

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
BIBLIOTECA
TOMBO: 393185

Bolm. Zool., Univ. S. Paulo
9:159-175, 1985

CARACTERIZAÇÃO MACROSCÓPICA E MICROSCÓPICA DAS GÔNADAS
DO CURIMBATÁ, PROCHILODUS SCROFA (STEINDACHNER, 1881),
DURANTE O CICLO REPRODUTIVO

AGAR COSTA ALEXANDRINO

Pesquisador Científico - Seção
de Controle e Orientação da
Pesca - Divisão de Pesca Interior - Instituto de Pesca

MIKICO TOKUMARU PHAN

Professor Assistente Doutor -
Instituto de Ciências Biomédicas-Universidade de São Paulo

ELZA FERREIRA GOLDMAN PINHEIRO

Pesquisador Científico - Seção
de Aquicultura - Divisão de Pesca Interior - Instituto de Pesca. (recebido em 28.XII.1984)

RESUMO - Objetivando identificar as alterações cíclicas macroscópicas e microscópicas das gônadas, foram utilizados exemplares adultos (80 machos e 80 fêmeas) capturados no Rio Moji-Guaçu, Piraçununga-SP, no período de novembro de 1979 a fevereiro de 1981. As gônadas foram caracterizadas macroscopicamente quanto à vascularização superficial, coloração e volume e nas fêmeas a presença de óvulos visíveis. A seguir foram retiradas e amostradas em seu terço médio, o qual foi fixado em Bouin seguindo posteriormente técnicas histológicas de rotina. Os resultados obtidos para *machos* foram: *repouso*: gônada filiforme, rósea, com delicados vasos sanguíneos; microscopicamente os testículos mostram predominância de espermatogônias; *maturação*: a gônada aumenta de volume, coloração branco-leitosa, aumenta a vascularização superficial; microscopicamente predominam espermátócitos e espermátides; *maduro*: a gônada ocupa quase toda a cavidade abdominal, coloração branco-rosado; microscopicamente predominam os espermatozóides; *esgotado*: a gônada mostra-se flácida, coloração róseo-intensa; microscopicamente observa-se desorganização da estrutura do órgão, os septos são bastante espessos, grande quantidade de espermatogônias na periferia e no lúmen são vistos ainda espermatozóides residuais. Para *fêmeas*, em

repouso: os ovários são achatados, coloração róseo alaranjada, vascularização delicada; microscopicamente predominam os ovócitos II; *maturação*: neste estágio já se observam ovócitos a olho desarmado, coloração laranja-acinzentada, ao microscópio óptico predominam ovócitos III; *maduro*: a gônada ocupa quase toda a cavidade abdominal, coloração cinza-esverdeada; histologicamente predominam os ovócitos IV; *esgotado*: órgão flácido, coloração róseo avermelhada; microscopicamente predominam folículos atrésicos e vazios.

ABSTRACT - Aiming at identifying the macroscopic and microscopic cyclic gonadal alterations, adult exemplaries (80 males and 80 females) were captured in the Moji-Guaçu River, Piraçununga, São Paulo State, Brasil, from nov, 79 through feb, 81. The gonads were characterized macroscopically as to the superficial vascularization, coloration and volume and, in the females, presence of visible eggs. Following this, the gonads were extracted and their medial thirds fixed in Bouin for the routine histological techniques. The male gonad revealed: *resting*: macroscopically, filiform, pink gonadal, with delicate blood vessels; microscopically, the testes shows spermatogoniae; *maturing*: macroscopically increase in volume and in superficial vessels; microscopically, predominance of spermatocytes and spermatids; *ripening*: macroscopically the gonad occupies the entire abdomen; the coloration pink-whitish; microscopically, predominance of spermatozoides; *spent*: macroscopically, flacid gonad, intensely pink; microscopically structural desorganization, with thick septae and great quantities of spermatogoniae in the periphery and in the lumen residual spermatozoides can be seen; the female gonads revealed: *resting*: macroscopically the ovary is rather flat; orange-red as to the coloration; delicate vascularization; microscopically, ovocyte II predominates; *maturing*: macroscopically, colour orange-ashish superficial aspect; ovocytes can be seen with naked eyes; microscopically, ovocytes III predominate; *ripening*: macroscopically, the ovary occupies the entire abdominal cavity and its colour ash-greenish and histological ovocytes IV predominate; *spent*: macroscopically ovary flacid, dark-pink colored; microscopically, atresic or empty follicules predominate.

INTRODUÇÃO

As gônadas de peixes teleósteos que apresentam fecundação externa se caracterizam, na maioria dos casos, como estruturas pares situadas na cavidade peritoneal, ventralmente ao rim e dorsalmente ao trato digestivo. Apresentam-se individualizadas em toda a extensão, unindo-se apenas na extremidade caudal formando, nos machos, o ducto espermático comum, que se abre na papila urogenital e, nas fêmeas, na porção final do terço posterior dos ovários dando origem ao oviduto. A superfície externa das gônadas é lisa, sem pigmentação; o volume, a forma e a coloração variam com o estágio de desenvolvimento gonadal. No que se refere aos machos, esta descri

ção está apoiada nas pesquisas desenvolvidas por Turner (1919), Ihering & Azevedo (1934), Jones (1940), Bowers & Holaday (1961), Pignalberi (1965), Lehri (1967), Dadzie (1969), Ruby & McMillan (1970), Bisht (1974) e Shanbhag & Nadkarni (1979); e, com relação às fêmeas, estas considerações estão de acordo com o referido para várias espécies pelos seguintes autores: Ihering & Azevedo (1934), Rosa Junior & Schubart (1945), James (1946), Schubart (1947), Moraes Filho & Schubart (1955), Godoy (1959, 1975), Bara (1960), Pignalberi (1965), Hoar (1969), Davis (1977), Paula-Souza (1978), Agostinho (1979) e Caramaschi (1979).

Com relação à presença de órgãos anexos ao sistema reprodutivo masculino Eggert (1931), Weisel (1949), Nair (1966) e Lehri (1967) fazem referências a estruturas saculiformes, na porção final do testículo, as quais denominaram de órgãos sexuais acessórios e vesícula seminal.

