

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ZOOLOGIA

ISABELLE LEITE BAYONA PEREZ

**Biologia reprodutiva de *Cyphocharax modestus* (Characiformes:
Curimatidae) no rio Taquari (alto rio Paranapanema), São Paulo,
Brasil.**

Botucatu
Julho – 2014

ISABELLE LEITE BAYONA PEREZ

Biologia reprodutiva de *Cyphocharax modestus* (Characiformes: Curimatidae) no rio Taquari (alto rio Paranapanema), São Paulo, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof.º Dr. Igor Paiva Ramos
Orientador: Prof.º Dr. Edmir Daniel Carvalho (*In memoriam*)
Coorientador: Prof.º Dr. Gianmarco Silva David
Coorientador: Prof.º Dr. Fausto Foresti

Botucatu
Julho – 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE - CRB 8/5651

Perez, Isabelle Leite Bayona.

Biologia reprodutiva de *Cyphocharax modestus* (Characiformes: Curimatidae)
no rio Taquari (alto rio Paranapanema), São Paulo, Brasil / Isabelle Leite Bayona
Perez. - Botucatu, 2014

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências de Botucatu

Orientador: Igor Paiva Ramos

Coorientador: Gianmarco Silva David

Coorientador: Fausto Foresti

Capes: 20502001

1. Peixe - Reprodução. 2. Caraciformes. 3. Ecologia. 4. Histologia. 5.
Paranapanema, Rio.

Palavras-chave: Ecologia; Gônadas; Histologia; Reprodução.

Dedico ao Prof.º Dr. Edmir Daniel Carvalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço

Ao saudoso professor Dr. Edmir Daniel Carvalho pela oportunidade, confiança, pelos seus ensinamentos e agradável convívio. Será sempre lembrando com carinho.

Ao meu co-orientador Dr. Gianmarco Silva David pelo grande aprendizado que adquiri durante o desenvolvimento deste trabalho. Sem dúvida o levarei por toda minha carreira profissional.

Ao professor Dr. Fausto Foresti pelo tempo de orientação e compreensão.

À professora Dra. Irani Quagio-Grassiotto pela oportunidade de desenvolver parte fundamental de meu estudo em seu laboratório.

Ao Dr. Júlio Santana pela imprescindível colaboração, pelos ensinamentos e disposição em ajudar com as análises.

À técnica Keila Emílio pelos ensinamentos dos procedimentos técnicos e pelo grande auxílio durante a rotina laboratorial.

Ao meu orientador atual, professor Dr. Igor Paiva Ramos, pelos auxílios no final do meu mestrado.

Ao professor Dr. Francisco Manoel Braga (UNESP- campus Rio Claro) pela oportunidade de realizar estágio em seu laboratório.

À Msc. Mariana Bissoli (UNESP – Rio Claro) pela disposição e auxílio.

Aos meus colegas do Laboratório de Biologia e Ecologia de Peixes pelo companheirismo e apoio durante o mestrado.

Aos meus amigos de Matão, Andréa, Mário, Richard, Joílson, Mariana, Nara, Daniele, Bruna.

Aos amigos que fiz em Botucatu, Ottilie, Millke, Juliana, Mariana, Sergianne, Maria Rita, Daniele, Paula, Rafael, Dael e Alexandre pelos grandes momentos agradáveis junto a vocês.

À minha família pelo apoio e carinho, em especial à minha mãe e minha avó Zilda pelo auxílio em todos os momentos.

RESUMO

Objetivou-se analisar as táticas reprodutivas do curimatídeo nativo *Cyphocharax modestus*, em quatro pontos distintos (Alto, Médio, Baixo e Lago) distribuídos ao longo do rio Taquari e área de influência do reservatório de Jurumirim, Alto Rio Paranapanema, SP. Foram analisados um total de 1108 (401 fêmeas, 392 machos e 296 exemplares cujo o sexo não pode ser definido macroscopicamente). O material biológico foi obtido através de coletas mensais realizadas de setembro/2012 a agosto/2013, com a utilização de redes de espera. Cada exemplar teve o comprimento padrão medido (cm), pesado (g), dissecado para identificação macroscópica do sexo e a gônada retirada. Em seguida, as gônadas foram avaliadas quanto ao grau de maturação. A escala macroscópica para maturação gonadal foi verificada a por meio de análises histológicas, que também foram avaliadas quanto ao tipo de desova. Não foi verificado dimorfismo entre os sexos e sua proporção não apresentou desvio significativo de 1:1. O comprimento padrão em que 50% das fêmeas entram em processo de maturação gonadal (CP_{50%}) foi estimado em 7,1 cm, sendo uma espécie de desova parcelada. Os valores calculados para RGS foram superiores para fêmeas em relação aos machos. Os valores de RGS das fêmeas foi significativamente superior nos pontos situados à montante em relação aos pontos da jusante, que não diferiram entre si. Para machos foi encontrado padrão semelhante ao das fêmeas, com valores decrescentes no sentido à jusante. A variação sazonal dos valores de RGS mostra que a atividade reprodutiva concentra-se na primavera e verão, com as fêmeas apresentando valores mais altos na primavera e verão, enquanto para machos os valores médios mais altos foram registrados a primavera, significativamente superiores aos das outras estações, que não diferiram significativamente entre si. Isto é corroborado pela variação da frequência de fêmeas maduras, que foi superior nos meses de Setembro e Outubro e em machos nos meses de Setembro e Dezembro. Conclui-se que esta espécie apresenta período reprodutivo relativamente longo, nos períodos que tendem a ter maior pluviosidade e temperaturas mais altas. Esta espécie encontra a na parte alta do rio Taquari condições mais adequadas à desova, evidenciando a importância dos habitats lóticos dos afluentes para a viabilidade da população de *C. modestus* neste reservatório.

Palavras-chave: ecologia, gônadas, histologia, reprodução

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the reproductive tactics of the *Cyphocharax modestus*, a native fish of the family Curimatidae, at four different points distributed along the Taquari River and catchment area of the reservoir Jurumirim, Alto Rio Paranapanema, SP. The biological material was obtained through monthly collections made between September/2012 to August/2013 using of gillnets. Each specimen was measured for standard length (cm), was weighed (g) and dissected for macroscopic identification of sex. The gonads were weighed and macroscopically evaluated to their degree of maturation. The macroscopic gonad maturation was verified by histological analyzes, which were also assessed for spawning type and other details of reproductive biology. There was no sexual dimorphism and sex ratio showed no significant deviation from a 1:1 ratio. The CP_{50%} of females of *C. modestus* was estimated at 7.1 cm, and histological evidence indicated to be a multiple spawner. The calculated values for RGS were higher for females and males average RGS of females was significantly higher in points located upstream relative to downstream points, which did not differ. For both males and females, a pattern of decreasing RGS values towards downstream was found, showing that the region of the upper Rio Taquari is a spawning area of this species. Seasonal variation of RGS shows that reproductive activity is concentrated in spring and summer, with females showing higher values in spring and summer, while for males the highest values were recorded in spring, significantly higher than the other stations, which do not differ significantly each other. This is corroborated by the variation in the frequency of mature females, which was higher in the months of September and October and males in the months of September and December. The information presented in this work allows us to conclude that this species has a relatively long reproductive period, during periods of intense rainfall and higher temperatures. This species is found in the upper part of the Taquari river most suitable spawning conditions, highlighting the importance of lotic habitats of the tributaries to the viability of the population of *C. modestus* in this reservoir.

