (GOMES & VERANI, 2003; ALVIM & PERET, 2004) e, em condições de cativeiro, aceitar bem ração peletizada e extrusada, *L. piau* apresenta condições favoráveis para ser utilizada na piscicultura.

Em *L. piau*, os tamanhos de primeira maturação gonadal foram estimados de 8,3 a 9,6 cm e de 9 a 10,8 cm de comprimento padrão para machos e fêmeas, respectivamente (SANTOS & BARBIERI, 1990; TAVARES & GODINHO, 1994; SOARES et al., 1996). Além disso, a espécie apresenta desova total e o período reprodutivo ocorre normalmente de novembro a fevereiro (TAVARES & GODINHO, 1994). Existem algumas referências sobre reprodução induzida de espécies de *Leporinus* (REZENDE et al., 1996; ZANIBONI FILHO & BARBOSA, 1996; SATO et al., 2000, 2003).

As substâncias utilizadas na indução da desova de peixes são: antiestrógenos (citrato de clomifeno, tamoxifeno e fadrozole), hormônios liberadores de gonadotrofinas (GnRH), gonadotrofinas (extrato hipofisário e gonadotrofinas de mamíferos), esteroides (progesteronas, corticosteroides, estrógenos e andrógenos) (HARVEY & HOAR, 1980; ZOHAR & MYLONAS, 2001; BALDISSE-ROTTA, 2002). Na piscicultura comercial, principalmente no Brasil, a substância mais utilizada tem sido o extrato hipofisário (ZANIBONI FILHO & WEINGARTNER, 2007), denominado método da hipofisação (IHERING, 1935).

O objetivo do presente trabalho foi de obter informações sobre a desova induzida e aspectos reprodutivos de *L. piau*, tais como fecundidade

absoluta e relativa, morfologia ovocitária e larval e duração da embriogênese quando submetido à hipofisação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias (18°11'58"S e 45°15'07"W), da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, Três Marias, Minas Gerais, no período de agosto de 2002 a fevereiro de 2003.

Os reprodutores de *L. piau* foram capturados no rio São Francisco, município de Três Marias, MG, e estocados pelo período de cinco a seis meses em viveiros de 200m<sup>2</sup> na proporção de 0,2 kg de peixe.m<sup>-2</sup>. Alimentaram-se os peixes utilizando-se ração peletizada (36% de proteína bruta), 2% do peso vivo dia<sup>-1</sup>. Exemplares de *L. piau* foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo sob o número MZUSP 95156.

Procedeu-se à indução da reprodução pelo método da hipofisação (IHERING, 1937), utilizando-se extrato bruto de hipófises de carpa-comum *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (EBHC), injetado na cavidade celomática. Os machos receberam dose única de EBHC (2,5 mg kg<sup>-1</sup> de peixe) e as fêmeas duas doses (0,5 e 5,0 mg.kg<sup>-1</sup> de peixe, espaçadas 14 horas entre elas). Para o trabalho de desova induzida, empregaram-se 22 machos e 28 fêmeas de *L. piau*.

Fez-se a seleção dos reprodutores e das matrizes à hipofisação pela observação de características externas: fêmeas com o ventre abaulado, poro genital dilatado e vascularizado; machos com ventre fino, liberação de sêmen sob leve pressão do abdome e emissão de rouco e surdo (SATO et al., 2003; SAMPAIO & SATO, 2007). Os reprodutores selecionados foram pesados, medidos e mantidos separados por sexo em tanques de alvenaria de 2,4 m<sup>3</sup> (3m x 1m x 0,8m), com circulação constante de água. A água utilizada neste sistema passava por um sistema de aquecimento, que a mantinha com temperatura entre 25 e 26°C e apresentando teor de oxigênio dissolvido de 6,0 a 6,5 mg.L<sup>-1</sup>, pH de 6,8 a 7,1 e a condutividade elétrica de 66 a 70 µS.cm<sup>-1</sup>.

Determinou-se o momento da desova por meio do cálculo das horas-grau (HG), considerando-se a temperatura da água e o tempo até a ocorrência da desova, a partir da aplicação da segunda dose de EBHC (HG extrusão dos ovócitos = temperatura da água, em °C x tempo, em h) (WOYNAROVICH & HORVÁTH, 1980).

