

Universidade Estadual Paulista
Centro de Aqüicultura

CICLO REPRODUTIVO DA TABARANA, *Salminus hilarii*
(VALENCIENNES, 1849) (CHARACIDAE, SALMININAE) NA
REGIÃO DO BAIXO RIO SOROCABA, SP.

Erico Luis Hoshiba Takahashi
Biólogo

Jaboticabal
Estado de São Paulo – Brasil
2006

Universidade Estadual Paulista
Centro de Aqüicultura

CICLO REPRODUTIVO DA TABARANA, *Salminus hilarii*
(VALENCIENNES, 1849) (CHARACIDAE, SALMININAE) NA
REGIÃO DO BAIXO RIO SOROCABA, SP.

Erico Luis Hoshiba Takahashi

Orientadora: Profa. Dra. Laura Satiko Okada Nakaghi

Dissertação apresentada ao Centro de
Aqüicultura da UNESP como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Aqüicultura.

Jaboticabal
Estado de São Paulo – Brasil
2006

“O maior erro que você pode cometer na vida é o de ficar o tempo todo com medo de cometer algum”

Elbert Hubbard
(1856-1915)

AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra. Laura Satiko Okada Nakaghi pela orientação, apoio e confiança.

Ao amigo Gilberto Aparecido Villares que foi fundamental nas coletas.

Ao Prof. Dr. Roberto Goitein pelo apoio e auxílio constante desde a época da graduação.

Aos funcionários e professores do CAUNESP pelos valiosos ensinamentos e convivência.

Ao laboratório de Histologia e Embriologia do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias.

Ao histotécnico Sr. Orandi Mateus pelos ensinamentos e confecção das lâminas.

As colegas e amigas do laboratório de Histologia e Embriologia por toda valiosa ajuda, paciência e sugestões.

Aos professores da banca de qualificação Dra. Irene Bastos F. Vicentini e Dr. João Batista K. Fernandes pelas sábias sugestões.

Aos professores da banca de defesa Dra. Nelsy Verani e Dr. Roberto Goitein pelas indispensáveis correções e sugestões.

Aos amigos que me ajudaram nas coletas: Jordan, Alexandre e Michel.

Aos colegas do curso de pós-graduação.

A todos os amigos que estiveram comigo nessa batalha. Por toda amizade nas horas alegres e tristes. Em especial aos amigos: Marcio, Mok, Luis Guilherme e Faiado.

Aos meus pais Massao e Maria Kimie, a minha irmã Denise, e a minha namorada Camila que sempre me apoiaram e incentivaram.

À CAPES, pela bolsa concedida.

SUMÁRIO:

1- Resumo.....	1
2-Summary	2
3- Introdução.....	3
4- Revisão Bibliográfica.....	5
4.1- <i>Salminus hilarii</i>	5
4.2- A bacia do rio Sorocaba	6
4.3- Reprodução de Peixes:	7
4.3.1- Ciclo reprodutivo:	7
4.3.2- Células germinativas e escala de maturidade feminina:.....	9
4.3.3- Células germinativas e escala de maturidade masculina.....	11
4.3.4-Tipo de desova e fecundidade.	13
5- Material e Métodos:	16
5.1- Coleta de exemplares ictiológicos:.....	16
5.2- Dados biométricos.....	16
5.3- Ciclo reprodutivo.	18
5.3.1- Índice Gonadosomático (IGS).	18
5.3.2- Identificação dos estádios de maturação.	19
5.4- Tipo de desova e fecundidade.	20
6- Resultados	22
6.1- Dados biológicos	22
6.2- Reprodução	23
6.2.1- Ciclo reprodutivo de fêmeas	23
6.2.2- Ciclo reprodutivo dos machos.....	25
6.2.3- Células germinativas femininas	26
6.2.4- Escala de maturidade para fêmeas	27
6.2.5- Células germinativas masculinas	29
6.2.6- Escala de maturidade para machos.....	30
6.2.7- Tipo de desova e fecundidade	38
7- Discussão.....	40
7.1- Ciclo reprodutivo	40
7.2- Células germinativas e escala de maturidade feminina.....	41
7.3- Células germinativas e escala de maturidade masculina.....	44
7.4- Tipo de desova e fecundidade	46
8- Conclusões	48
9- Referências	49

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1: A) Mapa esquemático da bacia do rio Sorocaba, SP. B) Ponto de coleta no município de Boituva. C) Ponto de coleta no município de Tatuí. D) Exemplar de *Salminus hilarii* coletado no rio Sorocaba, SP. 17
- FIGURA 2: Diagrama de dispersão entre os valores da massa total (g) e comprimento padrão (cm) com a curva de regressão ajustada de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP. 23
- FIGURA 3: Valores médios e desvio padrão do IGS de fêmeas por bimestre de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP. 24
- FIGURA 4: Frequência absoluta de fêmeas de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, por bimestre em diferentes estádios de maturação gonadal durante todo o período de estudo (n=90). 25
- FIGURA 5: Distribuição dos valores absolutos do IGS de 19 testículos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, por bimestre. 26
- FIGURA 6: Valores médios e desvio padrão do IGS de fêmeas por estádio de maturação de fêmeas de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP. 28
- FIGURA 7: Fotomicrografias de secções de ovários de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, nas diferentes fases de desenvolvimento ovocitário: A) Cromatina-nucléolo (setas). B) Perinucleolares. C) Alvéolo-cortical. D) Vitelogênese. E) Maduro com micrópila (círculo) e núcleo desorganizado (seta). F) Atrésico. G) Folículo pós-ovulatório. H) Micrópila. Coloração: Hematoxilina-Eosina. 31
- FIGURA 8: Fotomicrografias de secções de ovários de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, apresentando diferentes estádios de maturação: A) Repouso. B) Maturação. C) Maduro. D) Desovado. Coloração: Hematoxilina-Eosina. 32
- FIGURA 9: Fotomicrografias de secções de testículos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP: A) Túbulos (círculos vazados) com espermatozóides e cistos B) Túbulo (círculo vazado) com espermatozóides e cistos C) Túbulo seminífero com cistos (círculos vazados) com células germinativas em diferentes fases. Coloração: Hematoxilina-Eosina. 33
- FIGURA 10: Fotomicrografias de secções de testículos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP: A) Região intersticial de túbulo com células de Leydig (círculos vazados). B) Espermatogônia primária (G1) e secundária (G2) com célula de Sertoli (setas). C) Cisto de espermátides (T), espermatozóides na luz do túbulo (Z) e cistos de espermátócitos (C). Coloração: Hematoxilina-Eosina. 34
- FIGURA 11: Fotomicrografias de secções de testículos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP: A) Túbulo de testículo em maturação com espermatozóides na luz (Z). B) Túbulo de testículo maduro com espermatozóides (Z). C) Túbulos vazios de testículos esgotados. Coloração: Hematoxilina-eosina. 35
- FIGURA 12: Fotomicrografias de secções de testículos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, em diferentes estádios de maturação: A) Maturação. B) Maduro. C) Esgotado D) Anastomose (seta) em testículo maduro. Coloração: Hematoxilina-Eosina. 36
- FIGURA 13: Fotografia de gônadas maduras de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP: A) Ovário (seta). B) Testículo (estrela). 37
- FIGURA 14: Frequências de diâmetros de ovócitos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, por ordem crescente de IGS. O valor grifado e a linha tracejada correspondem ao diâmetro inicial de ovócitos vitelogênicos. 39

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Frequência por bimestre de exemplares de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP..... 22
- Tabela 2: Comparação entre os bimestres de coleta para os valores de IGS de fêmeas de *S. hilarii* coletadas no rio Sorocaba, SP, utilizando-se o teste de Mann-Whitney ($\alpha=5\%$). 24
- Tabela 3: Comprimento padrão (cm), massa (g), IGS, Fecundidade Total (número total de ovócitos nos ovários), Porcentagem de ovócitos vitelogênicos e maduros (porcentagem de ovócitos $>756 \mu\text{m}$) e Fecundidade Absoluta (número de ovócitos maior que $>756 \mu\text{m}$ que poderiam ser desovados) de ovários Maduros. 38

1- Resumo

O ciclo reprodutivo da Tabarana, *Salminus hilarii* (VALENCIENNES, 1849) foi estudado no rio Sorocaba, estado de São Paulo. Entre abril de 2004 até março de 2006 foram realizadas coletas mensais totalizando 109 exemplares coletados. O período reprodutivo ocorreu entre os meses de novembro e dezembro e foi determinado pela análise do índice Gonadossomático (IGS) e pela determinação dos estádios gonadais em cada bimestre. A desova do tipo total foi constatada pela da análise microscópica dos ovários e distribuição da frequência do diâmetro dos ovócitos de ovários maduros. A fecundidade foi estimada em 54.157 (DP \pm 19.991) ovócitos com os diâmetros não alcançando não mais que 1428 μ m. Nos ovários foram observados seis tipos de ovócitos: Cromatina-nucléolo, Perinucleolar, Alvéolo-cortical, Vitelogênico, Maduro e Atrésico. Uma escala de maturidade foi construída baseando-se em observações morfológicas tanto macroscópicas quanto microscópicas e também pelo IGS em quatro estádios distintos: Repouso, Maturação, Maduro e Desovado. Nos testículos foram observados cinco tipos de células: Espermatogônia primária, Espermatogônia secundária, Espermatócito, Espermátide e Espermatozóide. A partir de observações macroscópicas e microscópicas foram identificados testículos em estágio de Maturação, Maduro e Esgotado.

Palavras-chave: *Salminus hilarii*, reprodução, characiformes, histologia-gonadal.

2-Summary

Tabarana's reproductive cycle, *Salminus hilarii* (VALENCIENNES, 1849) was studied in Sorocaba River, São Paulo state, Brazil. Between april 2004 until march 2006 collections were carried out monthly and 109 specimens were captured. Spawning period occurred between november and dezembro and was given by gonadosomatic index (GSI) analysis and through determination of the gonadal stages in each two months. Total spawning was noticed by microscopic analysis of the ovaries and oocyte distribution by size-diameter class from mature ovaries. Fecundity was valued in 54.157 (SD \pm 19.991) oocytes, with largest diameter reaching no more than 1428 μ m. Six types of oocytes were observed in ovaries: Chromatin-nucleolus, Perinucleolar, Alveolus-cortical, Vitellogenic, Ripe and Atresic. A maturity scale has been made based in morphological observations as macroscopic as microscopic an either thorough GSI in four distinct phases: Recovering, Mature, Ripe and Spawned. In the testis were observed five kinds of cells: primary and secondary spermatogonias, spermatocytes, spermatides and spermatozoa. Mature, Ripe and Empty stages were identified by macroscopy and microscopy analysis.

Key words: *Salminus hilarii*, reproduction, characiformes, gonadal-histology.

3- Introdução

O conhecimento biológico é fundamental para a conservação, manejo e exploração das espécies animais. No caso dos peixes o potencial de cultivo, o valor como recurso natural, a exploração irracional e a degradação de seus ambientes tornam urgente e imprescindível esse conhecimento. Segundo BRITSKI et al. (1984) o conhecimento de peixes de água doce da América do Sul encontra-se ainda em estado incipiente, quando comparado com certas áreas temperadas do mundo.

Entre os vários aspectos biológicos importantes, o estudo do processo reprodutivo é elemento fundamental para o conhecimento do ciclo de vida de determinada espécie (CAVALCANTI, 1994).

Segundo WOOTTON (1984), estratégia reprodutiva é o conjunto de características que uma espécie manifesta para ter sucesso na sua perpetuação. WINEMILLER (1989) apud SATO et al. (2003a) reconheceu três padrões reprodutivos para espécies de água doce da América do Sul: estratégia do equilíbrio, caracterizada pela presença de cuidado parental e reprodução não-sazonal; estratégia oportunista, caracterizado pela capacidade de colonização rápida, maturação precoce e reprodução contínua; e estratégia sazonal, caracterizado pela reprodução sincronizada com estação chuvosa, alta fecundidade, ausência de cuidado parental e deslocamento reprodutivos.

Porém, variações nas condições ambientais exigem um certo ajuste nas estratégias reprodutivas. Estes ajustes na estratégia padrão são chamados de táticas reprodutivas (WOOTTON, 1984). Podem ser épocas de desovas, tipo de desenvolvimento ovocitário, tipo de desova e fecundidade dentre outras táticas (VAZZOLER, 1996).

O ciclo reprodutivo é importante para assegurar que os alevinos se desenvolvam em períodos com bom suprimento de alimento e assegure que os ovos e alevinos não encontrem predadores, ou os encontrem em quantidades relativamente pequenas (NIKOLSKY, 1963). O tipo de desova, em última instância, é o modo como as fêmeas liberam os ovócitos maduros durante um período reprodutivo (VAZZOLER, 1996). Para NIKOLSKY (1963) a fecundidade de peixes, como a de outros animais, é uma adaptação que garante a sobrevivência da espécie e pode variar em relação ao suprimento de alimento, latitude, tipo e frequência de desova, existência ou não de cuidado parental, em espécies que são muito próximas ou na mesma espécie de regiões diferentes.

A Tabarana *Salminus hilarii* (VALENCIENNES, 1849) é uma espécie da ordem Characiforme apreciada na pesca esportiva e assemelha-se muito com o Dourado *Salminus brasiliensis* (VALENCIENNES, 1849) diferenciando-se pela coloração branca e prateada, além do menor porte. SATO et al. (2003a) caracterizaram o padrão reprodutivo do gênero *Salminus* como grandes migradores, que se reproduzem nas estações chuvosas, com período reprodutivo curto, ausência de cuidado parental, corpo de porte médio a grande, alta fecundidade e ovos livres. Segundo VERÍSSIMO-SILVEIRA (2003) vários aspectos da biologia do dourado *S. maxillosus* têm sido estudados visando sua reprodução induzida, larvicultura e crescimento em condições de cativeiro. RANZANI-PAIVA et al. (2001), BARBIERI et al. (2001a), BARBIERI et al. (2001b), BARBIERI et al. (2004), ESTEVES e PINTO LÔBO (2001) e FEITOSA (2004) realizaram estudos recentes em condições naturais com *S. maxillosus*. Contudo, para a Tabarana *S. hilarii*, há poucos trabalhos sobre sua biologia.

Com larga distribuição geográfica *S. hilarii* pode ser encontrada no rio Sorocaba e seus tributários, principalmente em trechos lóticos e largos do rio. (SMITH, 1999; SMITH et al., 2003; SMITH 2003). O rio Sorocaba é o afluente mais importante da margem esquerda do rio Tietê e compõe a 10ª Unidade de Gerenciamento de Recurso Hídricos (UGRHI -10) - Sorocaba / Médio Tietê. Sua nascente está situada na represa de Itupararanga e sua cabeceira atravessa a cidade de Sorocaba na área urbana, inclusive pela zona industrial (MARTOS, 1999). Depois da cidade de Sorocaba o rio passa pelos municípios de Iperó, Boituva, Tatuí, Cerquilha, Tietê, Jurumirim e deságua no rio Tietê em Laranjal Paulista (CASTRO, 2000).

Pesquisas já realizadas indicam que o rio Sorocaba é rico, tanto em espécies quanto em números de peixes (SMITH, 1999; SMITH et al., 2003; SMITH, 2003). Porém, poucos trabalhos investigaram aspectos biológicos, em especial as táticas reprodutivas, das espécies presentes nesse rio e poucos estudos reprodutivos foram realizados para a tabarana no estado de São Paulo.

Dessa forma o presente trabalho teve como objetivo:

-Estudar o ciclo reprodutivo da Tabarana *Salminus hilarii* na região do baixo rio Sorocaba definindo o período reprodutivo a escala de maturidade bem como o desenvolvimento gonadal, com base nas características macro e microscópicas.

4- Revisão Bibliográfica

4.1- *Salminus hilarii*.

A família Characidae compõe aproximadamente 55% dos peixes da ordem Characiformes (FINK e FINK, 1981). O gênero *Salminus* (AGASSIZ, 1929), é o único da subfamília Salmininae. Representada por *S. hilarii* e *S. brasiliensis* o gênero *Salminus* é caracterizado por predadores e ictiófagos, que habitam principalmente os grandes rios (BRITSKI, 1984). Reprodutivamente são grandes migradores procriando no leito dos rios em estações chuvosas; apresentam período reprodutivo altamente sazonal; ausência de cuidado parental; alta fecundidade absoluta; ovos com pequeno diâmetro, livres, demersais e que dependem da movimentação da correnteza da água para manterem-se na região pelágica para se oxigenarem e serem dispersos (AGOSTINHO e JÚLIO JR, 1999; SATO et al., 2003a).

S. hilarii, conhecido como Tabarana, Tubarana ou Dourado-branco é uma espécie muito parecida com o Dourado *S. brasilienses*, porém atinge menor porte. A cor da Tabarana é prateada, o pedúnculo caudal possui uma grande mancha avermelhada e as nadadeiras caudais, anais e ventrais são vermelhas alaranjadas, com manchas negras ao longo dos raios medianos (GODOY, 1975; SANTOS, 1987). Os machos apresentam-se mais esguios e menores que as fêmeas e raramente se logram exemplares de mais de 50 cm, com peso de 2 quilos e meio (SANTOS, 1987). Segundo MORAIS-FILHO e SCHUBART (1955), o dourado jovem é facilmente confundido com a Tabarana. GODOY (1975), relatou que é o valor de seu primo – o dourado – que lhe arrebatava todas as expressões de peixe excelente para a pesca, comércio e o consumo humano.

As Tabaranas são peixes de água movimentada, sendo possível observá-los na queda de cachoeiras, choros d'água e corredeiras (SANTOS, 1987). Possui larga distribuição geográfica ocorrendo desde o Rio Orenoco na Venezuela até a bacia do Rio Paraguai, sendo encontrado na bacia do Amazonas, São Francisco, Rio Doce e Paraná (MORAIS-FILHO e SCHUBART, 1955; GODOY, 1975).

No estado de Minas Gerais o tamanho mínimo de captura para a tabarana é 35 cm segundo portaria nº 111/03 do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais. No estado

de São Paulo é vedada a captura, só comportando a pesca na modalidade "pesque e solte", segundo lei estadual nº 11.221/02.

Estudos gerais (GODOY, 1975), cromossômicos (MARCO, 1996; GALETTI JR. et al., 1988), morfométricos (SHIBATTA, 1992), e de distribuição geográfica (SHIBATTA e GARAVELLO, 1993; VITTAR et al. 2002) foram realizados para a Tabarana.

Aspectos do ciclo reprodutivo foram estudados na bacia do rio São Francisco - MG, na represa de Três Marias por ANDRADE et al. (1988a), ANDRADE et al. (1988b), GODINHO et al. (1988), SATO E GODINHO (1988), ANDRADE et al. (1989) e ANDRADE et al. (2004). Relatos de seu período reprodutivo variam entre outubro e fevereiro (ANDRADE et al., 1988; ANDRADE et al., 2004) e outubro a janeiro (GODINHO et al., 1988) e o tamanho da primeira maturação de 21 e 23 cm de comprimento total, respectivamente, para machos e fêmeas (SATO e GODINHO, 1988).

