

MUDANÇAS MORFOLÓGICAS DOS OVÁRIOS DE PACU, *Piaractus mesopotamicus*  
(HOLMBERG, 1887), EM CONDIÇÕES DE CONFINAMENTO\*

[Morphological changes of ovaries of the pacu, *Piaractus mesopotamicus*  
(Holmberg, 1887) in captivity]

Elizabeth ROMAGOSA<sup>1,5</sup>  
Massuka Yamane NARAHARA<sup>1</sup>  
Heloisa Maria GODINHO<sup>2</sup>  
Patrícia de PAIVA<sup>3</sup>  
Francisco Manoel de Souza BRAGA<sup>4</sup>

RESUMO

Este estudo refere-se às mudanças morfológicas dos ovários de pacu, *Piaractus mesopotamicus*, durante o ciclo reprodutivo, em condições de confinamento. Os exemplares foram mantidos em três tanques de 1000 m<sup>2</sup>, na Estação de Aquicultura de Jupiá - CESP, SP, Brasil. O período de coleta de dados estendeu-se de março de 1984 a fevereiro de 1986. Nos ovários evidenciam-se ovócitos em cinco fases distintas de desenvolvimento: cromatina-nucleólo, perinucleolar, alvéolo cortical (vesícula de vitelo), vitelogênese e maduro. As variações morfológicas dos ovários, observadas macro e microscopicamente, permitiram elaborar uma escala com quatro estádios gonadais: Repouso, Maturação, Maduro e Regressão.

PALAVRAS-CHAVE: *Piaractus mesopotamicus*, morfologia, ovário, confinamento

ABSTRACT

This study refers to the morphological changes of ovaries of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, during its reproductive cycle, reared in three ponds of 1000 m<sup>2</sup> each. The research was performed in the Aquaculture Center of Jupiá-CESP, SP, from March, 1984 to February, 1986. The oocytes can be divided into five development phases: chromatin-nucleolus, perinucleolus, cortical alveolus (yolk vesicle), vitellogenic, and ripe. According to the macro and microscopic morphological changes of the ovaries, a scale of four stages has been elaborated: Resting, Maturation, Mature, and Regression.

KEY WORDS: *Piaractus mesopotamicus*, morphology, ovaries, captivity

1. INTRODUÇÃO

O pacu, *Piaractus mesopotamicus*, encontra-se na América do Sul à grande Bacia do Prata, com principal ocorrência no Pantanal Mato-Grossense (Bacia do Paraguai). A espécie é denominada regionalmente pacu, no Pantanal Mato-Grossense, fazendo parte integrante do folclore da tradição cuiabana como peixe lendário (FERRAZ DE LIMA; FERRAZ DE LIMA; OLIVEIRA, 1979). Em outras regiões, como o Sul do Brasil, é conhecida por cara-

nha, pacu-caranha ou pacu-guaçu.

O interesse pela criação de espécies finas de grande valor comercial, entre elas o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, tem aumentado devido às modificações ecológicas nos cursos d'água, provocadas pela construção de barragens ligadas à geração de energia hidrelétrica e que interferem no comportamento migratório das espécies ictílicas.

A necessidade de estudos biológicos de

(\*) Parte da tese de Mestrado da primeira autora, apresentada em 1991 ao Departamento de Zoologia do Instituto de Biociência da UNESP/Campus de Rio Claro

(1) Pesquisador Científico - Seção de Biologia Aquática - Divisão de Pesca Interior - Instituto de Pesca - CPA/SAA

(2) Pesquisador Científico (Bolsista do CNPq) - Diretoria Geral - Instituto de Pesca - CPA/SAA

(3) Pesquisador Científico - Assistência Técnica de Direção - Instituto de Pesca - CPA/SAA

(4) Prof. Dr. - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus de Rio Claro - SP

(5) Endereço/Address: Av. Francisco Matarazzo, 455 - CEP 05031-900 - São Paulo - SP

espécies de peixes em seus habitats naturais antes da construção de barragens e a definição de condutas para o repovoamento de represas foram salientadas por BRAMLEY-BARKER (1979), uma vez que as espécies reofílicas não se reproduzem em condições de cativeiro.

Este trabalho teve origem no momento em que a Companhia Energética de São Paulo (CESP) propôs Convênio com o Instituto de Pesca/Secretaria de Agricultura e Abastecimento, devido às dificuldades encontradas com relação à reprodução induzida do

pacu mantido em confinamento (ROMAGOSA, 1991).

O presente trabalho tem por objetivo evidenciar e discutir alguns aspectos relacionados à reprodução de *P. mesopotamicus*, em confinamento, analisando-se as alterações morfológicas cíclicas dos ovários caracterizando-se as diferentes fases do desenvolvimento gonadal, a níveis macro e microscópico, e propondo uma escala de maturidade para esta espécie.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de março de 1984 a fevereiro de 1986, na Estação de Aqüicultura de Jupiá-Companhia Energética de São Paulo (CESP), que se localiza no município de Castilho (20° 52' S e 51° 29' W), próximo ao Rio Paraná, a jusante da Usina Hidroelétrica "Souza Dias", utilizando-se fêmeas de pacu, *P. mesopotamicus*.

Em março de 1984, exemplares de pacu com 27 meses de idade, peso médio de 700 g e comprimento médio de 35,0 cm, foram estocados em três tanques de alvenaria de 1000 m<sup>2</sup> (20,0 x 50,0 m), com fundo de terra e profundidade média de 2,55 metros. As densidades iniciais de estocagem foram 1 peixe/1 m<sup>2</sup> e 1 peixe/2 m<sup>2</sup>, sendo que o tanque B1 recebeu 1000 peixes e os tanques A1 e A2, 500 exemplares cada um.

Durante os 24 meses de experimento, os peixes foram arraoados sistematicamente, com fornecimento de ração peletizada com teor de proteína bruta ao redor de 30% (1,5% do peso de peixe vivo nos meses frios e 3,0% naqueles mais quentes), sendo que os ajustes da quantidade de ração ao peso dos peixes eram feitos na ocasião das amostragens. O arraçoamento foi feito em duas porções diárias (09:00 e 15:00 h), seis dias por semana, sendo a ração fornecida aos lances, possibilitando maior dispersão no tanque, com o intuito de facilitar a alimentação dos peixes.