Executaram-se a extrusão dos ovócitos e a coleta de sêmen manualmente. Procedeu-se à fertilização pelo método a “seco”. A partir de amostras, foram estimadas a fecundidade absoluta e as fertilidades inicial e final (SATO et al., 2006; SAMPAIO & SATO, 2007).

Fez-se a incubação dos ovos em incubadoras de 20 L, em forma de funil (WOYNAROVICH, 1986), com circulação constante de água, mantendo-se a temperatura entre 23 e 24°C. Nas incubadoras a vazão da água variou de 0,5 a 1 L.min<sup>-1</sup>, cujo aumento foi efetuado após o estágio de fechamento do blastóporo. Cada incubadora recebeu cerca de 20 gramas de ovos.

Das fêmeas registraram-se os seguintes dados biométricos: comprimento total – CT (cm), peso corporal – PC (g), peso dos ovócitos extruídos (g), número dos ovócitos extruídos/g de ovário, peso (g) dos ovócitos livres e retidos nos ovários (ovócitos livres, mas remanescentes nas gônadas após a extrusão), diâmetros dos ovos não-hidratados e hidratados (µm), diâmetro do saco vitelino (µm), espaço perivitelino (µm), espessura do córion (µm), coloração e adesividade dos ovos, taxa de fertilização dos ovos (estimada a partir do estágio de fechamento do blastóporo) (%), peso das gônadas – PG (peso dos ovócitos extruídos mais o peso dos ovócitos liberados e retidos nos ovários, retirados após o sacrifício da fêmea depois da desova (g), índice gonadossomático – IGS (PG.100/PC), fecundidade absoluta – FA (número de ovócitos extruídos mais o número de ovócitos liberados e retidos nos ovários), fertilidades inicial – FI (número de ovócitos extruídos) e final – FF (número de ovócitos fertilizados), horas-grau para a eclosão das larvas (tempo de eclosão) (temperatura da água, em °C x tempo desde a fertilização até a eclosão das larvas); (h) comprimento total das larvas recém-eclodidas (µm), tipo de movimento da larva na coluna da água, presença ou não do órgão adesivo na cabeça

da larva e tempo para formação das pós-larvas (da eclosão da larva até as aberturas da boca e do intestino, dias); (d) fecundidade relativa, fertilidade inicial relativa e fertilidade final relativa foram estimadas em relação ao comprimento total e ao peso corporal das fêmeas.

As medidas dos diâmetros dos ovos (não-hidratados e hidratados), largura do saco vitelínico, largura do espaço perivitelino e espessura do córion foram tomadas no estágio de blástula ou blástula alta (HISAOKA & BATTLE, 1958).

As terminologias de larva e pós-larva aplicadas neste trabalho seguiram WOYNAROVICH & HORVÁTH (1980), considerando pós-larva o período posterior à abertura da boca e intestino.

Dos machos foram registrados os seguintes dados biométricos: CT, (cm), PC, (g), emissão de sons no período de reprodução (vocalização) e presença ou não de espículas nos raios da nadadeira anal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método utilizado na seleção de reprodutores à hipofisacção foi eficiente, como já tinha sido constatado em espécies de Anostomidae, Curimatidae e Prochilodontidae (SATO et al., 2000, 2003; SAMPAIO & SATO, 2007). Segundo Mayer (1928 apud BREDER & ROSEN, 1966, p. 169), *Leporinus affinis* Günther, 1864, apresenta dimorfismo sexual não acentuado. Os machos de *L. piau* não apresentaram espículas nos raios da nadadeira anal e dimorfismo sexual secundário, os quais aparecem em várias espécies de Characidae (BREDER & ROSEN, 1966; SATO et al., 2003). Em *L. piau*, as fêmeas foram maiores em relação aos machos, 1,12 vezes em relação ao comprimento e 1,65 vezes em relação ao peso corporal.

Fêmeas maiores que machos foram também registrados para outras espécies em trabalhos de indução à desova: *Schizodon knerii* (SATO et al., 1996a), *Prochilodus affinis* (= *P. costatus*) (SATO et al., 1996b), *Prochilodus marggravii* (= *P. argenteus*) (SATO et al., 1996c), *Pseudoplatystoma corruscans* (SATO et al., 1997a), *Salminus brasiliensis* (= *S. franciscanus*) (SATO et al., 1997b) e *Pimelodus maculatus* (SATO et al., 1999).

