

REVISTA CERES

Novembro e Dezembro de 2005

VOL. LII | Nº 304

Viçosa – Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE FÊMEAS DE LAMBARI-PRATA (*ASTYANAX SCABRIPINNIS*)(CHARACIDAE, TETRAGONOPTERINAE) EM TANQUES DE PISCICULTURA¹

Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo²
Izabel Regina dos Santos Costa Maldonado³
Laércio dos Anjos Benjamin⁴
Sérgio Luis Pinto da Matta³

RESUMO

O desenvolvimento ovocitário em lambari-prata (*Astyanax scabripinnis*) foi dividido em quatro estádios, de acordo com alterações que ocorrem no núcleo, citoplasma e camada folicular. Foram determinados três estádios do ciclo reprodutivo: repouso, em maturação e parcialmente desovado. Os índices gonadossomáticos (IGS) aumentaram

¹ Aceito para publicação em 28.04.2004.

² Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Carangola, UEMG. Campus Carangola, Praça dos Estudantes, 23, Bairro Santa Emília, 36800-000 Carangola, MG. E-mail: fabiana@carangola.br (autor para correspondência).

³ Dep. de Biologia Geral. Universidade Federal de Viçosa. 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: irscosta@ufv.br, smatta@ufv.br

⁴ Dep. de Veterinária. Universidade Federal de Viçosa. 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: laercio@obelix.unicamp.br

progressivamente do repouso para a maturação, diminuindo no estágio desovado. O IGS mostrou-se bom indicador da época de reprodução. Quando se relaciona o IGS com a temperatura da água, observa-se que há associação entre os valores máximos de IGS com os picos de temperatura. Porém, nesta espécie, temperatura e precipitação pluviométrica parecem não exercer influência marcante na reprodução.

Palavras chave: ovogênese, *Astyanax scabripinnis*, lambari-prata, IGS.

ABSTRACT

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF LAMBARI-PRATA *ASTYANAX SCABRIPINNIS* (CHARACIDAE, TETRAGONOPTERINAE) FEMALES IN FISH FARM TANKS

The oocyte development in *Astyanax scabripinnis* was divided into four stages based on alterations detected in the nucleus, cytoplasm and follicular layer. Three reproductive cycle stages were determined: rest, maturation and partially spawned. The gonadosomatic index (GSI) values increased progressively from rest to maturation, decreasing during spawn. The GSI proved to be a good indicative of the reproduction period. When the GSI is related to water temperature, it is possible to observe an association between GSI maximum values and temperatures peaks. Temperature and rainfall do not seem to have a marked influence on the reproduction of this species, however.

Key words: Ovogenesis, *Astyanax scabripinnis*, lambari prata, GSI

INTRODUÇÃO

Os peixes do gênero *Astyanax* são vulgarmente conhecidos como lambari, piaba, lambari-guaçu, tambiu, lambari-tábua, tabuão, piaba da lagoa, piaba crioula, matupiri e mojarra (6, 25). São peixes importantes como forrageiros de espécies carnívoras, cumprindo importante função na cadeia alimentar dos sistemas ecológicos (1). Como característica típica de espécies de pequeno porte, apresentam alta taxa reprodutiva e ciclo de vida curto (30, 31).

A espécie *Astyanax scabripinnis* pertence à ordem Characiformes, família Characidae e à subfamília Tetragonopterinae. O lambari-prata é comumente encontrado em Minas Gerais, São Paulo e Paraná (24); apesar de ser uma espécie fluvial, com distribuição restrita a cabeceiras de riachos e ribeirões (12), é possível sua reprodução em cativeiro. Machos adultos apresentam espículas na nadadeira anal como característica sexual secundária, o que causa aspereza ao tato (4).

A criação e manutenção de peixes em cativeiro podem ser efetuadas com a finalidade de produção para consumo, como piscicultura comercial, ou para fins de pesquisa relacionada à biologia e ecologia (20). Portanto, conhecer e estabelecer adequadamente os parâmetros reprodutivos dessas

espécies, tanto em condições naturais quanto em cativeiro, é de fundamental importância para o manejo adequado das populações (16) e normatização da pesca e também para induzir, quando necessário, a desova desses peixes.

A caracterização morfológica das células germinativas em seus diferentes estádios de desenvolvimento e regressão e sua distribuição e frequência nas gônadas constituem aspectos que permitem estimar o período reprodutivo e o tipo de desova da espécie, fornecendo subsídios básicos para a preservação e incremento da piscicultura de espécies de interesse comercial (20).

Neste estudo descreveu-se, por meio de análise histológica, a ovogênese em *A. scabripinnis*, os estádios do ciclo reprodutivo de fêmeas e o tipo de desova da espécie. Foram determinados os índices gonadossomático (IGS), hepatossomático (IHS) e de gordura celômica (IGC), comparando-os com os estádios do ciclo reprodutivo. Por fim, verificou-se a interferência de fatores ambientais sobre o ciclo reprodutivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Coletaram-se 104 fêmeas de lambari-prata (*A. scabripinnis*) de um estoque mantido em tanque de terra na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), de novembro/1994 a outubro/1995. As fêmeas foram sexadas pela ausência de aspereza na nadadeira anal (4), transferidas para o Laboratório de Biologia Estrutural do Departamento de Biologia Geral da UFV e imobilizadas por meio de secção medular na região do opérculo, para a obtenção de dados biométricos e coleta de gônadas.

Os dados biométricos foram utilizados para calcular, de cada exemplar, os índices gonadossomático ($IGS = PG/PC \times 100$), hepatossomático ($IHS = PF/PC \times 100$) e de gordura celômica ($IGC = PGC/PC \times 100$, sendo PG = peso das gônadas, PC = peso corporal, PF = peso do fígado e PGC = peso de gordura celômica). A partir destes índices foram determinados seus valores médios e erros-padrão, por estádio do ciclo reprodutivo.

O ovário esquerdo de cada exemplar foi fixado em líquido de Bouin durante 24 horas e, em seguida, transferido para álcool 70°. Fragmentos de gônadas foram utilizados para processamento histológico rotineiro. Os tipos ovocitários foram caracterizados por meio da análise de cortes histológicos, usados também para a determinação dos estádios do ciclo reprodutivo com base na distribuição dos tipos ovocitários. Após a determinação histológica dos estádios do ciclo reprodutivo, foram obtidas suas frequências bimestrais absoluta e relativa.

O diâmetro dos ovócitos foi medido com o auxílio de ocular micrométrica. Mediram-se 80 ovócitos em cada estágio de desenvolvimento, em preparações selecionadas ao acaso, nos diferentes estádios do ciclo reprodutivo. Foram mensurados ovócitos íntegros, o mais esféricos possíveis e com o corte passando pelo núcleo.

O período reprodutivo foi comparado com os dados de temperatura da água e precipitação pluviométrica, sendo estes fornecidos pelo Serviço de Meteorologia do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Os dados relativos à temperatura da água, coletados diariamente às 7 e às 16h, foram fornecidos pela Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da UFV. A interferência dos fatores ambientais sobre a reprodução do lambari-prata foi analisada com base no desenvolvimento das gônadas, por meio dos dados bimestrais de IGS.

Para analisar quantitativamente a atividade reprodutiva de *A. scabripinnis* foram obtidas as médias e erros-padrão do IGS, IHS e IGC.

A determinação da época e do tipo de desova baseou-se na análise histológica dos ovários, nos dados de frequência bimestral dos estádios do ciclo reprodutivo e nas médias bimestrais do IGS.