Key words: reproduction, ecology, histology, gonads

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Mapa da área do reservatório de Jurumirim, mostrando o Rio Taquari e a distribuição dos pontos denominados Alto, Alto-Lagoa, Médio, Baixo e Lago, onde foram coletadas as amostras utilizadas no presente estudo 16
- Figura 2. Distribuição de frequências em classes de comprimento padrão para machos, fêmeas e indivíduos de sexo indeterminado de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim. 19
- Figura 3. Proporção de fêmeas de *Cyphocharax modestus* reprodutivamente ativas (em maturação, madura e esgotada) capturadas no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim. CP50% é o comprimento padrão em que a metade das fêmeas já teria iniciado a atividade reprodutiva..... 20
- Figura 4. Variação da porcentagem de fêmeas e machos agrupados nos vários estádios de desenvolvimento gonadal por local de coleta, segundo a análise macroscópica de gônadas de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 em quatro pontos de amostragem distribuídos no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim..... 21
- Figura 5. Resultados do teste de Kruskal-Wallis e da comparação múltipla de Dunn para a Relação Gonadosomático (RGS) de fêmeas (A) e machos (B) de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 em quatro pontos de amostragem no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim..... 22
- Figura 6. Variação mensal da porcentagem de fêmeas (A) e machos (B) nos vários estádios de desenvolvimento gonadal segundo a análise macroscópica de gônadas de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 em quatro pontos de amostragem distribuídos no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim. 23
- Figura 7. Resultados do teste de Kruskal-Wallis e da comparação múltipla de Dunn para a Relação Gonado Somática (RGS) de fêmeas (A) e machos (B) de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 e agrupados por estação do ano no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim..... 24

Figura 8. Folliculogênese e Desenvolvimento folicular nos ovários de <i>Cyphocharax modestus</i>	28
Figura 9. Desenvolvimento ovariano de <i>Cyphocharax modestus</i> . Fase de desenvolvimento..	30
Figura 10. Desenvolvimento ovariano de <i>Cyphocharax modestus</i> . Fase apto a desovar.....	31
Figura 11. Desenvolvimento ovariano de <i>Cyphocharax modestus</i> . Fase apto a desovar: subfase desova ativa..	33
Figura 12. Desenvolvimento ovariano de <i>Cyphocharax modestus</i> . Fase regressão.....	35
Figura 13. Desenvolvimento ovariano de <i>Cyphocharax modestus</i> . Fase regeneração.....	37
Figura 14. Maturação testicular em <i>Cyphocharax modestus</i> . Fase desenvolvimento.....	39
Figura 15. Maturação testicular em <i>Cyphocharax modestus</i> . Fase Apto a liberar esperma ou espermiar.....	41
Figura 16. Maturação testicular em <i>Cyphocharax modestus</i> . Fase regressão..	43
Figura 17. Maturação testicular em <i>Cyphocharax modestus</i> . Fase regeneração.	44
Figura 18. Variação mensal da porcentagem de fêmeas (A) e machos (B) nos vários estádios de desenvolvimento gonadal segundo a análise microscópica de <i>Cyphocharax modestus</i> capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 em quatro pontos de amostragem distribuídos no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim..	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição macroscópica dos estádios de maturação ovariana de <i>Cyphocharax modestus</i>	18
Tabela 2. Descrição macroscópica dos estádios de maturação testicular de <i>Cyphocharax modestus</i>	18
Tabela 3. Estatística descritiva de tamanhos e pesos para machos e fêmeas de <i>Cyphocharax modestus</i> capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim.	20
Tabela 5. Frequências dos estádios de maturação ovariana de <i>Cyphocharax modestus</i> resultantes das análises microscópicas por estágio de maturação gonadal segundo a macroscopia. entre parênteses constam os números de gônadas analisadas microscopicamente; entre colchetes constam as porcentagem de ovários em cada estágio de maturação segundo a microscopia.	45
Tabela 6. Frequências dos estádios de maturação testicular de <i>Cyphocharax modestus</i> resultantes das análises microscópicas por estágio de maturação gonadal segundo a macroscopia. Entre parênteses constam os números de gônadas analisadas microscopicamente; entre colchetes constam as porcentagens de ovários em cada estágio de maturação segundo a microscopia.	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Métodos de amostragem e processamento de dados	15
3.2 Histologia	16
3.3 Estrutura populacional e Dinâmica Reprodutiva	16
4. RESULTADOS	19
4.1 Análises microscópicas de gônadas de <i>Cyphocharax modestus</i>	24
4.1.1 Estrutura ovariana de <i>Cyphocharax modestus</i>	25
4.1.2 Foliculogênese e Desenvolvimento folicular	25
4.1.3 Desenvolvimento ovariano	26
4.1.3.1 Desenvolvimento	26
4.1.3.2 Apto a desovar	26
4.1.3.3 Subfase: Desova Ativa	32
4.1.3.4 Regressão	34
4.1.3.5 Regeneração	36
4.1.4 Fases microscópicas de maturação dos testículos de <i>Cyphocharax modestus</i>	38
4.1.4.1 Desenvolvimento	38
4.1.4.2 Apto a espermiar	40
4.1.4.3 Regressão	42
4.1.4.4 Regeneração	42
5. DISCUSSÃO	48
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A – Fêmea em maturação	57
APÊNDICE B – Fêmea madura	58

APÊNDICE C – Fêmea esvaziada.....	58
APÊNDICE D – Macho em maturação.....	59
APÊNDICE E – Macho maduro.....	59

1. INTRODUÇÃO

Uma avaliação adequada dos parâmetros relacionados à reprodução das populações de peixes é um componente essencial para a conservação da biodiversidade e gerenciamento dos estoques pesqueiros. (BROWN-PETTERSON *et al.*, 2011). Sobre a reprodução de uma espécie, inúmeras informações podem ser obtidas, das quais as mais investigativas são aquelas que permitem fornecer indicações sobre o desenvolvimento cíclico das gônadas, época e local de desova e comprimento em que os indivíduos entram para o processo reprodutivo (SOUZA, 2006). Ainda, para elucidar o ciclo reprodutivo de um animal, é necessário compreender o desenvolvimento de células germinativas e como esse processo ocorre em todo o aparelho reprodutivo. Estudos que associam características microscópicas as macroscópicas são justificados pela necessidade de garantir uma correta classificação dos estágios de desenvolvimento (SHINOZAKI-MENDES *et al.*, 2013). Estas informações são subsídios necessários e importantes na regulamentação da pesca, quanto à época, local e tamanho dos indivíduos que podem ser capturados dentro de um programa de manejo, permitindo também a tomada de medidas racionais na preservação de estoques ou no controle de espécies indesejáveis (GOULART, 1994; MARQUES *et al.*, 2000).

A combinação de habitats, fisiologia e comportamentos reprodutivos determinam a estratégia reprodutiva (WOOTTON, 1984). Já as táticas reprodutivas são características variáveis no padrão de resposta às flutuações ambientais (VAZZOLER, 1996) influenciadas pela variabilidade e a qualidade das condições abióticas, pela disponibilidade de alimento e pela predação, a fim de maximizar as chances de fertilização e dispersão dos peixes (ABILHOA *et al.* 2011). Frente a essa variabilidade, são capazes de alocar energia, via alimentação e utilizar parte da mesma transformando-a em prole, de modo a garantir seu sucesso reprodutivo (VAZZOLER, 1996). Cada fase de desenvolvimento dos peixes pode ocorrer em habitats distintos e determinados, tais como corredeiras, remansos, lagoas marginais e poções, entre outros, sendo que o conjunto desses habitats, dependendo da região, pode compreender um mosaico de ecossistemas de grande complexidade (WOOTTON, 1998).

Segundo BRITSKI *et al.* (1984) o conhecimento de peixes de água doce da América do Sul encontra-se ainda em estado incipiente, quando comparado com certas áreas temperadas do mundo. A família Curimatidae engloba um grande número de espécies de peixes Characiformes, popularmente conhecidos como saguirus, birus e manjubas (VARI,

2003). Tem distribuição geográfica restrita à América do Sul e sudeste da América Central, com representantes em ambientes como lagoas e rios (NELSON, 1994; GRAÇA & PAVANELLI, 2007). A maioria dessas espécies é de pequeno porte, possui o corpo fusiforme e se diferencia de outros Characiformes pela ausência de dentes nos adultos (VARI, 1989).

Os saguirus, *Cyphocharax modestus* (Fernández-Yépez, 1948), são curimatídeos de pequeno porte que ocorrem na Bacia do Alto Paraná (VARI, 1989), sendo o 17 cm o tamanho máximo registrado para a espécie (SUZUKI *et al.*, 2004). São abundantes em reservatórios de hidrelétricas e sua importância ecológica nas comunidades de peixes neotropicais relaciona-se aos processos de ciclagem de nutrientes associada ao hábito alimentar detritívoro (GIORA & FIALHO, 2003). Com relação à biologia populacional e reprodutiva de espécies de curimatídeos, alguns estudos já foram realizados para a espécie *Curimatus gilberti* (ROMAGOSA *et al.*, 1984), *Cyphocharax voga* (SCHIFINO *et al.*, 1998), *Steindachnerina insculpta* (HOLZBACH *et al.*, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2007), *Curimatella lepidura* (ALVARENGA, 2006; ANDRADE *et al.*, 2010), *Cyphocharax gilbert* (MENEZES & CARAMASCHI, 2007), *Cyphocharax nagelii* e *Steindachnerina insculpta* (PERESSIN *et al.*, 2013). Entretanto, é importante ressaltar a escassez de estudos sobre biologia reprodutiva de *Cyphocharax modestus* (BARBIERI & HARTZ, 1995; BARBIERI, 1995; SUZUKI *et al.*, 2004; CARMASSI *et al.*, 2008).

