

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**Aspectos reprodutivos de três espécies de peixes silvestres sob a influência de uma piscicultura em tanques-rede, no rio Grande, reservatório de Ilha Solteira, SP/MS.**



**Amanda Pereira dos Santos Silva**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosicleire Veríssimo Silveira**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
CAMPUS DE BOTUCATU



**Aspectos reprodutivos de três espécies de peixes silvestres sob a influência de uma piscicultura em tanques-rede, no reservatório de Ilha Solteira, SP/MS.**

**Amanda Pereira dos Santos Silva**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosicleire Veríssimo Silveira**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciências Biológicas (Zoologia), junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Botucatu - SP

Botucatu  
Fevereiro 2018

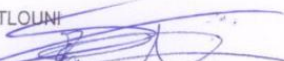
**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE AMANDA PEREIRA DOS SANTOS SILVA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA), DO INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - CÂMPUS DE BOTUCATU.**

Aos 02 dias do mês de março do ano de 2018, às 08:30 horas, no(a) Departamento de Biologia e Zootecnia / FEIS / UNESP, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. ROSICLEIRE VERISSIMO SILVEIRA - Orientador(a) do(a) Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, Prof. Dr. SERGIO RICARDO BATLOUNI do(a) Centro de Aquicultura de Jaboticabal - CAUNESP / UNESP, Prof. Dr. EVOY ZANIBONI FILHO do(a) Departamento de Aquicultura / Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Prof. Dr. IGOR PAIVA RAMOS do(a) Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP (por meio de parecer circunstanciado), Prof. Dr. GEORGE SHIGUEKI YASUI do(a) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos / USP - Pirassununga/SP (Por meio de parecer circunstanciado), sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de AMANDA PEREIRA DOS SANTOS SILVA, intitulada **Aspectos reprodutivos de três espécies de peixes silvestres sob a influência de uma piscicultura em tanques-rede, no rio Grande, reservatório de Ilha Solteira, SP.** Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: Aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

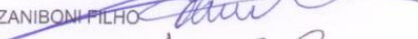
Profa. Dra. ROSICLEIRE VERISSIMO SILVEIRA



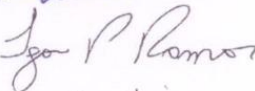
Prof. Dr. SERGIO RICARDO BATLOUNI



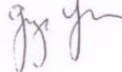
Prof. Dr. EVOY ZANIBONI FILHO



Prof. Dr. IGOR PAIVA RAMOS



Prof. Dr. GEORGE SHIGUEKI YASUI



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÊC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-COS 8/1500

Silva, Amanda Pereira dos Santos.

Aspectos reprodutivos de três espécies de peixes silvestres sob a influência de uma piscicultura em tanques-rede, no rio Grande, reservatório de Ilha Solteira, SP/MS. / Amanda Pereira dos Santos Silva. - Botucatu, 2018

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Rosicleire Verissimo Silveira  
Capes: 20400004

1. Peixe - Reprodução. 2. Gônadas. 3. Cogênese. 4. Espermatogênese. 5. Peixe - Criação.

Palavras-chave: ciclo reprodutivo; espermatogênese; gônadas; cogênese; índice gonadossonático.

Dedico este trabalho e toda minha vida à pessoa que mais amo.  
Minha mãe Gilene, muito obrigada por acreditar e sonhar comigo.

É tudo para você e por você!

*"Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito para ser insignificante"*

*Autor desconhecido*

## Agradecimentos

À Deus, por permitir que eu acordasse todos os dias, me dando força e saúde para enfrentar os obstáculos dessa jornada e nunca perder a fé na vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa, Processo n° 140611/2015-0, e auxílios (443103/2014-3) e (457083/2014-0).

À minha orientadora e mãe científica, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosicleire Veríssimo Silveira, pelos ensinamentos, o carinho e paciência nos momentos difíceis. Foram 8 anos até aqui, agradeço imensamente desde o dia que me escolheu naquela entrevista e por tudo que aprendi na ciência. Mudou a minha vida.

Ao meu pai científico, Prof.<sup>o</sup> Dr. Alexandre Ninhaus Silveira, por todo o cuidado e contribuição acadêmica. O Sr. junto com a Rosi tem grandes responsabilidades na minha formação e de todos do Lineo.

Aos funcionários da Seção de Pós-graduação do Instituto de Biociências – UNESP Botucatu – SP.

Aos funcionários do Departamento de Biologia e Zootecnia UNESP Ilha Solteira – SP, em nome de Meiri, Zeneide, Vera e Dona Cleusa (*in memorian*), pelo apoio e amizade desde a graduação.

Aos membros da banca de qualificação, Prof.<sup>o</sup> Dr. Igor Paiva Ramos e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sidinéia Aparecida Amadio, por suas contribuições.

Aos membros da banca de defesa, Prof.<sup>o</sup> Dr. Sergio Ricardo Batlouni, Prof.<sup>o</sup> Dr. Evoy Zaniboni Filho, Prof.<sup>o</sup> Dr. Igor Paiva Ramos e Prof.<sup>o</sup> Dr. George Shigueki Yasui, por aceitarem participar desta etapa e por suas contribuições.

Aos proprietários da piscicultura **Michael Kengo Itagaki** e sua esposa **Rita**, por conceder a oportunidade de trabalharmos em seu empreendimento e por todo o suporte concedido.

Ao **Laboratório de Ecologia de Peixes (PIRÁ)**, sob a coordenação do Prof<sup>o</sup> Igor Paiva Ramos e ao **Laboratório de Estudos em Fisiologia Animal (LEFISA)** sob coordenação da Prof<sup>a</sup> Cristiéli da Silva Ribeiro, que juntamente com seus alunos, formamos uma equipe de coleta imbatível. Vamoo timeeee!!!

Aos amigos do **Laboratório de Ictiologia Neotropical (L.I.Neo)**, de todas as fases que passei no lab, em especial os da última fase, **Cristiane, Patricia, Elis, Renata, Ricardo**, membros da diretoria e **Geovanna, Raphael, Crystal, Lais, Marcelo, Renan, Maria Luíza, Laícia, Luciane, Maria Angélica, Caio, Ana Carolina, João, Eviliyn e Malbelis**, pela ajuda nas coletas, análises, dúvidas ou até mesmo por uma conversa informal nos nossos cafés e confraternizações. Obrigada por tudo, por serem minha segunda família.

Agradecimentos especiais ao meu trio preferido **Patricia, Cristiane e Geovanna**, pela irmandade que fizemos nesses últimos anos. Vocês são tão importantes na minha vida, são únicas. Eu amarei vcs sempre. Poderia incluir perfeitamente as lindas **Giovana** (coisas de outras vidas) e **Jéssica** (bonita, estagiária da estagiária).

A minha mãe, **Gilene Pereira dos Santos** que sempre rezou e torceu por mim. Mãe obrigada por todo seu esforço, pela criação e ensinamentos de uma vida toda. Eu te amo!!!

A **todos os meus familiares**, que me dão força e que são a minha alegria de viver. Todos vocês são parte da minha formação e deste trabalho. Muito Obrigada.

Aos meu **amigos**, do colégio, do handebol, da minha turma de biólogos 6biofeis, da minha cidade, pois tive o privilégio de me formar aqui e tê-los por perto para dividir as alegrias e tristezas deste percurso. Eu nunca estive só!



## SUMÁRIO

Introdução	10
Reservatório de Ilha Solteira - SP	10
Ictiofauna	11
Influência da piscicultura em tanques-rede no ambiente	14
Reprodução dos peixes	17
Objetivos	24
Material e Métodos	25
Resultados	31
1 - Aspectos reprodutivos de <i>Pimelodus</i> cf. <i>platicirris</i> sobre influência de uma piscicultura em tanques-redes, no rio Grande reservatório de Ilha Solteira, SP.	
1.1 Frequência sexual	32
1.2 Fêmeas	32
1.3 Machos	45
2 - Aspectos reprodutivos de <i>Plagioscion squamosissimus</i> sobre influência da piscicultura em tanques-redes, no reservatório de Ilha Solteira, SP.	
2.1 Frequência sexual	61
2.2 Fêmeas	61
2.3 Machos	72
3 - Aspectos reprodutivos de <i>Geophagus proximus</i> sobre influência da piscicultura em tanques-redes, no reservatório de Ilha Solteira, SP.	
3.1 Frequência sexual	85
3.2 Fêmeas	85
3.3 Machos	96
Discussão	109
Considerações Finais	117
Referências Bibliográficas	119

## Resumo

A atividade de piscicultura em tanques-rede encontra-se em expansão nas represas brasileiras, entretanto, esta prática pode alterar a biologia reprodutiva das espécies que vivem ao seu entorno. Deste modo, pretendeu-se avaliar a influência de pisciculturas em tanques-rede na reprodução de espécies de peixes, (mandi) *Pimelodus cf. platicirris*, (corvina) *Plagioscion squamosissimus* e (porquinho) *Geophagus proximus*, comparando dois pontos. As coletas foram realizadas em dois pontos no reservatório de Ilha Solteira, rio Grande. Um ponto denominado Área Tanque (AT), uma piscicultura em tanques-rede no município de Santa Clara D'Oeste – SP, no braço Can-Can do reservatório de Ilha Solteira, rio Parana e um segundo ponto, Área Controle (AC) a aproximadamente 10 km, a montante. Os espécimes foram coletados bimestralmente com auxílio de dois lotes de redes com malhas 3, 4, 5, 6 e 7 cm e um lote de redes com malhas 7, 8, 10, 12 e 14 cm, no período de Dez/2014 a Dez/2016). Realizou-se a caracterização morfológica da gametogênese e do ciclo reprodutivo das espécies, além do uso do Índice gonadossomático e medida do diâmetro dos oócitos maduros nas diferentes áreas. A frequência sexual foi similar em *P. squamosissimus* espécie sedentária e *G. proximus* territorialista e um pouco discrepante para *P. cf. platicirris*, espécie migratória, mas se mostrou um dado constante não havendo interferência da piscicultura. A proporção de fêmeas na fase de apto a desova foi similar para as três espécies, reafirmando que não houve influência da piscicultura na reprodução. O diâmetro dos oócitos para *P. cf. platicirris* e *G. proximus*, espécies onívoras, houve diferença significativa na medida do diâmetro dos oócitos. O mesmo não ocorreu para *P. squamosissimus* espécie carnívora. Quanto ao Índice Gonadossomático (IGS), não houve diferença significativa para o IGS entre as áreas Tanque e Controle no período de amostragem, exceto para os machos de *G. proximus*. Para a descrição das Fases de desenvolvimento, a frequência com que elas aparecem na área dos tanques é maior do que na área controle. Por outro lado, são as mesmas fases em que as células germinativas ovarianas ou testiculares, se desenvolvem da mesma forma em ambas as áreas. Avaliando esses todos esses aspectos biológicos, bem como as alterações observadas, pode-se inferir que a piscicultura em tanques-rede localizada no reservatório de Ilha Solteira – SP, rio Grande, tem influência na reprodução fêmeas e machos do mandi *P. cf. platicirris*, a corvina *P. squamosissimus* e o porquinho *G. proximus*, não comprometendo, mas de alguma maneira intensificando a reprodução na área dos tanques.

**Palavras-chaves:** ciclo reprodutivo, gônadas, oogênese, espermatogênese, índice gonadossomático.

## Abstract

The fish farming activity in net cages is in expansion in Brazilian dams, however, this practice may modify the biology of the species which live around it. This way, this work aimed to evaluate the influence of fish farming in net cages in the reproductive biology of fish species such as (mandi) *Pimelodus cf. platicirris*, (corvina) *Plagioscion squamosissimus* and (porquinho) *Geophagus proximus*, comparing the Net Cage Areas (NCA) to Control Areas (CA). The samples were collected at two points at Ilha Solteira reservoir, Rio Grande. One of them named Net Cage Area (NCA), a fish farm with Net Cages in the County of Santa Clara D'Oeste – SP, at the Can-Can arm of Ilha Solteira reservoir, Parana River and the other one, Control Area, (CA) at about 10 km upstream. The specimens were collected bimonthly with the use of two lots of nets with mesh of 3, 4, 5, 6 e 7 cm and one lot of net with mesh of 7, 8, 10, 12 e 14 cm, between December/2014 and December/2016. Besides the morphological characterization of gametogenesis and the reproductive cycle of the species, the Gonadosomatic index and the measurement of mature oocytes diameter at different areas were made. The sexual frequency was similar in *P. squamosissimus* secondary species and *G. proximus* territorialist and with a little discrepancy to *P. cf. platicirris*, migratory species, but it showed constant data not having interference from the fish farm. The proportion of females, which were suitable for spawning, was similar for the three species, what reaffirmed that there was no influence from the fish farm in the reproduction. The oocytes diameter for *P. cf. platicirris* and *G. proximus*, omnivorous species, presented meaningful difference in their measurement. What didn't occur for the *P. squamosissimus* carnivorous species. As to the Gonadosomatic index (GI), there was no meaningful difference between the Net Cage Area and Control Area during the sampling period, except for the males of *G. proximus*. For the description of developing phases, the frequency which they appear in the Net Cage areas is higher than the frequency they appear in the Control area. On the other hand, they are the same phases that the testicular or ovarian germ cells develop the same way in both areas. Analyzing all these biological aspects, as well as the changes observed, it is possible to infer that the fish farming in Net cages at the reservoir of Ilha Solteira – SP, Grande River, does not compromise the reproduction of females and males of mandi *P. cf. platicirris*, the corvina *P. squamosissimus* and the porquinho *G. proximus*.

**Keywords:** reproductive cycle, gonads, oogenesis, spermatogenesis, gonadosomatic index.

## **Introdução**

### **Reservatório de Ilha Solteira - SP**

Durante quase 5.000 anos, as barragens serviram para garantir um suprimento adequado de água, armazenando em tempos de superávit e liberando-a em tempos de escassez, evitando ou mitigando inundações. Atualmente, mais de 90% da eletricidade renovável mundial vem das barragens das usinas hidrelétricas, que geralmente variam em capacidade instalada de várias centenas de quilowatts a várias centenas de megawatts e tem o papel de fornecer eletricidade a milhões de pessoas (ICOLD, 2017).

A “World Commission on Dams”, possui um banco de dados que inclui mais de 55.000 barragens no mundo. A partir destes números pode-se afirmar que das grandes bacias hidrográficas distribuídas no mundo, poucas escaparam de um sistema de represamento (COELHO, 2008).

Devido à construção de barragens, tem-se a formação de reservatórios por meio de represamento dos rios. Após a década de 1960, foram instalados os maiores reservatórios do Brasil, entre eles, o de Ilha Solteira (GODINHO et al., 2007).

Formado em 1978, sob domínio da União, localiza-se na região do alto rio Paraná, seu principal rio formador, entre os Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul. Esse reservatório drena uma bacia de 375.460km<sup>2</sup> e tem 1.195 km<sup>2</sup> de área e o tempo de residência da água é de 46,7 dias (SHIBATTA; DIAS, 2006).

Recebeu esse nome devido a junção dos rios Grande e Paranaíba e teve grande parte do seu curso alterado por represamentos onde as espécies de peixes generalistas são mais bem-sucedidas nesses ambientes, visto que apresentam certa flexibilidade quanto à alimentação e reprodução. Devido a esse fato, o mais comum é que ocorram modificações na composição e estrutura da assembleia e não extinções massivas (AGOSTINHO et al., 2007).

## Ictiofauna

A ictiofauna de água doce neotropical é considerada a mais rica do mundo, composta por 32.000 espécies (NELSON et al., 2016), sendo que aproximadamente, 2.587 espécies estão no Brasil (BUCKUP, et al., 2007) e 393 espécies estimadas no Estado de São Paulo (OYAKAWA & MENEZES, 2011). Segundo Buckup et al. (2007), o elevado número de espécies reflete não apenas a grande diversidade existente nas bacias hidrográficas tropicais e subtropicais da Região Neotropical na qual o Brasil está inserido, como também num constante aumento na busca do conhecimento sobre a ictiofauna brasileira.

A Bacia do Alto Paraná abriga 310 espécies de peixes, distribuídas em 11 ordens e 38 famílias, sendo que a maior riqueza é registrada em Siluriformes e Characiformes, que correspondem a cerca de 80% das espécies e compõem os grupos dominantes na maior parte dos ambientes lóticos do Alto Paraná, e dentre as alóctones e exóticas, dez são espécies utilizadas em piscicultura (LANGEANI et al., 2007).

No Reservatório de Ilha Solteira, temos espécies com potencial para a pesca profissional e de alto valor comercial, sendo esta atividade, subsídio para muitas famílias. Podemos exemplificar, entre outras, o mandi (*Pimelodus cf. platicirris*), a corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e o porquinho (*Geophagus proximus*).

- ***Pimelodus cf. platicirris* (Borodin, 1927)**

Pertencente a ordem Siluriformes composta por 22 famílias e 6.309 espécies, a família Pimelodidae, formada por 109 espécies validadas, sendo 11 descritas nos últimos 10 anos (ESCHMEYER; FRICKE; VAN DER LAN, 2017). O gênero *Pimelodus*, é composto por 19 espécies, dentre elas o *Pimelodus cf. platicirris* (BUCKUP et al., 2007).

O mandi é uma espécie migradora, encontrado nas Bacias dos Uruguai, Paraguai, São Francisco e Bacia do Paraná (LIMA-JUNIOR; GOITEN, 2006; AGOSTINHO et al.,

2003; AGOSTINHO et al., 2007). É uma espécie onívora, possui alta plasticidade alimentar e comportamento oportunista para as adversidades ambientais (RAMOS et al., 2011).

Em bacias de drenagem do alto rio Paraná, *P. cf. platicirris* tem sido capturada conjuntamente a *P. maculatus* e erroneamente identificada como aquela espécie, por apresentar padrão de coloração muito similar. Mas dentre outras diferenças, *P. platicirris* possui 5 ou mais fileiras de máculas pequenas e arredondadas de diâmetro igual ao diâmetro do olho ao longo do corpo, enquanto *P. maculatus* possui três fileiras de máculas grandes e de formatos irregulares, de diâmetro maior que o diâmetro do olho (SILVA, 2015).

- ***Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840)**

A ordem Perciformes que é uma das mais abundantes em espécies, contendo atualmente 39 famílias, com 18.238 espécies. A família Sciaenidae da qual *Plagioscion squamosissimus* faz parte, é composta por 291 espécies validadas (ESCHMEYER; FRICKE; VAN DER LAN, 2017). *Plagioscion* é representado por cinco espécies válidas (CASATTI 2005): *P. auratus*, *P. magdalenae*, *P. montei*, *P. squamosissimus* e *P. ternetzi*.

Conhecida como corvina ou pescada do Piauí, *P. squamosissimus* é uma espécie originária das bacias dos rios Amazonas e Orinoco e rios das Guianas, introduzida nas bacias do Paraná, Paraguai, Uruguai e São Francisco, bem como em reservatórios do nordeste do Brasil (CASATTI, 2005). Espécie disseminada em diversos reservatórios brasileiros, caracterizada por ser um predador voraz, carnívora, alimenta-se de peixes, camarões e insetos, com grande potencial para afetar a diversidade de peixes nativos (AGOSTINHO et al., 2007).

Entre 1966 e 1973, a CESP introduziu essa e outras espécies, todas específicas de ambientes lênticos, com o objetivo de recompor a ictiofauna nos rios barrados pela

construção de Usinas Hidroelétricas (TORLONI et al., 1993). Nos reservatórios, *P. squamosissimus* se estabeleceu e representa uma importante espécie, economicamente rentável para famílias que vivem da pesca extrativista, inclusive na região da coleta de dados deste estudo.

- ***Geophagus proximus* (Castelnu, 1855)**

Da ordem Perciformes, pertencente a família Cichlidae, *G. proximus* é endêmico da Bacia do Amazonas, Brasil e Peru (KULLANDER, 1986).

Sendo popularmente conhecido por porquinho, espécie generalista e de hábito onívoro, tem alta plasticidade para se estabelecer em ambientes diversos (GRAÇA E PAVANELLI, 2007). Foi introduzido no rio Paraná, vem ocupando um lugar de destaque na pesca comercial nos reservatórios de Jupiá e Ilha Solteira. Embora sua introdução seja, por motivos desconhecidos, e cause impactos não dimensionados, tornou-se a segunda espécie em dominância na pesca científica e a principal na pesca comercial no reservatório de Ilha Solteira, rio Paraná (MARQUES et al., 2009). No Rio Grande, também tem destaque, sendo a espécie que representa maior abundância dentre as coletas realizadas para este trabalho.

Segundo Marques et al., (2008) a participação dos Perciformes na produção pesqueira total do reservatório de Ilha Solteira (média do período de 1994 a 2007) é ao redor de 54% do total de espécies, sendo que somente o *G. proximus* contribui com 8,1% deste total. (MARQUES et al., 2009).

Deste modo, visto a importância econômica e devido a sua abundância neste local, para o presente estudo foram escolhidas três espécies no reservatório de Ilha Solteira – SP, *Pimelodus cf. platycirris*, *Plagioscion squamosissimus* e o *Geophagus proximus*.

### **Influência da piscicultura em tanques-rede no ambiente**

Atualmente além do uso para a pesca comercial, vários empreendimentos de pisciculturas em tanques-rede vêm utilizando os reservatórios para criação de várias espécies de peixes. Em nosso país, este sistema de criação ganhou impulso em meados da década de 1990, principalmente na região sudeste (MEDEIROS, 2002; BRANDÃO et al., 2014). Tendo como modelo zootécnico a tilápia (*Oreochromis niloticus*), pois é considerada a espécie de peixe mais utilizada neste tipo de cultivo em função de características como rusticidade, rápido crescimento, adaptação ao confinamento, hábito alimentar onívoro, fácil aceitação de rações artificiais e manejo. (DAVID et al., 2006).

Essa cadeia produtiva da tilápia foi construída inicialmente por meio de iniciativas de pequenos e médios produtores rurais, mas nas duas últimas décadas, surgiram diversos empreendimentos de maior porte, estimulados pelo aumento do consumo interno e das condições favoráveis à produção de alimentos (SCHULTER E VIEIRA-FILHO, 2017). Mas também temos criações bem-sucedidas de tambaquis (*Colossoma macropomum*), matrinxã (*Brycon amazonicus*), pacus (gênero *Piaractus*) e híbridos como o tambacu (*Colossoma* sp. x *Piaractus* sp.), demonstrando uma expansão na produção aquícola ao longo das últimas décadas (KUBITZA, 2015).

Atualmente, políticas públicas incentivam a substituição da pesca extrativista por atividades de aquicultura (PELICICE et al., 2014). Entre 2005 e 2015, a produção do peixe mais cultivado no Brasil, deu um salto de 223% com a modernização e a intensificação da produção, tanto em tanques-rede em reservatórios como nos viveiros escavados. No ano de 2005, a produção de tilápia no País foi de 67.850,50 toneladas, já em 2015, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), calculou a produção da espécie em 219.329 toneladas (BARROSO et al., 2017). O último relatório da FAO, aponta que a produção da pesca e aquicultura no Brasil deve crescer mais de 100% até o



ano de 2025, deve registrar 16.2 milhões de toneladas em 2025, 12.6% a mais que o nível alcançado em 2013-15 (FAO, 2016).

Deste modo, o sistema intensivo de tanque-rede, tem se apresentado como uma modalidade bastante praticada no Brasil, devido a seu fácil manejo e ao rápido retorno dos investimentos (SOUZA E LEITE, 2016). Encontra-se em expansão nas represas brasileiras e com ele a preocupação com os possíveis impactos ambientais associados a esse empreendimento. O ideal seria a boa produtividade associada ao baixo impacto ambiental, respeitando a capacidade do rio em suportar esses sistemas. No entanto, os peixes muitas vezes, são cultivados em alta densidade de estocagem, o que significa uma grande demanda de aporte de ração diário, causando, deste modo, alterações ecológicas em áreas próximas a esses sistemas e consequentemente atraindo a ictiofauna local (DEMPSTER et al., 2002; BEVERIDGE, 2004; MACHIAS et al. 2006; RAMOS et al., 2008).

Nesse contexto, grande parte das espécies de peixes neotropicais segue o padrão de elevada plasticidade comportamental, em termos alimentares e reprodutivos, o que pode impedir ocorram extinções massivas na maioria dos casos (AGOSTINHO et al., 2007). Tal fato pode ser observado, no reservatório de Nova Avanhandava, pois o *Metynnis maculatus* (pacu-prata), considerado um animal herbívoro, passou a alimentar-se exclusivamente de restos de ração (RAMOS et al., 2008). Também em *Pimelodus maculatus* no reservatório de Jurumirim apresentou alteração no IGS (índice gonadossomático), que avalia o desenvolvimento gonadal e a duração do período reprodutivo, sendo este maior nos peixes próximos as áreas dos tanques do que na área denominada controle (BRANDÃO et al., 2014).

Também pode ocasionar alterações no nível de parasitismo nos peixes silvestres que estão adjacentes aos tanques. Tal associação ocorre, pois, as altas densidades de

peixes cultivados e a alteração do fluxo de água, propicia um aumento na taxa de infestação por parasitas, levando a sua transmissão para os peixes silvestres (MORTON et al., 2005; KRKOSEK et al., 2006).

Além disso, efluentes como restos de ração, muco, fezes, escamas e peixes mortos, podem induzir a processos de eutrofização. Esses resíduos gerados são liberados diretamente no ambiente aumentando principalmente a concentração de nitrogênio e fósforo da água, que favorece a proliferação de organismos vegetais como algas e plantas aquáticas, ou podem ser utilizados como recurso alimentar pela ictiofauna silvestre (WESTON, 1991; PILLAY, 2008; RAMOS et al., 2008; MALLASEN et al., 2008).

Essas espécies nas proximidades dos tanques-rede podem sofrer influência, alterando sua dieta, devido ao aporte de ração diária disponível em todas as estações do ano altamente balanceada, contendo, por exemplo, altos níveis de proteína para manutenção e crescimento da população que está sendo produzida nos sistemas de criação, podendo aumentar o comprimento padrão e a massa total dessas espécies adjacentes ao cultivo (RAMOS et al., 2008; ECHE, 2008).

A composição do alimento ingerido também é de grande importância no desenvolvimento das gônadas, principalmente nos ovários, podendo influenciar na qualidade do vitelo armazenado nessas espécies (HONJI, 2011). Modificando a dieta, altera-se o aporte de energia disponível no metabolismo do animal para a produção dos gametas e para o evento da reprodução propriamente dita, que demandam um gasto energético considerável para os peixes. Sabe-se que, para o desenvolvimento de embriões de peixes, é necessário que ocorra a transferência de nutrientes do organismo dos reprodutores para os gametas (NAVARRO et al., 2009).

Deste modo, a alimentação de modo geral influencia a qualidade das gônadas, a fecundidade, a qualidade de ovos, o desenvolvimento embrionário, a porcentagem de

fertilização, a eclosão e a sobrevivência de larvas (FERNANDEZ-PALÁCIO et al., 1998).

### **Reprodução dos peixes**

De uma maneira geral, os peixes apresentam várias estratégias reprodutivas, que permitiram adaptações não só quanto as alterações na disponibilidade de alimento, como em outras condições bióticas e abióticas, como temperatura, fotoperíodo, oxigênio disponível que variam amplamente no espaço e no tempo (VAZZOLER, 1996; SUZUKI et al., 2005; GODINHO, 2007). Tal fato, vem sendo observado na ictiofauna dos rios brasileiros, por apresentar grande diversidade de espécies que possuem táticas de vida diferenciadas, vem conseguindo se ajustar a essas divergências do meio (AGOSTINHO et al., 2007).

Na sua maioria, os peixes têm ciclo reprodutivo iniciando o desenvolvimento gonadal em uma época anterior aquela de reprodução e completando sua maturação no momento em que as condições ambientais forem adequadas à fecundação e desenvolvimento da prole (VAZZOLER, 1996; LIMA-JUNIOR E GOITEIN, 2006; PASCHOALINI et al., 2013).

O periodismo do fenômeno da reprodução é controlado por fatores climáticos. Assim, nos peixes tropicais, a reprodução ocorre no período quente (primavera/verão), e o crescimento gonadal é estimulado por um fotoperíodo longo, geralmente em combinação com temperaturas quentes (aquecimento da água), a alteração do mesmo também pode apresentar interferência no desenvolvimento gonadal. (CASTAGNOLLI, 1992; BALDISSEROTTO, 2002; DOS SANTOS-SILVA, et al., 2016).

Essas informações podem variar de acordo com alterações do meio ou táticas reprodutivas das espécies, a exemplos de espécies nativas como o *Brycon cephalus* (ROMAGOSA et al., 2001), *Pseudoplatystoma coruscans* (CREPALDI et al., 2006;

ANDRADE et al., 2010), *Piaractus mesopotamicus* (ROMAGOSA; NARAHARA, 2002; BITTENCOURT et al., 2008), *Astyanax scabripinnis* (MELO et al., 2005), *Hypostomus strigaticeps* (TAKAHASHI et al., 2008), *Pimelodus maculatus* (MAIA et al., 2007) e *Arapaima gigas* (LOPES; QUEIROZ, 2009).

Embora a reprodução em peixes seja modulada por fatores ambientais como temperatura e fotoperíodo, ela ainda é controlada por um sistema endócrino, principalmente pelo eixo hipotálamo-hipófise-gonadas, que sintetiza e libera gonadotropinas, esteróides gonadais e hormônios moduladores do processo reprodutivo, processo que ocorre naturalmente durante o desenvolvimento das gônadas, maturação, liberação e fertilização dos gametas (TAKEI et al., 2006, BOMBARDELLI et al., 2006; VERAS et al., 2013). O FSH estimula o crescimento oocitário e na vitelogênese aumenta a liberação ovariana de  $17\beta$ -estradiol, o qual estimula a produção hepática de vitelogenina. A vitelogenina é uma proteína multifuncional que transporta aminoácidos, lipídios, fosfatos, cálcio e carboidratos do fígado para o oócito, por meio de endocitose mediada pela proteína clatrina (KHAN, et al., 2005; BALDISSEROTTO, 2013).

Essas alterações como fatores ambientais e hormonais, podem direcionar o tipo de desenvolvimento gonadal dos peixes. Murua e Saborido-Rey (2003) em um trabalho de estratégias reprodutivas em fêmeas de espécies marinhas, definiram alguns conceitos básicos acerca do desenvolvimento gonadal e tipos de desova: espécies com desenvolvimento Assincrônico apresentam desovas múltiplas e aquelas com desenvolvimento Grupo-Sincrônico podem apresentar desova única ou múltipla.

Quando se trata de população, a sazonalidade da desova varia em termos de sua duração (restrita ou longa), o grau de sincronização entre os períodos de desova individuais, e a temporada de ocorrência (por exemplo, outono-inverno e primavera-verão) (LOWERRE-BARBIERI, 2011).

Para identificar o período de desova de uma espécie, é necessário um entendimento dos estágios das células germinativas e realizar uma análise do seu ciclo reprodutivo. Essas análises são feitas por meio da identificação das fases reprodutivas das espécies ao longo do ano, como já visto em alguns estudos (SELMAN & WALLACE, 1996; LOPES; QUEIROZ, 2009; QUAGIO-GRASSIOTTO et al., 2011), porém por muito tempo, não houve uma padronização da terminologia para o desenvolvimento gonadal de fêmeas, assim como já realizado para machos, em que utilizam-se as mudanças do epitélio germinativo juntamente com os estágios das células germinativas, para identificação das fases de maturação testicular (GRIER & TAYLOR, 1998; GRIER, 2002; GRIER; ARANZABAL, 2009; SIQUEIRA-SILVA et al., 2013, RODRIGUES et al., 2015).

Vendo essa necessidade de padronização, Brown-Peterson e colaboradores (2011), desenvolveram uma proposta de modelo conceitual para identificar as fases testiculares e ovarianas dentro do ciclo reprodutivo. Essas fases se aplicam a todos os peixes, independentemente de posição filogenética, gênero ou estratégia reprodutiva. E elas constituem uma descrição dos eventos gonadais cíclicos necessários para produção e renovação de gametas, o seu desenvolvimento, diferenciação, maturação e liberação de gametas viáveis, que irão resultar em alterações de características que distinguem as fases de desenvolvimento gonadal em teleósteos.

Essa terminologia foi proposta para espécies marinhas, porém vem se mostrando adaptável para espécies dulcícolas. Como no trabalho de Wildner et al., (2012), que fez uso dessa terminologia adaptada para o Siluriforme, *Pimelodus maculatus* e para o Characiforme, *Serrasalmus maculatus* e verificou que para ambas as espécies o período mais intenso de proliferação de oogônias é a fase de regeneração, em que o ovário faz a renovação das células para o próximo ciclo reprodutivo. No trabalho de Dos Santos-Silva

et al., (*inf. pess*) que adaptou essa terminologia para fêmeas do peixe ornamental *Laetacara araguaiae* na descrição de seu ciclo reprodutivo.

Portanto o reconhecimento dessas fases reprodutivas constitui o conhecimento fundamental da biologia reprodutiva dos peixes teleósteos (CREPALDI, et al., 2006). Ainda para o entendimento e a classificação das fases reprodutivas, faz-se necessário o estudo da morfologia ovariana e testicular dos estágios de desenvolvimento das células germinativas ao longo da oogênese e espermatogênese das espécies.

- **Morfologia gonadal**

Na maioria dos Teleostei, o desenvolvimento gonadal é cíclico e sazonal. Ao longo de cada ciclo reprodutivo, a renovação das células germinativas, sua diferenciação, desenvolvimento, maturação e liberação resultam em alterações gonadais que caracterizam diferentes fases reprodutivas (QUAGIO-GRASSIOTTO et al., 2013). A descrição das fases reprodutivas para machos e fêmeas, vem sendo realizada há algum tempo com a análise do ciclo reprodutivo anual, que se baseia nas fases de maturação gonadal de espécies analisadas macroscopicamente e microscopicamente (SELMAN; WALLACE, 1986; VAZZOLER, 1996; GRIER, 2002; VERÍSSIMO-SILVEIRA, 2003; LOPES; QUEIROZ, 2009; GRIER; ARANZABAL, 2009; QUAGIO-GRASSIOTTO et al., 2011; SIQUEIRA-SILVA et al., 2013). Sendo que os estágios da oogênese e da espermatogênese são informações básicas da caracterização das fases reprodutivas, bem como o aspecto da gônada em si (BROWN-PETERSON et al., 2011).

- **Ovários**

Os ovários dos teleósteos são estruturas que geralmente aparecem aos pares, com diversas formas, como alongadas e globosas, que se situam na porção dorsal da cavidade

abdominal, ventralmente ao sistema néfrico e à vesícula gasosa (SANTOS; HEID, 1981). Segundo Vazzoler (1996), as gônadas são classificadas macroscopicamente por meio de características como tamanho em relação à cavidade abdominal, coloração, presença de vasos sanguíneos, tamanho e aspectos dos ovócitos e grau de turgidez.

Na reprodução de peixes, microscopicamente há a existência de um epitélio germinativo. Nas fêmeas, esse epitélio é constituído por células da linhagem germinativa primordias, denominadas oógonias (A- indiferenciadas, A-diferenciadas e oogônias B) em proliferação mitótica dentro de ninhos, envolvidas por células somáticas que são células epiteliais que se diferenciam em células pré-foliculares e permanecem associadas à um oócito meiótico, formando os folículos ovarianos finalizando a foliculogênese (GRIER; ARANZABAL, 2009; QUAGIO-GRASSIOTO, et al., 2011; URIBE; GRIER, 2014). Estes passam por diferentes estágios de desenvolvimento (crescimento primário e secundário/vitelogênese e maturação) ao final dos quais estão prontos para a desova (PARENTI; GRIER, 2004; ISHIBA et al., 2010; FRANÇA, GRIER E QUAGIO-GRASSIOTO, 2010; QUAGIO-GRASSIOTO et al., 2011; DOS SANTOS-SILVA et al., 2015).

O desenvolvimento dos oócitos de teleósteos apresenta variações nos diferentes grupos de peixes e a determinação da dinâmica da oogênese permite a compreensão dos processos de maturação e fertilização além de inferir sobre o estado funcional das gônadas, na determinação do período reprodutivo das espécies e no tipo de desova (SELMAN; WALLACE, 1989; LIMA, 1991; ISHIBA et al., 2010).

- **Testículos**

Na maioria dos teleósteos com fecundação externa, os testículos são órgãos predominantemente pares e alongados, situados no celoma, caudalmente aos rins e

dorsalmente ao canal alimentar, sendo sustentados por uma fina camada de peritônio, chamada mesórquio (SELMAN; WALACE, 1986; LÊ GAC; LOIR, 1999). São individualizados por toda a sua extensão e se unem em sua extremidade caudal, convergindo para o exterior por meio do poro urogenital (ALEXANDRINO et al., 1985; NOBREGA, 2003; VERÍSSIMO-SILVEIRA, 2003; GRIER & ARANZÁBAL, 2009, SIQUEIRA-SILVA, et al., 2014).