Para a bacia do Mogi-Guaçu, GODOY (1975) relatou o período reprodutivo entre dezembro e janeiro com o macho se reproduzindo a partir do segundo ano de vida e a fêmea a partir do terceiro ano.

Na região do alto Tietê, HONJI et al. (2006) determinaram a fecundidade em 145.000 e 159.750 ovócitos e o tamanho do ovócito maduro em 687,5 µm.

No estado de São Paulo estudos recentes indicaram a presença da Tabarana na bacia do Corumbataí (CETRA, 2003, LIMA-JUNIOR, 2003), bacia do Sorocaba (SMITH, 1999; SMITH et al., 1999; SMITH, 2003) e bacia do Mogi-Guaçu (OLIVEIRA e GARRAVELO, 2003). Segundo CETRA (2003) e LIMA-JUNIOR (2004) a espécie *S. hilarii* pode ser utilizada como uma boa indicadora ambiental devido ao seu grau de seletividade ambiental e por estar topo de cadeia alimentar.

SATO (1999) e SATO et al. (2003b) estudando os padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco por meio de hipofisacção constataram que para *S. hilarii* os ovos são de coloração verde escuro a marrom, não são adesivos, não possuem capa envoltória (córion) gelatinosa, o diâmetro médio do ovo não hidratado é de 1.631,70 µm, a fecundidade absoluta de 53.080 ± 26.676 e a relativa (nº de ovos / g de peixe) de 201 ± 24 .

4.2- A bacia do rio Sorocaba

A bacia do rio Sorocaba situa-se na subárea conhecida por médio Tietê, da qual é a segunda maior bacia hidrográfica. Está localizada parte no trecho superior do planalto Atlântico e parte na depressão periférica. A bacia possui área de drenagem de 5269 km²,

abrangendo 22 municípios onde residem cerca de 1,2 milhões de habitantes. A declividade média é de 0,28%, indicando, baixa velocidade de escoamento. Cerca de 25% da bacia possui cobertura de mata natural. Com 180 km de extensão em linha reta, 227 km considerando seu trajeto natural, e vazão de 13m³/s, o rio Sorocaba apresenta inúmeras lagoas marginais e sofre dois represamentos em seu percurso o primeiro em Votorantin, para o aproveitamento energético do salto de Itupararanga e o segundo em Cerquilha, na antiga usina de San Juan, onde existe uma escada para a subida dos peixes (SMITH, 2003).

De acordo com o Decreto CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986 o rio Sorocaba enquadra-se na classe II. Contudo, MARTOS (1999) verificou que o rio Sorocaba apresenta valores em desconformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 20 para os parâmetros coliformes fecais, condutividade, demanda bioquímica de oxigênio e oxigênio dissolvido.

Segundo SMITH (2003), a importância do rio Sorocaba e de seus afluentes na economia da região é fundamental, pois suas águas são utilizadas para numerosos fins, como irrigação, abastecimento público, resfriamento de caldeira, matéria prima para diferentes processos e também, como diluidor de despejos domésticos e industriais. Poderia ser mais utilizado para o turismo, pesca e esporte de aventura.

4.3- Reprodução de Peixes:

4.3.1- Ciclo reprodutivo:

A partir do momento em que um indivíduo está apto a se reproduzir, exceto em casos raros de reprodução única, inicia-se um ciclo contínuo de reprodução no qual ocorre uma fase de preparação onde há o desenvolvimento e crescimento das gônadas, uma fase reprodutiva onde os gametas são liberados, podendo ocorrer uma fase de repouso antes de iniciar uma nova preparação para a reprodução. Esse ciclo pode ocorrer em um curto espaço de tempo (dias ou meses), ou pode ainda abranger um período mais longo (anos). Segundo VAZZOLER (1996), a maioria das espécies de peixes inicia seu desenvolvimento gonadal em uma época anterior àquela de reprodução completando sua maturação no momento em que as condições ambientais forem adequadas à fecundação e ao desenvolvimento da prole.

Para NIKOLSKY (1963) a época de desova é importante para assegurar que os alevinos se desenvolvam em períodos com bom suprimento de alimento e que os ovos e alevinos não encontrem predadores, ou os encontrem em quantidades relativamente pequenas.

Para peixes teleósteos de zonas temperadas, a correlação entre sazonalidade e ciclo reprodutivo são freqüentemente observadas (BAZZOLI, 2003). A maioria dos peixes alcança o peso máximo das gônadas na primavera para desovar no verão (NIKOLSKY, 1963).

Em regiões equatoriais o fotoperíodo varia pouco, mas a temperatura pode ter uma leve variação de acordo com as estações de chuvas ou secas e as desovas ocorrem num período prolongado ou podem ocorrer o ano inteiro (BEY, 1984; NIKOLSKY, 1963).

Nas regiões subtropicais ou subtemperadas (próximo aos trópicos), variações no fotoperíodo e temperatura são pequenas, porém certa sazonalidade é causada pelos regimes de ventos e chuvas e muitas espécies de peixes respondem a essas alterações (LOWE-McCONNELL, 1999; BEY, 1984). Nessas regiões a latitude determina a sazonalidade que passam de tropicais para subtropicais até temperadas (LOWE-McCONNELL, 1999).

Na região sudeste do Brasil muitas espécies de Characiformes desovam na primavera e verão, que são as épocas do ano mais quentes e chuvosas (VAZZOLER e MENEZES, 1992).

Estudos recentes indicam que as táticas reprodutivas variam segundo a região e o tipo de ambiente. Para o lambari *Astyanax scabripinnis altiparanae* da bacia do Tibagi - PR a época de desova foi nos meses de primavera e verão (VERENGUE e ORSI, 2003). No lambari *Moenkhausia intermédia*, no reservatório de Itumbiara - GO a desova foi parcelada e ocorreu o ano inteiro (HOJO et al., 2004). *Characidium sp. n.* do rio Ubatiba - RJ desovou o ano todo (MAZZONI et al. 2002). Em piau-vermelho *Leporinus copelandii* do rio Paraíba do Sul - RJ a desova ocorreu em setembro (COSTA et al. 2005). Para o dourado *S. maxillosus* (= *S. brasilienses*) do rio Mogi-Guaçu - SP a reprodução ocorreu entre novembro e janeiro com maior intensidade reprodutiva em dezembro (BARBIERI et al. 2001b). No peixe-cachorro *Oligosarcus jenynsii* do lago Caconde - RS a época de reprodução foi de julho a dezembro (HARTZ et al., 1997). Na represa de Três Marias do rio São Francisco estudos com a pirambeba *Serrasalmus brandtii* indicaram que a reprodução ocorreu o ano inteiro e a desova é do tipo parcelada (TELES, 1997). Para a

piranha *Pygocentrus piraya* a reprodução ocorreu durante os meses de janeiro e abril e a desova foi do tipo parcelada (FERREIRA, 1996).

4.3.2- Células germinativas e escala de maturidade feminina:

Observa-se na literatura uma variação na classificação das fases de desenvolvimento dos ovócitos de peixes. Segundo ROMAGOSA (1991), há autores que consideram as características nucleares, citoplasmáticas e de vitelo; outros o tamanho; e alguns consideram os diferentes estágios de desenvolvimento dos ovócitos e as camadas de folículos ovarianos.

ZAIDEN (2000) faz uma revisão das classificações e observa que muitos autores acrescentam ou omitem fases do desenvolvimento, ou ainda usam nomes ou números diferentes para a designação das mesmas fases do desenvolvimento, causando dificuldades de interpretação e compreensão do processo, sugerindo, desta forma, uma padronização e adequação da nomenclatura para facilitar o entendimento e explicação.

LIMA et al. (1986) designaram para o dourado *Salminus maxillosus* (= *S. brasilienses*) cinco tipos de ovócitos: ovogônias e ovócitos do tipo I, II, III e IV.

GANECO et al. (2001) estudando a piracanjuba *Brycon orbignyanus*, CAVALCANTI (1994) o cascudo *Liposarcus anisitsi* e ZAIDEN (2000) para piraputanga *Brycon hilarii* designaram seis fases para o desenvolvimento ovocitário: Cromatina-nucléolo (fase 1), Perinucleolar (fase 2), Alvéolo-Cortical (fase 3), Vitelogênico (fase 4), Pós-Vitelogênico/maturação final (fase 5) e Atrésico (fase 6).

ANDRADE et al. (2001) analisando *Bryconops affinis*, RIBEIRO (2002) em Pirá *Conorhynchus conirostris* e OLIVEIRA-JUNIOR (2002) em mandi *Pimelodus maculatus* identificaram cinco fases: Ovogônias, Ovócito Jovem, Ovócitos pré-vitelogênicos, Ovócitos com Alvéolos-corticais e Ovócitos Vitelogênicos.

Segundo ZAIDEN (2000), de forma geral, pode-se designar seis fases da ovogênese: fase 1, ovogônias ou oogônias, compreende ovócitos agrupados em ninhos com forma esférica e pouca basofilia. A fase 2, cromatina-nucléolo, caracteriza-se por células pequenas, citoplasma escasso, núcleo grande e nucléolo geralmente único e muito basófilo. A fase 3, perinucleolar, caracteriza-se por células de tamanho variado, geralmente com núcleo grande e muitos nucléolos fortemente basófilos, às vezes identifica-se núcleo vitelínico ou corpos de Balbiani. A fase 4, alvéolo-cortical ou vesícula vitelínica, caracteriza-se pelo citoplasma abundante e pela presença de alvéolos corticais próximos à

membrana citoplasmática. A fase 5, vitelogênica, caracteriza-se pelo citoplasma abundante e pela presença de grânulos de vitelo. A fase 6, vitelogênica final ou madura, caracteriza-se por apresentar as maiores células, como citoplasma abundante e repleto de vitelo, núcleo de forma pouco definida e contendo vários nucléolos periféricos.

De acordo com CAVALCANTI (1994), os ovócitos de teleósteos são circundados por um envoltório acelular acídófilo, a zona pelúcida; ou segundo VAZZOLER (1996), a membrana vitelínica, ou zona radiata devido à presença de estrias. Sua função é intermediar a passagem de substâncias para o interior dos ovócitos e protegê-los após a desova (HURLEY e FISHER, 1996 apud CAVALVANTI, 1994).

Dependendo do estágio de desenvolvimento do ovócito é possível visualizar uma camada de células em sua volta, chamada de camada de células foliculares. Esta constitui o chamado epitélio folicular, com morfologia e composição química variada nos diferentes grupos de peixes (CRUZ-LANDIM e CRUZ-HOFLING, 1989).

O conjunto ovócito, membrana vitelínica e camada de células foliculares é chamado de folículo ovariano que é a unidade fundamental do ovário (VAZZOLER, 1996).

As escalas de maturidade ovariana de teleósteos são construídas a partir de dados obtidos das modificações estruturais nos ovários, predominância de certos tipos celulares e com os valores de IGS (CAVALCANTI, 1994). Contudo, ZAIDEN (2000), afirma que existe uma falta de padronização, o que tem provocado certas confusões de interpretações na literatura. Em revisão realizada por DINIZ (1997) foram observadas escalas com cinco a dez estádios.

LIMA et al. (1986) identificaram para *S. maxillosus* uma escala com quatro estádios: repouso, maturação, maduro e esgotado. VERENGUE e ORSI (2003) criaram para *Astyanax scabripinnis altiparanae* uma escala com cinco estádios: imaturo, repouso, maturação, desovando e esgotado. CAVALCANTI (1994) estudando o cascudo *Liposarcus anisitsi* criou uma escala de maturidade com cinco estádios: maturação inicial, maturação intermediária, maturação avançada, maduro e esgotado. OLIVEIRA-JUNIOR (2002), RIBEIRO (2002) e BAZZOLI (2003) classificaram o desenvolvimento ovariano de peixes da bacia do rio São Francisco em quatro estádios: repouso, maturação inicial, maturação avançada e desovado. ANDRADE et al. (2004) estudando a tabarana na represa de Três Marias criaram uma escala com quatro estádios: repouso-recuperação, em maturação, maduro e esgotado.

ZAIDEIN (2000), microscopicamente, considerou IMATUROS os ovários que apresentam suas lamelas ovulíferas repletas de ovócitos na fase cromatina-núcleo e alguns perinucleolares; REPOUSO caracterizou os ovários com a predominância dos perinucleolares; MATURAÇÃO caracterizou pela presença dos ovócitos alvéolos-corticais e vitelogênicos; MADURO caracterizou pelos ovócitos em maturação final e ESGOTADO pela presença de folículos pós ovulatórios, folículos atrésicos e a predominância novamente dos perinucleolares, que são considerados células de estoque.

Macroscopicamente, VAZZOLER (1996) classificou o desenvolvimento ovariano em: IMATURO, ovários de tamanho reduzido, ocupando menos de 1/3 da cavidade celomática, filamentosos, translúcidos, sem sinais de vascularização e os ovócitos não são observados a olho nu. MATURAÇÃO, ovários ocupam de 1/3 a 2/3 da cavidade celomática, vascularização intensa e ovócitos opacos pequenos e médios. MADURO, ovários que ocupam quase totalmente a cavidade celomática, túrgidos e ovócitos grandes opacos e/ou translúcidos, cuja frequência varia com o progresso de maturação. ESGOTADO, ovários em diferentes graus de flacidez, com membranas distendidas e de aspecto hemorrágico, ocupando menos de 1/3 da cavidade celomática e com poucos ovócitos.

4.3.3- Células germinativas e escala de maturidade masculina.

Os testículos de teleósteos são constituídos de tecido conjuntivo envolvente, lóbulos ou túbulos seminíferos, ductos testiculares, células da linhagem germinativa, células de Sertoli ou císticas e tecido intersticial contendo as células intersticiais ou de Leydig (ZAIDEN, 2000). São classificados em lobular quando há a presença de um epitélio germinativo confinado em compartimentos que terminam na periferia do testículo, e em tubular anastomosado quando os compartimento germinativos estão interconectados e formam dobras que não terminam na periferia testicular (GRIER, 1993).

Nos túbulos seminíferos são encontrados cistos, redondos ou ovais, onde ocorre o desenvolvimento das células espermatogênicas. Em cada cisto as células estão no mesmo estágio de desenvolvimento. Envolvendo os cistos observam-se as células de Sertoli (NAKAGHI, et al. 2003; PORAWSKI et al. 1997). Segundo revisão realizada por MITSUIKI (2002) as células de Sertoli possuem função de fagocitose, nutrição das células germinativas, esteroidogênese e participa na formação de barreira hemotesticular.

As células de Leydig ocorrem em pequenos grupos ou isoladas, associadas a capilares sanguíneos e são facilmente visualizadas no interstício dos túbulos (ROMAGOSA, 1991; NAKAGHI, 1996). NAKAGHI et al., (2003) afirmam que muitos autores têm sugerido que as células de Leydig estão envolvidas com a produção de esteróides.

O processo de desenvolvimento das espermatogônias até espermatozóides é chamada de espermatogênese (GURAYA, 1994). Espermiogênese é o desenvolvimento das espermátides em espermatozóides (AIRES, 2000). Esta é classificada em cística quando a espermiogênese ocorre dentro dos cistos de células germinativas e estes se rompem para liberar espermatozóides maduros no lume do compartimento seminífero, ou semi-cística quando os cistos se rompem antes que os espermatozóides estejam maduros e a maturação se completa no lume do compartimento seminífero (AMARAL, 2003). Espermição é a liberação dos espermatozóides para a luz do túbulo seminífero (VERÍSSIMO-SILVEIRA 2003).

GRIER et al. (1980) classificaram os testículos em espermatogonial restrito, quando as espermatogônias ocorrem apenas na extremidade cega dos lóbulos ou túbulos e ocorre apenas na ordem Atheriniformes. O tipo espermatogonial irrestrito apresenta espermatogônias distribuídas ao longo de toda parede dos lóbulos ou túbulos, ocorrendo nos demais teleósteos.

As células germinativas da espermatogênese, ao contrário da ovogenese, possuem pouca diversificação na sua classificação. Geralmente são identificados seis tipos de células: espermatogônias primárias e secundárias, espermatócitos primários e secundários, espermátides e espermatozóides (CAVALCANTI, 1994; ZAIDEN, 1997; AMARAL, 1999; ZAIDEN, 2000; ANDRADE et al., 2001; CRUZ, 2001; RIBEIRO, 2002; OLIVEIRA-JUNIOR, 2002; AMARAL, 2003).

Segundo ZAIDEN (2000) as espermatogônias primárias são as células de maior tamanho dentro da linhagem germinativa, forma esférica, citoplasma abundante e hialino, núcleo grande e com pequena afinidade a corantes e presença de nucléolo único. As espermatogônias secundárias são semelhantes ao tipo celular anterior, porém, com menor tamanho e são agrupados em cistos. Os espermatócitos primários são resultantes da diferenciação das espermatogônias secundárias, apresentam-se agrupadas em cistos, citoplasma hialino, com limites distinguíveis sob microscopia de luz, núcleo intensamente corado, distinguindo-se dos espermatócitos secundários por apresentarem complexos

sinaptonêmicos. Os espermátocitos secundários são semelhantes aos primários, mas apresentando-se em tamanho menor, são de difícil visualização, pois sua existência é breve devido à rapidez com que progride a meiose. As espermátides são semelhantes aos espermátocitos secundários, menor que estes e também encerrados em cistos. Os espermatozóides são os menores tipos celulares e não se assemelham morfológicamente aos tipos anteriores.

Segundo ZAIDEN (1997 e 2000) existe uma grande discordância entre vários autores quanto à classificação para os estádios de desenvolvimento testicular, onde, na revisão realizada por esse autor, encontram-se estudos onde foram criadas escalas com diferentes números de estádios e diferentes nomenclaturas. Em seu estudo com a piracanjuba *Brycon orbignyianus* e com a piraputanga *B. hilarii* foi contruída escala com sete estádios de maturação: repouso, maturação 1, maturação 2, maturação 3, maturação 4, maduro ou reprodução e regressão.

RIBEIRO (2002), OLIVEIRA-JUNIOR (2002), BAZZOLI (2003) e SATO et al. (2003c) estudando peixes da bacia do rio São Francisco criaram uma escala de maturação com quatro estádios: repouso, em maturação, em maturação avançada/maduro e desovado/esgotado. ZANIBONI FILHO e RESENDE (1988) criaram para matrinxã *Brycon cephalus* do rio Negro e Solimões uma escala de maturidade com cinco estádios: imaturo, em maturação, maduro, esvaziado e em recuperação. CRUZ-LANDIM et al. (2003) estudando o pacu *Piaractus mesopotamicus* em ambiente natural criaram uma escala com quatro estádios: repouso, maturação, maduro e regressão.

Para o dourado *Salminus maxillosus*, LIMA et al. (1986) determinaram uma escala com quatro estádios: repouso, maturação, maduro e esgotado. VERÍSSIMO-SILVEIRA (2001), criou uma escala de maturidade com cinco estádios: preparatória, maturação inicial, maturação intermediária, maturação final e regressão.

Para a tabarana da represa de Três Marias (MG) ANDRADE et al. (2004) criaram uma escala com quatro estádios: recuperação-repouso, em maturação, maduro e esgotado.

4.3.4-Tipo de desova e fecundidade.