Em *L. piau*, as fêmeas sinalizaram o momento da ovulação, apresentando movimentos de um lado para o outro, o que facilitou o estabelecimento do momento da desova, semelhantemente como observado em outros Characiformes (SATO et al., 2003; SANTO et al., 2006; SAMPAIO & SATO, 2007). Em *Leporinus fasciatus* (BLOCH, 1794), no ato da desova, observou-se que o macho assume posição lado a lado da fêmea e os dois nadam ao longo do comprimento do tanque, espalhando ovócitos e espermatozoides (WALKER, 1955).

Os principais resultados obtidos neste trabalho estão sintetizados na Tabela 1. A extrusão dos ovócitos de *L. piau*, sob temperatura da água de 25 a 26°C, foi feita entre 200 e 220 horas-grau (tempo de duração de 8 a 8,5 h), após a aplicação da segunda dose de EBHC. REYNALTE-TATAJE et al. (2002)

efetuaram a extrusão de *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988, em média 203 horas-grau com a temperatura da água entre 25 e 27°C, resultado que é semelhante ao obtido no presente trabalho. Em *Leporinus elongatus* Valenciennes, 1849, SATO et al. (2000) verificaram o efeito da temperatura na ovulação, em que o tempo necessário para a extrusão foi gradativamente menor com o aumento da temperatura da água.

Em *L. piau*, mais de 70% das fêmeas hipofisadas liberaram ovócitos férteis por extrusão. Trata-se de dados que mostram que o tratamento foi satisfatório para a indução da desova, se comparados aos obtidos em outras espécies de *Leporinus*, em que a variação foi de 62,7% a 100% (SATO et al., 2000; REYNALTE-TATAJE et al., 2002).

**TABELA 1.** Dados obtidos de exemplares de piau-gordura *Leporinus piau* Fowler, 1941, submetidos à hipofisacção na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias, durante o ciclo reprodutivo 2002-2003

Parâmetro	N	Média ± DP	CV	Amplitude
<b>Machos</b>				
Comprimento total (ct, cm)	20	20,5 ± 1,5	7,5	17,4 – 23,0
Peso corporal (pc, g)	20	121,5 ± 30,7	25,3	69,0 – 180,8
<b>Fêmeas</b>				
Comprimento total (CT, cm)	20	23,0 ± 2,2	9,6	20,0 – 27,3
Peso corporal (PC, g)	20	200,1 ± 69,7	34,9	115,0 – 340,0
Horas-grau à extrusão	11	213 ± 6	2,8	200 - 220
Índice gonadossomático (IGS, %)	20	17,8 ± 1,3	7,4	15,8 – 19,9
Peso dos ovócitos extruídos.100/PC (%)	20	13,6 ± 1,3	9,8	11,5 – 16,4
Número de ovócitos extruídos/g de ova	20	2261 ± 80	3,5	2087 - 2393
<b>Medidas do ovo (µm)</b>				
Diâmetro do ovo não-hidratado	120*	1348 ± 49	3,7	1247 - 1454
Diâmetro do ovo hidratado	120*	3074 ± 97	3,1	2877 - 3297
Diâmetro do saco vitelino	120*	1202 ± 50	4,1	1123 - 1298
Espaço perivitelino	120*	934 ± 32	3,5	857 - 1015
Espessura do córion	120*	2,4 ± 0,3	14,7	2,0 - 3,0
Taxa de fertilização dos ovos (%)	20	73,7 ± 5,6	7,6	65,6 – 83,6
Fecundidade absoluta – FA	20	80451 ± 29655	36,4	45444 - 137326
Fertilidade inicial – FI	20	61763 ± 24308	39,4	35958 - 111015
Fertilidade final – FF	20	46084 ± 20211	43,9	23819 - 88023
FA relativa (nº de ovos/g fêmea)	20	401 ± 31	7,6	346 - 448
FI relativa (nº ovos extruídos/g fêmea)	20	307 ± 30	9,8	254 - 353
FF relativa (nº ovos viáveis/g fêmea)	20	227 ± 36	16,0	179 - 284
FA relativa (nº ovos/cm fêmea)	20	3419 ± 925	27,1	2272 - 5030
FI relativa (nº ovos extruídos/cm fêmea)	20	2621 ± 769	29,4	1798 - 4086
FF relativa (nº ovos viáveis/cm fêmea)	20	1951 ± 671	34,4	1191 - 3322
Horas-grau à eclosão	20	502 ± 21	4,2	480 - 540
CT da larva recém-eclodida (µm)	120*	3316 ± 99	3,0	3122 - 3543

N = número de observações; EBHC = extrato bruto de hipófise de carpa-comum; DP = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação. \*Referente a medidas efetuadas para seis fêmeas (vinte ovos ou vinte larvas/fêmeas).