Ao longo do século XX, foram construídos diversos barramentos em grandes rios visando a geração de eletricidade (TUNDISI, 2003; AGOSTINHO *et al.*, 2007). Estes represamentos tornaram os grandes rios da região Sudeste como o Tietê, o Paranapanema e o Grande em uma sucessão de lagos artificiais dispostos em um sistema de cascata (TUNDISI, 1999). A interrupção do curso natural do rio pela construção de barragens causa alterações na dinâmica físico-química da água e na qualidade e quantidade de habitats e recursos disponíveis (AGOSTINHO *et al.*, 2007). A reestruturação da comunidade de peixes devido aos impactos causados pelos barramentos tende a privilegiar espécies de menor porte, baixa longevidade e elevado potencial reprodutivo, em substituição daquelas de grande porte (AGOSTINHO *et al.*, 1992).

A represa de Jurumirim é a primeira de uma série de 11 dispostas em cascata no rio Paranapanema, e opera como bacia de acumulação, regulando o volume de água que flui para as demais represas à jusante. Sua barragem situa-se nas coordenadas geográficas 23°12'17"S e 49°13'19"W e foi construída a partir do final da década de 1950, iniciando sua operação em 1962 (HENRY & NOGUEIRA, 1999). A área de drenagem da represa abrange

aproximadamente 17.800 km², tendo dez afluentes em sua margem direita e sete na margem esquerda (CARVALHO, 2009). O rio Taquari é o principal afluente da margem esquerda do reservatório de Jurumirim, sendo que a sua desembocadura está bem próxima à área da barragem da represa de Jurumirim, denominada “UHE Armando Laydner Nogueira” (Figura 1). Em termos de climáticos, sua bacia de drenagem está inserida em uma região de clima subtropical, com precipitação anual média variando entre 1520 a 1640 mm (HENRY & GOUVEIA, 1993), que refletem duas estações distintas, a seca e chuvosa. No entanto, eventos artificiais dos sistemas de operação da hidroelétrica da represa Jurumirim (LUCIANO & HENRY, 1998) podem interferir no nível da água do reservatório.

Dos trechos do Alto Paranapanema, a região do rio Taquari está entre as que apresentam atividades agrícolas mais intensas (JORCIN & NOGUEIRA, 2008) com grandes áreas dedicadas ao cultivo de feijão, milho e cana de açúcar. Secundariamente, uma porção da bacia do rio Taquari é utilizada como pastagem para gado (SOUSA, 2013). Na região encontram-se algumas cidades de pequeno e médio porte, cuja economia é sustentada em atividades agropecuárias.

A pesca artesanal é praticada na região principalmente por pescadores residentes na área denominada Ilha do Porto, São Paulo, Brasil. Essa área está situada na transição entre o trecho lótico do rio Taquari e a represa de Jurumirim (coordenadas geográficas 23°28'37.07"S, 49°9'42.64"W). Na região da desembocadura do rio Taquari na represa de Jurumirim existem grandes áreas de condomínios residenciais, com atividades de lazer náutico e pesca esportiva.

2. OBJETIVOS

Tendo em vista as mudanças na comunidade de peixes causadas por barramentos nos rios e a escassez de estudos reprodutivos para a espécie, o objetivo desse estudo foi analisar as táticas reprodutivas do saguiri *Cyphocharax modestus* na região do rio Taquari (Alto Rio Paranapanema, SP), utilizando-se técnicas microscópicas.

Para atingir o objetivo geral, as táticas reprodutivas foram enfocadas em:

- ✓ Determinar o comprimento padrão em que 50% das fêmeas entram em processo de maturação gonadal (CP_{50%})
- ✓ Proporção entre os sexos;
- ✓ Verificação da escala macroscópica de maturação gonadal por meio de análises histológicas;
- ✓ Tipo de desova;
- ✓ Determinação do período reprodutivo e área de desova.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Métodos de amostragem e processamento de dados

As amostragens em campo foram realizadas mensalmente entre setembro de 2012 e agosto de 2013, em quatro trechos amostrais no rio Taquari, denominados Alto (situado na porção lítica do rio, fora da área de influência do nível da água do reservatório), Alto Lagoa (situado em uma lagoa marginal nesta mesma região), Médio (situado também na porção lítica do rio, onde a influência do reservatório começa a ser sentida) e Baixo (na transição para o regime lântico característico do reservatório), contemplando três ambientes distintos deste ecossistema. Um quinto ponto situado na área de barragem da represa de Jurumirim denominado Lago (Figura 1) foi amostrado também durante todo o período, porém foram coletados apenas 3 exemplares, que não foram incluídos nas análises.

Os exemplares foram capturados com um conjunto de redes de espera com malhas variando de 3 a 5 cm entre nós adjacentes, expostas por 18 horas, realizando-se despescas em intervalos regulares e esforço padronizado para todos os trechos amostrais.

Foram obtidos os seguintes dados biométricos e biológicos, utilizando-se de ictiômetro e balança com precisão em centigramas:

- 1) comprimento padrão (CP) em centímetros: medida obtida da ponta do focinho até a extremidade da última vértebra;
- 2) Peso total (Pt) em gramas;
- 3) Peso das gônadas (Pg) em gramas.

Após dissecação, o sexo foi atribuído macroscopicamente dentre as categorias macho, fêmea e indeterminado. Os estádios de maturação gonadal de fêmeas e machos de *Cyphocharax modestus* foram atribuídos segundo a escala de VAZZOLER (1996) obedecendo os critérios listados nas tabelas 1 e 2.

A Relação Gonadossomática (RGS) foi calculada utilizando a fórmula (VAZZOLER,1996):

$$RGS = Pg / Pt * 100$$

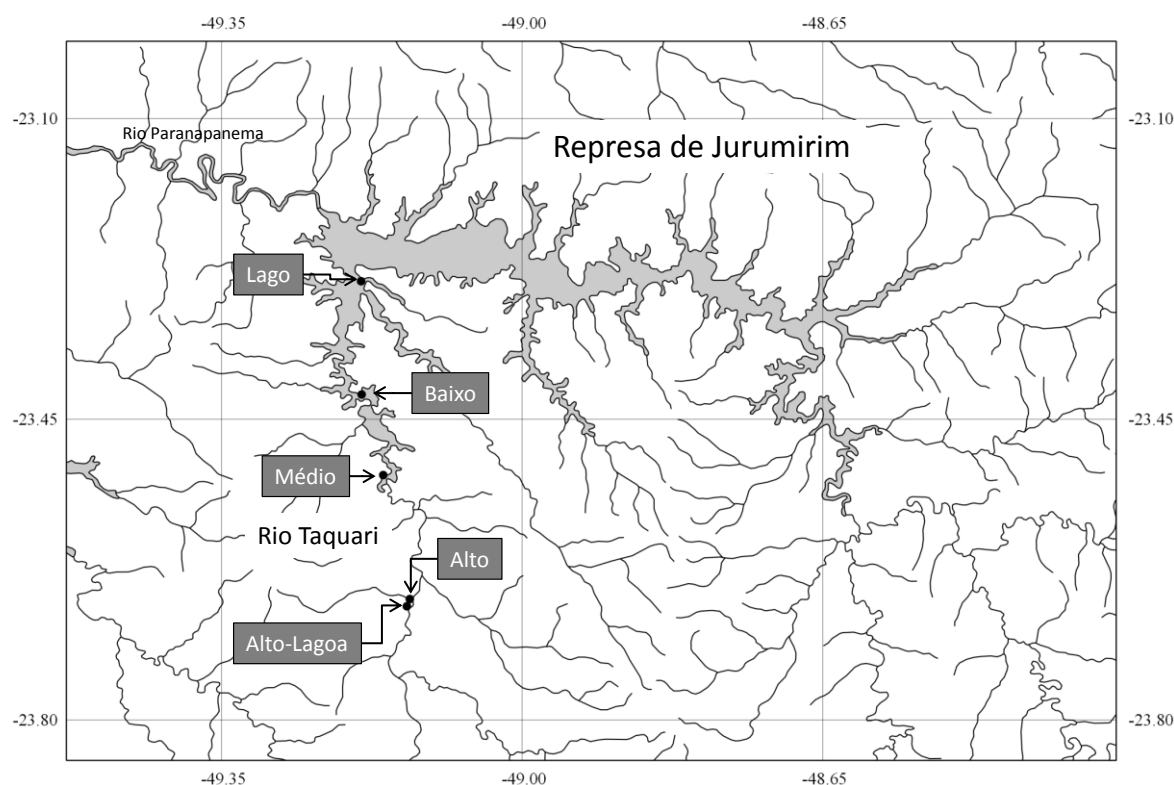


Figura 1. Mapa da área do reservatório de Jurumirim, mostrando o Rio Taquari e a distribuição dos pontos denominados Alto, Alto-Lagoa, Médio, Baixo e Lago, onde foram coletadas as amostras utilizadas no presente estudo

