

Desenvolvimento gonadal do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Siluriformes), em viveiros de terra, na região sul do Brasil

Luciana Ghiraldelli, Cláudia Machado, Débora Machado Fracalossi* e Evoy Zaniboni Filho

Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce, Departamento de Aqüicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia Admar Gonzaga, 1346, 88034-001, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
*Autor para correspondência. E-mail: deboraf@cca.ufsc.br

RESUMO. O presente estudo caracterizou o desenvolvimento gonadal de jundiá até a maturação sexual, quando cultivados em viveiros de terra, visando subsidiar o desenvolvimento de tecnologia de cultivo para esta espécie na região sul do Brasil. Alevinos de jundiá (peso médio $8 \pm 3,73$ g) foram estocados em três viveiros, na densidade de 0,6 indivíduos m^{-2} . Catorze indivíduos foram amostrados mensalmente, de setembro de 2001 a outubro de 2002. Os estádios de maturação gonadal foram caracterizados macroscopicamente, e fragmentos de ovários e testículos de alguns exemplares foram fixados em formalina 4% para análise histológica. Foram analisados 118 exemplares: 60 machos e 58 fêmeas. Os machos apresentaram atividade reprodutiva precoce, quando comparados às fêmeas. Testículos e ovários apresentaram morfologia similar a de outras espécies de Siluriformes. De acordo com a análise microscópica, as gônadas foram classificadas em quatro estádios de desenvolvimento: imaturo, em maturação inicial, em maturação final e maduro. A relação gonadossomática variou de 0,29 a 9,16 para os machos e de 0,11 a 13,03 para as fêmeas. Indivíduos maduros foram observados nos meses de verão (dezembro/2001 e janeiro/2002), outono (abril e maio/2002) e primavera (setembro e outubro/2002), acompanhando o aumento de temperatura.

Palavras-chave: jundiá, reprodução, *Rhamdia quelen*, piscicultura, desenvolvimento gonadal.

ABSTRACT. Gonadal development of jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Siluriformes), in earthen ponds in southern Brazil. The study characterized the gonadal development of jundiá from approximately 8 g until gonadal maturation, to provide further knowledge for farming jundiá in Southern Brazil. Jundiá fingerlings (average weight 8.00 ± 3.73 g) were stocked in three ponds at 0.6 fish m^{-2} . Fourteen fish were sampled each month from September 2001 to October 2002. Gonadal maturation stages were characterized macroscopically, and samples of ovaries and testicles were fixed in 4%-buffered formalin for histological examination. One hundred and eighteen fish were analyzed: 60 males e 58 females. Jundiá males matured earlier than females. Testicles and ovaries presented similar morphology to other Siluriformes species. Gonads were classified in four development phases of the ovarian follicle, according to histology: immature, initial maturation, final maturation and mature. The gonadosomatic index varied from 0.29 to 9.16 for males and from 0.11 to 13.03 for females. Mature individuals were observed during summer (December/2001 and January/2002), fall (April and May/2002) and spring (September and October/2002), following the increase in water temperature.

Key words: jundiá, reproduction, *Rhamdia quelen*, fish culture, gonadal development.

Introdução

O jundiá, *Rhamdia quelen*, é um peixe de hábito bentônico, que apresenta migração lateral, encontrado em lagos, reservatórios e rios (Gomes *et al.*, 2000; Zaniboni-Filho e Schulz, 2003; Schulz e Leuchtenberger, 2006). É uma espécie de ampla distribuição geográfica, e sua ocorrência é registrada desde a região central da Argentina até o sul do México (Silfvergrip,

1996). Esta espécie tem despertado grande interesse dos piscicultores da região sul do Brasil, pela sua resistência ao manejo, facilidade de reprodução e larvicultura, crescimento acelerado, inclusive nos meses mais frios, boa eficiência alimentar e carne saborosa, sem espinhas intramusculares (Carneiro *et al.*, 2002; Fracalossi *et al.*, 2002; 2004). Vários estudos têm sido realizados sobre sua fisiologia

reprodutiva (Barcellos *et al.*, 2001; Borges *et al.*, 2005), larvicultura (Piaia e Baldisserotto, 2000; Carneiro e Mikos, 2005; Maffezzoli e Nuñez, 2006), cultivo (Piedras *et al.*, 2004; Fracalossi *et al.*, 2004; Barcellos *et al.*, 2004) e nutrição (Meyer e Fracalossi, 2004; Campagnolli-Filho e Fracalossi, 2006; Lazzari *et al.*, 2006; Montes-Girao e Fracalossi, 2006), em razão da sua potencialidade para a piscicultura.

Contudo, poucas são as informações disponíveis sobre desenvolvimento gonadal do jundiá em cativeiro, bem como sobre o crescimento de machos e fêmeas durante a maturação sexual. O conhecimento da reprodução de uma espécie com potencial aquícola pode auxiliar na definição de práticas de manejo, permitindo a otimização do ganho em peso nos períodos de rápido crescimento. Portanto, visando subsidiar o desenvolvimento de tecnologia de cultivo para o jundiá, o presente estudo teve como objetivo acompanhar o desenvolvimento gonadal desta espécie em viveiros de terra até a maturação sexual e verificar a influência desta fase no desempenho em cultivo.