Microscopicamente são envolvidos por um tecido conjuntivo, a túnica albugínea, que emite projeções para o interior do órgão, delimitando os lóbulos ou túbulos seminíferos que revestem e sustentam o tecido epitelial germinativo, que por sua vez está apoiado na membrana basal e limitado uma cavidade ou lúmen (GRIER & LO NOSTRO, 2000; BROWN-PETERSON et al., 2002). O epitélio germinativo é definido como sendo composto de células de Sertoli e de todas as células germinativas envolvidas na espermatogênese como espermatogônias (A-indiferenciadas, A-diferenciadas e espermatogônias B), além de espermatócitos, espermátides e finalizando com espermatozoides que são as menores células desta linhagem (VERÍSSIMO-SILVEIRA et al., 2006; NÓBREGA et al., 2010; SIQUEIRA-SILVA et al., 2015; RODRIGUES et al., 2015; CHAGAS et al., 2017).

Nos testículos de peixes, podem ser reconhecidos dois tipos de epitélio germinativo: contínuo e descontínuo (GRIER & TAYLOR, 1998). O epitélio germinativo contínuo é constituído por uma população contínua de células de Sertoli e células germinativas que se estendem ao longo de todo o comprimento dos lóbulos. Por outro lado, o epitélio germinativo descontínuo é caracterizado pela perda das células germinativas quando os espermatozoides são liberados dos espermatocistos. Porém essa descontinuidade vai ocorrendo de maneira progressiva no decorrer do desenvolvimento



testicular e auxilia na caracterização das fases reprodutivas. (GRIER & TAYLOR, 1998; GRIER & LO NOSTRO, 2000; BROWN-PETERSON et al., 2002).

A distinção dos dois tipos do epitélio germinativo dependendo do estado de maturação gonadal, complementa a escala de aplicação geral para o período de proliferação testicular proposta por Vazzoler (1981), com base em aspectos macroscópicos, e que é composta basicamente de quatro estágios: imaturo; em maturação; maduro e esvaziado. Já Grier (2002), propõe a terminologia das Classes de Maturação Gonadal, divididas em Maturação Inicial, Maturação Intermediária, Maturação Final, Regressão e Regredido, que é a mais comumente usada.

Considerando o exposto acima, faz-se necessário a compreensão dos eventos reprodutivos dos peixes ao entorno de cultivos em tanques-rede, pois esta vem sendo uma atividade de relevância para a produção pesqueira, aumentando o consumo de pescado e a economia nacional (ROTTA et al., 2003; DE OLIVEIRA, 2015) e quem sabe minimizar o impacto da pesca extrativista. Deste modo, tais estudos fornecem respostas básicas as questões de reprodução, preservação e manejo dessas espécies, além de servirem de subsídios para o estabelecimento de medidas mitigadoras visando uma produção mais sustentável.

Com isso, foi levantada a seguinte hipótese: A atividade de pisciculturas em tanques-rede, altera a reprodução das espécies de peixes adjacentes a esse cultivo?

Portanto, pretendeu-se realizar a caracterização morfológica da gametogênese e ciclo reprodutivo de *P. cf. platicirris* e *P. squamosissimus* e *G. proximus*, espécies mais abundantes em torno desta piscicultura, para avaliar possível influência na biologia reprodutiva dessas espécies no reservatório de Ilha Solteira – SP.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos Gerais**

Avaliar a influência de pisciculturas em tanques-rede na reprodução de três espécies (*Pimelodus cf. platicirris*, *Plagioscion squamosissimus* e *Geophagus proximus*), próximas ao cultivo, no reservatório de Ilha Solteira (rio Grande, SP/MS).

### **Objetivos Específicos**

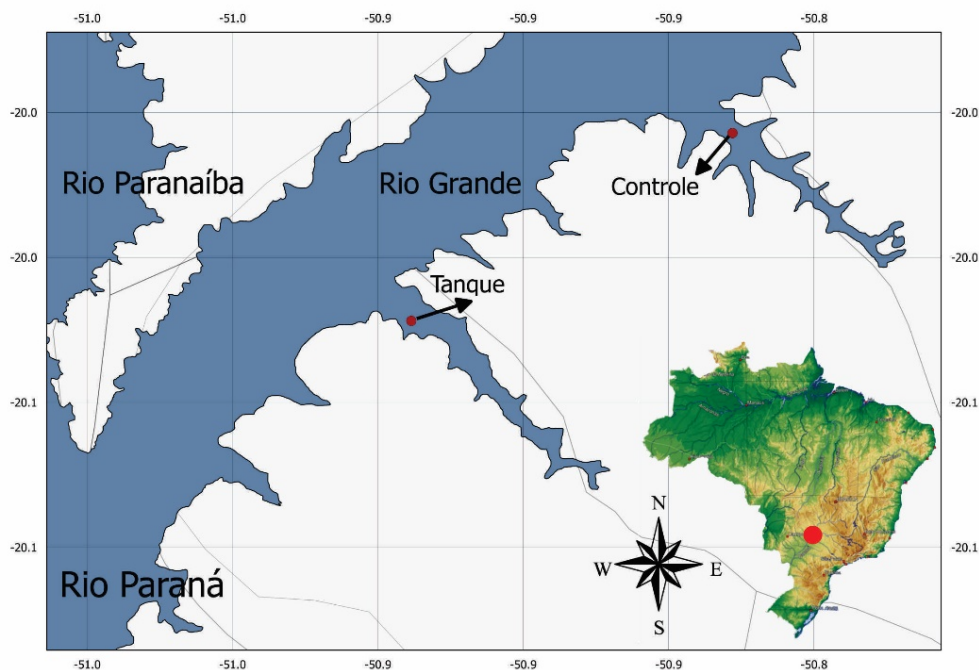
- Caracterizar os aspectos reprodutivos de fêmeas (oogênese, tipo de desova, índice gonadossomático, medida do diâmetro dos oócitos e frequência sexual) e ciclo Reprodutivo anual das espécies, comparando a área tanque (AT) e a área controle (AC).
  
- Caracterizar os aspectos reprodutivos de machos (espermatogênese, tipo de organização testicular (lobular ou tubular), índice gonadossomático e frequência sexual) e Ciclo Reprodutivo anual das espécies comparando as áreas (AT) e (AC);

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

As coletas para o presente estudo foram realizadas em dois pontos no reservatório de Ilha Solteira, rio Grande (Fig. 1). O ponto 1 denominado Área Tanque (AT), uma piscicultura em tanques-rede no município de Santa Clara D'Oeste – SP, no braço Can do reservatório de Ilha Solteira, rio Paraná ( $50^{\circ}55'59.65''\text{W}$  e  $20^{\circ}02'30.54''\text{S}$ ) (Fig. 2A) e um segundo ponto, denominado Área Controle (AC) a aproximadamente 10 km, a montante com características fisiográficas semelhantes, mas sem a influência de sistemas de pisciculturas em tanques-rede ( $50^{\circ}51'58.94''\text{W}$  e  $20^{\circ}0'13.71''\text{S}$ ) (Fig. 2B). Atualmente o empreendimento atua na criação de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) das linhagens Gfit e Supreme e possui aproximadamente 230 tanques de  $18\text{ m}^3$  e 18 tanques de  $144\text{ m}^3$ , com uso diário de ração de  $4.375\text{ kg/dia}$ .

**Figura 1.** Mapa do reservatório de Ilha Solteira, com indicação da piscicultura, Rio Grande, área tanque (AT) e área controle (AC). Fonte: Igor Paiva Ramos



**Figura 2.** Piscicultura em tanques-rede no município de Santa Clara D'Oeste, reservatório de Ilha Solteira – SP. Foto da autora. A – Área Tanque. B – Área Controle.



Fonte: Igor Paiva Ramos

### **Coletas de material biológico**

Os espécimes foram coletados bimestralmente com auxílio de dois lotes de redes com malhas 3, 4, 5, 6 e 7 cm entre nós não adjacentes e um lote de redes com malhas 7, 8, 10, 12 e 14 cm entre nós não adjacentes, no período de Dez/2014 a Dez/2016). Para avaliações dos aspectos reprodutivos, foram analisados 131 exemplares de *Pimelodus cf. platicirris* (Fig. 3), 154 exemplares de *Plagioscion squamosissimus* (Fig. 4) e 269 exemplares de *Geophagus proximus* (Fig. 5), coletados e analisados em ambas às áreas de coleta.

Todos os procedimentos de coleta e eutanásia foram conduzidos de acordo com os protocolos aprovados pelo SISBIO nº 42229-1, sendo os animais gradativamente resfriados a fim de diminuir rapidamente a sua atividade metabólica.

Após anestesiados foram realizadas a biometria de cada exemplar como a mensuração do comprimento total (LT, cm), comprimento padrão (LS, cm) e massa total (WT, g). Posteriormente as gônadas foram removidas, pesadas e fragmentadas.

**Figura 3** – Exemplar de *Pimelodus cf. platycirris*. (Comprimento padrão LS = 25cm).

Foto: Igor Paiva Ramos.



**Figura 4** – Exemplar de *Plagioscion squamosissimus*. (Comprimento padrão LS = 23cm). Foto: Igor Paiva Ramos



**Figura 5** - Exemplar de *Geophagus proximus*. (Comprimento padrão LS = 17,5). Foto: Renan Alex Leão e Ricardo Hideo Mori.



### **Fixação e inclusão das gônadas**

As gônadas foram fixadas em solução de paraformaldeído a 4% e glutaraldeído a 2% em tampão fosfato Sorensen, pH 7,4, “over night”. Após a fixação, os fragmentos dos ovários e testículos foram desidratados em álcool em série crescente de concentração e incluídos em historesina (Technovit 7100/historesina). Cortes histológicos de 3µm de espessura foram submetidos a colorações com hematoxilina e eosina e metanil yellow + PAS + hematoxilina de Harris, para análise da estrutura ovariana e testicular durante o ciclo gonadal das espécies. As lâminas histológicas foram analisadas por meio de fotodocumentação em sistema de análise digital composto por Microscópio óptico Zeiss Axio Scope A1®, acoplado a uma câmera digital AxioCam Mrc5®.

### **Índice gonadossomático (IGS)**

Os cálculos do índice gonadossomático (IGS) foram efetuados conforme VAZZOLER (1996):  $IGS = Wg/Wt.100$ ; Sendo Wg, massa da gônada; Wt, massa total do peixe.

### **Frequência sexual**

A frequência dos indivíduos machos e fêmeas foi calculada pela soma dos mesmos, para o período total do experimento, na área Controle (AC) e área Tanque (AT).

### **Diâmetro dos oócitos**

Foram mensurados o diâmetro de oócitos maduros de exemplares coletados de cada área amostrada e realizou-se a média para avaliar se há diferenças entre os pontos amostrados diante do tamanho dos oócitos e inferir sobre a produção de vitelo.

## **Análises Estatísticas**

Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o software Biostat. Inicialmente foi utilizado um teste de homogeneidade de Bartlett e um teste de normalidade de Shapiro wilk, para verificar se os dados atendiam as premissas necessárias. Sendo assim os que estavam em conformidade com a estatística paramétrica, foi utilizado um teste T para comparação de pares. Para os dados que não atenderam as premissas necessárias, ou seja, os dados não paramétricos foi utiliza o Teste de Mann-Whitney ou teste U.



# 1 - RESULTADOS

**“Aspectos reprodutivos de *Pimelodus cf. platicirris* sobre influência de uma piscicultura em tanques-redes, no rio Grande reservatório de Ilha Solteira, SP/MS”.**



## RESULTADOS

### 1.1 – Frequência sexual

A frequência sexual em *P. cf. platicirris*, foi obtida por meio da quantificação total de fêmeas e machos por área de amostragem. Observou-se que na área tanque (AT) foram capturados 64 fêmeas e 47 machos, número superior aos da área controle (AC), 15 fêmeas e cinco machos.

### 1.2 Fêmeas de *Pimelodus cf. platicirris*

- **Dados morfométricos**

As fêmeas de *P. cf. platicirris* apresentaram na área controle (AC), comprimento padrão, variando entre 20,5 e 37,5 cm, com um comprimento médio de 26,01 cm. Na área tanque (AT) comprimento padrão, variando 23,5 e 39,00 cm com um comprimento médio de 29,5 cm.

#### **Diâmetro dos oócitos**

A média do diâmetro dos oócitos para o mandi no controle é 316,87 +/- 16,05. Na área tanque a média do diâmetro dos oócitos maduros foi de 572,81 +/- 34,88. Houve diferença significativa dos dados sendo que o tamanho dos oócitos dos animais que estão na área dos tanques rede, são maiores do que os que foram capturados na área controle.

- **Estrutura Ovariana: Formação do folículo ovariano e oogênese**

Os ovários de *P. cf. platicirris*, são órgãos pares, localizados na região dorsal da cavidade abdominal apresentam coloração amarela no início, entretanto, sofrem variações de tonalidade conforme o crescimento dos oócitos, como marrom em fases intermediárias de maturação (Desenvolvimento) (Fig.6A), chegando a amarela em ovários maduros

(Fig.6B). Possuem formato saculiforme, alongado e se fundem caudalmente para formar um ducto comum, chegando a uma papila urogenital. São revestidos por túnica albugínea que emite septos para o interior dos ovários, formando lamelas ovulíferas nas quais se encontra o epitélio germinativo, que é constituído por células da linhagem germinativa envoltas por células somáticas.

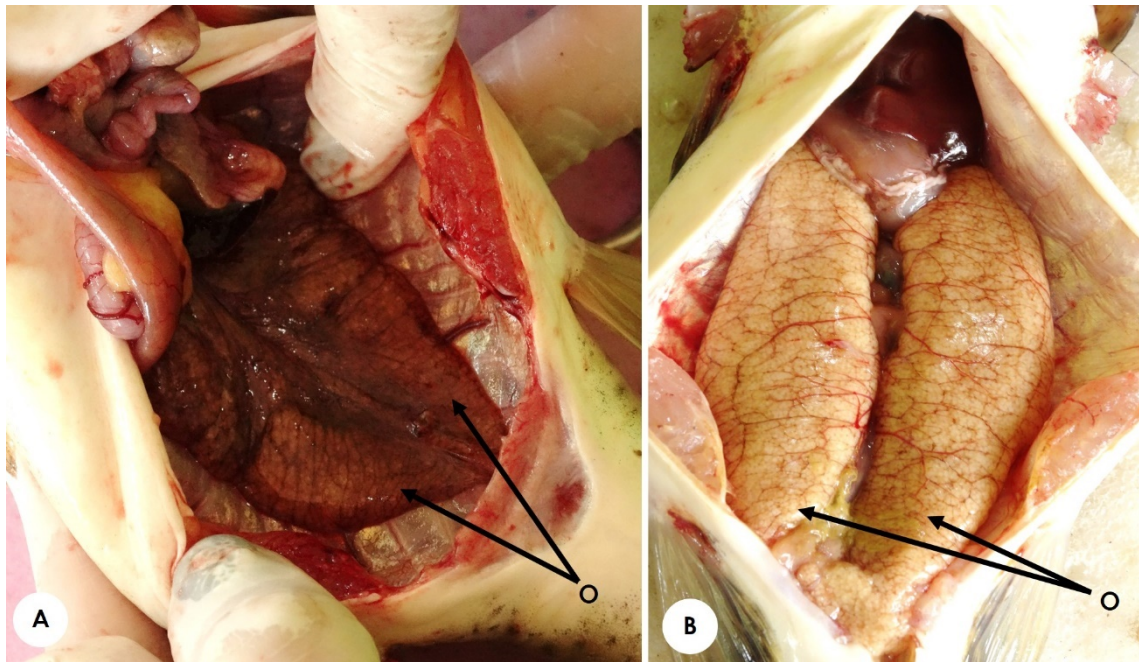
O epitélio germinativo contém ninhos com oogônias A-indiferenciada, com núcleo alongado e nucléolo discreto (Fig. 7A), que por meio de proliferação mitótica dão origem a oogônias A-diferenciadas que por sua vez, possuem citoplasma e núcleo arredondado (Fig. 7B). Estas são individualizadas por células somáticas denominadas de pré foliculares e seguem com as divisões mitóticas originando as oogônias B (Fig. 7C) ou permanecem quiescentes no epitélio germinativo. Por fim as oogônias B, já em cistos, se diferenciam em oócitos com padrões distintos de organização da cromatina devido às diferentes etapas da meiose (Prófase I).

Oócitos em leptóteno têm um núcleo basófilo, com um nucléolo visível (Fig. 7D), com o avanço da prófase meiótica essa basofilia é perdida. Em zigóteno, podemos observar a condensação da cromatina que se torna mais granular (Fig. 7E) e em paquíteno, observamos o complexo sinaptonêmico formado, ou seja, o emparelhamento de cromossomos homólogos (Fig. 7F), após a desmontagem do complexo sinaptonêmico e separação dos cromossomos em paquíteno tardio, seguem para oócito em diplóteno. Os oócitos em diplótenos são individualizados pelas células foliculares e membrana basal, formando o folículo ovariano, agora presentes nas lamelas ovulíferas (Fig. 7G). Nesta região são observados os oócitos em Crescimento Primário, denominados pré-vitelogênicos, que variam de tamanho ao longo do seu desenvolvimento, inicialmente, o citoplasma é fortemente basófilo e os nucléolos estão dispersos por todo o núcleo,

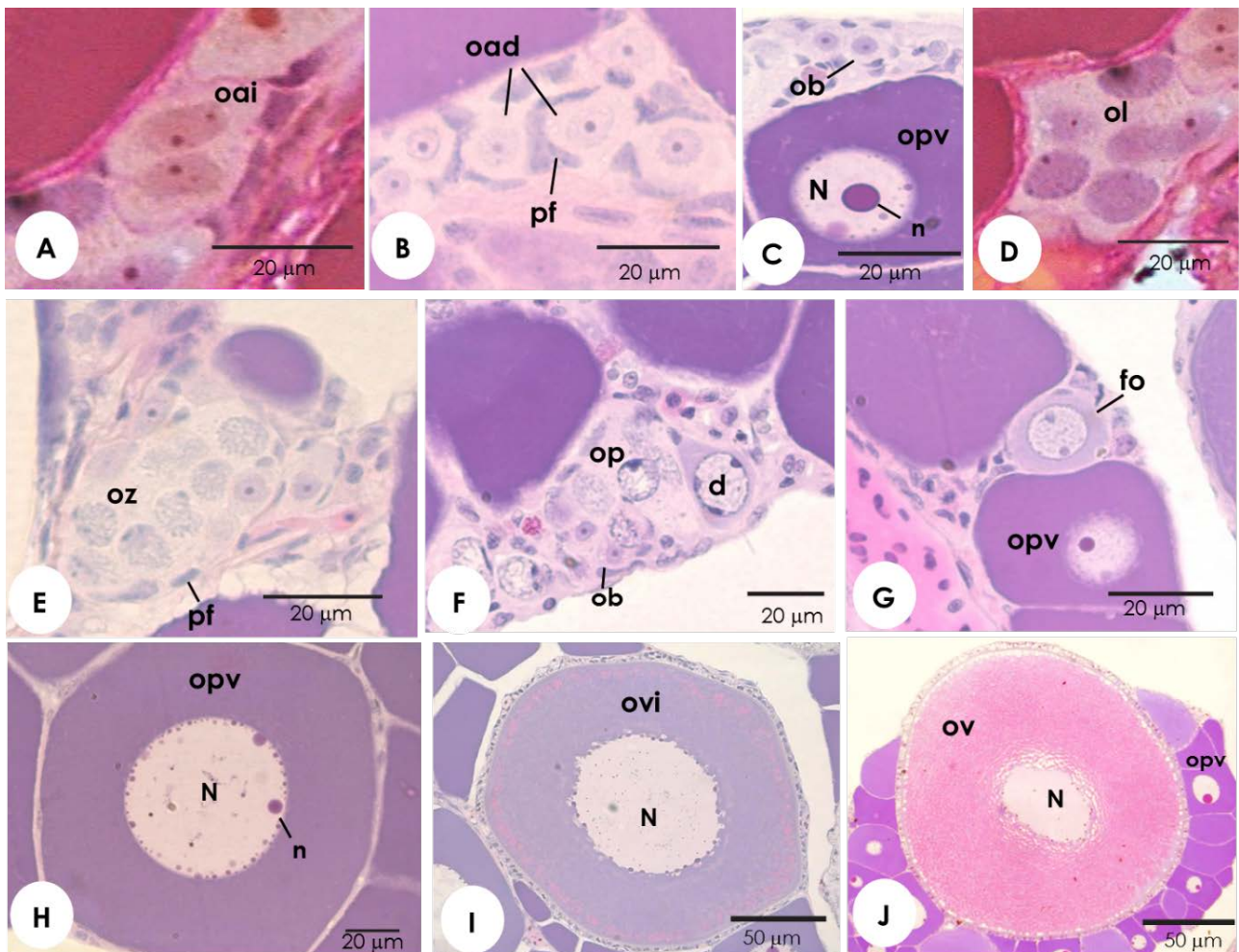
entretanto com o decorrer do crescimento, há uma perda da basofilia citoplasmática e os nucléolos passam a ter uma posição perinucleolar (Fig. 7H).

Com a incorporação de glóbulos de vitelo no oócitos, tem início o estágio de Crescimento Secundário, sendo estes denominados de oócitos vitelogênicos. A disposição vitelo, se dá inicialmente na periferia, e depois por todo o citoplasma, quando este é denominado oócito vitelogênico final, após essa etapa ocorre a migração do núcleo ou vesícula germinativa, para a região da micrópila, na periferia do oócito, sendo este denominado por oócito maduro. Os alvéolos corticais só aparecem na vitelogênese e são dispostos na periferia do oócito (Fig. 7 I,J).

**Figura 6** – Ovários de *Pimelodus cf. platicirris* em formato saculiforme e alongados, evidenciando a diferença de coloração dos oócitos durante o desenvolvimento gonadal. Imagens macroscópicas de: A – Ovário em fases de desenvolvimento. B – Ovário em fase final de maturação gonadal, o Apto a Desova. Legenda: O – ovários.



**Figura 7** – Oogênese de *Pimelodus cf. platycirris*. **A** – Oogônia a-indiferenciada (oai); **B** - Oogônia a-diferenciada (oad); **C** – Oogônia B (ob); **D** – Cisto de oócitos em Leptóteno (ol); **E** – Zigóteno (oz); **F** – Paquíteno (op) e Diplóteno (d); **G** – Folículo ovariano (fo); **H** – Oócito pré vitelogênico (opv); **I** – Oócito vitelogênico inicial (ovi); **J** – Oócito Vitelogênico Final (ov). Células pré foliculares (pf). Núcleo (N); nucléolo (n); pré-folicular (pf).



- **Ciclo Ovariano**

As definições dos estágios dos oócitos permitiram caracterizar quatro fases de desenvolvimento ao longo do ciclo ovariano de *P. cf. platicirris*, sendo: Em Desenvolvimento, Apto a desova, Regressão e Regeneração.

- Em Desenvolvimento, as lamelas estão repletas em sua maioria de oócitos em Crescimento primário (pré-vitelogênicos) de diversos tamanhos e poucos oócitos em crescimento secundário, caracterizado pelo início de incorporação de grânulos de vitelo até oócitos em vitelogênese final (Fig. 8).

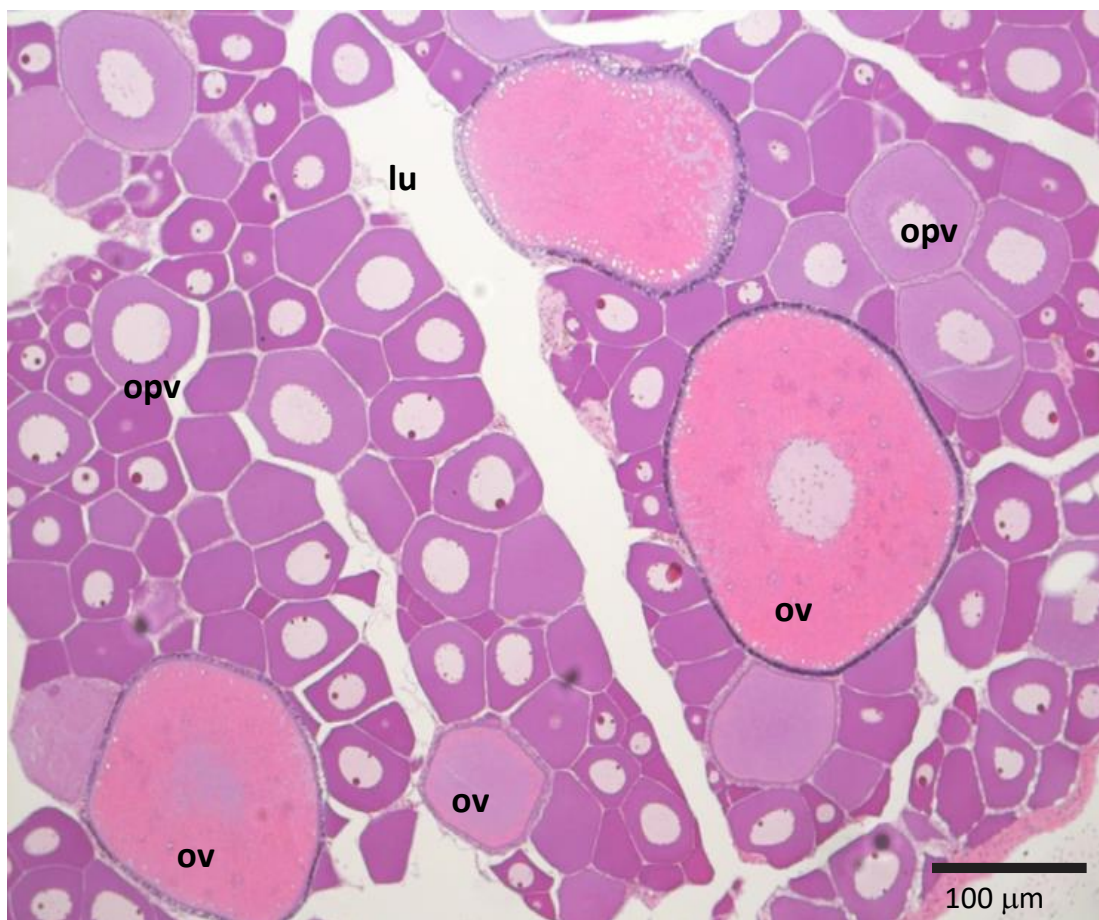
- Apto à Desova: As lamelas ovulíferas estão bem próximas umas das outras. Há predominância de oócitos vitelogênicos maduros que é característico desta fase e um lote menor de oócitos em crescimento primário (Fig. 9);

- Regressão: As lamelas ovulíferas estão mais estreitas e desorganizadas, evidenciando maior espaço entre elas (lúmen). Presença de complexos pós-ovulatórios, que são vestígios de pós desova, formado pelas camadas foliculares, membrana basal e teca. Apenas oócitos em Crescimento Primário (pré vitelogênicos) em diversos tamanhos são encontrados (Fig. 10);

- Regeneração: os ovários são pequenos, com parede ovariana espessa, as lamelas, agora organizadas, estão alongadas e estão repletas de oócitos em Crescimento Primário. Com foliculogênese mais ativa nesta fase para a renovação celular e os complexos pós ovulatórios ainda estão presentes em reabsorção final (Fig.11).

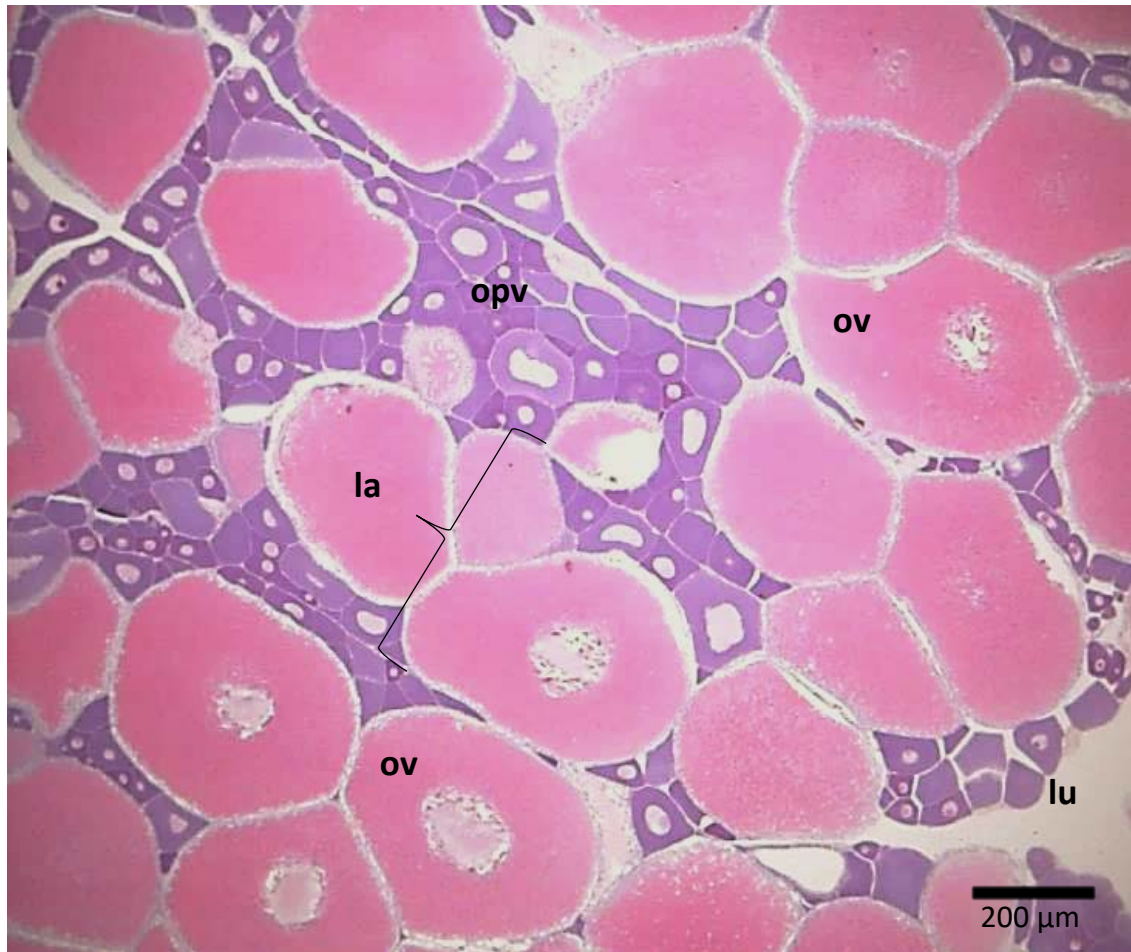


**Figura 8** – Fase de Desenvolvimento em *Pimelodus* cf. *platicirris*. opv: oócito pré vitelogênico; ov: oócito vitelogênico; lu: lúmem ovariano.

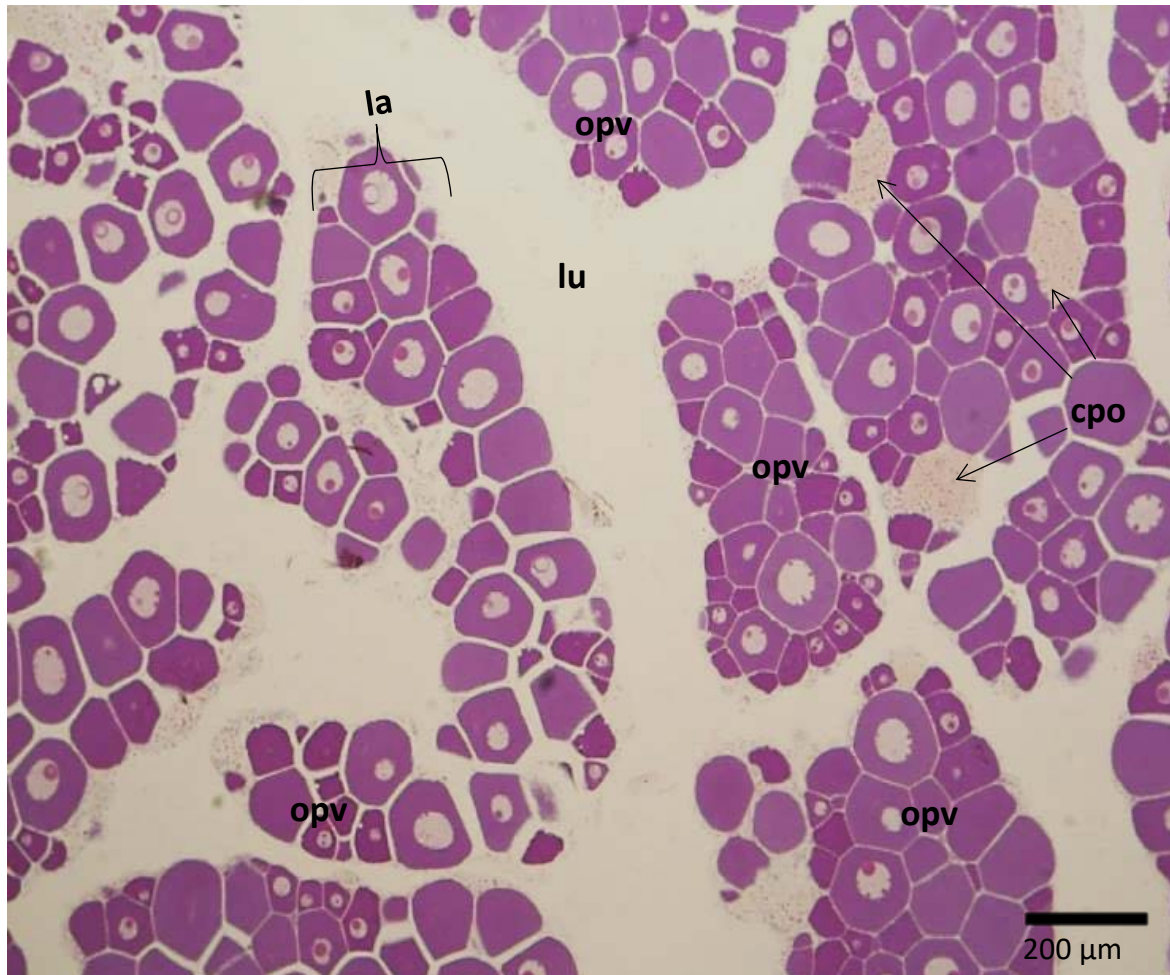




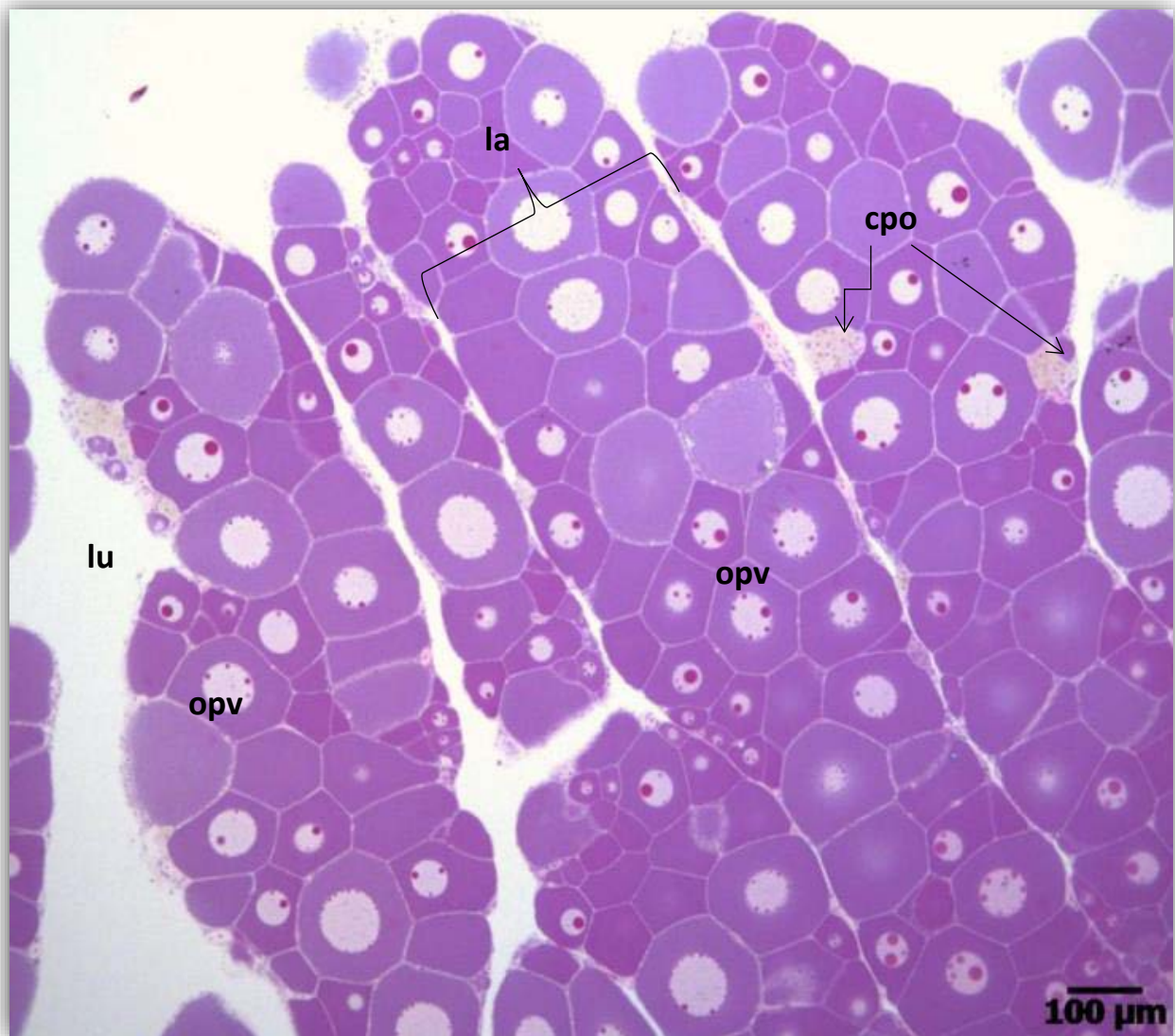
**Figura 9** – Fase de Apto à Desova em *Pimelodus* cf. *platicirris*. opv: oócito pré vitelogênico; ov: oócito vitelogênico; lu: lúmem ovariano; la: lamela ovulígera.