3.2 Histologia

Após a pesagem, as gônadas foram fixadas em solução de glutaraldeído 2% e paraformaldeído 4% em tampão Sorensen (0,1M a pH 7,2) por pelo menos 24 horas. Os órgãos foram seccionados e os fragmentos desidratados em uma série crescente de álcool (70% e 95%), infiltrados e incluídos em historresina Leica. Os cortes foram obtidos com espessura de 3µm, com o auxílio de micrótomo rotativo equipado com navalhas de vidro, e foram posteriormente corados com Azul de Toluidina-Bórax e Hematoxilina e Eosina. Foram verificados os estágios de desenvolvimento das gônadas.

3.3 Estrutura populacional e Dinâmica Reprodutiva

A frequência mensal dos estádios de maturidade de fêmeas e machos foram utilizados para a determinação do período reprodutivo, assim como, os dados da variação

sazonal do valor médio de RGS, utilizando o teste de comparação múltipla de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Dunn. A proporção sexual foi testada para diferenças da razão de 1:1 para fêmeas e machos utilizando o teste do Qui – Quadrado, utilizando-se a expressão de VAZZOLER (1996) e ZAR (1984):

$$\chi^2 = 2 * (O-E)^2 / E$$

onde χ^2 é valor do qui-quadrado;

O é a frequência porcentual de fêmeas ou machos;

E = proporção entre sexos esperada.

O valor médio da RGS para os locais de amostragem foi comparado utilizando-se o teste de comparação múltipla de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Dunn, visando identificar os locais de desova da espécie. Para esta mesma finalidade foi calculada a proporção de fêmeas e machos nos distintos estádios de maturação gonadal em cada um dos locais de coleta.

Tabela 1. Descrição macroscópica dos estádios de maturação ovariana de *Cyphocharax modestus*.

Estádios de desenvolvimento ovariano	Forma	Preenchimento da cavidade abdominal	Vascularização	Visualização dos ovócitos	Cor e aparência do ovário
Imaturo	Filiforme	$<<1/3$	Ausente	Não visíveis	Translúcida
Em maturação	Achatada e aderida nas paredes do abdômen	$1/3$	Presente	Visíveis	Amarelo
Maduro	Achatada e aderida nas paredes do abdômen	$2/3$	Presente	Visíveis	Amarelo
Esvaziado	Achatada e aderida nas paredes do abdômen	$1/3$	Presente	Visíveis	Hemorrágica e flácida

Tabela 2. Descrição macroscópica dos estádios de maturação testicular de *Cyphocharax modestus*.

Estádios de desenvolvimento testicular	Forma	Preenchimento da cavidade abdominal	Vascularização	Cor e aparência dos testículos
Imaturo	Filiforme	$<<1/3$	Ausente	Translúcido
Em maturação	Filiforme	$<1/3$	Ausente	Rosado
Maduro	Achatado e Alongado	$1/3$	Ausente	Esbranquiçado
Esvaziado	Achatado e Alongado	$<1/3$	Presente	Hemorrágico e flácido

4. RESULTADOS

Um total de 1108 indivíduos foram analisados macroscopicamente, sendo 401 fêmeas, 392 machos e 296 exemplares cujo sexo não pode ser reconhecido macroscopicamente. Estes exemplares de sexo indeterminado concentraram-se nas classes de comprimento inferiores, principalmente, com comprimento padrão abaixo de 9,0 centímetros. Para ambos os sexos a maior parte da amostra concentrou-se nas classes de comprimento de 7,0 a 10 cm, sendo o tamanho máximo registrado para fêmeas (14,9) e para machos (14,0) (Tabela 3).

As estruturas de tamanhos de machos e fêmeas são semelhantes (Figura 2), não tendo sido verificados nenhum indício de dimorfismo entre os sexos durante as amostragens. A razão sexual não apresentou desvio significativo da proporção de 1:1 ($\chi^2=0,01$; $p>0,05$).

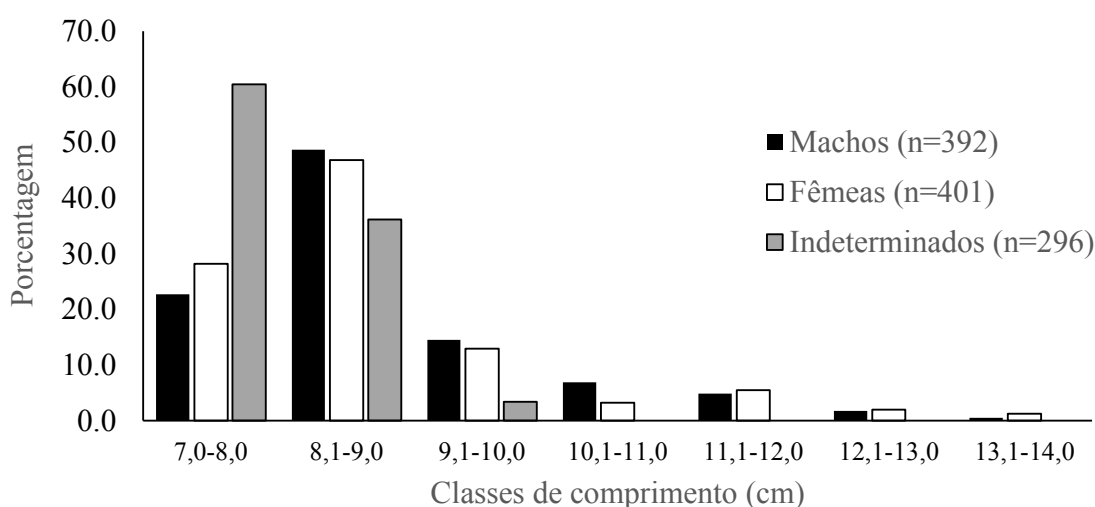


Figura 2. Distribuição de frequências percentual em classes de comprimento padrão para machos, fêmeas e indivíduos de sexo indeterminado de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim.

A curva de primeira maturação para fêmeas foi calculada a partir dos resultados da avaliação macroscópica de maturação, considerando-se a porcentagem de fêmeas em processo de maturação. A estes dados foi ajustado um polinômio, utilizado para estimar graficamente o comprimento padrão em que 50% das fêmeas entram em processo de maturação ovariana ($L_{50\%}$). Na figura 3 o $CP_{50\%}$ de fêmeas de *C. modestus* foi estimado em 7,1

cm; aonde pode-se verificar que com 10,0 cm todas as fêmeas já apresentavam indícios de terem iniciado a atividade reprodutiva.