Material e métodos

Exemplares provenientes de reprodução induzida, realizada em fevereiro de 2001, foram estocados, em março do mesmo ano, em três viveiros de terra (400, 820 e 847 m²), na densidade de 0,6 indivíduos m⁻², no município de Santo Amaro da Imperatriz, situada na região da grande Florianópolis, Estado de Santa Catarina. O peso médio inicial dos alevinos foi de 8,0 ± 3,73 g. Foram coletados 14 indivíduos mensalmente, durante o período de setembro de 2001 a outubro de 2002, para obtenção de dados biométricos: comprimento total, peso total e peso das gônadas. Foi feita incisão ventral para exposição das gônadas e, por meio de análise macroscópica, determinou-se o sexo e estágio de maturação gonadal, baseando-se na escala de maturidade gonadal para teleósteos (Vazzoler, 1996). Amostras do terço médio de ovários e testículos foram retiradas, pesadas (0,01 g) e fixadas em formalina 4% tamponada. Para a avaliação microscópica do desenvolvimento gonadal, utilizaram-se técnicas histológicas de rotina: inclusão em parafina, cortes (7 µm) e coloração com Hematoxilina-Eosina. A elaboração da escala de maturação foi realizada com auxílio de microscopia óptica dos cortes preparados por histologia e baseou-se nas classificações dos estádios de maturação gonadal propostas por Chaves e Vazzoler (1984),

West (1990) e Vazzoler (1996). Durante as biometrias mensais, os peixes foram anestesiados com tricaina-metanossulfonato (MS-222), na concentração de 90 mg L. Para proceder a incisão, os peixes foram sacrificados com uma overdose deste anestésico.

Para determinação do período reprodutivo, foi utilizada a variação mensal da relação gonadossomática para machos e fêmeas (Vazzoler, 1996). Foram calculadas, também, as frequências de ocorrência relativa da relação gonadossomática para cada classe de comprimento total e para cada estágio de maturação gonadal.

Diariamente, a temperatura da água dos viveiros experimentais foi monitorada, e calculada sua média mensal para o período de estudo.

Resultados e discussão

Para todas as análises, foram considerados apenas os indivíduos cujas gônadas foram submetidas à análise histológica. Foram analisados 118 exemplares: 60 machos e 58 fêmeas. O comprimento total dos machos ficou entre 125 e 347 mm e o peso total entre 20 e 479,4 g. Para as fêmeas, o comprimento total foi de 135 a 375 mm e peso total de 18 a 497 g. As médias de peso e comprimento para sexos separados e por estágio de maturação gonadal são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Médias ± desvio-padrão do peso e comprimento totais de machos e fêmeas de jundiá nos diferentes estádios de maturação gonadal.

Estádios de maturação	Peso (g)		Comprimento (mm)	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Imaturo	31,00 ± 6,93 ^a	133,59 ± 86,40 ^a	149,00 ± 13,00 ^b	220,64 ± 42,24 ^c
Em maturação	104,16 ± 66,24 ^b	186,32 ± 112,52 ^c	206,38 ± 42,85 ^b	244,14 ± 49,71 ^c
Maduro	173,15 ± 112,64 ^b	238,00 ± 100,23 ^c	240,73 ± 53,02 ^b	277,26 ± 45,94 ^c

^{a,b} Indicam diferenças significativas ($p > 0,05$) entre machos e fêmeas no mesmo estágio de maturação gonadal.

Foi observada diferença significativa de peso e comprimento entre machos e fêmeas ($p > 0,05$), nos diferentes estádios de maturação gonadal, e que os machos cresceram menos que as fêmeas, com exceção do peso de machos e fêmeas no estágio imaturo. Os machos apresentaram atividade reprodutiva precoce (104,16 ± 66,24 g), quando comparados às fêmeas (186,32 ± 112,52 g). Durante o período de estudo, foram observados machos maduros a partir de 38 g. A Figura 1 indica a distribuição dos diferentes estádios de maturação por classe de comprimento total para ambos os sexos. Machos imaturos foram observados apenas nas duas classes iniciais, enquanto que machos maduros estavam presentes em todas as classes de comprimento.

