

# BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *RHINELEPIS ASPERA* (AGASSIZ, 1829) (TELEOSTEI, LORICARIIDAE) NO RIO PARANAPANEMA. I. ESTRUTURA DOS TESTÍCULOS E ESCALA DE MATURIDADE

ANGELO A. AGOSTINHO\*, MARILENE C. BARBIERI\*\*,  
CARLOS S. AGOSTINHO\* e GERALDO BARBIERI\*\*

\* Universidade Estadual de Maringá, DBI - Cx. Postal 331 - 87100 - Maringá - PR

\*\*Universidade Federal de São Carlos - SP

(Com 3 figuras)

## RESUMO

A morfologia geral e histologia dos testículos de *R. aspera* foram descritas.

Os testículos são estruturas pares, alongadas, compostas de um sistema anastomosado de túbulos seminíferos. A espermatogênese segue o padrão cístico comum aos teleosteos. As espermatogônias estão distribuídas ao longo de todo o comprimento dos túbulos seminíferos.

São reconhecidos e descritos cinco estádios distintos de maturação dos testículos. São eles: imaturo, repouso, maturação, reprodução e esgotado. Estes estádios são caracterizados macro e microscopicamente e pelo índice gônado-somático.

*Palavras-chave:* Loricariidae, Espermatogênese, Reprodução, *Rhinelepis aspera*.

## ABSTRACT

**The reproductive biology of the *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829)  
(Teleostei, Loricariidae) in the Paranapanema river.  
Structure of the testis and stages of maturation**

The general morphology and histology of the armoured catfish testis *R. aspera* were described.

They are a pair of elongated structures composed of an anastomosing system of seminiferous lobules. Spermatogenesis follows the cystic common pattern in teleost. The spermatogonia is distributed along the entire length of the testicular tubules.

Five distinct stages of maturation on the testis have been recognized and described: immature, resting, maturation, reproduction and spent. These stages are characterized macro and microscopically, and by the gonadosomatic index.

*Key-words:* Loricariidae, Spermatogenesis, Reproduction, *Rhinelepis aspera*.

## INTRODUÇÃO

O cascudo-preto *Rhinelepis aspera* tem ocorrência registrada nas bacias dos rios São Francisco, Prata e alguns cursos d'água da costa leste brasileira.

Recebido em 11 de junho de 1986  
Aceito em 15 de janeiro de 1987  
Distribuído em 31 de agosto de 1987

1992

As informações acerca da biologia desta espécie são, entretanto, escassas. Estas estão restritas aos trabalhos de Angelescu e Gneri (1949) que analisaram o seu hábito alimentar juntamente com o de outros loricarídeos, os de Monteiro (1963, 1965a) sobre sua contribuição na produção pesqueira do Rio Piracicaba-SP, e o de Monteiro (1956b) relatando caso de albinismo.

Neste trabalho é descrita a morfologia macro e microscópica dos testículos em diferentes fases de desenvolvimento e proposta uma escala de maturidade gonadal.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares foram capturados mensalmente com redes de espera e tarrafas durante o período de maio de 1980 a maio de 1981, no Rio Paranapanema (23°38'S, 51°25'W).

Após o registro dos dados biométricos de cada exemplar (comprimento em centímetros e peso em gramas), estes foram submetidos a incisão ventral e dissecação, sendo os testículos descritos quanto à forma, coloração, irrigação, consistência, transparência e relação com as demais vísceras. Estas gônadas foram então removidas, pesadas e fixadas em solução aquosa de Bouin por período não superior a oito horas, sendo em seguida lavadas em álcool 70°GL e submetidas aos tratamentos histológicos de rotina. Cortes da região cefálica, média e caudal dos testículos foram corados pelo método da Hematoxilina-Eosina.

O Índice Gônado-Somático (IGS), entendido como o percentual que o peso da gônada representa do peso total, foi calculado e também utilizado na caracterização dos estádios de maturação. Os pesos das gônadas de um mesmo estágio foram relacionados aos pesos dos exemplares correspondentes visando estabelecer a influência do crescimento corpóreo sobre o gonadal.

## RESULTADOS

### a) *Morfologia Geral*

Os testículos são órgãos pares e achatados, estendendo-se ao longo de toda a cavidade visceral. Presos ao celoma dorsal pelo mesórquio, ocupam posição mediana em relação a bexiga natatória, que nesta espécie tem forma de U, com vértice cruzando a sua porção ventro-posterior. Mostram denteações nas margens externas que se acentuam com a maturação. Nos maduros, apresentam enrugamentos ou dobras transversais que lhes dão a aparência lobulada. Os ductos espermáticos localizados medianamente, fundem-se no quinto caudal, abrindo-se posteriormente na papila urogenital.