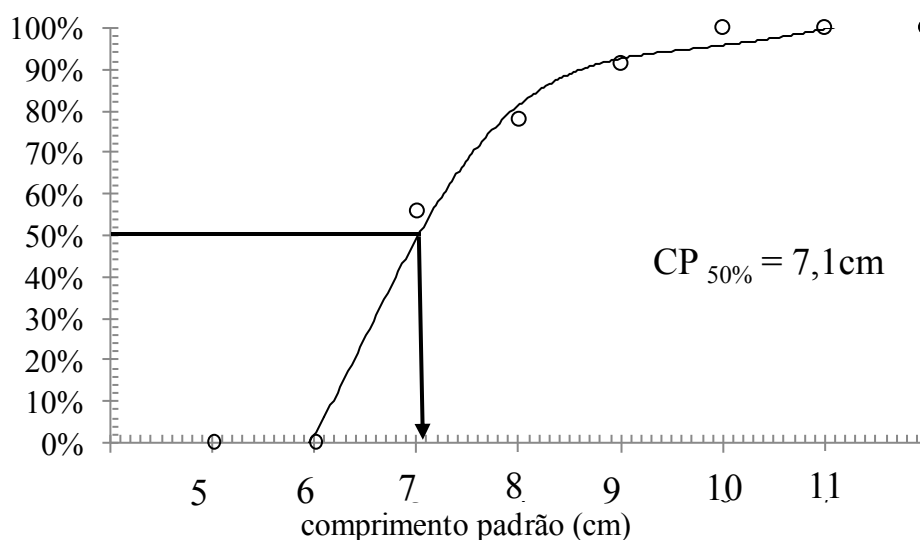


Figura 3. Proporção de fêmeas de *Cyphocharax modestus* reprodutivamente ativas (em maturação, madura e esgotada) capturadas no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim. $CP_{50\%}$ é o comprimento padrão em que a metade das fêmeas já teria iniciado a atividade reprodutiva.

Tabela 3. Estatística descritiva de tamanhos e pesos para machos e fêmeas de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim.

	Comprimento Padrão (cm)			Peso Total (g)		
	Média±Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Média±Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Fêmeas	8,8±1,2	14,9	7,0	18,5±9,4	85,5	8,9
Machos	8,8±1,2	14,0	7,1	18,4±9,1	71,1	9,2

A figura 4 mostra maior ocorrência de indivíduos maduros nos trechos Alto e Alto lagoa, enquanto o maior número de indivíduos em maturação foram encontrados nos trechos Médio e Baixo. Indivíduos em estado esvaziado foram encontrados em quantidades similares nos quatro trechos.

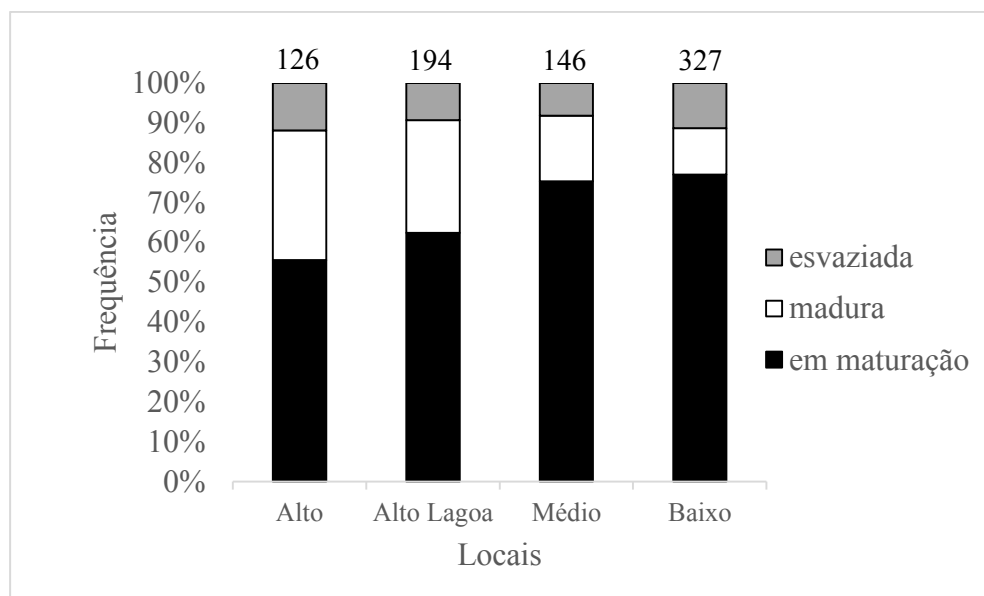


Figura 4. Variação percentual de fêmeas e machos agrupados nos vários estádios de desenvolvimento gonadal por local de coleta, segundo a análise macroscópica de gônadas de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 em quatro pontos de amostragem distribuídos no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim. Os números sobre as colunas indicam o total de exemplares analisados por mês.

Os valores calculados para RGS foram superiores para fêmeas em relação aos machos. Os valores RGS médio das fêmeas calculado separadamente para os quatro locais de amostragem foi significativamente maior nos pontos situados à montante (Alto e Alto lagoa) em relação aos pontos Médio e Baixo, que não diferiram entre si (Figura 5A). Para machos foi encontrado padrão semelhante ao das fêmeas, com valores decrescentes no sentido à jusante (Figura 5B).

A frequência de fêmeas maduras foi maior nos meses de Setembro e Outubro, diminuindo de Novembro a Fevereiro e ausentes nos meses de Março a Julho. A maior frequência de fêmeas maduras foi encontrada em Setembro, com cerca de 70% recebendo esta classificação macroscópica. As fêmeas esvaziadas foram encontradas ao longo de todo o ano exceto em Agosto, com maior frequência de fêmeas esvaziadas em Outubro. Os meses entre de Março a Agosto apresentaram altas frequências de fêmeas em maturação, chegando a valores superiores a 90% em Abril e Maio. Não foram encontradas fêmeas maduras no mês de Outubro e entre os meses de Março e Julho (Figura 6A). As maiores frequências de machos maduros foram encontradas nos meses de Setembro e Dezembro, quando cerca de metade dos machos receberam esta classificação. Ao longo do ano os machos em maturação foram mais

frequentes, principalmente durante o inverno. Machos esvaziados foram pouco frequentes, ocorrendo apenas no mês de Setembro (Figura 6B).