A gônada masculina tem sido descrita como um órgão par formado por numerosos túbulos seminíferos enovelados, que estão separados entre si por septos interlobulares de tecido conjuntivo frouxo. No interior dos túbulos são observados cistos de células seminais, estando as células de um mesmo cisto na mesma fase de desenvolvimento (Jones, 1940; Pignalberi, 1965; Bisht, 1974 e Coetzee, 1983).

A origem das espermatogônias em teleósteos é bastante controversa. Turner (1919) e Rastogi (1968) afirmaram que novas espermatogônias são formadas por divisão de células extratesticulares migratórias, enquanto que para Jones (1940) e Shrivastava (1967), as espermatogônias originam-se de células migratórias que estão localizadas no espaço intertubular; para Ruby & McMillan (1970), as espermatogônias originam-se de um estoque de células germinativas primárias ou indiferenciadas situadas no espaço intertubular; já, para Shanbhag & Nadkarni (1979), a renovação de espermatogônias pode ser a partir de células germinativas primordiais do interstício ou a partir de espermatogônias em repouso, existentes na parede do túbulo.

Segundo vários autores o ovário tem sido descrito como sendo um órgão par revestido pela túnica albugínea ou ovariana, do qual partem tabiques para o interior do órgão, tabiques estes denominados de lamelas ovulíferas ou septos, nos quais estão apoiados os ovócitos em diferentes fases de desenvolvimento. Este conjunto está envolto por uma lâmina peritoneal (Hann, 1927; Mendoza, 1943; Sathyanesan, 1962; Pignalberi, 1965; Godinho, 1972; Caramaschi, 1979; Barbieri; Barbieri; Marins, 1981 e Pelizaro *et al.*, 1981).

Vários autores referem-se a número diferente de fases de desenvolvimento dos ovócitos em teleósteos (Yamamoto & Onozato, 1965; Godinho, 1972; Paula-Souza, 1978; Agostinho, 1979; Caramaschi 1979; Alves, 1982 e Coetzee, 1983).

Quanto à origem dos mesmos, existe controvérsia entre os autores. Segundo Mendoza (1943) e Beach (1959), os ovócitos são oriundos do epitélio germinal; enquanto que para Hann (1927), Agostinho (1979) e Pelizaro *et al.* (1981) eles seriam oriundos de ovogônias residuais.

MATERIAL E MÉTODOS

O material experimental foi constituído de cento e sessenta exemplares de curimatã adultos, representados por oitenta machos e oitenta fêmeas, distribuídos em vinte animais para cada um dos quatro estádios do ciclo reprodutivo considerando-se: repouso, maturação, maduro e esgotado, respectivamente.

Estes exemplares foram capturados no Rio Moji-Guaçu, próximo à Cachoeira de Emas, município de Piraçununga, Estado de São Paulo (21°58'S, 47°26'W), mensalmente durante o período de novembro de 1979 a fevereiro de 1981. Os peixes foram sacrificados por destruição da medula espinhal.

Para a descrição da anatomia topográfica das gônadas, fez-se uma incisão ventro-longitudinal, desde a papila urogenital até a cintura escapular, seguida de afastamento do trato digestivo, para que as características destes órgãos, tais como: volume, coloração, vascularização superficial e, no caso dos ovários, a presença ou a ausência de óvulos (Nikolski, 1963), pudessem ser observadas.

Para o estudo histológico, as gônadas (masculinas e femininas), foram dissecadas e divididas em três partes iguais: terço anterior, médio e posterior. Para a padronização foi escolhido o terço médio, do qual amostras de cerca de 6 mm de espessura foram fixadas em Bouin e desidratadas em banho de álcool etílico (de 30 minutos de duração cada, em concentrações de 70, 80 e 95%, seguidos de três banhos, de 30 minutos cada, em álcool absoluto). A diafanização foi feita em dois banhos de xilol, de uma hora cada e as amostras foram incluídas em parafina e cortadas com 7 µm de espessura. As colorações utilizadas foram hematoxilina-eosina, tricômio de Mallory, segundo Behmer; Tolosa; Freitas Neto (1976)

RESULTADOS

1. Testículos

Os testículos de *Prochilodus scrofa* são pares, alongados e cilíndricos, apresentando peso, volume e coloração variáveis durante o ciclo reprodutivo. Estendem-se longitudinalmente pela cavidade peritoneal, localizando-se ventralmente ao rim e à vesícula gasosa. São livres nas porções anterior e média, e na porção posterior, tornam-se gradativamente afilados, constituindo um ducto espermático comum, que se abre na papila urogenital, por onde o sêmen é eliminado.

Microscopicamente, são envolvidos por uma cápsula conjuntiva que contém lóbulos ou túbulos seminíferos no seu interior. Os túbulos são enovelados e se anastomosam na extremidade caudal, formando o ducto espermático, e estão separados uns dos outros por tecido conjuntivo rico em vasos sanguíneos. Na parede destes túbulos são observados cistos que contêm células da linhagem espermatogênica, em cada cisto existem células na mesma fase de desenvolvimento. As células que podem ser encontradas formando cistos são: espermatóci -

tos primários, espermatócitos secundários, espermatídes e espermatozóides.

Espermatogônias

São células grandes, esféricas, dispostas frequentemente na periferia ou na parede do lóbulo, individualizadas ou em grupos. A espermatogônia possui núcleo grande com nucléolo geralmente excêntrico e evidente. A cromatina se distribui em grumos na periferia do núcleo. O citoplasma é abundante, ligeiramente basófilo e de aspecto floculento (Fig. 1A).

Espermatócitos primários

São células arredondadas, menores que as espermatogônias que lhes deram origem, através de repetidas divisões mitóticas. O material nuclear é intensamente corado e é possível observar diferentes fases da divisão celular, de acordo com a disposição dos cromossomos no interior da célula. Não raro, os cromossomos estão dispostos num dos polos da célula e o citoplasma é pouco corado. (Fig. 1B).

Espermatócitos Secundários

São células esféricas menores que os espermatócitos primários de rara observação, devido à curta duração desta fase. As células observadas apresentam aspectos variados, algumas sugerindo estar na prófase, enquanto que outras, em fases mais adiantadas de divisão. O citoplasma é menos abundante do que no espermatócito primário. (Fig. 1C).