A temperatura da água foi registrada duas vezes ao dia (08:00 e 15:00 h), através de termômetro de mercúrio, escala centígrada, precisão de 0,1°C.

A intervalos médios de 30 dias foram feitas amostragens dos peixes, correspondendo a 10% do lote inicial. Os exemplares capturados foram transportados vivos em recipientes de 1000 L até o laboratório da Estação e, a seguir, anestesiados com clorobutanol, para obtenção de dados de comprimento total e peso total. Após os exemplares terem-se recuperado do efeito da anestesia, foram devolvidos aos tanques de origem, à exceção de 40 exemplares (20 do tanque B1; 10 do tanque A1; 10 do tanque A2), escolhidos ao acaso, que eram sacrificados por destruição da medula espinhal.

Destes peixes sacrificados, após a incisão abdominal, as vísceras foram retiradas para visualização dos ovários. Para essa avaliação foram consideradas as seguintes características macroscópicas: tamanho, cor, irrigação sanguínea superficial e presença ou não de ovócitos a olho desarmado. Foi obtido, em seguida, o peso das gônadas, em gramas.

Fragments das porções cefálica, média e caudal de 194 ovários, em diferentes fases de desenvolvimento gonadal, foram imediatamente fixados em solução de Bouin a 4,0°C, durante um período de 6 horas, sendo poste-

riormente transferidos para álcool 70° GL, à temperatura ambiente, e submetidos às técnicas histológicas de rotina para coloração em hematoxilina-eosina.

A escala de maturidade para as fêmeas de pacu foi elaborada através de observações macroscópicas e da análise de seções histológicas dos ovários. A caracterização das fases de desenvolvimento das células germinativas foi realizada com base no surgimento e/ou em

modificações de estruturas celulares. As células em diferentes fases de desenvolvimento foram fotografadas sob microscópio binocular ZEISS EM9-S2.

Como os exemplares dos tanques A1 e A2 (densidade de 1 peixe/2 m<sup>2</sup>) e do tanque B1 (densidade 1 peixe/m<sup>2</sup>) apresentaram comportamento semelhante no que se refere ao desenvolvimento gonadal, para facilitar a interpretação, os dados foram agrupados.

### 3. RESULTADOS

Os ovários de *Piaractus mesopotamicus* são órgãos pares, apresentam forma ovóide alongada, com a extremidade anterior romba e a posterior adelgada, tendo continuidade com o oviduto, o qual desemboca no poro urogenital localizado posteriormente ao ânus. O tamanho, o peso e a coloração dos ovários

sofrem modificações durante o ciclo reprodutivo (FIGURAS 1 e 2). A coloração dos ovócitos pode apresentar tonalidades diferentes: róseo-translúcida, acastanhada-acinzentada e verde-azulada. Estudos revelaram que as paredes dos ovários desta espécie são constituídas de três camadas. Externamente, é revestida pelo

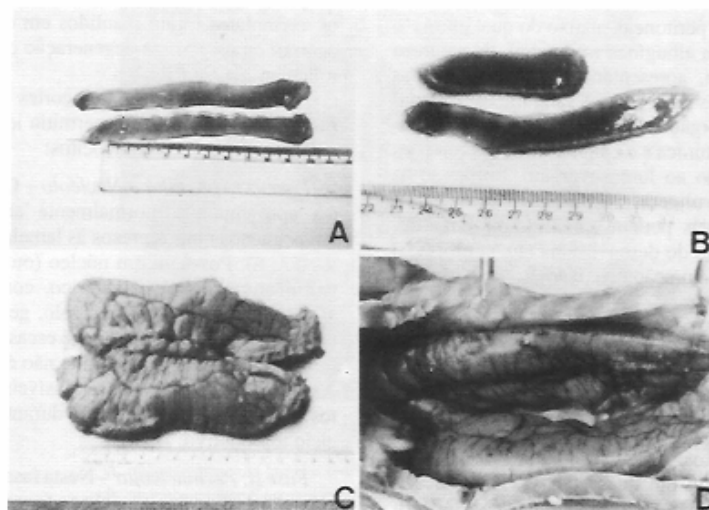


FIGURA 1 – Ovário de *Piaractus mesopotamicus* em diferentes estádios do ciclo reprodutivo. A. Repouso; B. Maturação inicial; C. Maturação intermediária; D. Maturação final

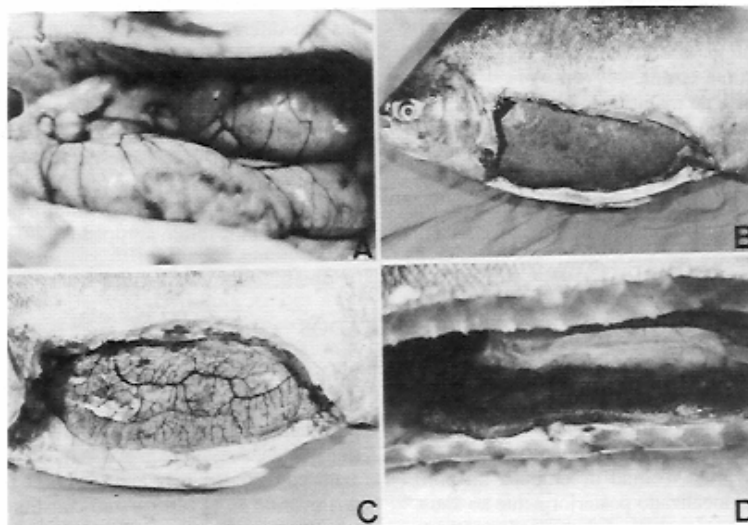


FIGURA 2 – Ovário de *Piaractus mesopotamicus* em diferentes estádios do ciclo reprodutivo. A. Maduro; B. Regressão inicial; C. Regressão intermediária; D. Regressão final

mesotélio peritoneal, abaixo do qual observa-se a túnica albugínea (ovariana), de natureza conjuntiva, apresentando fibrócitos, células musculares lisas e vasos sanguíneos. Internamente, o órgão é revestido pelo epitélio germinativo. A túnica e o epitélio emitem projeções em direção ao lume ovariano, formando as lamelas ovulíferas. Nestas lamelas, as células germinativas podem apresentar-se em diferentes fases do desenvolvimento, conforme o grau de maturação dos ovários.