**Figura 10** – Fase de Regressão em *Pimelodus cf. platicirris*. opv: oócito pré vitelogênico; lu: lúmem ovariano; la: lamela ovulígera; cpo: complexo pós ovulatório.



**Figura 11** - Fase de Regeneração em *Pimelodus* cf. *platycirris*. opv: oócito pré vitelogênico; lu: lúmem ovariano; la: lamela ovulígera; cpo: complexo pós ovulatório.



- **Comparação do Ciclo Reprodutivo de fêmeas de *Pimelodus cf. platycirris* nas diferentes áreas.**

Definida as fases do ciclo reprodutivo de *P. cf. platycirris*, foram comparadas as suas ocorrências nas Áreas Controle (AC) com a Área Tanque (AT).

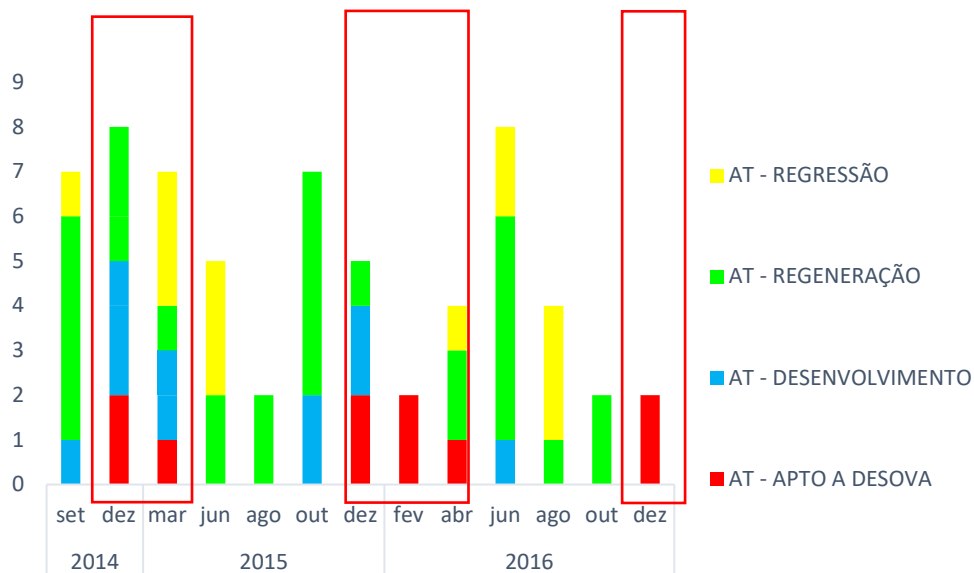
O mandi é uma espécie de desova total, o que ocorre na maioria das espécies, os indivíduos estão aptos a reprodução em um período prolongado entre o final e o início do ano (Fig. 12).

As mesmas fases reprodutivas foram encontradas nos dois pontos: Desenvolvimento, Apto à desova, Regressão e Regeneração. No entanto, a distribuição ocorreu de forma desigual. Isso pode ser visto, por exemplo, com indivíduos Apto a Desova, pois na AC foi observado apenas em dezembro de 2015, já em AT, são evidenciados em dezembro/2014, 2015 e 2016, além de março de 2015 e fevereiro e abril de 2016 (Fig. 12A).

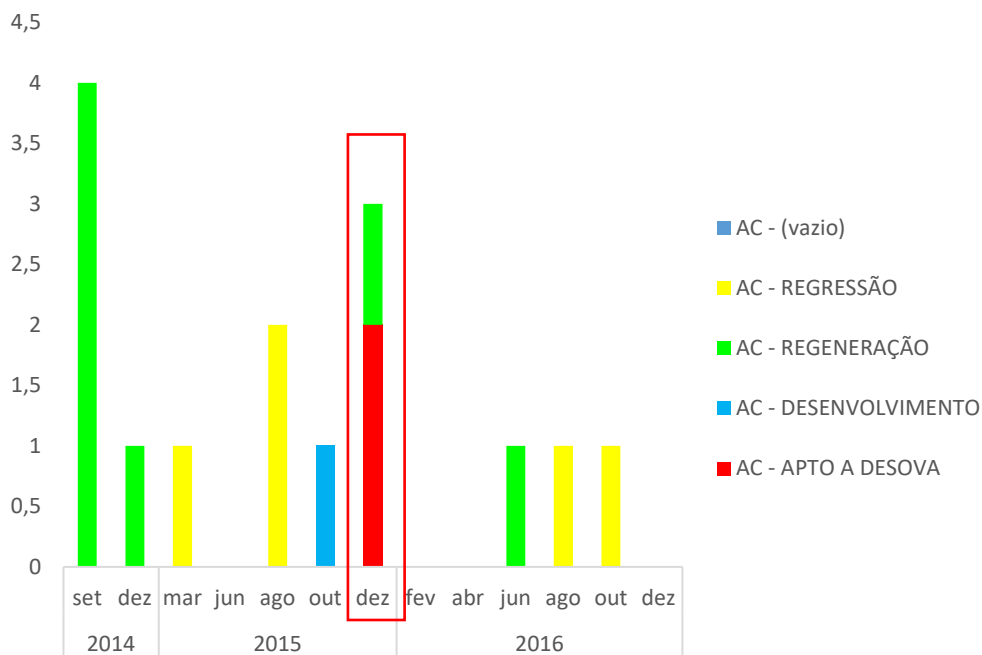
Podemos apontar também a ausência de fêmeas em quatro coletas em AC, entretanto, o mesmo não ocorreu em AT, pois houve a captura indivíduos ao longo de todo o período de coleta, mesmo que em número reduzido (Fig. 12B).

**Figura 12** - Frequência de ocorrência das Fases Reprodutivas em fêmeas de *Pimelodus cf. platicirris* ao longo do período. A - Área Tanque localizada na piscicultura. B – Área Controle. Retângulos vermelhos: indicam os períodos reprodutivos da espécie com desova total por um tempo prolongado.

**A**



**B**



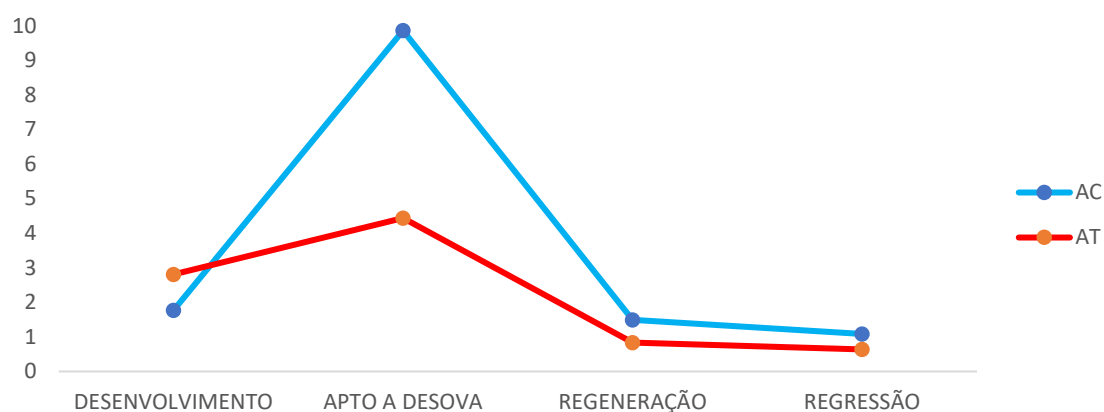


- **Índice Gonadossomático (IGS)**

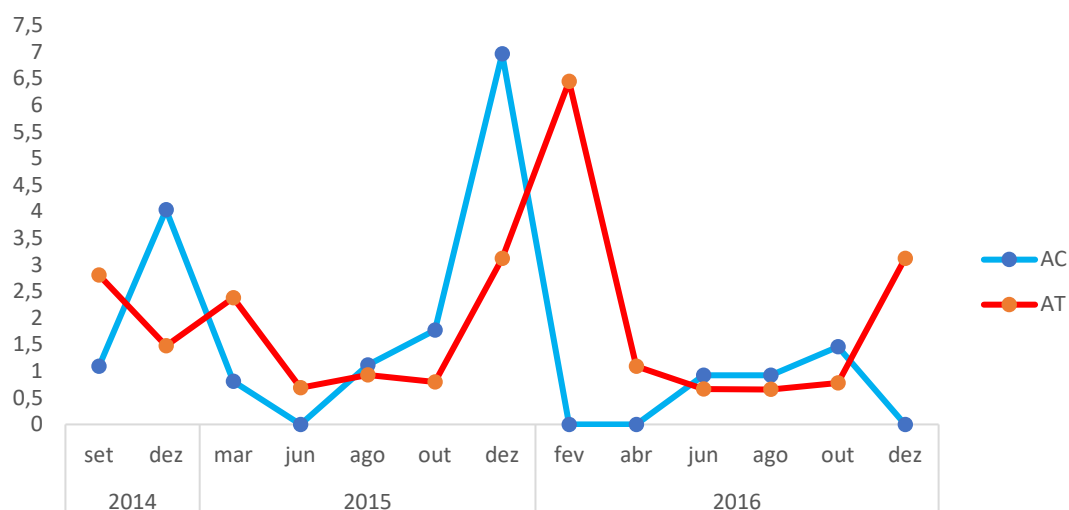
O índice gonadossomático foi obtido pelas médias dentro de cada fase de desenvolvimento ovariano. Para as fêmeas do mandi que estão na fase de apto a desova, na área controle a média do IGS foi de  $9,87 \pm 4,44$ . Para a área tanque, a média do IGS foi de  $1,90 \pm 2,84$ , entretanto não houve diferença significativa entre as áreas (Fig.13).

Quando calculamos o IGS para o período de coleta (set/2014 à dez/2016), apesar dos maiores valores para a área AC ocorrerem em dezembro de 2015 e para a área AT, foi na coleta seguinte, em fevereiro de 2016, os pontos que indicam esses valores, são muito próximos entre as áreas. Na área controle a média do IGS foi de  $1,89 \pm 2,42$ . Para a área tanque, a média do IGS foi de  $1,41 \pm 2,09$ . Portanto não houve diferença significativa entre as áreas nesse caso (Fig. 14).

**Figura 13** – Valores médios de Índice Gonadossomático nas fases de desenvolvimento para fêmeas de *Pimelodus cf. platicirris* nas áreas Controle (CT) e Tanque (TQ).



**Figura 14** – Valores de Índice Gonadossomático por coleta para fêmeas de *Pimelodus cf. platicirris* nas áreas Controle (AC) e Tanque (AT).



### 1.3 Machos de *Pimelodus cf. platicirris*

- **Dados morfométricos**

Os machos de *P. cf. platicirris* apresentaram comprimento padrão variando entre 21,5 cm e 29,5 cm na área controle (AC) com comprimento médio de 24,5 cm e para a área tanque (AT) comprimento padrão variando de 16 cm à 28,2 cm com comprimento médio de 24,4 cm.

- **Morfologia testicular**

Possuem testículos franjados, em que cada franja é ligada no ducto testicular principal. No interior das franjas, o tipo de organização testicular é o tubular anastomosado, em que não se definem onde começa e termina o túbulo.

Temos dois tipos de epitélio germinativo, o contínuo que é constituído por uma população contínua de células de Sertoli e células germinativas em (espermatogônias,

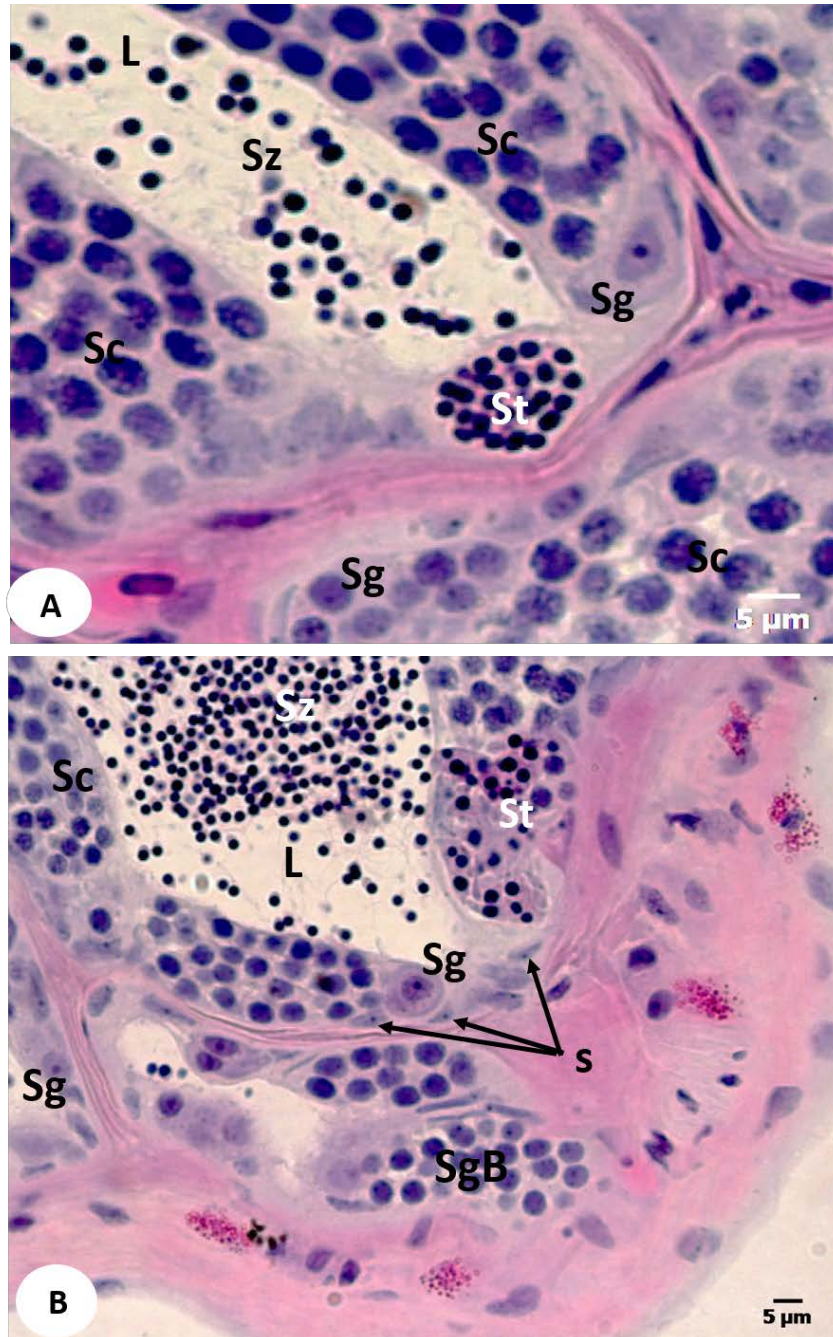
espermatócitos, espermatídes e espermatozóides, que se estendem ao longo de todo o comprimento dos túbulos e o epitélio germinativo descontínuo que é caracterizado pela perda das células germinativas quando os espermatozoides são liberados dos espermatocistos.

- **Células da linhagem germinativa**

Durante a espermatogênese em *P. cf. platicirris*, ocorrem eventos que envolvem divisões mitóticas e meióticas das células da linhagem germinativas, para a formação de espermatozoides. As espermatogônias, células primordiais do processo, são as maiores da linhagem e estão inicialmente isoladas (Fig. 15A) e por meio de divisões mitóticas, dispõem-se em ninhos, se tornam espermatogônias B, já dentro de cistos (Fig. 15B). As demais células germinativas (espermatócitos e espermatídes) que se dividem por processos meióticos no decorrer da espermatogênese, também estão dentro de cistos formados por projeções citoplasmáticas das células de Sertoli, cujo núcleo é triangular (Fig. 15B). Portanto a espermatogênese é cística. Após a diferenciação celular das espermatídes, os cistos abrem-se liberando os espermatozoides para o lúmen tubular.



**Figura 15 – A, B** Células da linhagem germinativa do processo de espermatogênese em *Pimelodus cf. platycirris*. Espermatogônia (Sg), Espermatogônia B (SgB) espermatócito (Sc), espermatíde (St), espermatozoides (Sz), células de Sertoli (s), lúmen (L).



- **Ciclo Testicular de *Pimelodus cf. platicirris***

A partir da definição dos estágios das células germinativas e principalmente pela organização do epitélio germinativo (contínuo ou descontínuo), foram definidas 4 Fases de maturação para *P. cf. platicirris*: Maturação Inicial, Maturação Intermediária, Maturação Final e Regressão.

- Maturação Inicial

Esta Fase de Maturação caracteriza-se por apresentar um epitélio germinativo contínuo, contendo espermatocistos com as células germinativas (espermatogônias, espermatócitos e espermátides), que se dividem por processos mitóticos e meióticos durante a espermatogênese (Fig. 16A). O lúmen é reduzido, mas à medida que a fase prossegue e com a abertura dos espermatocistos e liberação dos espermatozoides para o lúmen, ele torna-se mais visível (Fig. 16B). Entretanto, o epitélio germinativo permanece contínuo, pois a distribuição dos cistos se dá de maneira pseudoestratificada, ou seja, ocorre o rompimento de um cisto superior e manutenção do epitélio germinativo contínuo.

- Maturação Intermediária

Esta Fase de Maturação tem início quando ocorre a descontinuidade do epitélio germinativo em algumas regiões dos túbulos que se encontram na região central do testículo (Fig. 17A). Podemos observar áreas de epitélio germinativo contínuo e cistos espermatogênicos mais escassos (Fig. 17B,C) devido a abertura dos mesmos para a liberação de espermatozoides na luz do túbulo.

#### - Maturação Final

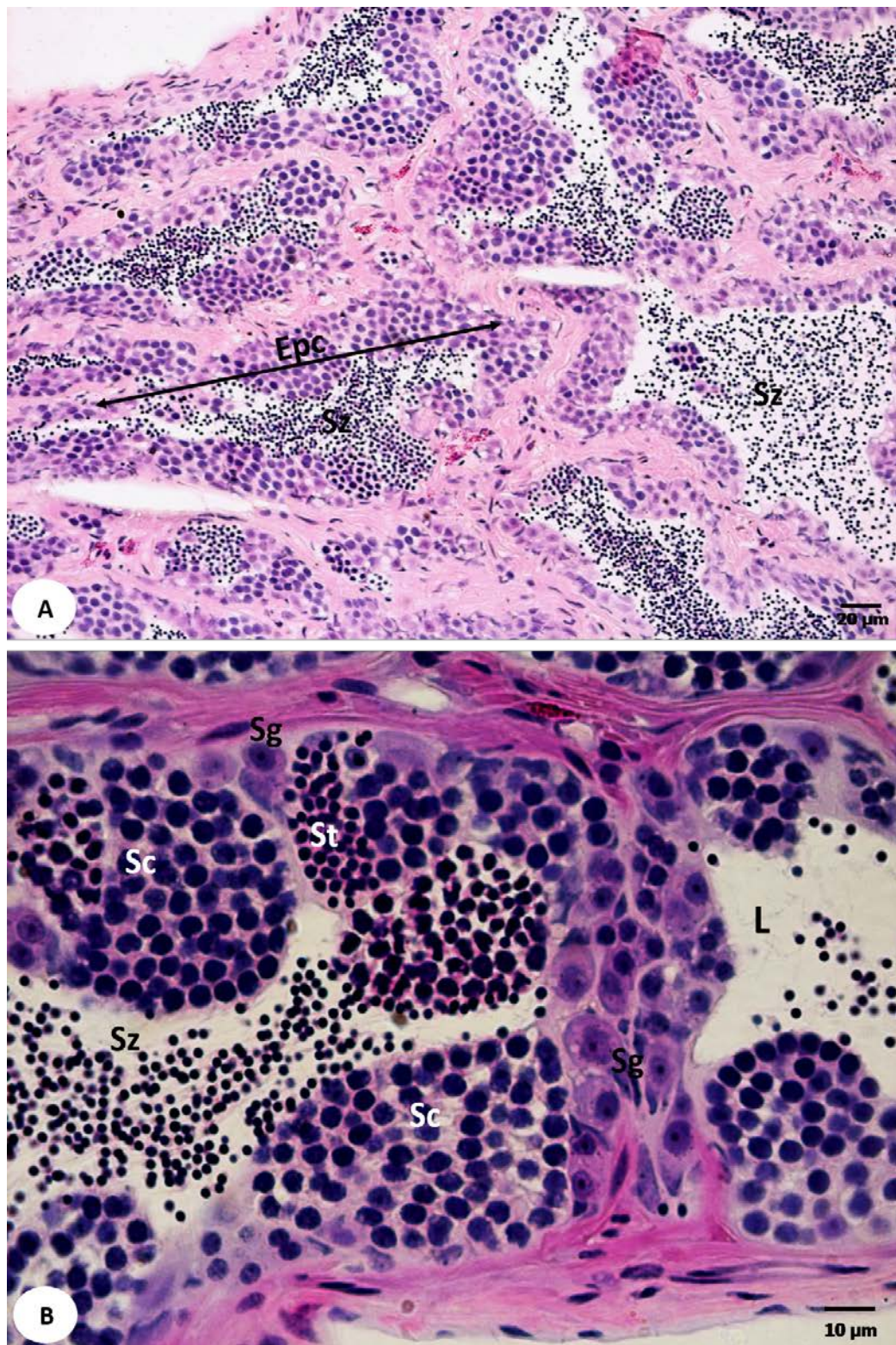
A Fase de Maturação Final em *P. cf. Platicirris*, tem início quando a descontinuidade total do epitélio germinativo atinge a maioria dos túbulos no interior das franjas (Fig. 19A) e prosseguem até o final desta etapa em que visualizamos um epitélio germinativo praticamente ausente de células germinativas, contendo escassas espermatogonias isoladas e alguns cistos disperso ao longo dos túbulos (Fig. 18B). Esses túbulos repletos de espermatozoides chegam até a região do ducto testicular onde ficam armazenados até o momento da reprodução (Fig. 18C).

#### - Regressão

A Fase de Regressão em *P. cf. Platicirris*, apresenta um testículo flácido e mais delgado e grande vascularização sanguínea (Fig. 19A). Permanece a descontinuidade do epitélio germinativo, com escassez de cistos além de espermatozoides residuais presentes no lúmen (Fig. 19B). Não há proliferação espermatogonial nesta fase.

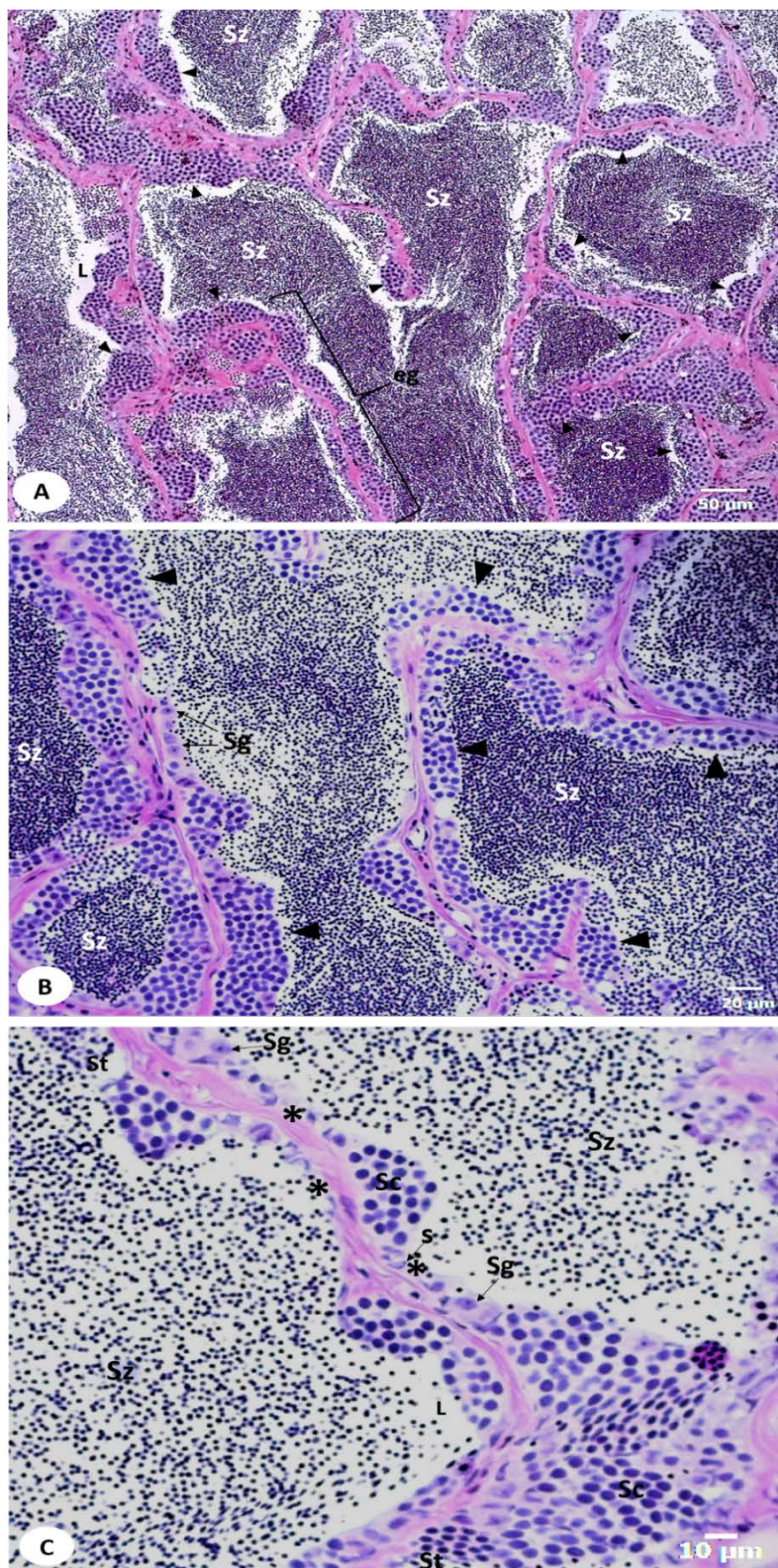


**Figura 16** – Maturação Inicial de *Pimelodus cf. platicirris*. A - Visão geral do testículo evidenciando o epitélio germinativo contínuo (Epc). B – Detalhe do epitélio germinativo contínuo contendo as células germinativas, espermatogônia (Sg), espermatócito (Sc), espermátide (St) e espermatozoides (Sz) no lúmen (L).



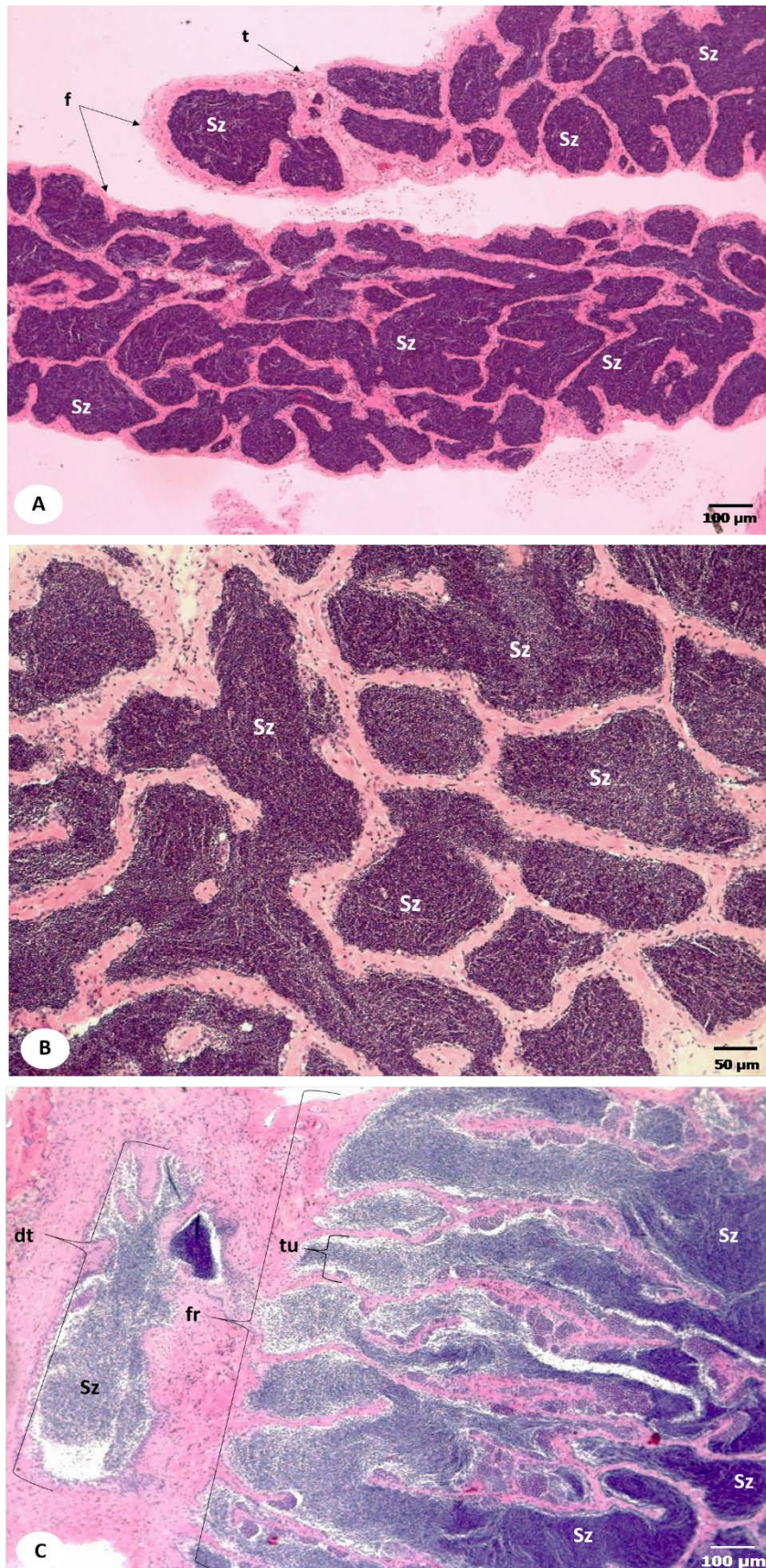


**Figura 17** – Maturação Intermediária de *Pimelodus cf. platicirris*. A - Visão geral do testículo evidenciando o epitélio germinativo (eg). B - Detalhe dos cistos espermatogênicos (cabeça de seta). C - Descontinuidade do epitélio germinativo (\*). Espermatogônia (Sg), espermatócito (Sc), espermátide (St), espermatozoide (Sz), células de Sertoli (s), lúmen (L).



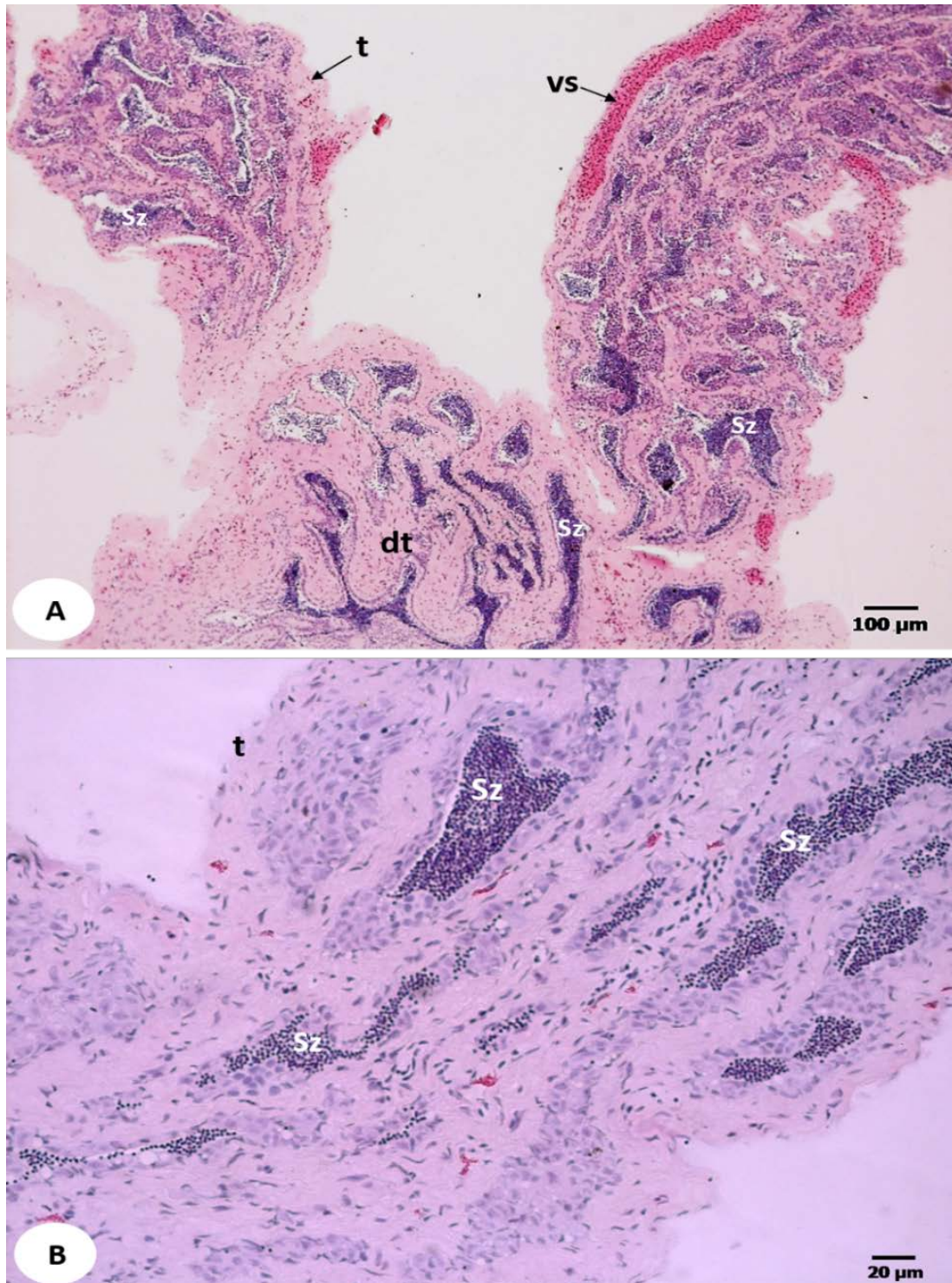


**Figura 18** - Maturação Final de *Pimelodus cf. platycirris*. A – Testículo composto por franjas (f) revestidas pela túnica albugínea (t). B – Detalhe da total descontinuidade do epitélio contendo somente espermatozóides (Sz) na luz. C – Detalhe de uma franja (f) com os túbulos (tu) repletos de espermatozóides chegando até o ducto testicular (dt).





**Figura 19** - Regressão de *Pimelodus cf. platicirris*. A – Testículo composto por franjas revestidas pela túnica albugínea (t) apresentando flacidez, vasos sanguíneos (vs) e ducto testicular (dt) com espermatozóides residuais (Sz). B – Epitélio germinativo ainda descontínuo contendo poucos cistos e espermatozóides residuais (Sz) no lúmen.