Espermatídes

São células ainda menores que os espermatócitos secundários, que as originaram. O núcleo esférico é intensamente corado e o citoplasma é escasso. (Fig. 1D).

Espermatozóides

Estes são resultados da metamorfose sofrida pelas espermatídes; são as menores células da linhagem espermatogônica e são observadas formando cistos e livres no lúmen dos túbulos seminíferos. A cabeça é arredondada, intensamente basófila, e a cauda longa e acidófila. (Fig. 1E).

O ciclo reprodutivo em machos adultos de *Prochilodus scrofa* foi dividido em quatro estádios: repouso, maturação, maduro e esgotado, de acordo com as observações macroscópicas e microscópicas dos testículos.

Repouso - A gônada mostra-se filiforme, translúcida, de

coloração rósea e de superfície brilhante, apresentando deli-
cados vasos sangüíneos na superfície.

Microscopicamente, são observados a albugínea, o teci-
do interlobular e os lóbulos. Os lóbulos são pequenos e con-
têm na sua parede as espermatogônias.

Maturação - É o estágio mais prolongado. Os testícu-
los tornam-se opacos e de coloração branco leitosa, aumentan-
do paulatinamente de diâmetro e, aos poucos, ganhando consis-
tência fluída; na superfície são observados raros vasos san-
güíneos. No final da maturação, pressionando levemente o abdô-
men, o sêmen flui pela papila urogenital.

Histologicamente, nota-se uma redução gradativa do te-
cido interlobular. Na periferia do lóbulo são observadas es-
permatogônias e, mais internamente, são encontrados os cis-
tos principalmente de espermatócitos primários e, ocasional-
mente, secundários e espermatídes. Em machos em fase adianta-
da de maturação, são observados cistos de espermatozóides na
parede tubular e espermatozóides livres no lúmen dos lóbu-
los, além das células acima descritas. (Fig. 1F)

Maduro - Os testículos ocupam quase toda a cavidade ab-
dominal, são opacos e a coloração anterior é substituída por
branco-rosado, devido a intensa vascularização superficial.
O esperma flui espontaneamente, bastando para isso manusear
o animal.

Microscopicamente, o início deste estágio lembra o fi-
nal do anterior. A túnica albugínea é fina, o tecido conjun-
tivo interlobular é escasso e, na maioria das vezes, é incom-
pleto. O lúmen dos lóbulos apresenta-se dilatado, preenchi-
do quase que totalmente por espermatozóides (Fig. 1G). Notam-
-se ainda cistos em diferentes fases de diferenciação, predo-
minando os de espermatídes. Algumas espermatogônias podem
ser vistas nas paredes tubulares.

Esgotado - A gônada diminui sensivelmente em tamanho,
mostra-se flácida e de coloração rósea intensa, devido ao
rompimento de vasos sangüíneos. A região anterior é mais es-
pessa que a posterior devido ao fato de o esperma não ter si-
do totalmente eliminado.

A nível de microscopia óptica, observa-se uma desorga-
nização da estrutura. A albugínea e o tecido interlobular
tornam-se bastante espessados. Os lóbulos apresentam diâme-
tro reduzido, com grande quantidade de espermatogônias na pe-
riferia e alguns cistos com poucas espermatídes. Cistos de
espermatócitos não foram observados, mas, na luz de alguns
túbulos, estão presentes quantidades variáveis de espermato-
zóides (Fig. 1H). De modo geral, foi verificada a presença
de acúmulos de sangue nos tecidos, extravasados dos vasos
sangüíneos.

2. Ovários

Os ovários de *Prochilodus scrofa* são pares, alongados
e achatados no sentido dorso-ventral e situam-se ventralmen-