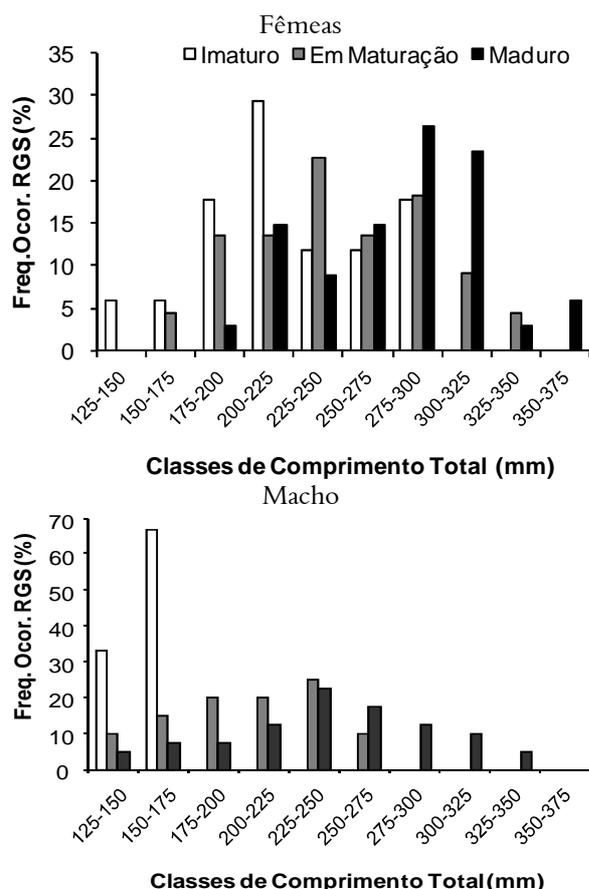


Figura 1. Distribuição das frequências de ocorrência relativa (%) da relação gonadosomática (RGS), nos diferentes estádios de maturação gonadal, por classe de comprimento total para fêmeas e machos de jundiá.

Fêmeas imaturas foram observadas na maioria das classes de comprimento total, e a maior frequência de fêmeas maduras foi encontrada nas classes de comprimento superiores. As fêmeas alcançaram maiores valores de comprimento total, o que também foi verificado para esta espécie por outros autores (Cassini, 1998; Fracalossi *et al.*, 2004).

O crescimento diferencial entre machos e fêmeas de peixes é relatado na literatura. Suzuki e Agostinho (1997) listam 36 espécies no reservatório de Segredo (bacia do rio Iguazu – Paraná), e indicam o comprimento-padrão do menor espécime em reprodução, sendo que para 27 destas, os machos atingiram a maturação com comprimento menor que o das fêmeas. Os autores sugerem que esse padrão esteja associado ao investimento na produção de ovos, visto que fêmeas maiores produzem maior número de óvulos. O retardo na maturação das fêmeas evitaria o desvio de energia do crescimento para a reprodução, o que reverteria em maior crescimento destas e, conseqüentemente, em maior produção de

gametas. Esta tendência também foi observada por Giamas *et al.* (1995) e Mora *et al.* (1997). Vismara *et al.* (2004), estudando o efeito da maturação gonadal sobre o conteúdo calórico de dois Siluriformes, verificaram que, nos estádios “repouso” e “em maturação”, as fêmeas sofreram acréscimo energético nos músculos com o avanço da maturação gonadal, enquanto que os machos apresentaram condição inversa. Cassini (1998), investigando aspectos reprodutivos do jundiá, em ambiente natural, verificou que os machos maturam com tamanho inferior ao das fêmeas. Fracalossi *et al.* (2004), trabalhando com jundiá no mesmo local do presente estudo, mas proveniente de lotes diferentes, também observaram que o peso médio final das fêmeas foi significativamente maior do que dos machos, em aproximadamente 60%. É possível que as fêmeas apresentem pré-disposição genética para maior ganho em peso, ou ainda que os machos gastem mais energia, disputando território com outros machos, uma vez que o jundiá apresenta indícios de comportamento agonístico (Piaia e Baldisserotto, 2000). Como as gônadas aumentam em tamanho, o crescimento somático diminui e pode eventualmente parar. Desse modo, provavelmente a demanda energética elevada para produção de gônadas precocemente nos machos faz com que seu crescimento em massa muscular fique prejudicado. Dessa forma, nutrientes são mobilizados e transferidos do músculo para as gônadas, diminuindo o peso do corpo e/ou cessando o crescimento (Aksnes *et al.*, 1986). Neste caso, o ideal seria efetuar a comercialização do peixe antes que alcançasse a maturidade sexual. No caso dos machos de jundiá, esta prática torna-se inviável por causa do seu reduzido peso quando atingem a primeira maturação gonadal. Segundo Huergo e Zaniboni-Filho (2006), uma das alternativas para evitar a precocidade reprodutiva em machos de jundiá seria o cultivo de peixes triplóides, que são estéreis. Adicionalmente, cultivos monossexo devem ser investigados como alternativa para o cultivo de jundiá, na região sul do Brasil (Huergo, 2006).

Nos machos de jundiá, os testículos são estruturas pares, localizados dorsalmente na cavidade celômica. São alongados e apresentam projeções digitiformes (franjas) em toda a sua extensão, as quais são orientadas ventralmente, tornando-se mais proeminentes e túrgidas durante o período reprodutivo. Testículos digitiformes são relatados para vários grupos de Siluriformes (Legendre *et al.*, 1996), inclusive para algumas espécies da família Heptapteridae (Loir *et al.*,

1989; Santos *et al.*, 2001; Batlouni *et al.*, 2006). Geralmente, os testículos têm o mesmo tamanho. No entanto, no presente estudo, observaram-se testículos de tamanho reduzido em um dos lados, em alguns exemplares. Os testículos fundem-se na região posterior, formando o ducto espermático que se abre externamente no poro urogenital. Há uma projeção de tecido externamente, posterior ao poro anal, chamada papila urogenital, que nos machos é mais estreita que nas fêmeas. Machos prontos para a reprodução liberam com facilidade o sêmen quando o abdômen é pressionado. No presente estudo, machos com a idade de apenas sete meses já liberavam sêmen durante o manejo de biometria.