As análises estatísticas foram processadas no programa Statistica (Statsoft for Windows). A análise de variância foi utilizada para testar as variações nas médias dos índices calculados por estágio do ciclo reprodutivo. O teste t de Student foi utilizado para comparar as médias do IGS, IHS e IGC por estágio do ciclo reprodutivo. Os testes de médias foram feitos somente nos estádios de maturação e desovado, uma vez que o estágio de repouso não foi representativo de uma amostra. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Morfologia geral do ovário

A morfologia macroscópica dos ovários de *A. scabripinnis* segue o padrão descrito para a maioria dos teleósteos, ou seja, são órgãos pares, alongados e foliáceos, sofrendo modificações na espessura, volume e coloração durante as diferentes fases do ciclo reprodutivo, à semelhança de outras espécies do gênero *Astyanax* (3, 5, 6, 14, 23, 25).

Estádios do desenvolvimento ovocitário

O desenvolvimento das células germinativas é semelhante nos teleósteos, com variações na composição e distribuição do vitelo, no grau de desenvolvimento dos alvéolos corticais e no desenvolvimento das camadas envoltórias. Porém, a classificação em fases de desenvolvimento

varia conforme os critérios adotados por vários autores. Neste estudo, os ovócitos de *A. scabripinnis* foram divididos em quatro estádios, baseando-se em modificações que ocorrem no núcleo, citoplasma e envoltórios ovocitários, de acordo com o critério de classificação proposto por Bazzoli e Rizzo (7).

A ovogênese inicia-se com a proliferação e diferenciação das ovogônias. Estas células primordiais são os menores tipos celulares da linhagem ovogênica, normalmente encontradas em ninhos (Figura 1). São arredondadas, possuem núcleo claro, com cromatina distribuída em pequenos grumos próximos ao envoltório nuclear, citoplasma reduzido e pouco basófilo. Elas foram encontradas em todos os estádios do ciclo reprodutivo. A partir do momento que sofrem mitose e diferenciação, originam os ovócitos, os quais foram classificados em quatro estádios de desenvolvimento, baseando-se na análise histológica das modificações que ocorrem no núcleo, citoplasma e envoltórios. As ovogônias não foram incluídas nos estádios de desenvolvimento ovocitário, considerando-se estes a partir dos ovócitos, conforme critério adotado por Benjamim (11) e Miranda (20).

- Ovócito jovem (Ovócito I)

Os ovócitos neste estágio são de pequeno diâmetro ($70,14 \pm 11,01 \mu\text{m}$). O citoplasma é fortemente basófilo, homogêneo e com aspecto vítreo, e o núcleo é grande. Simultaneamente ao crescimento do ovócito observa-se aumento no número de nucléolos que são fortemente basófilos e se arranjam na periferia do núcleo. A camada de células foliculares deste tipo ovocitário é pouco evidente em microscopia de luz (Figura 1).

- Ovócito pré-vitelogênico (Ovócito II)

Apresenta diâmetro de $139,23 \pm 32,61 \mu\text{m}$. Observa-se redução da basofilia citoplasmática em relação ao ovócito I. O citoplasma tem aspecto granular e, neste estágio, observa-se o núcleo vitelínico. Esta estrutura parece ser formada a partir do material nuclear (Figura 2). O núcleo vitelínico perde a continuidade com o núcleo do ovócito, apresentando-se no citoplasma como uma estrutura esférica, fortemente basófila, circundada por um halo claro que migra em direção à periferia do ovócito (Figura 3), fragmentando-se e formando um colar de grânulos, que posteriormente desaparece (Figuras 3 e 4). O padrão de fragmentação e dispersão do núcleo vitelínico de *A. scabripinnis* coincide com as descrições de Cangussu-Mariani (13) e Bazzoli e Godinho (10). Apesar de a ocorrência do núcleo vitelínico ser bem documentada, seu significado funcional não está totalmente esclarecido. Sua participação na vitelogênese foi admitida por Guraya (17), que associou essa função com sua migração centrífuga e desaparecimento ao iniciar o processo de vitelogênese.

Nestes ovócitos já é possível a nítida visualização da zona pelúcida, que aparece como uma camada acelular e acidófila envolvendo o ovócito, e da camada de células foliculares pavimentosas externamente à zona pelúcida (Figura 3).

- Ovócito com vesículas corticais (Ovócito III)

Os ovócitos III apresentam diâmetro de $283,81 \pm 39,82 \mu\text{m}$. Este estágio é caracterizado pelo aparecimento de estruturas claras e vacuolares na periferia do citoplasma, as vesículas corticais, que aumentam em número e tamanho, ocupando quase todo o ooplasma à medida que o ovócito se desenvolve. A origem das vesículas corticais é muito discutida, mas há indicações de que elas sejam formadas pela atividade do retículo endoplasmático e complexo de Golgi (29). Neste estágio a zona pelúcida e a camada de células foliculares tornam-se mais evidentes (Figura 5). Em alguns ovócitos é possível a visualização da micrópila ocorrendo como invaginação da zona pelúcida, acompanhada pela camada de células foliculares.

- Ovócito vitelogênico (Ovócito IV)

Os ovócitos IV são as maiores células germinativas (diâmetro de $437,08 \pm 57,40 \mu\text{m}$). Em razão do surgimento e acúmulo de glóbulos de vitelo, eles foram classificados em inicial e avançado. Apresentam citoplasma acidófilo pelo acúmulo de glóbulos de vitelo (Figura 6). Devido à deposição destes glóbulos, as vesículas corticais deslocam-se para a periferia do ooplasma, formando um colar contínuo, denominado alvéolo cortical (Figura 7). Neves et al. (21) estudaram os alvéolos corticais de *Oligosarcus argenteus* histológica e histoquimicamente, detectando a presença de polissacarídeos ácidos sulfatados e não sulfatados. Em resposta à fertilização, o conteúdo dos alvéolos corticais é liberado dentro do espaço perivitelínico, bloqueando a polispermia (21). Contudo, Bazzoli e Godinho (9) consideram que variações na morfologia e composição química dos alvéolos corticais podem expressar diferentes mecanismos de bloqueio à polispermia.

Segundo Selman e Wallace (28), a vitelogênese envolve síntese hepática e secreção de vitelogenina, o precursor da proteína vitelínica, em resposta ao estímulo estrogênico.

O núcleo é menor que aquele dos estádios anteriores, de aspecto irregular e com vários nucléolos. Com o desenvolvimento deste ovócito, o núcleo migra para o ooplasma periférico em direção ao pólo animal, onde se observa a micrópila que apresenta vestíbulo profundo (depressão da zona pelúcida), no qual aloja-se o corpo da célula micropilar (Figura 8). A morfologia da micrópila varia nas diferentes espécies de teleósteos (18), podendo, em algumas espécies, apresentar duas regiões: o vestíbulo e o canal micropilar contendo o prolongamento da célula micropilar,

estabelecendo contato com o ovócito (19). A morfologia da micrópila e da célula micropilar de *A. scabripinis* é semelhante àquela descrita por Ricardo et al. (26) para *A. bimaculatus*. Na maioria das espécies analisadas pelos autores, o aparelho micropilar, constituído de micrópila e célula micropilar, pode ser encontrado a partir do ovócito III, sendo mais freqüentemente observado em ovócitos IV, como constatado neste trabalho.

A zona pelúcida é espessa, exibindo estriações radiais e ondulações, embora na maioria das espécies ela seja regular e sem flexuosidades, e a camada folicular consiste de células pavimentosas (Figura 7). Quanto à função da zona pelúcida, Agostinho et al. (2) acreditam que este envoltório possa intermediar a passagem de substâncias para o interior do ovócito, protegê-lo contra injúrias mecânicas a que está sujeito na água e promover, se for o caso, a aderência do ovócito ao substrato.

As células da camada folicular da espécie em estudo permanecem com aspecto pavimentoso até o estágio IV de desenvolvimento ovocitário, em concordância com Rizzo e Bazzoli (27).