Cortes histológicos dos testículos mostram uma túnica albugínea sob delgado mesórquio. A túnica albugínea, rica em fibras elásticas e musculares tem espessura relacionada ao estágio de desenvolvimento da gônada e emite delgadas projeções para o interior do órgão, delimitando cada túbulo seminífero. Os túbulos seminíferos constituem um emaranhado complexo de canalículos com percurso muito sinuoso e anastomoses freqüentes, abrindo-se nos ductos espermáticos medianos. São envoltos por células limitrofes, geralmente com núcleos alongados e espaçados entre si, e repousam sobre a membrana basal. Internamente são revestidos por células germinativas isoladas ou agregadas. Os agregados de células germinativas são envolvidos por células císticas que os sustentam e delimitam. O túbulo seminífero pode apresentar grupos de células germinativas em diferentes fases espermatogênicas, porém cada cisto as apresentam na mesma fase. Nos espaços entre três ou mais túbulos podem ser observadas células intersticiais vacuoladas, além de vasos sanguíneos. Os ductos espermáticos são envoltos por espessa camada de tecido conjuntivo frouxo e revestido internamente por uma camada de células epiteliais do tipo cuboidal. Estas células mostram notáveis modificações na altura, tamanho e posição de seus núcleos, conforme a fase reprodutiva em que se encontram os testículos. Assemelham-se na forma e tamanho do núcleo às células císticas, que também sofrem alterações morfológicas cíclicas (Fig. 1C).

### b) *Células Germinativas*

Em *R. aspera* cinco fases da espermatogênese foram reconhecidas (Fig. 1):

(1) *Espermatogônias Primárias*. São células esféricas e volumosas, constituindo-se nas maiores encontradas no testículo. Ocorrem isoladamente em todos os estádios de desenvolvimento gonadal. Têm núcleo esférico com diâmetro médio de  $7,5 \pm 1,0 \mu\text{m}$ , nucleoplasma hialino, nucléolo único e geralmente excêntrico. A cromatina dispõe-se em filamentos radiais a partir do núcleo e em pequenos grumos junto à membrana nuclear. O citoplasma, pouco distinto, tem pequena afinidade por corantes.

(2) *Espermatogônias Secundárias*. Menores que as anteriores, formam, geralmente, grupos em número variável na secção, chamados cistos. Núcleo esférico com diâmetro médio de  $5,2 \pm 0,9 \mu\text{m}$  e com maior afinidade por corantes. Nucléolo geralmente único e cromatina finamente granulada formando pequenos grumos na face interna da membrana nuclear. Citoplasma hialino e de contorno irregular. É especialmente freqüente na pós-desova.

(3) *Espermatócitos*. Estas células apresentam diâmetro nuclear médio de  $3,8 \pm 0,5 \mu\text{m}$  em cistos. A cromatina é muito condensada, ocupando virtualmente todo o núcleo. O nucléolo e o citoplasma hia-