O IGS médio das fêmeas de *L. piau* é de 18%, dentro dos limites registrados para fêmeas maduras de outras espécies de *Leporinus* que variaram de 7,24% a 23,30% (IHERING et al., 1928; NOMURA, 1976a; FONTENELE & VASCONCELOS, 1977; SANTOS, 1986; TAVARES, 1986; VAZZOLER, 1996; SATO, 1999). Com relação ao percentual do peso dos ovócitos extruídos/peso corporal da fêmea, os valores variaram de 13,6% a 15%.

Em *L. piau*, observaram-se ovos livres, esféricos, demersais, opacos, geralmente com coloração cinza ou parda. Segundo Schönneis (1922 apud BREDER & ROSEN, 1966, p. 170), *L. melanopleura* apresenta ovo contendo filamento adesivo, o qual se fixa nas plantas, mas a grande maioria dos *Leporinus* possui ovos livres (REYNALTE-TATAJE et al., 2001; SANCHES et al., 2001; SATO et al., 2003).

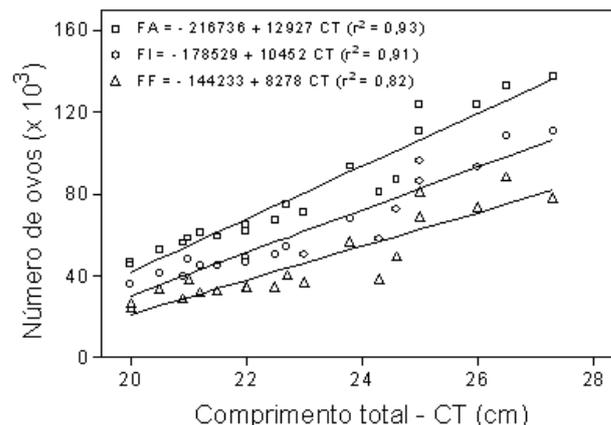
Os diâmetros médios dos ovos não-hidratados (1,35 mm) e hidratados (3,07 mm) registrados para a espécie estudada neste trabalho estão pouco maiores aos observados em outros *Leporinus*, com variação de 1 a 1,06 mm para ovos não-hidratados e de 2,2 a 2,56 mm para ovos hidratados (VAZZOLER, 1996; SATO et al., 2000; NAKATANI et al., 2001). Nota-se que os ovos de espécies de *Leporinus* apresentam grande capacidade de hidratação.

O número médio de ovócitos/g de ova em *L. piau* foi de 2.261, valor este que está dentro dos limites registrados na literatura científica para outras espécies de *Leporinus*, cuja variação foi de 1.608 a 3.567 (IHERING et al., 1928; NOMURA, 1976b; SATO, 1999; SATO et al., 2003).

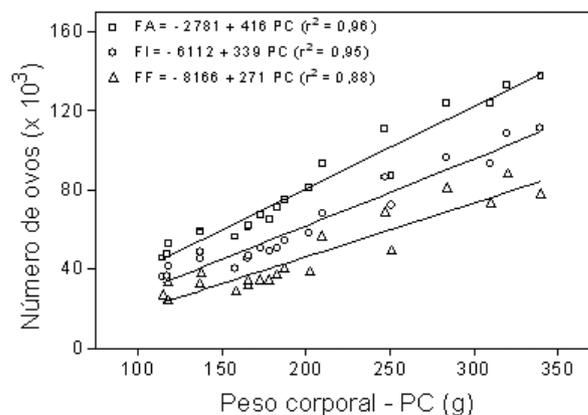
A taxa média de fertilização dos ovos foi de 73,7%, taxa essa satisfatória, se foram considerados resultados obtidos em outros *Leporinus*, de 23% a 98,6% (SATO et al., 2000; REYNALTE-TATAJE et al., 2002).

A fecundidade absoluta de *L. piau* variou de 45.444 a 137.326 ovócitos. Há registros de fecundidade absoluta de outros *Leporinus* variando de 4.663 a 884.616 ovócitos (IHERING et al., 1928; NOMURA, 1976b; VAZZOLER, 1996; SATO, 1999; SATO et al., 2003). Assim, verifica-se que, dentro desse gênero, há uma amplitude grande nos valores de fecundidade absoluta.