Segundo NAUMOV (1959), a presença de ovócitos em uma ou mais fases do desenvolvimento diferencia a desovas em total e parcelada.

Para LOWE-McCONNELL, (1999) poucos peixes possuem desova única. A maioria desova em intervalos repetidos, podendo a desova ser total ou múltipla. Os

desovadores múltiplos podem ser desde desovadores parciais na estação reprodutiva até os desovadores de pequenas proles que produzem lotes de ovócitos em intervalos frequentes.

Segundo NAGAHAMA (1983), ovários contendo todos ovócitos no mesmo estágio de desenvolvimento são chamado de sincrônico total, ocorre em peixes que desovam uma vez na vida e logo após morrem (espécies semélparas). Os ovários sincrônicos em grupos são aqueles no qual há pelo menos duas populações de ovócitos em diferentes estágios de maturação, ocorrem em espécies que desovam uma vez ao ano e possuem o período reprodutivo curto. Os ovários assincronicos contêm ovócitos em todos os estágios de desenvolvimento, ocorre em espécies que desovam muitas vezes ao ano com uma época de reprodução grande.

De acordo com MARZA (1938) (apud VAZZOLER, 1996), o desenvolvimento dos ovócitos nos ovários pode ocorrer de forma sincrônica em um grupo, sincrônica em dois grupos, sincrônica em mais de dois grupos e assincrônica. A partir dessa classificação, VAZZOLER (1996) considera que o tipo de desova é ÚNICO quando há o sincronismo de apenas um grupo (semelparidade), TOTAL quando há o sincronismo de dois grupos, PARCELADA ou MÚLTIPLA quando há o sincronismo de mais de dois grupos e INTERMITENTE quando não há sincronismo no desenvolvimento dos ovócitos.

LOWE-McCONNELL, (1999) afirma que existem graduações entre as várias categorias, mas há diferenças bem definidas nas táticas reprodutivas entre peixes de desova total e de desova múltipla ou parcelada.

Segundo BALDISSEROTTO (2002) em peixes de desova sincrônica, o crescimento dos ovócitos pode ser irregular no início da vitelogênese, havendo uma diferença muito grande no tamanho dos ovócitos dentro dos ovários.

A ocorrência de ovócitos de diferentes tamanhos no ovário não indica que a desova é parcelada. Em muitos peixes, ovócitos pequenos permanecem nos ovários depois da desova e são gradualmente absorvidos (NIKOLSKY, 1963).

A fecundidade é uma adaptação específica à variação de condições abióticas e bióticas e pode ter diferenças em espécies muito próximas ou mesmo na mesma espécie em regiões diferentes (NIKOLSKY, 1963; NIKOLSKY, 1969). Ela é geralmente definida como o número de ovócitos maduros encontrados numa fêmea antes da desova (GODINHO et al, 1977; BARBIERI, 1994; MAZZONI e CARAMASCHI, 1997), nesse caso denominando-se de fecundidade absoluta (BRAGA e GENNARI-FILHO, 1991). Pode estar relacionada ao peso e massa do animal, sendo chamada de fecundidade relativa

(NIKOLSKY, 1963); ou pode indicar a capacidade reprodutiva de uma população, dependendo de muitas variáveis como, por exemplo, a idade de maturação gonadal, tipo e frequência de desovas na vida dos indivíduos (NIKOLSKY, 1963; VAZZOLER, 1996).

Para a maioria dos teleósteos de águas continentais o comprimento é, segundo BARBIERI (1994), a variável que mais se relaciona com a fecundidade. Já, segundo NIKOLSKY (1969) e LOWE-McCONNELL (1999), a correlação entre fecundidade e peso é, em muitos peixes, maior que com o comprimento.

Nas espécies em que a fecundidade é de importância fundamental como na maior parte dos desovadores totais, como os caracóideos, as fêmeas são geralmente maiores que os machos, e o número de ovócitos aumenta com o tamanho da fêmea (LOWE-McCONNELL, 1999).

5- Material e Métodos:

5.1- Coleta de exemplares ictiológicos:

O trecho estudado (Figura 1A) está localizado na região do baixo Sorocaba, nos municípios de Tatuí e Boituva. Foram realizadas coletas mensais em um ponto do rio em cada município (Figuras 1B e 1C). As coletas iniciaram em abril de 2004 e estenderam-se até março de 2006. Estas foram devidamente regulamentadas pelas autorizações número 048/2004 e 087/2005 expedida pela diretoria de fauna e recursos pesqueiros/IBAMA.

A captura dos exemplares foi realizada com a utilização de redes de descanso (espera) com malhas de 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 e 4,0 cm entre nós adjacentes, totalizando um esforço de pesca de 100 metros. As redes ficaram armadas durante o período aproximado de 16 horas e as despescas feitas em intervalos aproximados de três horas. As redes foram colocadas no rio antes do amanhecer e retiradas a noite. Juntamente com as capturas com redes de descanso, as coletas foram complementadas com exemplares capturados com canhão e molinete ou carretilha munida de iscas artificiais. Posteriormente foi realizada em campo a biometria e a fixação dos exemplares coletados.

5.2- Dados biométricos

A massa total de cada exemplar de *Salminus hilarii* (Figura 1D) foi mensurada utilizando-se uma balança digital analítica com aproximação de 0,01g. O comprimento padrão do corpo foi determinado em milímetros, com auxílio de um ictiômetro.

Por meio de uma incisão ventral todos os exemplares foram abertos e as vísceras foram removidas. As gônadas foram macroscopicamente analisadas para determinação dos estádios de maturidade e em seguida removidas para a mensuração da massa, utilizando-se uma balança digital analítica com aproximação de 0,01g. Aproximadamente vinte por cento das gônadas foram fixadas com solução de Bouin para a análise histológica. Ovários maduros foram fixados em solução de Gilson modificado para análise de fecundidade.

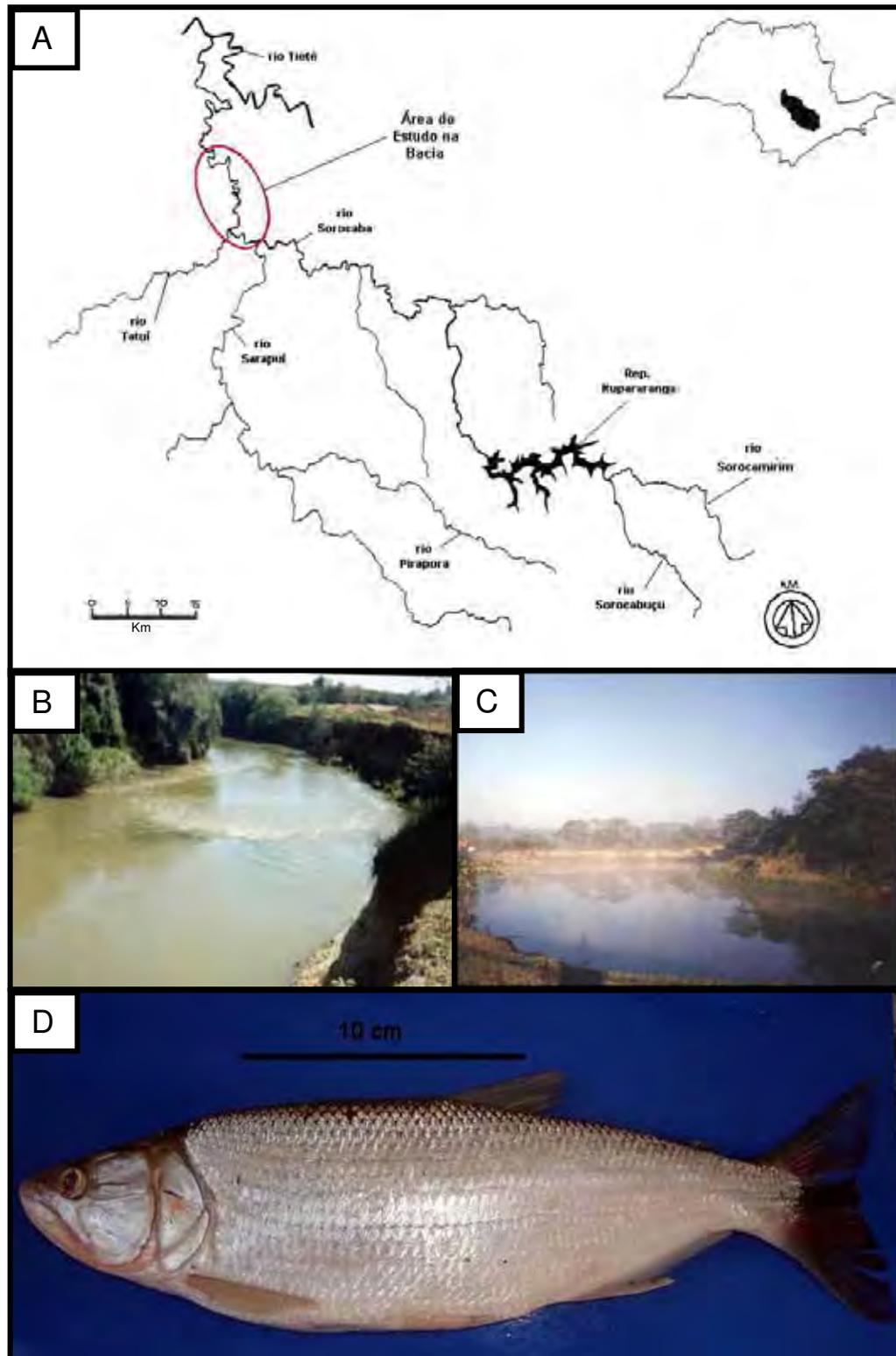


FIGURA 1: A) Mapa esquemático da bacia do rio Sorocaba, SP. B) Ponto de coleta no município de Boituva. C) Ponto de coleta no município de Tatuí. D) Exemplo de *Salminus hilarii* coletado no rio Sorocaba, SP.

5.3- Ciclo reprodutivo.

Neste trabalho para avaliar o ciclo reprodutivo e o desenvolvimento gonadal seguiu-se a proposta de DIAS (1998), na qual escalas de maturidades macroscópicas podem ser utilizadas desde que sejam empregadas escalas simplificadas com pequeno número de estádios, diminuindo o erro de identificação dos mesmos; GANECO et al. (2001), argumentaram que somente o Índice Gonadossomático (IGS) ou e/ou análise macroscópica não são suficientes para a determinação dos estádios de maturação das gônadas; e NAUMOV (1959) salienta a necessidade de uma escala de maturidade adaptada para cada espécie e pondera, ainda, que o número de estádios deve ser reduzido o suficiente para facilitar o trabalho de campo. Desta forma, para o estudo do ciclo reprodutivo de *S. hilarii* foi realizado o acompanhamento do desenvolvimento gonadal através da análise do IGS concomitantemente com a identificação dos estádios de maturação.

5.3.1- Índice Gonadossomático (IGS).

O IGS é um indicativo do grau de desenvolvimento das gônadas, pois representa a contribuição percentual da massa das gônadas em relação a massa corpórea total. Foi calculado para todos os exemplares coletados a partir da seguinte expressão (McADAM et al., 1999):

$$IGS = 100 (M_G / M_T)$$

Sendo:

IGS: Índice Gonadossomático;

M_G: massa das gônadas em gramas (com aproximação de 0,01g);

M_T: massa total do peixe em gramas (com aproximação de 0,01g).

As coletas mensais foram agrupadas em bimestres para as análises estatísticas. Foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para verificar se houve diferenças significativas entre o IGS dos bimestres. Ocorrendo diferenças entre o IGS dos bimestres foi realizado o teste de Mann-Whitney para verificar entre quais bimestres ocorreu diferenças significativas. Todos os testes citados foram realizados de acordo com ZAR (1999), adotando-se o nível de significância de 0,05.

5.3.2- Identificação dos estádios de maturação.

Foi realizada através de análises macroscópica a fresco e análise microscópica por meio de microscopia de luz.

Para análise macroscópica realizada em campo procurou-se seguir, para as fêmeas, a escala de classificação descrita por VAZZOLER (1996), que compreende quatro estádios:

ESTÁDIO A: Imaturo – Ovários de tamanho reduzido, ocupando menos de 1/3 da cavidade celomática. São filamentosos, translúcidos, sem sinais de vascularização. Os ovócitos não são observados a olho nu.

ESTÁDIO B: Em maturação/ repouso reprodutivo – Os ovários, ocupando de 1/3 a 2/3 da cavidade celomática, intensamente vascularizada. A olho nu observam-se ovócitos opacos, pequenos e médios.

ESTÁDIO C: Maduro – Ovários ocupam quase que totalmente a cavidade celomática, apresentam-se túrgidos e a olho nu observam-se ovócitos grandes, opacos e/ou translúcidos, cuja frequência varia com o progresso de maturação.

ESTÁDIO D: Esgotado – Ovários apresentam-se em diferentes graus de flacidez, com membranas distendidas e de aspecto hemorrágico, ocupando novamente, menos de 1/3 da cavidade celomática. Observam-se poucos ovócitos.

Para os machos seguiu-se uma adaptação das escalas propostas por LIMA et al. (1986) para *S. maxillosus* (= *S. brasilienses*) e ANDRADE et al. (2004) para *S. hilarii*:

ESTÁDIO A: Repouso – Os testículos apresentam-se filamentosos, translúcidos e sem vascularização.

ESTÁDIO B: Maturação – Os testículos são maiores que na fase anterior, tornam-se opacos e branco-avermelhado e a vascularização é mais perceptível.

ESTÁDIO C: Maduro – Atingem tamanho considerável, apresentam-se opacos com coloração branco-avermelhada e com vascularização bem visível.

ESTÁDIO D: Esgotado – Com a eliminação do esperma os testículos ficam totalmente flácidos. Apresentando aspecto hemorrágico devido ao rompimento de vasos sanguíneos.

Para a análise microscópica as gônadas foram fixadas em solução de Bouin por 24 horas e posteriormente armazenadas em álcool 70%. Em seguida foram desidratadas em séries crescentes de álcool, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Os cortes foram

realizados na espessura de 5 μm montados em lâminas e estas coradas pela técnica de Hematoxilina-Eosina (H-E) no laboratório de Histologia e Embriologia do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal. As lâminas foram analisadas para a identificação dos tipos de células germinativas, segundo características morfológicas de acordo com ZAIDEN (2000). A frequência de cada tipo de célula germinativa foi avaliada de forma geral nas gônadas. Os melhores cortes foram selecionados e fotomicrografados em fotomicroscópio LEICA DM 2500 com câmera digital LEICA DFC 280.

Após a identificação dos estádios de maturidade estes foram distribuídos num gráfico de frequência por bimestre (semelhante ao utilizado para o IGS).

5.4- Tipo de desova e fecundidade.

As gônadas de fêmeas em estágio maduro foram seccionadas longitudinalmente e imersas em frascos com solução de Gilson modificada (VAZZOLER, 1996), e estes foram agitados para que ocorresse a dissociação dos ovócitos da membrana ovariana. Após a dissociação completa, os ovócitos foram lavados em álcool 70% para a retirada das membranas e da solução de Gilson.

O tipo de desova foi determinado com o acompanhamento histológico do desenvolvimento dos ovários e foi corroborado com o método da distribuição da frequência do tamanho dos ovócitos. Cem ovócitos escolhidos aleatoriamente foram mensurados sob estereomicroscópio com auxílio de uma ocular micrométrica. Em seguida, foram construídos gráficos da distribuição da frequência dos diâmetros dos ovócitos para cada ovário maduro. A observação da posição da moda mais avançada dos ovários indicou o desenvolvimento das fases ovocitárias, permitindo a inferência do tipo de desova da espécie.

A fecundidade foi estimada segundo o método volumétrico descrito por VAZZOLER (1996). Sob estereomicroscópio foram contados os ovócitos de cinco réplicas de cada par de ovário maduro (Os ovócitos foram colocados num béquer e em seguida foi colocado álcool 70% até completar o volume de 200 mL. A mistura foi agitada para ocorrer a aleatorização dos ovócitos e em seguida foi coletado uma amostra de 2 mL para a contagem de ovócitos). Posteriormente foi calculada a frequência de ovócitos vitelogênicos e maduros dentre o total de ovócitos contados para estimar a fecundidade

absoluta. A determinação do diâmetro dos ovócitos maduros foi realizada a partir de análise histológica e auxiliada pela análise dos gráficos das frequências dos diâmetros dos ovócitos.

6- Resultados

6.1- Dados biológicos

Foram coletados 109 exemplares. Destes 90 eram fêmeas e 19 machos. O número de exemplares coletados por estação segue na Tabela 1.

Tabela 1: Frequência por bimestre de exemplares de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP.

Estação	Nº de exemplares	% de exemplares
Jan-Fev	13	11,9
Mar-Abr	24	21,0
Mai-Jun	15	13,8
Jul-Ago	15	13,8
Set-Out	7	6,4
Nov-Dez	35	32,8
Total	109	100

O comprimento padrão variou de 12,4 até 42,7 cm para as fêmeas e 17,0 até 27,5 cm para os machos. A massa total variou entre 76,2 até 1420 g para as fêmeas e 73,8 até 385 g para os machos. A figura 2 mostra um gráfico de dispersão entre a massa total e o comprimento padrão para os exemplares de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba. Uma função potência foi ajustada aos dados de massa e comprimento padrão obtendo se para a relação “peso” (massa total) comprimento (comprimento padrão) a função:

$$M_T = 0,0350 \cdot C_P^{2,7802}, \text{ com } r^2 \text{ igual a } 82,41\%.$$

Onde:

M_T = massa total

C_P = comprimento padrão

r^2 = coeficiente de determinação.

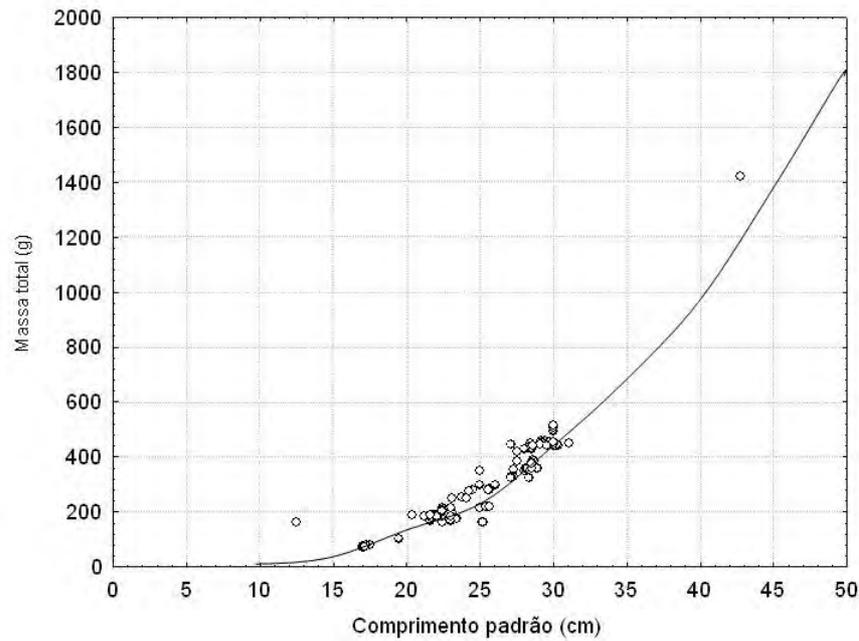


FIGURA 2: Diagrama de dispersão entre os valores da massa total (g) e comprimento padrão (cm) com a curva de regressão ajustada de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP.