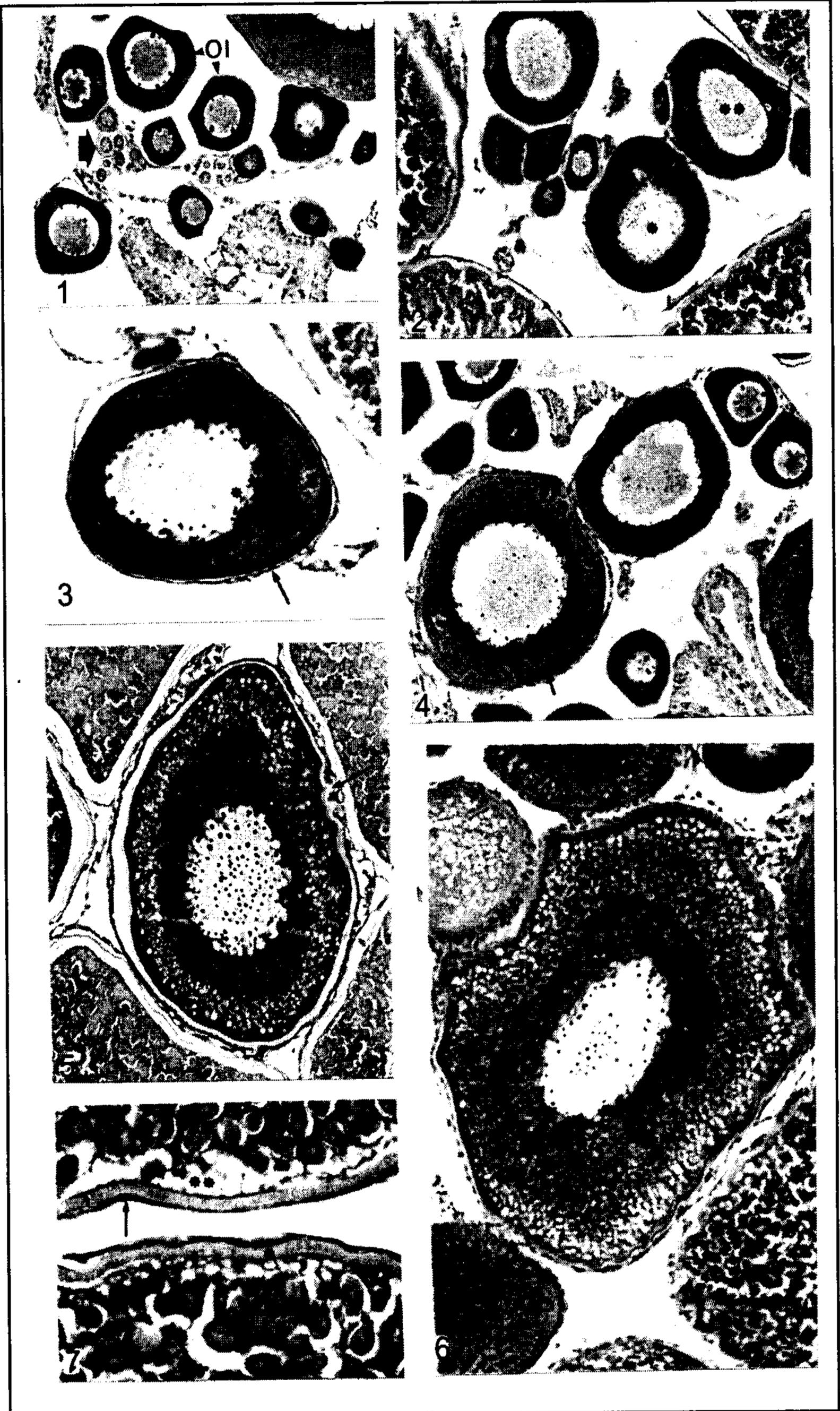
Estádios do ciclo reprodutivo

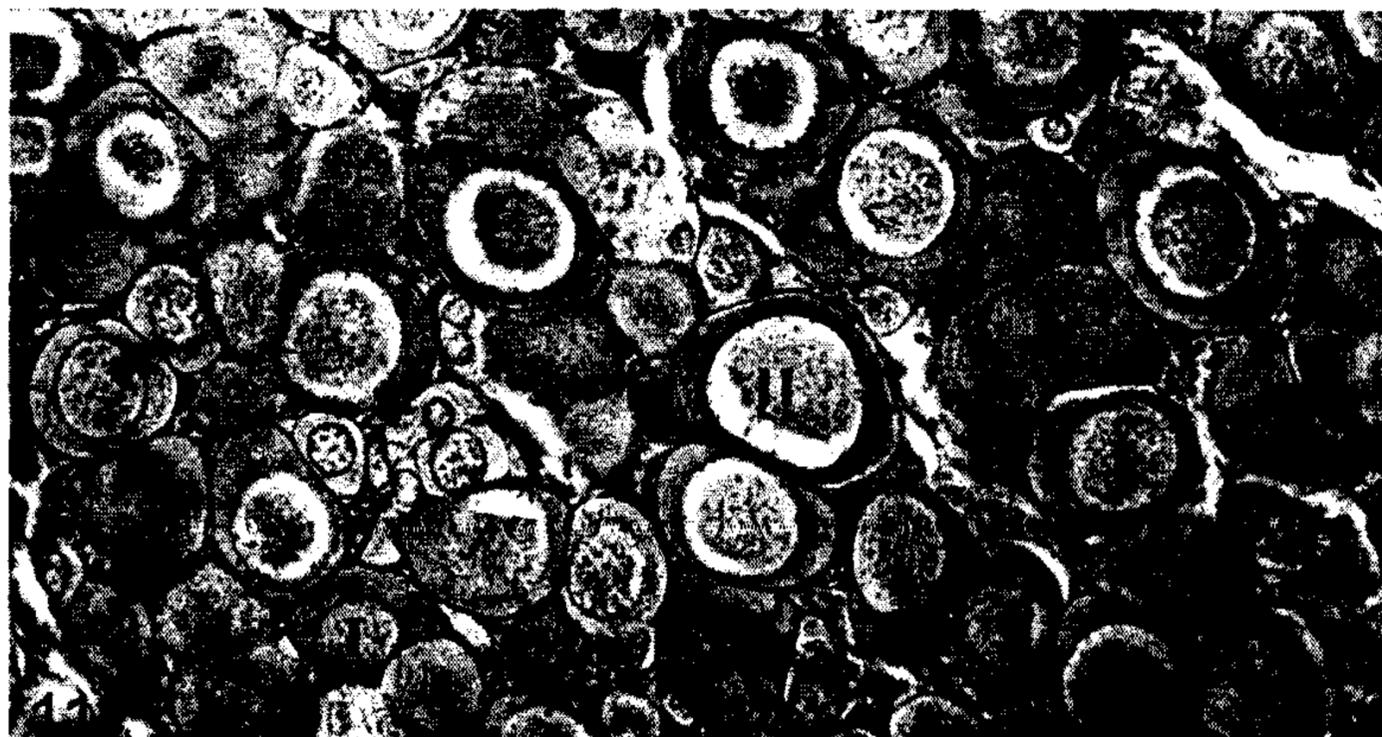
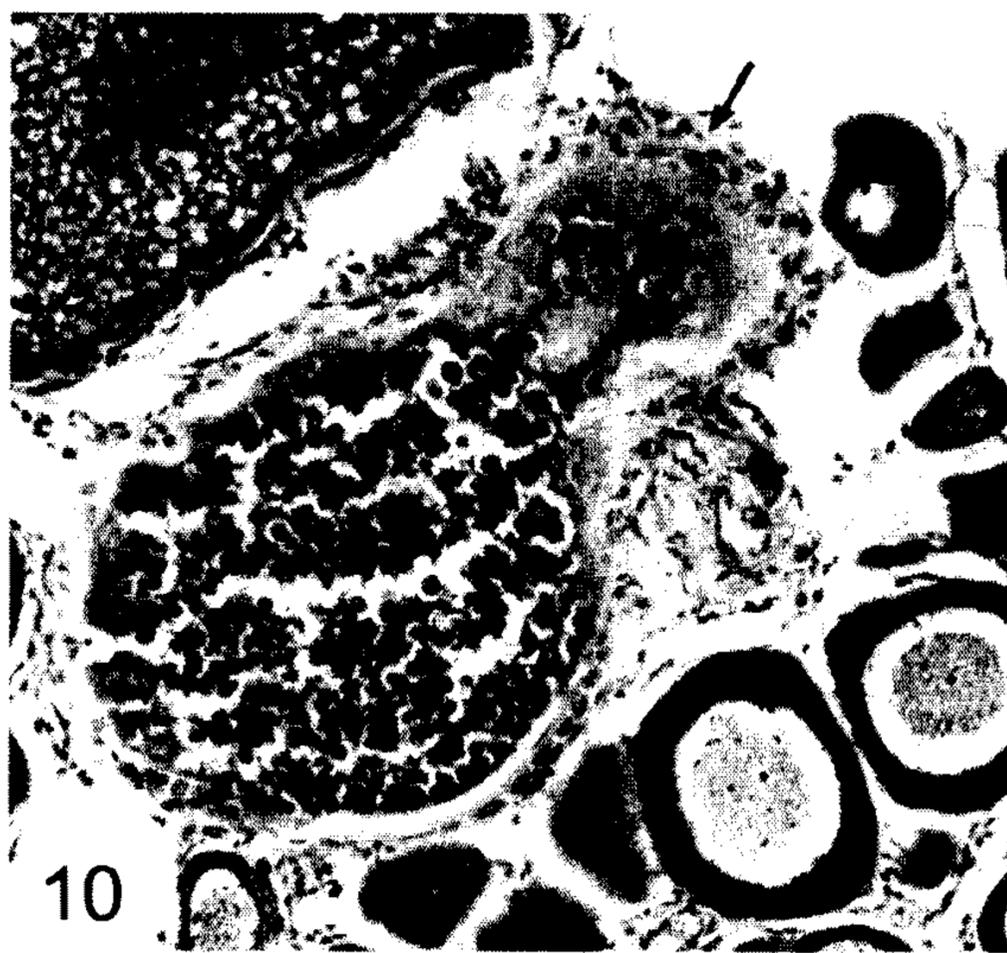
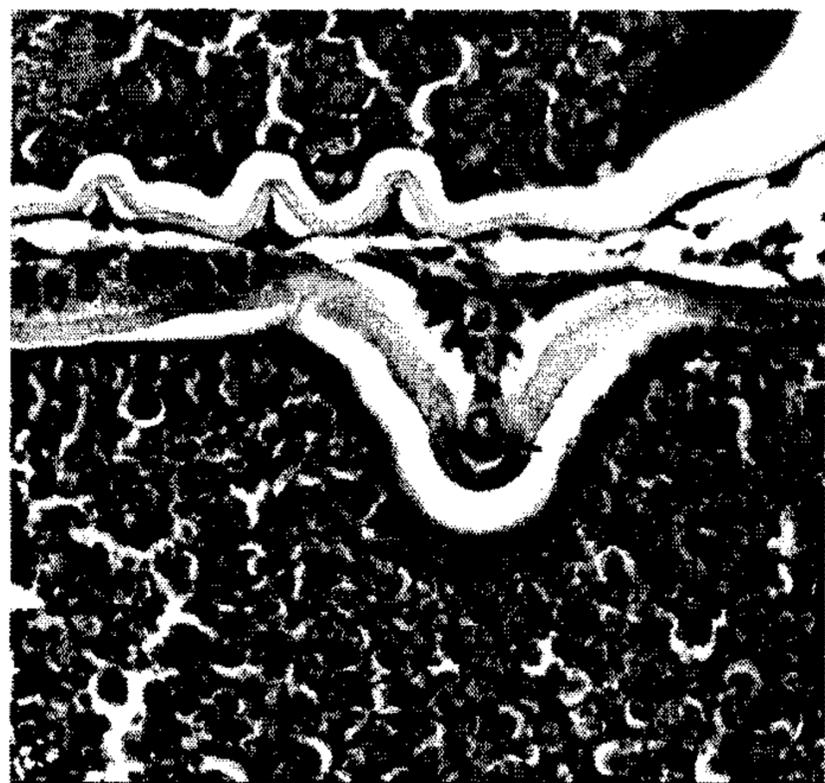
Com base em características microscópicas dos ovários, foram estabelecidos três estádios de maturação gonadal para fêmeas de *A. scabripinnis* mantidas em cativeiro: em repouso, em maturação e desovado (parcialmente desovado). Apesar de haver variações individuais quanto à proporção ovocitária, não foi possível adotar critérios de subdivisões dos estádios maturação e desovado.