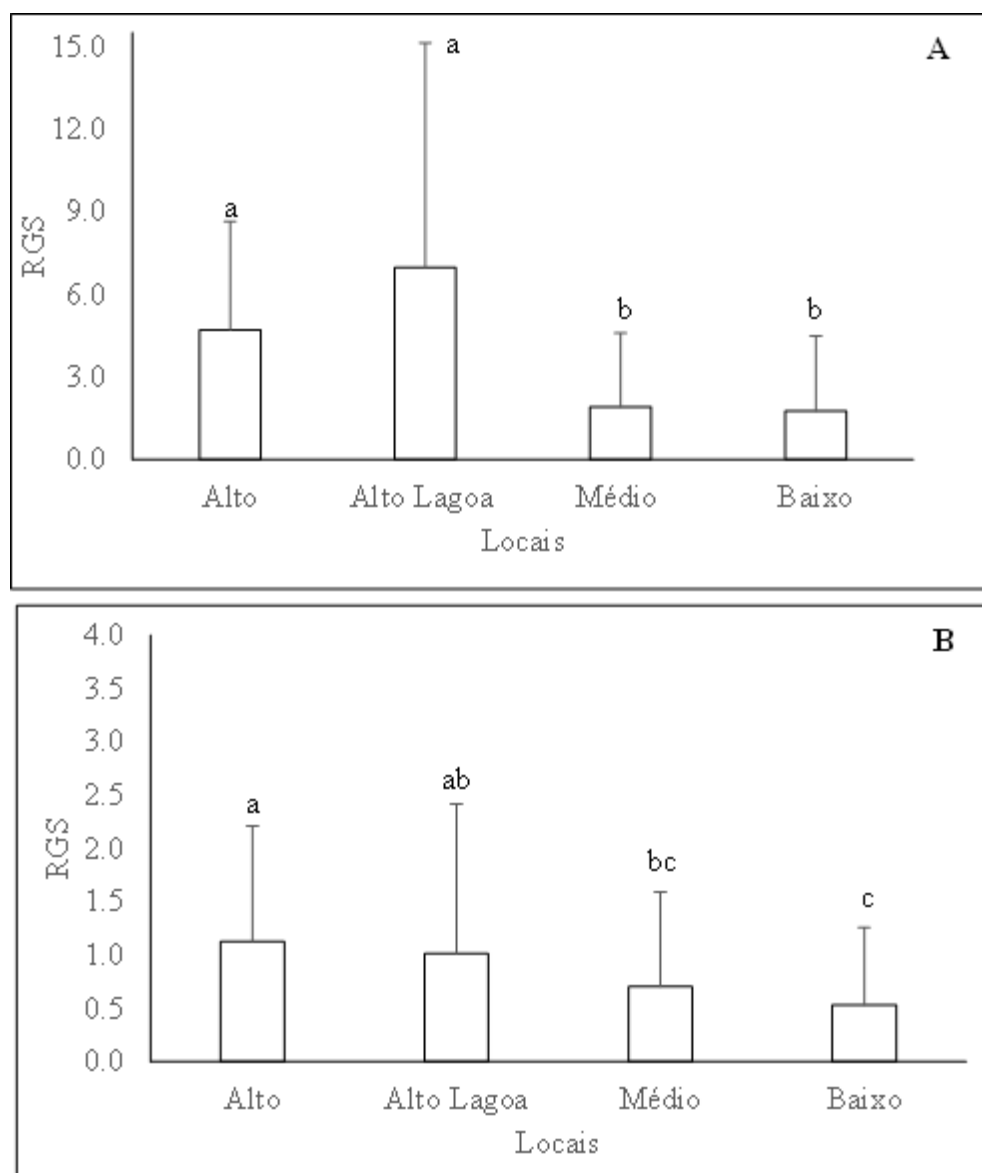


Figura 5. Resultados do teste de Kruskal-Wallis e da comparação múltipla de Dunn para a Relação Gonadosomático (RGS) de fêmeas (A) e machos (B) de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 em quatro pontos de amostragem no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim. As colunas indicam valores médios e as barras representam o desvio padrão de cada amostra; letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significativas ($p=0,05$).

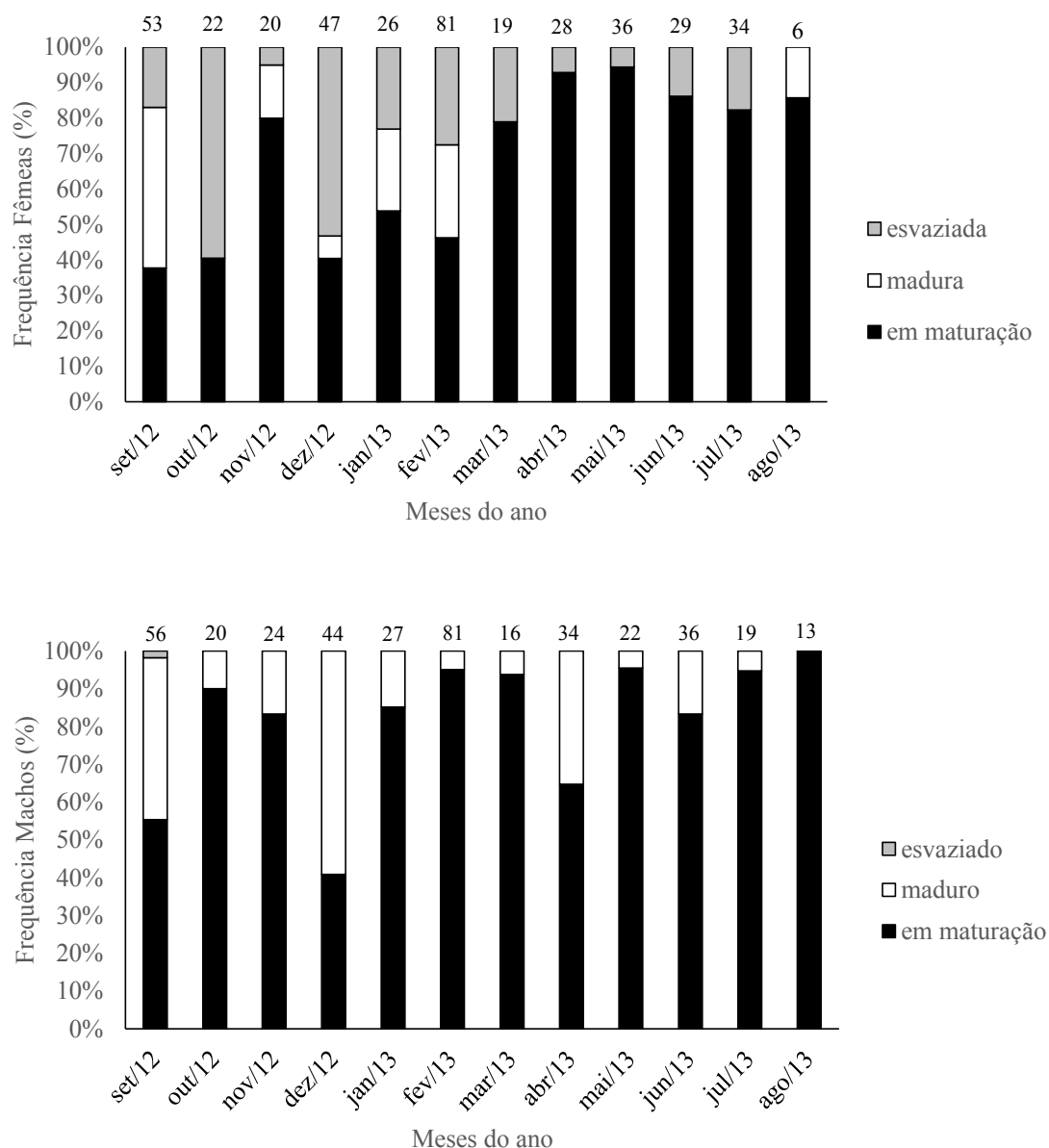


Figura 6. Variação mensal da porcentagem de fêmeas (A) e machos (B) nos vários estádios de desenvolvimento gonadal segundo a análise macroscópica de gônadas de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 em quatro pontos de amostragem distribuídos no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim. Os números sobre as colunas indicam o total de exemplares analisados por mês.

Quanto à variação sazonal de RGS, as fêmeas apresentaram valores mais altos na primavera e verão (Figura 7A). Para machos, os valores médios mais altos foram registrados na primavera, sendo significativamente superiores aos das outras estações, que não diferiram significativamente entre si (Figura 7B).