- **Relato de caso: Ocorrência de um indivíduo macho de *Pimelodus cf. platicirris* com células germinativas femininas em seu epitélio.**

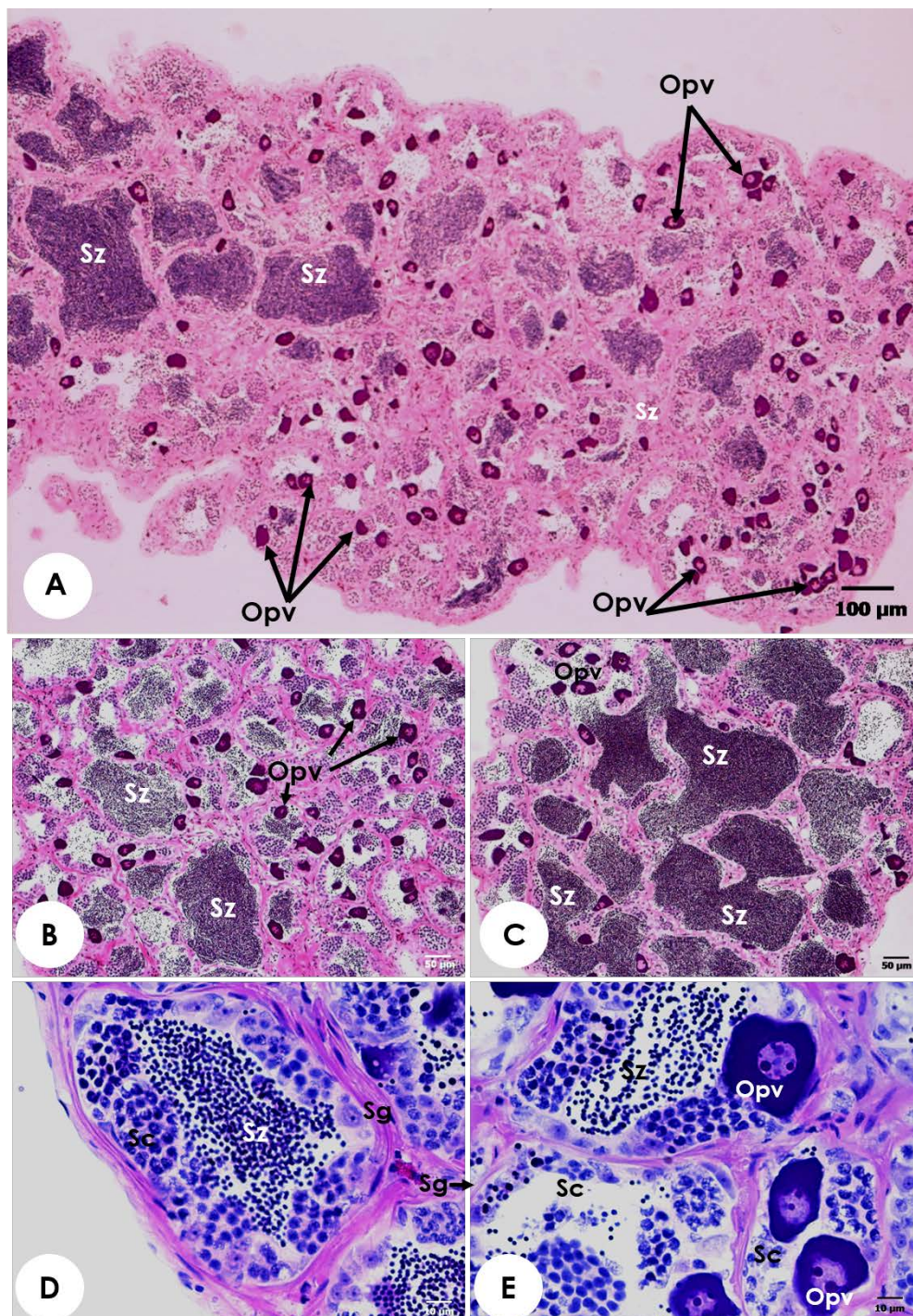
Dentre os 132 exemplares de *P. cf. platicirris* capturados, foi encontrado um indivíduo contendo um testículo com células da linhagem germinativa feminina em meio ao epitélio germinativo do testículo tubular anastomosado do mandi (Fig. 20A).

O testículo está com o lúmen boa parte repleto de espermatozoides e em outra extremidade, os mesmos são mais escassos (Fig. 20B, C).

Um testículo normal, possui células germinativas como espermatogônias, espermatócitos, espermatídes e espermatozoides. E isso foi observado em algumas áreas do testículo (Fig. 20D). No entanto em outras tantas regiões, observamos oócitos pré vitelogênicas em crescimento primário, células exclusivas do desenvolvimento ovariano, incorporados junto as células testiculares (Fig. 20E).



**Figura 20** – *Pimelodus cf. platycirris*, ocorrência de anormalidade. A – Visão geral da gônada masculina, com espermatozoides (Sz) no lúmen, e oócitos pré vitelogênicos (Opv), dispersos no epitélio germinativo. B – Região com poucos espermatozoides no lúmen e maior quantidade de (Opv). C – Detalhe da região mais repleta de espermatozoides na luz. D – Região do túbulo somente com células germinativas masculinas, espermatogônias (Sg), espermatócitos (Sc) e espermatozoides (Sz). E – Detalhe de oócitos em crescimento primário em meio as células masculinas.

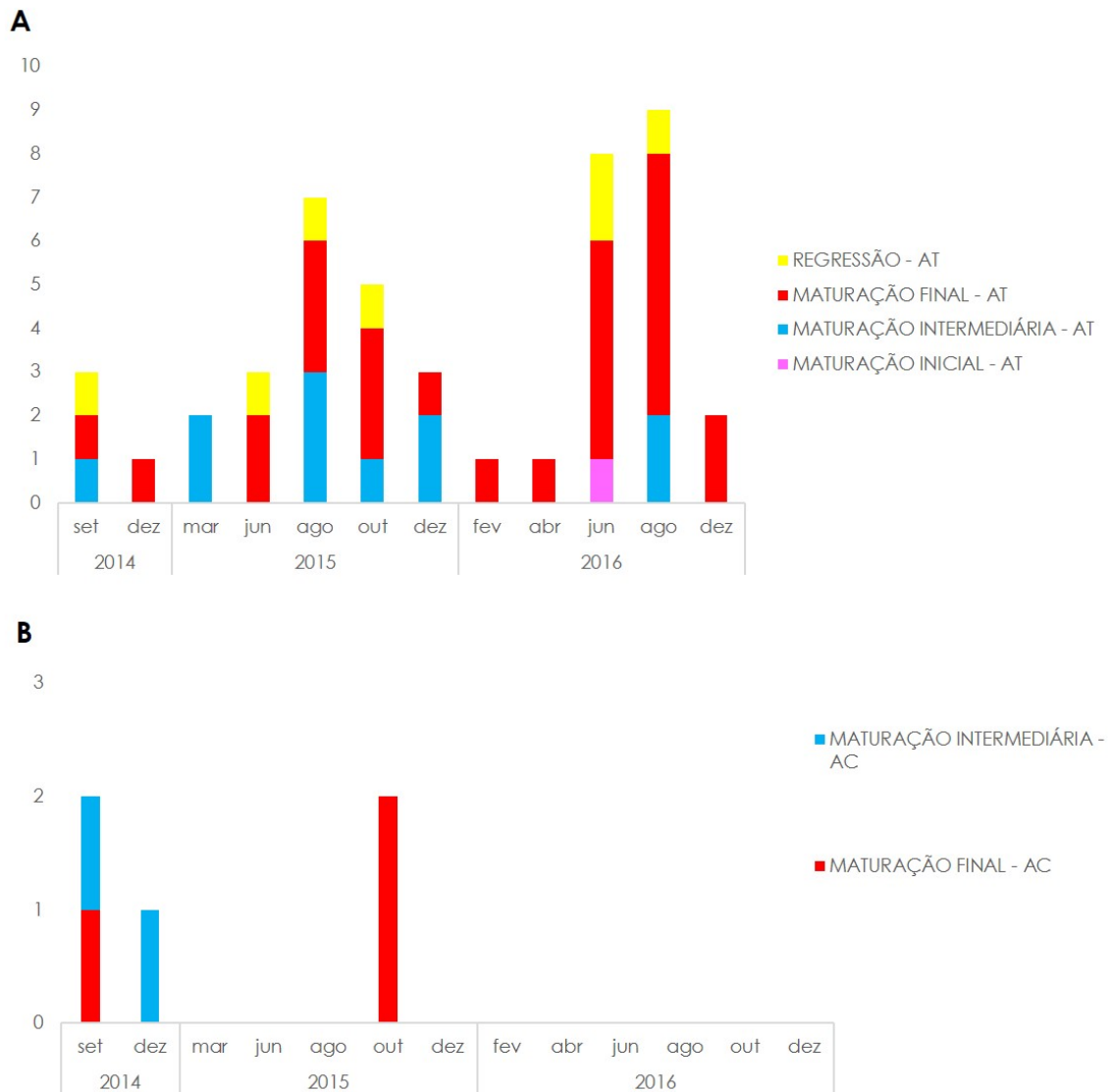


- **Comparação do Ciclo Reprodutivo de machos de *Pimelodus cf. platicirris* entre as áreas controle e área com possível influência da piscicultura.**

Definida as Fases de Maturação Testicular de *P. cf. platicirris*, foram comparadas as suas ocorrências nas Áreas Controle com a Área Tanque durante o período de amostragem, obtendo-se assim o ciclo reprodutivo anual da espécie.

O mandi *P. cf. platicirris*, é um peixe de reprodução total. Na área AT, podemos visualizar indivíduos em Maturação Final praticamente durante todo o período (Fig. 21A), na área AC foram encontrados em final de maturação nos meses de setembro/2014 e outubro/2015 (Fig. 21B). Em AC, obtivemos poucos espécimes coletados, apenas em três coletas (setembro/2014 e agosto e outubro/2015 (Fig. 21B)). Já na área AT, tivemos espécimes coletados durante todo o período (Fig. 21A).

**Figura 21** – Frequência das Classes de Maturação em machos de *Pimelodus cf. platycirris*. ao longo do período. A - Na área dos Tanques-rede. B – Na área Controle, sem influência da piscicultura.

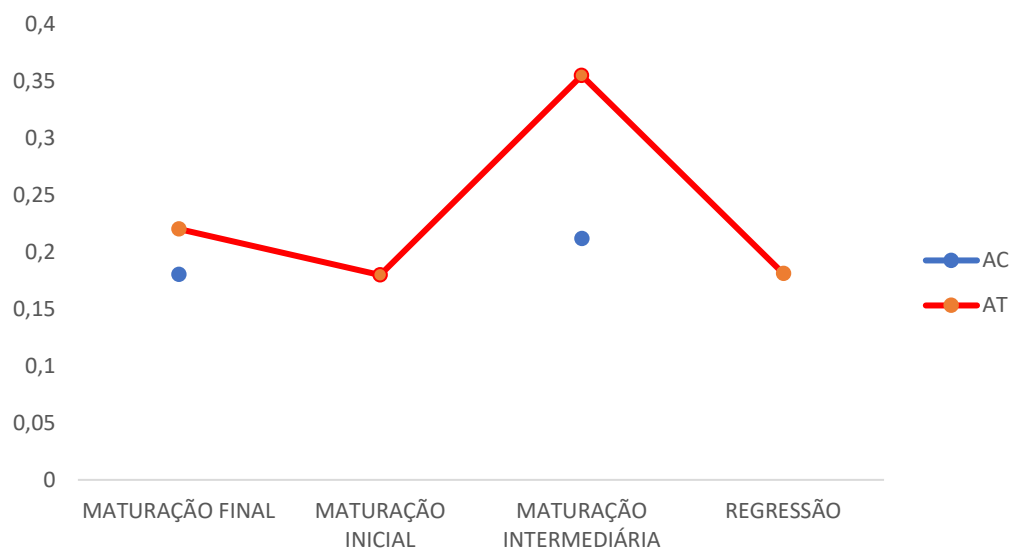


- **Índice Gonadosomático (IGS)**

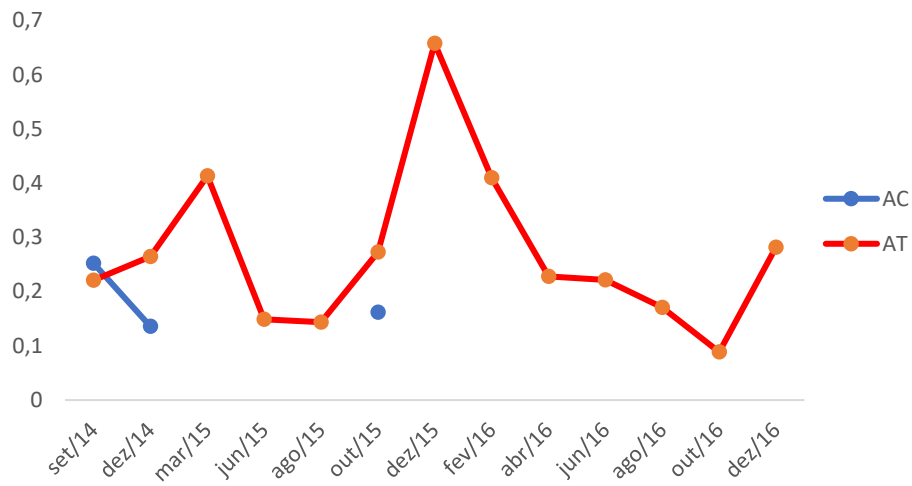
O índice gonadosomático foi obtido pelas médias dentro de cada fase de desenvolvimento testicular. Apesar de observarmos graficamente que em todas as Fases de desenvolvimento testicular (Maturação Inicial, Intermediária, Final e Regressão), os valores de IGS foram maiores na AT (Fig. 22).

Durante os meses de coleta os dados mostraram que para o mandi, na área controle a média do IGS foi de 0,19 +/- 0,06. Para a área tanque, a média do IGS foi de 0,23 +/- 0,24. Portanto não houve diferença significativa entre as áreas (Fig. 23).

**Figura 22** – Valores médios do Índice Gonadosomático em machos de *Pimelodus cf. platycirris* de acordo com a Classe de Maturação Gonadal na área controle (AC) e área tanque (AT).



**Figura 23** – Valores médios do Índice Gonadossomático em machos de *Pimelodus cf. platycirris* de acordo com o período de amostragem (set/2014 à dez/2016) na área controle e área tanque.



## 2 - RESULTADOS

**“Aspectos reprodutivos de *Plagioscium squamosissimus* sob influência da piscicultura em tanque-redes, no reservatório de Ilha Solteira, SP.”**



## RESULTADOS

### 2.1 – Frequência Sexual

Com relação a captura de exemplares de *P. squamosissimus*, há maior número de fêmeas em ambos os pontos de coletas, porém essa diferença não é expressiva. Em AC foram capturadas 46 fêmeas e em AT 49. Entretanto o mesmo não ocorreu para os machos desta espécie, pois em, AC foram capturados 27 exemplares e em AT, 32 indivíduos.

### 2.2 – Fêmeas de *Plagioscion squamosissimus*

As fêmeas de *P. squamosissimus* apresentaram comprimento padrão, variando entre 13,0 e 35,0 cm, para a área AC, sendo a média de 23,92 cm para a área AT, variando entre 11,5 e 45 cm, com média de 23,99.

- **Diâmetro de oócitos**

A média do diâmetro dos oócitos para a corvina no controle é 454,15 +/- 26,29. Na área tanque a média do diâmetro dos oócitos maduros foi de 450,17 +/- 39,45. Não houve diferença significativa entre os dados do Controle e do Tanque.

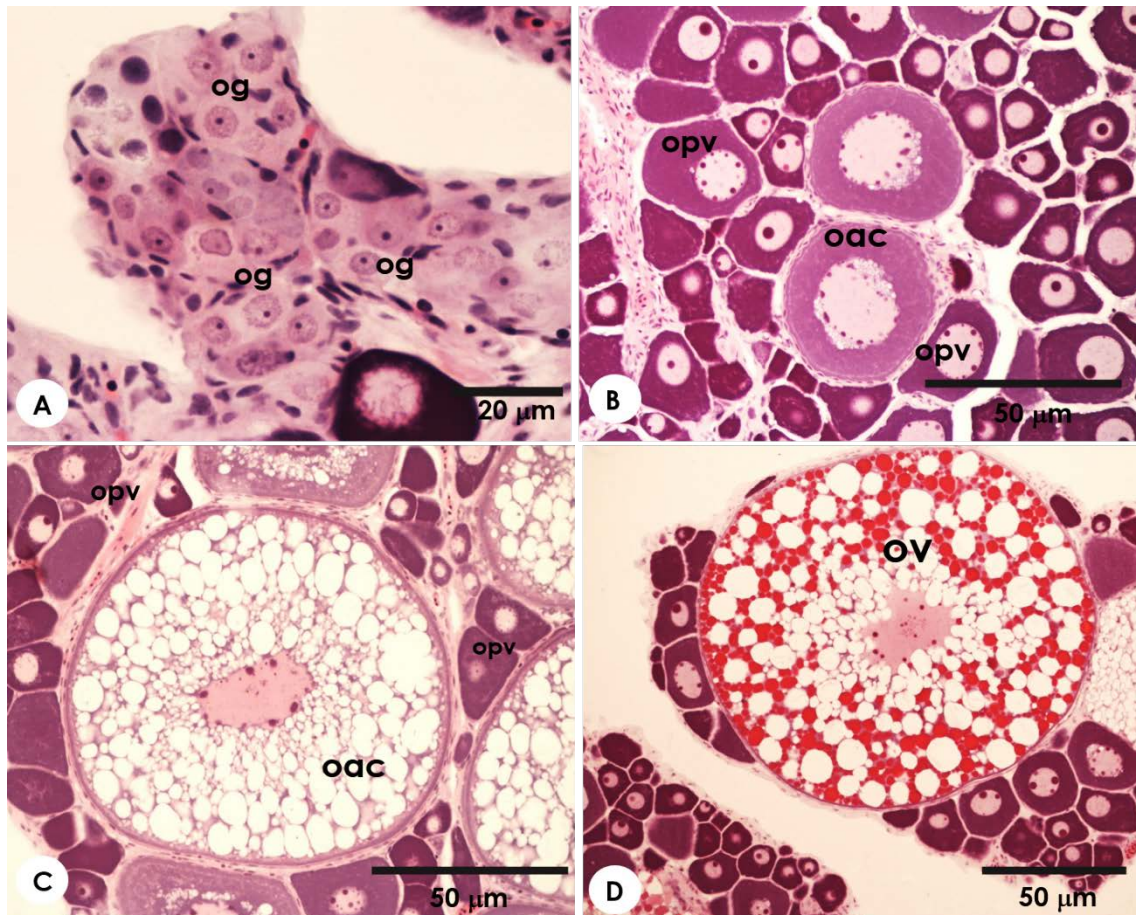
- **Células germinativas da oogênese de *Plagioscion squamosissimus*.**

As oogônias, menores células da linhagem germinativa (Fig. 24A), iniciam o processo da foliculogênese, por meio de divisões mitóticas e meióticas, formando o folículo ovariano. Este, por sua vez, segue com o desenvolvimento oocitário e entrando em Crescimento Primário, sendo denominado também por oócitos pré-vitelogênicos, possuem um citoplasma basófilo e inúmeros nucléolos dispersos e posteriormente perinucleolares. Seguindo o desenvolvimento ocorrem os oócitos alvéolos corticais, sendo os

alvéolos inicialmente observados na periferia do núcleo (Fig. 24B) e com o avanço deste estágio, ocupam todo o citoplasma (Fig. 24C). Quando os oócitos entram em Crescimento Secundário, também chamado de Vitelogênese, inicia-se a deposição de grânulos de vitelo no citoplasma e ao término desse estágio, ocupação de todo o citoplasma em meio aos alvéolos corticais (Fig. 24D).



**Figura 24** – Células do epitélio germinativo de fêmeas de *Plagioscion squamosissimus*. A – Oogônias (og) isoladas ou em ninhos em proliferação mitótica. B – Crescimento primário com oócitos pré vitelogênicos (opv) e oócitos alvéolos corticais em estágio inicial (oac). C – Oócito alvéolo cortical (oac) em estágio avançado. D – Crescimento secundário, oócito em estágio avançado de vitelogênese (ov). Coloração: Hematoxilina e Eosina.



- **Fases do Ciclo Ovariano**

Com base na identificação dos estágios das células germinativas em fêmeas de *P. squamosissimus*, foram encontradas três fases de desenvolvimento ovariano: Desenvolvimento, Apto a Desova e Regeneração.

- Desenvolvimento

No início desta fase são observados somente oócitos pré vitelogênicos e alvéolos corticais (Fig. 25A), porém ao final desta, ocorrem oócitos em vitelogênese em vitelogênese final, além dos pré vitelogênicos. (Fig. 25B).

- Apto a Desova

Esta fase de desenvolvimento ovariano é caracterizada por uma predominância de oócitos vitelogênicos em estágio final de maturação e oócitos maduros, no interior das lamelas ovulíferas, mas ainda ocorrem outros estágios de oócitos do Crescimento Primário, devido ao tipo de desenvolvimento oocitário ser sincrônico em grupos. Esses outros grupos, estão se preparando para o próximo ciclo (Fig. 26A). Nos oócitos vitelogênicos maduros, podemos observar a migração do núcleo ou vesícula germinativa (Fig. 26B), para a periferia do oócito onde se encontra a micrópila.

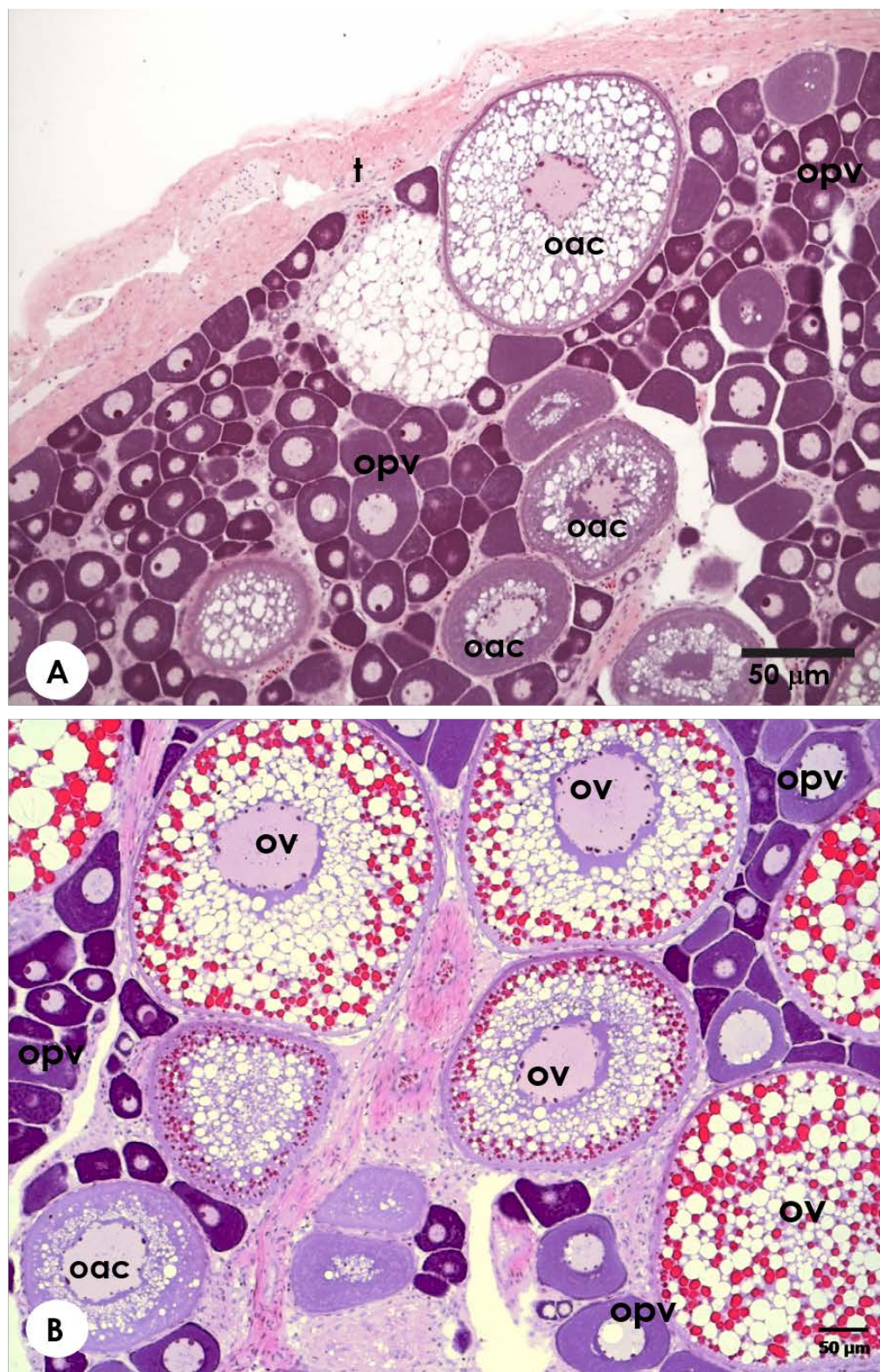
- Regeneração

Nas lamelas ovulíferas estão presentes somente oócitos pré vitelogênicos e dispersas no epitélio germinativo são observadas diversas oogônias. As lamelas ocupam um menor volume e desta forma a luz ovariana é mais evidente (Fig. 27A).

A fase de Regeneração é onde ocorre a renovação celular, ou seja, a gônada está se preparando para um próximo ciclo reprodutivo e a foliculogênese é bem ativa o que consiste inicialmente de proliferações mitóticas das oogônias, observada pela presença dos ninhos de células germinativas (Fig. 27A,B).

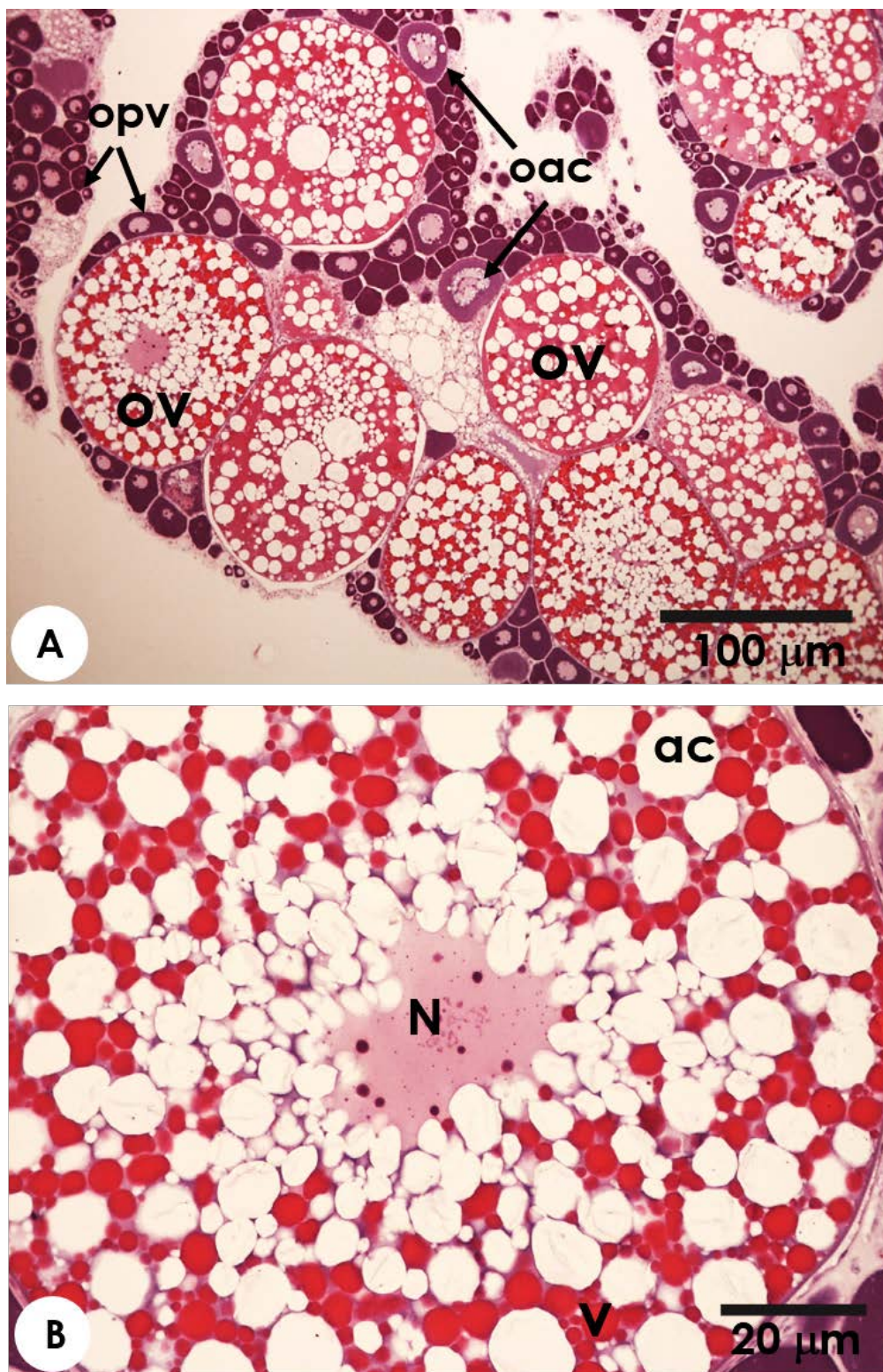


**Figura 25** – Fase de Desenvolvimento de fêmeas de *Plagioscion squamosissimus* e suas subfases A e B. A - Crescimento primário com oócitos pré vitelogênicos (opv), oócitos alvéolos corticais em crescimento (oac). B – Além dos oócitos em crescimento primário, temos oócitos vitelogênicos (ov). t – Túnica albugínea. Coloração: Hematoxilina e Eosina.



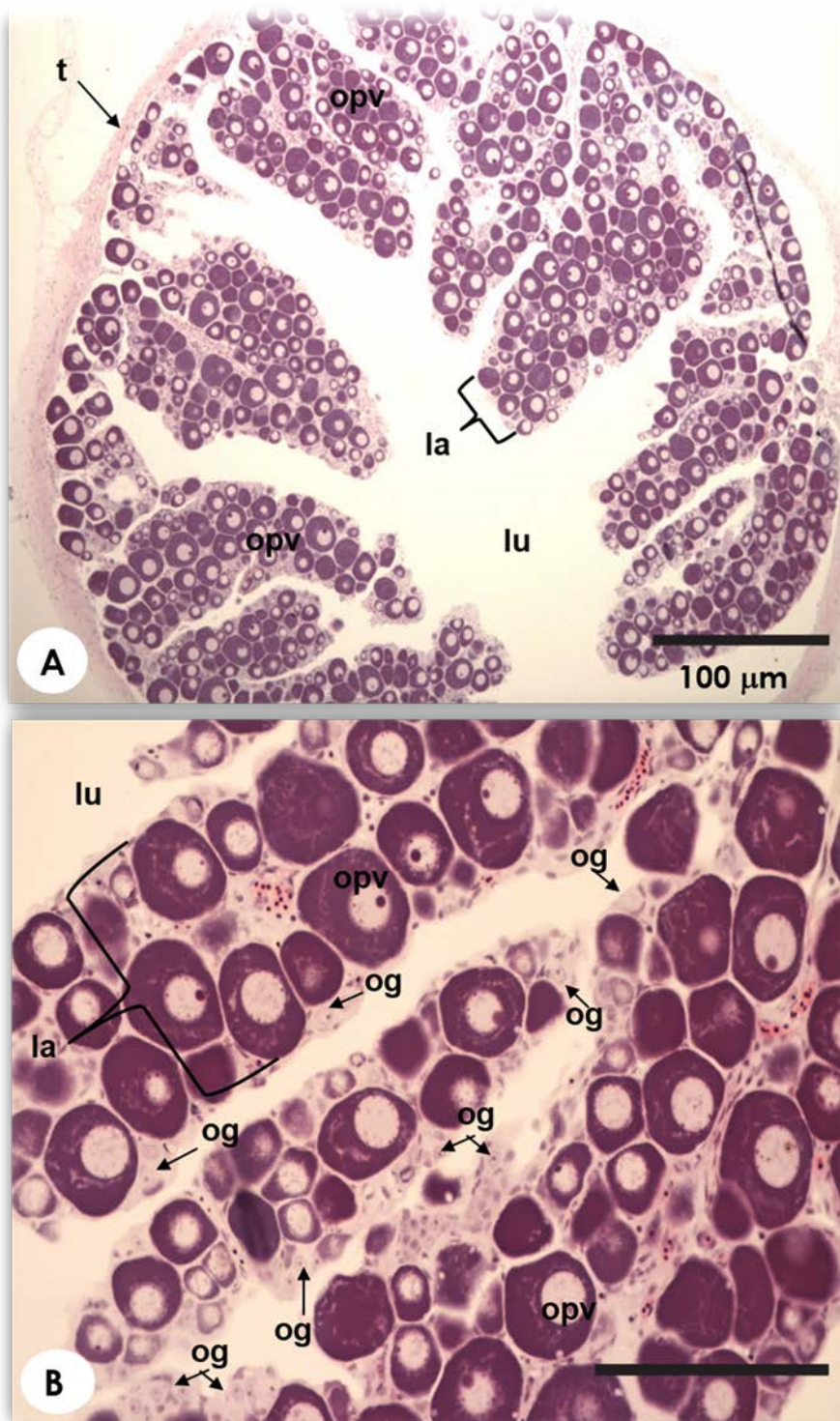


**Figura 26** – Fase de Apto a Desova de *Plagioscion squamosissimus*. A – Lamela ovulígera contendo em seu interior em evidência, oócitos vitelogênicos (ov) além de oócitos pré vitelogênicos (opv) e oócitos alvéolos corticais iniciais (oac). B – Oócito em Crescimento secundário ou vitelogênese final, detalhe do núcleo excêntrico. Coloração: Hematoxilina e Eosina.





**Figura 27** – Fase de Regeneração de fêmeas de *Plagioscion squamosissimus*. A – Visão geral do ovário em um corte transversal, revestido por uma túnica (t) que por invaginação formam as lamelas (la) que no seu interior mantem os oócitos pré vitelogênicos (opv). B – Disposição das oogônias (og) no epitélio germinativo devido alta renovação celular desta fase. Coloração: Hematoxilina e Eosina.

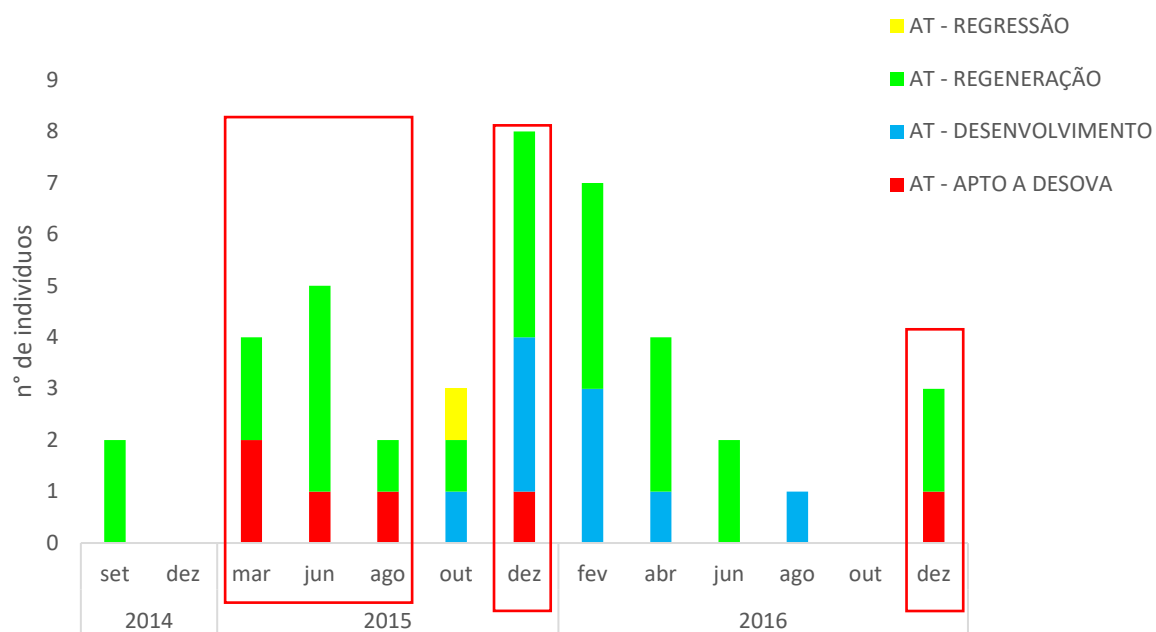


- **Ciclo Reprodutivo em fêmeas de *Plagioscion squamosissimus***

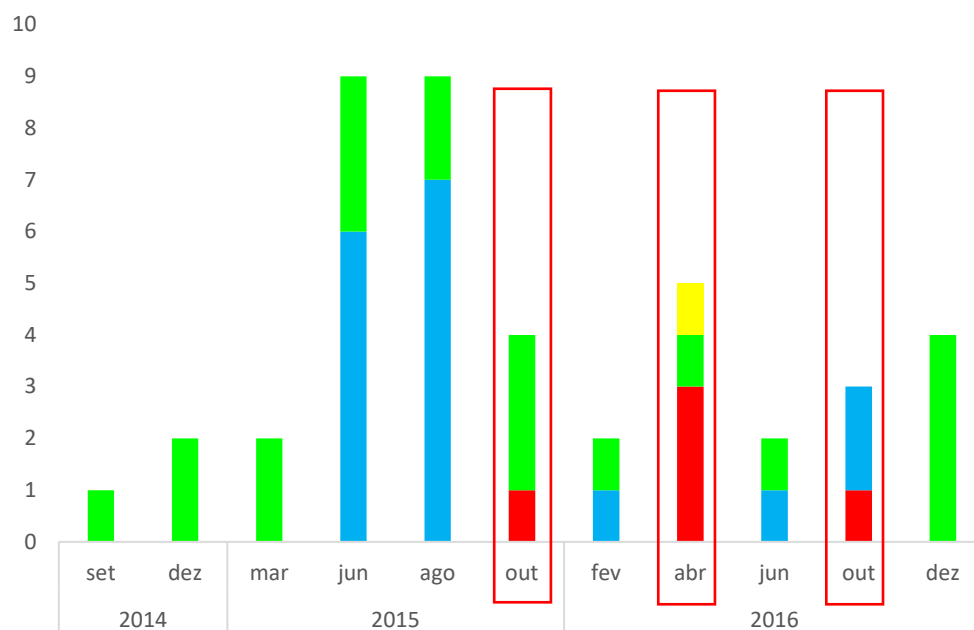
Com relação a distribuição das fases de desenvolvimento durante o ciclo reprodutivo da espécie, vimos que indivíduos em Regeneração foram encontrados em quase todo o período em ambas as áreas. Em AC, a fase de desenvolvimento ocorre por um período mais longo do que em AT. Já a Fase de Apto a Desova, foi observada por mais vezes em AT (março e junho de 2015, dezembro de 2015 e 2016) (Fig 28A), visto que em AC, ocorreu somente em abril e outubro de 2016 (Fig. 28B). Além disso, podemos apontar ausência de fêmeas coletadas no controle (março/2015) (Fig. 28B), e no tanque (dezembro de 2014 e outubro/2016) (Fig 28A).