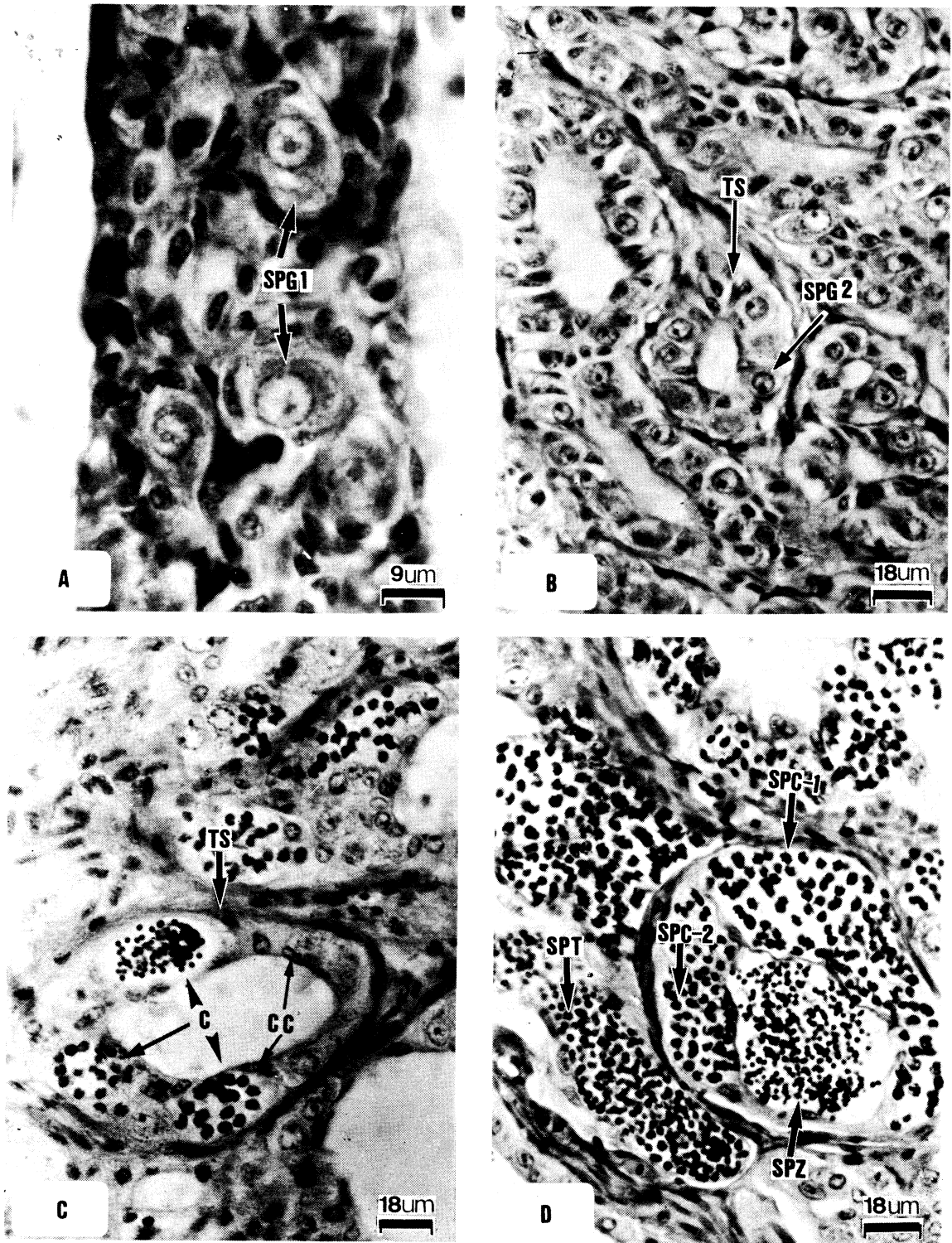


Fig. 1 - Fases da espermatogênese em testículos de *R. aspera*. A. espermatogônia primária (SPG1); B. túbulos seminíferos (T.S.) mostrando espermatogônias secundárias (SPG); C. túbulos seminíferos mostrando cistos de células germinativas (c) e células císticas (c.c.); D. cistos apresentando espermatócitos primários (SPC1), espermatócitos secundários (SPC2), espermátides (SPT) e espermatozoides (SPZ).