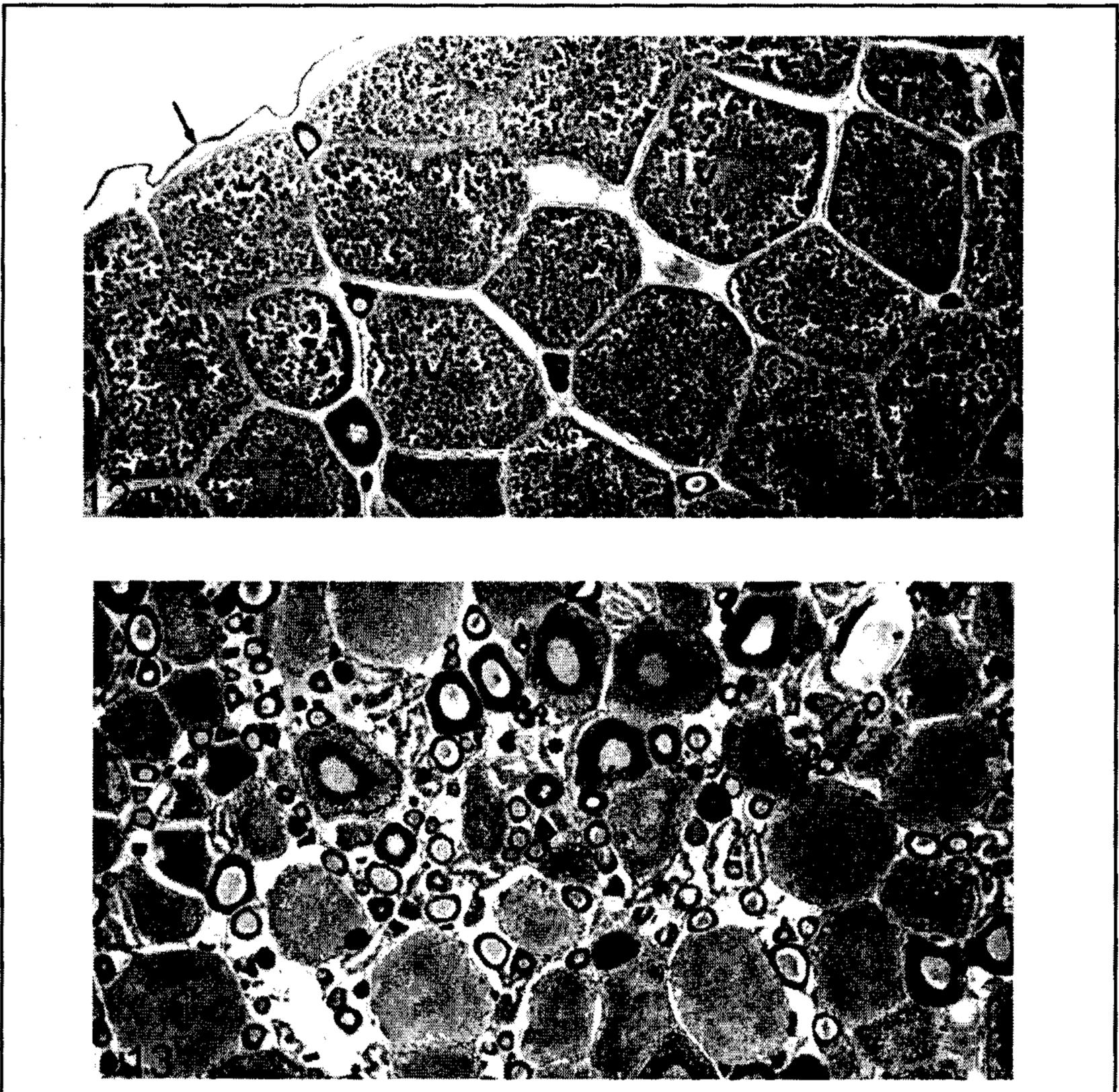
- Repouso

Ovários em repouso apresentam somente ovogônias e ovócitos I e II distribuídos nas lamelas ovulíferas (Figura 11), similares às observações de Miranda (20), que incluiu no estágio de repouso para *A. bimaculatus* fêmeas que entraram pela primeira vez em atividade reprodutiva e fêmeas em fase de recuperação após desova e que estavam entrando em novo ciclo.

Exemplares com gônadas em repouso não foram encontrados por Andrade et al. (3) em *A. bimaculatus* em confinamento, considerando que as fêmeas alcançam a maturação avançada sem passar pelos estádios de repouso e totalmente desovado. No presente estudo, somente no último mês de amostragem é que foram observadas fêmeas em repouso. As fêmeas incluídas neste estágio são jovens (ausência de folículos pós-ovulatórios) e encontram-se em repouso no que se refere à atividade reprodutiva. Estatisticamente, o número de exemplares neste estágio não foi representativo de uma amostra.







FIGURAS 1.13 - Secções do ovário de *A. scabripinnis* (HE).

FIGURA 1 - Ninho de ovogônias (seta) e ovócitos I (OI) com citoplasma fortemente basófilo. 75 X.

FIGURA 2 - Ovócito II (OII) com material nuclear parecendo migrar para o citoplasma (*) e OII (***) com núcleo vitelínico (seta) envolto por halo claro próximo ao envoltório nuclear. 75 X.

FIGURA 3 - Ovócito II com zona pelúcida e células foliculares evidentes (seta), nucléolos em grande quantidade (*) e núcleo vitelínico migrando em direção à periferia do ovócito (NV). 75 X.

FIGURA 4 - Ovócito II mostrando dispersão do núcleo vitelínico (seta). 75 X.

FIGURA 5 - Ovócito III (OIII) com vesículas corticais preenchendo o ooplasma (*). Zona pelúcida (seta). 75 X.

FIGURA 6 - Ovócito IV (OIV) inicial com deposição de glóbulos de vitelo acidófilos. 75 X.

FIGURA 7 - Parede folicular de OIV avançado com zona pelúcida espessa exibindo estriações radiais (*) e células foliculares pavimentosas (seta). Na periferia do ovócito, o alvéolo cortical (**). Citoplasma do OIV repleto de glóbulos de vitelo acidófilos (G). 142 X.

FIGURA 8 - Ovócito IV com micrópila e célula micropilar (seta). 142 X.

FIGURA 9 - Folículo pós-ovulatório (FPO). 142 X.

FIGURA 10 - Atresia ovocitária. Células foliculares hipertrofiadas (seta) e glóbulos de vitelo em liquefação (v). 75 X.

FIGURA 11 - Ovário em repouso contendo ovogônias (seta), ovócitos I (I) e ovócitos II (II). 75 X.

FIGURA 12 - Ovário em maturação. Observam-se numerosos ovócitos IV (IV) e revestimento pela túnica albugínea (seta). 15 X.

FIGURA 13 - Ovário parcialmente desovado, onde se observam ovócitos em todos os estádios de desenvolvimento, além de folículos pós-ovulatórios (*). 15 X.

- Maturação

Neste estágio, os ovários contêm todos os tipos ovocitários, sendo os ovócitos IV mais numerosos (Figura 12).

- Desovado

Este estágio foi classificado como parcialmente desovado, pois os ovários apresentam ovócitos em todos os estádios de desenvolvimento, e os ovócitos III e IV remanescentes permanecem viáveis. Caracterizando este estágio, observa-se a ocorrência de folículos pós-ovulatórios (Figura 13), que são estruturas presentes nos ovários após a ovulação. Apresentam lume amplo e irregular, parede constituída de células foliculares e teca. Em fases mais avançadas, a camada folicular tem aspecto estratificado e o lume torna-se gradativamente obliterado (Figura 9). Nikolsky (22) considera o parcelamento da desova uma estratégia da espécie para evitar a competição pelo local de desova e pelo alimento das larvas.

Atresia folicular

Em todo o período de estudo foram observadas estruturas de atresia folicular. Verificou-se maior frequência de atresia em ovócitos vitelogênicos. Durante este processo os ovócitos involuem, passando gradativamente por várias fases de degeneração e absorção.

As figuras de atresia são caracterizadas pelo aumento da ondulação da zona pelúcida, observada nos ovócitos vitelogênicos normais de *A. scabripinnis*. Pode-se notar liquefação do vitelo, formação de fendas na zona pelúcida, hipertrofia da camada folicular e reabsorção do vitelo (Figura 10). Em *A. scabripinnis*, mesmo após absorção do vitelo, a zona pelúcida ainda é visível em

estádio bem avançado da atresia ovocitária, representando uma das últimas estruturas a desaparecer no processo atrésico (Figura 10).

Frequência bimestral dos estádios do ciclo reprodutivo de fêmeas

De acordo com a distribuição bimestral das frequências dos estádios do ciclo reprodutivo, observaram-se fêmeas em atividade reprodutiva (em maturação e desovadas) durante todo o período de amostragem e fêmeas em repouso somente no bimestre setembro-outubro/1995 (Figura 14).

Índice gonadossomático (IGS), índice hepatossomático (IHS) e índice de gordura celômica (IGC)

Os valores de IGS, IHS e IGC encontram-se na Figura 15.

O IGS de fêmeas aumentou progressivamente do repouso para o estágio de maturação, diminuindo posteriormente no estágio desovado. Observou-se variação significativa do IGS nos estádios em maturação e desovado (Quadro 1), concordando com Barbieri et al. (5), que consideram ser o IGS o melhor indicador para a época de reprodução.

A participação do fígado na formação do vitelo parece ser indicada pelas variações do IHS durante o ciclo reprodutivo (8, 11, 20). Em *A. scabripinnis* observou-se aumento no IHS da maturação para o estágio desovado, porém esta variação não foi significativa (Quadro 1), sugerindo que, nesta espécie, o desenvolvimento das gônadas aparentemente não é influenciado diretamente pela atividade do fígado. São conhecidas as inúmeras funções desempenhadas pelo fígado de mamíferos; contudo, estudos mais detalhados acerca da fisiologia do fígado de peixes devem ser realizados, pois a ele podem estar associadas outras funções que o mantenham representativo mesmo quando o peixe se encontra em fase de maturação.