#### Desenvolvimento dos ovócitos

Baseando-se nas mudanças das estruturas nucleares, citoplasmáticas e dos envoltórios dos ovócitos, o desenvolvimento destes pôde ser dividido em duas etapas: (1) de crescimento primário (cromatina-nucléolo e perinucleolar); (2) de crescimento secundário (alvéolo cortical; vitelogênese e ovócitos maduros). Após essas transformações, como

os exemplares foram mantidos em cativeiro, ocorreu o processo de degeneração ou atresia folicular.

A análise histológica dos cortes dos ovários de *P. mesopotamicus* permitiu identificar o desenvolvimento dos ovócitos:

**Fase I: Cromatina – Nucléolo** – Os ovócitos apresentam-se normalmente arranjados em pequenos ninhos presos às lamelas (FIGURA 3-A, B). Possuem um núcleo (ou vesícula germinativa) grande e esférico, com pouca afinidade por corantes; nucléolo, geralmente único e central. O citoplasma é escasso, ligeiramente basófilo e o seu limite não é preciso. As células foliculares não são visíveis. Ovócitos na fase I são encontrados durante todo o ciclo reprodutivo.

**Fase II: Perinucleolar** – Nesta fase, os ovócitos são de diversos tamanhos e formas, geralmente angulares, apresentando-se nitidamente separados uns dos outros e tornando-se, por vezes, arredondados (FIGURA 3-C). Conco-

mitantemente com o crescimento dos ovócitos, o núcleo (vesícula germinativa) aumenta em tamanho, possui afinidade por corantes e apresenta numerosos nucléolos periféricos, acidófilos. O citoplasma é abundante, cora-se uniformemente por hematoxilina, podendo apresentar uma estrutura vesicular denominada núcleo de vitelo ou corpúsculo de Balbiani (FIGURA 3-C). Envolvendo cada ovócito aparece uma delgada camada de células foliculares com

núcleos achatados e citoplasma reduzido. No final desta fase, a camada de células foliculares (granulosa) mostra-se mais nítida, constituída de células com núcleos mais conspícuos e basófilos. Abaixo desta, surge uma camada celular que se cora pela hematoxilina-eosina em rosa-translúcido: a zona radiata. Os ovócitos nesta fase II são considerados de estoque ou de reserva e estão presentes durante todo o ciclo de desenvolvimento.

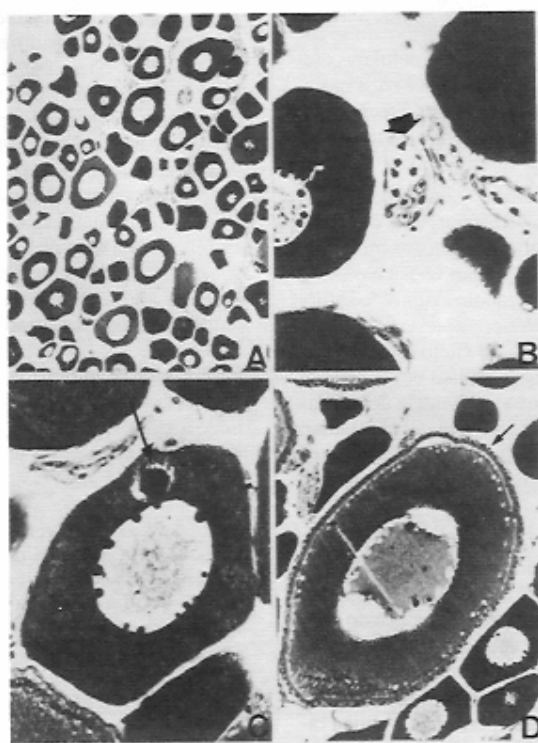


FIGURA 3 – Corte transversal de ovário de *Piaractus mesopotamicus*  
A. ovócitos presos às lamelas ovulíferas ( $\pm 23 \times$ )  
B. ovócitos na fase I, arranjados em ninhos (seta) ( $\pm 230 \times$ )  
C. ovócito na fase II, mostrando nucléolos periféricos e o núcleo de vitelo (seta) ( $\pm 92,5 \times$ )  
D. ovócito na fase III: alvéolos corticais na periferia do citoplasma e envoltório folicular mais desenvolvido (seta) ( $\pm 92,5 \times$ )

**Fase III: Alvéolo Cortical (Vesícula de Vitelo)** – Os ovócitos aumentam em tamanho. O núcleo começa a apresentar seu contorno de forma irregular, com numerosos nucléolos periféricos. Na periferia do citoplasma surgem inúmeras estruturas esféricas, aparentemente vazias, que caracterizam esta fase, sendo denominadas alvéolos corticais ou vesículas de vitelo. À medida que a célula cresce, essas estruturas proliferam-se ocupando parte do citoplasma. A camada rósea-translúcida da fase anterior, a zona radiata, apresenta agora estriações radiais conspicuas. As células da camada folicular, inicialmente achatadas, tornam-se cubóides. A teca apresenta núcleos celulares distintos. O conjunto constituído por zona radiata, camada de células foliculares e teca, e que envolve o ovócito, forma o envoltório folicular (FIGURA 3-D).

**Fase IV: Vitelogênese** – Os ovócitos são maiores que na fase anterior; seu núcleo é ainda central, com bordos sinuosos formando invaginações onde se alojam os nucléolos. O material cromatínico granuloso fino é basófilo. O citoplasma periférico apresenta grande quantidade de grânulos de vitelo acidófilo. Os alvéolos corticais deslocam-se em direção à periferia do citoplasma. A camada de células foliculares (granulosa) e a radiata apresentam aspectos similares às da fase anterior. A teca permanece aparentemente inalterada (FIGURA 4-A).