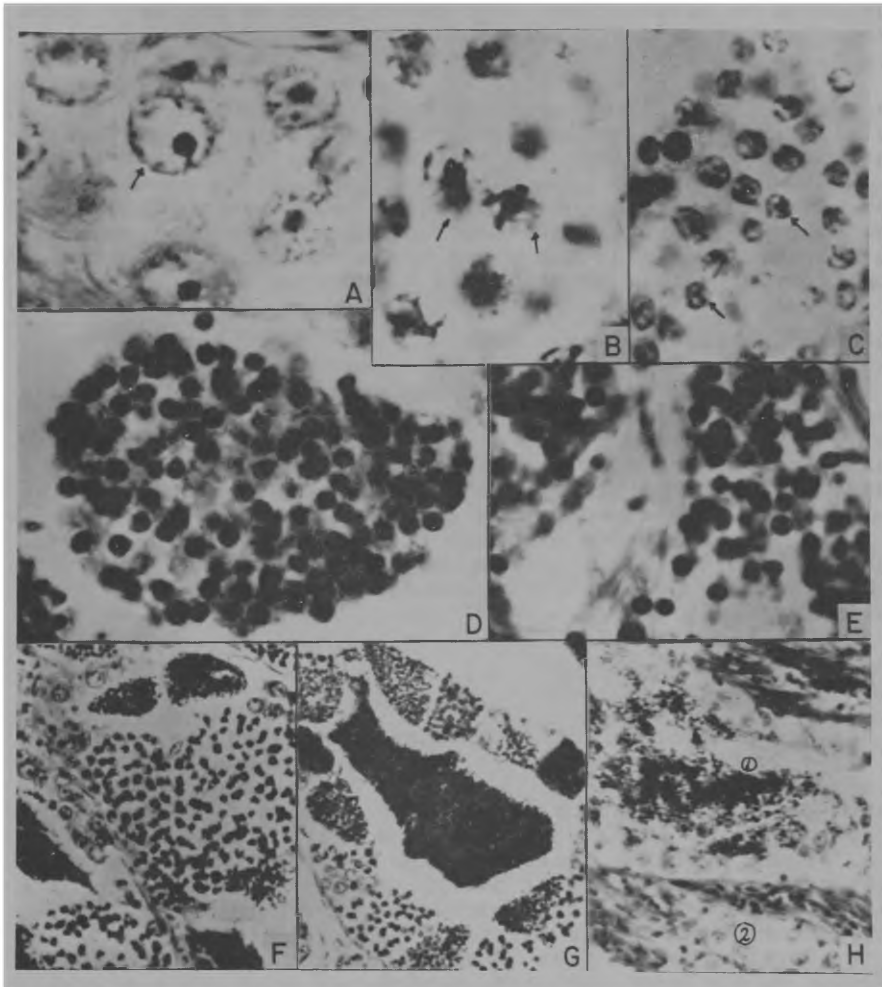


Figura 1 - Corte transversal de testículos de *Prochilodus scrofa*. A) Espermatogônias, HE, 1875x. B) Espermatócitos primários, HE, 1875x. C) cisto de espermatócitos secundários, HE, 1875x. D) Cisto espermático, HE, 1875x. E) Espermatozoides, HE, 1875x. F) Testículo em maturação: cistos em diferentes fases de desenvolvimento; HE, 375x. G) Túbulos seminíferos grande quantidade de espermatozoides livres no lúmen e vários cistos na parede, HE, 375x. H) Esgotado: espermatozoides residuais 1 e espermatogônias 2, HE, 375x.

te ao rim e à vesícula gasosa. São unidades distintas que se adelgaçam na porção final e ao mesmo tempo se fundem para dar origem ao oviduto; este é um ducto delgado, o qual se abre na papila urogenital por onde são eliminados os óvulos.

Microscopicamente a gônada é envolvida por uma camada de tecido conjuntivo denso, que constitui a túnica ovariana ou albugínea. Este tecido conjuntivo emite projeções para o interior do órgão, formando septos ou lamelas ovulíferas que sustentam as células germinativas em diferentes fases de desenvolvimento, sendo que os ovócitos mais desenvolvidos ficam na região central e os menos desenvolvidos na periferia do ovário. As células que podem ser encontradas são: ovócitos I, ovócitos II, ovócitos III e ovócitos IV.

Ovócitos na Fase I

São células pequenas, agrupadas em ninhos e imersas nas lamelas ovulíferas. O núcleo é volumoso, de aspecto claro, com a cromatina frouxa distribuída irregularmente em pequenas partículas e apresenta um nucléolo proeminente, fortemente basófilo, geralmente em posição excêntrica. O citoplasma é escasso, de aspecto floculento e com leve basofilia.

Na periferia dos ovócitos I, são encontradas células cubóides com núcleos ligeiramente achatados e de cromatina frouxa, são as células foliculares, constituindo a camada folicular. (Fig. 2A)

Ovócitos na Fase II

São células de forma poliédrica, maiores que os ovócitos I e de tamanhos variados. O núcleo é grande e de aspecto claro, apresenta numerosos nucléolos acidófilos, freqüentemente dispostos próximos ao envoltório nuclear. O citoplasma é abundante, de aspecto granuloso, e exibe intensa basofilia. Alguns ovócitos mostram no seu citoplasma uma condensação localizada de material citoplasmático, freqüentemente mais próximo ao envoltório nuclear, que é denominada núcleo vitelínico ou corpos de Balbiani. (Fig. 2B)

Os ovócitos na fase II estão envoltos por numerosas células foliculares ovaladas. O núcleo é achatado com a cromatina disposta junto ao envoltório nuclear. O citoplasma é escasso e apresenta ligeira basofilia (Fig. 2C)

Ovócitos na Fase III

São células grandes, arredondadas, o núcleo é volumoso com nucléolos basófilos, em menor quantidade que nos ovócitos II. O citoplasma é mais abundante que nos ovócitos II. Nesta fase, são observadas vesículas vitelínicas, localizadas na periferia da célula; a quantidade destas vesículas varia de acordo com a maturação do ovócito. (Fig. 2D)

Entre o ovócito e a camada folicular observa-se uma zona acelular, acidófila de aspecto homogêneo correspondente

à zona pelúcida ou radiata. (Fig. 2E).

A camada folicular também chamada de granulosa é constituída de células achatadas com núcleos pequenos e intensamente corados. Nos ovócitos III mais desenvolvidos, a camada granulosa apresenta células cubóides com núcleos ovalados, de aspecto claro e cromatina finamente distribuída em finas partículas (Fig. 2E). Nesta fase, verifica-se a presença de algumas células com um núcleo grande, achatado, claro e pobre em cromatina, na superfície externa da camada folicular, formando a teca (Fig. 2E).

Ovócitos na Fase IV

São as maiores células observadas no ovário. O citoplasma apresenta-se repleto de grânulos de vitelo, que são acidófilos. De modo geral, o núcleo não foi visualizado. Em alguns ovócitos foi vista uma área de aspecto hialino, levemente basófila e de contornos irregulares, delimitada por grânulos de vitelo. (Fig. 2F)

Nesta fase do ovócito, a zona pelúcida, a camada granulosa e a teca apresentam as características descritas para os ovócitos III em fase adiantada de desenvolvimento.

O ciclo reprodutivo em fêmeas adultas de *Prochilodus scrofa* foi dividido em quatro estádios: repouso, maturação, maduro e esgotado, de acordo com as observações macroscópicas e microscópicas dos ovários.

Repouso - Nesta fase, os ovários são achatados, translúcidos, de coloração róseo-alaranjada e de superfície lisa e brilhante. Na superfície pode ser identificada pequena quantidade de capilares sangüíneos, entretanto, ovócitos ainda não são visualizados.

A nível de microscopia óptica, as lamelas ovulíferas apresentam ovócito I e II, com predominância de ovócitos na fase II.

Maturação - Os ovários neste estágio do ciclo são maiores em tamanho e de aspecto granuloso devido à presença de ovócitos que são visíveis a olho nu. A cor do órgão é cinza-alaranjada, podendo-se visualizar através da cápsula os ovócitos de coloração esverdeada, entremeados de alguns ovócitos de coloração branca. Neste período, a artéria ovariana mostra-se túrgida e proeminente.

Histologicamente as células predominantes são os ovócitos III, ocorrendo entretanto, ovócitos II e ocasionalmente I e IV. Nos ovários, em fase mais adiantada de maturação, verifica-se maior população de ovócito IV.