6.2- Reprodução

6.2.1- Ciclo reprodutivo de fêmeas

Analisando o IGS das 90 fêmeas de *S. hilarii* coletadas e distribuídas entre os bimestres do ano observou-se graficamente (Figura 3) que o bimestre Nov-Dez apresentou a maior média.

No teste de Kruskal-Wallis, para o nível de significância de 5%, foi rejeitada a hipótese nula ($p=0,0017$) indicando que houve diferenças significativas no IGS de pelo menos um bimestre em relação aos demais bimestres do ano.

O teste Mann-Whitney, por sua vez, indicou diferenças significativas entre o bimestre Nov-Dez em relação aos outros bimestres do ano (tabela 2).

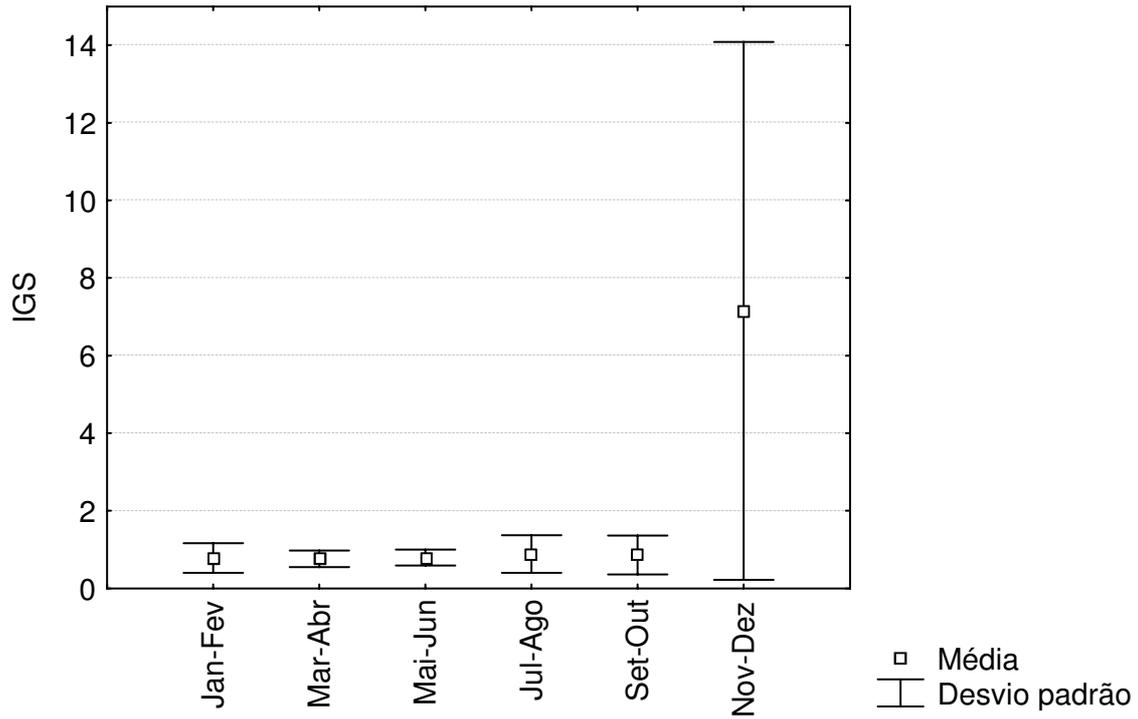


FIGURA 3: Valores médios e desvio padrão do IGS de fêmeas por bimestre de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP.

Tabela 2: Comparação entre os bimestres de coleta para os valores de IGS de fêmeas de *S. hilarii* coletadas no rio Sorocaba, SP, utilizando-se o teste de Mann-Whitney ($\alpha=5\%$).

Bimestres comparados		Conclusão	
Jan-Fev	X	Mar-Abr	Não significativo
		Mai-Jun	Não significativo
		Jul-Ago	Não significativo
		Set-Out	Não significativo
		Nov-Dez	Significativo
Mar-Abr	X	Mai-Jun	Não significativo
		Jul-Ago	Não significativo
		Set-Out	Não significativo
		Nov-Dez	Significativo
Mai-Jun	X	Jul-Ago	Não significativo
		Set-Out	Não significativo
		Nov-Dez	Significativo
Jul-Ago	X	Set-Out	Não significativo
		Nov-Dez	Significativo
Set-Out	X	Nov-Dez	Significativo

Pela análise da frequência absoluta de fêmeas (Figura 4), na qual foram utilizadas as 90 fêmeas capturadas, foram observados ovários no estágio de repouso (R) em todos bimestres. Ovários no estágio de maturação (B) foram observados nos três últimos bimestres do ano (Jul-Ago, Set-Out e Nov-Dez). Ovários maduros (C) foram observados no bimestre Nov-Dez. Ovários desovados (D) foram observados nos três primeiros bimestres do ano (Jan-Fev, Mar-Abr e Mai-Jun).

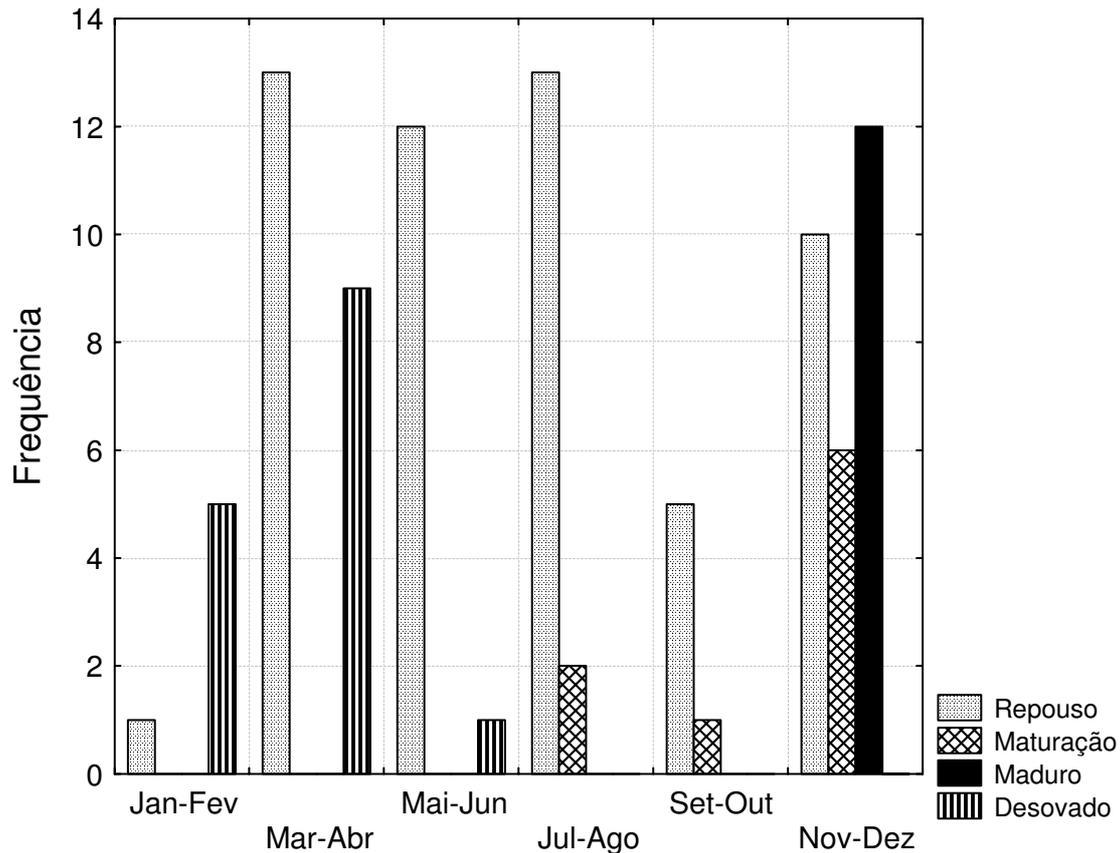


FIGURA 4: Frequência absoluta de fêmeas de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, por bimestre em diferentes estágios de maturação gonadal durante todo o período de estudo (n=90).

6.2.2- Ciclo reprodutivo dos machos

A Figura 5 exibe o valor absoluto dos IGS de *S. hilarii* por bimestre. Dos 19 exemplares machos coletados sete foram no bimestre Jan-Fev, dentre estes, seis estavam com os testículos maduro e um estava esgotado. No bimestre Mar-Abr foram coletados dois machos esgotados. No bimestre Mai-Jun foram coletados dois machos em maturação. No bimestre Set-Out foi capturado um macho em maturação. No último bimestre, Dez-Jan,

foram coletados seis machos com os testículos maduro e um em maturação, nesse bimestre foram observados os testículos com maior valor de IGS.

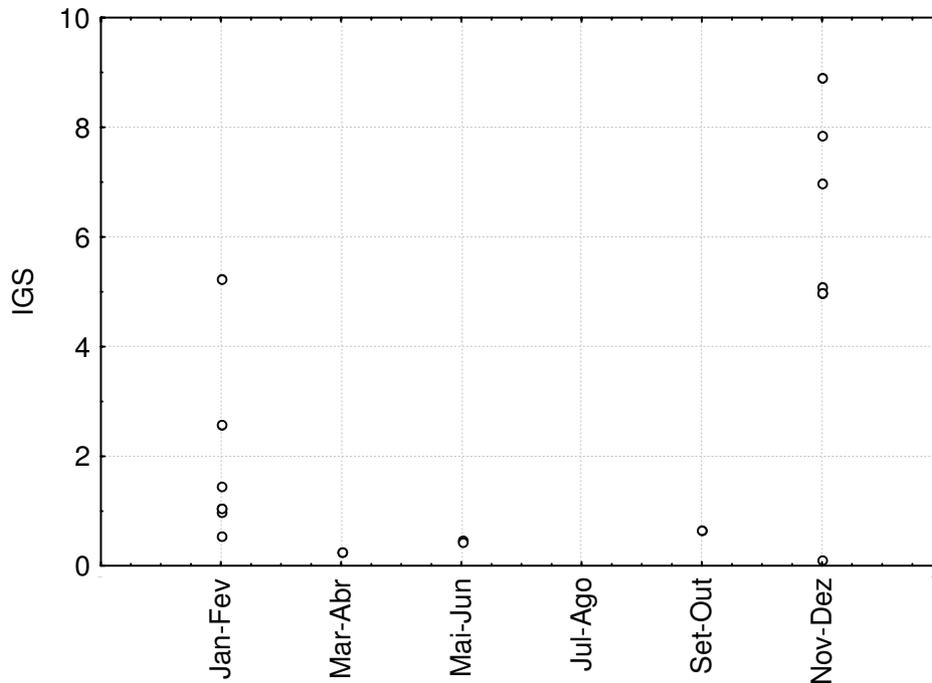


FIGURA 5: Distribuição dos valores absolutos do IGS de 19 testículos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, por bimestre.

6.2.3- Células germinativas femininas

A determinação dos tipos de ovócitos foi realizada de acordo com as características morfológicas do citoplasma, núcleo, membranas e tamanho dos ovócitos.

Ovócito I – Cromatina-nucléolo:

Foram os menores ovócitos observados e encontrados em ninhos nas lamelas ovulíferas. Apresentaram o núcleo grande, mais corado que o citoplasma e com apenas um nucléolo excêntrico. Foram de difícil visualização em microscopia de luz (Figura 7A).

Ovócito II – Perinucleolar

Os ovócitos nesta fase apresentaram o formato angular, tornando-se mais arredondado à medida que vão se desenvolvendo. O citoplasma é bem basofílico. O núcleo é grande e acidofílico e podem ser visualizados alguns nucléolos basofílicos na periferia (Figura 7B).

Ovócito III – Alvéolo-cortical

A principal característica desses ovócitos foi a presença de vesículas, ou alvéolos corticais no citoplasma, o diâmetro maior e a perda da basofilia do citoplasma comparada à fase anterior. O núcleo caracteriza-se pela presença de vários nucléolos em sua periferia. Com o desenvolvimento do ovócito ocorre redução da basofilia do citoplasma. Nessa fase já é possível identificar a zona radiata e a camada granulosa (Figura 7C).

Ovócito IV – Vitelogênico

Caracteriza-se principalmente pela deposição de grânulos de vitelo, iniciando-se na periferia e deslocando-se em direção ao núcleo. Seus diâmetros são maiores que na fase anterior. O núcleo mantém-se com vários nucléolos. A zona radiata apresenta-se espessa e a camada granulosa bem definida (Figura 7D).

Ovócito V – Maduro

Foram os maiores tipos de ovócitos visualizados. O citoplasma estava totalmente ocupado pelos grânulos de vitelo acidófilico. O núcleo era de formato irregular, posição excêntrica e apresentava muitos nucléolos. Os alvéolos corticais estavam posicionados junto à periferia. Foi observado na zona radiata a micrópila (figura 7H) formada por um canal cônico preenchido pela célula micropilar. A zona radiata apresentou estrias radiais e a camada granulosa era bem fina com células achatadas (Figura 7E).

Ovócito VI – Atrésico

Caracterizou-se pela deformação da zona radiata até a sua ruptura enquanto ocorreu à desorganização e reabsorção do vitelo e hipertrofia das células foliculares. Aos poucos ocorreu a diminuição do tamanho da célula até o seu total desaparecimento com a reabsorção (Figura 7F).

Folículo pós-ovulatório

Foram originados dos folículos ovocitários após a desova, sendo formado por células foliculares hipertrofiadas (Figura 7G).

6.2.4- Escala de maturidade para fêmeas

A escala de maturidade foi criada a partir de observações macroscópicas, microscópicas. A Figura 6 mostra um diagrama de dispersão do IGS por estágio de maturação.

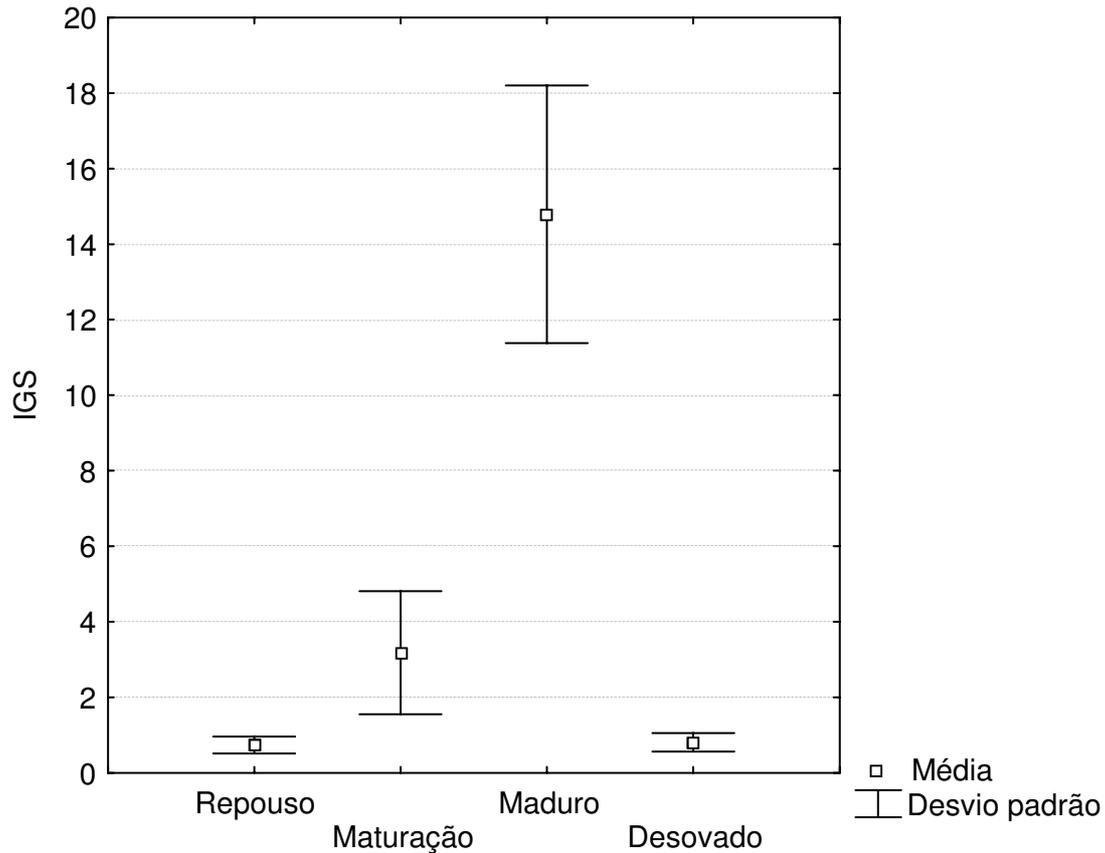


FIGURA 6: Valores médios e desvio padrão do IGS de fêmeas por estágio de maturação de fêmeas de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP.

Repouso (R)

No repouso os ovários são delgados e finos e com a coloração clara. Microscopicamente foram observados ovócitos Cromatina-Nucléolo e Perinucleolares em alta frequência e alguns Alvéolos corticais (Figura 8A). A média do IGS foi de 0,73 e o desvio padrão foi de $\pm 0,22$ (Figura 6).

Maturação (B)

Na maturação os ovários ficaram mais espessos e mais irrigados e a coloração tornou-se mais escura. Microscopicamente foram observados ovócitos Cromatina-Nucléolo e Perinucleolares, mas foi predominante a presença de Alvéolos-corticais e Vitelogênicos (Figura 8B). A média do IGS foi de 3,181 e desvio padrão foi de $\pm 1,63$. (Figura 6).

Maduro (C)

Os ovários ocupavam grande espaço na cavidade abdominal e a coloração era esverdeada. Houve a predominância de ovócitos Maduros, porém foram observados alguns ovócitos Cromatina- nucléolo e perinucleolares e raros ovócitos Alvéolos corticais e

Vitelogênicos (Figura 8C). A média do IGS foi de 14,78 o desvio padrão foi de $\pm 3,41$ (Figura 6).

Desovado (D)

Os ovários após desova tornaram-se mais delgados. Microscopicamente foram caracterizados pela presença de ovócitos em Atresia e Folículos pós-ovulatórios e foram observados muitos ovócitos Cromatina-Nucléolo e perinucleolares (Figura 8D). A média do IGS foi de 0,81 e o desvio padrão foi de $\pm 0,24$ (Figura 6).

6.2.5- Células germinativas masculinas

A determinação dos tipos de células germinativas masculinas foi realizada de acordo com as características morfológicas do citoplasma, núcleo e tamanho das células.

Espermatogônias primárias (G1)

São as maiores células da linhagem germinativa. Possuem citoplasma abundante e eosinofílico. O núcleo é grande e esférico com nucléolo único. Foram observadas isoladas junto à parede dos túbulos em todos estádios de maturação (Figura 10B).

Espermatogônias secundárias (G2)

São originadas da divisão das espermatogônias primárias e por isso menor que estas. Estavam agrupados em cistos. O núcleo é mais basofílico (Figura 10B).