Nas fêmeas, os ovários são estruturas pares, alongadas e saculiformes, ligadas à parede dorsal do celoma pelo mesovário. Fundem-se na extremidade posterior, formando o oviduto, que se abre para o exterior, pelo poro urogenital. A papila urogenital, nas fêmeas, apresenta-se mais volumosa e mais larga ventralmente, quando comparada com a dos machos. Fêmeas prontas para a reprodução apresentam o orifício genital hiperêmico e com dilatação ventral, têm o ventre macio e grande, em função do tamanho acentuado dos ovários, liberando, com facilidade, os óvulos, quando o abdômen é pressionado. As modificações macroscópicas observadas ao longo da maturação sexual nas gônadas de fêmeas e machos são descritas nas Tabelas 2 e 3.

A maturação gonadal foi analisada com base em características histológicas e distribuição das células das linhagens oogênicas e espermatogênicas, permitindo, desta forma, a elaboração de uma escala com quatro estádios de maturação gonadal para fêmeas: I – imatura; II – em maturação inicial; III – em maturação final; IV – madura (Tabela 2). Ao longo do período reprodutivo, foram encontrados ovócitos em diferentes fases de desenvolvimento: cromatina nucleolar, perinucleolar, cortical alveolar e vitelogênico, demonstrando que os ovócitos não se desenvolveram sincronicamente. O desenvolvimento assincrônico dos ovócitos, no jundiá, é relatado por outros autores (Cassini, 1998; Woehl, 2001) e caracteriza espécies que possuem desova parcelada, ou seja, os óvulos amadurecem em lotes e são eliminados em intervalos regulares, durante todo o ano ou parte do mesmo. Nakatani *et al.* (1997) classifica este tipo de desova como uma adaptação a flutuações no suprimento alimentar, resultando na preservação da espécie em condições abióticas desfavoráveis.

Tabela 2. Estádios de maturação gonadal para fêmeas de jundiá.

Estádio	Características Macroscópicas	Características Microscópicas
I - Imatura	Ovário muito fino e pequeno, quase transparente. Nenhuma coloração e pouca vascularização, sendo pouco perceptível.	Os ovários apresentam lamelas ovíferas estreitas recobertas por células basófilas, com ovócitos perinucleolares iniciais (do estoque de reserva) e cromatina-nucleolares (ninhos de células germinativas) (Figura 4A).
II - Maturação inicial	Ovário mais desenvolvido, com aumento de tamanho e vascularização, apresentando coloração amarelo-pálida. Podem-se observar ovócitos a olho nu.	Apresenta poucos ovócitos cromatina-nucleolares, mas predominam os ovócitos perinucleolares avançados e corticais alveolares (vitelogênese lipídica). A membrana vitelínica (zona radiata ou zona pelúcida) é evidente, estando rodeada por células foliculares cúbicas (Figura 4B).
III - Maturação final	Ovário volumoso, ocupando boa parte da cavidade celomática, de cor amarela; ovócitos são observados claramente; há aumento da vascularização.	Ainda são encontrados os estádios da fase anterior, entretanto há um predomínio de ovócitos cortical alveolares e vitelogênicos de vários tamanhos; as células foliculares tornam-se mais altas e evidentes.
IV - Madura	Ovário muito volumoso, ocupando quase a totalidade da cavidade abdominal. Os ovócitos apresentam-se com aspecto homogêneo, com coloração amarela. Evidente rede vascular envolvendo os ovários.	Encontram-se ovócitos perinucleolares avançados, mas há um predomínio de ovócitos vitelogênicos, de vários tamanhos, repletos de grânulos de vitelo; as células foliculares tornam-se hiper-tróficas (Figura 4C).

O estágio repouso não foi diferenciado para machos ou fêmeas, tanto na análise macroscópica quanto na microscópica. Tal fato pode estar relacionado à alta atividade espermatogênica nos machos, ou seja, há produção de gametas quase que continuamente. Outra possibilidade é ocorrer artefato na histologia o que também pode ter impedido a diferenciação dos estádios de maturação gonadal imaturo e repouso.

De acordo com a classificação proposta por Hoar (1969), os ovários de jundiá são do tipo cistovariano, em que o lúmen ovariano tem continuidade com o oviduto, e pelos ovócitos são liberados para o ambiente. Não foram detectadas fêmeas com folículos pós-ovulatórios, o que seria indicativo de desova recente. Sabe-se que esta espécie não desova naturalmente em cativeiro, provavelmente por causa da ausência de algum estímulo ambiental. Segundo Cassini (1998), o aumento da temperatura e o período chuvoso são importantes estímulos à desova para o jundiá no ambiente natural.