Maduro - Nas fêmeas maduras, a gônada apresenta seu tamanho máximo, ocupando quase completamente a cavidade abdominal. São visíveis através da cápsula os ovócitos de coloração cinza-esverdeada, os quais conferem ao ovário a mesma cor. A artéria ovariana mostra-se dilatada e na superfície do órgão observa-se grande quantidade de capilares sangüíneos.

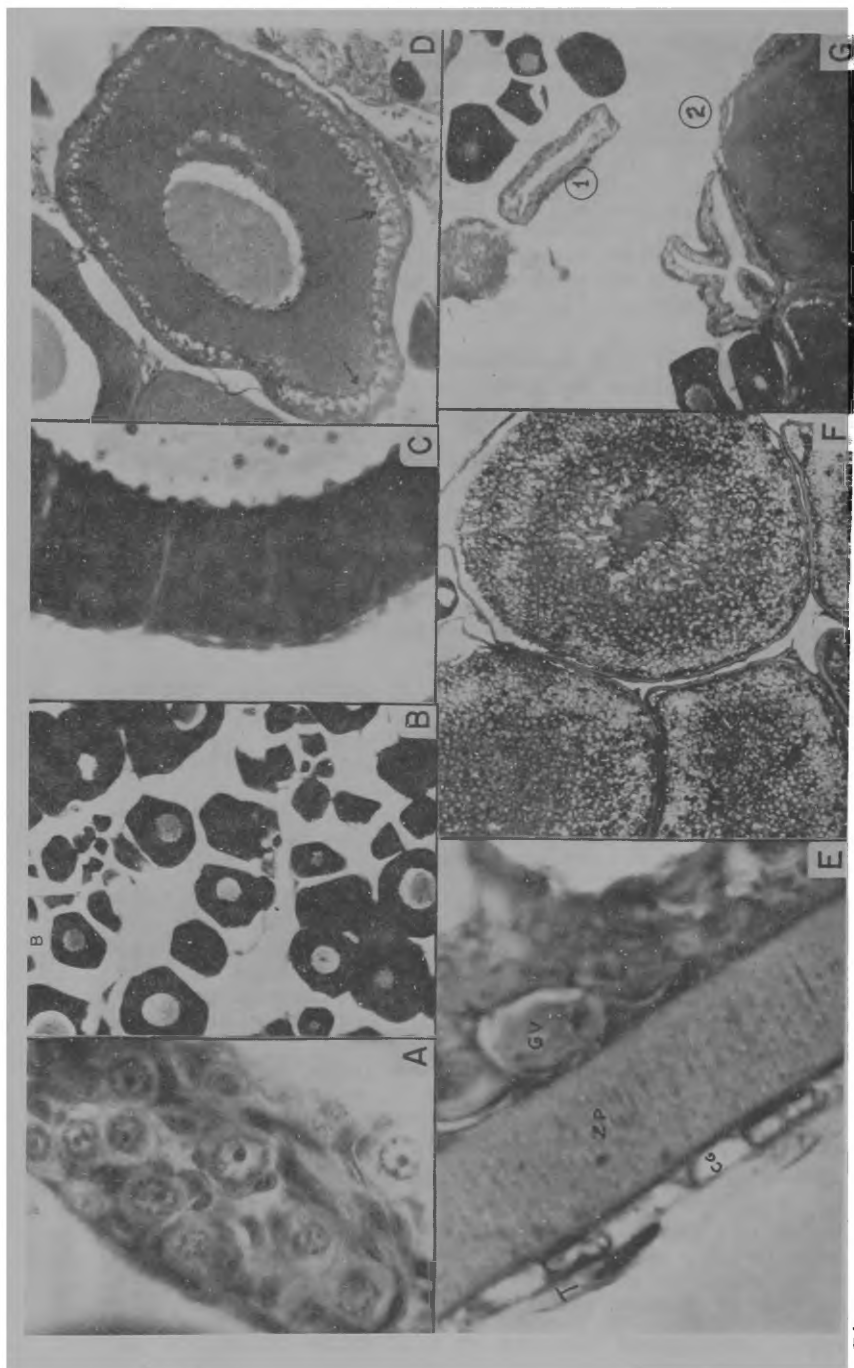


Figura 2 - Corte transversal de ovários de *Prochilodus scrofa*. A) Repouso; ovócitos I aglomerados, HE, 750x. B) Ovócitos II, nucléolos na periferia do núcleo, HE, 375x. C) Células foli-
culares envolvendo o ovócito, HE, 750x. D) Ovócito III, vesículas vitelínicas no citoplasma,
HE, 250x. E) Ovócito IV, grânulos de vitelo (GV), zona pelúcida (ZP) com estriações radiais,
camada granulosa (CG) e teça (T), HE, 1875x. F) Ovócito IV, citoplasma repleto de grânulos
de vitelo, HE, 250x. G) Ovário esgotado, folículos vazios 1 e atresícos 2, HE, 75x.

A papila urogenital apresenta-se dilatada.

Microscopicamente verifica-se a predominância de ovócitos IV; os ovócitos na fase III estão presentes em menor quantidade e os ovócitos I e II são mais raros.

Esgotado - Nesta fase os ovários são sensivelmente menores em tamanho, são flácidos, de coloração róseo-avermelhada e superfície de aspecto granuloso, devido à presença de óvulos residuais.

A papila urogenital apresenta-se bastante avermelhada e menos dilatada que na fase anterior.

A estrutura histológica ovariana mostra grande quantidade de folículos vazios e folículos em diferentes fases de atresia; ovócitos I e II também estão presentes (Fig. 2G). Observe-se ainda grande quantidade de sangue no interior do orgão, devido ao rompimento de vasos sanguíneos.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Para o desenvolvimento do presente trabalho, o ciclo reprodutivo de *Prochilodus scrofa*, machos e fêmeas adultos, foi considerado como formado por 4 estádios: repouso, maturação, maduro e esgotado. Porém, outros pesquisadores apresentaram outras classificações para este mesmo gênero, assim, Schubart (1947), baseando-se apenas em observações macroscópicas refere-se a dez estádios para fêmeas e oito para machos, posteriormente, Godoy (1959) considerou dez estádios, tanto para fêmeas quanto para machos e ainda em 1965 Pignatelli, baseado em estudos histológicos apresenta a mesma classificação de Godoy (1959).