As relações entre fecundidade absoluta, fertilidade inicial e fertilidade final em função da variação do comprimento estão indicadas na Figura 1, e em função da variação do peso corporal total estão indicadas na Figura 2.



**FIGURA 1.** Relações lineares da fecundidade absoluta (FA), fertilidade inicial (FI) e fertilidade final (FF) em funções das variações do comprimento total – CT, obtidas simultaneamente em vinte fêmeas de piau-gordura *Leporinus piau* Fowler, 1941, hipofisadas na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias, durante o ciclo reprodutivo 2002-2003.



**FIGURA 2.** Relações lineares da fecundidade absoluta (FA), fertilidade inicial (FI) e fertilidade final (FF) em funções das variações do peso corporal – PC, obtidas simultaneamente em vinte fêmeas de piau-gordura *Leporinus piau* Fowler, 1941, hipofisadas na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias, durante o ciclo reprodutivo 2002-2003.

Verificou-se que os valores desses parâmetros aumentaram proporcionalmente com o peso corporal e com o comprimento total. Os valores

de  $r^2$  foram, de modo geral, pouco melhores quando se relacionaram esses parâmetros com o peso corporal. Mesma tendência foi verificada por NOMURA (1976b) para *L. copelandii*.

Verificando-se os dados constantes na Tabela 1 referentes à fecundidade absoluta (FA) e às fertilidades inicial (FI) e final (FF), observa-se que, em média, FI representou 76,8% e FF representou 57,3% da FA. Isso significa que, neste trabalho, a produção foi de mais de 57% de ovos férteis do total de ovócitos produzidos (fecundidade absoluta) pelas fêmeas da espécie analisada.

A eclosão das larvas de *L. piau* ocorreu em média 21 horas após a fertilização dos ovos, em que a temperatura da água esteve entre 23 e 24°C, coincidindo com o resultado observado para a mesma espécie por BORÇATO et al. (2004). Quanto à duração da embriogênese, existem registros para outros *Leporinus*: 17,2 h (25°C) e 22,6 h (23°C) em *L. elongatus* (SATO et al., 2000); 11,5 h (28,2 °C) em *L. microcephalus* (REYNALTE-TATAJE et al., 2001) e 13,3 h (27,6°C) em *L. friderici* (SANCHES et al., 2001). Em *L. elongatus*, SATO et al. (2000), estudando o efeito da temperatura na embriogênese, verificaram que o tempo necessário para a eclosão das larvas foi gradativamente menor com o aumento da temperatura da água.

As larvas de *L. piau* apresentaram, em média, 3,32 mm de comprimento, medida que está dentro dos limites registrados na literatura para outros *Leporinus*, cuja variação foi de 2,39 a 3,90 mm de comprimento (NAKATANI et al., 2001; REYNALTE-TATAJE et al., 2001; SANCHES et al., 2001). Além disso, as larvas mostraram movimentos verticais na coluna da água e se transformaram em pós-larvas de 3,5 a 4 dias após a eclosão, tempo semelhante ao observado em Characiformes, que não apresentam cuidado parental aos ovos e larvas (SATO, 1999; SATO et al., 2003).

De maneira geral, *L. piau* apresentou-se muito semelhante às outras espécies de *Leporinus* submetidas à hipofisação, principalmente em relação: ao momento da ovulação após a indução da desova, à taxa de fertilização dos ovos, ao índice gonadossomático, às características de ovos e larvas e ao tempo de eclosão das larvas.

Por apresentar ovos livres com capacidade de alta hidratação, espaço perivitelino grande, diâmetro do ovo não-hidratado pequeno, fecundidade absoluta relativamente alta e tempo de embriogênese curto, *L. piau* foi considerada espécie de estratégia reprodutiva sazonal ou periódica por SATO (1999), apoiando-se nas propostas de WINEMILLER (1989), e como espécie não guardadora ou generalista, baseando-se na classificação dos estilos reprodutivos de BALON (1985).

A hipofisação foi eficaz para a indução da desova, além de fornecer informações importantes para o conhecimento da biologia reprodutiva de *L. piau*.

#### AGRADECIMENTOS

Aos responsáveis pela Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias/CODEVASF e pelo Convênio CEMIG GT/CODEVASF (CV 4020000115), que possibilitaram a execução do trabalho. Ao consultor anônimo, pelas importantes sugestões apresentadas.