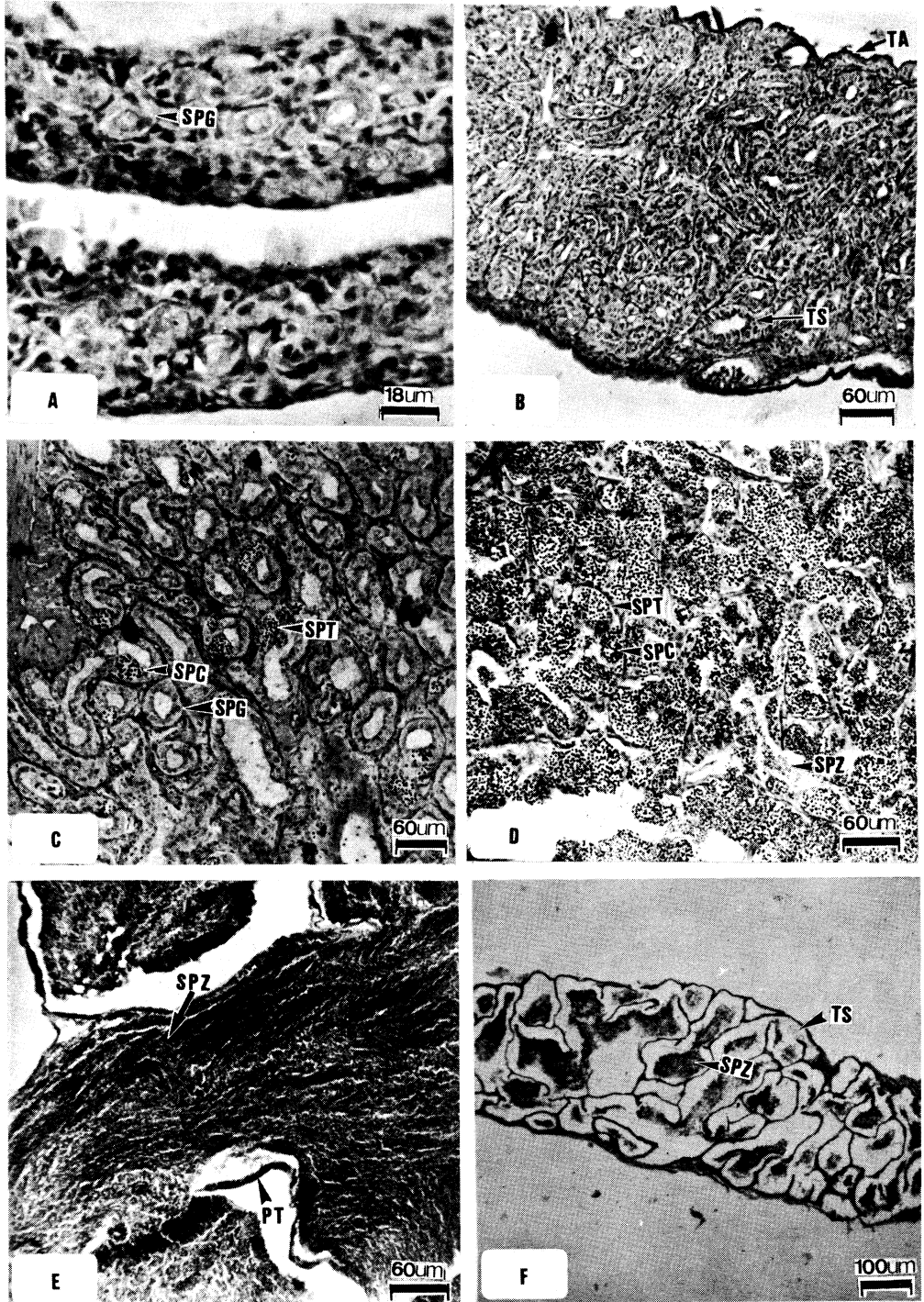


Fig. 2 - Estádios de desenvolvimento dos testículos de *R. aspera*. A. imaturo; B. repouso; C. maturação I; D. maturação II; E. reprodução; F. esgotado (PT = parede do túbulo seminífero; SPG = espermatogônia; SPC = espermatócito; SPT = espermátide; SPZ = espermatozói; TA - túnica albugínea; TS = túbulo seminífero).

lino são indistintos. As áreas claras do núcleo são restritas.

(4) *Espermátides*. Originadas dos espermatócitos permanecem contidas em cistos. São esféricas e apresentam cromatina muito condensada. O diâmetro nuclear médio é de  $2,2\mu\text{m}$ . O citoplasma não tem contorno distinto.

(5) *Espermatozóides*. Estas células são as menores entre as de linhagem germinativa presentes no testículo (diâmetro médio de  $1,4\mu\text{m}$ ). A cromatina, muito condensada, cora-se intensa e homoganeamente. Ocorrem em grande número no lúmen dos túbulos.

### c) Escala de maturidade

Cinco estádios de maturação gonadal são reconhecidos. As características histológicas destes estádios são apresentadas na Fig. 2. O Índice Gônado-Somático, também usado na caracterização dos estádios, assim como os dados da regressão entre o peso das gônadas e o peso total são mostrados na Tabela I e Fig. 3.

(1) *Imaturo*. Os testículos têm forma de fita estreita e são transparentes. Têm margens medianas, onde encontram-se os ductos espermáticos, ligeiramente espessados. As margens externas são retilíneas. A nível microscópico mostram túbulos seminíferos delgados ( $\pm 18\mu\text{m}$ ) que apresentam, na secção, uma ou duas espermatogônias. O tecido conjuntivo intertubular é abundante, a túnica albugínea estreita e a delimitação dos túbulos precária.

(2) *Repouso*. As margens externas dos testículos apresentam pequenas denteações e os ductos espermáticos são conspícuos. A análise histológica revela túbulos seminíferos com diâmetros considera-

velmente maiores que os do estágio anterior ( $45,0 \pm 15,0\mu\text{m}$ ). Neles são registradas espermatogônias primárias e secundárias, além das células císticas. O tecido conjuntivo intertubular é escasso. O Índice Gônado-Somático médio (IGS) para este estágio é de  $0,053 \pm 0,002$ .

(3) *Maturação*. Os testículos apresentam-se de esbranquiçados a leitosos e mostram dobras transversais que tendem a se acentuar durante o processo. As notáveis modificações pelas quais passam os testículos neste estágio permitem dividi-lo em dois subestádios:

• *Maturação I*. Testículos translúcidos, esbranquiçados, com pequenas dobras. Túbulos seminíferos com até  $50\mu\text{m}$  de diâmetro. Neles são observados, além de espermatogônias, alguns cistos com

TABELA I

Valores dos coeficientes angulares (B) das regressões entre o peso dos testículos e o peso total, seus intervalos de confiança ( $t.s.\bar{x}$ ) e dos coeficientes de correlação linear (r)

Estádio	N	B $\pm t.s.\bar{x}$	r	Sub-estádio	B $\pm t.s.\bar{x}$
Repouso	366	$0,0006 \pm 0,0001$	0,82		
Maturação	56	$0,0026 \pm 0,0008$	0,59	I	$0,0012 \pm 0,0001$
				II	$0,0041 \pm 0,0006$
Reprodução	86	$0,0254 \pm 0,0025$	0,59	I	$0,0152 \pm 0,0010$
				II	$0,0245 \pm 0,0013$
				III	$0,0421 \pm 0,0065$
Esgotado	165	$0,0038 \pm 0,0004$	0,59	I	$0,0090 \pm 0,0006$
				II	$0,0052 \pm 0,0003$
				III	$0,0019 \pm 0,0002$