As gônadas apresentam-se pouco desenvolvidas no estágio de repouso. Nos ovários predominam os ovócitos na fase II, enquanto que nos testículos são observadas espermatogônias em maior quantidade. No estágio de maturação, as gônadas mostram aumento gradativo de volume; nos ovários predominam os ovócitos na fase III e nos testículos são observados numerosos cistos em diferentes fases de desenvolvimento. Os resultados apresentados para repouso e maturação estão de acordo com os referidos por Caramashi (1979) e Andrade (1980).

Nos curimbatás maduros as gônadas atingem o volume máximo; os ovários estão repletos de ovócitos na fase IV e espermatozoides livres abundam no lúmen dos túbulos seminíferos. Descrição semelhante foi encontrada em Godinho (1972), Ruby & McMillan (1975) e Ferrari (1981).

Finalmente, no esgotado as gônadas sofrem diminuição de volume, em consequência da expulsão dos gametas. Nos ovários estão presentes folículos vazios e atresicos, além de ovócitos na fase I e II, o que está de acordo com a descrição de Agostinho (1979), enquanto que, nos testículos estão presentes espermatozoides residuais no lúmen dos túbulos seminíferos, da mesma forma descrita por Bisht (1974).

1. Testículos

A estrutura macroscópica e microscópica, bem como as modificações que ocorrem no testículo do curimatã durante o ciclo reprodutivo são semelhantes às encontradas na literatura por Turner (1919) em *Perca flavescens*, Ihering & Azevedo (1934) em *Prochilodus argenteus*, Jones (1940) em *Salmo salar*, Bowers & Holliday (1961) em *Clupea harengus*, Pignalberi (1965) em *Prochilodus platensis*, Lehri (1967) em *Clarias batrachus*, Dadzie (1969) em *Tilapia mossambica*, Ruby & McMillan (1970) em *Eucalia inconstans* e Bisht (1974) em *Schizothorax richardsonii*.

Microscopicamente, o aspecto morfológico do testículo, bem como as modificações que ocorrem no mesmo, durante o ciclo reprodutivo, são semelhantes às descrições feitas em outras espécies de teleosteos (Turner, 1919; James, 1946; Rai, 1965; Lehri, 1967; Bisht, 1974; Shrestha & Khanna, 1976; Andrade, 1980; Ferrari, 1981 e Coetzee, 1983).

A espermatogênese na espécie estudada ocorre, como em outros teleosteos, em cistos. No entanto, a presença de cistos de espermatozoides na fase adiantada do estágio de maturação e a ausência de espermátides na luz dos lóbulos dos testículos maduros indicam que a liberação dos espermatozoides para a luz dos lóbulos não deve ser imediata, ao final da espermiogênese. Essas observações sugerem que ocorre certo grau de maturação dos espermatozoides, ainda na forma de cistos. As células com aspecto de células de Sertoli, observadas na periferia dos cistos poderiam exercer função trófica sobre a espermatogênese e/ou a maturação dos espermatozoides e as células com aspecto de fibroblastos provavelmente pertencem ao tecido conjuntivo (Shrivastava, 1967 e Dadzie, 1969), e não ao tecido epitelial do lóbulo (Ruby & McMillan, 1970).

A constatação de espermatogônias nos testículos de peixes em todos os estádios do ciclo reprodutivo suporta o conceito de que as mesmas produzem, por multiplicação sucessivas e por diferenciação novas gerações de células seminais. Quanto ao aspecto e a localização das células da espermatogênese do curimatã são semelhantes às observadas na literatura (Turner, 1919; Jones, 1940; James, 1946; Shrivastava, 1967; Rastogi, 1968; Dadzie, 1969; Ruby & McMillan, 1970; Shrestha & Khanna, 1976; Andrade, 1980; Ferrari, 1981 e Coetzee, 1983).

Entretanto algumas espermátides apresentaram núcleos com cromatina disposta em "U" (Lehri, 1967) mas o seu significado não é claro. Os espermatozoides com cabeça arredondada estão de acordo com a fertilização externa dessa espécie (Grier, 1981).

2. Ovários

O aspecto macroscópico dos ovários de *Prochilodus scrofa* é semelhante aos descritos em *Huro salmoides* (James, 1946), em *Clupea harengus* (Bowers & Holliday, 1961), em *Pimeiodus maculatus* (Godinho, 1972), em *Tandanus tandanus* (Davis,

1977), em *Hoplias malabaricus* (Caramaschi, 1979) e em *Plecostomus commersonii* (Agostinho, 1979)

A morfologia microscópica dos ovócitos nas diferentes fases são semelhantes às encontradas na literatura. A divisão do desenvolvimento dos ovócitos em quatro fases: I, II, III e IV adotada neste trabalho é semelhante à de Hann (1927), James (1946), Godinho (1972), Paula Souza (1978) e Caramaschi (1979), mas na literatura há divisões diferentes (Yamamoto & Onozato, 1965; Agostinho, 1979; Pelizaro *et al.* 1981; Alves, 1982 e Coetzee, 1983), o que dificulta comparações com os resultados aqui obtidos. Histologicamente, os ovócitos de curimbatá nas diferentes fases são semelhantes às descrições encontradas na literatura (James, 1946; Lehri, 1968; Agostinho, 1979 e Alves, 1982).

A observação de ovócitos I nos ovários de fêmeas em todos os estádios estudados permitem supor que os mesmos sejam fonte de novas gerações de células sexuais femininas.

O núcleo vitelínico descrito em várias espécies de peixes (Bara, 1960; Sathyanesan, 1962; Yamamoto & Yamazaki, 1961; Agostinho, 1979 e Alves, 1982) foi observado nos ovócitos II de *Prochilodus scrofa*, mas o seu significado fisiológico necessita ser esclarecido.