Espermatócitos (C)

São menores que as espermatogônias secundárias, também apareceram agrupadas em cistos, com núcleo mais basofílico que na fase anterior e citoplasma pouco distinguível. Foram visualizados os espermatócitos primários propriamente ditos e quando estavam se dividindo em espermatócito secundário (Figuras 10C).

Espermátide (T)

Possui limite indistinguível, núcleo arredondado e bem basofílico. Também foram observados em cistos (figura 10C).

Espermatozóides (Z)

São as menores células da linhagem germinativa. Visualizados ocupando a região central dos túbulos seminíferos. Núcleo arredondado e bem basofílico (Figura 11 A e B).

Além das células germinativas foram observadas as células de Sertoli ou Císticas (Figura 10B), caracterizadas pelo citoplasma escasso, núcleo bem basofílico e evidente, estando associadas as espermatogônias primárias ou aos cistos das células germinativas. No interstício foram observadas as células de Leydig (Figura 10A) ou intersticiais, geralmente agrupadas, com núcleo arredondado e bem basofílico e próximos aos capilares sanguíneos.

6.2.6- Escala de maturidade para machos.

De acordo com as características macroscópicas e microscópicas observadas nos testículos de *S. hilarii* foi possível identificar três estádios de desenvolvimento:

Maturação:

Macroscopicamente os testículos apresentavam a coloração vermelho pálido e ocupavam espaço considerável na cavidade abdominal. Microscopicamente os testículos apresentavam cistos (Figura 9C) com células da linhagem germinativas em diferentes fases de desenvolvimento e no lume dos túbulos seminíferos (Figura 9) pequena quantidade de espermatozóides (Figuras 12A)

Maduro:

Macroscopicamente os testículos ocupavam um grande espaço na cavidade abdominal e apresentavam a coloração esbranquiçada. Microscopicamente os lumes dos túbulos seminíferos estavam repletos de espermatozóides e não apresentavam cistos com diferentes células germinativas, apenas espermatogônias isoladas (Figura 12B). Neste estágio foram observadas anastomoses (Figura 12D) nos túbulos seminíferos.

Esgotado:

Macroscopicamente os testículos eram flácidos, com coloração esbranquiçada e pouca vascularização superficial. Microscopicamente foram observados túbulos seminíferos vazios ou com espermatozóides residuais. O tecido conjuntivo estava mais evidente e puderam ser observadas espermatogônias primárias junto as paredes dos túbulos (Figuras 11C e 12C).

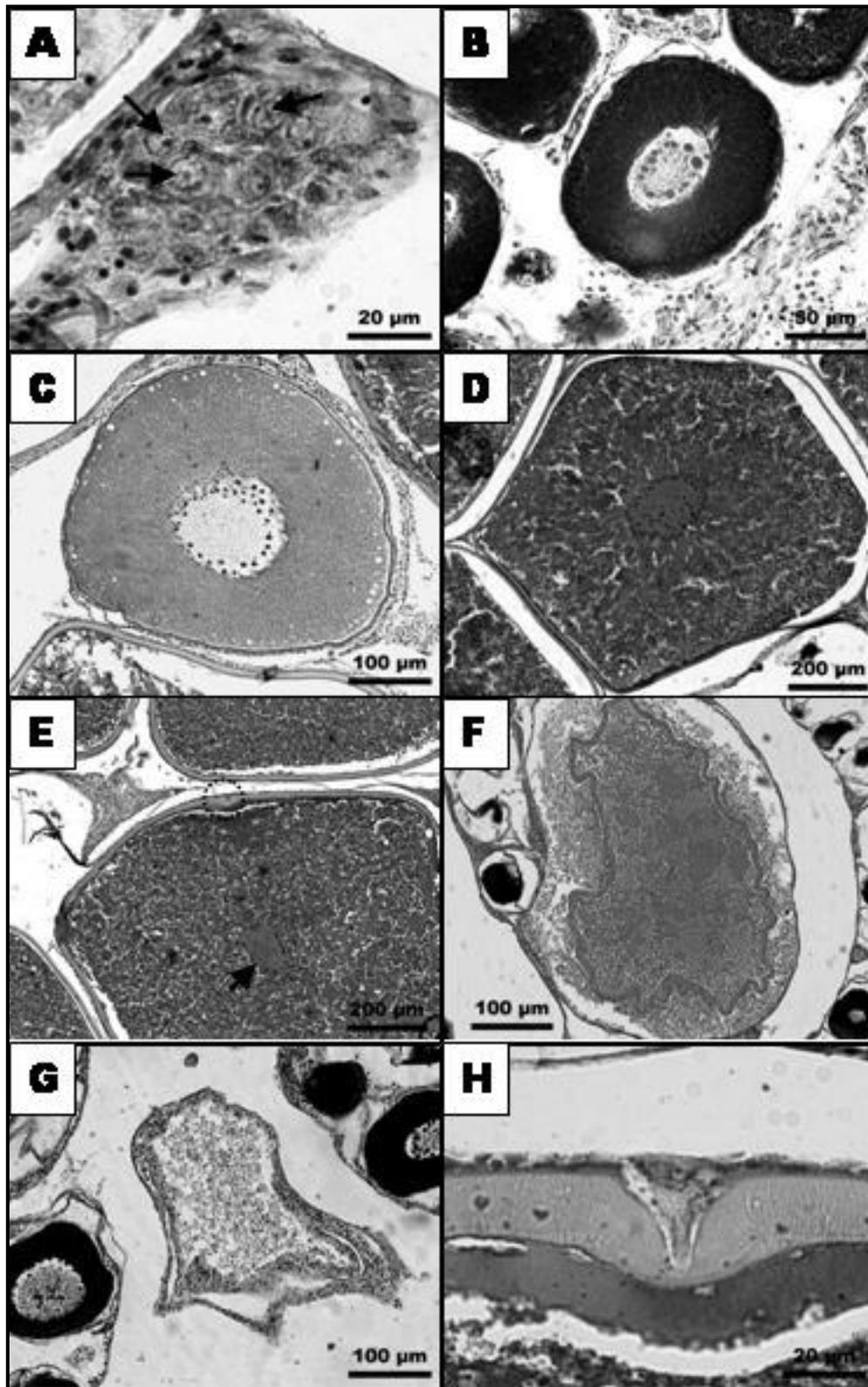


FIGURA 7: Fotomicrografias de seções de ovários de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, nas diferentes fases de desenvolvimento ovocitário: A) Cromatina-nucléolo (setas). B) Perinucleolares. C) Alvéolo-cortical. D) Vitelogênese. E) Maduro com micrópila (círculo) e núcleo desorganizado (seta). F) Atrésico. G) Folículo pós-ovulatório. H) Micrópila. Coloração: Hematoxilina-Eosina.

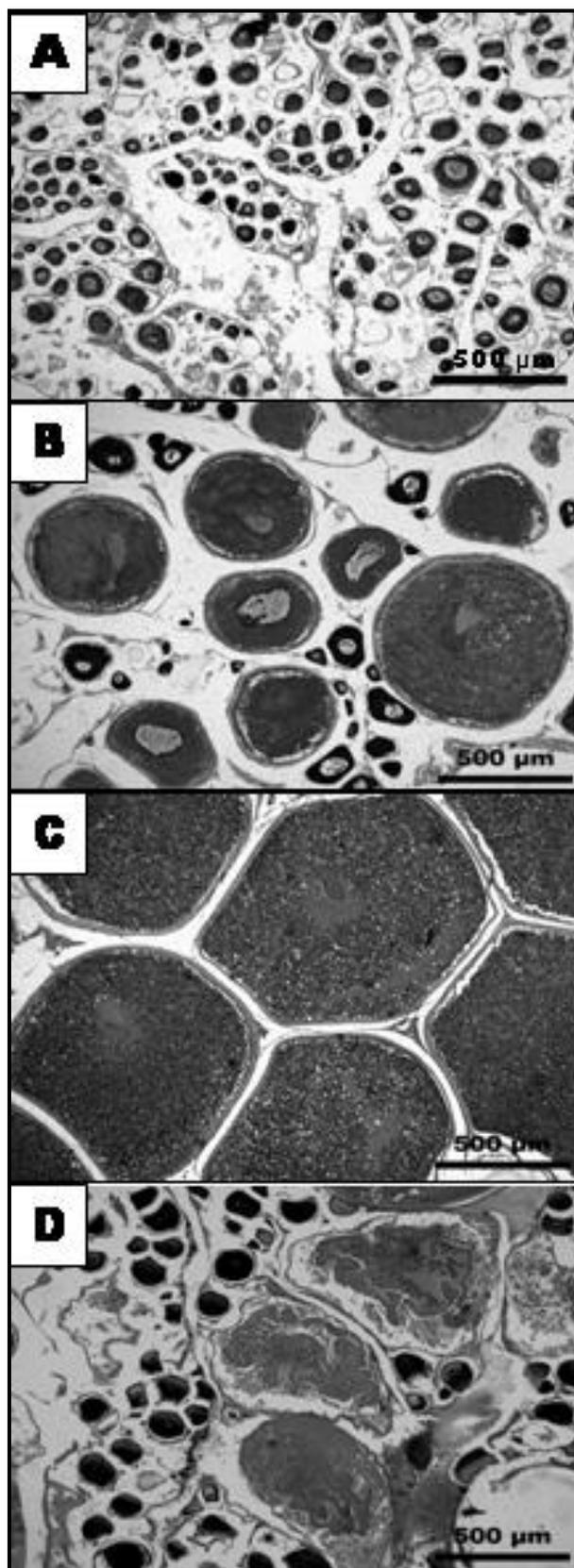


FIGURA 8: Fotomicrografias de seções de ovários de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, apresentando diferentes estádios de maturação: A) Repouso. B) Maturação. C) Maduro. D) Desovado. Coloração: Hematoxilina-Eosina

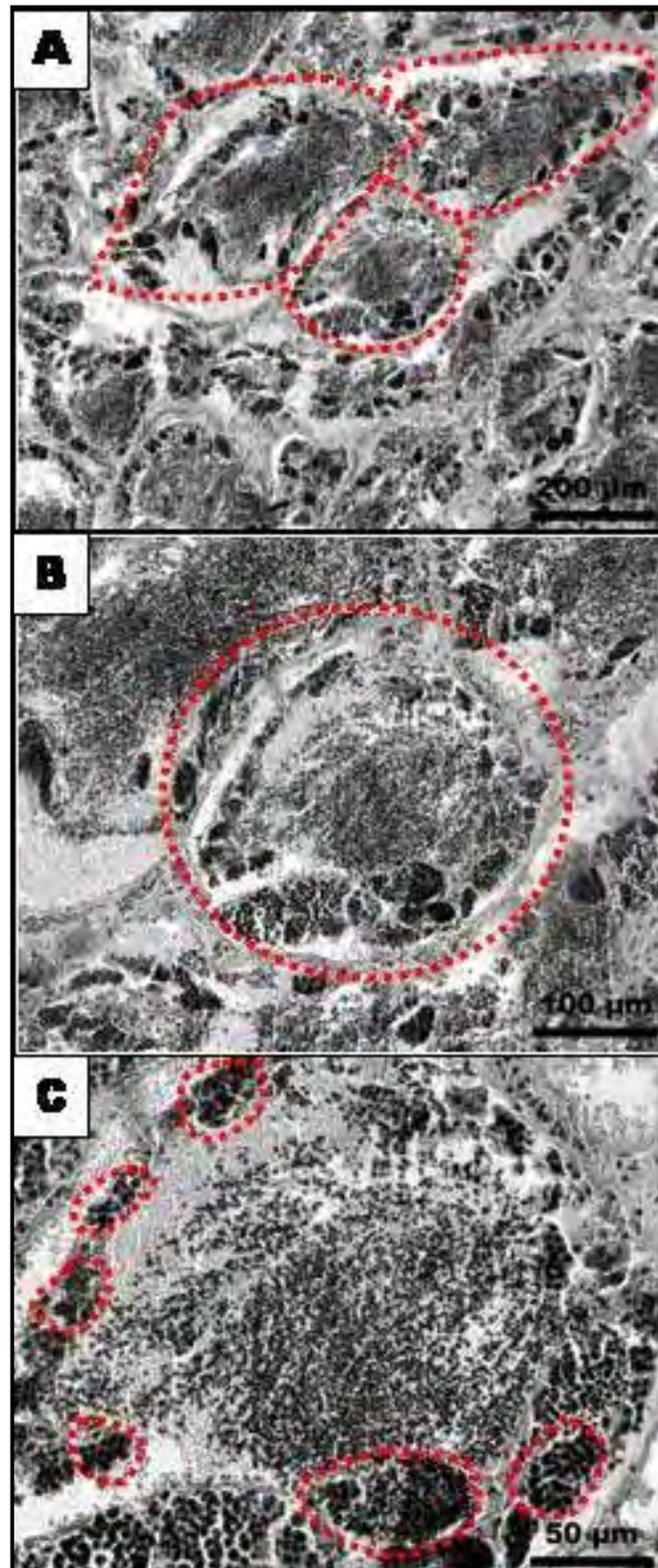


FIGURA 9: Fotomicrografias de secções de testículos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP: A) Túbulos (círculos vazadas) com espermatozóides e cistos B) Túbulo (círculo vazado) com espermatozóides e cistos C) Túbulo seminífero com cistos (círculos vazados) com células germinativas em diferentes fases. Coloração: Hematoxilina-Eosina.

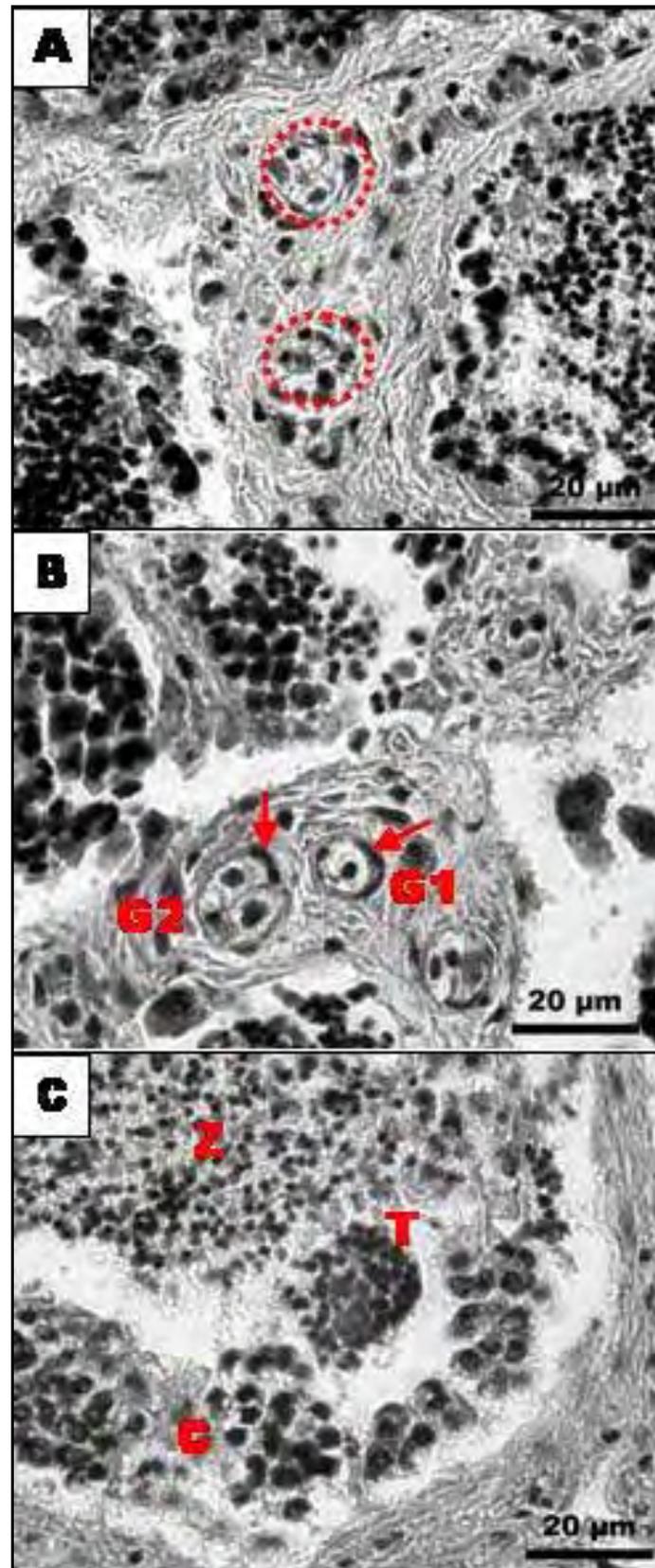


FIGURA 10: Fotomicrografias de seções de testículos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP: A) Região intersticial de túbulo com células de Leydig (círculos vazados). B) Espermatogônia primária (G1) e secundária (G2) com célula de Sertoli (setas). C) Cisto de espermatídes (T), espermatozóides na luz do túbulo (Z) e cistos de espermatócitos (C). Coloração: Hematoxilina-Eosina.

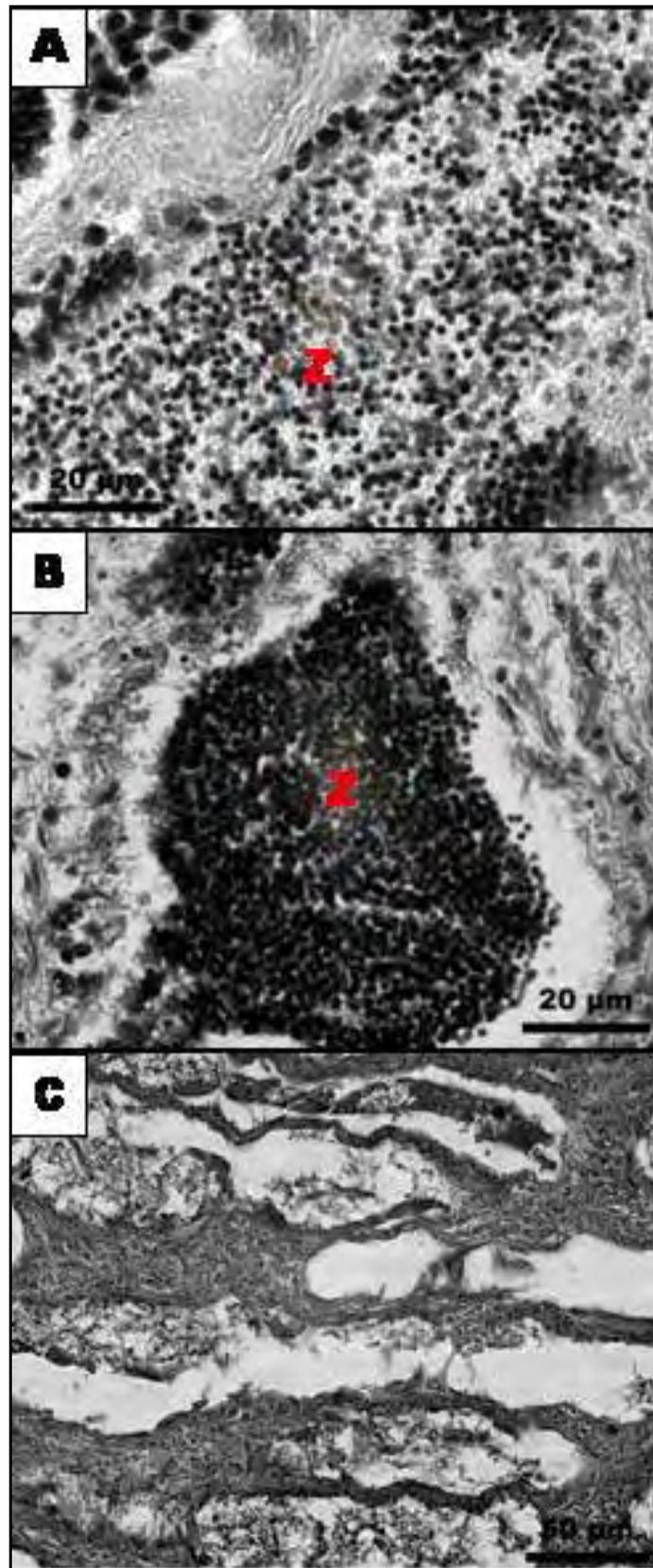


FIGURA 11: Fotomicrografias de seções de testículos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP: A) Túbulo de testículo em maturação com espermatozoides na luz (Z). B) Túbulo de testículo maduro com espermatozoides (Z). C) Túbulos vazios de testículos esgotados. Coloração: Hematoxilina-eosina.