**Figura 28** – Ocorrência das Fases Reprodutivas em fêmeas de *Plagioscion squamosissimus* ao longo do período de amostragem (setembro de 2014 a dezembro de 2016). A - Área Tanque. B – Área Controle. Retângulos vermelhos representam os picos reprodutivos em que os indivíduos estão na fase de Apto à desova.

**A**



**B**

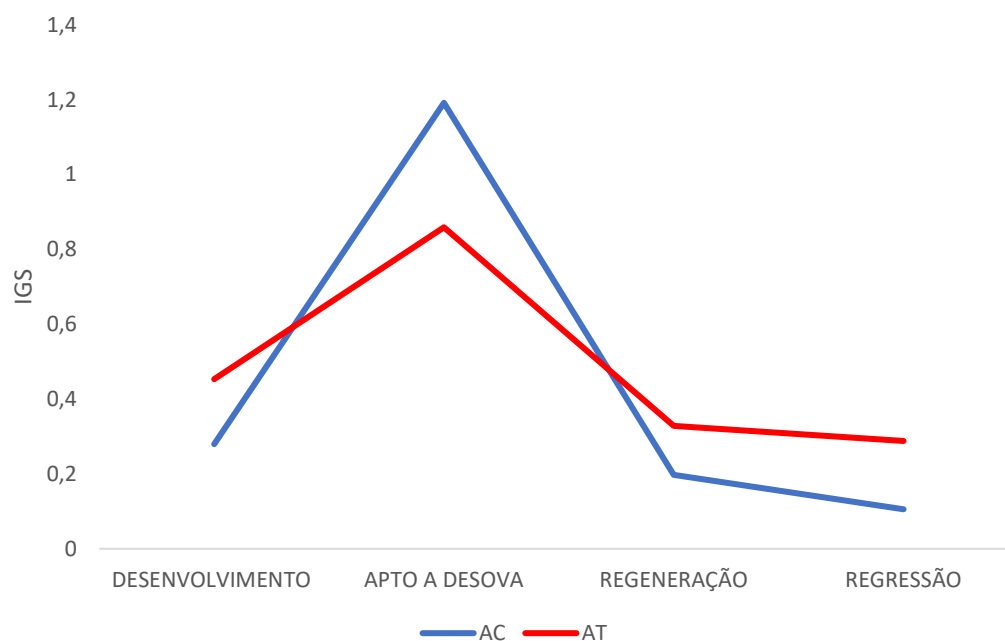


- **Índice Gonadossomático (IGS)**

O valor de IGS para fêmeas de *P. squamosissimus* apresentou-se com os maiores valores médios na Fase de Apto a Desova e os mais baixos para a Fase de Regressão em ambas as áreas (AT e AC) (Fig. 29).

No entanto, para as fêmeas da corvina, na área controle a média do IGS foi de 0,435 +/- 0,867. Para a área tanque, a média do IGS foi de 0,294 +/- 2,144. Portanto não houve diferença significativa entre as áreas entre o período de setembro de 2014 à dezembro de 2016. (Fig. 30)

**Figura 29** – Valores médios do Índice Gonadossomático em fêmeas de *Plagioscion squamosissimus* de acordo com as Fases do Desenvolvimento Gonadal (Desenvolvimento, Apto a Desova, Regeneração e Regressão).







### 2.3 Machos de *Plagioscion squamosissimus*

Os machos de *P. squamosissimus* apresentaram comprimento padrão, variando entre 8,5,0 e 41,5 cm, com média de 22,38 cm para a área AC e entre 13,0 e 31,5 cm para a área AT, sendo a média de 21,22 cm.

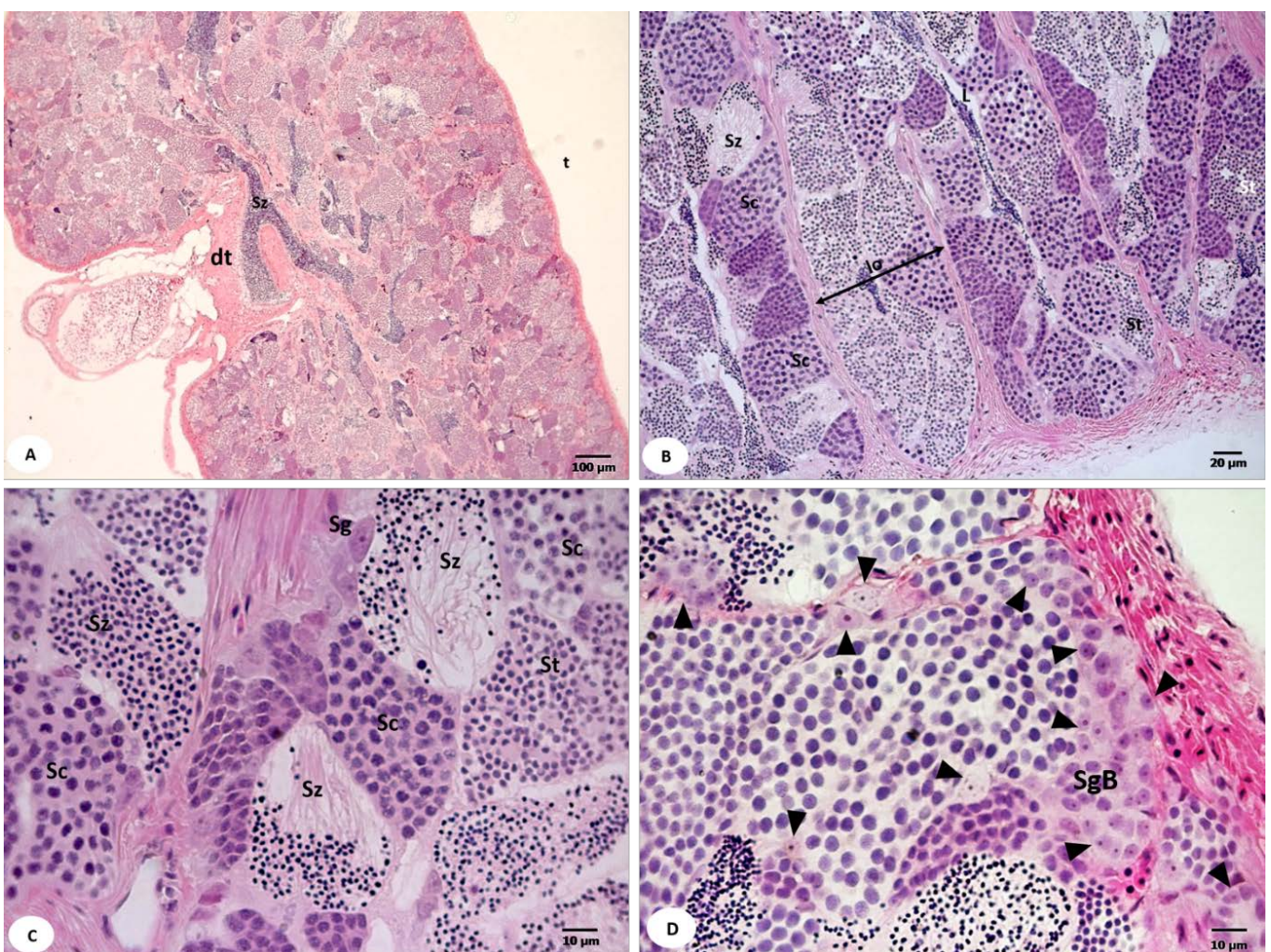
- **Estrutura Testicular e células do epitélio germinativo no decorrer da Espermatogênese.**

Os testículos de *P. squamosissimus*, são do tipo lobular irrestrito, ou seja, são revestidos por uma túnica albugínea (Fig. 31A) que emite projeções para o interior dos testículos formando os lóbulos (Fig. 31B) que possuem fundo cego e chegam até a região do ducto testicular, onde ocorre a condução dos espermatozoides para a papila urogenital (Fig. 31A).

Dentro dos lóbulos encontramos ninhos de espermatogônias, cistos espermatogônias B, espermatócitos e espermátides além de espermatozoides que são liberados para o lúmen (Fig. 31C).

O tipo lobular irrestrito recebe esse nome devido a distribuição das espermatogônias ao longo do lóbulo (Fig. 31D).

**Figura 31** – Estrutura Testicular em *Plagioscion squamosissimus*. A – Visão geral do testículo (corte transversal) evidenciando a chegada dos espermatozoides (Sz) no ducto testicular (dt). B – Organização do tipo lobular. C – Células da espermatogênese, espermatogônias (Sg) espermatogônias B (SgB), espermatócitos (Sc) e espermátides (St), dispostas no epitélio germinativo ao longo do lóbulo. D – Distribuição das espermatogônias (cabeça de seta) que caracterizam o tipo irrestrito. Coloração: Hematoxilina e Eosina.



- **Ciclo Gonadal**

Para *P. squamosissimus* foram encontradas quatro Fases de Maturação testicular: Maturação Inicial, Intermediária e Final, e Regressão.

- Maturação Inicial

Os lóbulos estão posicionados lado a lado, separados por regiões de interstício (Fig 32A). Esta Fase caracteriza-se por um epitélio germinativo totalmente contínuo, onde os espermatocistos estão distribuídos juntamente com as espermatogônias, a luz do lóbulo (lúmen) não é observada (Fig. 32B).

- Maturação intermediária

Nesta etapa, ocorre o início de Início de descontinuidade do epitélio germinativo, que se estende até o final desta Fase de Maturação. Podemos observar o ducto testicular repleto de espermatozoides (Fig. 33A). Essa descontinuidade do epitélio germinativo se deve a abertura dos espermatocistos contendo espermatozoides que são liberados para o lúmen do lóbulo. Essas áreas são intercaladas com áreas de epitélio contínuo onde ainda estão os cistos e espermatogônias (Fig. 33B).

- Maturação Final

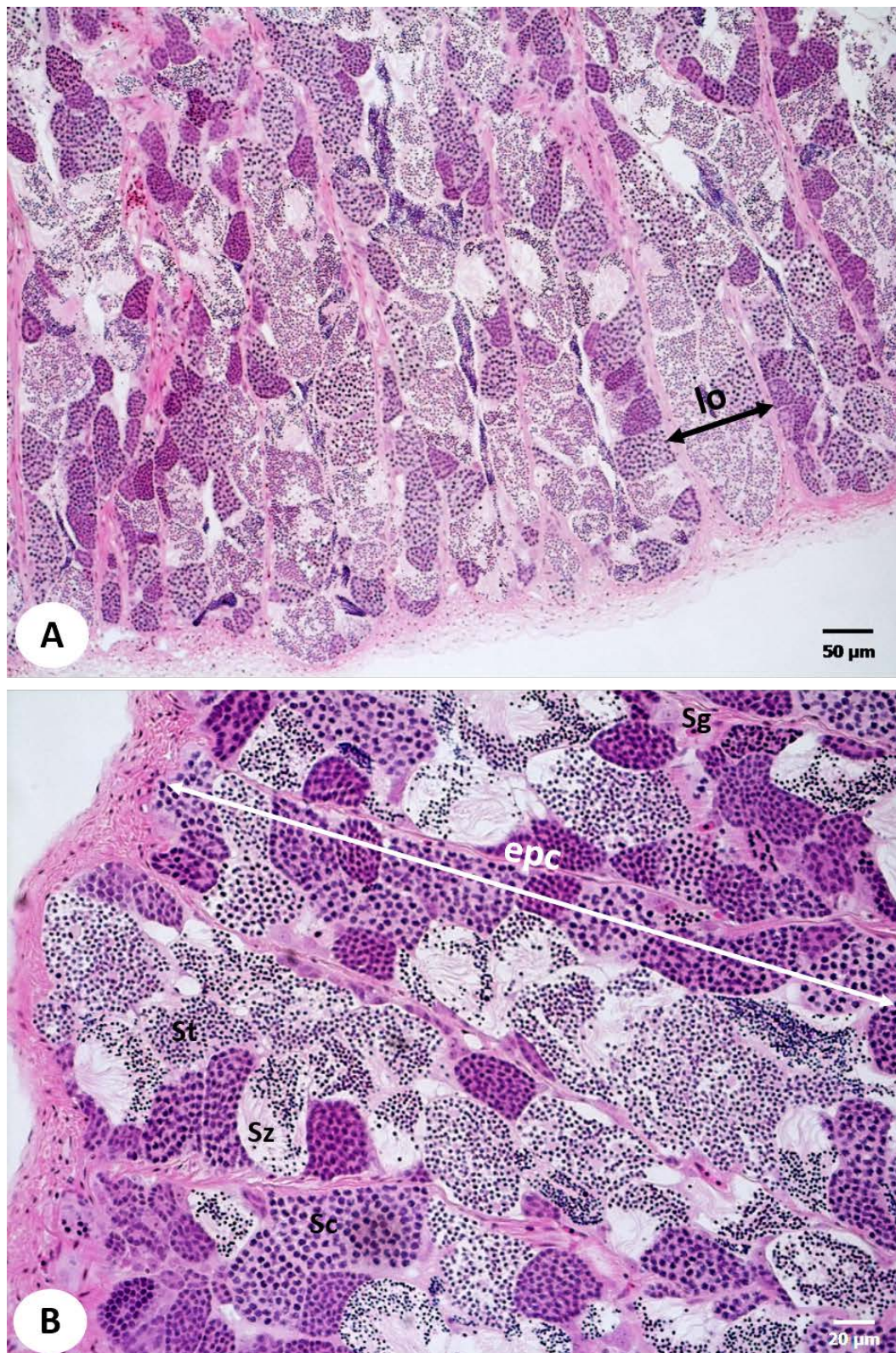
Nesta fase de maturação, no interior dos lóbulos, há uma predominância de áreas de descontinuidade e o lúmen está repleto de espermatozoides sendo liberados e encaminhados para o ducto testicular (Fig. 34A), no entanto, ainda é possível visualizar cistos espermatogênicos em algumas regiões dos lóbulos, bem mais escassos que na fase anterior (Fig. 34B).

- Regressão

Os testículos estão mais filiformes na Fase de Regressão dispostos como cordões. Na túnica albugínea que os reveste, observa-se uma flacidez, por conta da liberação dos espermatozoides para o meio externo (Fig. 35A). Após esse evento, observamos nos testículos, espermatozoides residuais, além de cistos de espermatócitos e espermátides, os quais estão em desenvolvimento para o próximo ciclo (Fig. 35B). Ainda uma alta proliferação mitótica de espermatogônias, principalmente na região periférica dos lóbulos, mas também em meio aos cistos (Fig. 35B).

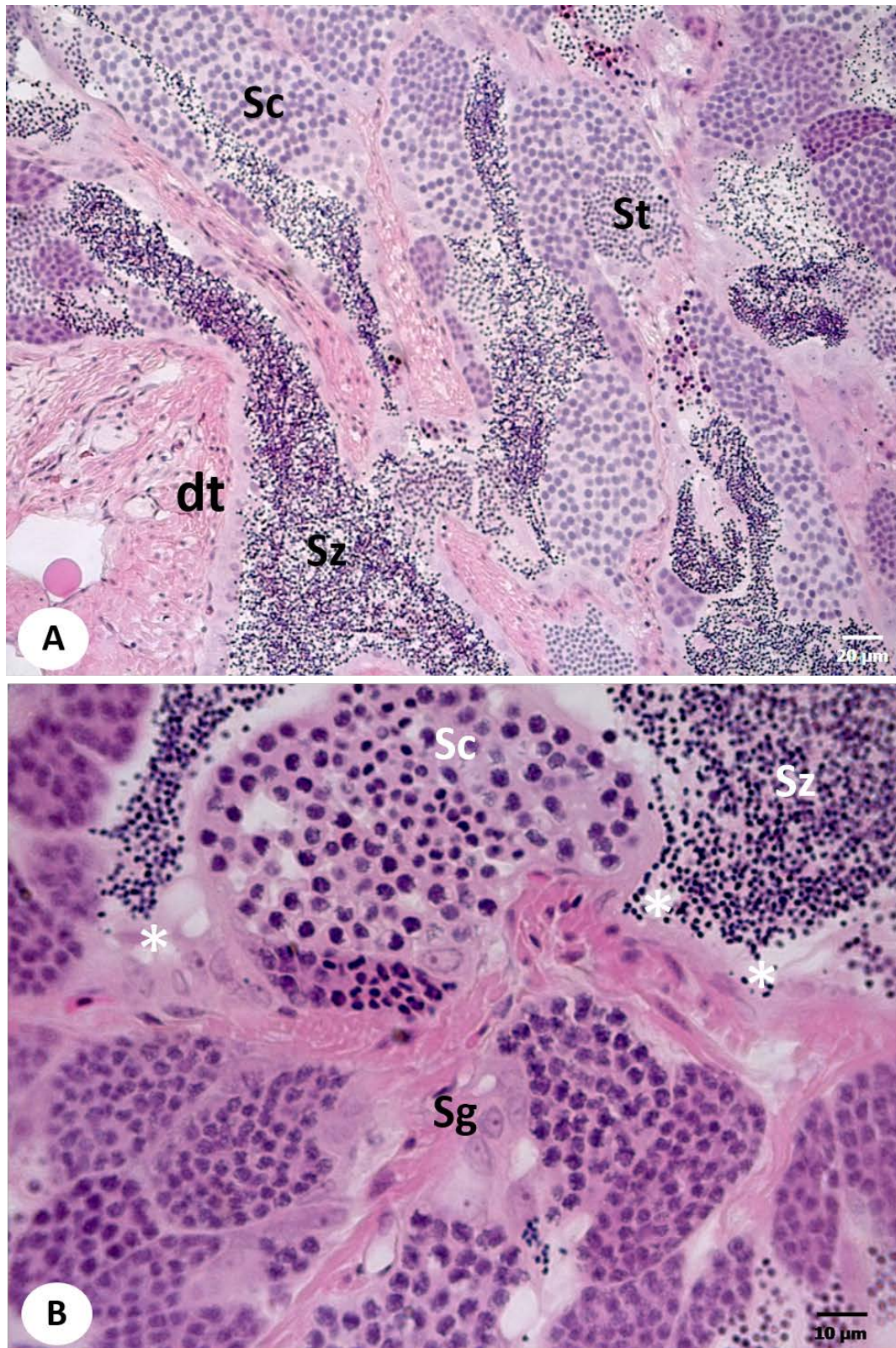


**Figura 32** – Fase de Maturação Inicial de *Plagioscion squamosissimus*. A - Visão geral do testículo evidenciando a organização dos lóbulos. B - Epitélio germinativo contínuo (Epc) contendo cistos de células germinativas, espermatócito (Sc), espermatíde (St) e espermatozoides (Sz).



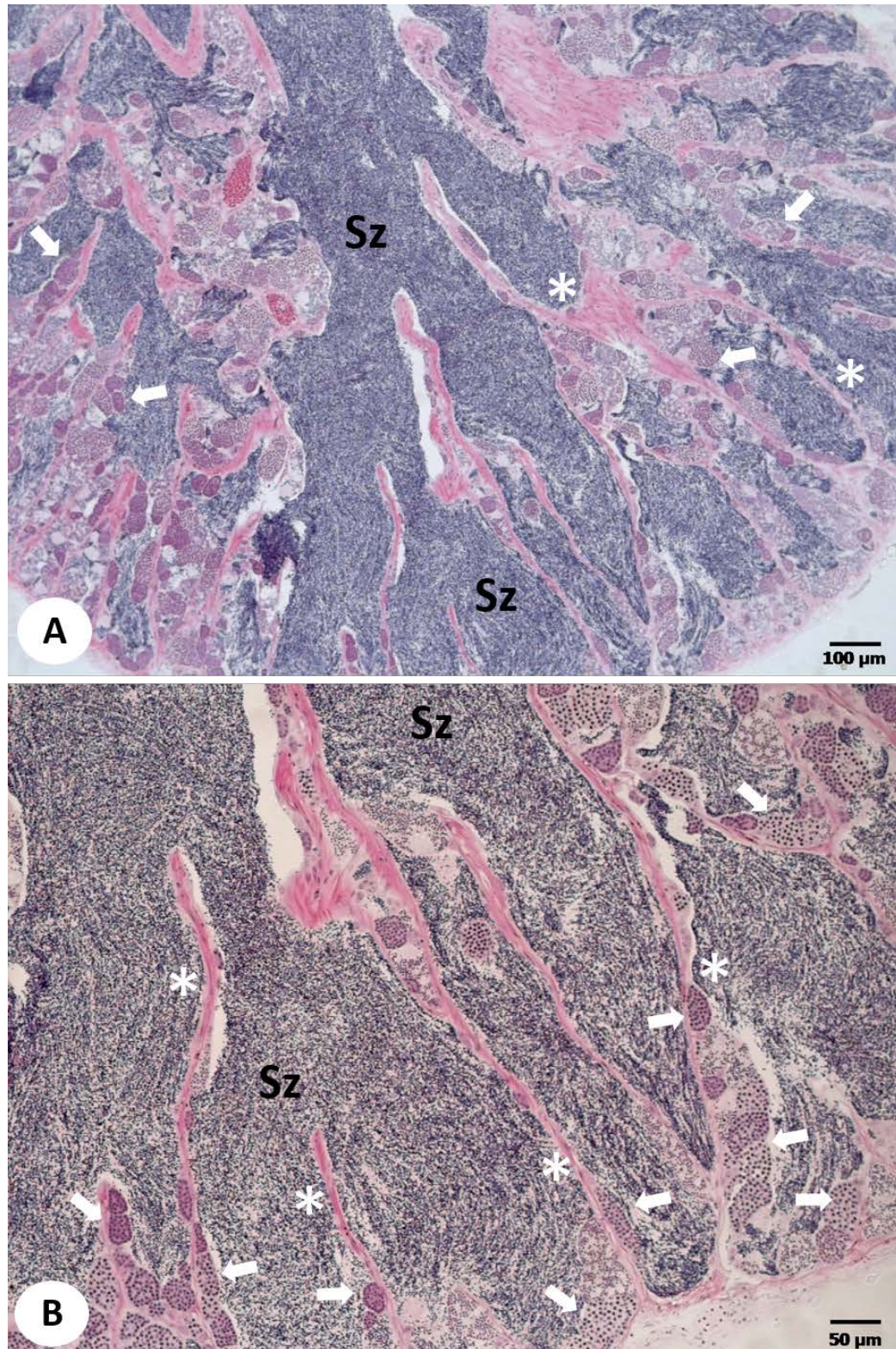


**Figura 33** – Fase de Maturação Intermediária de *Plagioscion squamosissimus*. A – Ducto testicular (dt) e caminho dos espermatozoides (Sz). B - Epitélio germinativo descontínuo (\*) intercalado com cistos de células germinativas, como espermátócito (Sc) além de espermatogônias (Sg).



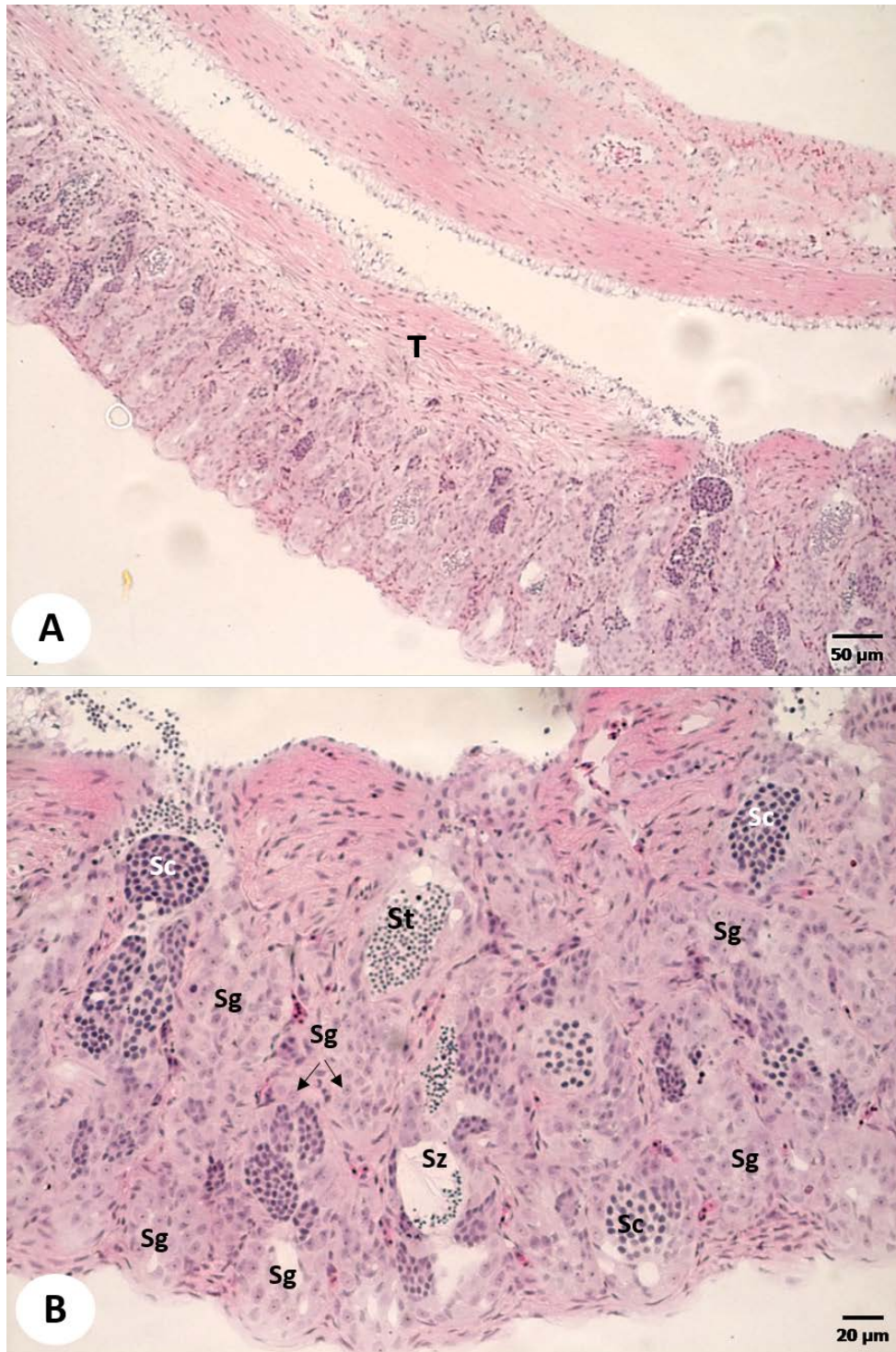


**Figura 34** – Fase de Maturação Final de *Plagioscion squamosissimus*. A – Lóbulos repletos de espermatozoides (Sz), sendo encaminhados para o ducto testicular. B - Epitélio germinativo descontínuo (\*), ainda com poucos cistos espermatozôgenicos (seta).





**Figura 35** – Fase de Regressão em *Plagioscion squamosissimus*. A – Testículo filiforme (T) e flácido. B – Espermatozóides residuais (Sz) ainda no lúmen e cistos de espermatócitos (Sc) e espermatídes (St), além de ninhos de espermatogônias em proliferação (Sg).



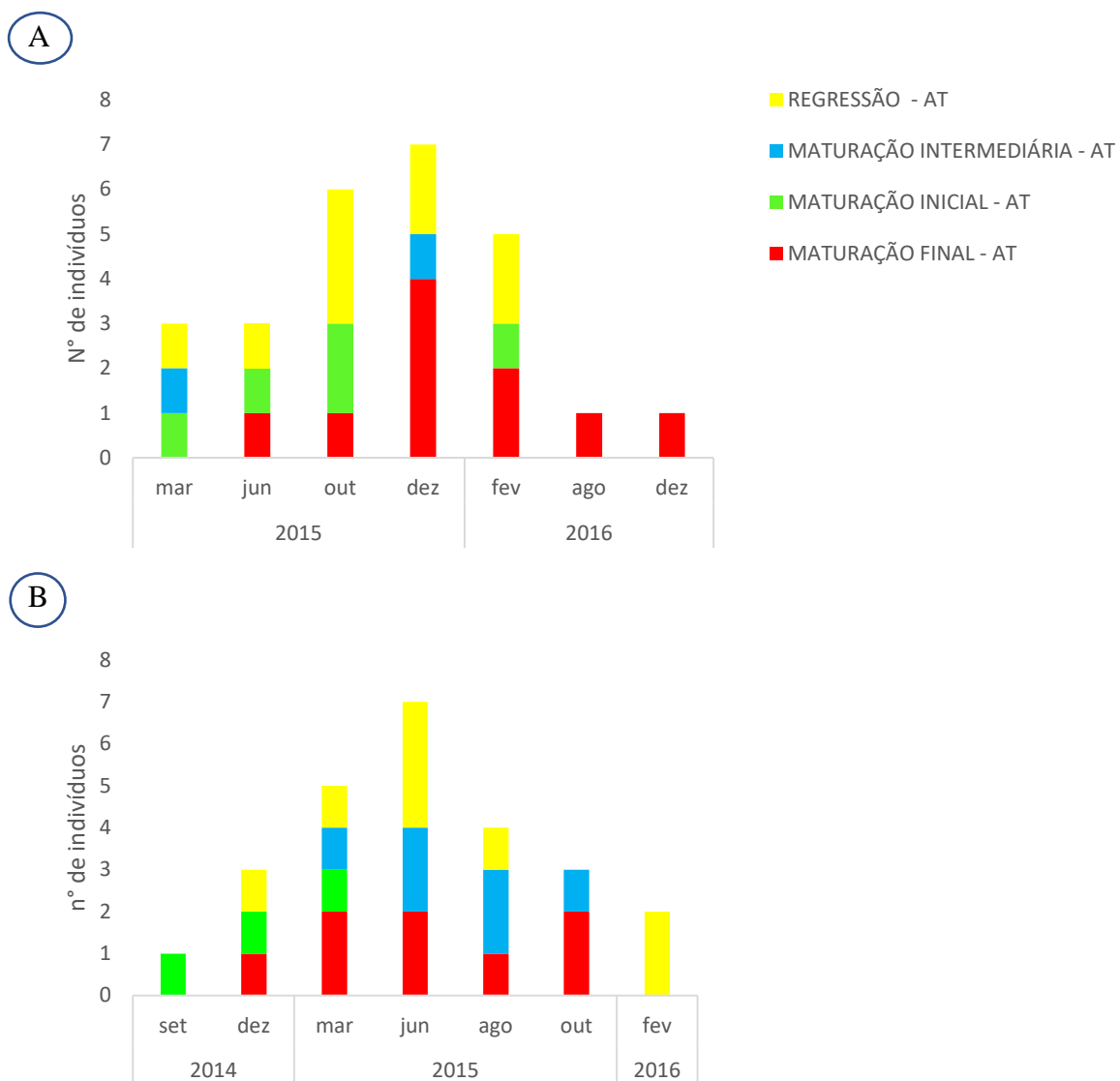
- **Ciclo Reprodutivo de *Plagioscion squamosissimus*.**

Diante das definições das Fases de Maturação para os machos de *P. squamosissimus*, foi realizada a comparação da distribuição das mesmas, presentes nas áreas Controle (AC) e Tanque (AT) durante o período de amostragem.

A corvina *P. squamosissimus*, é uma espécie de reprodução total que apresentou todas as classes reprodutivas identificadas (Maturação Inicial, Intermediária e Total e fase de regressão) para a espécie ao longo do ano em ambas as áreas.

Quando observamos a Fase de Maturação Final, vimos que em (AT), ocorreu em junho de 2015 e de outubro à dezembro de 2016 (Fig. 36A). Já na (AC), ocorreu em dezembro de 2014 e de março a outubro de 2015, dentro dos meses coletados (Fig. 36B).

**Figura 36** - Ocorrência número de indivíduos nas Fases de Maturação em machos de *Plagioscion squamosissimus* ao longo do período. A - Área Tanque. B – Área Controle.

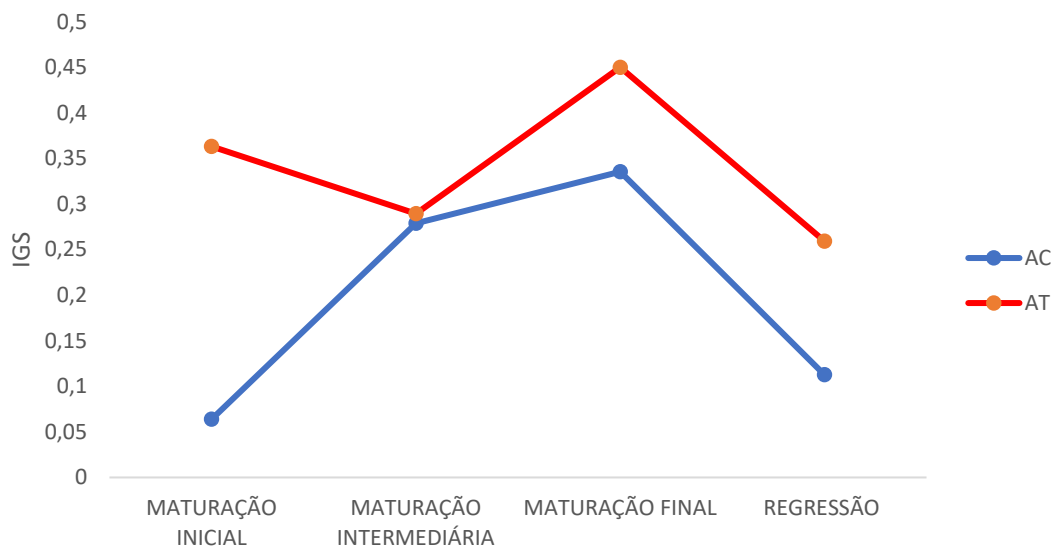


- **Índice Gonadosomático (IGS)**

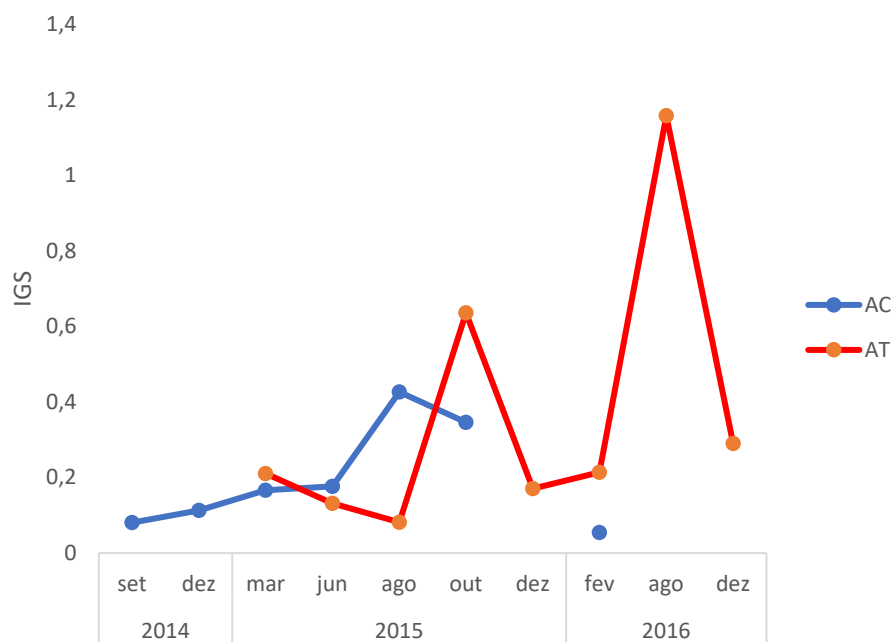
O IGS para *P. squamosissimus*, apresentou-se com os maiores valores na Fase de Maturação Final e as menores médias para a Fase de Regressão, tanto no tanque quanto para o controle. No entanto, para os machos da corvina, na área controle a média do IGS foi de 0,212 +/- 0,204. Para e área tanque, a média do IGS foi de 0,285 +/- 0,294. Portanto não houve diferença significativa entre as áreas (Fig. 37).