De acordo com Miranda (20), fêmeas de lambaris em estágio de repouso encontram-se com maior acúmulo de gordura, sugerindo que durante a fase que antecede a maturação gonadal os peixes acumulam material energético que seria posteriormente utilizado na fase de maturação, quando estes índices se encontravam mais baixos. No presente estudo, o IGC não apresentou diferenças significativas entre os estádios de maturação e desovado (Quadro 1). Este resultado permite sugerir que estes animais, mantidos em confinamento, alimentados várias vezes ao dia, possivelmente utilizaram energia da própria alimentação como fonte energética, não necessitando mobilizar a gordura celômica armazenada. De acordo com Godinho (15), o acúmulo desta gordura está relacionado com a quantidade de nutrientes ingeridos, supostamente determinados pela disponibilidade de alimento e não pela época do ano, estágio do ciclo reprodutivo ou nível de água.

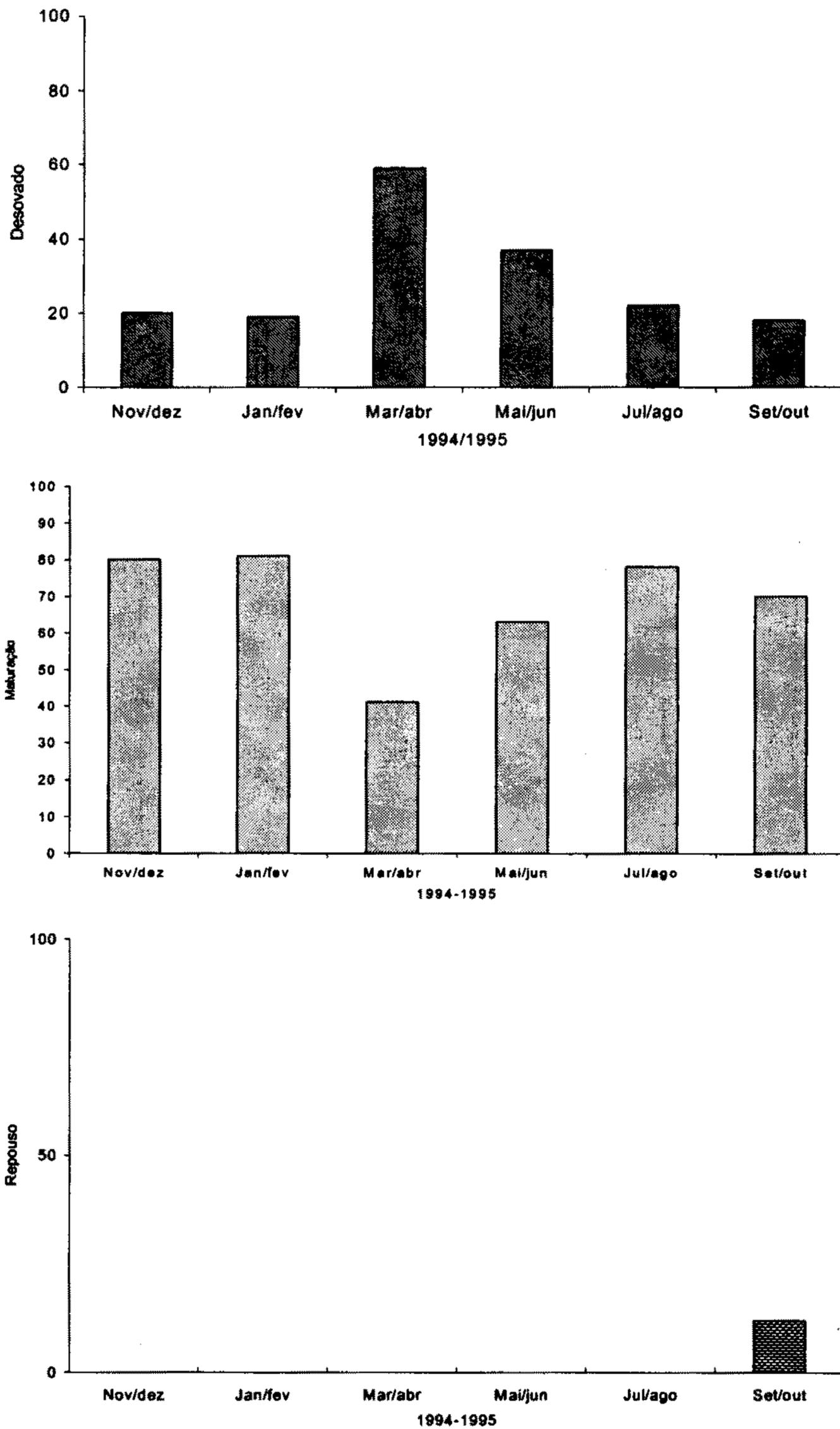


FIGURA 14 - Frequência relativa bimestral dos estádios do ciclo reprodutivo de fêmeas de lambari-prata (*A. scabripinnis*) mantidas em tanques na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da UFV, de novembro/1994 a outubro/1995.

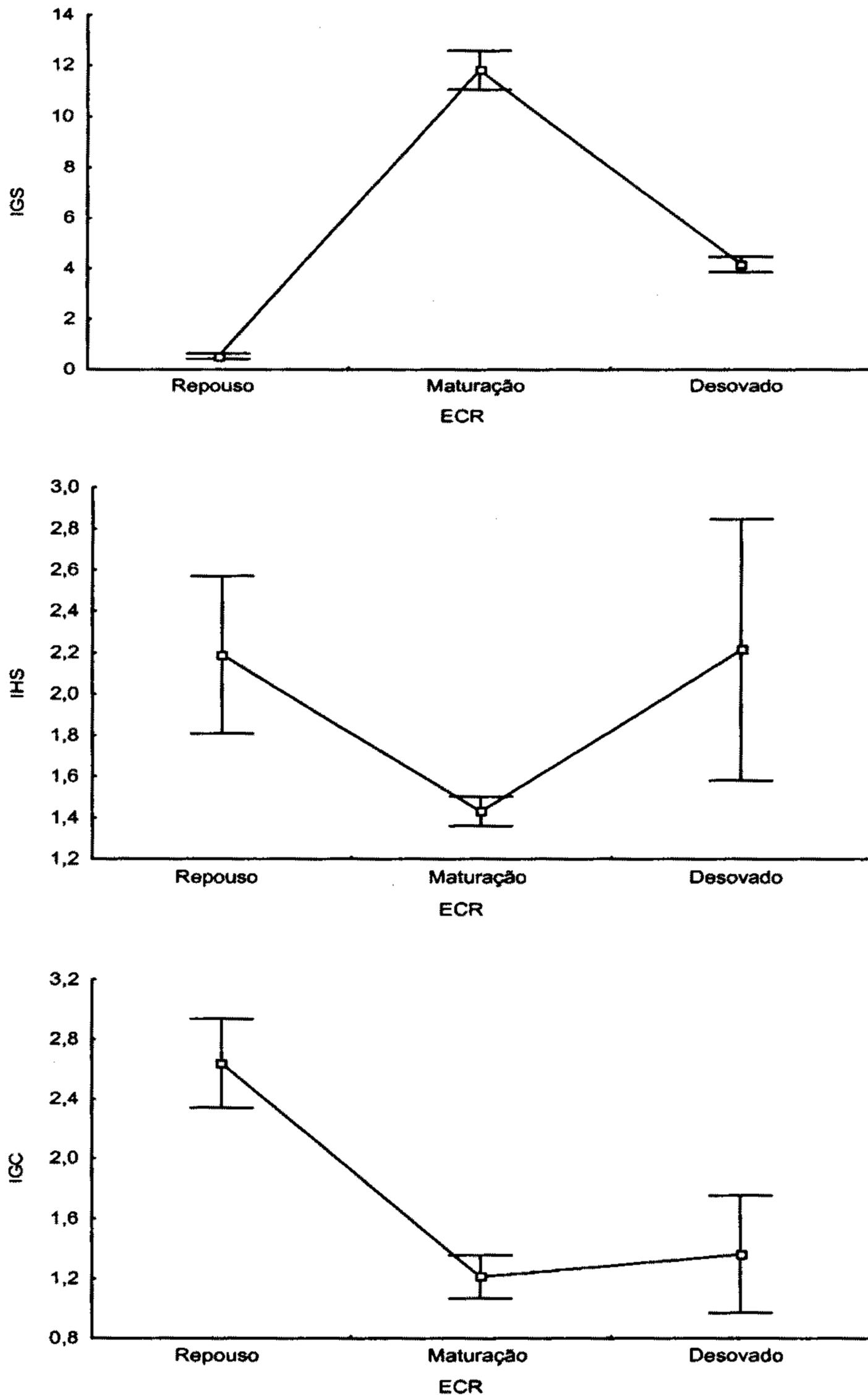


FIGURA 15 - Médias e erros-padrão de IGS, IHS e IGC por estágio do ciclo reprodutivo (ECR) de fêmeas de lambari-prata (*A. scabripinnis*) mantidas em tanques na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da UFV, de novembro/1994 a outubro/1995.