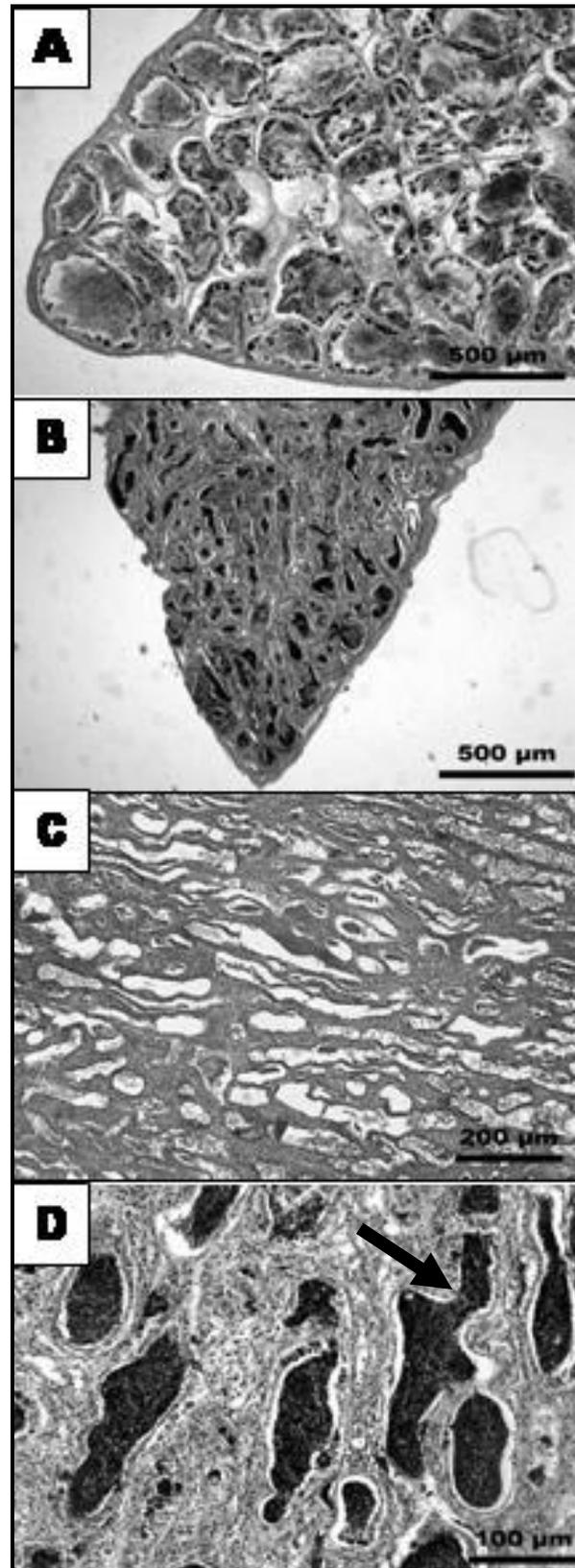


FIGURA 12: Fotomicrografias de secções de testículos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, em diferentes estádios de maturação: A) Maturação. B) Maduro. C) Esgotado D) Anastomose (seta) em testículo maduro. Coloração: Hematoxilina-Eosina.

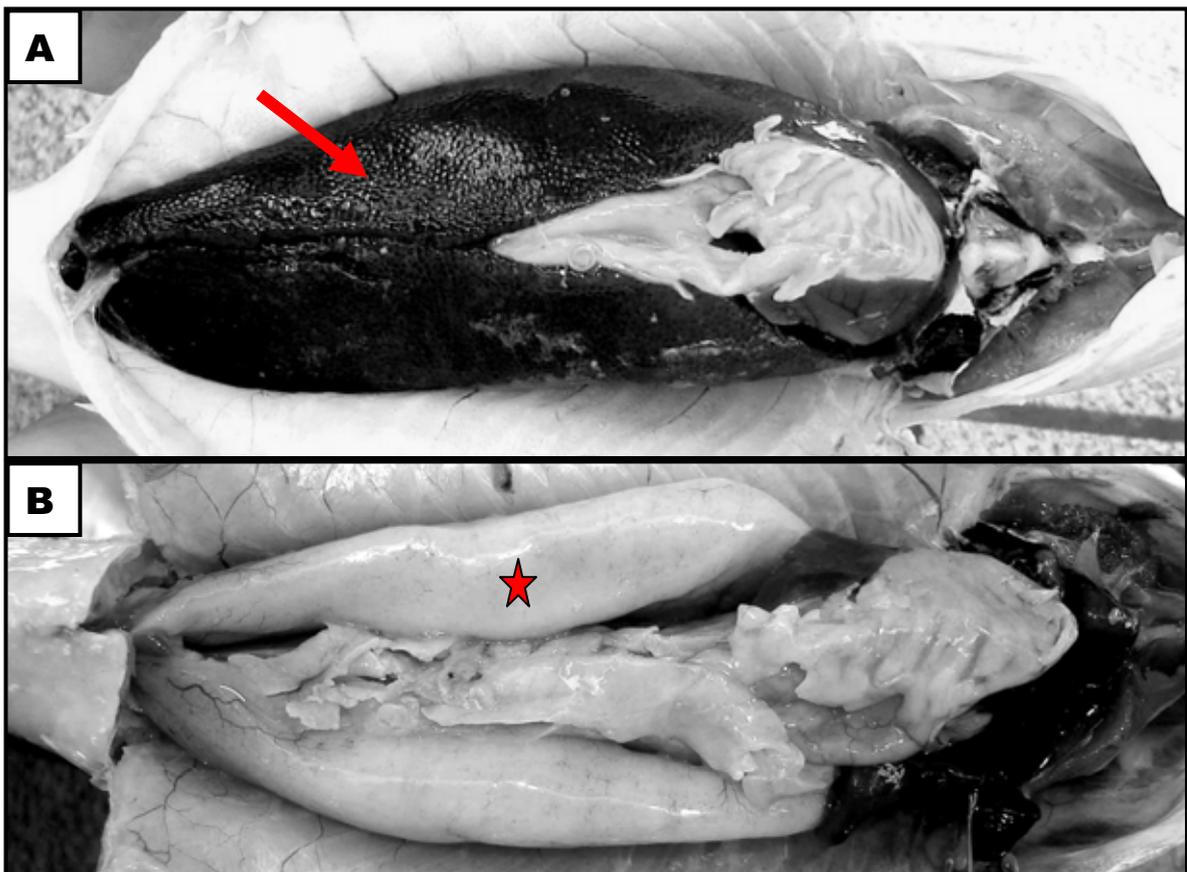


FIGURA 13: Fotografia de gônadas maduras de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP: A) Ovário (seta). B) Testículo (estrela).

6.2.7- Tipo de desova e fecundidade

A análise histológica constatou nos ovários maduros a presença de ovócitos maduros e em fase final de vitelogênese, além de ovócitos perinucleolares.

Na contagem total de ovócitos dissociados foram utilizados quatro pares de fêmeas em estágio maduro. Foi utilizado aumento de 16x, sendo que cada divisão ocular micrométrica (d.o.m.) correspondeu a 84 μm .

A análise da distribuição da frequência relativa das classes de diâmetros revelam duas modas de desenvolvimento (Figura 14). Uma que representa ovócitos de pequeno tamanho e segunda moda corresponde aos ovócitos em vitelogênese que poderiam ser desovados.

O tamanho no qual os ovócitos foram considerados vitelogênicos foi de 756 μm , tamanho no qual foi observado a segunda moda no ovário maduro de menor IGS (10,45) analisado (Figura 14). Mensurações microscópicas confirmaram que a partir do diâmetro de 756 μm os ovócitos puderam ser considerados vitelogênicos.

A média do número de ovócitos por ovário foi de 54.157 com desvio padrão de ± 19.991 .

Tabela 3: Comprimento padrão (cm), massa (g), IGS, Fecundidade Total (número total de ovócitos nos ovários), Porcentagem de ovócitos vitelogênicos e maduros (porcentagem de ovócitos >756 μm) e Fecundidade Absoluta (número de ovócitos maior que >756 μm que poderiam ser desovados) de ovários Maduros.

	Comprimento padrão (cm)	Massa (g)	IGS	Fec. Total	% de ovócitos vitelogênicos e maduros	Fec. Absoluta
1	27,5	420	10,45	132.200	45	59.508
2	25	350	12,65	75.1800	45	33.831
3	30	520	14,42	168.500	28	47.202
4	26	300	22,23	185.500	41	76.087

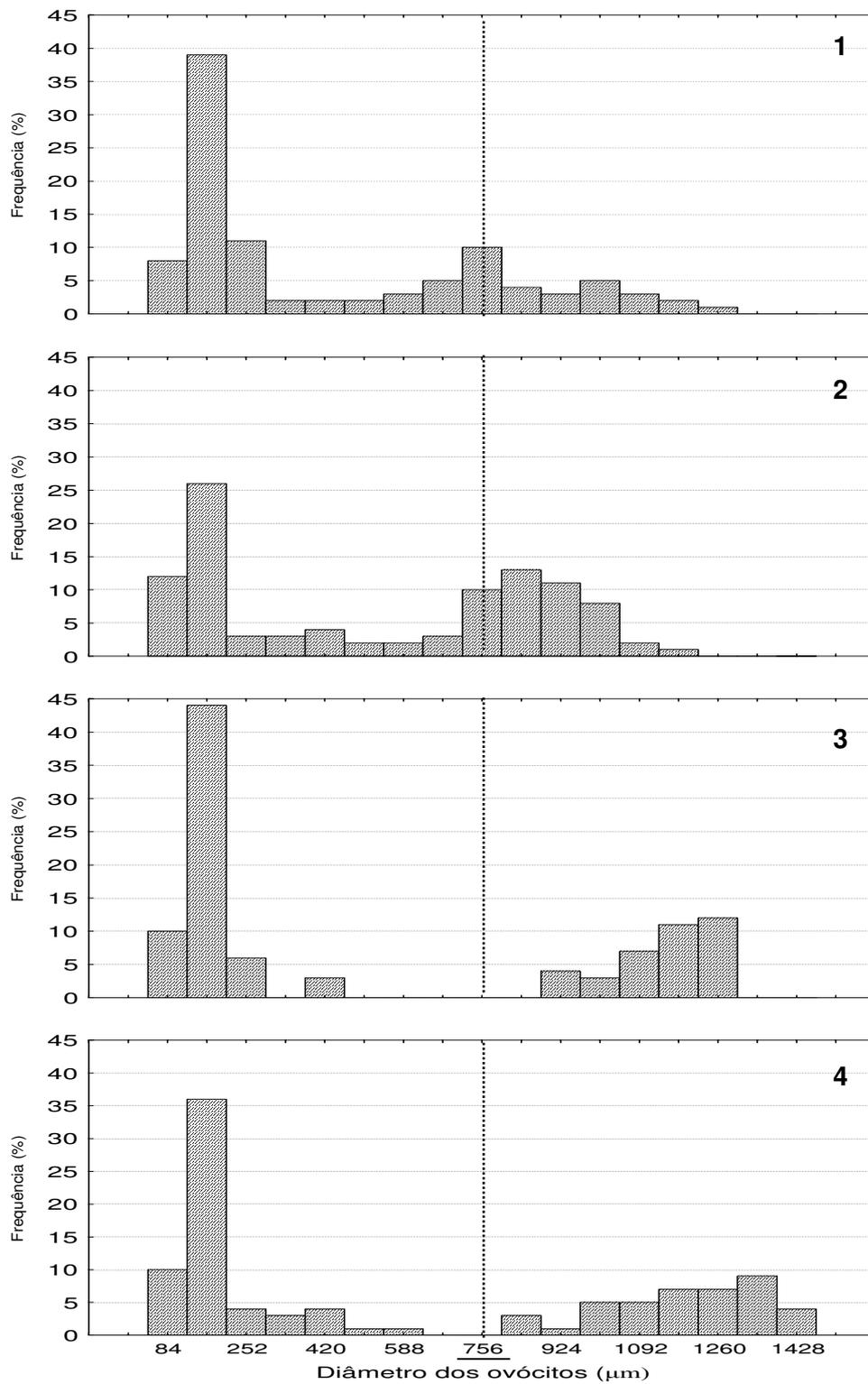


FIGURA 14: Frequências de diâmetros de ovócitos de *S. hilarii* coletados no rio Sorocaba, SP, por ordem crescente de IGS. O valor grifado e a linha tracejada correspondem ao diâmetro inicial de ovócitos vitelogênicos.

7- Discussão

7.1- Ciclo reprodutivo

Segundo VAZZOLER (1996) e GANECO et al. (2001) o IGS, juntamente com análises macroscópicas e microscópicas é um bom indicador da atividade reprodutiva de peixes.

De acordo com GURAYA (1986), o aumento de peso nos ovários de muitos peixes em relação ao peso total do corpo, de 1% ou menos até 20% ou mais, que ocorre no período anterior a desova, é devido principalmente ao acúmulo pelos ovócitos de nutrientes de reserva para os embriões, o vitelo. Para *S. hilarii* o maior valor de IGS foi de 22,23 para uma fêmea no mês de novembro. GODOY (1975), relata para *S. hilarii*, que o peso dos ovários alcança entre 15% a 20% do peso do corpo quando plenamente desenvolvidos.

A análise do IGS das fêmeas apresentou para o último bimestre do ano (Nov-Dez) elevado valor médio de IGS que diferiu significativamente para os outros bimestres, sugerindo esse período como sendo o reprodutivo. A análise de frequência dos estádios de maturidade das fêmeas corrobora esta afirmação e ilustra bem o ciclo reprodutivo das fêmeas: ovários maduros foram observados no bimestre Nov-Dez, nos três bimestres seguintes (de janeiro a junho) foram observados ovários desovados, e nos bimestres seguintes (de julho a dezembro) foram observados ovários em maturação.

Segundo CHAVES (1991) são normalmente as fêmeas que determinam a época de desova já que os machos costumam estar em estágio maduro por um período de tempo longo, além de alcançarem valores de IGS relativamente mais baixos, comparado com as fêmeas durante o período reprodutivo. Para os machos nesse estudo, foram observados altos valores de IGS no primeiro (Jan-Fev) e no último bimestre (Nov-Dez) do ano. Dentre esses dois bimestres o Nov-Dez apresentou os maiores valores, chegando a 9. A análise histológica também constatou que os testículos coletados no bimestre Nov-Dez estavam em estágio maduro.

Para *S. hilarii* do rio Sorocaba os maiores valores de IGS e a presença de indivíduos maduros no último bimestre, referente aos meses de novembro e dezembro indicam este período como o reprodutivo. Na bacia do rio Mogi-Guaçu, GODOY (1975) relatou o período reprodutivo entre dezembro e janeiro. Na bacia do São Francisco, na represa de

Três Marias relatos de seu período reprodutivo variam entre outubro e fevereiro (ANDRADE et al., 1988a; ANDRADE et al., 2004) e outubro a janeiro (GODINHO et al., 1988).

O período reprodutivo, em condições ambientais adequadas, tem conseqüências para a sobrevivência da prole. As condições ambientais durante o ano, por sua vez, dependem em parte, da latitude geográfica (BAZZOLI, 2003).

Em estudo realizado por VAZZOLER et al. (1992), para os Characiformes da bacia do Paraná a reprodução inicia-se em outubro e a maior freqüência de espécies em reprodução ocorre em dezembro-janeiro quando a temperatura elevada associa-se ao nível fluviométrico alto. A Tabarana no rio Sorocaba se enquadrava em parte ao padrão descrito por este estudo. Porém nem todos os anos apresentam uniformidade climática. Chuvas atrasam ou adiantam em anos distintos e isso pode alterar os processos biológicos de reprodução.

Para a bacia do Paraná a época de defeso entre os anos de 2005 e 2006 foi de 1 de novembro a 28 de fevereiro, estando desta forma o período reprodutivo da Tabarana protegido de acordo com a legislação.

7.2- Células germinativas e escala de maturidade feminina

O desenvolvimento ovocitário dos teleósteos é dividido em fases para melhor compreensão das alterações que passam as células germinativas ovarianas (CAVALCANTI, 1994).

Segundo NARAHARA (1995) vários critérios são utilizados para identificar as fases da ovogênese: o tamanho, a quantidade e distribuição de inclusões citoplasmáticas, e a morfologia dos cromossomos.

Para determinar os tipos de ovócitos de *S. hilarii* foram usados como critérios presença de alvéolos-corticais, grânulos de vitelo e quantificação dos últimos no citoplasma, presença de micrópila além do diâmetro dos ovócitos. Desta forma, foram identificadas seis tipos de ovócitos: Cromatina-nucléolo, Perinucleolar, Alvéolo-cortical, Vitelogênico, Maduro e Atrésico seguindo os trabalhos de GANECO et al. (2001), CAVALCANTI (1994) e ZAIDEN (2000).

VAZZOLER (1996) considerou como ovócitos Cromatina-nucléolo as ovogônias e ovócitos nas primeiras fases do desenvolvimento, sendo estas visíveis em ovários imaturos,

em repouso e nas últimas etapas dos ovários em recuperação. ZAIDEN (2000) distingue as ovogônias dos ovócitos Cromatina-nucléolo e comenta que devido à dificuldade de distinção entre estes tipos celulares, muitas vezes encontra-se nas classificações apenas a designação para ovócitos Cromatina-nucléolo. FAVARO & CHAVES (1999) revisam a questão e consideram os ovócitos Cromatina Nucléolo como ovogônias. No presente trabalho as ovogônias foram consideradas o primeiro tipo de ovócito denominado Cromatina-Nucléolo.