Um processo chamado atresia folicular promove a reabsorção dos ovócitos vitelogênicos não-desovados (Wallace e Selman, 1981). Este processo pode ocorrer durante qualquer fase do desenvolvimento gonadal, sendo que os ovócitos são

rapidamente reabsorvidos num processo que inclui apoptose das células foliculares (Miranda *et al.*, 1999; Drummond *et al.*, 2000). No presente estudo, a reabsorção de ovócitos foi observada apenas macroscopicamente em três fêmeas com ovários desenvolvidos, ou seja, com ovócitos vitelogênicos. As gônadas apresentaram-se com aspecto hemorrágico, muitos vasos sanguíneos na superfície e as áreas em reabsorção continham ovócitos de coloração marrom a cinza. Esta relação entre aspectos externos com absorção de ovócitos só foi possível pelo fato de termos observado este fenômeno em estudo histológico anterior com jundiá. Wallace e Selman (1981) sugerem que a maior causa de atresia em animais confinados seria o estresse ambiental. A involução de ovócitos jovens pode também ser atribuída à deficiência nutricional ou a algum fator que poderia reduzir ou inibir os níveis de gonadotrofinas, tais como o confinamento. O fato de se ter observado fêmeas maduras por um longo período, e destas, poucas apresentarem ovos atresicos, pode ser um indicativo que esta espécie mantém ovócitos prontos para desovar por longos períodos e/ou o processo de reabsorção destes ovócitos é muito rápido.

Para os machos, foi elaborada uma escala com quatro estádios de maturação: I – imaturo; II – em maturação inicial; III – em maturação final; IV – maduro (Tabela 3). Os estádios II e III foram agrupados para facilitar a descrição morfológica. Em termos de distribuição, a estrutura testicular do jundiá segue o padrão mais comum que é do tipo espermatogonial irrestrito, em que as espermatogônias ocorrem ao longo de todo túbulo seminífero (Grier, 1981; Woehl, 2001). As células germinativas arranjam-se em cistos, os quais se rompem no final da espermatogênese, liberando as células germinativas no lume tubular, de onde são lançados no ducto espermático e posteriormente para o ambiente (Grier, 1981). A organização estrutural e funcional das porções cranial média e caudal, nos testículos de Siluriformes, é descrita por alguns autores (Loir *et al.*, 1989; Santos *et al.*, 2001; Guimarães-Cruz e Santos, 2004, 2005). No entanto, para jundiá, Woehl (2001) menciona que as diferentes regiões testiculares são estrutural e funcionalmente semelhantes, notando-se o mesmo arranjo do tecido germinativo. Foi encontrado um exemplar com ovotestes, o que já foi registrado para a espécie por Woehl (2001).

Tabela 3. Estádios de maturação gonadal para machos de jundiá

Estádio	Características Macroscópicas	Características Microscópicas
I - Imaturo	Testículos muito finos, de transparentes a opacos sem vascularização; possuindo fileiras de franjas pouco desenvolvidas em toda superfície.	O testículo é do tipo lobular, preenchido por cistos intralobulares, os quais contêm células germinativas. As únicas células da linhagem germinativa encontradas nesta fase são as espermatogônias (Figura 4D).
II, III - Em maturação	Os testículos começam a aumentar em volume, tornam-se brancos; aumenta a vascularização e as franjas tornam-se mais evidentes.	No início desta fase, cistos lobulares começam a ser formados; as células germinativas em diferentes fases da espermatogênese são agrupadas em cistos; cada um destes contém células na mesma fase de desenvolvimento. Ocorre o adelgaçamento do tecido intersticial e os lóbulos fundem-se formando anastomoses, os quais dão origem a condutos primários que desembocam no ducto espermático. A maturação das células germinativas se dá no sentido das projeções da franja para o ducto. O ducto espermático encontra-se com espermatozoides (Figura 4E).
IV - Maduro	Testículos bem volumosos, ocupando a maior parte da cavidade abdominal, com coloração branco-leitosa. Quando manipulados, os animais podem liberar sêmen. As projeções das franjas ficam bem desenvolvidas e aparentes.	Os lóbulos são irregulares em sua forma e têm seu tamanho aumentado; o ducto espermático dos testículos fica totalmente preenchido por espermatozoides. Poucas espermatides permanecem na região periférica do lóbulo, nas regiões mais próximas das projeções das franjas (Figura 4F).

A relação gonadossomática é usada para monitorar a progressão da gametogênese, sobretudo em fêmeas de peixes. Diferenças entre machos e fêmeas foram observadas, também, na relação gonadossomática média para cada estádio de maturação gonadal, sobretudo no estádio maduro (IV) (Figura 2).

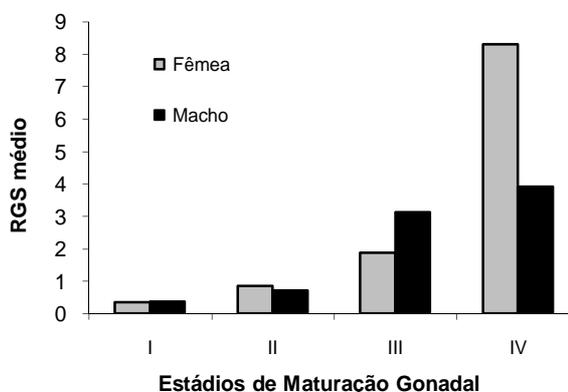


Figura 2. Valores médios da relação gonadossomática (RGS) por estádio de maturação gonadal para fêmeas e machos de jundiá: I – Imaturo; II – Em Maturação Inicial; III – Em Maturação Final; IV – Maduro.