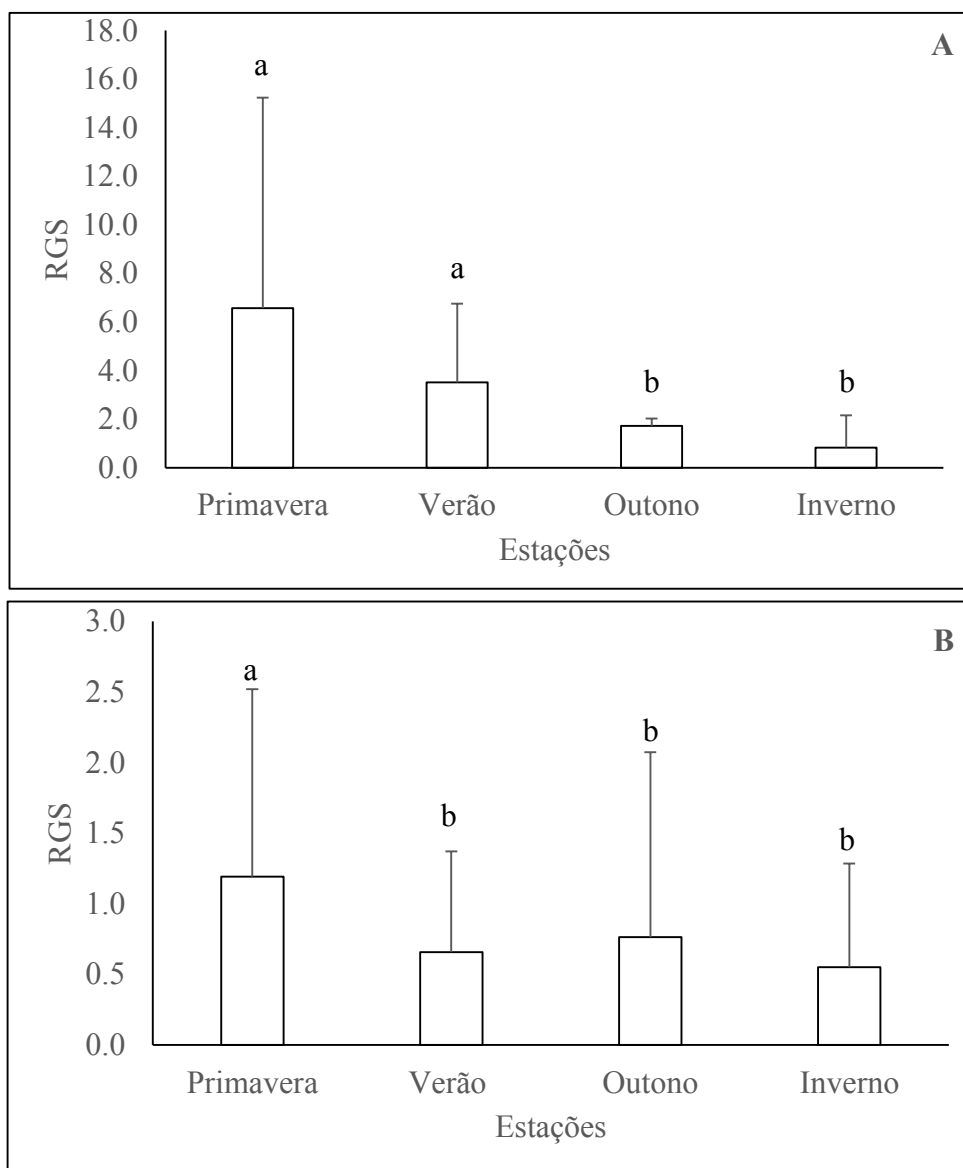


Figura 7. Resultados do teste de Kruskal-Wallis e da comparação múltipla de Dunn para a Relação Gonadosomática (RGS) de fêmeas (A) e machos (B) de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 e agrupados por estação do ano no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim. As colunas indicam valores médios e as barras representam o desvio padrão de cada amostra; letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significativas ($p=0,05$).

4.1 Análises microscópicas de gônadas de *Cyphocharax modestus*

Um conjunto de exemplares de 26 pares de ovários e 19 pares de testículos e 17 gônadas indeterminadas, cujo sexo foi descoberto nas análises macroscópicas foram escolhidas para o processo de caracterização histológica dos estádios de desenvolvimento gonadal observados macroscopicamente.

4.1.1 Estrutura ovariana

Os ovários são órgãos pares, com formato alongado, localizados dorsalmente na cavidade abdominal. Externamente, são órgãos revestidos por uma camada de tecido conjuntivo, denominada túnica albugínea ou cápsula. Cada ovário apresenta uma luz ou lúmen único. A túnica albugínea emite septos de tecido conjuntivo para o interior do lúmen ovariano, formando os limites das lamelas ovígeras. As lamelas ovígeras são constituídas pelo epitélio germinativo.

4.1.2 Folliculogênese e Desenvolvimento folicular

O epitélio germinativo feminino é constituído por células somáticas e pelas células da linhagem germinativa - oogônias e oócitos (Figuras 8A a 8D). Inicialmente uma única oogônia sofre mitose formando os ninhos, estes delimitados pelas células pré-foliculares (Figura 8A). Dentro dos ninhos, as oogônias sofrem processo de diferenciação e são envoltas pelos processos citoplasmáticos das células pré-foliculares, e cada uma delas torna-se individualizada. Após serem individualizadas, as oogônias passam a ser consideradas diferenciadas. Essas oogônias sofrem novas mitoses e originam novas oogônias dando origem a um conjunto de cistos (Figura 8B). Já nos cistos, as oogônias iniciam o processo de meiose e passam a ser chamados de oócitos (Figura 8C). Os oócitos são individualizados por células pré-foliculares, tendo início a formação dos folículos (Figura 8D). O folículo ovariano é composto pelo oócito em diplóteno da prófase I, células foliculares e membrana basal. Posteriormente uma nova camada celular será organizada a redor da membrana basal, a teca, formando assim o complexo folicular (Figura 8G).

O oócito entrará em crescimento primário, sendo caracterizado pelo aumento da basofilia citoplasmática (Figuras 8D a 8F). O oócito inicial é individualizado (complexo folicular) e deixa o interior dos cistos (Figuras 8D a 8F), e entra em crescimento primário. Durante o crescimento primário o citoplasma torna-se gradativamente mais basofílico e há um aumento no número de nucléolos, tornando-se múltiplos (Figura 8F), e a zona pelúcida continua a ser sintetizada. Ainda durante o desenvolvimento primário ocorre a formação dos alvéolos corticais (Figura 8F). Os alvéolos são inicialmente pequenos e pouco numerosos e aumentam em volume e número gradativamente (Figuras 8H e 8I). Durante o crescimento secundário, marcado pelo início da vitelogênese (Figura 8H), o oócito incorpora a proteína vitelogenina, que será utilizada na formação dos grânulos de vitelo (Figuras 8H a 8J). Conforme o desenvolvimento oocitário progride, ocorre um aumento gradativo do seu

volume, principalmente pelo aumento da deposição de vitelogenina, e os alvéolos corticais são deslocados para a periferia do oócito (Figura 8I). Os grânulos de vitelo respondem positivamente à coloração por eosina, indicando sua natureza protéica (Figuras 8H a 8K). Ao final da vitelogênese, o oócito encontra-se completamente preenchido por vitelo (Figura 8K), e a zona pelúcida está finalizada (Figura 8L), e tem-se o início o processo de maturação (Figura 8K). A maturação é caracterizada pela retomada da meiose e pela migração do núcleo, antes localizado centralmente, para a periferia do oócito (Figura 8K), próximo à micrópila. Ao final da maturação, o oócito maduro é liberado do ovário envolto apenas pela zona pelúcida, enquanto que as células foliculares e da teca e a membrana basal permanecem conectadas ao epitélio germinativo, formando a estrutura do complexo pós-ovulatório (POC) (Figura 8M). Os oócitos não liberados durante o período reprodutivo sofrerão um processo de reabsorção intrafolicular conhecido como atresia folicular (Figura 8N).

4.1.3 Desenvolvimento ovariano

Os ovários analisados foram classificados em quatro fases: desenvolvimento, apto a desovar (subfase desova ativa), regressão e regeneração, de acordo com BROWN-PETERSON *et al.* (2011)

4.1.3.1 Desenvolvimento

O ovário apresenta oócitos em crescimento primário ou pré-vitelogênicos (Figuras 9A a 9C), com ou sem alvéolos corticais, e oócitos em crescimento secundário, em vitelogênese inicial (Figuras 9A a 9C), intermediária (Figuras 9A a 9C) e podem ser encontrados oócitos em vitelogênese final (Figura 9D). Os ninhos de oogônias estão em menor número no epitélio germinativo.

4.1.3.2 Apto a desovar

A maioria dos oócitos em crescimento secundário está em vitelogênese final (Figuras 10A a 10C). É a única fase na qual estes oócitos são predominantes. Estes ovócitos já incorporaram em sua totalidade o vitelo, e oócitos com núcleo migrando em direção à micrópila são observados (Figuras 10C 10D), porém alguns ainda apresentam núcleo central (Figuras 10A e 10B). Entretanto, ainda é possível observar alguns oócitos em crescimento

primário (Figura 8A). Os ninhos tornam-se escassos, compostos principalmente por oogônias isoladas.