N = número de exemplares

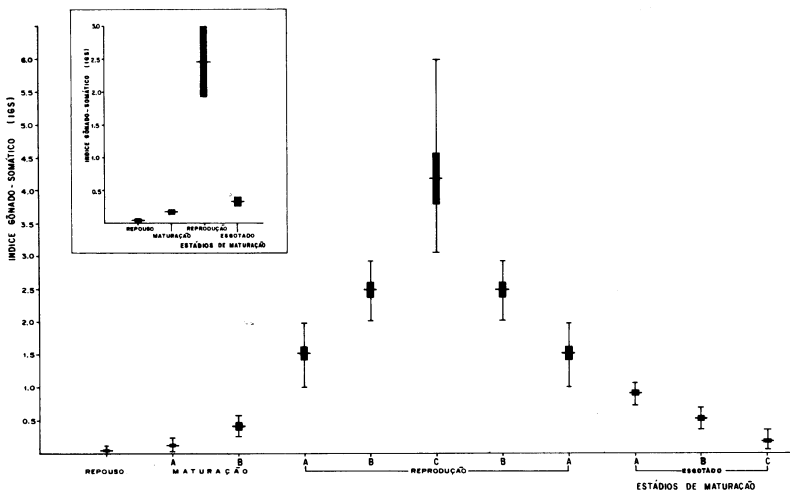


Fig. 3 - Valores médios do IGS (linhas horizontais centrais), seus intervalos de confiança a 95% (barras verticais) e amplitudes de variação (linhas verticais) para os estádios de desenvolvimento dos testículos de *R. aspera*.

espermatócitos e espermatídes. São nos demais aspectos microscópicos, similares ao repouso. O  $\overline{IGS}$  é de  $0,114 \pm 0,088$ .

● **Maturação II.** Testículos com comprimentos que ultrapassam o da cavidade visceral e suas dobras transversais tornam-se mais pronunciadas. São translúcidos, esbranquiçados e seus ductos espermáticos apresentam-se mais opacos e leitosos, destacando-se do restante das gônadas. O sêmen pode ser extruído sob vigorosa pressão no ventre do animal. O diâmetro dos túbulos seminíferos alcança  $75 \mu\text{m}$ . Neles podem ser constatados, além das fases espermatogênicas referidas anteriormente, espermatozoides livres no lúmen dos túbulos e dos ductos espermáticos. As células císticas têm núcleo pequeno e geralmente triangular. O tecido conjuntivo intertubular é escasso e as fases finais da espermatogênese tendem a ser mais freqüentes em direção ao final do estágio. O  $\overline{IGS}$  é de  $0,401 \pm 0,063$ .

(4) **Reprodução.** Os testículos são largos, têm comprimentos maiores que o da cavidade visceral e apresentam proeminentes dobras transversais que lhes conferem um aspecto lobulado. São opacos, leitosos e túrgidos, sendo que o sêmen flui espontaneamente. A nível microscópico mostram túbulos seminíferos com até  $600 \mu\text{m}$  de diâmetro. O lúmen tubular apresenta massas volumosas de espermatozoides. Embora o aspecto macroscópico dos testículos neste estágio seja pouco alterado durante o seu transcurso, o volume gonadal e seu aspecto microscópico sofrem marcantes modificações, permitindo reconhecer três subestádios:

● **Reprodução I.** Compreende aqueles testículos que estão iniciando a extrusão e aqueles no final do processo. A distinção entre estas duas situações pode ser feita a nível microscópico, considerando que no primeiro caso as paredes dos túbulos apresentam ainda numerosos cistos com células em espermatogênese, enquanto no segundo as paredes tubulares são constituídas por escassas espermatogônias e núcleos de células císticas. O  $\overline{IGS}$  é de  $1,512 \pm 0,091$ .

● **Reprodução II.** Testículos volumosos em franca extrusão do sêmen. As secções histológicas revelam que neste estágio estão incluídos tanto testículos com alguns cistos em espermatogênese como aqueles nos quais estas figuras estão ausentes. Portanto, deve incluir as gônadas que ainda não atingiram o pleno desenvolvimento assim como aquelas que por ele já passaram. O  $\overline{IGS}$  médio é  $2,491 \pm 0,118$ .

● **Reprodução III.** Testículos muito volumosos, túrgidos, com dobras transversais desenvolvidas e facilmente rotos. Extruem o sêmen espontânea e copiosamente. A nível microscópico os túbulos seminíferos são amplos e não mostram figuras espermatogênicas em sua parede. Os espermatozoides

formam densa massa que ocupa virtualmente todo o lúmen tubular. O  $\overline{IGS}$  é de  $4,188 \pm 0,373$ .

(5) **Esgotado.** Os testículos têm seu volume notavelmente reduzido. São flácidos, translúcidos e apresentam as margens laterais irregulares com aspecto franjado. São avermelhados, podendo apresentar zonas leitosas de extensão variada. As alterações morfológicas e de volume que ocorrem em testículos deste estágio sugerem a sua divisão em três subestádios:

● **Esgotado I.** Mostram tênues sulcos transversais; são flácidos e avermelhados porém com extensas áreas leitosas. A extrusão do sêmen pode ser obtida por forte pressão no abdômen do exemplar vivo. Os preparados histológicos revelam que a massa de espermatozoides, embora reduzida, ocupa parte considerável da luz de alguns túbulos e dos ductos espermáticos. A parede exhibe raras espermatogônias. O tecido conjuntivo é escasso. O  $\overline{IGS}$  médio é de  $0,891 \pm 0,048$ .