Quanto aos envoltórios foliculares dos ovócitos III e IV do curimbatá apresentaram as três camadas: zona pelúcida, zona folicular e teca já descritos em outras espécies (Khanan & Pant, 1967; Lehri, 1968; Godinho, 1972 e Paula Souza, 1978). A camada folicular apresenta núcleos achatados ou ovalados, de acordo com o desenvolvimento do ovócito. Segundo Hoar (1969) esta modificação da forma dos núcleos é decorrente de atividade glandular das células foliculares na deposição de vitelo. A zona pelúcida apresentou espessura com evidentes estrias radiais nos ovócitos IV, resultado concorde com os de Caramaschi (1979) e Alves (1982). Externamente à teca foram encontradas algumas células grandes e globosas correspondentes às células especiais da teca, as quais foram consideradas com possível função endócrina de síntese de esteróides (Harvey & Hoar, 1979).

Folículos vazios e folículos atrésicos observados nos ovários de fêmeas esgotadas são semelhantes aos descritos em outras espécies (Bara, 1960; Bowers & Holliday, 1961; Lehri, 1968; Paula Souza (1978), Caramaschi (1979) e Barbieri; Barbieri; Marins (1981), no entanto foi possível verificar que atresia folicular no curimbatá ocorre principalmente nos ovócitos na fase IV, mas também nos ovócitos II e III.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A. 1979. Reprodução em fêmeas de *Plecostomus commersonii* (Valenciennes, 1840) (Osteichthyes, Loricariidae) e suas relações com fatores abióticos. Tese de Mestrado, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 79p.
- ALVES, M.M. 1982. Rítmo de desenvolvimento dos ovócitos da

- Tilapia do Nilo, Sarotherodon niloticus* (Loushin, 1977) (Pisces, Cichlidae). Estudo morfológico, morfométrico e histoquímico. Trabalho de graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP - Campus de Jaboticabal, Jaboticabal. 73p.
- ANDRADE, D.R. 1980. *Variação cíclica anual da espermatogênese em Leporinus silvestrii* (Boulenger, 1902). Peixe teleosteo. Tese de Mestrado, Departamento de Morfologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 87p.
- ANTONIUTTI, D.M. 1981. *Estrutura da população, reprodução e crescimento do cascudo Plecostomus albopunctatus*, Regan, 1908 (*Osteichthyes, Loricariidae*), do Rio Jaguari, São Paulo, Brasil, Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 125p.
- 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(1-2):49-91.
- BARBIERI, M.C.; BARBIERI, G.; MARINS, M. de A. 1981. Sobre a anatomia e histologia de ovário de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) na Represa do Lobo, Estado de São Paulo. *Rev. bras. Biol.*, 41:163-8.
- BEACH, A.W. 1959. Seasonal changes in the cytology of the ovary and of the pituitary gland of the gold fish. *Can. J. Zool.*, 37:615-25.
- BEHMER, O.A.; TOLOSA, E.M.C. dos; FREITAS NETO, A.G. 1976. *Manual de técnicas para histologia normal e patológica* 240p. Edart/edUSP. São Paulo.
- BISHT, J.S. 1974. Seasonal histological changes in the testes or a hill-stream teleost, *Schizothorax richardsonii* (Gray/Hard) *Acta anat.*, 88:398-410.
- BOWERS, A.B. & HOLLIDAY, F.G.T. 1961. Histological changes in the gonad associated with the reproductive cycle of the herring (*Clupea harengus* L.) *Mar. Res.*, 5:3-16.
- CARAMASCHI, E.M.P. 1979. *Reprodução e alimentação de Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) na Represa do Rio Pardo (Botucatu, SP) (*Osteichthyes, Cyprinoformes, Erythrinidae*). Tese de Mestrado, Departamento de Ciências Biológicas. Universidade Federal de São Carlos - São Paulo, 44p.
- COETZEE, P.S. 1983. Seasonal histological and macroscopic changes in the gonads of *Cheimerius nufar* (Ehrenberg, 1820) (Sparidae: Pisces). *S. Afr. J. Zool.*, 18(2):76-88.
- DADZIE, S. 1969. Spermatogenesis and the stages of maturation in the male cichlid fish *Tilapia mossambica*. *J. Zool.*, London, 159:399-403.
- DAVIS, T L.O. 1977 Reproductive biology of the fresh water catfish, *Tandanus tandanus* Mitchell in the Gwyder River, Australia. I - Structure of the gonads. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 28(2):139-58.
- EGGERT, B. 1931. Die geschlechtsorgane der Gobbiiformes and Blenniiformes. *Z. wiss. Zool.*, 139:249-558.
- FERRARI, O. 1981. *Variação sazonal da espermatogênese em traíra Hoplias malabaricus*. Bloch 1794 Peixe, teleosteo. Tese de Mestrado, Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 74p.