#### REFERÊNCIAS

- ALVIM, M. C. C.; PERET, A. C. Food resources sustaining the fish fauna in a section of the upper São Francisco River in Três Marias, MG, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 64, n. 2, p. 195-202, 2004.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Editora UFSM, 2002. 212 p.
- BALON, E.K. **Early life histories of fishes: new development of some alternative perspectives**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 1985. 280 p.
- BORÇATO, F. L.; BAZZOLI, N.; SATO, Y. Embriogenesis and larval ontogeny of the "piau-gordura", *Leporinus piau* (Fowler) (Pisces, Anostomidae) after induced spawning. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 117-122, 2004.
- BREDER, W. P. JR.; ROSEN, D. E. **Modes of reproduction in fishes**. New York: Natural History Press, 1966. 941 p.
- 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, 1984. 143 p.
- FONTENELE, O.; VASCONCELOS, E. A. Considerações sobre a aclimatização do piau verdadeiro, *Leporinus elongatus* Cuv. & Val., 1864 (Anostomidae), em açudes do nordeste brasileiro. **Boletim Técnico DNOCS**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 61-92, 1977.
- GARAVELLO, J. C.; BRITSKI, H. A. Family Anostomidae (Headstanders). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. (Org.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 71-84.
- GOMES, J. H. C.; VERANI, J. R. Alimentação de espécies de peixes do reservatório de Três Marias. In: GODINHO, H. P.; GODINHO A. L. (Org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p. 195-227.
- HARVEY, B.; HOAR, W.S. **La reproduction provoquée chez les poissons: théorie et pratique**. Ottawa: IDCR, 1980. 48 p.
- HISAOKA, K. K.; BATTLE, H. I. The normal development of the zebrafish, *Brachydanio rerio* (Hamilton-Buchanan). **Journal of Morphology**, New York, v. 102, p. 311-328, 1958.
- IHERING, R. von. A method for inducing fish to spawn. **The Progressive Fish-Culturist**, Washington, v. 34, p. 15-16, 1937.
- IHERING, R. von. Die wirkung von Hypophyseinjektion auf den Laichakt von Fischen. **Zoologischer Anzeiger**, Germany, v. 111, p. 273-279, 1935.
- IHERING, R. von; BARROS, J. C.; PLANET, N. Os óvulos e a desova dos peixes d'água doce do Brasil. **Boletim Biológico**, São Paulo, v. 14, p. 97-109, 1928.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, 2001. 378 p.
- NOMURA, H. Fecundidade e hábitos alimentares da piava, *Leporinus copelandii* Steindachner, 1875 do rio Mogi Guaçu, SP (Osteichthyes, Anostomidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 36 n. 2, p. 269-273, 1976a.
- NOMURA, H. Maturação sexual e índice gônado-somático da piava, *Leporinus copelandii* Steindachner, 1875 do rio Mogi Guaçu, SP (Osteichthyes, Anostomidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 2, p. 289-295, 1976b.
- REYNALTE-TATAJE, D.; ESQUIVEL, B. M.; ESQUIVEL, J. R.; ZANIBONI-FILHO, E. Reproducción inducida del piauçu, *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Characiformes, Anostomidae). **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 11-18, 2002.
- REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E.; MUELBERT, B. Stages of the embryonic development of the piavuçu *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 823-827, 2001.
- REZENDE, A. P. S.; ALVES, C. B. M.; SILVA, M. O. B.; MELLO, C. B. M. Avaliação da maturação gonadal e indução da reprodução de peixes coletados no rio Grande, a jusante da UHE Itutinga, MG. **Arquivo de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, Supl. 1, p. 39-46, 1996.
- SAMPAIO, E. V.; SATO, Y. Desova induzida e aspectos reprodutivos de *Curimatella lepidura* (Eig. & Eig., 1889) (Osteichthyes, Characiformes), espécie endêmica da bacia do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 9, n. 2, p. 135-142, 2007.
- SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SUIBERTO, M. R.; GOMES, F. D. C.; NAKATANI, K.; BARBOSA, N. D. C. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus friderici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 383-389, 2001.
- SANTOS, G. B. **Estudo sobre a biologia de *Leporinus piau* Fowler, 1941 na represa de Três Marias (MG) (Pisces, Ostariophysi, Anostomidae)**. 1986. 153 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1986.
- SANTOS, G. B.; BARBIERI, G. Seletividade de redes de emalhar utilizadas na captura de *Leporinus piau* Fowler, 1941 (Characiformes, Anostomidae), na represa de Três Marias, Minas Gerais. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 42, n. 12, p. 1196-1202, 1990.
- SATO, Y. **Reprodução de peixes da bacia do rio São Francisco: indução e caracterização de padrões**. 1999.