Os valores de relação gonadossomática variaram de 0,29 a 9,16, para machos, e de 0,11 a 13,03, para as fêmeas. No presente estudo, os maiores valores de relação gonadossomática foram encontrados durante os estádios “em maturação” e “maduro”, como ocorre para maioria dos teleosteos (Vazzoler, 1996; Woehl, 2001). De acordo com a distribuição da relação gonadossomática média ao longo dos meses estudados, observou-se que o período reprodutivo do jundiá ocorreu nos meses de verão (dezembro/2001 e janeiro/2002), outono (abril e maio/2002) e primavera (setembro e outubro/2002), tendendo acompanhar o aumento de temperatura (Figura 3).

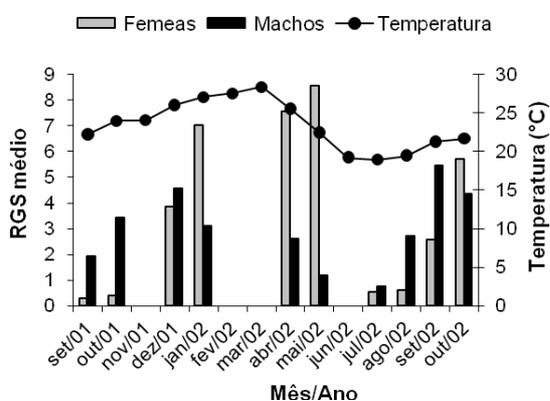


Figura 3. Valores médios da relação gonadossomática (RGS) para fêmeas e machos de jundiá. Não foi possível realizar coleta de indivíduos nos meses de fevereiro e março.

No entanto, indivíduos “em maturação” foram encontrados praticamente o ano todo. O período de menor atividade reprodutiva foi observado nos meses mais frios, durante o inverno (junho, julho e agosto/2002). Com sete meses de idade, os machos já apresentavam valores altos de relação gonadossomática, sendo que os maiores valores foram observados, principalmente, nos meses de primavera e verão. As fêmeas mostraram aumento nos valores de relação gonadossomática tardiamente (com dez meses de idade), quando comparado com os machos; no entanto, os maiores valores foram observados após um ano de idade.

Alguns estudos têm indicado que fatores ambientais como temperatura, fotoperíodo, precipitação, pH são reguladores da sazonalidade reprodutiva (Basile-Martins *et al.*, 1975; Lam, 1983; Munro *et al.*, 1990). Segundo esses estudos, fatores ambientais definem as estratégias reprodutivas do peixe e orientam a distribuição da energia disponível para a reprodução, de tal forma que esta ocorra no momento mais favorável (Moreira, 1999). Entretanto, em situação de cativeiro, outros fatores,

como manejo e suprimento de uma dieta artificial adequada, também podem afetar o desenvolvimento gonadal.

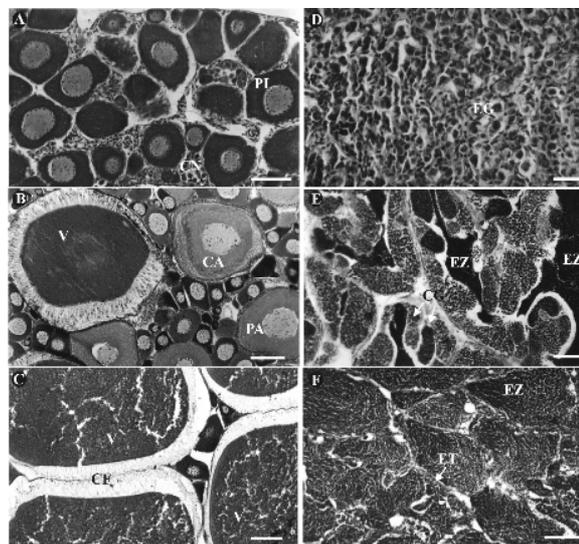


Figura 4. Características histológicas de diferentes EMG para fêmeas (A-C) e machos (D e E) de jundiás, HE. **A** – Imatura: ovócitos cromatina-nucleolares (CN) e perinucleolares iniciais (PI), barra = 20 μ m; **B** – Em maturação intermediária: nota-se a presença de ovócitos perinucleolares avançados (PA), mas predominaram os ovócitos corticais alveolares (CA) e alguns em vitelogênese (V), barra = 50 μ m; **C** – Madura: predomínio de ovócitos vitelogênicos (V) notam-se células foliculares hipertrofiadas (CF), barra = 50 μ m; **D** – Imaturo: machos com predomínio de espermatogônias (EG), barra = 10 μ m; **E** – Em Maturação: cistos de células germinativas (CG) em diferentes fases da espermatogênese, pode-se notar espermatozoides (EZ) na luz lobular, barra = 20 μ m; **F** – Maduro: túbulos repletos de espermatozoides (EZ), permanecendo poucas espermatides (ET) na região periférica do lóbulo, barra = 50 μ m.