**Fase V: Madura** – Nesta fase verifica-se um rápido crescimento do ovócito, o núcleo é excêntrico, basófilo, sem contornos nítidos e com nucléolos pouco evidentes. Ao exame do citoplasma, observa-se grande quantidade de grânulos de vitelo de forma arredondada, distribuídos em toda a região. Os alvéolos corticais são evidentes na região periférica. A zona radiata permanece consideravelmente delgada e as células da granulosa apresentam núcleos alongados e com citoplasma bem reduzido (FIGURA 4-B). Numa fase mais adiantada ocorre a migração do núcleo para a periferia e um rápido crescimento do ovócito, e a camada granulosa torna-se delgada. Quando as fêmeas foram submetidas à indução hormonal, os óvulos

recém-eclodidos mostravam-se esféricos, com coloração de tonalidades verde-azuladas. Esses óvulos são demersais, não aderentes, transparentes e revestidos por córion.

### Degeneração Ovocitária ou Atresia Folicular

Neste estudo houve necessidade de considerar, como etapa do processo de desenvolvimento gonadal, a degeneração ovocitária ou atresia folicular, uma vez que as fêmeas de pacu, mantidas em cativeiro, não eliminam seus ovócitos, entrando em processo de regressão ovariana normal. Estes ovócitos involuem e adquirem diferentes características morfológicas, passando por várias fases de degeneração ovocitária (FIGURAS 4-C, D e 5). A degeneração ovocitária ou atresia pode ser subdividida em três subfases: inicial (a); intermediária (b); final (c).

(a) Atresia inicial: nesta fase, o ovócito adquire um aspecto irregular e o envoltório folicular apresenta ligeira ondulação; a zona radiata perde duas estriações transversais (FIGURA 4-C).

(b) Atresia intermediária: a zona radiata apresenta-se ondulada e fragmentada, permitindo a saída de materiais. As células foliculares hipertrofiam-se e invadem o conteúdo ovocitário. Ainda há restos de vitelo (FIGURA 4-D).

(c) Atresia final: as células foliculares proliferam-se, fragmentos da zona radiata ainda não estão presentes e o conteúdo torna-se bem desorganizado (FIGURA 5). Este conteúdo é reabsorvido lentamente, até o início do novo ciclo reprodutivo (Repouso II).

### Estádios de maturidade

Baseando-se nas características anatômicas microscópicas e nas variações dos valores médios de IGS, o desenvolvimento dos ovários processa-se em quatro estádios: Repouso, Maturação, Maduro e Regressão.

*Estádio I: Repouso I e II* – No início do experimento as fêmeas encontravam-se na fase de Repouso I. Macroscopicamente, os ovários apresentam coloração rósea-translúcida, são achatados dorso-ventralmente e pequenos, ocupando uma pequena porção da cavidade abdominal. Não são evidentes ovócitos, e o suprimento sanguíneo é relativamente pobre (FIGURA 1-A). Microscopicamente,

revelam ovócitos na fase I (cromatina-núcleo) e na fase II (perinucleolar); com predominância desta última. Neste estágio estão incluídas fêmeas que entram pela primeira vez em maturação gonadal.

*Estádio II: Maturação* – Este estágio foi dividido em subestádios, para conferir maior precisão às descrições:

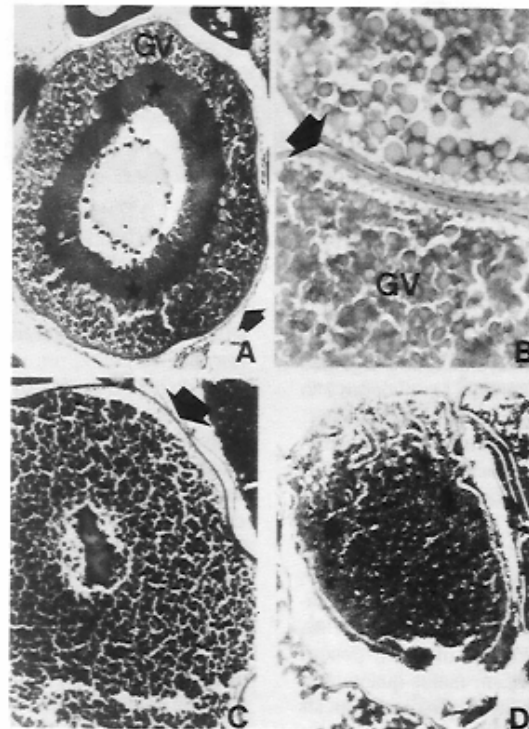


FIGURA 4 – Corte transversal de ovário de *Piaractus mesopotamicus*  
A. ovócito na fase IV, mostrando o citoplasma (\*), os grânulos de vitelo (GV) e o envoltório folicular mais desenvolvido (seta) ( $\pm 92,5 \times$ )  
B. ovócitos na fase V, mostrando o citoplasma repleto de grânulos de vitelo (GV) e o envoltório folicular (seta) ( $\pm 230 \times$ )  
C. ovócito na fase VI, no estágio de Regressão inicial, mostrando o envoltório folicular mais fino (seta) ( $\pm 92,5 \times$ )  
D. ovócitos na fase VI, no estágio de Regressão intermediária ( $\pm 37 \times$ )

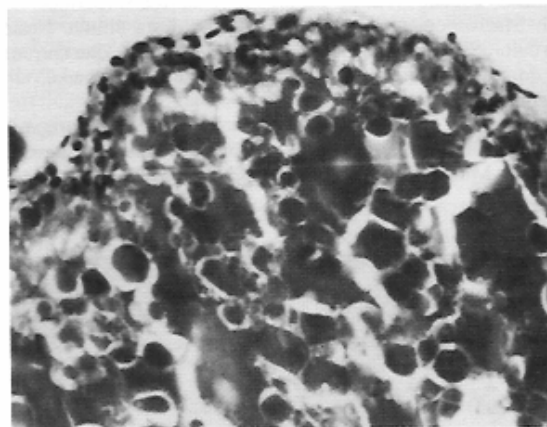


FIGURA 5 – Ovócito na fase VI, no estágio de Regressão final, mostrando sua forma irregular e dos grânulos de vitelo (heterogêneos) ( $\pm 230\times$ )

(a) Maturação inicial – Os ovários apresentam coloração castanha, um vaso sanguíneo central e alguns periféricos. Os ovócitos são de diversos tamanhos e ocupam pequena porção da gônada (FIGURA 1-B). A nível microscópico, observam-se ovócitos na fase II (perinucleolar) e alguns na fase III (alvéolo cortical) (FIGURA 3-D).