QUADRO 1 - Médias e erros-padrão de IGS, IHS e IGC por estágio do ciclo reprodutivo de fêmeas de lambari-prata (*A. scabripinnis*) mantidas em cativeiro na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da UFV, de novembro/1994 a outubro/1995

Estádios	N	IGS	IHS	IGC
Maturação	71	11,79 ± 0,75 a	1,43 ± 0,07 c	1,21 ± 0,14 d
Desovado	31	4,14 ± 0,30 b	2,21 ± 0,63 c	1,36 ± 0,39 d

N= número de exemplares por estágio do ciclo reprodutivo.

Valores seguidos por letras iguais são estatisticamente semelhantes.

Fatores ambientais e reprodução

Os processos reprodutivos em teleósteos são controlados tanto por fatores endógenos (hormonais) quanto exógenos (ambientais), que variam em cada época do ano (18). Quando se relacionou o IGS com a temperatura da água, pôde-se notar no presente estudo que há associação entre os valores máximos de IGS com os picos de temperatura da água (Figura 16), também observada por Andrade et al. (3) com *A. bimaculatus* em confinamento. Quanto a *A. scabripinnis*, entretanto, a temperatura pode não ter tanta influência na reprodução, uma vez que foram observadas desovas em torno de 15°C em cativeiro (observação pessoal).

A precipitação pluviométrica não interferiu diretamente na reprodução de *A. scabripinnis* em confinamento, apesar de o pico de precipitação ter coincidido com valores altos de IGS (Figura 16). Isto pode ser explicado devido ao fato de o nível de água dos tanques ser alterado não somente em razão das chuvas, mas também do abastecimento na própria estação de piscicultura.

Época e tipo de desova

De acordo com os dados de frequência bimestral dos estádios do ciclo reprodutivo e com as médias bimestrais do IGS de *A. scabripinnis*, observa-se que esta espécie, quando mantida em cativeiro, reproduz-se durante todo o ano, com alta taxa reprodutiva de novembro a fevereiro (Figura 16).

A ocorrência simultânea de folículos pós-ovulatórios e ovócitos em vitelogenese completa sugere que, nesta espécie, a desova seja parcelada.

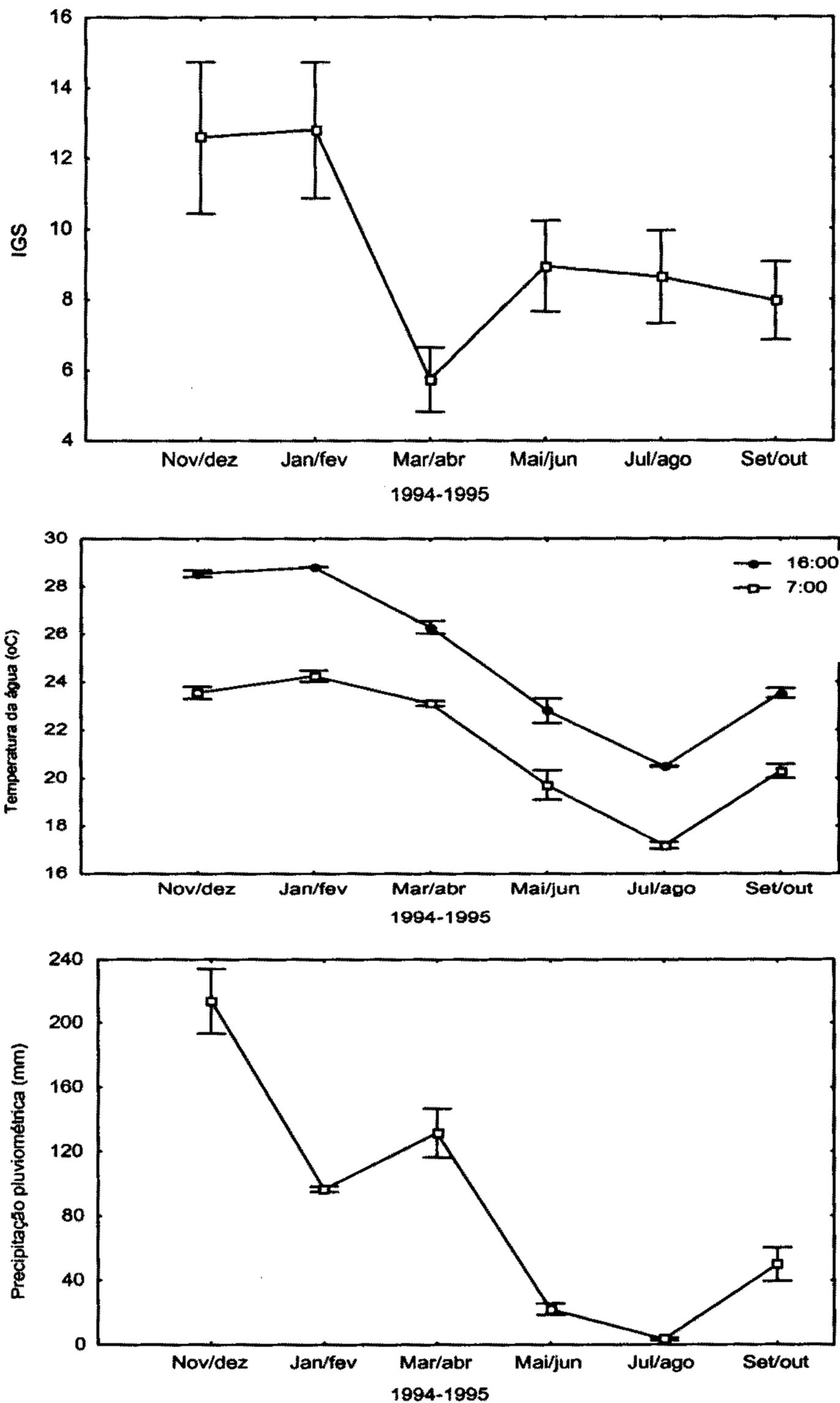


FIGURA 16 - Médias e erros-padrão bimestrais de IGS de fêmeas de lambari-prata (*A. scabripinnis*) mantidas em tanques na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da UFV e dos fatores abióticos, de novembro/1994 a outubro/1995.

CONCLUSÕES

1) São caracterizados quatro estádios de desenvolvimento ovocitário, baseando-se em alterações que ocorrem no núcleo, citoplasma e camada folicular.

2) Por meio de análise microscópica do ovário, determinaram-se três estádios do ciclo reprodutivo: repouso, em maturação e desovado.

3) A desova de *Astyanax scabripinnis* é do tipo parcelado.

4) O índice gonadossomático (IGS) mostra-se um bom indicador para a época de reprodução.