● **Esgotado II.** Testículos mostram margens externas irregulares e áreas leitosas restritas. A extrusão do sêmen não pode ser obtida, mesmo sob pressão no ventre do animal. A nível microscópico observam-se túbulos vazios ou com esparsos espermatozoides, dispostos principalmente junto à parede. A parede tubular é mais espessa, com células germinativas dispostas irregularmente. O  $\overline{IGS}$  tem valor de  $0,50 \pm 0,030$ .

● **Esgotado III.** Os testículos apresentam-se uniformemente avermelhados, translúcidos e flácidos. Os túbulos seminíferos têm lúmen reduzido com espermatogônias e células císticas. O tecido conjuntivo intertubular é espesso e os vasos sanguíneos numerosos. Raros espermatozoides podem ser, ainda, encontrados na luz de alguns túbulos. O  $\overline{IGS}$  é de  $0,169 \pm 0,017$ .

## DISCUSSÃO

Os testículos de *R. aspera* apresentam espermatogônias ao longo de todo o túbulo seminífero, portanto enquadram-se no padrão "espermatogonial irrestrito" descrito por Grier (1981) e Grier *et al.* (1980). Também a estrutura dos túbulos é similar à descrita por estes pesquisadores, ou seja, são delimitados por membrana basal sobre a qual assentam-se as células limitrofes, e têm como componentes internos as células germinativas e as células de Sertoli. Neste trabalho chamamos este último tipo celular de "célula cística", visto que as técnicas histológicas e o nível de resolução empregados não permitiram demonstrar cabalmente a sua homologia com as células de Sertoli dos mamíferos.

A pequena diferença no aspecto dos túbulos seminíferos desta espécie, quando observados em cortes transversais e longitudinais dos testículos de-

monstram que estes túbulos são intensamente dobrados sobre si.

A ausência de um epitélio germinativo permanentemente organizado, tem permitido explicações diversas acerca da origem das células que a cada ciclo reprodutivo entram em processo espermatogênico. A origem a partir de espermatogônias presentes nos túbulos seminíferos durante todo o ano tem sido a mais aceita (Hann, 1927; James, 1946; Stanley *et al.*, 1965; De Vlaming, 1972; Barbieri, 1981, Nara-hara, 1983). Alguns autores sugerem que, nas espécies que estudaram, a reposição anual de células germinativas seja realizada a partir de células presentes no tecido conjuntivo intertubular que, na época apropriada, migram para o interior dos túbulos (Jones, 1940; Rastogi, 1968). Ruby e McMillan (1975) relatam que as células císticas, através de projeções citoplasmáticas, as conduzem do interstício para dentro dos túbulos. Turner (1919) e Foley (1926) registram migração das células germinativas a partir de pontos extratesticulares. Nossas observações mostram que em testículo de *R. aspera* as espermatogônias estão presentes nas paredes tubulares em todos os estádios, variando apenas no número. Cortes seriados revelam que algumas espermatogônias aparentemente localizadas no tecido intersticial são, de fato, intratubulares, e que a sua presença com esta aparência em algumas lâminas é resultante da secção tangencial dos vértices formados pelo dobramento dos túbulos seminíferos. Cremos, portanto, que nesta espécie as células germinativas sejam repostas anualmente a partir de estoques permanentes de espermatogônias.

A proliferação de espermatogônias foi observada imediatamente após as fases de extrusão, quando as gônadas ainda apresentavam espermatozóides no lúmen tubular. No período seguinte, quando ocorre um rearranjo na estrutura microscópica dos testículos, este processo parece continuar, embora mais lentamente. A intensa proliferação espermatogonial logo após a reprodução tem sido relatada por James (1946); Henderson (1962), Dadzie (1969) e Andrade (1981) para outras espécies.

As células limítrofes se mantêm aparentemente inalteradas durante o ciclo reprodutivo, enquanto as císticas têm seus núcleos consideravelmente modificados durante o processo espermatogênico. Assim, o núcleo destas células são maiores e aproximadamente esféricos nos testículos, em repouso, menores e alongados naqueles em maturação e confundindo-se com a parede tubular nos maduros. Billard *et al.* (1972) registram variações cíclicas similares em *Salmo gairdneri*.

As células intersticiais ocorrem em pequenos grupos mergulhados no tecido intertubular. São mais conspicuas na maturação, quando seus vacúolos são maiores. Testículos em reprodução apresentam o tecido conjuntivo intertubular escasso e células inters-

ticiais de difícil visualização. Estas células são melhor evidenciáveis em gônadas em repouso de *Leporinus silvestrii* e maduro de *Gymnotus carapo*, estudadas por Andrade (1980) e Barbieri (1981), respectivamente.