Na tabarana foi observado que à medida que os ovócitos se desenvolveram foram aumentando o número de nucléolos. De acordo com GURAYA (1986) inicialmente, um ou dois nucléolos estão presente no núcleo de ovócitos jovens, com o crescimento e diferenciação do ovócito é observado um rápido incremento no número de nucléolos que formam uma camada regular em volta do envelope nuclear.

Neste estudo a presença de alvéolos ou vesículas corticais foi o critério para a distinção entre Perinucleolar ou Alvéolo-cortical seguindo WALLACE E SELMAN (1981). NARAHARA (1995) descreve que os alvéolos corticais tem sido descritos como vacúolos corticais, vitelo intravesicular, vitelo carboidratado e vesícula de vitelo e são estruturas que aparecem primeiramente na periferia do citoplasma, e em seguida, espalham-se em direção ao núcleo; coram-se levemente de vermelho pela eosina. BAZZOLI (1992) classificou os alvéolos corticais de *S. hilarii* como do tipo contínuo com varias camadas de vesículas pequenas e são constituídos por glicoconjugados ácidos carboxilados. Segundo GURAYA (1986) estudos indicam que os alvéolos corticais aparecem primeiramente na periferia do ooplasma de onde são espalhados para o resto do ovócito e finalmente se agregam no córtex do ooplasma para constituir uma zona conspícua.

GURAYA (1986) ainda afirmou que a parede folicular é constituída pela zona pelúcida, epitélio folicular, lâmina basal, e teca. Dependendo da espécie as células foliculares podem apresentar várias formas, dentre elas pavimentosas, cúbicas e prismáticas (BAZZOLLI, 1992). MAZZONI (1993) observou que as células foliculares podem ser caracterizadas como limite externo do folículo ovocitário sofrendo marcada variação morfológica ao longo do processo de maturação do ovócito. AGOSTINHO et al. (1982) afirmaram que a zona pelúcida surge no final do crescimento avitelogênico, inicialmente apresentando-se como camada delgada e homogênea e, quando alcança a espessuras máxima, apresenta estriações conspícuas. A origem dessa camada tem sido

relacionada à atividade secretora do ovócito, das células foliculares ou de ambas (CAVALCANTI, 1994). É bem conhecido que o material da zona pelúcida é depositado entre a superfície do ovócito e o epitélio folicular durante o crescimento do folículo, os quais formam microvilos e processos de células foliculares (GURAYA, 1986). BAZZOLI (1992), BAZZOLI e GODINHO (1995) estudando a ovogênese de peixes neotropicais constataram que para *S. hilarii* a zona pelúcida possui camada dupla com cerca de $6,0 \pm 1,2 \mu\text{m}$ e é constituída por glicoproteínas neutras. As células foliculares são pavimentosas em todas fases do desenvolvimento ovocitário com cerca de $3,5 \pm 1,0 \mu\text{m}$ e constituídas por glicoproteínas neutras.

Nos ovários maduros de *S. hilarii* foram observados ovócitos maduros com aparelho micropilar. Ovos de peixes apresentam, no pólo animal, aparelho micropilar, que permite o acesso do espermatozóide fertilizante diretamente a membrana ovocitária, sem a ocorrência de membrana acrossômica, como ocorre na maioria dos vertebrados (REDDING & PATIÑO, 1993 apud RIZZO e GODINHO, 2003). A estrutura e desenvolvimento das micrópilas, que delimitam o pólo animal do ovócito, variam na maioria dos teleósteos (GURAYA, 1986).

A micrópila apresenta forma de funil e é constituída de vestíbulo e de canal micropilar na maioria dos peixes teleósteos. O vestíbulo é uma invaginação da zona radiata no qual se aloja o corpo da célula micropilar durante maturação ovocitária (RIZZO e GODINHO, 2003). A célula micropilar ocupa a micrópila até o momento da ovulação, quando o ovócito deixa o envelope folicular (GURAYA, 1986).

Em piracanjuba *B. orbignyanus* GANECO e NAKAGHI (2003), observaram que a micrópila possui forma de funil com a presença de sulcos e pregas com disposição retilínea.

NARAHARA (1991), afirma ser comum à presença de ovócitos atrésicos nos ovários de teleósteos e que a atresia envolve a quebra da zona pelúcida e hipertrofia das células foliculares. Segundo MAZZONI (1993), a atresia folicular também envolve a atividade fagocitária dos tecidos ovarianos, e boa parte dessa fagocitose é auxiliada pelas células sanguíneas que invadem o citoplasma.

Para *S. hilarii* ovócitos atrésicos foram observados nos ovários desovados juntamente com folículos pós-ovulatórios.

O processo de atresia pode ocorrer durante todo o ciclo reprodutivo, e ocorre normalmente nos ovócitos em maturação e maduros, coincidindo com a fase de pré desova

e pós-desova (LEHRI, 1968; GURAYA, 1994). Os mecanismos que iniciam e regulam a atresia ovocitária em peixes teleósteos são pouco conhecidos, especialmente em estudos moleculares MIRANDA et al. (1999). Este autor em *Astyanax bimaculatus lacustris* e *Leporinus reinhardti* em cativeiro, relatou que os primeiros sinais de atresia observadas em microscopia de luz foram a desintegração do núcleo, seguido da fragmentação da zona pelúcida e hipertrofia das células foliculares. Para essas duas espécies a regressão foi dividida em três etapas: inicial, intermediária e avançada de acordo com características macroscópicas e microscópicas. Em pacus *Piaractus mesopotamicus* estudados em cativeiro ROMAGOSA (1991) e ROMAGOSA et al. (1993), também dividiram a regressão em três etapas.

A definição de uma escala de maturidade é fundamental para o entendimento e para a previsão das variações de comportamento que a população, como um todo, sofre durante o ano (CAVALCANTI, 1994).

Neste trabalho, a escala de maturidade de *S. hilarii* com quatro estádios - repouso, maturação, maduro e desovado - foi criada para auxiliar a compreender o ciclo reprodutivo e o desenvolvimento gonadal dessa espécie no rio Sorocaba.

Para *S. hilarii* o estágio pós-desova foi denominado desovado. Já GANECO et al. (2001) e ZAIDEN (2000), preferiram o termo regressão por estudarem peixes em cativeiro e ZANIBONI FILHO e RESENDE (1988) utilizaram o termo esvaziado para peixes em ambiente natural.

ANDRADE et al. (2004) classificaram quatro estádios de maturação para a tabarana na represa de Três Marias: recuperação-repouso, em maturação, maduro e esgotado.

7.3- Células germinativas e escala de maturidade masculina

Os testículos de *S. hilarii* foram classificados como tubulares anastomosados, visto que os túbulos seminíferos sofrem anastomoses quando os testículos estão maduros (GRIER, 1993). Em relação à distribuição das espermatogônias no interior dos túbulos, os testículos de *S. hilarii* são do tipo espermatogonial irrestrito (GRIER, 1981).

Testículos tubulares anastomosados e distribuição espermatogonial irrestrita também foram observados por AMARAL (1999) para *Leporinus macrocephalos* e por VERÍSSIMO-SILVEIRA (2003) para *S. maxillosus*.

Para *S. hilarii* as espermatogônias primárias foram observadas durante todo o ciclo reprodutivo, fato também verificado por ZAIDEN (1997), AMARAL (1999) e ZAIDEN (2000).

Em *B. orbignyana* ZAIDEN (1997), e *B. hilarii* ZAIDEN (2000), observou que os núcleos dos espermatócitos primários caracterizaram a prófase I da meiose, podendo estar nos sub-estágios de leptóteno ou paquíteno. Quando em leptóteno, a cromatina estava associada ao envoltório nuclear e assumia um aspecto de “bouquet”.

ROMAGOSA (1991), ZAIDEN (1997) e AMARAL (1999) observaram que os espermatócitos secundários são difíceis de serem visualizados, pois essa fase ocorre muito rapidamente. O que é observado com maior frequência são cistos com espermatócitos primários transformando-se em secundários.

ZAIDEN (1997) em *B. orbignyana* observou células de Sertoli durante todo ciclo reprodutivo, elas se encontravam ao lado das espermatogônias primárias com núcleo oval. Nas outras células germinativas as células de Sertoli sofreram alterações morfológicas do citoplasma e do núcleo que tornam-se achatados, com a finalidade de se converterem no envelope somático destas células. As células de Leydig verificadas na região limitante entre três ou mais túbulos seminíferos e nas proximidades de vasos sanguíneos, apresentaram-se ligeiramente triangulares e com núcleo evidente, diferindo das observações de ZAIDEN (2000) para *B. hilarii* que observou os núcleos arredondados.

CHAVES (1991), relatou que embora sem a mesma riqueza de detalhes da escalas de ovários, escalas de maturação também são confeccionadas para testículos. As diferenças histológicas entre os estádios de desenvolvimento residem, fundamentalmente, na quantidade relativa das diversas células da linhagem.

Segundo AMARAL (1999) a subdivisão de um estágio é comum e de acordo com sua revisão os sub-estádios são definidos conforme opinião pessoal de cada autor.

Em *L. macrocephalus* AMARAL (1999), microscopicamente, caracterizou o estágio de maturação pela intensa atividade mitótica das células, no interior dos cistos espermatogênicos. Estes eram grandes e numerosos, ocupando muito espaço dentro dos túbulos. As diferenças no tamanho dos cistos e dos espermatozóides na luz tubular permitiram sub-dividir este estágio. ZAIDEN (2000), em *B. hilarii* subdividiu o estágio de maturação porque foram observadas diferenças na predominância de certos tipos celulares, dentro dos cistos espermatogênicos no transcorrer do mesmo estágio.

No presente estudo, para *S. hilarii* foi considerado somente o estágio de maturação, sem subdivisões.

AMARAL (1999) afirma unanimemente que a luz dos túbulos seminíferos dos testículos maduros encontra-se repleta de espermatozóides. Critério utilizado em *S. hilarii* para diferenciar o estágio maduro do estágio em maturação, além da ausência de cistos no estágio maduro.

7.4- Tipo de desova e fecundidade

Histologicamente foram observados nos ovários maduros da Tabarana uma alta frequência de ovócitos maduros e em final de vitelogênese. Quantidade razoável de ovócitos perinucleolares também foi observada e ovócitos alvéolo-cortical não foram visualizados. Tal distribuição de ovócitos sugere a desova do tipo total já que foram observados ovócitos de estoque de reserva (perinucleolar) e em fase final (vitelogênicos e maduros) não existindo ovócitos em fases intermediárias. AGOSTINHO et al. (1982), observaram em ovários maduros do cascudo *Hypostomus commersonii* e ZANIBONI-FILHO e RESENDE (1988) para Matrinxã *Brycon cephalus* a presença de ovócitos maduros juntamente com poucos ovócitos nas fases de cromatina nucléolo e perinucleolar, não ocorrendo número significativo de ovócitos nas fases intermediárias de desenvolvimento, entre o início da vitelogênese e maduro, sugerindo a desova como do tipo total para essas espécies.

A distribuição da frequência de diâmetro dos ovócitos também é utilizada em investigação pesqueira para a determinação do tipo de desova (BARBIERI, 1994). BAGENAL (1978) indica além da utilização da distribuição da frequência de diâmetro de ovócitos a análise do IGS. Segundo VAZZOLER (1996), a presença de dois lotes de ovócitos, os ovócitos de estoque de reserva e o lote que irá maturar sincronicamente para ser eliminado no período de desova caracterizam o mecanismo de desenvolvimento sincrônico em dois grupos, desta forma, o processo de desova total. Desova parcelada ocorre quando são observadas várias modas de ovócitos em fases distintas (GODINHO, 1977; ARAUJO, 2001).

As duas modas de desenvolvimento apresentadas nos resultados, a primeira de ovócitos de reserva que ficarão guardados para desovas futuras e a segunda que representa

os que serão poderão ser desovados, corroboram para a considerar o tipo de desova como total. Observa-se ainda que o aumento do IGS foi diretamente proporcional à frequência de ovócitos com diâmetros maiores. Desova total também foi observada por ANDRADE et al. (2004) para a Tabarana e é considerada uma característica do gênero (SATO et al., 2003a; AGOSTINHO e JÚLIO JR, 1999; LOWE-McCONNELL, 1999).

Uma questão importante que deve ser considerada quando se estuda a fecundidade de peixes é que nem todos os ovócitos contidos nos ovários são eliminados na época de desova, e, é difícil distinguir os ovócitos de reserva daqueles em desenvolvimento e não é possível determinar a taxa de atresia (BRAGA e GENNARI-FILHO, 1991; BAGENAL, 1978). GODINHO (1977), BARBIERI (1994) E MAZZONI e CARAMASCHI (1997) sugerem, para estimar a fecundidade, a contagem de ovócitos maduros e vitelogênicos presentes no ovário antes da desova, metodologia que foi empregada no presente trabalho.

A fecundidade média foi estimada em 54.157 com desvio padrão de ± 19.991 e o diâmetro de ovócito considerado vitelogênico de $756 \mu\text{m}$, indica que *S. hilarii* é uma espécie de alta fecundidade. HERING (1929) apud GODOY (1975) obteve o valor de 52.259 ovócitos. GODOY (1975) obteve 25.000 a 30.000 ovócitos. SATO (1999) estudando desova induzida estimou a fecundidade em 53.080 (DP ± 26.676) com diâmetro de ovócito não hidratado de $1.631 \pm 55,86 \mu\text{m}$. HONJI et al. (2006) observou os valores preliminares de 145.000 e 159.750 com diâmetro de ovócito maduro de $687,5 \mu\text{m}$ para Tabaranas da região do alto Tiête.

Fecundidade absoluta elevada também é uma característica entre peixes que apresentam ovos livres e entre aqueles que não apresentam cuidado parental (SATO et al., 2003).

8- Conclusões

Dos resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que para a Tabarana *S. hilarii* do rio Sorocaba:

- 1- O período reprodutivo ocorre nos meses de novembro e dezembro.
- 2- O tipo de desova da espécie é total.
- 3- A fecundidade absoluta é alta, valor médio estimado em 54.157 (DP \pm 19.991) ovócitos, e com diâmetro de ovócito com no máximo 1.428 μm .
- 4- Os testículos são do tipo tubular anastomosado, espermatogonial irrestrito e com espermiogênese cística.
- 5- Foram identificados seis tipos de células germinativas femininas e criada uma escala germinativa com quatro estádios.
- 6- Foram identificados cinco tipos de células germinativas masculinas e criada uma escala de maturidade com três estádios.

9- Referências

- AGOSTINHO, A. A.; NARAHARA, M. Y.; GODINHO, H. M. Morfologia dos ovários de *Plecostomus commersonii* (Valenciennes, 1840) Osteichthyes - Loricariidae: desenvolvimento dos ovócitos e escala de maturidade. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro v. 42, n. 1, p. 71-77, 1982.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR, H. F. Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999. p. 374-399.
- AIRES, E. D.; STEFANINI, M. A.; ORSI, M. A. Características ultra-estruturais e diferenciativas das espermátides de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) durante a espermiogênese. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 37, n. 3, 2000.
- AMARAL, A. A. **Ciclo reprodutivo anual em machos de *Leporinus macrocephalus* (GARAVELLO & BRITSKI, 1988) (Pisces, Characiformes, Anostomidae)**. 1999. 64 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura (CAUNESP), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.
- AMARAL, A. A. **Aspectos ultra-estruturais da espermatogênese de piaçu *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Teleostei, Characiforme, Anostomidae)**. 2003. 77 f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura (CAUNESP), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- ANDRADE, D. R.; GODINHO, A. L.; GODINHO H. P. Novos dados sobre o ciclo reprodutivo do dourado branco *Salminus hilarii*, Valenciennes, 1849, na represa de Três Marias, MG. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE AQUICULTURA (AMA) 1982-1987, Brasília. **Resumos...** Brasília: CODEVASF, 1988a, p. 75.
- ANDRADE, D. R.; ALVES, M. S. D.; GODINHO, H. P. Ocorrência de ovócitos do Dourado-branco *Salminus hilarii*, Valenciennes, 1849. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE AQUICULTURA (AMA) 1982-1987, Brasília. **Resumos...** Brasília: CODEVASF, 1988b, p. 77.
- ANDRADE, D. R.; GODINHO, A. L.; GODINHO H. P.; SATO, Y. Variação sazonal de parâmetros reprodutivos do dourado-branco *Salminus hilarii* Valenciennes, 1849 (Teleostei: Characidae) na represa de Três Marias, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 16, 1989, João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zoologia, 1989, p. 32-33.
- ANDRADE, D. R.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; SATO, Y. Continuous gametogenesis in the neotropical freshwater teleost, *Bryconops affinis* (Pisces: Characidae). **Tissue & Cell**, v. 33, n. 5, p. 524-532, 2001.

- ANDRADE, D. R.; GODINHO, A. L.; GODINHO, H. P. Biologia reprodutiva da tabarana *Salminus hilarii* (osteichthyes, characidae) na represa de Três Marias. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 11, n. 3, p. 123-128, 2004.
- ANTONIUTTI, D. M.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; GODINHO, H.M. Morfologia das gônadas, escala de maturidade e fator de condição de *Plecostomus albopunctatus* Regan, 1908 (Osteichthyes, Loricariidae) do Rio Jaguarí, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 87-103, 1985.
- ARAÚJO, R. B. **Ecologia e reprodução de *Aspidoras fuscoguttatus* Nijssen & Isbrucker, 1976 (Siluriformes, Callichthyidae) da região de São José do Rio Preto**. 2001. 59 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura (CAUNESP), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- BAGENAL, T. B. Aspects of fish fecundity. In : S. D. Gerking (ed). **Ecology of fresh fish production**. Oxford: Blacwell Scientific Publications, 1978.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2º ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002, 212 p.
- BARBIERI, G. Dinâmica da reprodução de cascudo, *Rineloricaria Latirostris Boulenger* (Siluriformes, Loricariidae) do Rio Passa Cinco, Ipeúna, São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 11, n. 4, p. 600-615, 1994
- BARBIERI, G.; SALLES, F. A.; CESTAROLLI, M. A.; TEIXEIRA-FILHO, A. R. Reproductive and nutritional dynamics of *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae) at Mogi Guaçu river, state of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 441-444, 2001a
- BARBIERI, G.; SALLES, F. A.; CESTAROLLI, M. A. Growth and first sexual maturation size of *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1849 (Characiformes, Characidae), in Mogi Guaçu river, state of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 453-459, 2001b.
- BARBIERI, G.; SALLES, F. A.; CESTAROLLI, M. A.; TEIXEIRA-FILHO, A. R. Estratégias reprodutivas do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimatá, *Prochilodus lineatus* no Rio Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, com ênfase nos parâmetros matemáticos da dinâmica populacional. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 169-174, 2004.
- BAZZOLI, N. **Ovogênese em peixes teleósteos neotropicais de água doce**. 1992. 182 f. Tese (Doutorado em Ciências Morfológicas) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1992.
- BAZZOLI, N.; GODINHO, H. P. Comparative morphology of the yolk nucleus (Balbiani's Body) in freshwater neotropical teleost fish. **Revista Brasileira de Biologia**. Rio de Janeiro, v. 55, n. 2, p. 207-214, 1995

- BAZZOLI, N. Parâmetros reprodutivos de peixes de interesse comercial na região de Pirapora. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUCMinas. 2003, 458 p.
- BEY, V. J. The role of environmental in the timing of reproduction cycles. In: POTTS, G. W.; WOOTTON, R. J. **Fish reproduction: Strategies and Tactics**. San Diego: Academic press, 1984, p. 187-202.
- BRAGA, F. M. S.; GENNARI FILHO, O.; Estudo sobre a fecundidade, desova e mortalidade natural de *Moenkhausia intermedia* (Characidae, Tetragonopterinae), na represa de Barra Bonita, Rio Piracicaba, SP. **Naturalia**, São Paulo, v.16, p.55-68, 1991.
- BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de Identificação de Peixes da Região de Três Marias, Brasília (com chave de Identificação para os Peixes da Bacia do São Francisco)**. 2º ed., Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações – Codevasp, Divisão de Piscicultura e Pesca, 1984, 115 p.
- CASTRO, N., **Cadmio, Chumbo, Cromo, Mercurio, e Níquel nos Rios do estado de São Paulo e em Peixes do rio Sorocaba (São Paulo, Brasil)**. 2002. 107 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Integrados) - Centro de Pesquisas Ambientais (CEA), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.
- CAVALCANTI, D.G. **Reprodução do cascudo cinza *Liposarcus anisitsi* (Holberg, 1893) (Loricariidae, Siluriforme): Histologia de gônadas e fatores abióticos**. 1994. 124 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura (CAUNESP), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.
- CETRA, M. **Caracterização da assembléia de peixes da Bacia do rio Corumbataí (SP)**. 2003 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
- CHAVES, P. T. C. Testículos: estrutura e dinâmica de maturação – hermafroditismo: configuração e ocorrência. In: SEMANA SOBRE HISTOLOGIA DE PEIXES, 1, Jaboticabal, 1991. **Resumos...** Jaboticabal: FACV/UNESP, 1991, p. 39-46.
- COSTA, A. P. R.; ANDRADE, D. R.; VIDAL JUNIOR, M. V. e GUILHERME SOUZA, G. Indicadores quantitativos da biologia reprodutiva de fêmeas de piau-vermelho no Rio Paraíba do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 789-795, 2005.
- CRUZ, C. **Características ultra-estruturais e cinética da espermatogênese em *Liposarcus anisitsi* (Loricariidae-Siluriformes)**. 2001. 75 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura (CAUNESP), Universidade Estadual Paulista Jaboticabal, 2001.
- CRUZ-LANDIM, C., CRUZ-HOFLING, M. A. Estudo ao microscópio eletrônico da deposição do envoltório do ovócito de peixes: I *Plagioscion squamosississiu*, (Teleostei-sciaenidae). **Naturalia**, São Paulo v. 14, p. 97-105, 1989.