(b) Maturação intermediária – Os ovários são maiores, em relação ao estágio anterior, apresentam coloração acinzentada e vascularização sanguínea mais evidente (FIGURA 1-C). Secções histológicas mostram poucos ovócitos na fase II e, em maior quantidade, ovócitos com presença de alvéolos corticais (fase III).

(c) Maturação final – Os ovários são maiores, de coloração verde-acinzentada, com vaso sanguíneo central mais evidente e vascularização periférica bastante intensa. Ocupam grande porção da cavidade abdominal (FIGURA 1-D). Cortes histológicos mostram ovócitos na fase IV (vitelogênese), em abundância e com grande quantidade de grânulos de vitelo (FI-

GURA 4-A), e ovócitos na fase V (Maduro) (FIGURA 4-B).

*Estádio III: Maduro* – Os ovários ocupam toda a cavidade abdominal, pressionando as vísceras e determinando a distensão do abdome do animal. Os ovócitos são de coloração verde-clara, adquirindo tons verde-azulados no momento da ovulação. Nesta fase, os ovários são ricamente vascularizados (FIGURA 2-A). Cortes histológicos revelam total predomínio de ovócitos na fase V (Maduro) e alguns ovócitos na fase II (perinucleolar).

*Estádio IV: Regressão* – Com o intuito de facilitar as descrições morfológicas do ovário, o estágio de Regressão foi dividido em três fases, a saber:

(a) Regressão inicial – Os ovários são muito semelhantes aos da fase anterior; são volumosos e de coloração ainda verde-clara, porém já se notam ovócitos distribuídos ao acaso, brancos e róseos (FIGURA 2-B). A vascula-



rização torna-se congesta, mostrando indícios da fase de atresia folicular. Histologicamente, observam-se ovócitos na fase de Atresia inicial (FIGURA 4-C).

(b) Regressão intermediária – Os ovários diminuem de tamanho e verifica-se uma grande quantidade de ovócitos brancos e róseos. Quanto ao aspecto, já se apresentam bem hemorrágicos (FIGURA 2-C). Observações a nível microscópico revelam ovócitos na fase de Atresia intermediária (FIGURA 4-D).

(c) Regressão final – Os ovários reduzem-

se drasticamente quanto ao volume; notam-se áreas vazias e outras com restos de ovócitos (FIGURA 2-D). Histologicamente, nas áreas onde era possível visualizar ovócitos, estes se encontravam na fase de Atresia final e, nas áreas de não visualização, os ovócitos revelaram-se nas fases de repouso (cromatina-nucléolo e perinucleolar) (FIGURA 5).

Não foram observados, nos estádios de Repouso, Maturação e Maduro, ovócitos nas diferentes fases de degeneração ovocitária ou atresia folicular.

#### 4. DISCUSSÃO

Os ovários de *Piaractus mesopotamicus* são do tipo cistovariano, de acordo com o critério de HOAR (1969), em que o lume tem continuidade com o oviduto. São revestidos por uma fina lâmina peritoneal e presos, através do mesovário curto, ao terço posterior dorsal da cavidade abdominal. Em alguns exemplares de *P. mesopotamicus*, o ovário direito apresentou-se um pouco mais desenvolvido que o esquerdo; o mesmo foi observado por NARAHARA (1983) para *Rhamdia hilarii*. Quanto à morfologia externa, os ovários de *P. mesopotamicus* apresentam-se achatados dorso-ventralmente como em *Prochilodus scrofa* (ALEXANDRINO; PHAN; PINHEIRO, 1985).

A coloração dos ovários de *P. mesopotamicus* varia desde rósea-translúcida, nos estádios iniciais de desenvolvimento, até a verde-azulada-clara, nos ovários maduros, semelhante a outras espécies como o curimatá (ALEXANDRINO; PHAN; PINHEIRO, 1985) e o matrinxã (ZANIBONI-FILHO & RESENDE, 1988), entre outros.

A túnica albugínea ou ovariana de *P. mesopotamicus* apresenta-se espessa durante o período de repouso e regressão final e torna-se mais fina e vascularizada nos estádios de maturação final, maduro e regressão inicial. Esta túnica emite projeções para o interior do ovário formando as lamelas ovulíferas, que apresentam ovócitos em diferen-

tes fases, conforme o grau de maturação das gônadas. Descrição semelhante foi feita por outros pesquisadores (GODINHO, 1972 e NARAHARA, 1983).

Neste trabalho, o crescimento dos ovócitos de *P. mesopotamicus* foi descrito considerando-se duas etapas: a primeira, de crescimento primário, incluindo as fases cromatina-nucléolo (I) e perinucleolar (II) e a segunda, de crescimento secundário onde estão envolvidas as fases de formação de alvéolos corticais (III); vitelogênese (IV) e madura (V). Considerou-se também uma fase de degeneração ovocitária ou atresia folicular. Na 1ª etapa ocorre a produção de organelas e na segunda, a deposição de vitelo, que será alimento para o futuro embrião. LOPES et alii (1986), estudando o pacu, *Colossoma mitrei*, de ambiente natural, subdividiu a fase de vitelogênese em duas, vitelogênese I e II, e não considerou a de atresia folicular, porém as outras fases foram similares às aqui citadas.