Na espécie estudada, os espermatozóides estão imersos em uma massa amorfa, melhor observada nas fases finais da extrusão espermática. Embora não tenhamos podido estabelecer, com as técnicas histológicas utilizadas, o local de produção destas substâncias, acreditamos que sejam produzidas pelas células císticas no túbulo, e pelo epitélio nos ductos espermáticos. Isto é sugerido pelo fato destas células apresentarem vacúolos citoplasmáticos em determinadas épocas e de se constituírem no único tipo de célula somática no interior do túbulo.

As células de revestimento dos ductos espermáticos assemelham-se às células císticas presentes nos túbulos seminíferos. Esta similaridade é marcada principalmente pela forma do núcleo e a presença de expansões e vacúolos citoplasmáticos. Andrade (1980) acredita que em *Leporinus silvestrii* ambas constituam único tipo celular.

A atividade secretora do epitélio do ducto espermático é relatada em outras espécies por Rasquin e Hafter (1951), Henderson (1962). Weisel (1949) registra que este epitélio no salmão é histologicamente similar ao da vesícula seminal de *Gillichthys* e aventa a possibilidade de que em muitos teleósteos que não apresentam vesícula seminal, o epitélio do ducto desempenha a sua função secretora. Rasquin e Hafter (1951) acreditam que o fluido secretado pelo epitélio dos ductos tenham funções similares às dos fluidos prostáticos e da vesícula seminal. Billard *et al.* (1972) sugerem que este fluido sirva à nutrição dos espermatozóides

A eliminação do sêmen por testículos que não tenham completado o processo de gametogênese é registrada também para outras espécies de teleósteos. Henderson (1962) e Ahsan (1966) relatam que durante a extrusão espermática, cistos em final de espermatogênese podem ser observados na periferia dos túbulos seminíferos das espécies por eles estudadas.

A literatura tem atribuído destinos diversos para os espermatozóides residuais no período pós-reprodutivo. Hochman (1967), Pollard (1972) e Hioffman *et al.* (1980) relatam que os espermatozóides residuais permanecem saudáveis no lúmen dos túbulos até o ciclo de maturação seguinte. Henderson (1962) e DeVlaming (1972), por outro lado, registram a invasão do lúmen dos túbulos e ductos espermáticos por fagócitos que "ingerem" os espermatozóides não eliminados. Ahsan (1966) e Bhatti e Al-Daham (1978) descrevem a degeneração espermática em núcleos picnóticos. Billard *et al.* (1972), Gresik *et al.* (1973), Grier *et al.* (1980) atribuem a remoção às células homólogas às de Sertoli. Secções

histológicas de testículos esgotados de *R. aspera* mostram acúmulos de espermatozoides juntos aos processos apicais das células císticas dos túbulos e das células de revestimento dos ductos espermáticos. Isto nos leva a crer que estas células possam ter também função na remoção do sêmen residual.