Quando calculamos o IGS durante os meses de coleta, vimos que os maiores valores foram encontrados na área dos tanques durante todo o período, com picos em outubro de 2015 e agosto de 2016 (Fig. 38).

**Figura 37** - Valores médios do Índice Gonadosomático (IGS) em machos de *Plagioscion squamosissimus* de acordo com a Fase de Maturação Gonadal nas áreas controle (AC) e tanque (AT).



**Figura 38** - Valores médios do Índice Gonadosomático em machos de *Plagioscion squamosissimus* de acordo com os meses de coleta de setembro de 2014 à dezembro de 2016.



## 3 - RESULTADOS

**“Aspectos reprodutivos de *Geophagus proximus* sobre influência de uma piscicultura em tanques-redes, no rio Grande reservatório de Ilha Solteira, SP”.**





## RESULTADOS

### 3.1 – Frequência Sexual

A frequência sexual em *Geophagus proximus* foi obtida por meio da quantificação de fêmeas e machos por área de amostragem e observou-se que na área tanque (AT) foram capturados 74 fêmeas e 69 machos, número superior aos da área controle (AC), 73 fêmeas e 53 machos.

### 3.2 Fêmeas de *Geophagus proximus*

- **Dados morfométricos**

As fêmeas de *G. proximus* apresentaram na área controle (AC), comprimento padrão, variando entre 4,1 cm e 18,5 cm com um comprimento padrão médio de 11,8 cm. Na área tanque (AT) comprimento padrão, variando 6,20 cm e 16,5 cm com um comprimento médio de 11,4 cm.

- **Diâmetro dos oócitos**

A média do diâmetro dos oócitos para o porquinho no controle foi de 799,58 +/- 111,97. Na área tanque a média do diâmetro dos oócitos maduros foi de 1149,52 +/- 118,12. Houve diferença significativa dos dados sendo que o tamanho dos oócitos dos animais que estão na área dos tanques rede, são maiores do que os que foram capturados na área controle.

- **Ciclo Ovariano**

As definições dos estágios dos oócitos permitiram caracterizar quatro fases de desenvolvimento ao longo do ciclo ovariano de *G. proximus*, sendo: Em Desenvolvimento, Apto a desova, Regressão e Regeneração.

- **Em Desenvolvimento:** O ovário está em expansão e os oócitos em constante crescimento, sendo subdividido em duas subfases bem distintas. Inicialmente uma gônada com oócitos em Crescimento Primário, sendo os oócitos pré vitelogênicos e oócitos alvéolos corticais (Fig. 39A). Posteriormente verificamos o início do Crescimento Secundário, o qual denominamos Vitelogênese, nele estão presentes os oócitos vitelogênicos, além dos outros oócitos prévitelogênicos e alvéolos corticais (Fig 39B).

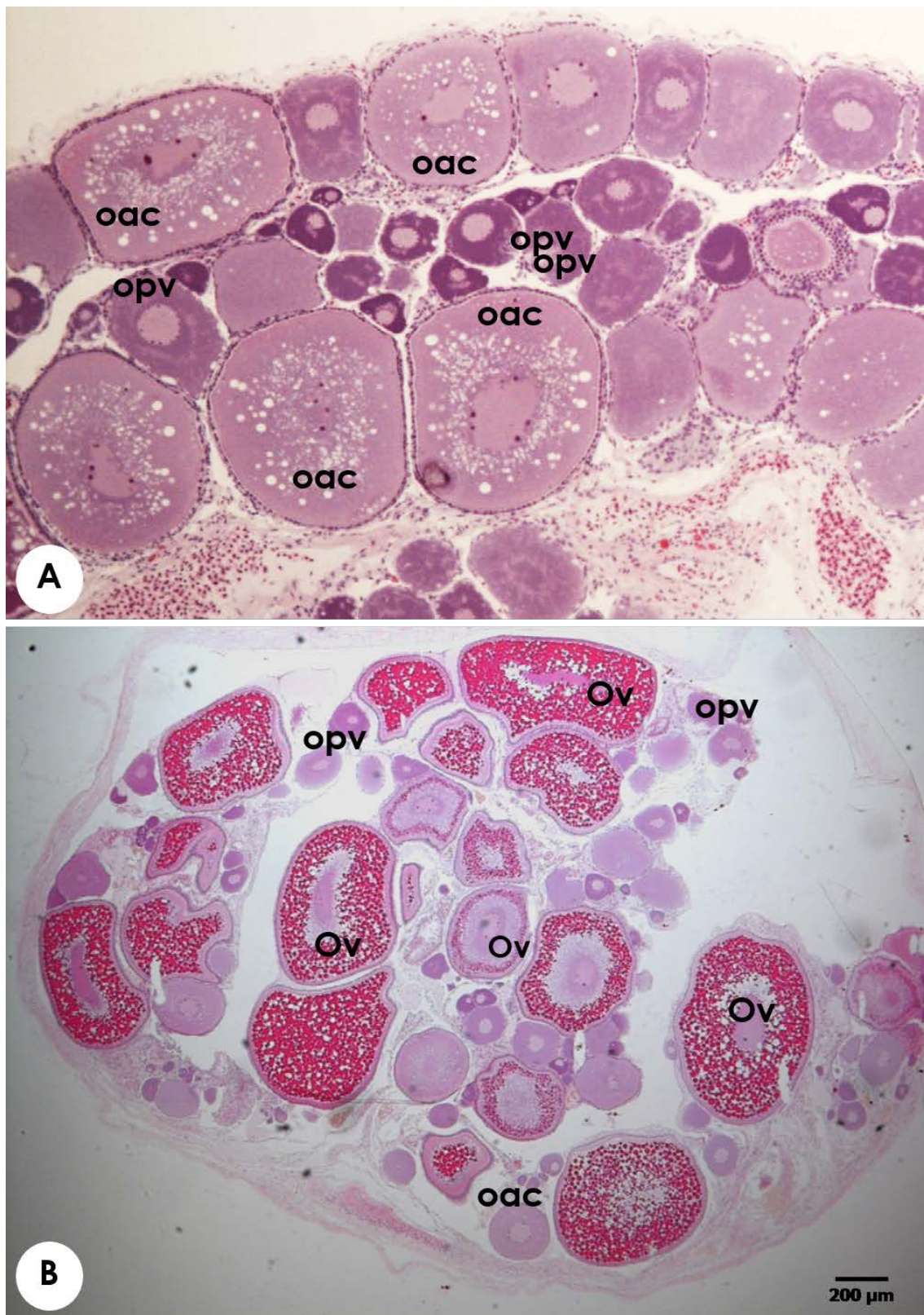
- **Apto a desova:** o ovário de *G. proximus*, esta povoado em sua grande porção, por oócitos vitelogênicos em final de crescimento, estes se encontram com o núcleo ou vesícula germinativa acêntricos (Fig, 40A,B). Este deslocamento do núcleo em direção a periferia do oócito, é característico desta fase na qual sinaliza o término do desenvolvimento dos oócitos, não foram observados folículos pós ovulatórios. Além desses oócitos vitelogênicos ocorrem os pré vitelogênicos e os alvéolos corticais.

- **Regressão:** o ovário está totalmente desorganizado com relação a estrutura das lamelas. Estão presentes aglomerados de células do complexo pós ovulatório (células da camada folicular, tecas e membrana basal) em degeneração e absorção, essas camadas são as que ficam no ovário após a oocitação. Estão presentes grandes vasos sanguíneos. (Fig. 41).

- **Regeneração:** os ovários são bem pequenos, as lamelas, agora mais organizadas, estão repletas de oócitos em Crescimento Primário. Contém foliculogênese mais ativa, com

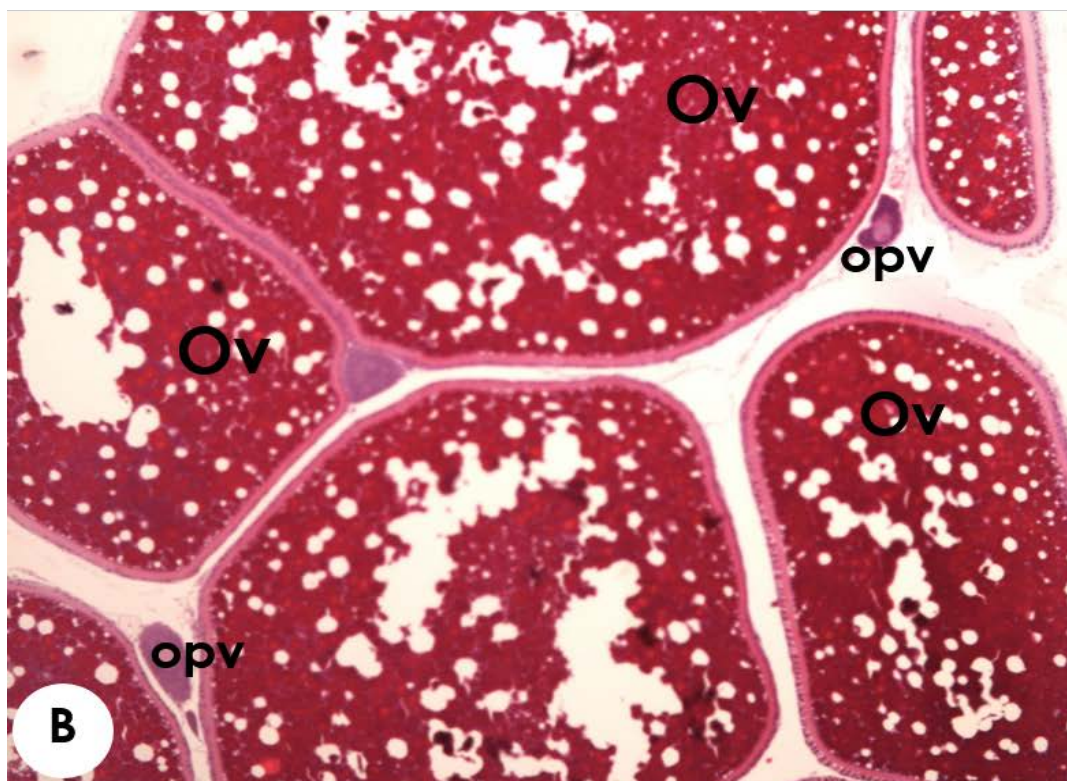
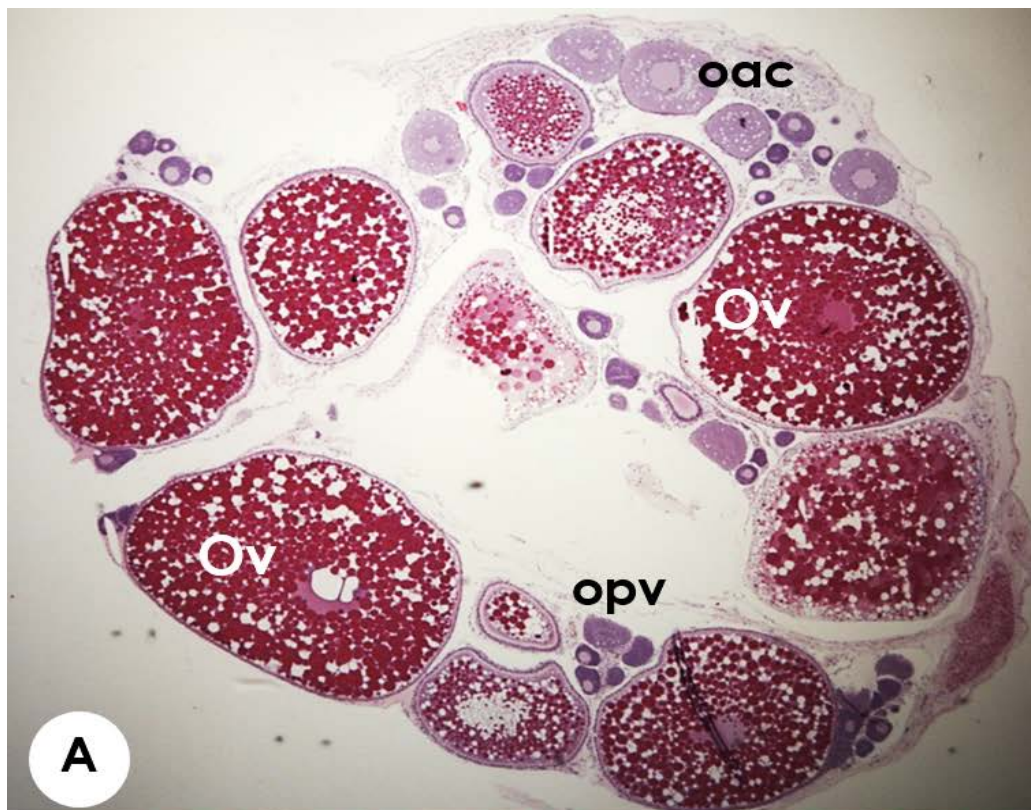
proliferação das oogônias para a renovação celular e início de um novo ciclo. Este ovário possui além dos oócitos pré vitelogênicos, oócitos alvéolos corticais que não são comuns nesta fase para algumas espécies (Fig. 42).

**Figura 39** – Fase de Desenvolvimento em *Geophagus proximus* opv: oócito pré vitelogênico; oac: oócito alvéolo cortical; Ov: oócito vitelogênico.

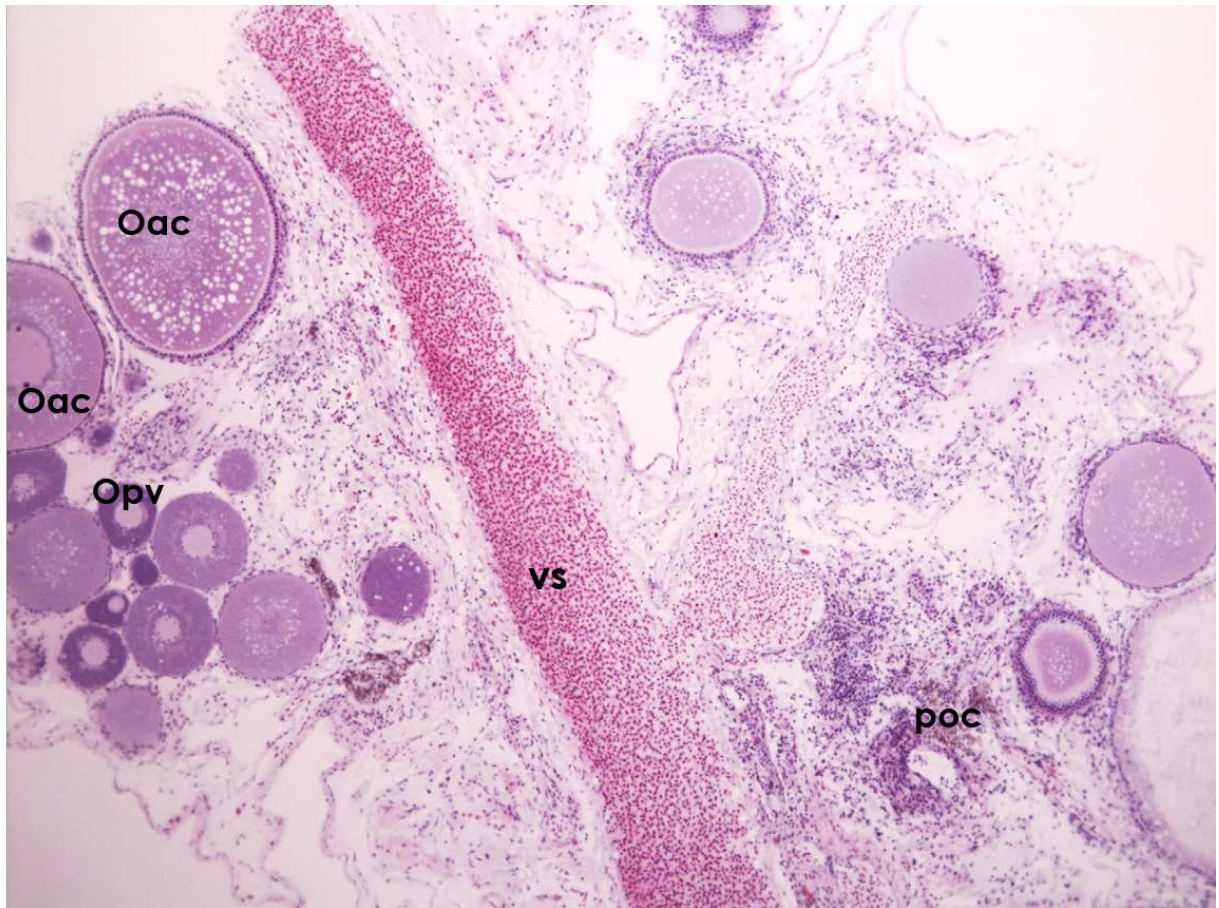




**Figura 40** – Fase de Apto à Desova em *Geophagus proximus*. opv: oócito pré vitelogênico; ov: oócito vitelogênico; lu: lúmem ovariano; la: lamela ovulígera.

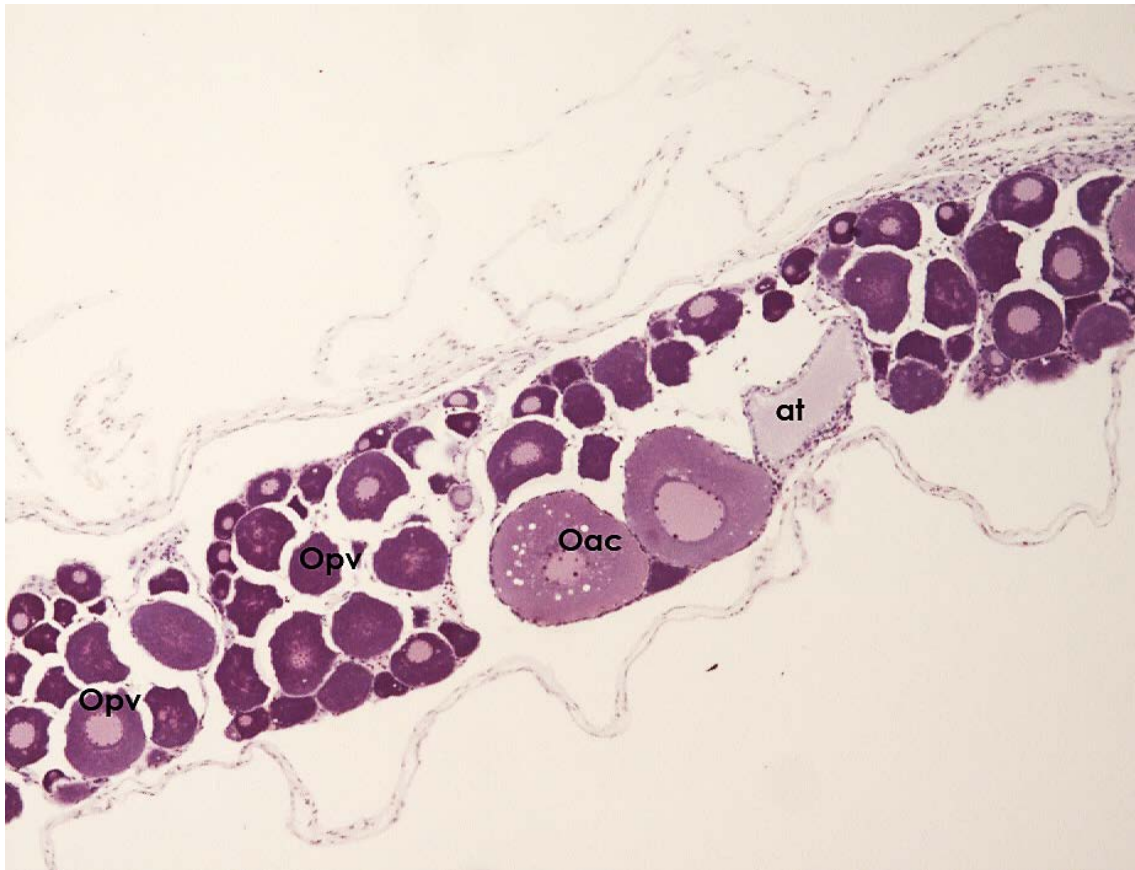


**Figura 41** – Fase de Regressão em *Geophagus proximus*. opv: oócito pré vitelogênico; oac: oócito alvéolo cortical; vs: vaso sanguíneo; poc: complexo pós ovulatório.





**Figura 42** - Fase de Regeneração em *Geophagus proximus*. Opv: oócito pré vitelogênico; Oac: oócito alvéolo cortical; at: oócito em atresia.





- **Comparação do Ciclo Reprodutivo de fêmeas de *Geophagus proximus* nas diferentes áreas.**

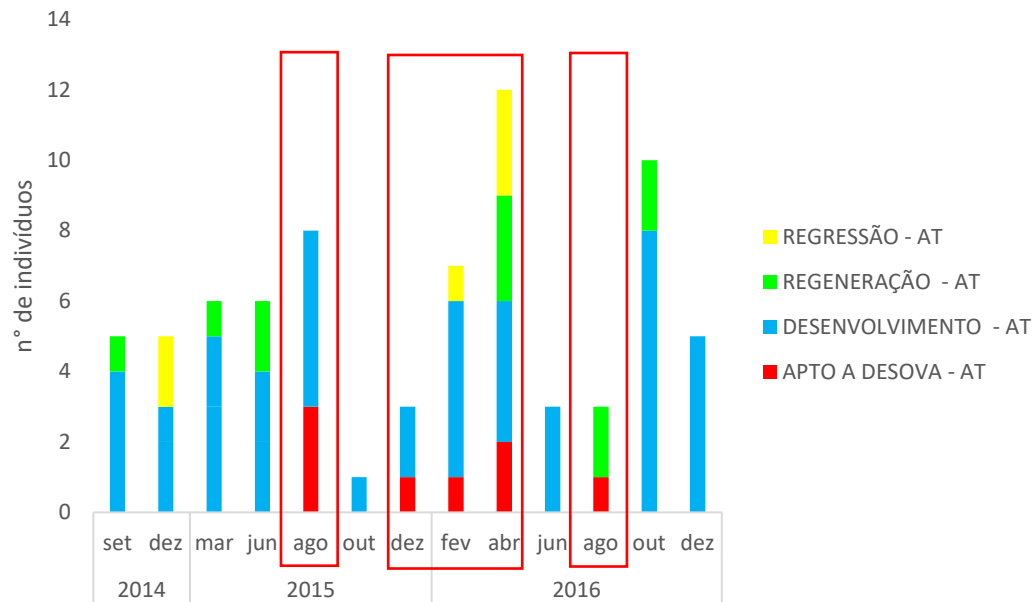
Definida as fases do ciclo reprodutivo de *G. proximus*, foram comparadas as suas ocorrências nas Áreas Controle (AC) com a Área Tanque (AT).

O ciclídeo *G. proximus*, possui desenvolvimento ovariano do tipo sincrônico em grupos, sendo evidenciado em todo o período de coleta indivíduos em desenvolvimento, em ambas as áreas. Com relação a indivíduos aptos a desova, na área controle foi evidenciado dois períodos reprodutivos, junho e outubro (Fig. 43B), entretanto para a área tanque esse período reprodutivo foi mais prolongado, sendo um em agosto e o outro de dezembro a abril (Fig. 43A).

**Figura 43** – Ocorrência das Fases Reprodutivas em fêmeas de *Geophagus proximus* ao longo do período de setembro de 2014 a dezembro de 2016. A - Área Tanque. B – Área

Controle. Retângulos vermelhos representam os picos reprodutivos em que os indivíduos estão na fase de apto à desova.

A



B

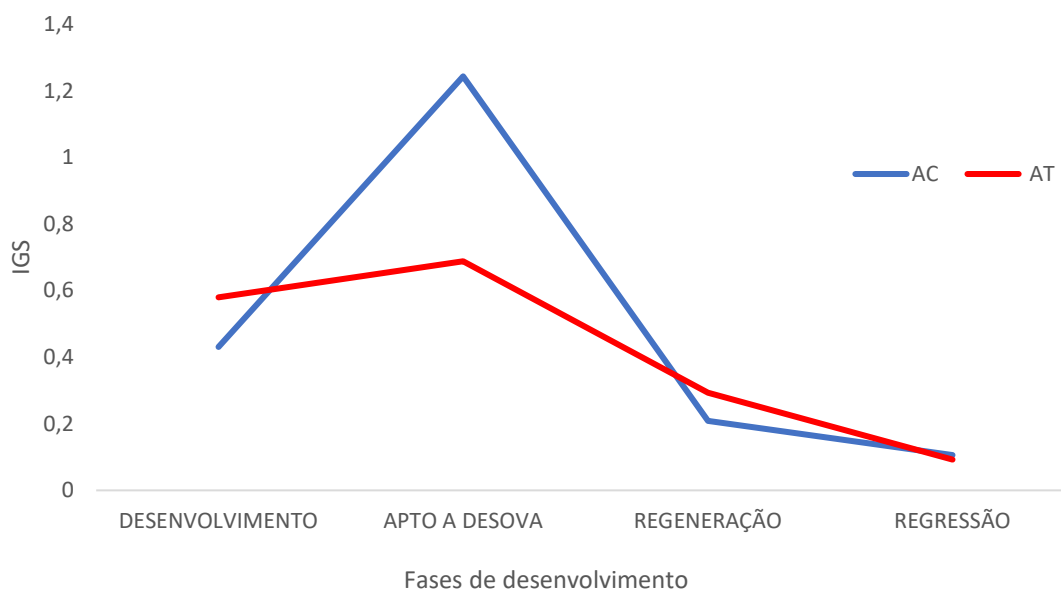


### Índice Gonadosomático (IGS)

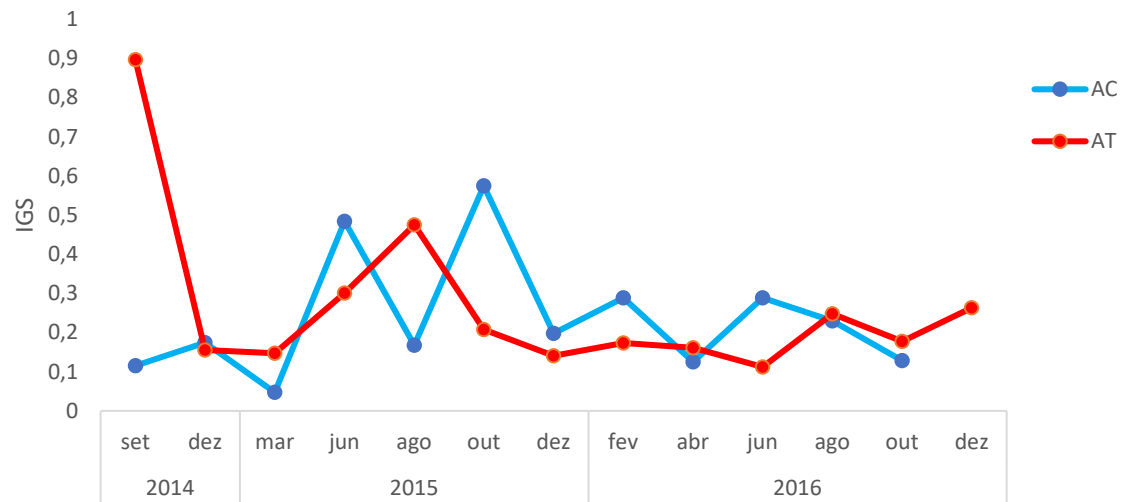
O índice gonadosomático foi obtido pelas médias dentro de cada fase de desenvolvimento ovariano, mostrando no gráfico que os maiores valores estão na fase de Apto à Desova (Fig. 44).

Quando calculamos o IGS para o período de coleta (set/2014 à dez/2016), os maiores valores para a área AC ocorreram em outubro de 2015 e para a área AT, em setembro de 2014 (Fig. 45). Entretanto, para as fêmeas do porquinho, na área controle a média do IGS foi de  $0,268 \pm 0,259$ . Para a área tanque, a média do IGS foi de  $0,348 \pm 0,768$ . Portanto, não houve diferença significativa entre as áreas (Fig. 45).

**Figura 44** – Valores médios de Índice Gonadosomático (IGS) nas fases de desenvolvimento para fêmeas de *Geophagus proximus* nas áreas Controle (Ac) e Tanque (AT).



**Figura 45** – Valores médios de Índice Gonadossomático (IGS) por coleta para fêmeas de *Geophagus proximus* nas áreas Controle (AC) e Tanque (AT).



### 3.3 Machos de *Geophagus proximus*

**Descrição morfológica e imagens retiradas da Dissertação do Msc. Renan Alex Leão, PPG em Ciência e Tecnologia Animal – UNESP Ilha Solteira.**

- Morfologia testicular em *Geophagus cf. proximus*.

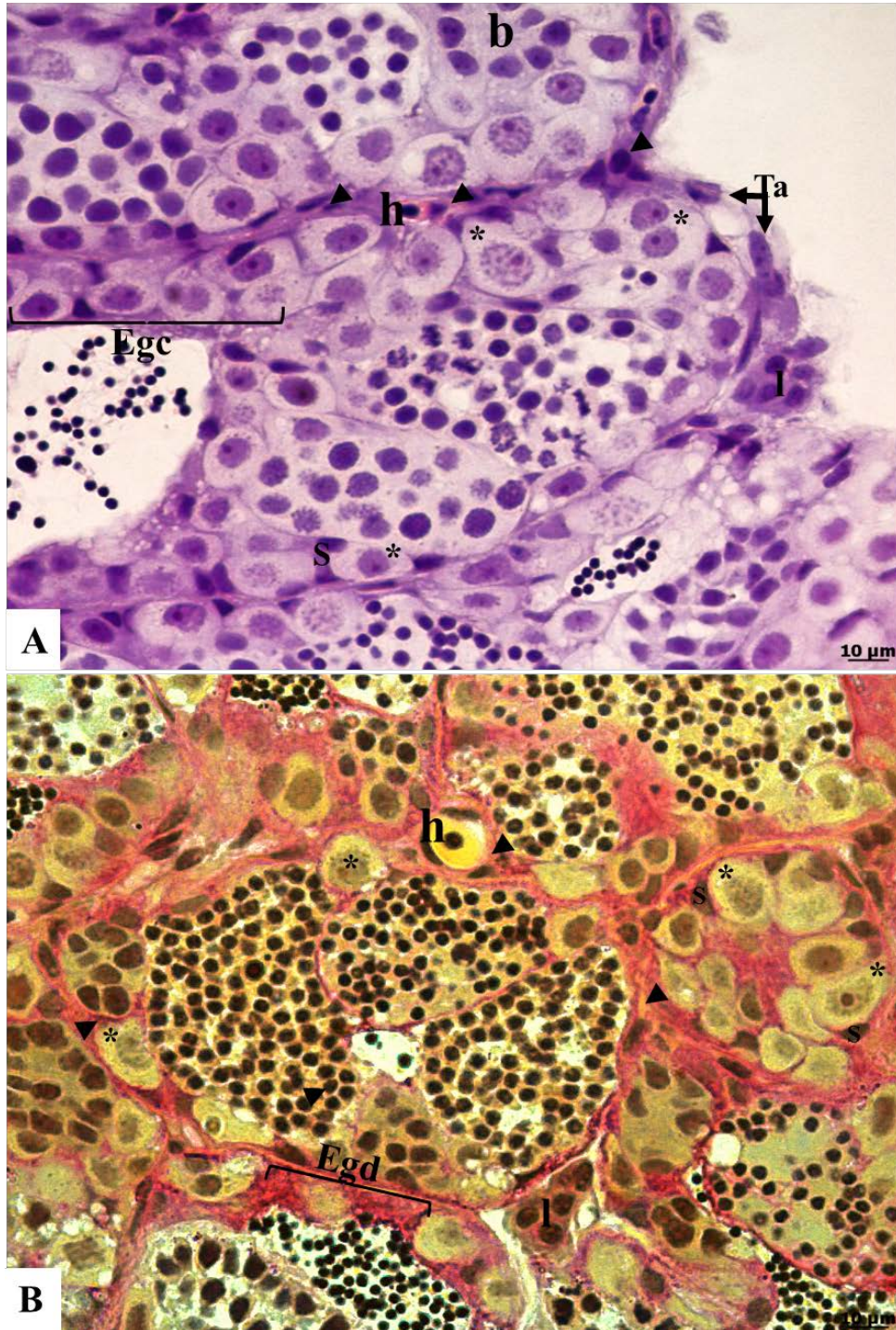
Os testículos de *G. cf. proximus* são órgãos pares e alongados, que se fundem parcialmente na região caudal, próximo ao ducto espermático e ficam presos à parede celomática por um tecido mesotelial, dorsalmente ao tubo digestivo e ventralmente aos rins. São revestidos por um tecido conjuntivo nomeado túnica albugínea do qual partem septos fibrosos que percorrem o interior do órgão formando os compartimentos germinativos e intersticiais.

Os septos da túnica albugínea formam câmaras anastomosadas na região do ducto testicular e terminam em fundo cego na periferia testicular, sendo classificado como tipo lobular. Em *G. cf. proximus* as espermatogônias (Aind, Adif e B) foram observadas ao longo de todo perímetro dos lóbulos, evidenciando que nesta espécie os testículos são do tipo espermatogonial irrestrito (Fig. 46 e 47).

No compartimento germinativo, apoiadas à parede dos lóbulos estão células germinativas quiescentes e em desenvolvimento (espermatogônias, espermatócitos e espermatídes) associadas às células somáticas (Sertoli), formando o epitélio germinativo. No compartimento intersticial foram observados vasos sanguíneos, assim como hemácias, leydig, miódes e macrófagos (Figs. 46; 47 e 48).



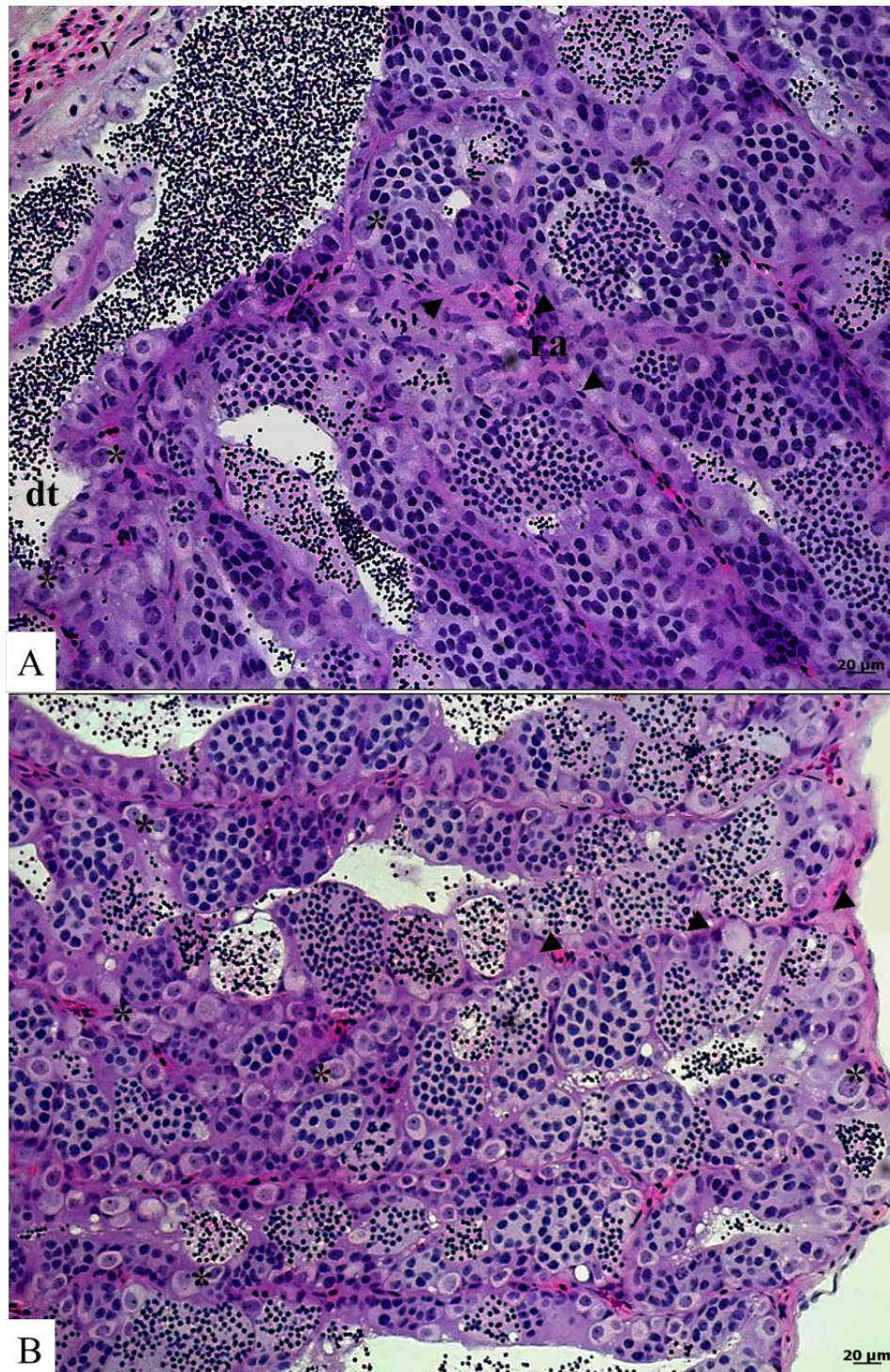
**Figura 46.** Morfologia testicular em *Geophagus proximus*. A- Corte longitudinal da região distal dos lóbulos, coloração: Hematoxilina e Eosina. B- Corte transversal dos lóbulos testiculares, coloração: Reação de PAS + Hematoxilina Férrica + Metanil yellow. Lengenda: Egc - Epitélio germinativo contínuo; Egd - Epitélio germinativo descontínuo; b - Espermatogonia B; l- Leydig; S- células de Sertoli; Ta- células da túnica albugínea; h- Hemácias. Cabeça das setas indicam a região dos septos da túnica albugínea; Asteriscos evidenciam a distribuição espermatogonial pelo lóbulo.