Os ovócitos de *P. mesopotamicus*, na fase I (cromatina-nucléolo), são similares às ovogônias (= oogônias). Nesta 1ª fase, os ovócitos estão presentes nos ovários durante todo o período reprodutivo. WALLACE & SELMAN (1981) e NAGAHAMA (1983), entre outros, mencionam que as "oogônias" se proliferam por mitose, transformando-se em "ovócitos",

quando entram na prófase da 1ª divisão meiótica (diplóteno), e variam consideravelmente em seu aspecto devido à grande quantidade de transformações nucleares que ocorrem. Neste estudo, os cortes histológicos analisados sugerem que ocorre a proliferação mitótica destas células na fase I, restritas ao estágio de Repouso I (que iniciaram o processo reprodutivo pela primeira vez) e ao de Repouso II (que recomeçam novamente o ciclo), porém são necessários estudos mais detalhados para que sejam observadas alterações cromossômicas nos ovócitos.

A origem dos ovócitos é até hoje discutida e existem três hipóteses. Na primeira, os pesquisadores BULLOUGH (1939) e AL-DAHAM & BHATTI (1979) são de opinião que os "novos ovócitos" se originam do "epitélio germinativo", uma vez que as oogônias na fase inicial de desenvolvimento localizam-se nas lamelas ovulíferas. A segunda é de que a origem dos novos ovócitos seja a partir de "ovogônias residuais", tendo como evidência a presença concomitante de ovogônias (pré-existentes) e ovócitos maduros no estágio de recuperação dos ovários (HANN, 1927). A última hipótese, defendida por YAMAMOTO (1956a), é de que a origem dos ovócitos seja a partir das "células foliculares", por não encontrarem ovogônias pequenas e nem divisões ovogoniais, mas sim células foliculares dividindo-se ativamente na pós-desova, durante a recuperação da gônada.

Em *P. mesopotamicus*, os ninhos de ovócitos na fase I (cromatina-núcleo) estão presentes durante todo o ciclo reprodutivo, sugerindo, portanto, que sua origem está de acordo com a 2ª hipótese, citada anteriormente.

Os ovócitos na fase II (perinucleolar) são de diversos tamanhos e formas, geralmente angulares, de núcleos grandes e nucléolos periféricos e com citoplasma basófilo. Neste estudo, no final da fase perinucleolar, os ovócitos perdem sua forma angular, o núcleo torna-se irregular e basófilo, com inúmeros nucléolos periféricos, de citoplasma menos basófilo e mais abundante. Muitos pesquisadores denominam os ovócitos desta fase de "estoque de reserva", devido ao fato destas células fica-

rem reservadas para a fase de maturação do ano seguinte. O mesmo foi constatado por GODINHO (1972).

Para a espécie estudada, os ovócitos perinucleolares ocorrem durante todo o ciclo reprodutivo e constituem um estoque do qual parte é recrutada para a vitelogênese e desova, enquanto o restante permanece em Repouso e como reserva para o próximo ciclo reprodutivo.

Na espécie estudada, na fase perinucleolar (II), o núcleo vitelínico, também denominado núcleo de vitelo, corpúsculo ou corpo de Balbiani, apresenta-se no citoplasma do ovócito como uma estrutura basófila de contorno circular e homogênea. Estrutura semelhante foi registrada por vários autores, como GURAYA (1963) e RASTOGI (1966). Estudos morfológicos sugerem que o núcleo de vitelo atue como um centro de formação, multiplicação e acúmulo de organelas, antes da deposição de vitelo nos ovócitos. Depois, ele migra para a periferia citoplasmática onde desaparece sem fragmentar-se e dispersar-se (LEHRI, 1968; BAZZOLI, 1992). Embora esta estrutura seja conhecida e tenha sido descrita por inúmeros pesquisadores, sua função permanece enigmática (WALLACE & SELMAN, 1981).

A 2ª etapa, de crescimento secundário dos ovócitos de *P. mesopotamicus*, caracteriza-se, inicialmente, pela formação dos alvéolos corticais, anteriormente citados na literatura como "vesículas de vitelo". Segundo WEST (1990), vários pesquisadores têm, erroneamente, interpretado como "vesícula de vitelo" e alertam para que este erro não seja mais cometido, pois essas estruturas nunca apresentam vitelo propriamente dito, não servindo, portanto, de nutriente para o futuro embrião.

Os alvéolos corticais são vesículas de tamanhos variados, limitados por membrana, e contêm substâncias que dão reação positiva ao PAS, segundo YAMAMOTO (1956b), LEHRI (1968) e NARAHARA (1983). Parece que estas substâncias são sintetizadas dentro do próprio ovócito (auto-sintético), segundo SHAH: MISHRA: SINGH (1979). Sabe-se que os alvéolos corticais se fundem com a zona radiata, libe-

rando seu conteúdo (região cortical) no espaço perivitelínico no momento da fertilização, criando uma barreira à polispermia em peixes (YAMAMOTO, 1956b; WALLACE & SELMAN, 1981).

O vitelo protéico extravascular (grânulos ou glóbulos de vitelo), registrado nos ovócitos de *P. mesopotamicus* nas fases Vitelogênese (IV) e Maduro (V), tem deposição centrípeta. Essas estruturas aumentam em tamanho e em número e distribuem-se por todo o citoplasma quando os ovócitos atingem a fase V.

Os ovócitos de *P. mesopotamicus*, no processo de vitelogênese, podem ser caracterizados quando ocorre a migração da vesícula germinativa ou núcleo da posição central para a posição excêntrica. GOETZ (1984) aponta que a membrana da vesícula germinativa se quebra (germinal vesicle breakdown - GVBD) e seu conteúdo se mescla com o citoplasma. Este autor cita que em teleósteos marinhos, concomitantemente com o desaparecimento da vesícula germinativa, ocorre aumento do volume dos ovócitos devido a hidratação.