- CRUZ-LANDIM, C.; ABDALLA, F. C.; CRUZ-HÖFLING, M. A. Morphological study of the spermatogenesis in the teleost *Piaractus mesopotamicus*. **BIOCELL**, v. 27, n. 3, p. 319-328, 2003.
- DIAS, J. F.; PERES-RIOS, E.; CHAVES, P. T. C.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. Del B.; Análise macroscópica dos ovários de teleósteos: problemas de classificação e recomendações de procedimento. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 1, p. 55-69, 1998.
- DINIZ, C. C. **Dinâmica reprodutiva de *Leporinus striatus* e histologia do ovário de cinco espécies de gênero *Leporinus* Spix (1829) (Osteichthyes, Characiformes, Anostomidae) na represa de Camargos, MG.** 1997. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- ESTEVES, K. E.; PINTO LÔBO, A. V. Feeding pattern of *Salminus maxillosus* (PISCES, CHARACIDAE) at Cachoeira das Emas, Mogi-Guaçu river (São Paulo state, southeast Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 267-276, 2001.
- FAVARO, L. F.; CHAVES, P. T. C. Aspectos morfológicos e citoquímicos da ovogênese de *Hypostomus cf. tietensis* (Loricariidae) do Lago Igapó (Londrina, PR, Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 28, p. 125-139, 1999.
- FEITOSA, L. A.; FERNANDES, R. COSTA, R. S.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO A. A. Parâmetros populacionais e simulação do rendimento por recruta de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 317-323, 2004.
- FERREIRA, R. M. A.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; SATO, Y. Aspectos reprodutivos da piranha *Pygocentrus piraya* (Teleostei, Characiformes), espécie nativa da bacia do rio São Francisco. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, Supl. 1, p.71-76, 1996.
- FINK, S. V.; FINK W. L. Interrelationships of the ostariophysan fishes. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 72, p. 297-353, 1981.
- GALETTI JR, P. M.; BERTOLLO, L. A. C.; MOREIRA FILHO O.; PAULS, E.; FERRO, D. A. M. DIAS, A. L.; PORTELA, A. L. B. S.; VÊNERE, P. C. Levantamento citogenético preliminar em peixes da região de Três Marias (MG) – Bacia do São Francisco. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE AQUICULTURA (AMA) 1982-1987, Brasília. **Resumos...** Brasília: CODEVASF, 1988, p. 55.
- GANECO, L. N.; NAKAGHI, L. S. O.; URBINATI, E. C.; DUMONT-NETO, R.; VASQUES, L. H. Análise morfológica do desenvolvimento ovocitário de Piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, durante o ciclo reprodutivo. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v. 27, n. 2, p. 131-138, 2001.
- GANECO, L. N.; NAKAGHI, L. S. O. Morfologia da micrópila e da superfície de ovócitos de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* (osteichthyes, characidae), sob microscopia eletrônica de varredura. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 227-231, 2003.

- GODINHO, H. M.; BASILE-MARTINS, M. A.; FENERICH, N. A.; NAHARA, N. Y. Fecundidade e tipo de desova do Mandi, *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Pisces, Siluroidei). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 4, p. 737-774, 1977.
- GODINHO, A. L.; ANDRADE, D. R., RIBEIRO, S. P. SATO, Y. Ciclo reprodutivo anual do dourado branco *Salminus hilarii* (Pisces: Characidae, salminae) no reservatório de Três Marias. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE AQUICULTURA (AMA) 1982-1987, Brasília. **Resumos...** Brasília: CODEVASF, 1988, p. 37.
- GODOY, M. P. **Peixes do Brasil: Subordem Characoidei: Bacia do Mogi Guassu**. Piracicaba: Franciscana, 1975, v. 2, 398 p.
- GRIER, H. J.; LINTON, J. R.; LEATHERLAND, J. F. DE VLAMING, V. L. Structural evidence for two different testicular types in teleost fishes. **American Journal of Anatomy**, Philadelphia, v. 159, p. 331-345, 1980
- GRIER, H. J. Comparative organization of Sertoli cells including the Sertoli cell barrier. In: RUSSELL, L. D.; GRISWOLD, M. D. (Eds) **The Sertoli cell**. Clearwater, Fl: Cache River Press, 1993, p. 704-739.
- GURAYA, S. S. **The cell and the molecular biology of fish oogenesis**. Basel; New York, H. W. Sauer, 1986, 223 p.
- GURAYA, S. S. Gonadal development and production of gamete in fish. Proc. **Indian Natural Science Academy**, v. 1, p. 15-32, 1994.
- HARTZ, S. M.; VILELLA, F. S. BARBIERI, G. Reproduction dynamics of *Oligosarcus jenynsii* (Characiformes, Characidae) in lake Caconde, Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 2, p. 295-303, 1997.
- HOJO, R. E. S.; SANTOS, G. B.; BAZZOLI, N. Reproductive biology of *Moenkhausia intermedia* (Eigenmann) (Pisces, Characiformes) in Itumbiara Reservoir, Goiás, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 3, p. 519-524, 2004.
- HONJI, R. M.; FRANCISCHETTI, M. A.; MOREIRA, R. G.; ROMAGOSA, E. Aspectos preliminares da biologia reprodutiva da tabarana *Salminus hilarii* Valenciennes 1850 da bacia do alto Tietê, São Paulo, SP. In: ENCONTRO DE BIÓLOGO DO CRBIO-1, 17, 2006, Santos. **Resumos...** Santos: Conselho Regional de Biologia – 1º região, 2006, p. 122.
- LEHRI, G. K. Cycle changes in the ovary of the catfish *Clarias batrachus* (linn.) **Acta Anatomica**. Basel, v. 69, p. 105-124, 1968.
- LIMA, R. L. V. A.; VALL-SELLA, M. V. Organização e desenvolvimento das gônadas do dourado (*Salminus maxillosus* VA.) durante o ciclo reprodutivo. **Boletim de Fisiologia Animal da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 10, p. 139-154, 1986.

- LIMA-JUNIOR, S. E. **A Ictiofauna e a qualidade da água em trechos do rio Corumbataí – SP.** 2003. 232 f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999.
- McADAM, D. S. O.; LILEY, N. R.; TAN, E. S. P. Comparison of reproductive indicators and analysis of the reproductive seasonality of the tinfoil barb, *Puntius schwanenfeldii*, in the Perak River, Malaysia. **Environmental Biology of Fishes**, Guelph, v. 55, p. 369-380, 1999.
- MARCO, D. A. **Estudos cromossômicos em peixes da subfamília Salmininae (Pisces Characidae).** 1986. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1986.
- MARTOS, M. Y. H. G. **Análise Temporal da Qualidade da Água em um trecho do rio Sorocaba e de Seus Afluentes Ipanema e Pirajibu e Comparação com a Legislação Ambiental Vigente.** 1999. 117 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Ciências Exatas) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.
- MAZZONI, R. **Estratégia reprodutiva de duas espécies de *Hypostomus lacépède*, 1803 (osteichthyes, loricariidae) no trecho inferior do rio Paraíba do sul, Rio de Janeiro.** 1993. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1993.
- MAZZONI, R.; CARAMASCHI, E, P. Spawning season, ovarian development and fecundity of *Hypostomus affinis* (Osteichthyes, Loricariidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 455-462, 1997.
- MAZZONI, R.; CARAMASCHI, E. P.; FENERICH-VERANI, N. Reproductive biology of a characidiinae (osteichthyes, characidae) from the Ubatiba river, Maricá – RJ. **Brazilian Journal of Biology**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 3, p. 487-494, 2002.
- MIRANDA, A. C. L.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; SATO, Y. Ovarian follicular atresia in two teleost species: a histological and ultrastructural study. **Tissue & Cell**, v. 31, n. 5, p. 480-488, 1999.
- MITSUIKI, D. **Aspectos morfofuncionais das células de Sertoli de peixes teleósteos.** 2002. 42 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura (CAUNESP), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- MORAES-FILHO, M. B.; SCHUBART, O. **Contribuição ao estudo do Dourado (*Salminus maxillosus* Val.) do Rio Mogi Guassu (Pisces, Characidae).** Ministério da Agricultura – Divisão de Caça e pesca. São Paulo, 1955, 131 p.

- NAGAHAMA, Y. The Functional morphology of teleost gonads. In: Hoar, W. S.; RANDALL, D. J.; DONALDSON, E. M. **Fish Physiology** - Reproduction. London: Academic Press, 1983, v. 9, part. A, 482 p.
- NAKAGHI, L. S. O. **Estudos estruturais e ultraestruturais das gônadas do peixe híbrido tambacu**. 1996. 108 f. Tese (Doutorado em Biologia Celular) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1996.
- NAKAGHI, L. S. O.; MITSUIKI, D.; SANTOS, H. S. L.; PACHECO, M. R.; GANECO, L. N. Morphometry and morphology of nucleus of sertoly an interstitial cells of the Tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1881) (Pisces: Characidae) during thr reproductive cycle. **Brazilian Journal of Biology**, Rio de janeiro, v. 63, n. 1, p. 97-104, 2003.
- NARAHARA, M. Y. Histologia dos ovários de teleósteos. In: SEMANA SOBRE HISTOLOGIA DE PEIXES, 1, Jaboticabal, 1991. **Resumos...** Jaboticabal: FACV/UNESP, 1991, p. 39-46.
- NARAHARA, M. Y. Histofisiologia das gônadas de teleósteos. In: SEMANA SOBRE HISTOLOGIA DE PEIXES, 2, 1995, Jaboticabal. **Resumos...** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1995, p. 11-25
- NAUMOV, V. M. The ovogenesis and ecology of sexual cycle of the murmansk herring *Clupea harengus harengus*. **United State Fish and Wildlife Service Special Science Reports Fish**, Washington, v. 327, p. 203-262, 1959.
- NIKOLSKY, G. V. **The ecology of fishes**. London: Academic Press, 1963. 352 p.
- NIKOLSKY, G. V.; **Theory of fish populations dynamics as the biological background for rational exploitation and magement of fish resoucers**. Edinburg. Oliver e Boyd, 1969.
- OLIVEIRA-JUNIOR, R. L. **Análise comparativa da reprodução do mandi-amarelo, *Pimelodus maculatus lacepède*, 1803 (Pisces, pimelodidae), em dois trechos do rio São Francisco, MG**. 2002. 43 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.
- OLIVEIRA, A. K. de; GARAVELLO, J. C. Fish assemblage composition in a tributary of the Mogi Guaçu river basin, southeastern Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 93, n. 2, p. 127-138, 2003.
- PORAWSKI, M.; WASSERMANN, G. F.; ACHAVAL, M. Morphplogy of the seminiferous tubules in kingfish (*Odonthestes*). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 1, p. 151-159, 1997.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T.; RODRIGUES, E. L.; VEIGA, M. L.; EIRAS, A. C. Association between the hematological characteristics and the biology of the “dourado” *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1840 from Mogi-Guaçu River, state of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 527-533, 2001

- RIBEIRO, D. C. J. **Biologia reprodutiva do Pirá *Conorhynchus conirostris Valenciennes, 1840 (Pisces: Pimelodidae)* do rio São Francisco, região de Pirapora, Minas Gerais.** 2002. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia de Vertebrados) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.
- RIZZO, E.; GODINHO, H. P. Superfície de ovos de peixes Characiformes e Siluriformes. In: GODINHO, H. P. e GODINHO, A. L. **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais.** Belo Horizonte: PUCMinas, 2003, 458 p.
- ROMAGOSA, E. **Mudanças morfológicas (microscopia de luz e eletrônica) das gônadas de Pacu, *Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887)* durante o ciclo reprodutivo, em condições de confinamento.** 1991. 177 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1991.
- ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; GODINHO, H. M. PAIVA, P. BRAGA, F. M. .S. Mudanças morfológicas de pacu, *Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887)*, em condições de confinamento. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 20, p. 67-80, 1993
- SANTOS, E. **Peixes da Água doce**, Belo Horizonte: Itatiaia, 1987, 263p.
- SATO, Y.; GODINHO H. P. A questão do tamanho da primeira maturação dos peixes das Três Marias, MG. In: **Coletâneas de resumos do encontro da associação mineira de aquíicultura (AMA): 1982-1987.** Brasília: CODEVASF, 1988, p.93.
- SATO, Y. **Reprodução de peixes da Bacia do Rio São Francisco: indução e caracterização de padrões.** 1999. 179 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.
- SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; NUNER, A. P. O.; GODINHO, H. P.; VERANI, J. R. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINHO, H. P. e GODINHO, A. L. **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais.** Belo Horizonte: PUCMinas. 2003a, 458 p.
- SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; GODINHO, H. P. Reprodução induzida de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINHO, H. P. e GODINHO, A. L. **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais.** Belo Horizonte: PUCMinas. 2003b, 458 p.
- SATO, Y BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; BOSCHI, M. B.; MIRANDA, M. O. T. Impacto a jusante do reservatório de Três Marias sobre a reprodução do peixe reofílico CURIMATÁ-PACU (*Prochilodus argenteus*). In: GODINHO, H. P. e GODINHO, A. L. **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais.** Belo Horizonte: PUCMinas. 2003c, 458 p.
- SHIBATTA, O. A. **Estudo comparativo ao nível intra-específico de *Salminus hilarii*, *Pimelodus cf. maculatus*, *Leporinus cf. elongatus* e *Eigenmannia cf. virescens* (Pisces, Ostrariophysi) das bacias do Alto Paraná e São Francisco, através da análise**

morfométrica multivariada. 1992. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1992.

SHIBATTA, O. A.; GARAVELLO, J. C. Estudo da variação geográfica em *Salminus hilarii* Valenciennes, 1849, das bacias do alto Paraná e São Francisco, através da análise morfométrica multivariada em componentes principais. **Naturalia**, São Paulo v. 18, p. 109-116, 1993.

SMITH, W. S. **A estrutura da comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba em diferentes situações ambientais.** 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

SMITH, W. S.; PETRERE, M.; BARRELA, W. The fish fauna in tropical rivers: The case of the Sorocaba river basin, SP, Brasil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 5, n. 13, p. 769-782, 2003.

SMITH, W. S. **Os Peixes do rio Sorocaba: a história de uma bacia hidrográfica.** Sorocaba: TCM, 2003. 160 p.

TELES, M. E. O. e GODINHO, H. P. Ciclo reprodutivo da Pirambeba *Serrasalmus brandtii* (Teleostei, Characidae) na represa de Três Marias, rio São Francisco. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro v. 75, n. 2, p. 177-184, 1997.

VAZZOLER, A. E. A. M. de; MENEZES, N. A. Síntese de conhecimento sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 52, p. 627-640, 1992.

VAZZOLER, A. E. de M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.** v. Maringá: EDUEM/Nupélia, 1996, 169 p.

VERENGUE, A. M. L. e ORSI, M. L. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnus altiparanae* (Eigenmann) (Osteichthyes, Characidae), do ribeirão das Marrecas, bacia do Tibagi, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 97-105, 2003.

VERÍSSIMO-SILVEIRA, R. **Ciclo reprodutivo e cinética da espermatogênese do Dourado (*Salminus maxillosus* Valenciennes, 1849).** 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura (CAUNESP), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

VITTAR, F.; BARCO, D; GIRI, F.; WILLINER, V. Presencia de *Salminus hilarii* (Pisces, Characidae) en territorio argentino. **Revista Ictiologia**, v.10, n.1/2, p. 1-5, 2002.

WALLACE, R. A.; SELMAN, K. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. **American Zoologist**. v. 21, p. 325-343, 1981.

WOOTTON, R. J. Strategies and Tactics in fish reproduction. In: POTTS, G. W.; WOOTTON, R. J. **Fish reproduction: Strategies and Tactics.** San Diego: Academic press, 1984

ZAIDEN, S. F. **Estrutura testicular da piracanjuba *Brycon orbignyanus* (VALENCIENNES, 1849) (Pisces, CHARACIDAE), nos vários estádios do ciclo sexual.** 1997. 78 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura (CAUNESP), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

ZAIDEN, S. F.; **Morfologia gonadal e Meabolismo energético da Piraputanga *Brycon hilarii* (Cuvier e Valenciennes, 1849) (Pisces, Characidae), em cativeiro, durante ciclo reprodutivo anual.** 2000. 152 f. Tese (Doutorado em aqüicultura) - Centro de Aqüicultura (CAUNESP). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

ZANIBONI-FILHO, E.; RESENDE, E. Anatomia de gônadas, escala de maturidade e tipos de desova do matrinxã, *Brycon cephalus* (GUNTHER, 1869) (Teleostei: Characidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 833-844, 1988.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** 4th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999, 663 p.