- GODINHO, H.M. 1972. *Contribuição ao estudo do ciclo reprodutivo de Pimelodus maculatus Lacépède, 1803 (Pisces, Siluridae) associado a variações morfológicas do ovário e a fatores abióticos*. Tese de doutoramento, Departamento de Histologia e Embriologia, Instituto de Ciências Biomédicas. Univ. S. Paulo. São Paulo. 94p.
- GODOY, M.P. de 1959. Age, growth, sexual maturity, behavior, migration, tagging and transplantation of the curimbatã (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) of the Mogi Guassu river, São Paulo state, Brasil. *An. Acad. bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, 31(3):447-77
- GODOY, M.P. de 1975. *Peixes do Brasil: subordem Characoidei, Bacia do Rio Mogi Guassu*. v.4, p. VIII, 629-847 Ed. Franciscana. Piracicaba.
- GRIER, H.J. 1976. Sperm development in the teleost *Oryzias latipes*. *Cell Tiss. Res.*, Berlin, 168:419-32.
- GRIER, H.J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *Amer. Zool.*, New York, 21:345-57
- GRIER, H.J.; FITZSIMONS, J.M.; LINTON, J.R. 1978. Structure and ultrastructure of the testis and sperm formation in goodeid teleosts. *J. Morph. Physiol.*, 156:419-38.
- HANN, H.W. 1927. The history of the germ cells of *Cottus bairdii* Girard. *J. Morph.*, 43(2):427-97.
- HARVEY, B.J. & HOAR, W.S. 1979. *The theory and practice of induced breeding in fish*. Ottawa, Ont., IDRC-TS 21. 48p.
- HOAR, W.S. Reproduction. In: HOAR, W.S. & RANDALL, D.J. 1969. *Fish physiology*. v.3, p. 1-72. Academic Press, London.
- IHERING, R. von & AZEVEDO, P. de 1934. A curimatã dos águas nordestinos *Prochilodus argenteus*. *Arch. Inst. Biol.*, 5:143-84.
- JAMES, M.F. 1946. Histology of gonadal changes in the blue-gill, *Lepomis macrochirus* rafinesque, and the largemouth bass *Huro salmoides* (Lacépède) *J. Morph. Physiol.*, 79:63-89.
- JONES, J.W. 1940. Histological changes in the testis in the sexual cycle of male salmon parr (*Salmo salar* L. juv.) *Proc. Roy. Soc.*, 128:499-509.
- KHANNA, S.S. & PANT, M.C. 1967. Seasonal changes in the ovary of sisorid catfish, *Glyptosternum pectinopterus*. *Co-peia*, 1:83-8.
- LEHRI, G.K. 1967. The annual cycle in the testis of the catfish *Clarias batrachus* L. *Acta. Anat.*, 67:135-54.
- LEHRI, G.K. 1968. Cyclical changes in the ovary of the catfish *Clarias batrachus* (Linn.) *Acta Anat.*, 69:105-24.
- MENDOZA, G. 1943. The reproductive cycle of the viviparous teleost, *Neotoca bilineata*, a member of the family Goodeidae. IV The germinal tissue. *Biol. Bull.*, 84:87-97.
- MOISEYEVA, Y.B. & PONOMAREVA, V.P. 1973. Histophysiological characteristics of the testes and seminal vesicles of the "round goby" (*Gobius melanostomus* (Pallas)) in different stages of the sexual cycle. *J. Ichthyol.*, 13(3):368-81.
- MORAIS FILHO, M.B. & SCHUBART, O. 1955. Contribuição ao estudo do dourado *Salminus maxillosus* Val. do Rio Mogi Guassu

- (Pisces, Characidae) 131p. Ministério da Agricultura, Divisão de Caça e Pesca, São Paulo.
- NAIR, P.V. 1966. Studies on the male reproductive system of some siluroid fishes (*Rita rita* and *Mystus vitattus*) *Indian J. Zool.*, 4:37-62.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. Trad. L. Bir - kett., 352p. Academic Press, London.
- PAULA-SOUZA, G. de 1978. *Reprodução de Rhamdia branneri Hase man, 1911 (Pisces, Siluriformes) e suas relações com fatores abióticos*. Tese de Mestrado, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 66p.
- PELIZARO, M.G. et al. 1981. Rhythm of development in the oocyte of the tambiu *Astyanax bimaculatus* (Reinhardt, 1874) (Pisces:Characidae) A morphometric and histochemical study. *Arch.Biol.*, 92:415-31.
- PIGNALBERI, C.T. 1965. Evolución de las gonadas en *Prochilodus plantensis* y ensayo de clasificación de los estados sexuales (Pisces, Characidae) In: Anais Congresso Latino-Americano de Zoologia, 2:203-8.
- RAI, B.P. 1965. Cyclical changes in the testis of the mahaseer, *Barbus tor* (Tortor) *Acta anat.*, 62:461-75.
- RASTOGI, R.K. 1968. Histology and seasonal changes of the spermary of the garfish *Xenentodon cancila*. *Anat.Anz.*, 122:353-66.
- ROSA JUNIOR, H. & SCHUBART, O. 1945. Anotações sobre a biologia do curimatã (*Prochilodus*) do rio Mogi-Guaçu, SP. *Rev. bras. Biol.*, 5(4):541-55.
- RUBY, S.M. & McMILLAN, D.B. 1970. Cyclic changes in the testis of the brook stickleback *Eucalia inconstans* (Kirtland). *J.Morph.Physiol.*, 131(4):447-65.
- RUBY, S.M. & McMILLAN, D.B. 1975. The interstitial origin of germ cells in the testis of the stickleback. *J.Morph.Physiol.*, Philadelphia, 145:295-318.
- SATHYANESAN, A.G. 1962. The ovarian cycle in the catfish *Mystus seenghala* (Sykes). *Proc.Nat.Inst.Sci.India*, 28(6):497-506.
- SCHUBART, O. 1947. A classificação dos estados sexuais do curimatã, *Prochilodus scrofa*. *Bolm Min.Agric.*, Rio de Janeiro, 36(7/12):1-13.
- SHANBHAG, A.B. & NADKARNI, V.B. 1979. Histological and histochemical studies on the testicular cycle of a fresh water teleost *Channa gachua* (Hamilton). *Anat.Anz.*, 146:381-9.
- SHRESTHA, T.K. & KHANNA, S.S. 1976. Histology and seasonal changes in the testes of a hill-stream fish *Schizothorax plagiostomus*. *J.Mikrosk Anat.Forsch.*, 90(4):749-61.
- SHRIVASTAVA, S.S. 1967. Histomorfology and seasonal cycle of the spermary and sperm duct in a teleost *Notopterus notopterus* (Pallas). *Acta Anat.*, 66:133-60.
- SIMON, J. 1844. On the comparative anatomy of the thyroid gland. *Phil.Trans.Roy Soc.*, 134:295-303.
- TURNER, C.L. 1919. The seasonal cycle in the spermary of the perch. *J.Morph.*, 32:681-711.
- WEISEL, G.F. 1949. The seminal vesicles and testes of *Gillichthys*, a marine teleost. *Copeia*, 2:101-10.

- YAMAMOTO, K. & ONOZATO, H. 1965. Electron microscope study on the growing oocyte of the goldfish during the first growth phase. *Mem.Fac.Fish.Hokkaido Univ.*, 13:79-106.
- YAMAMOTO, K. & YAMAZAKI, F. 1961. Rhythm of development in the oocyte of the goldfish, *Carassius auratus*. *Bull.Fac.Fish.Hokkaido Univ.*, 12:93-110.