- 179 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, 1999.
- SATO, Y.; CARDOSO, E.L.; GODINHO, A.L.; GODINHO, H.P. Hypophysation of the anostomid fish white-piau, *Schizodon knerii* from the rio São Francisco basin. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48 (Suplemento 1), p. 63-70, 1996a.
- SATO, Y.; CARDOSO, E.L.; GODINHO, A.L.; GODINHO, H.P. Hypophysation of fish *Prochilodus affinis* from the Rio São Francisco basin, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48 (Suplemento 1), p. 55-62, 1996b.
- SATO, Y.; CARDOSO, E.L.; GODINHO, A.L.; GODINHO, H.P. Hypophysation parameters of the fish *Prochilodus marggravii* obtained in routine hatchery station conditions. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 1, p. 59-64, 1996c.
- SATO, Y.; CARDOSO, E.L.; SALLUM, W.B.; GODINHO, H.P. Indução experimental da desova do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*, p.69-79. In: MIRANDA, M.O.T. (Org.). **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA, 1997a. p. 69-79.
- SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; GODINHO, H. P. Reprodução induzida de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p. 275-289.
- SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; GODINHO, H. P.; VIEIRA, L. J. S. Reproductive traits of the neotropical anostomid fish *Leporinus elongatus* V., 1849 under hatchery conditions. **Aquaculture Research**, Hagerman, v. 31, p. 189-193, 2000.
- SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J.R.; GODINHO, H.P.; SAMPAIO, E.V. Reproductive aspects of the yellow-mandi catfish *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Siluriformes). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 4, p. 981-986, 1999.
- SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J.R.; GODINHO, H.P.; VIEIRA, L.J.S. Reprodução artificial do dourado *Salminus brasiliensis* (Pisces: Characidae) da bacia do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 113-116, 1997b.
- SATO, Y.; SAMPAIO, E. V.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R. Biologia reprodutiva e reprodução induzida de duas espécies de Characidae (Osteichthyes, Characiformes) da bacia do São Francisco, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 23, n. 1, p. 267-273, 2006.
- SOARES, M. G.; DABÉS, A. C.; SATO, Y.; BAZZOLI, N. 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, Supl. 1, p. 47-54, 1996.
- TAVARES, E. F. **Biologia reprodutiva do piau-gordura *Leporinus piau* Fowler, 1941 (Pisces, Anostomidae) da represa de Três Marias, rio São Francisco, MG**. 108 f. Dissertação (Mestrado em Morfologia) – Programa de Pós-Graduação em Morfologia, Universidade Federal de Minas Gerais. 1986.
- TAVARES, E. F.; GODINHO, H. P. Ciclo reprodutivo o peixe piau-gordura (*Leporinus piau* Fowler, 1941) da represa de Três Marias, rio São Francisco. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 233, p. 28-35, 1994.
- VAZZOLER, A. E. A. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, 1996. 169 p.
- WALKER, B. *Leporinus fasciatus* spawns. **The Aquarium (Philadelphia)**, Philadelphia, v. 24, n. 10, p. 307, 1955.
- WINEMILLER, K.O. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia**, Berlin, v. 81, n. 2, p. 225-241, 1989.
- WOYNAROVICH, E. **Tambaqui e pirapitinga: propagação artificial e criação de alevinos**. Brasília: CODEVASF, 1986. 68 p.
- WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. The artificial propagation of warm-water finfishes: a manual for extension. **FAO Fisheries Technical Paper**, Rome, v. 201, p. 1-183, 1980.
- ZANIBONI FILHO, E.; BARBOSA, N. D. C. Priming hormone administration to induce spawning of some brazilian migratory fish. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 4, p. 655-659, 1996.

ZANIBONI FILHO, E.; WEINGARTNER, M. Técnicas de indução da reprodução de peixes migradores. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 367-373, 2007.

ZOHAR, Y.; MYLONAS, C.C. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 197, p. 99-136, 2001.

---

Protocolado em: 11 jul. 2008. Aceito em: 10 dez. 2008.