5) Nesta espécie, a temperatura e precipitação pluviométrica parecem não exercer tanta influência.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Paulo De Marco Júnior, pelo auxílio nas análises estatísticas, e aos funcionários do Laboratório de Biologia Estrutural do Departamento de Biologia Geral da UFV e da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da UFV, pela coleta do material experimental.

REFERÊNCIAS

1. AGOSTINHO, C.A.; MOLINARI, S.L.; AGOSTINHO, A.A. & VERANI, J.R. Ciclo reprodutivo e primeira maturação sexual de fêmeas de lambari *Astyanax bimaculatus* (L.) (Osteichthyes, Characidae) do rio Ivaí, Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*, 44(1): 31-6, 1984.
2. AGOSTINHO, A.A.; BARBIERI, M.C.; BARBIERI, G. & AGOSTINHO, C.S. Biologia reprodutiva de *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Teleostei, Loricariidae) no rio Paranapanema. II. Estrutura dos ovários e estádios de maturação. *Revista Brasileira de Biologia*, 47(3): 319-28, 1987.
3. ANDRADE, D.R.; GODINHO, H.P.; RIBEIRO, S.P. & CASTRO, E.F.T. Ciclo reprodutivo anual de lambaris (*Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758) em viveiros. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 37(5): 435-47, 1985.
4. ANDRADE, D.R.; MATTA, S.L.P. & ROCHA, J.S. Observação sobre as espículas da nadadeira anal do lambari-prata (*Astyanax scabripinnis*) (PISCES-CHARACIDAE) em cativeiro. In: XI Encontro Anual de Aqüicultura. Resumos..., 1994.
5. BARBIERI, G. Biologia de *Astyanax scabripinnis paranae* (Characiformes, Characidae) do ribeirão do Fazzari. São Carlos. Estado de São Paulo. II. Aspectos quantitativos da reprodução. *Revista Brasileira de Biologia*, 52(4): 589-96, 1992.
6. BARBIERI, G.; SANTOS, M.V.R. & SANTOS, J.M. Época de reprodução e relação peso/comprimento de duas espécies de *Astyanax* (Pisces, Characidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17(7): 1057-65, 1982.
7. BAZZOLI, N. & RIZZO, E. A comparative cytological and cytochemical study of the oogenesis in ten Brazilian teleost fish species. *European Archives of Biology*, 101: 399-410, 1990.
8. BAZZOLI, N. & GODINHO, H.P. Reproductive biology of the *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Characidae) from Três Marias reservoir, Brazil. *Zoologischer Anzeiger*, 226(5/6): 285-97, 1991.

9. BAZZOLI, N. & GODINHO, H.P. Cortical alveoli in oocyte of freshwater neotropical teleost fish. *Bolletino di Zoologia*, 61: 301-8, 1994.
10. BAZZOLI, N. & GODINHO, H.P. Comparative morphology of the yolk nucleus (Balbiani body) in freshwater neotropical teleost fish. *Revista Brasileira de Biologia*, 55(2): 207-14, 1995.
11. BENJAMIN, L.A. Biologia reprodutiva e estudo ultra-estrutural da parede de folículos ovarianos de *Schizodon nasutus* (Pisces: Anostomidae) nos reservatórios de Furnas e Estreito, Rio Grande, MG. Belo Horizonte, UFMG (MG), 1996. 131p. (Dissertação de mestrado).
12. BRITSKI, H.A. Peixes de água doce do Estado de São Paulo - SISTEMÁTICA. In: Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí. Poluição e Piscicultura. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 79-108, 1972.
13. CANGUSSU-MARIANI, S.D.; RIZZO, E. & BAZZOLI, N. Morfologia e desenvolvimento do núcleo vitelínico do lambari *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Characidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 7(3): 207-213, 1991.
14. GARUTTI, V. Contribuição ao conhecimento reprodutivo de *Astyanax bimaculatus* (Ostariophysi, Characidae), em cursos de água da Bacia do rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*, 49(2): 489-95, 1989.
15. GODINHO, A.L. Ciclo reprodutivo e fator de condição de *Triporthus guentheri* (Osteichthyes, Characidae) na represa de Três Marias e descrição de novo método de determinação do tamanho de primeira maturação sexual. Belo Horizonte, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, 1991. 96p. (Dissertação, Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre).
16. GODINHO, H.P. & RIBEIRO, D.M. Maturidade sexual de curimatás, *Prochilodus scrofa* (Pisces, Teleostei) em viveiros. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 34(7): 349-57, 1985.
17. GURAYA, S.S. Histochemical studies on the yolk nucleus in fish oogenesis. *Z. Zellforsch*, 60: 659-666, 1963.
18. GURAYA, S.S. The cell and molecular biology of fish oogenesis. In: SAUER, H. M. (Ed.) *Monographs in Developmental Biology.*, 18: 1-223, 1986.
19. HART, N. & DONOVAN, M. Fine structure of the chorion and site entry of sperm in the egg of *Brachydanio*. *Journal of Experimental Zoology*, 227: 277-96, 1983.
20. MIRANDA, A.C.L. Reprodução de *Astyanax bimaculatus lacustris* em viveiros e estudo histológico e ultra-estrutural da atresia folicular de *Astyanax bimaculatus lacustris* e *Leporinus reinhardtii*, em gaiolas de aquicultura. Belo Horizonte, UFMG (MG), 1996. 138p. (Dissertação de mestrado).
21. NEVES, C.A., ANDRADE, D.R., MATTA, S.L.P., VIDAL JR., M.V. & SANTOS, A.A. Cytochemical analysis of polysaccharides from the cortical alveoli of the oocytes of the lambari-bocarra (*Oligosarcus argenteus* Gunther, 1864) (Pisces, Characidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 55(4): 693-6, 1995.
22. NIKOLSKY, G.V. *The ecology of fishes*. London, Academic Press, 1963. 352 p.
23. NOMURA, H. Fecundidade, maturação sexual e índice gônado-somático de lambaris do gênero *Astyanax* Baird e Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae), relacionados com fatores ambientais. *Revista Brasileira de Biologia*, 35(4): 775-98, 1975.
24. NOMURA, H. *Dicionário de Peixes do Brasil*. Brasília, D.F. Editerra Editorial. 1984. 482p.
25. PELIZARO, M.G. Características macro e microscópicas do aparelho reprodutor do *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), durante o ciclo reprodutivo. Campus de Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias: UNESP, SP, 1980. 61p. (Dissertação de graduação).
26. RICARDO, M.C.P.; AGUIAR, C.A.; RIZZO, E. & BAZZOLI, N. Morfologia da micrópila e da célula micropilar em teleosteos neotropicais de água doce. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 48(1): 17-24, 1996.

27. RIZZO, E. & BAZZOLI, N. Oogenesis, oocyte surface and micropylar apparatus of *Prochilodus affinis* Reinhardt, 1874 (Pisces, Characiformes). *European Archives of Biology*, 104:1-6, 1993.
28. SELMAN, K. & WALLACE, A.R. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. *Zoological Science*, London, 6: 211-31, 1989.
29. SELMAN, K.; WALLACE, A.R. & BARR, V. Oogenesis in *Fundulus heteroclitus*. V. The relationship of yolk vesicles and cortical alveoli. *Journal of Experimental Zoology*, 246: 42-56, 1988.
30. SILVA, J.M.F.; ANDRADE, D.R. & TEIXEIRAS, S.M. Alimentação de lambari, *A. bimaculatus* (Linnaeus, 1758) com excremento de suínos e ração. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*, Belém, PA, 35:736-7, 1983.
31. SOUZA, J.R. & ANDRADE, D.R. Dados preliminares sobre nutrição de *A. bimaculatus* (Linnaeus, 1758), Pisces, Characidae. *Seiva*, 42(90): 81-3, 1983.