A camada seguinte, de natureza acelular, apresenta-se em *P. mesopotamicus* com estrias radiais que aparecem bem nítidas no ovócito maduro, justificando o termo empregado, zona radiata. Referindo-se a essa camada, encontram-se na literatura diversas terminologias: zona ou membrana radiata, zona pelúcida, membrana vitelina, membrana coriônica, córion ou oolema. CHAVES (1988) recomenda a denominação "zona radiata", nos teleósteos, e chama atenção para a não utilização dos termos "córion" e "membrana pelúcida", pois esta é produzida pelo próprio ovócito (membrana primária) e o termo "córion" deve ser utilizado somente após a eliminação dos ovócitos para o meio externo. Utilizou-se aqui a denominação "zona radiata", como sugere CHAVES (1988), pois esta mostra-se espessa e com estriações dispostas radialmente à superfície do ovócito, devido a finos canículos que atravessam.

Quanto à origem da zona radiata, esta não é ainda bem conhecida, tendo sua formação sido atribuída às células foliculares que a en-

volem (BARA, 1960) ou ao próprio ooplasma (STAHL & LERAY, 1961), ou a essas duas estruturas (NARAHARA, 1983).

Quanto à função, HURLEY & FISCHER (1966) levantam a hipótese de que a zona radiata sirva de proteção ao óvulo, quando este é eliminado para o meio externo, formando um envelope gelatinoso externo. Segundo GINZBURG (1972), os ovos do tipo demersal são encontrados principalmente em peixes de água doce e em algumas espécies marinhas que desovam no litoral. A espécie estudada apresenta ovos do tipo demersal e não aderente.

A degeneração dos ovócitos, ou atresia folicular, é um processo que pode ocorrer antes e após a desova, em ambientes naturais ou artificiais. Ocorre, normalmente, antes da desova, nos ovócitos que não alcançam a maturidade e, após a desova, naqueles que deixaram de ser eliminados (HOAR, 1969). Quanto à terminologia utilizada, alguns trabalhos registram como "atresia folicular", "corpo lúteo pré-ovulatório", "corpora atretica", "corpo atrésico" ou "foliculo atrésico". O termo "corpo lúteo", em teleósteos, não é aceito universalmente, e o principal argumento é a evidência ou não da função endócrina dos foliculos atrésicos (KHOO, 1975).

A análise histológica de ovários de *P. mesopotamicus*, quando mantidos em confinamento, mostrou que os processos de atresia folicular, ou degeneração ovocitária, ocorrem em exemplares prontos para a desova e que não são submetidos a tratamento hormonal, sofrendo regressão ovariana normal. Neste estudo, cabe salientar que a presença de foliculo atrésico foi notada somente nos ovários maduros (fase V), nunca nas fases anteriores de maturação (repouso e maturação), diferindo portanto das observações feitas por BAZZOLI; RIZZO; SATO (1988), de que em fêmeas de *Prochilodus affinis*, mantidas em viveiros, os fenômenos degenerativos podem ocorrer em qualquer estágio de maturação ovocitária.

Os ovócitos de *P. mesopotamicus* no estágio de regressão ovariana assemelham-se aos

de curimatá (ROMAGOSA et alii, 1985), quando notam-se ovócitos brancos, opacos e, alguns, de coloração rósea.

Durante o período estudado (1984/86), as fêmeas de *P. mesopotamicus* passam por estádios gonadais caracterizados como: Repouso, Maturação, Maduro e Regressão. Segundo

ROMAGOSA et alii (1988), nesta última fase, Regressão, ocorre reabsorção gradual que tem duração de cinco a seis meses e, a seguir, estas fêmeas retornam ao estágio Repouso. Estas observações corroboram as constatações feitas no presente trabalho.

## 5. CONCLUSÕES

Foram estudadas as mudanças macro e microscópicas dos ovários de pacu *Piaractus mesopotamicus*. O processo de maturação dos ovários pode ser dividido em cinco fases: cromatina-núcleo, perinucleolar, alvéolo cortical, vitelogênese e madura. Após essas trans-

formações, como os exemplares foram mantidos em cativeiro, ocorre o processo de degeneração ou atresia folicular. As mudanças morfológicas cíclicas verificadas nos ovários são descritas em quatro fases: Repouso, Maturação, Maduro e Regressão.

## AGRADECIMENTOS

À Companhia Energética de São Paulo – CESP, ao técnico de laboratório, José Plaza

(I. Pesca), e à datilógrafa, Isabel Cristina Lessa de Lima.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-DAHAM, N. K. & BHATTI, M. N. 1979 Annual changes in the ovary activity of the freshwater teleost, *Barbus luteus* (Heckel) from Southern Iraq. *J. Fish Biol.*, Huntingdon, 14(4): 381-7.
- ALEXANDRINO, A. C.; PHAN, M. T.; PINHEIRO, E. F. G. 1985 Caracterização macroscópica e microscópica das gônadas do curimatá, *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881), durante o ciclo reprodutivo. *Bolm. Zool. Univ. São Paulo*, 9: 159-75.
- BARA, G. 1960 Histological and cytological changes in the ovaries of the mackerel *Scomber scomber* L. during the annual cycle. *Rev. Fac. Sci. Istanbul Univ.*, 25 B (1-2): 49-91.
- BAZZOLI, N. 1992 *Dinâmica da ovogênese em peixes teleosteos neotropicais de água doce*. Belo Horizonte. 182 p. (Tese Dout. Ciências. UFMG).
- \_\_\_\_\_; RIZZO, E.; SATO, Y. 1988 Degeneração ovocitária em curimatá-pioa *Prochilodus affinis* (Reinhardt, 1874). In: ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE AQUICULTURA. *Resumos...* Brasília, CODEVASF, p. 99.
- BULLOUGH, W. S. 1939 A study of the reproduction cycle of the minnow in relation to the environment. *Proc. zool. Soc.*, London, 109: 79-102.
- BRAMLEY BARKER, J. M. 1979 Necessidade de estudos biológicos prévios à construção de barragens e de definição de metodologia geral para povoamento de represas, a par da possibilidade de desfrute do potencial hídrico em cultivos intensivos. *PNPD. Relatório Técnico*.
- CHAVES, P. T. C. 1988 *Aspectos convergentes da dinâmica ovariana nos peixes, com uma contribuição à biologia reprodutiva de 14 es-*

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; GODINHO, H. M.; PAIVA, P. de; BRAGA, F. M. de S. 1993 Mudanças morfológicas dos ovários de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), em condições de confinamento. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 20 (único): 67-80.