A correlação linear verificada entre o peso das gônadas e o peso total em cada estágio e a variação dos valores médios do IGS conforme o estágio, permite inferir que o crescimento das gônadas é proporcional ao crescimento geral do peixe, sendo as variações no índice decorrentes apenas do desenvolvimento gonadal. O uso deste índice como indicador de maturação gonadal tem sido feito por Le Cren (1951), Godinho (1972), Agostinho (1979) e Barbieri *et al.* (1982) entre outros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A.A., 1979, *Reprodução em fêmeas de Plecostomus comersonii (Valenciennes, 1840) (Osteichthyes, Loricariidae) e suas relações*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 76 p.
- AHSAN, S.N., 1966, Cyclical changes in the testicular activity of the lake chub, *Couesius plumbeus* (Agassiz). *Can. J. zool.*, 44:149-171.
- ANDRADE, D.R., 1980, *Varição cíclica anual da espermatogênese em Leporinus silvestrii (Boulenger, 1902). Peixe, teleósteo*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais.
- ANGELESCU, V. y GNERI, F.S., 1949, Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio en algunos peces del Rio Uruguay y del Rio de La Plata. I. Tipo omnívoro e iliófago en representantes de las familias "Loricariidae" e "Anostomidae". *Rev. Inst. Nac. Invest. C. Nat.*, 1(6):161-272.
- BARBIERI, M.C., 1981, *Contribuição ao estudo da biologia de Gymnotus carapo (Linnaeus, 1758) na Represa do Lobo, Estado de São Paulo (Pisces, Ostariophysi, Gymnotidae)*. Tese de doutoramento, Depto Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos.
- BARBIERI, G., SANTOS, M.V.R. e SANTOS, J.M., 1982, Época de reprodução e relação peso/comprimento de duas espécies de *Astyanax* (Pisces, Characidae). *Pesq. Agropec. bras.*, 17(7):1057-1065.
- BHATTI, M.N. and AL-DAHAM, N.K., 1978, Annual cyclical changes in testicular activity of a freshwater teleost, *Barbus luteus* (Heckel) from shatt-Al-Arab, Iraq. *J. Fish. Biol.* 13:321-326.
- BILLARD, R., JALABERT, B. et BRETON, B., 1972, Les cellules de Sertoli des poissons téléostéens. I. Étude ultrastructurale. *Ann Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 12(1):19-32.
- DADZIE, S., 1969, Spermatogenesis and the stages of maturation in the male Cichlid fish *Tilapia mossambica*. *J. zool.*, 159:399-403.
- De VLAMING, V.L., 1972, Reproductive cycling in the estuarine gobiid fish, *Gillichthys mirabilis*. *Copeia*, 1972(2):278-291.
- FOLEY, J.O., 1926, The spermatogenesis of *Umbria lumi* with special reference to the behavior of the spermatogonial chromosomes in the first maturation division. *Biol. Bull.*, 50:117-140.
- GODINHO, H.M., 1972, *Contribuição ao estudo do ciclo reprodutivo de Pimelodus maculatus Lacépède, 1803 (Pisces, Siluroidei) associado a variações morfológicas do ovário e a fatores abióticos*. Tese de doutoramento, Departamento de Histologia e Embriologia do Instituto de Ciências Biomédicas, USP.
- GRESIK, E.W., QUIRK, J.G. and HAMILTON, J.G., 1973, Fine structure of the Sertoli cell of the testis of the teleost *Oryzias latipes*. *General and Comparative Endocrinology*, 21(2):341-352.
- GRIER, H.J., 1981, Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *Amer. Zool.*, 21:345-357.
- GRIER, H.J., LINTON, J.R., LEATHERLAND, J.F. and De VLAMING, V.L., 1980, Structural evidence for two different testicular types in teleost fishes. *The American Journal of Anatomy*, 159:331-345.
- HANN, H.W., 1927, The history of the germ cells of *Cottus bairdii* Girard. *J. Morph.*, 43:427-498.
- HENDERSON, N.E., 1962, The annual cycle in the testis of the eastern brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill). *Can. J. zool.*, 40:631-641.
- HOCHMAN, L., 1967, Fertility in the sheat fish (*Silurus glanis* L.). *Acta Universitatis Agriculturae*, 15:333-355.
- HOFFMAN, R.A., WONDRACK, P. and GROTH, W., 1980, Seasonal anatomical variations in the testes of European pike, *Esox lucius* L. *J. Fish. Biol.*, 16:475-482.
- JAMES, M.J., 1946, Histology and gonadal changes in the bluegill *Lepomis macrochirus* and the large mouth bass *Huro sabmoides*. *J. Morph.*, 79:63-91.
- JONES, J.W., 1940, Histological changes in the testis in the sexual cycle of male salmon parr (*Salmo salar* L.). *Proc. Roy. Soc.*, 128(B):499-509.
- LE-CREN, E.D., 1951, The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch *Perca fluviatilis*. *J. Anim. Ecology*, 20(2):201-219.
- MONTEIRO, F.P., 1963, Os cascudos (Loricarídeos) na produção pesqueira do Rio Piracicaba. *Ciência e Cultura*, 15(3):245.
- MONTEIRO, F.P., 1965a, Contribuição dos cascudos à produção pesqueira do Rio Piracicaba. In: *Anais do II Congresso Latino-Americano de Zoologia*, São Paulo, 187-197.
- MONTEIRO, F.P., 1965b, Casos de "albinismo" em cascudo preto (*Rhinelepis aspera* Agassiz) no Rio Piracicaba. In: *Anais do II Congresso Latino-Americano de Zoologia*, São Paulo, 192-202.
- NARAHARA, M.Y., 1983, *Estrutura da população e reprodução de Rhamdia hularii (Valenciennes, 1840) (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae)*. Tese de Doutoramento, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- POLLARD, D.A., 1972, The biology of a landlocked form of the normally catadromous salmoniform fish *Galaxias maculatus* (Jenyns). III. Structure of the gonads. *Austr. J. Mar. Freshwater. Res.*, 23(1):17-38.
- RASQUIN, P. and HAFTER, E., 1951, Ages changes in the testis of teleost, *Astyanax mexicanus*. *J. Morph.*, 89(3):397-407.
- RASTOGI, R.K., 1968, Annual changes in the testicular activity of the teleost *Amphipnous cuchia* (Ham). *Annot. Zool. Jpn.* 41(1):11-23.
- RUBY, S.M. and McMILLAN, D.B., 1975, The interstitial origin of germinal cells in the testis of the stickleback. *J. Morph.*, 145:447-466.
- STANLEY, H., CHIEFFI, G. and BOTTE, V., 1965, Histological and histochemical observation on the



testis of *Gobius paganellus*. *Z. Zellforsch Mikroskop. Anat.*, 65:350-362.

TURNER, C.L., 1919, The seasonal cycle in the spermary of perch. *J. Morph.*, 32:681-711.

WEISEL, G.F., 1943, A histological study of the testis of the sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. *J. Morph.*, 73(2):207-230.