Fonte: Renan Alex Leão

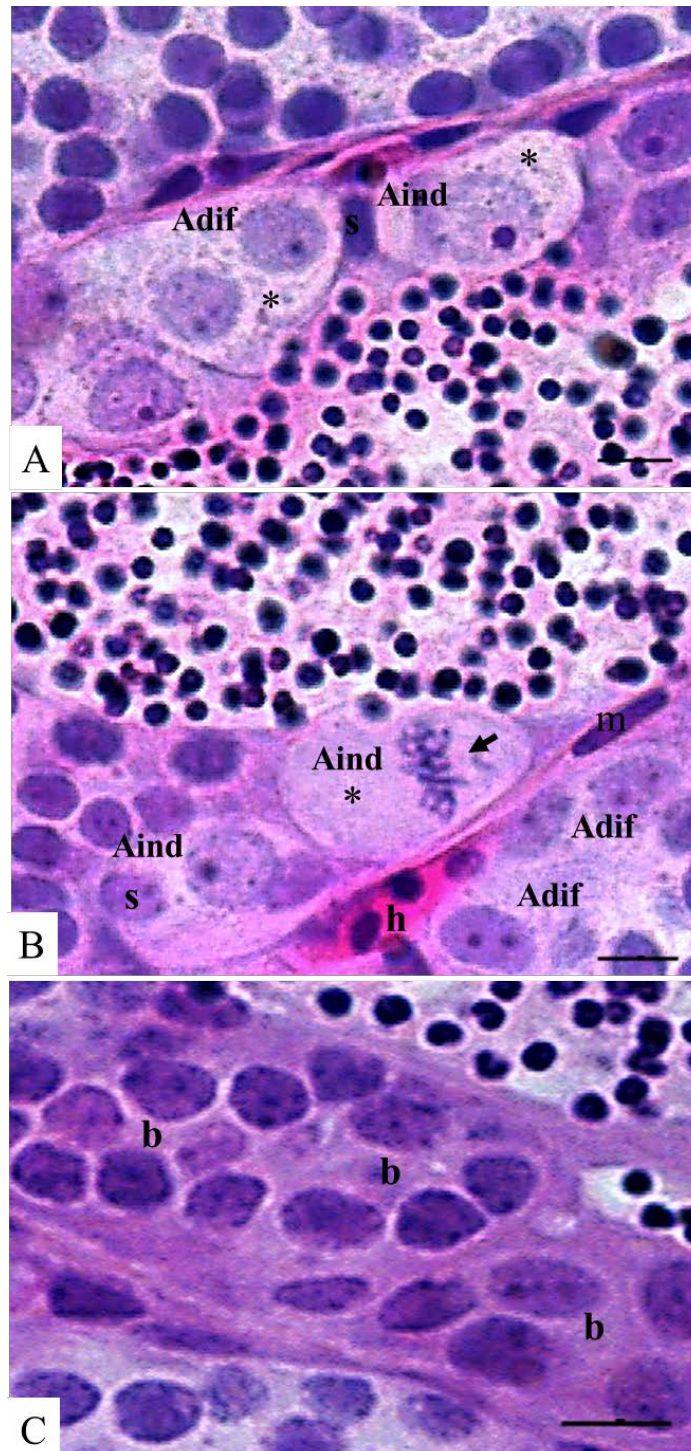


**Figura 47.** Morfologia testicular em *Geophagus proximus*. A – Corte transversal dos testículos evidenciando a região do ducto testicular. B - Corte transversal da região distal dos lóbulos. Setas evidenciam a área limítrofe dos lóbulos. Asteriscos evidenciam o tipo de distribuição espermatogonial pelo testículo. Lenda: dt – ducto testicular; ra – região anastomosada. Setas indicam a região dos septos da túnica albugínea. Coloração Eosina Hematoxilina.





**Figura 48.** Etapa espermatogonial em *Geophagus proximus*. Legenda: (Aind) Espermatogônia A indiferenciada; (Adif) Espermatogônias A diferenciadas; (b) Espermatogônias B; (S) Sertoli; (m) Mióde; Asterístico evidencia o citoplasma. Seta indica metáfase. Coloração: Hematoxilina e Eosina. Barra de escala - 10µm.



Fonte: Renan Alex Leão

## **Ciclo reprodutivo em *Geophagus proximus***

A maturação testicular ocorre de maneira cíclica após a maturidade sexual e durante os ciclos reprodutivos o epitélio germinativo é composto por células germinativas que se desenvolvem em unidades funcionais formadas pelos prolongamentos citoplasmáticos das células de Sertoli, que no final da espermatogênese se rompem e liberam os espermatozoides no lúmen dos lóbulos e de acordo com a quantidade, disposição e estágios celulares definiu-se as seguintes fases reprodutivas da espécie:

### **Maturação intermediária**

Nesta fase, cistos de espermatogônias B são observadas em grande quantidade pelos lóbulos e evidencia que na espécie a proliferação espermatogonial entende-se até a maturação intermediária o que garante lotes de cistos em estágios crescentes durante a maturação testicular (Fig. 49A).

Durante esta fase do desenvolvimento é observado uma grande quantidade de cistos contendo espermatogônias, espermatócitos e espermátides, garantindo uma disposição contínua do componente germinativo por quase todo o epitélio (Fig. 49A). Apresenta um grande volume de cistos em desenvolvimento pelos lóbulos (Fig. 49).

Com a progressão da espermiogênese as células de Sertoli rompem-se e liberam os espermatozoides, tornando o lúmen dos lóbulos cada vez mais evidente e o epitélio germinativo descontínuo na região do ducto testicular (Fig. 49C). A liberação dos espermatozoides é constante e estes acumulam-se inicialmente no lúmen dos lóbulos que se torna evidente após o rompimento dos cistos, nesta fase poucos espermatozoides são observados no ducto testicular em comparação com a fase posterior (Fig. 49).

**Maturação final.**

Exemplares nesta etapa da maturação testicular só foram encontrados na área da piscicultura. Nesta fase a descontinuidade do epitélio atinge toda a parede dos lóbulos, é possível observar grande quantidade de espermatozoides no lúmen dos lóbulos, assim como no ducto testicular, onde ficam armazenados até a espermiacão (Fig. 50).

**Regressão**

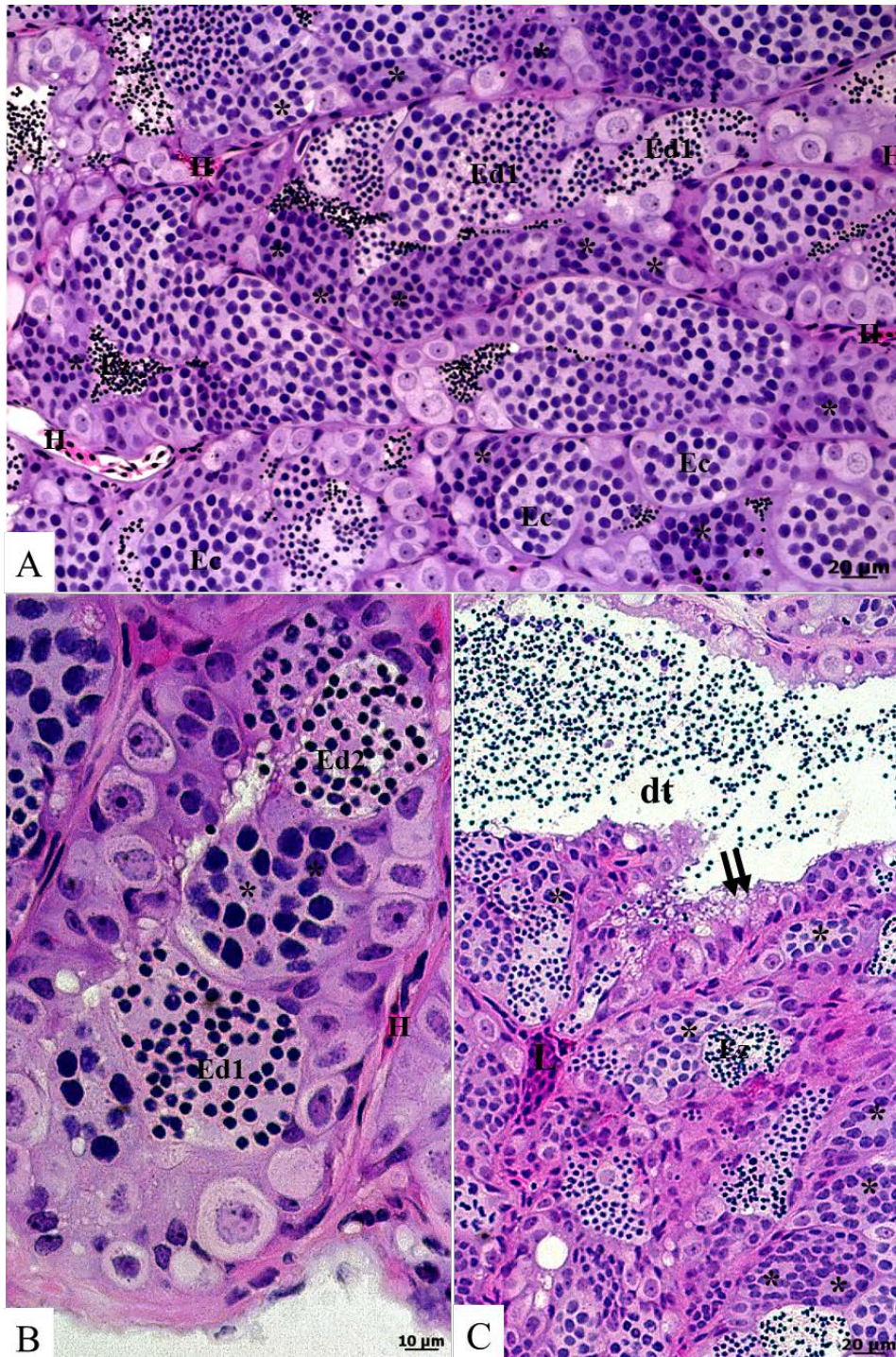
Após a liberação dos espermatozoides os testículos tornam-se menores e por isso é possível observar lóbulos com aparência flácida e contorno irregular com regiões de descontinuidade do epitélio (Fig. 51 - A, B).

No início desta fase espermatocistos contendo espermatócitos secundários e espermátides podem ser observados, assim como espermatozoides nos lóbulos e ducto testicular (Fig. 51A).

Os espermatozoides que não foram liberados durante os períodos de reprodução e resultantes de espermiacões tardias ficam acumulados ao longo dos lóbulos e são definidos como residuais. Progressivamente os espermatozoides são fagocitados pelas células de Sertoli resultando na redução do lúmen dos lóbulos (Fig. 51).



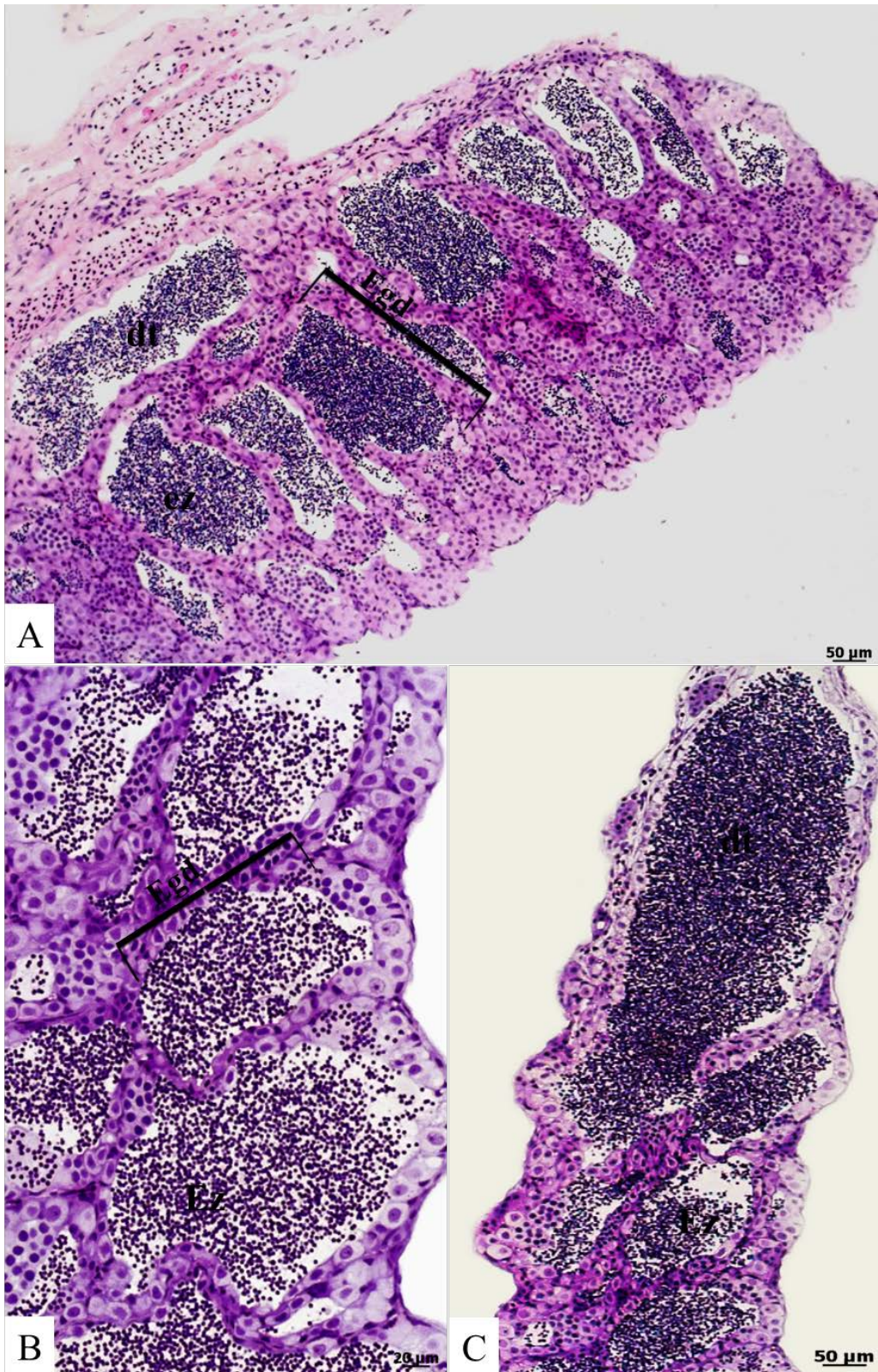
**Figura 49.** Fase de maturação intermediária em *Geophagus cf. proximus*. Corte transversal dos testículos. Área Controle. Legenda: Ec - Espermatoócito; Ed1 - Espermátides primárias; Ed2 - Espermátides secundárias; dt - Ducto testicular; h - Hemácias; l - Leydig. Setas indicam regiões de descontinuidade no epitélio. Asteriscos evidenciam cistos de espermatogônias B. Coloração: Hematoxilina e Eosina.



Fonte: Renan Alex Leão.



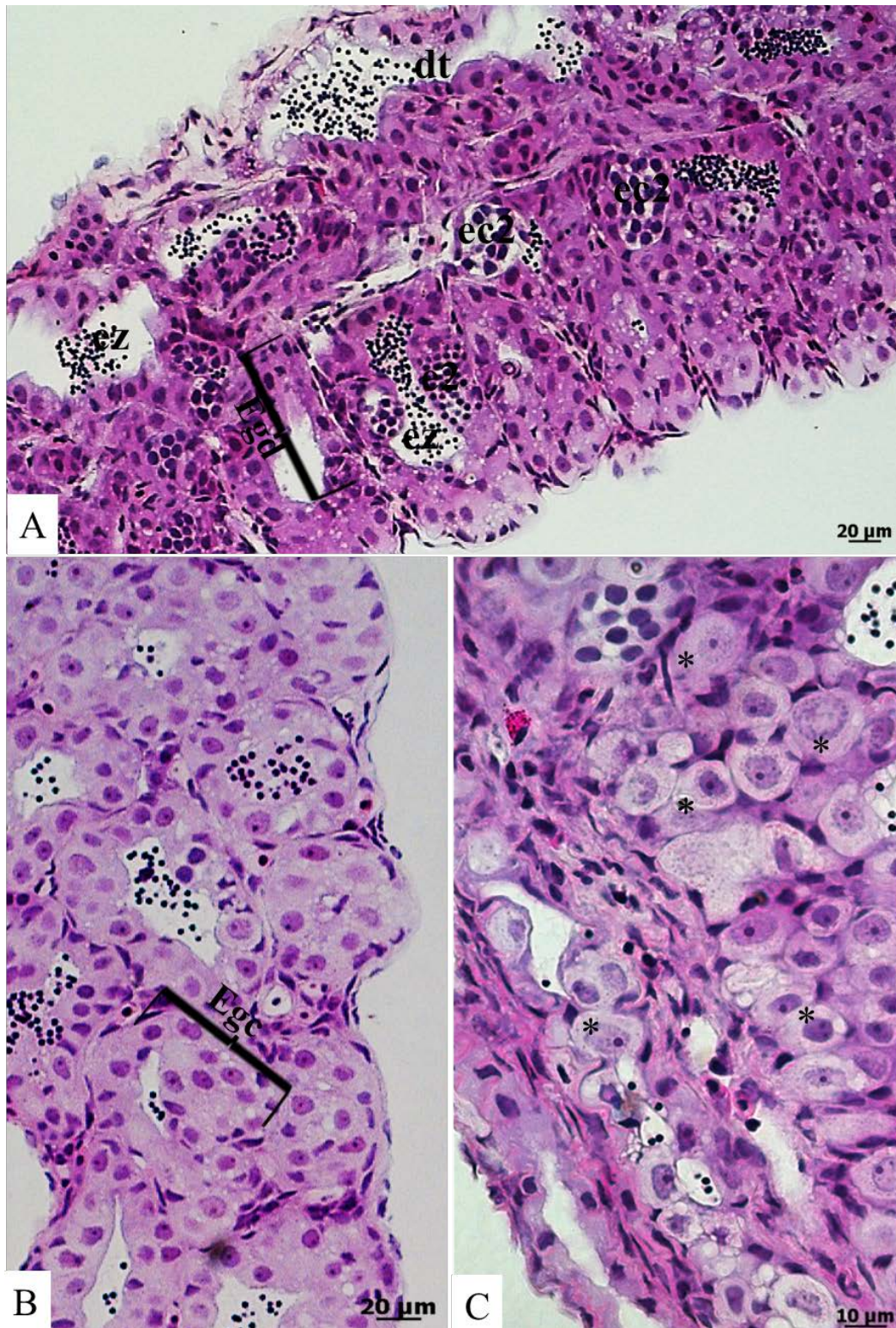
**Figura 50.** Fases de Maturação Final em *Geophagus cf. proximus*. A; C - Cortes transversais; B - Corte longitudinal. Área tanque. Legenda: Ez – Espermatozóides; dt - Ducto testicular. Egd - Epitélio germinativo descontínuo. Coloração: Hematoxilina e Eosina.



Fonte: Renan Alex Leão



**Figura 51.** Fase de regressão em *Geophagus cf. proximus*. A, C - Cortes transversal dos testículos; B – Corte longitudinal. Área Controle B - Corte longitudinal dos lóbulos testiculares. Legenda: Ec2 - Espermatócitos secundários. Ez – Espermatozoides residuais; dt - ducto testicular; Egd - Epitélio germinativo contínuo; Egd – Epitélio germinativo descontínuo. Asteriscos evidenciam as espermatogônias. Coloração: Hematoxilina e Eosina.



Fonte: Rena Alex Leão.

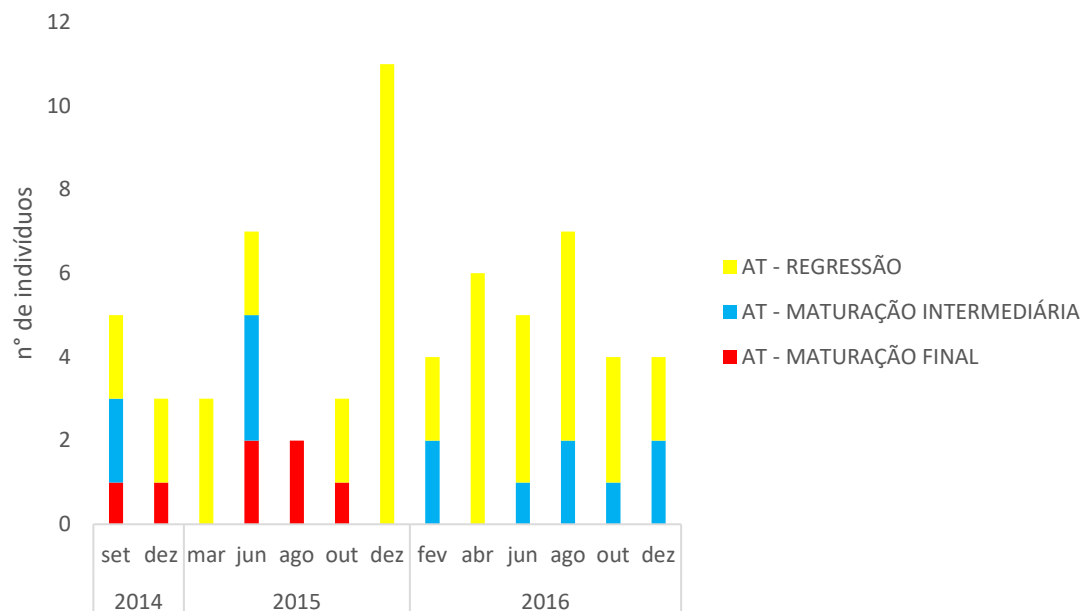
- **Comparação do Ciclo Reprodutivo de machos de *Geophagus proximus* nas diferentes áreas.**

Definida as Fases de Maturação Testicular de *G. proximus*, foram comparadas as suas ocorrências nas Áreas Controle (AC) com a Área Tanque (AT) durante o período de amostragem, obtendo-se assim o ciclo reprodutivo anual da espécie.

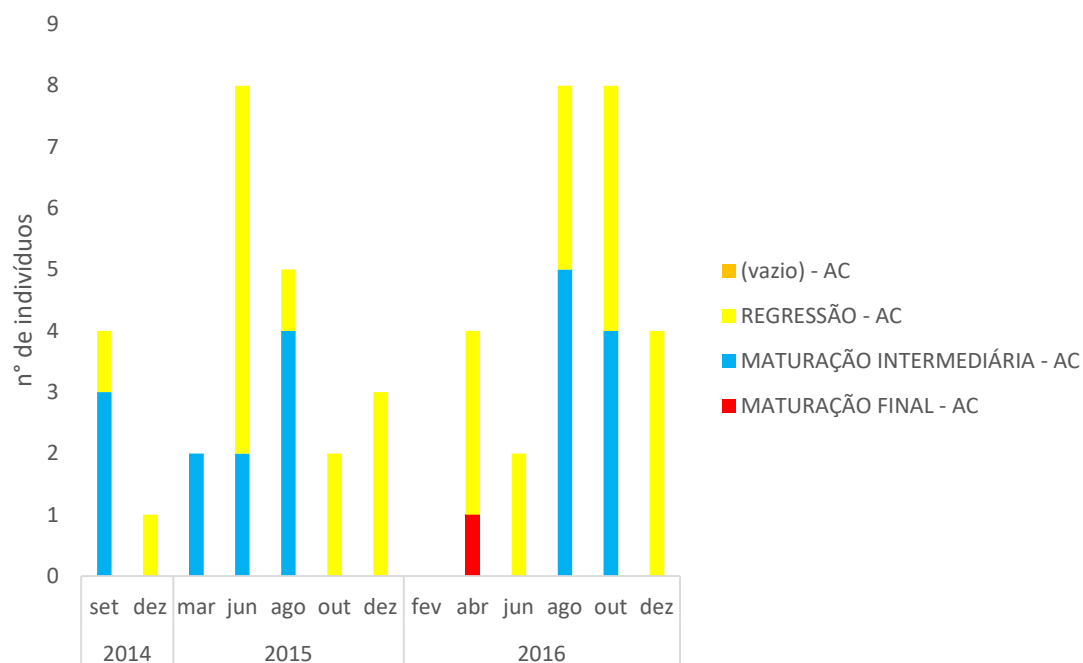
O porquinho *G. proximus*, é um peixe de reprodução parcelada, pois na área AC, podemos visualizar, indivíduos em regressão em quase todo o período de coleta, a regressão indica final de reprodução (Fig. 52B). Na área dos tanques, isso ocorre de forma similar, no entanto, foram encontrados indivíduos em maturação final com maior frequência do que na área controle (Fig. 52A).

**Figura 52** – Ocorrência das Classes de Maturação em machos de *Pimelodus* cf. *platycirris* ao longo do período na Área Controle (AC).

**A**



**B**



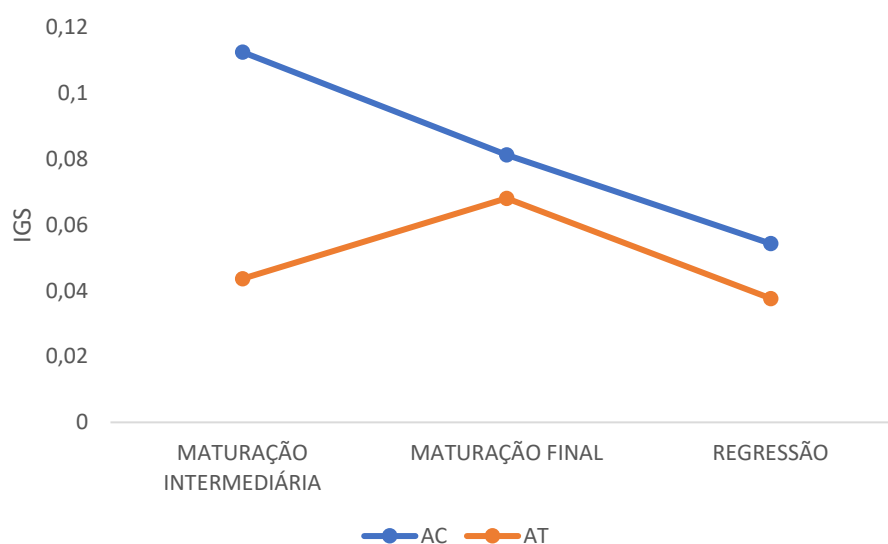


- **Índice Gonadossomático (IGS)**

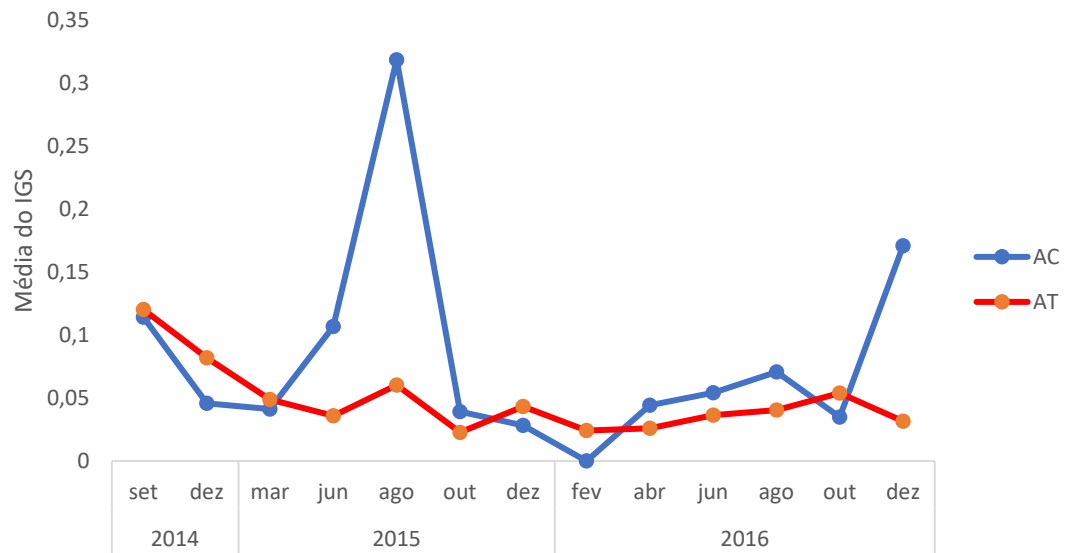
Os valores médios de IGS para os machos de *G. proximus* foram maiores na Fase de Maturação Intermediária e as menores na Fase de Regressão no tanque (AT). No para o controle (AC), a fase de Maturação final apresentou maior IGS do que a intermediária (Fig. 53).

Quando calculamos o IGS no período de coletas, observamos alguns picos, na área controle em agosto de 2015 e dezembro de 2016 e na área tanque em setembro de 2014 e agosto de 2016 (Fig. 54). Para os machos do porquinho, na área controle a média do IGS foi de 0,098 +/- 0,136. Para e área tanque, a média do IGS foi de 0,044 +/- 0,014, com  $p > 0,003$ . Portanto, houve diferença significativa entre as áreas, sendo que, o IGS do controle é maior IGS da área tanque.

**Figura 53** – Valores médios do Índice Gonadossomático (IGS) em machos de *Geophagus proximus* de acordo com a Classe de Maturação Gonadal nas áreas Controle (AC) e área Tanque (AT).



**Figura 54**– Valores médios do Índice Gonadossomático (IGS) em machos de *Geophagus proximus* de acordo com os meses em que os espécimes foram coletados, nas áreas Tanque (AT) e Controle (AC).



## DISCUSSÃO

Neste estudo, identificamos algumas alterações relacionadas a frequência sexual dos espécimes, diâmetro dos oócitos e distribuição das fases reprodutivas no período de amostragem entre as áreas controle e tanque. No entanto, a maioria não foi significativa, e mesmo as que estavam estatisticamente diferentes, parecem não comprometer a reprodução dos espécimes de *P. cf. platicirris*, *P. squamosissimus* e *G. proximus* capturados aos arredores da piscicultura, mas interfere, no sentido de intensificar os eventos da reprodução nos indivíduos que estão ao redor dos tanques.

O método empregado para obter os resultados apresentados neste trabalho, seguiu uma sequência para reunir subsídios para a verificação da influência ou não de pisciculturas em tanque-redes.

Primeiramente foi obtido a frequência sexual das espécies para cada área amostrada, que pode variar ao longo do seu ciclo de vida. Em ambas as áreas foi verificado uma superioridade numérica de fêmeas das três espécies estudadas (mandi, corvina e porquinho). Tal fato, também foi observado por Lima-Junior e Goitein (2006), no Rio Piracicaba, ao analisarem o fator de condição e ciclo gonadal para *Pimelodus maculatus* que em todas as estações do ano, o maior número de indivíduos, foram de fêmeas da espécie. Vazooler (1996), relata que essas variações podem ser devido a fatores como a mortalidade, o crescimento diferencial entre machos e fêmeas e o comportamento das espécies.

Mas a relação macho-fêmea entre as áreas, não houve diferença, exceto pelo *P. cf. platicirris* em que observa-se que o número de indivíduos coletados no tanque foi numericamente superior, mas como isso foi constante em todas as coletas durante o período, acredita-se que na área controle, ter poucos animais é um comportamento normal

e que nos tanques eles sejam atraídos pela disponibilidade de alimento. O mandi *P. cf. platicirris*, trata-se de uma espécie migradora, pode se alimentar em uma região e permanecer no local durante o desenvolvimento gonadal e migrar para outra região pra reproduzir. Agostinho e colaboradores (2007) descrevem que a corvina é uma espécie de fundo e de meia água, sedentária, forma grandes cardumes na porção central de lagos, lagoas e reservatórios e teve uma colonização bem-sucedida, tem sido considerada uma das principais espécies introduzidas em diversas bacias no Brasil. O que pode explicar o fato de que neste trabalho foram coletados sempre um número bem próximo de exemplares em ambas as áreas de amostragem e *G. proximus* espécie territorialista e generalista, se estabelece bem em locais adversos. No entanto podemos atribuir esse fato, devido a influência e oferta restos de ração, um alimento constante nessas áreas de pisciculturas, e outros recursos alimentares que não estão disponíveis na área controle, sem influência do cultivo (RAMOS et al., 2013; MALLASEN et al., 2008; BRANDÃO et al., 2014).

As instalações podem servir como atrativo para as espécies de peixes silvestre, já que a ração oferecida para a criação estará disponível aos animais que vivem próximos e atraindo também outros animais, que formarão uma cadeia alimentar. Este fato pode ser observado com os resultados obtidos em estudos sobre a assembleia de peixes nativos associados as instalações de sistemas aquícolas (FERNANDEZ-JOVER et al., 2008), onde, diversos autores destacaram que a disponibilidade de alimento provenientes da dissipação durante o arraçamento e dos efluentes produzidos durante produção é um dos principais fatores de influência sobre a ictiofauna. (BEVERIDGE, 2004; RAMOS et al., 2008; VIDOTTO-MAGNONI; CARVALHO, 2009).

Em função desta oferta e padrão de alimentação das espécies, foram medidos os diâmetros dos oócitos maduros de gônadas que estavam em fase de Apto a desova, visto que neste estágio, o oócito cessa o crescimento e só finaliza a migração do núcleo até a

micrópila para término da oogênese e liberação para a reprodução em si. Houve diferença significativa no tamanho dos oócitos em *P. cf. platicirris* e *G. proximus*, resultando em oócitos maiores na área amostrada ao lado dos tanques rede, demonstrando que possivelmente essas espécies aproveitam o produto direto que é a ração e convertem em energia para a produção de vitelogenina e posteriormente os grânulos de vitelo durante a vitelogênese.

Kliemann (2017), analisando a dieta de *G. proximus*, provenientes da mesma coleta do presente estudo, encontrou na área Controle como principais itens alimentares da espécie, detritos, vegetais aquáticos e Cladocera, já na área próxima aos tanques, Mollusca, ração e detritos foram os itens mais representativos nas amostras, Esses dados confirmam a alteração da preferência alimentar do porquinho sob influência da piscicultura sendo que, a partir do momento que passam a consumir a ração esses peixes deixam de consumir um alimento natural, interferindo dessa forma em outros níveis da cadeia trófica. A ração por sua vez, possui em sua composição altos teores de proteínas e lipídeos que podem proporcionar rápido crescimento e engorda (BRANDÃO et al., 2012) e também podem contribuir para a conversão e produção da vitelogenina que é uma proteína multifuncional que transporta aminoácidos, lipídios, fosfatos, cálcio e carboidratos do fígado para o oócito, por meio de endocitose mediada pela proteína clatrina (KHAN, et al., 2005; BALDISSEROTTO, 2013).

Ramos et al., (2013), também já haviam relatado alterações na alimentação dos peixes silvestres associados aos tanques de cultivo intensivo. O *P. cf. platicirris* também tem como item alimentar em sua grande porcentagem, a ração ofertada as tilápias (*inf. pess.* Igor Paiva Ramos). Já a corvina *P. squamosissimus*, uma espécie carnívora, se alimenta de outros peixes que possivelmente foram atraídos para a região dos tanques por se alimentarem de ração, portanto a conversão de energia é indireta e deve ser reduzida.



Desta forma, não houve diferença significativa no crescimento dos oócitos para esta espécie.