Estudos desenvolvidos no ambiente natural indicam que o período reprodutivo e os picos de desenvolvimento gonadal para jundiá podem variar a cada ano e de um lugar para outro (Gomes *et al.*, 2000). Narahara *et al.* (1985) citam que a maturação para o jundiá, na natureza, é atingida por volta de um ano de idade nos dois sexos. Em exemplares selvagens da região do alto rio Uruguai, jundiás desovados foram encontrados ao longo do ano, sendo que uma grande quantidade de animais maduros foi observada na primavera, coincidindo com o aumento da temperatura e o período chuvoso (Cassini, 1998). Contudo, Woehl (2001) observou jundiás em cativeiro, em adiantado estágio de desenvolvimento gonadal de setembro até meados de abril, período correspondente à primavera, verão e início de outono, com maior incidência de indivíduos maduros, nos períodos com maiores valores de temperatura. O mesmo foi evidenciado por Barcellos *et al.* (2001), que notaram três picos de

relação gonadossomática nos meses de outubro, dezembro e abril em jundiás de cativeiro. Estes resultados, juntamente com os nossos, indicam que o período reprodutivo do jundiá ocorre nos meses mais quentes do ano, havendo relativa variação. Fatores como temperatura, densidade de estocagem, manejo e tipo de dieta podem fazer com que ocorra variação no desenvolvimento gonadal ao longo do ano. No entanto, este fato indica que é possível obter fêmeas de jundiá, a partir de 12 meses de cultivo, prontas para reprodução em boa parte do ano, sobretudo durante a primavera e verão.

Referências

- AKSNES, A. *et al.* Biological, chemical and organoleptic changes during maturation of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 7-20, 1986.
- BARCELLOS, L.J.G. *et al.* Steroid profiles in cultured female jundia, the siluridae *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard, Pisces Teleostei), during the first reproductive cycle. *Gen. Comp. Endocrinol.*, New York, v. 121, n. 3, p. 325-332, 2001.
- BARCELLOS, L.J.G. *et al.* Nursery rearing of jundia, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 232, n. 1-4, p. 383-394, 2004.
- BASILE-MARTINS, M.A. *et al.* Influência de fatores abióticos sobre a maturação dos ovários de *Pimelodus maculatus* (Pisces: Siluroidei). *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 1-28, 1975.
- BATLOUNI, S.R. *et al.* The reproductive cycle of male catfish *Pseudoplatystoma fasciatum* (Teleostei, Pimelodidae) revealed by changes of the germinal epithelium: An approach addressed to aquaculture. *Anim. Reprod. Sci.*, Amsterdam, v. 96, n. 1-2, p. 116-132, 2006.
- BORGES, A. *et al.* Biochemical composition of seminal plasma and annual variation in semen characteristics of jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard, Pimelodidae). *Fish Physiol. Biochem.*, Dordrecht, v. 31, n. 1, p. 45-53, 2005.
- CAMPAGNOLLI-FILHO, P.R.O.; E FRACALOSSI, D.M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1581-1587, 2006.
- CARNEIRO, P.C.F. *et al.* Jundiá: um grande peixe para a região sul. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 69, p. 41-46, 2002.
- CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D. Freqüência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 187-191, 2005.
- CASSINI, C.A. *Estrutura da população e distribuição espacial de Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae), *Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824 (Siluriformes, Pimelodidae) e *Schizodon aff. nasutus* Kner, 1859 (Characiformes, Anostomidae), no Alto rio Uruguai, Brasil. 1998. Dissertação (Mestrado em Aquicultura)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- CHAVES, P.T.; VAZZOLER, A.E.A.M. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. II. Anatomia microscópica de ovários, escala de maturidade e tipo de desova das espécies do gênero *Semaprochilodus*. *Rev. Bras. Biol.*, São Carlos, v. 4, n. 3, p. 347-359, 1984.
- DRUMMOND, C.D. *et al.* Postovulatory follicle: a model for experimental studies of programmed cell death or apoptosis in teleosts. *J. Exp. Zool.*, New York, v. 287, n. 2, p. 176-182, 2000.
- FRACALOSSI, D.M. *et al.* No rastro das espécies nativas. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 74, p. 43-49, 2002.
- FRACALOSSI, D.M. *et al.* Desempenho o Jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região sul do Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 26, n. 3, p. 345-352, 2004.
- GIAMAS, M.T.D. *et al.* Estimativa da curva de crescimento, através da lepidologia, relacionada com o tamanho da primeira maturação gonadal do ximboré *Shizodon nasutus* Kner, 1859 (Osteichthyes, Anostomidae) na Represa de Ibitinga (21°46'S-48°59'W), Estado de São Paulo, Brasil. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 22, p. 103-110, 1995.
- GOMES, L.C. *et al.* Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Pisces, Pimelodidae): uma revisão. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 179-185, 2000.
- GRIER, H.J. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *Am. Zool.*, New Hampshire, v. 21, n. 2, p. 345-357, 1981.
- GUIMARÃES-CRUZ, R.J. *et al.* Gonadal structure and gametogenesis of *Loricaria lentiginosa* Isbrücker (Pisces, Teleostei, Siluriformes). *Rev. Bras. Zool.*, Curitiba, v. 22, n. 3, p. 556-564, 2005.
- GUIMARÃES-CRUZ, R.J.; SANTOS, J.E. Testicular structure of three species of neotropical freshwater pimelodids (Pisces, Pimelodidae). *Rev. Bras. Zool.*, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 267-271, 2004.
- HOAR, W.S. Reproduction. In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J. (Ed.). *Fish physiology*. London: Academic Press, 1969. v. 3, p. 1-72.
- HUERGO, G.P.C.M.; ZANIBONI-FILHO, E. Triploidy induction in Jundiá, *Rhamdia quelen*, through hydrostatic pressure shock. *J. Appl. Aquac.*, Binghamton, v. 18, n. 4, p. 45-57, 2006.
- LAM, T.J. Environmental influence on gonadal activity in fish. In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J. (Ed.). *Fish physiology*. New York: Academic Press, 1983. cap. 9B, p. 65-116.
- LAZZARI, R. *et al.* Diferentes fontes proteicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 240-246, 2006.
- LEGENDRE, M. *et al.* Spawning and management of gametes, fertilized eggs and embryos in Siluroidei. *Aquat. Living Resour.*, Montrouge, v. 9, p. 59-80, 1996.
- LOIR, M. *et al.* Comparative study of the male reproductive tract in seven families of South-American