- peúes do litoral de São Paulo*. São Paulo. 123 p. (Tese Dout. Ciências. IO-USP).
- FERRAZ DE LIMA, J. A.; FERRAZ DE LIMA, C. L. B.; OLIVEIRA, A. C. de 1979 Levantamento pesqueiro preliminar sobre os peixes: pacu (*Colossoma mitrei*), pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) do Pantanal de Mato Grosso. Relatório 2º semestre - Centro de Pesquisas Ictiológicas do Pantanal Mato-Grossense (CEPIPAM) M. A. - SUDEPE/PDP e SAGRI - MT.
- GINZBURG, A. S. 1972 Fertilization in fishes and the problem of polyspermy. In: DETLAFF, T. A. *Israel Program for Scientific Translations*. Jerusalém. p. 366.
- GOETZ, F. W. 1984 Hormonal control of oocyte final maturation and ovulation in fishes. In: HOAR, W. S. *Fish Physiology*. New York, Academic Press. v.9, pt. B, p. 117-70.
- GODINHO, H. M. 1972 *Contribuição ao estudo do ciclo reprodutivo de Pimelodus maculatus Lacépède, 1803 (Pisces, Siluroidei) associado a variações morfológicas do ovário e fatores abióticos*. São Paulo. 89 p. (Tese Dout. Histologia e Embriologia. ICB-USP).
- GURAYA, S. S. 1963 Histochemical studies on the yolk nucleus in fish oogenesis. *Z. Zellforsch.* 60: 659-66.
- HANN, H. W. 1927 The history of a germ cell of *Cottus bairdii* Girard. *Journal of Morphology and Physiology*, Philadelphia, 43(2):427-97.
- HOAR, W. S. 1969 Reproduction. In: HOAR, W. S. & RANDALL, D. J. *Fish physiology*. Academic Press, London, v. 3, p. 1-72.
- HURLEY, D. A. & FISCHER, K. C. 1966 The structure and development of the external membrane in young eggs of the brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill). *Can. J. Zool.*, Ottawa, 44: 173-90.
- KHOO, K. H. 1975 The corpus luteum of goldfish (*Carassius auratus* L.) and its functions. *Can. J. Zool.*, Ottawa, 53: 1306-23.
- LEHRI, G. K. 1968 Cyclical changes in the catfish *Clarias batrachus* (Linn.). *Acta anat.*, New York, 69: 105-24.
- LOPES, R. A.; BRENTAGANI, L. G.; LOPES, O. V. P.; SANTOS, H. S. L. dos; SOBRINHO, A. N. 1986 Sobre a reprodução de peixes brasileiros. III. Ritmo de desenvolvimento dos ovócitos do pacu-caranha *Colossoma mitrei* Berg, 1895 (Pisces, Characidae). *Ars Veterinaria*, Jaboticabal, 2(1): 27-34.
- NAGAHAMA, Y. 1983 The functional morphology of teleost gonads. In: HOAR, W. S. & RANDALL, D. J. *Fish Physiology*. New York, Academic Press, v. 9, p. 233-75.
- NARAHARA, M. Y. 1983 *Estrutura da população e reprodução de Rhamdia hilarii (Valenciennes, 1840) (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae)*. São Paulo. 226 p. (Tese Dout. Zoologia. IB-USP).
- RASTOGI, R. K. 1966 A study of the follicular atresia and evacuated follicles in the Indian teleost *Xenentodon cancila* (Ham.). *Acta Biol. hung.*, 17: 51-63.
- ROMAGOSA, E. 1991 *Mudanças morfológicas (microscopia de luz e eletrônica) das gônadas de pacu, Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887) durante o ciclo reprodutivo, em condições de confinamento*. Rio Claro. 177 p. (Tese Mestr. Ciências Biológicas. UNESP).
- \_\_\_\_\_; NARAHARA, M. Y.; GODINHO, H. M.; STORFER, E. B. 1985 Regressão ovariana de curimatá *Prochilodus scrofa* Steind. 1881, sob condições de cultivo intensivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12. Campinas, São Paulo, p. 203-4.
- \_\_\_\_\_; PAIVA, P. de; GODINHO, H. M.; STORFER, E. B. 1988 Desenvolvimento dos ovócitos de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (= *Colossoma mitrei* Berg, 1895) em condições de cultivo intensivo. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 40(1): 60-4.
- SHAHI, R. N.; MISHRA, A. P.; SINGH, B. 1979 Studies on the formation of compound yolk in the developing oocytes of an air-breathing fish *Channa punctatus* (Bloch). *Cytologia*, 44: 397-408.
- STAHL, A. & LERAY, C. 1961 L'ovogenèse chez les poissons téléostéens I. Origine et signification de la zona radiata et de ses annexes. *Arch. Anat. Microsc.*, 50: 251-68.
- WALLACE, R. A. & SELMAN, K. 1981 Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool.*, 21: 325-43.
- WEST, G. 1990 Methods of assessing ovarian development in fishes: A review. *Aust. J. Mar. Fresh-water Res.*, 41: 199-222.

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; GODINHO, H. M.; PAIVA, P. de; BRAGA, F. M. de S. 1993 Mudanças morfológicas dos ovários de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), em condições de confinamento. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 20 (único): 67-80.

YAMAMOTO, K. 1956a Studies on the formation of fish eggs. I. Annual cycle in the development of ovarian eggs in the flounder, *Liopsetta obscura*. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI. Zool.*, 12(1): 362-73.

\_\_\_\_\_ 1956b Studies on the formation of fish eggs. III. Localization of polysaccharides in oocytes of *Liopsetta obscura*. *J. Fac. Sci.*

*Hokkaido Univ. Ser. VI. Zool.*, 12: 391-8.

ZANIBONI-FILHO, E. & RESENDE, E. K. de 1988 Anatomia de gônadas, escala de maturidade e tipo de desova do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei: Characidae). *Rev. Brasil. Biol.*, Rio de Janeiro, 48(4): 833-44.