Mesmo com essa diferença nos tamanhos dos oócitos, quando foram descritas as fases do desenvolvimento gonadal, foi observado que a mesma é conservativa em ambas as áreas amostradas. Santos & Heid (1981) relatam que os ovários da maioria dos teleósteos estão aos pares e são estruturas alongadas e globosas, com localização na porção dorsal da cavidade abdominal, sendo o mesmo padrão observado na estrutura ovariana de *P. cf. platicirris* e *P. squamosissimus* e *G. proximus*. Assim como a descrição dos estágios da oogênese que serviu de ferramenta para a identificação das fases do desenvolvimento ovariano também parece ser conservativa.

O que podemos afirmar é que para as três espécies, a fase de apto a desova foi encontrada em ambas as áreas, confirmando que as espécies se reproduzem normalmente. A diferença que podemos apontar é a frequência e diversidade com que as fases do desenvolvimento ovariano ocorrem na área tanque, a qual associamos ao maior número de indivíduos coletados nas adjacências da piscicultura, por toda disponibilidade de recursos já descritos aqui. Entretanto, percebe-se que a proporção de fêmeas em fase de apto à desova para as espécies é bem similar entre as áreas. Para o mandi, a proporção de fêmeas em fase de apto a desova foi 15 no tanque e 13% no controle, para o porquinho, 8,2% e 8,1% e para a corvina, 11,6% e 12,1% respectivamente, demonstrando que a piscicultura não tem influência na taxa de reprodução.

Para as análises morfológicas dos machos, vimos algumas diferenças quando falamos em estrutura testicular entre *P. cf. platicirris*, *P. squamosissimus* e *G. proximus*. Nos siluriformes, e principalmente na família Pimelodidae, é comumente visto para essas espécies, os testículos franjados. Apesar do aspecto franjado, os testículos do mandi contêm túbulo seminíferos com células espermatogênicas organizadas em cistos, similar

ao observado na maioria dos teleósteos (GRIER, 1981). Este tipo de organização também foi descrito para o pimelodídeo *P. cf. platicirris* neste trabalho. Diferentemente da estrutura testicular da corvina *P. squamosissimus* e *G. proximus*, que são órgãos alongados, mais comuns entre os teleósteos.

Histologicamente observa-se que os testículos de *P. cf. platicirris* são do tipo tubular anastomosado, assim como espécies mais basais, como *Salminus brasilienses* (VERISSIMO-SILVEIRA, 2003), *Pseudoplatystoma fasciatum* (BATLOUNI et al., 2006), *Danio rerio* (LEAL et al., 2009) e *Pimelodus maculatus* (PASCHOALINI, et al., 2013). Para *P. squamosissimus* e *G. proximus*, a organização é do tipo lobular (GRIER, 1993), também caracterizada para outros Perciformes *Centropomus undecimalis* (GRIER; TAYLOR, 1998), *Rachycentron canadum* (BROWN-PETERSON et al., 2002) e *Cichla kelberi* (SIQUEIRA-SILVA, 2013).

Com a estrutura gonadal de machos e fêmeas de *P. cf. platicirris* e *P. squamosissimus* e *G. proximus* estabelecidas, além da gametogênese, pode-se identificar as fases ovarianas e testiculares e sua distribuição ao longo dos dois anos de coleta para obtenção do ciclo reprodutivo das espécies nas áreas Controle e Tanque. Honji (2006) e Barros (2011), juntamente com seus colaboradores, recomendam que a caracterização gonadal é imprescindível, não apenas por meio de análises macroscópicas, mas também por microscopia, pois as características externas das gônadas, muitas vezes não refletem a sua respectiva fase de desenvolvimento.

Comparando os ciclos e a distribuição das fases ovarianas de *P. cf. platicirris*, vimos que na área AC e AT foram encontrados animais em final de desenvolvimento em alguns momentos, como um grupo maior de frequência de fases em AT. Este fato explica o tipo de desova total da espécie nos períodos de reprodução. Para as fêmeas de *P. squamosissimus*, a situação foi similar, tanto na área AC como em AT, observa-se fêmeas

em Regeneração em praticamente todas as coletas, se preparando para a época reprodutiva, mas a fase de Apto a desova ocorre com mais frequência durante o ano. Portanto a corvina é uma espécie de desova total por um período prolongado. Segundo, Murua e Saborido-Rey (2003), neste tipo de desova, somente uma porção de oócitos maduros é liberada e o número de parcelas e a duração do período, pode variar de acordo com fatores como a temperatura, a pluviosidade e estratégias da espécie para sobrevivência dos ovos ou por uma necessidade de alta fecundidade quando há algum tipo de limitação. As fêmeas de *G. Proximus* apresentam desova parcelada, ou seja, reproduzem-se o ano todo, como para outros representantes da família Cichlidae como o *Heros efasciatus* (FAVERO, et al., 2010).

Na comparação de fases de maturação testiculares para o mandi *P. cf. platicirris* e para *P. squamosissimus* em AC e AT foram identificadas as três fases de Maturação (Inicial, Intermediária e Final), em *G. proximus* não encontramos indivíduos em Maturação inicial. Houve predominância de indivíduos em final de maturação testicular na área Tanque. Oliveira-Júnior (2002), em análise comparativa da reprodução do mandiamarelo, *P. maculatus* em dois trechos do Rio São Francisco – MG, observa que a distribuição bimestral das frequências absoluta e relativa dos estádios do ciclo reprodutivo de machos capturados nos dois trechos analisados, uma grande parte dos machos estavam em fase avançada de maturação, corroborando com nossos resultados.

Essa maior diversidade de fases de desenvolvimento encontradas nas áreas Tanque, mostram mais uma vez a relação com a predominância de indivíduos naquela área, por conta da disponibilidade de recursos diários para manutenção e crescimento dos estoques de tilápia que vão servir de recurso alimentar para as espécies adjacentes aos tanques como visto nas fêmeas.

O Índice Gonadosomático é a relação da massa gonadal com a massa do peixe e pode refletir o período e duração do período reprodutivo de desova da espécie (VAZOLER, 1996). Os dados do IGS coletados para fêmeas *P. cf. platicirris* e *P. squamosissimus* e *G. proximus*, foram calculados separadamente por fase reprodutiva, e evidenciaram uma ascensão dos valores com o avanço do desenvolvimento ovariano e um decréscimo nas fases posteriores a desova. O IGS é usualmente utilizado para identificar o período de desova das espécies.

Conjuntamente aos valores do IGS, foram necessárias as análises histológicas dos ovários, uma ferramenta para interpretação correta do período de desova (BREWER; RABENI; PAPOULIAS, 2008). Os trabalhos realizados com fêmeas de peixes que utilizam o IGS, geralmente analisam os dados por estação do ano, dados mensais ou bimestrais e, assim identificam o pico reprodutivo da espécie, que pode ser mais de um, ao longo do ano, como visto para as espécies de alguns estudos (BARBIERI, 1989; QUEROL et al., 2002; ROMAGOSA, et al. 2003; WILDNER et al., 2012). Quanto ao IGS então, podemos salientar que não houve diferença significativa entre as fêmeas das áreas amostradas durante o período de coleta, ou seja, a relação da massa da gônada e massa do peixe é a mesma, não estando sob influência da piscicultura. Esses resultados não corroboram com Brandão e colaboradores (2014), que verificaram a influência do cultivo em tanques-rede reservatório de Jurumirim e relatam que fêmeas de *P. maculatus* que estavam na área dos tanques, apresentaram um longo período reprodutivo, indicado pelo IGS.

Para os machos de corvina *P. squamosissimus*, o aumento do IGS conforme o avanço das fases é válido, mas para o mandi *P. cf. platicirris* e para o porquinho *G. proximus*, o IGS teve seu maior pico na fase de Maturação Intermediária, seguida da Maturação Final. Siqueira-Silva et al., (2013) relata para o ciclídeo *Cichla kelberi*, que

isso pode ter ocorrido porque a fase de Maturação Intermediária foi quando os testículos atingiram até o final da fase, seu volume máximo. É provável que conforme a abertura dos cistos espermatogênicos e liberação dos espermatozoides para o lúmen, esse volume diminua. Ainda a espermatogênese cessa neste momento, ficando o testículo apenas como estoque.

Conclui-se que se observou alterações, porém não foram significativas na maioria das vezes. Porém, pode-se inferir que essas pequenas alterações não parecem comprometer a reprodução das espécies, que como comprovamos, ocorre tanto na área controle, sem influencia alguma do cultivo, como na área dos tanques. Mostrando assim que essa importante atividade da aquicultura, as pisciculturas em tanque redes, parece intensificar a ocorrência das fases reprodutivas e que a disponibilidade de alimento do local, certamente atrai mais indivíduos para aquele local.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### - Frequencia sexual

Foi similar em *P. squamosissimus* espécie sedentária e *G. proximus* territorialista e um pouco discrepante para *P. cf. platicirris*, espécie migratória, mas se mostrou um dado constante não havendo interferência da piscicultura.

### - Proporção de fêmeas aptas a desova

A porcentagem de fêmeas em fase de Apto a Desova foi similar para as três espécies, reafirmando que não houve influência da piscicultura na reprodução.

### - Diâmetro dos oócitos

Para *P. cf. platicirris* e *G. proximus*, espécies onívoras, houve diferença significativa na medida do diâmetro dos oócitos. O mesmo não ocorreu para *P. squamosissimus* espécie carnívora.

### - Índice Gonadossomático (IGS)

Não houve diferença significativa para o IGS entre as áreas Tanque e Controle no período de amostragem, exceto para os machos de *G. proximus*.

### - Fases de desenvolvimento

A frequência com que as fases reprodutivas aparecem na área dos tanques é maior do que na área controle. Por outro lado, são as mesmas fases em que as células germinativas ovarianas ou testiculares, se desenvolvem da mesma forma em ambas as áreas.

Avaliando esses todos esses aspectos biológicos, bem como as alterações observadas, pode-se inferir que a piscicultura em tanques-rede localizada no reservatório de Ilha Solteira – SP, rio Grande, não compromete, mas intensifica a reprodução de fêmeas e machos do mandi *P. cf. platicirris*, a corvina *P. aquamosissimus* e o porquinho *G. proximus*.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALEXANDRINO, A. C.; PHAN, M. T.; PINHEIRO, E. F. G. Caracterização macroscópica das gônadas do Curimatá, *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881), durante o ciclo reprodutivo. **Boletim de Zoologia**, v. 9, n. 9, p. 159-175, 1985.

ANDRADE, V. X. L.; HONJI, R. M.; ROMAGOSA, E. Process of gonad maturation of *Pseudoplatystoma corruscans* fed diets containing different levels of protein and supplemented with corn oil. **Arq. Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 2, p. 332-342, 2010.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; JULIO JR, H. F. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**, p. 264-280, 2003.

AGOSTINHO et al., **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**, 2007.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Editora UFSM, 2002.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Editora UFSM, 2013.

BARBIERI, G. Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (osteichthyes, erythrinidae) da Represa do Monjolinho, São Carlos/SP. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 225-233, 1989.

BARROS, N. H. C.; NASCIMENTO, W. S.; ARAÚJO, A. S., GURGEL, L. L., CHELLAPPA, S. Aspectos reprodutivos de *Pimelodella gracilis* (Valenciennes, 1835) (osteichthyes: pimelodidae) do açude da Ecoregião Caatinga. **Biota Amazônia**, Amapá, v. 1, n. 2, p. 53-59, 2011.

BARROSO, R. M.; MUNOZ, A. E. P.; LIMA, D. M. O mercado da tilápia - 1º trimestre de 2017. In. EMBRAPA. Disponível em (<https://www.embrapa.br/pesca-e-aquicultura/busca-de>

[publicacoes/-/publicacao/1070578/o-mercado-da-tilapia---1-trimestre-de-2017](#)). Acesso em 10 de Julho de 2017.

BATLOUNI, S. R.; ROMAGOSA, E.; & BORELLA, I. M. The reproductive Cycle of male catfish *Pseudoplatystoma fasciatum* (Teleostei: Pimelodidae) revealed by changes of the germinal epithelium an approach addressed to aquaculture. **Animal Reproduction Science**, 96: 116-132, 2006.

BEVERIDGE, M.C.M. *Cage aquaculture*. 3ª ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2004.

BITTENCOURT, F. Cultivo de pacu *Piaractus mesopotamicus* sob diferentes densidades em tanques-rede no reservatório de Itaipu. 2008. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2008.

BOMBARDELLI, R.A.; SYPPERRECK, M.A.; SANCHES3, E.A. Hormônio liberador de gonadotrofinas em peixes: aspectos básicos e suas aplicações. Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR, Umuarama, v. 9, n. 1, p.59-65, 2006.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 2007. v. 23, 195 p. (Série Livros).

BRANDÃO, H.; LOBÓN-CERVIÁ, J.; RAMOS, I. P.; SOUTO, A. C.; NOBILE, A. B.; ZICA, E. O. P.; CARVALHO, E. D. Influence of a cage farming on the population of the fish species *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) in the Chavantes reservoir, Paranapanema River SP/PR, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.24, p.438-448, 2012.

BRANDÃO, H.; SANTANA, J. C. O.; RAMOS, I. P.; CARVALHO, E. D. Influence of cage farming on feeding and reproductive aspects of *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) in the Chavantes reservoir, Brazil, *Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá*, v. 36, n. 1, p. 41-50, Jan.-Mar, 2014.

BREWER, S. K.; RABENI, C. F.; PAPOULIAS, D. M. Comparing histology and gonadosomatic index for determining spawning condition of small-bodied riverine fishes. **Ecology of Freshwater Fish**, Malden, v. 17, n. 1, p. 54–58, 2008.

BROWN-PETERSON, N. J.; GRIER, H. J.; OVERSTREET, R. M. Annual changes in germinal epithelium determines male reproductive classes of the cobia. *J Fish Biol*; 60: 178-202, 2002.

BROWN-PETERSON, N. J.; WYANSKI, D. M.; SABORIDO-REY, F.; MACEWICZ, B. J.; LOWERRE-BARBIERI, S. K. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. **Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science**, Bethesda, v. 3, n. 1, p. 52–70, 2011.

CASATTI, L. Revision of the South American freshwater genus *Plagioscion* (Teleostei, Perciformes, Sciaenidae). *Zootaxa*. 1080:39-64, 2005.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Funep, 1992. 189 p.

COELHO, J. C. C.; MARTINS-NETO, M. A.; MARINHO, M. S. Estilos estruturais e evolução tectônica da porção mineira da bacia proterozóica do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 2 suppl, p. 149-165, 2008.

CHAGAS, J. M. A.; NINHAUS-SILVEIRA, A.; VERÍSSIMO-SILVEIRA, R. Ciclo testicular de *Devario aequipinnatus* (Teleostei, Cyprinidae): um potencial modelo biológico em experimentação animal. **Boletim do Instituto de Pesca**, [S.l.], v. 42, n. 4, p. 765-779, 2017.

CREPALDI, D. V.; FARIA, P.; TEIXEIRA, E. A.; RIBEIRO, L.; COSTA, A.; MELO, D. C.; CINTRA, A. P. R.; PRADO, S. A.; COSTA, F. A. A.; DRUMOND, M. L., LOPES, V. E.; MORAES, V. E. Biologia reprodutiva do surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. 34, p. 159-167, 2006.

DAVID, G. S. A tilápia do Tietê: Desafios e contradições da pesca artesanal de tilápias nos reservatórios hipereutróficos do médio rio Tietê. **Panorama da aquicultura**, 16: 24-27, 2006.

DE OLIVEIRA, R. C. O panorama da aquíicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. **Revista INTERTOX de toxicologia, risco ambiental e sociedade**, v. 2, n. 1, 2015.

DEMPSTER, T.; SANCHEZ-JEREZ, P.; BAYLE-SEMPERE, JT.; GIMÉNEZ-CASALDUERO, F.; VALLE, C. Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the southwestern Mediterranean Sea: spatial and short-term temporal variability. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, vol. 242, p. 237-252, 2002.



DOS SANTOS-SILVA, A. P.; SIQUEIRA-SILVA, D.H.; NINHAUS-SILVEIRA, A.; VERISSIMO-SILVEIRA, R. Oogenesis in *Laetacara araguaiae* (Ottoni and Costa, 2009) (Labriformes: Cichlidae). *Zygote*, v. 24, n. 4, p. 502-510, 2016.

ECHE, L.M.F. **Cultivo de peixes em tanques-rede: efeito sobre a energia e a estrutura trófica em ambientes aquáticos.** 2008. 48f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, 2008.

ESCHMEYER, W. N. and R. FRICKE, and R. VAN DER LAAN (eds). **Catalog of fishes: genera, species, references.**

(<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).

Electronic version accessed 02 July 2017.

FAO-Food and Agriculture Organization. The state of world fisheries and aquaculture (SOFIA) 2006. Rome: Fisheries and Aquaculture Department of Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007.

© FAO 2016. Cenário positivo é resultado de investimentos feitos no setor nos últimos anos.

<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/423722/>. Acesso em 18/01/2018.

FERNANDEZ-JOVER, D.; SANCHEZ-JEREZ, P.; BAYLE-SEMPERE, J. T.; VALLE, C.; DEMPSTER, T. Seasonal patterns and diets of wild fish assemblages associated with Mediterranean coastal fish farms. *Journal of Marine Science*. v. 65 p. 1153-1160, 2008.

FERNANDEZ-PALACIOS, H.; IZQUIERDO, M. S.; GONZALEZ, M.; ROBAINA, L.; VALENCIA, A. Combined effect of dietary a-tocopherol and n3 HUFA on egg quality of gilthead seabream broodstock *Sparus aurata*. *Aquaculture*, v. 161, p. 475-476, 1998.

FRANÇA, G. F.; GRIER, H. J.; QUAGIO-GRASSIOTO, I. A new vision of the origin and the oocyte development in the ostariophysi applied to *Gymnotus sylvius* (Teleostei, Gymnotiformes). **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 787-804, 2010.

GANECO, L. K.; NAKAGHI, L. S. O. Morfologia da micrópila e da superfície dos ovócitos de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* (Osteichthyes, Characidae), sob microscopia eletrônica de varredura. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**. Maringá, v. 25, n. 1, p. 227-231, 2001.

GODINHO, H. P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 3, p. 351-360, 2007.

GRAÇA, W.J. e PAVANELLI, C.S. **Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes**. Maringá: EDUEM, 2007.

GRIER, H. J. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. **American Zoologist**, v. 21, n. 2, p. 345-357, 1981.

GRIER, H. J. Comparative Organization of Sertoli Cells Including the Sertoli Cell Barrier. In L. D. Russel, and M. D. Griswold (eds). *The Sertoli cell*, p. 704-730, 1993.

GRIER, H. J.; TAYLOR, R. G. Testicular maturation and regression in the common snook. **Journal of Fish Biology**, British Isles, v. 53, n. 3, p. 521-542, 1998.

GRIER, H.J. & LO NOSTRO, F. The teleost germinal epithelium: a unifying concept. In: NORBERG, B., KJESBU, O.S., TARANGER, G.L., ANDERSSON, E. AND STEFANSSON, S.O. (Eds) *Proceedings of the Sixth International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish*, Bergen: University of Bergen Press. p. 233-236, 2000.

GRIER, H. J. The germinal epithelium: its dual role in establishing male reproductive classes and understanding the basis for indeterminate egg production in female fishes. **Institute of Marine Sciences**, Flórida, v. 53, p. 537-552, 2002.

GRIER, H. J.; ARANZABAL, M. C. U. The testis and spermatogenesis in teleost. In: JAMIESON, B. G. M. (Ed.). **Reproductive biology and phylogeny of fishes (agnathans and bony fishes)**. Enfield: Science Publishers, v. 8, p. 119-142, 2009.

HONJI, R. M.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Identification of the stages of ovary maturation of the Argentine hake *Merluccius hubbisi* Marini, 1933 (Teleostei: Merlucciidae): advantages and disadvantages of the use of the macroscopic and microscopic scales. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 329-337, 2006.

HONJI, R. Controle do eixo hipotálamo-hipófise-gonadas do surubim do Paraíba *Steindachneridion parahybae* (Siluriformes: Pimelodidae) em relação ao ciclo reprodutivo e à

reprodução induzida em cativeiro. 2011. Tese (Doutorado em Fisiologia Geral) Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ICOLD. International Commission on Large Dams. Role of Dams? Disponível em [http://www.icold-cigb.org/GB/dams/role\\_of\\_dams.asp](http://www.icold-cigb.org/GB/dams/role_of_dams.asp). Electronic version accessed 04 julho 2017.

ISHIBA, R.; QUAGIO-GRASSIOTTO, I.; FRANÇA, G. F., Aspectos estruturais do desenvolvimento gonadal e relação gonadossomática de machos e fêmeas ao longo do ciclo reprodutivo anual em *Gymnotus carapo* cf. *carapo* (teleostei: gymnotiformes: gymnotidae). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-CIC, 21., 2010, Botucatu.. **Anais...** Botucatu: UNESP, p. 1-10, 2010.

KLIEMANN, B. C. K. Ictiofauna silvestre como bioindicadora de influências de uma piscicultura em tanques-rede: ecologia trófica e histofisiologia. Dissertação, Unesp Botucatu, 93p, 2018.

KRKOSEK, M.; LEWIS, M. A.; MORTON, A.; FRAZER, L. N.; VOLPE, J. P. Epizootics of wild fish induced by farm fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 103, n. 42, p. 15506-15510, 2006.

LANGEANI, F.; CORRÊA E CASTRO, R. M.; OYAKAWA, O. T, SHIBATTA, A. O.; PAVANELLI, S. C.; CASATTI, L. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, 2007.

LE GAC, F.; LOIR, M. Male reproductive system, fish. In: KNOBIL, E.; NEILL, J. D. (Ed.). *Encyclopedia of reproduction*. San Diego: Academic Press. 3: 20-30, 1999.

LEAL, M. C.; CARDOSO, E. R.; NÓBREGA, R. H.; BATLOUNI, S. R.; BOGERD, J.; FRANÇA, L. R.; SCHULZ, R. W. Histological and stereological evaluation of zebrafish (*Danio rerio*) spermatogenesis with an emphasis on spermatogonial generations. **Biology of reproduction**, v. 81, n. 1, p. 177-187, 2009.

LIMA, R. V. A.; BERNARDINO, G.; VAL-SELLA, M. V.; FAVA DE MORAES, F.; BORELLA, M. I. **Boletim Técnico**, Pirassununga, v. 4, n. 1, p. 1-46, 1991.

LIMA-JUNIOR, S. E.; GOITEIN, R. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no rio Piracicaba (SP, Brasil). **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 32(1): 87-94, 2006, v. 13506, p. 900, 2006.

LOPES, K.; QUEIROZ, H. L. Uma revisão das fases de desenvolvimento gonadal de pirarucus *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) por meio da análise macroscópica como uma proposta para unificação destes conceitos e sua aplicação prática nas reservas Mamirauá e Amanã. **UAKARI**, Tefé, v. 5, n. 1, p. 39-48, jun. 2009.

LOWERRE-BARBIERI, S. K; BROWN-PETERSON, N. J; MURUA, H; TOMKIEWICZ, J; WYANSKI, D; SABORIDO-REY, F. Emerging issues and methodological advances in fisheries reproductive biology. **Marine and Coastal Fisheries [online serial]**, England, v. 3, p. 32-51, 2011.

MACHIAS, A.; GIANNOULAKI, M.; SOMARAKIS, S.; MARAVELIAS, C.D.; NOFITOU, C.; KOUTSOUBAS, D.; PAPADOPOULOU, K.N.; KARAKASSIS, E I. Fish farming effects on local fisheries landings in oligotrophic seas. *Aquaculture*, 261: 809-816, 2006.

MAIA, B. P.; RIBEIRO, S. M. F.; BIZZOTTO, P. M.; VONO, V.; GODINHO, H. P. Reproductive activity and recruitment of the yellow-mandi *Pimelodus maculatus* (Teleostei: Pimelodidae) in the Igarapava Reservoir, Grande River, Southeast Brazil **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 147-152, 2007.

MALLASEN, M.; BARROS, H. P.; YAMASHITA, E. Y. **Produção de peixes em tanques-rede e a qualidade da água**. Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária, Campinas, v.1, n.1, p. 47-51, 2008.

MARQUES, H.; DIAS, J. H. P.; BELMONT, R. A. F.; BOCCARDO, A. S. Estatística Pesqueira do Reservatório de Ilha Solteira, Alto Rio Paraná, com ênfase nas espécies introduzidas. In: ENCONTRO DE CIÊNCIAS DA VIDA, 2, 2008, Ilha Solteira. **Encontro...** Ilha Solteira: FEIS/Unesp, 2008. (CD-ROM).

MARQUES, H.; DIAS, J. H. P.; BELMONT, R. A. F.; BOVOLENTA, S. Relação peso/comprimento e condição relativa de *Geophagus proximus* (Castelnau, 1855) (Perciformes, Cichlidae) no Reservatório de Ilha Solteira, Alto Rio Paraná. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE

ICTIOLOGIA, 18, 2009, Cuiabá. **Encontro...** Cuiabá: Associação Brasileira de Ictiologia, 2009. (CD-ROM).

MEDEIROS, FC. *Tanque-rede: mais tecnologia e lucro na piscicultura*. 1<sup>a</sup> ed. Cuiabá/MT: Centro América, 2002. 110 p.

MELO, F. C. S. A.; MALDONADO, I. R. S. C.; BENJAMIN, L. A.; MATTA, S. L. P. 2005. Biologia Reprodutiva de fêmeas de Lambari-Prata (*Astyanax scabripinnis*) (Characidae, Tetragonopterinae) em tanques de piscicultura. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 304, p. 811-829, 2005.

MORTON, A.; ROUTLEDGE, R.D.; WILLIAMS, R. Temporal patterns of sea louse infestation on wild Pacific salmon in relation to fallowing of Atlantic salmon farms. *North American Journal of Fisheries Management*, 25: 811–821, 2005.

MURUA, H.; SABORIDO-REY, F. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. **Journal of Northwest Atlantic Fishery Science**, Canadá, v. 33, p. 23-31, 2003.

NAVARRO, R. D.; RIBEIRO-FILHO, O. P.; FERREIRA, W. M.; PEREIRA, F. K. S. A importância das vitaminas E, C e A na reprodução de peixes: revisão de literatura. **Rev Bras Reprod Anim**, Belo Horizonte, v.33, n.1, p.20-25, 2009.

NELSON, J. S.; GRANDE, T. C.; WILSON, M. V. H. *Fishes of the World*. WILEY 5th Edition)

NOBREGA, R. H. Capacidade suporte das células de Sertoli e alterações do epitélio germinativo masculino e do tecido intersticial durante o ciclo reprodutivo de peixes neotropicais. Botucatu, Brasil. Universidade Estadual Paulista; 2003. Monograph.

NÓBREGA, R. H; GREEBE, C. D., VAN DE KANT, H.; BOGERD, J.; FRANÇA, L. R.; SCHULZ, R. W. Spermatogonial stem cell niche and spermatogonial stem cell transplantation in zebrafish. **PloS one**, v. 5, n. 9, p. e12808, 2010.

OLIVEIRA-JÚNIOR, R.L. Análise comparativa da reprodução do mandi amarelo, *Pimelodus maculatus* Lacèpede, 1803 (Pisces, Pimelodidae), em dois trechos do rio São Francisco, MG. (Dissertação, Mestrado em Biologia Celular). Belo Horizonte: Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, 43p., 2002.



OYAKAWA, O. T.; MENEZES, N. A. Checklist of fresh water fishes from São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 1a, p. 19-32, 2011.

PARENTI, R. L.; GRIER, H. J. Evolution and phylogeny of gonad morphology in bony fishes. **Integrative and Comparative Biology**, Australia, v. 44, n. 5, p. 333–348, 2004.

PASCHOALINI, A. L.; PERINI, V. D. R.; RIBEIRO, D. M.; FORMAGIO, P. S.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Reproduction of *Pimelodus maculatus* (Siluriformes: Pimelodidae) in three section of Grande River basin, downstream Porto Colombia dam, south-eastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n. 3, p. 615-623, 2013.

PILLAY, T.V.R. **Aquaculture and the environment**. 2<sup>a</sup> ed. Oxford: Blackwell Publishing, 208p, 2008.

PELICICE, F.M.; VITULE, J.R.S.; LIMA-JUNIOR, D.P.; ORSI, M.L; AGOSTINHO, A.A. A serious new threat to Brazilian freshwater ecosystems: the naturalization of nonnative fish by decree. *Conservation Letters*, 7(1): 55–60, 2014.

QUAGIO-GRASSIOTTO, I.; GRIER, H. J.; MAZZONI T. S.; NÓBREGA R. H.; AMORIM, J. P. Activity of the ovarian germinal epithelium in the freshwater catfish, *Pimelodus maculatus* (Teleostei: Ostariophysi: Siluriformes): germline cysts, follicle formation and oocyte development. **Journal of Morphology**, Chichester, v. 8, p. 290–306, 2011.

QUAGIO-GRASSIOTTO, I.; WILDER, D.D.; ISHIBA, R. Gametogênese de peixes: aspectos relevantes para o manejo reprodutivo. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 37, n.2, 181-191, 2013.

QUEROL, M. V. V.; QUEROL, E.; GOMES, N. N. A. Fator de condição gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *Loricariichthys platymetoron* (osteichthyes, loricariidae), Bacia do rio Uruguai médio, sul do Brasil. **Iheringia**, Rio Grande do Sul, v. 92, n. 3, p. 79-84, 2002.

RAMOS, I. P.; VIDOTTO – MAGNONI, A. P.; CARVALHO, E. D. Influence of cage fish farming on the diet of dominant fish species of a Brazilian reservoir (Tietê River, High Paraná River basin). *Acta Limnológica Brasileira*, v. 20, n. 3, p. 245-252, 2008.

RAMOS, I. P.; MAGNONI, A. P. V.; BRANDÃO, H.; DAVID, G. S.; CARVALHO, E. D. Feeding, reproduction and population structure of *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803

- (Teleostei, Siluriformes, Pimelodidae) from Paraná basin: a review. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, p. 1-15, 2011.
- RAMOS, I.P.; BRANDÃO, H.; ZANATTA, A.S.; ZICA, E.O.P.; SILVA, R.J Da; REZENDE-AYROZA, D.M.M De; CARVALHO, E.D. Interference of cage fish farm on diet, condition factor and numeric abundance on wild fish in a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, v.414–415, p.56–62, 2013.
- RODRIGUES, M. D. S., SIQUEIRA-SILVA, D. H., QUIRINO, P. P., NINHAUS-SILVEIRA, A.; VERISSIMO-SILVEIRA, R. (2015). Spermatogenesis in the yellowtail tetra *Astyanax altiparanae*: a histological analyses with emphasis to spermatogonial and spermatid types. **BOLETIM DO INSTITUTO DE PESCA**, v. 41, p. 697-705, 2015.
- ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.; GODINHO, H.; PAIVA, P.; BRAGA, F. Mudancas morfológicas dos ovários de Pacu *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887) em condicoes de confinamento. **Bol Instit Pesca**, v. 20, p. 67-80, 1993.
- ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; BORELLA, M. I.; FENERICH-VERANI, N. Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzidas a reprodução. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 2, p.139-147, 2001.
- ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y. Desenvolvimento e diferenciação dos ovócitos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Osteichthyes, Characidae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 433-438, 2002.
- ROMAGOSA, E.; PAIVA, P.; ANDRADE-TALMELLI, E. F.; GODINHO, H. M. Biologia Reprodutiva de fêmeas de Cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Teleostei, Siluriformes, Pimelodidae), mantidas em cativeiro. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 151-159, 2003.
- ROTTA, M. A.; DE QUEIROZ, J. F. Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes. **Embrapa Pantanal-Documentos (INFOTECA-E)**, 2003.
- SANTOS, H. S. L. & HEID. **Histologia de peixes**. São Paulo: Ed. Funep, 1981. 80 p.
- SELMAN, K.; WALLACE, R. A. Gametogenesis in *Fundulus heteroclitus*. **American Zoologist**, Washington, v. 26, n. 1, p. 173-192, 1986.

SELMAN, K.; WALLACE, R. A. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts.

**Zoological Science**, Tokyo, v. 6, p. 211–231, 1989.

SILVA, T. T. *Pimelodus maculatus* e *P. platicirris* (Siluriformes: pimelodidae) no alto rio Paraná: caracterização morfológica, dieta e reprodução. 2015. vii, 39 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Centro de Aquicultura de Jaboticabal, 2015.

SIQUEIRA-SILVA, D. H.; VICENTINI, C. A.; VERÍSSIMO-SILVEIRA, R.; NINHAUS-SILVEIRA, A. Reproductive cycle of the neotropical cichlid yellow peacock bass *Cichla kelberi*: a novel pattern of testicular development. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 587-596, 2013.

SIQUEIRA-SILVA, D. H.; SILVA, A. P. S.; VERÍSSIMO-SILVEIRA, R.; NINHAUS-SILVEIRA, A. Morfologia da papila urogenital e seus condutos componentes em *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Characiformes: Characidae). **Neotrop. Ichthol.** Maringá, v. 13, n. 2, p. 309-316, 2015.

SOUZA, G. M.; LEITE, M. A. Custo de produção de piscicultura da espécie tilápia no sistema intensivo de tanque rede. **QUALIA: a ciência em movimento**, v.2, n.2, p.141-167, 2016.

SUZUKI, H. I., Bulla, C. K., AGOSTINHO, A. A., & GOMES, L. C. (2005). Estratégias reprodutivas de assembleias de peixes em reservatórios. *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. Londrina: Rima, 223-236, 2005.

SCHULTER, E.P.; VIEIRA FILHO, J.E.R. **Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de Tilápia**. Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada- Brasília. Rio de Janeiro: Ipea, 2017.

SHIBATTA, O. A.; DIAS, J. H. P. Peixes do Brasil: CESP 40 anos – Rio de Janeiro, Doiis, 2006. 208 p.

TAKAHASHI, E. L. H.; GOINTEIN, R.; NAKAGHI, L. S. O. Maturidade do ovário no cascudo *Hypostomus strigaticeps* (Siluriformes, Loricaridae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 107-112, 2008.

- TAKEL, Y.; KAWAKOSHI, A.; TSUKADA, T.; YUGE, S.; OGOSHI, M.; INOUE, K.; MIYANO, S. Contribution of comparative fish studies to general endocrinology: structure and function of some osmoregulatory hormones. **Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology**, v. 305, n. 9, p. 787-798, 2006.
- TORLONI, C. E. C; SANTOS, J. J; CARVALHO JR, A. A; CORRÊA, A. R. A. A pescada-do-piauí *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo – CESP. / CESP, São Paulo, 1993. 23p.
- URIBE, M. C; GRIER, H. J. Proliferation of Oogonia and folliculogenesis in the viviparous teleost *Ilyodon whitei* (Goodeidae). **Journal of morphology**, v. 275, n. 9, p. 1004-1015, 2014.
- VAZZOLER, A. E. A. DE M. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução e crescimento. Brasília, CNPq-Programa Nacional de Zoologia. 108p, 1981.
- VAZZOLER, A. E. A . M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM/SBI/CNPq/Nupélia, 1996. 169 p.
- VERAS, G. C.; MURGAS, L. D. S.; ZANGERONIMO, M. G.; OLIVEIRA, M. M.; ROSA, P. V.; & FELIZARDO, V. O. Ritmos biológicos e fotoperíodo em peixes. **Archivos de Zootecnia**, 62(237), 25-43, 2013.
- VERÍSSIMO-SILVEIRA, R. **Ciclo reprodutivo e cinética da espermatogênese do Dourado (*Salminus maxillosus Valenciennes*. 1849. 60 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Jaboticabal, 2003.**
- VERÍSSIMO-SILVEIRA, R; GUSMÃO-POMPIANI, P., VICENTINI, C. A., & QUAGIO-GRASSIOTTO, I. Spermiogenesis and spermatozoa ultrastructure in *Salminus* and *Brycon*, two primitive genera in Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes). **Acta Zoologica**, v. 87, n. 4, p. 305-313, 2006.
- VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; CARVALHO, E. D. Aquatic insects as the main food resource of fish the community in a Neotropical reservoir. **Neotropical Ichthyology Porto Alegre**, v. 7, n. 4, p. 701–708, 2009.
- WALLACE, R. A.; SELMAN, K. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. **American Zoologist**, Washington, v. 21, n. 2, p. 325-343, 1981.

WESTON, D. P. The effects of aquaculture on indigenous biota. In: BRUNE, D. E. e TOMASSO, J. R. (eds). Aquaculture and water quality. Louisiana. The world Aquaculture Society, p. 534-567, 1991.

WILDNER, D. D.; GRIER, H.; QUAGIO-GRASSIOTTO, I. Female germ cell renewal during the annual reproductive cycle in Ostariophysians fish. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 79, n. 4, p. 1-16, 2012.

KHAN, M.A., JAFRI, A.K. and CHADHA, N.K. Effects of varying dietary protein levels on growth, reproductive performance, body and egg composition of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). *Aquacult. Nutr.*, 11: 11-17, 2005.

KUBITZA, F. Aquicultura no Brasil: Principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. **Panorama da Aquicultura**, v.25, n.150, p.10-23, 2015.

KULLANDER, S. O. **Cichlid fishes of the Amazon River drainage of Peru**. Dept. of Vertebrate Zoology, Research Division, Swedish Museum of Natural History, 1986.