- catfishes. *Aquat. Living Resour.*, Montrouge, v. 2, n. 1, p. 45-56, 1989.
- MAFFEZZOLLI, G.; NUÑER, A.P.O. Crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes concentrações de oxigênio dissolvido. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 28, n. 1, p. 41-45, 2006.
- MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 240, n. 1-4, p. 331-343, 2004.
- MIRANDA, A.C.L. et al. Ovarian follicular atresia in two teleost species: a histological and ultrastructural study. *Tissue Cell*, Edinburgh, v. 31, n. 5, p. 480-488, 1999.
- MONTES-GIRAO, P.J.; FRACALOSSO, D.M. Dietary lysine requirement as basis to estimate the essential dietary amino acid profile for jundiá, *Rhamdia quelen*. *J. World Aquacult. Soc.*, Oxford, v. 37, n. 4, p. 388-396, 2006.
- MORA, J. et al. Growth and sexual maturity in *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae) in the Arenal Reservoir, Guanacaste, Costa Rica (SPA). *Rev. Biol. Trop.*, San José, v. 45, n. 2, p. 855-860, 1997.
- MOREIRA, R.G. *Esteróides gonadais, proteínas, lipídios plasmáticos e hepáticos em relação ao ciclo reprodutivo do dourado (Salminus maxillosus) (Pisces, Characidae) de ambiente natural*. 1999. Tese (Doutorado em Fisiologia)–Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 1999.
- MUNRO, A.D. et al. *Reproductive seasonality in teleosts: environmental influences*. Boca Raton: CRC Press, 1990.
- NAKATANI, K. et al. Ecologia de ovos e larvas de peixe. In: VAZZOLER, A.E.A.M. et al. (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná*. Maringá: [s.n.], 1997. p. 281-306.
- NARAHARA, M.Y. et al. Estrutura da população de *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840) (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae). *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 123-137, 1985.
- PIAIA, R.; BALDISSEROTTO, B. Densidade de estocagem e crescimento de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 509-513, 2000.
- PIEDRAS, S.R.N. et al. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) de acordo com a temperatura da água. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 177-182, 2004.
- SANTOS, J.E. et al. Morphofunctional organization of the male reproductive system of the catfish *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874) (Siluriformes, Pimelodidae). *Tissue Cell*, Edinburgh, v. 33, n. 5, p. 533-540, 2001.
- SCHULZ, U.H.; LEUCHTENBERGER, C. Activity patterns of South American silver catfish *Rhamdia quelen*. *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 67, n. 2A, p. 565-574, 2006.
- SILFVERGRIP, A.M.C. *A systematic revision of the neotropical catfish genus Rhamdia (Teleostei, Pimelodidae)*. 1996. 156 f. Thesis (PhD in Zoology)–Stockholm University, Stockholm, 1996.
- SUZUKI, J.I.; AGOSTINHO, A.A. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. (Ed.). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: Eduem, 1997. p. 163-182.
- VAZZOLER, A.E.A.M. *Biologia da reprodução de peixes Teleosteos: teoria e prática*. Maringá: Eduem, 1996.
- VISMARA, M.R. et al. Efeito da maturação gonadal sobre o conteúdo calórico e condição geral de peixes da planície de inundação do Alto rio Paraná. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 26, n. 2, p. 189-199, 2004.
- WALLACE, R.A.; SELMAN, K. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool.*, New Hampshire, v. 2, n. 2, p. 325-343, 1981.
- WEST, G. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, Melbourne, v. 41, n. 2, p. 199-222, 1990.
- WOEHL, V.M. *Estudo da histofisiologia das gônadas, hipófise e interrenal de fêmeas e machos de Rhamdia quelen (Quoy e Gaimard, Pisces Teleostei) durante o ciclo reprodutivo*. 2001. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- ZANIBONI-FILHO, E.; SCHULZ, U.H. Migratory fishes of the Uruguay River. In: CAROLSFELD, J. et al. (Ed.). *Migratory fishes of South America: biology, social importance and conservation status*. Washington, D.C.: The World Bank, 2003. p. 135-168.

Received on July 06, 2007.

Accepted on October 29, 2007.