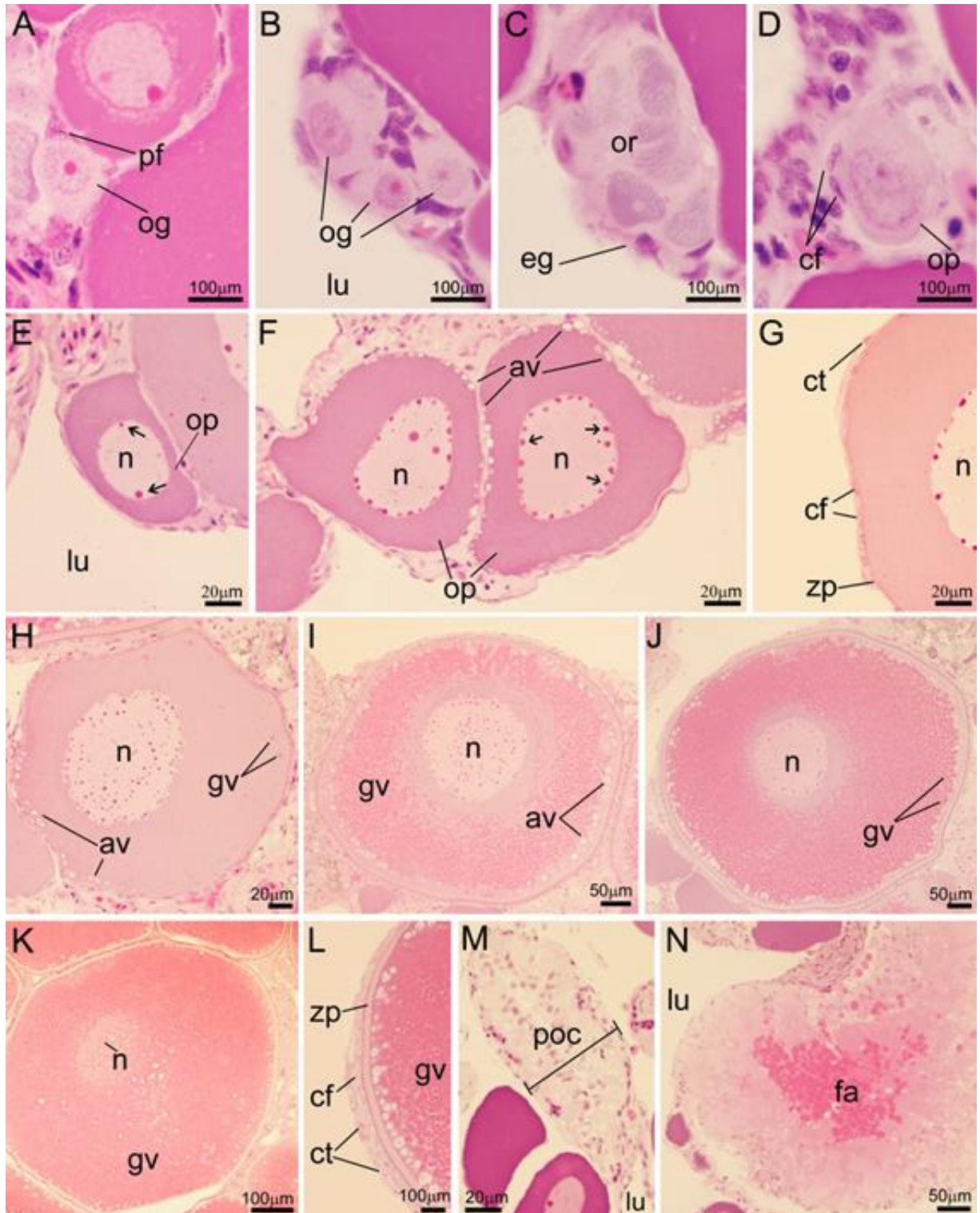


Figura 8. Foliculogênese e Desenvolvimento folicular nos ovários de *Cyphocharax modestus*. A: Inicialmente uma única oogônia (og) presente no epitélio germinativo (eg) é envolvida por células pré-foliculares (pf). B: As oogônias (og) proliferam e originam um ninho. C: Algumas oogônias entrarão em meiose e darão origem aos cistos de oócitos (or). D: Os oócitos primários ou pré-vitelogênicos (op) são individualizados pelas, agora, células foliculares (cf) e deixam os ninhos. E-F: O oócito pré-vitelogênico (op) apresenta inicialmente um citoplasma bastante basofílico, os nucléolos (setas) aumentam em número, e ocorre a síntese dos alvéolos corticais (av). G: O complexo folicular é formado pelo oócito em diplóteno da prófase I da meiose, zona pelúcida (zp), membrana basal, células foliculares (cf) e da teca (ct). H-I-J: O crescimento secundário tem início com a deposição dos grânulos de vitelo (gv), processo denominado vitelogênese; à medida que a vitelogênese progride, também ocorre um aumento na produção de alvéolos corticais (av) e o volume do oócito aumenta

gradativamente. H: Oócito em vitelogênese inicial. I: Oócito em vitelogênese intermediária. J: Oócito em vitelogênese final. K: Após o término da vitelogênese, o oócito entra em maturação, marcado pela migração do núcleo (n) para a periferia do oócito e retomada da meiose. L: O oócito maduro apresenta duas camadas da teca (ct), uma camada de folicular (cf) e a zona pelúcida (zp) é mais espessa. M: Após a liberação dos oócitos maduros, forma-se uma estrutura chamada complexo pós-folicular (POC). N: Os oócitos que não são eliminados durante o período reprodutivo são reabsorvidos, e são denominados folículos atrésicos (fa). Legenda: lu: lúmen.

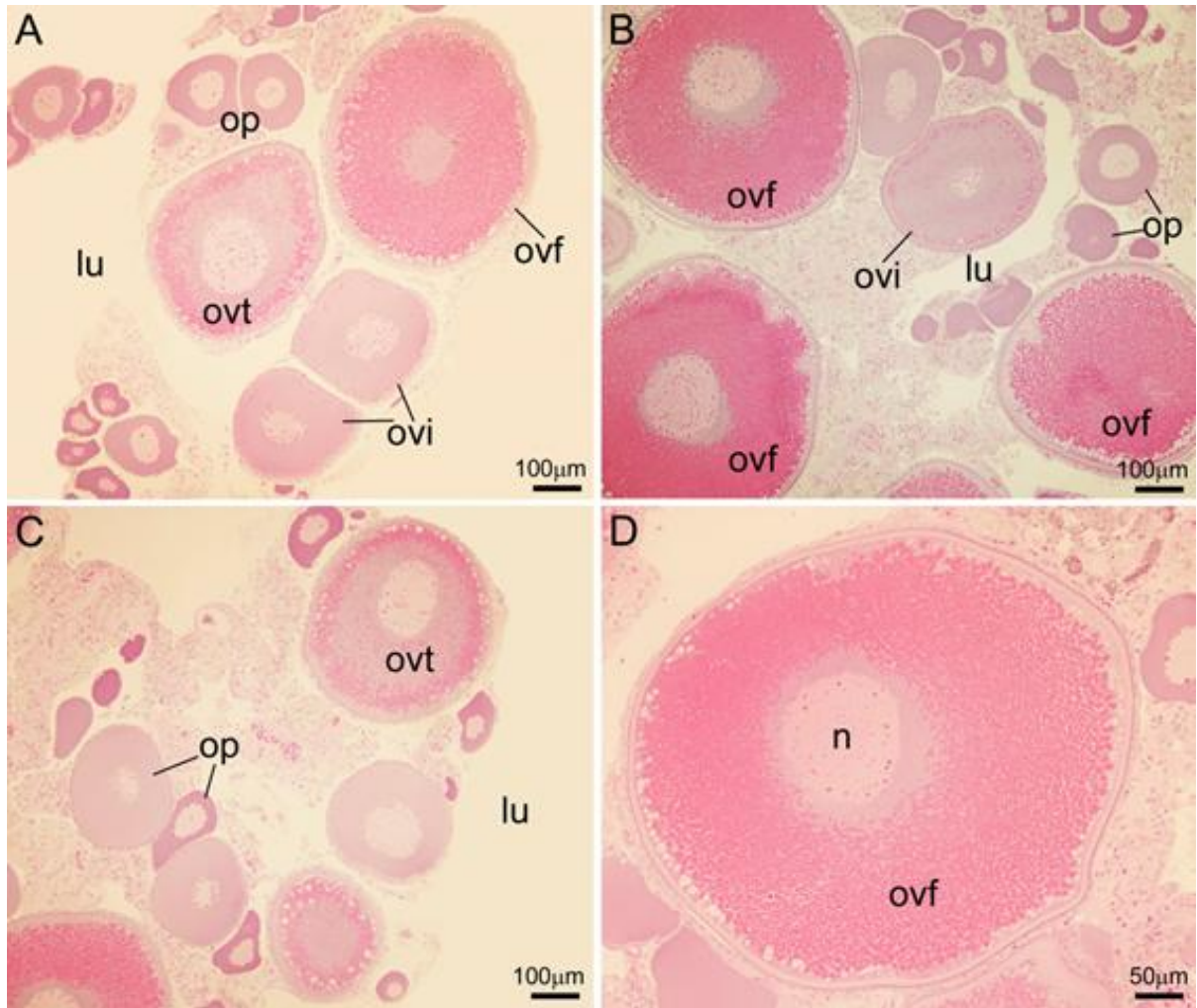


Figura 9. Desenvolvimento ovariano de *Cyphocharax modestus*. Fase em desenvolvimento. A-C: Nesta fase estão presente oócito pré-vitelogênicos (op), oócitos em vitelogênese inicial (ovi), vitelogênese intermediária (ovt) e vitelogênese final (ovf). D: Oócito em vitelogênese final, com citoplasma completamente preenchido por grânulos de vitelo e com núcleo (n) centralizado. Legenda: lu: lúmen.

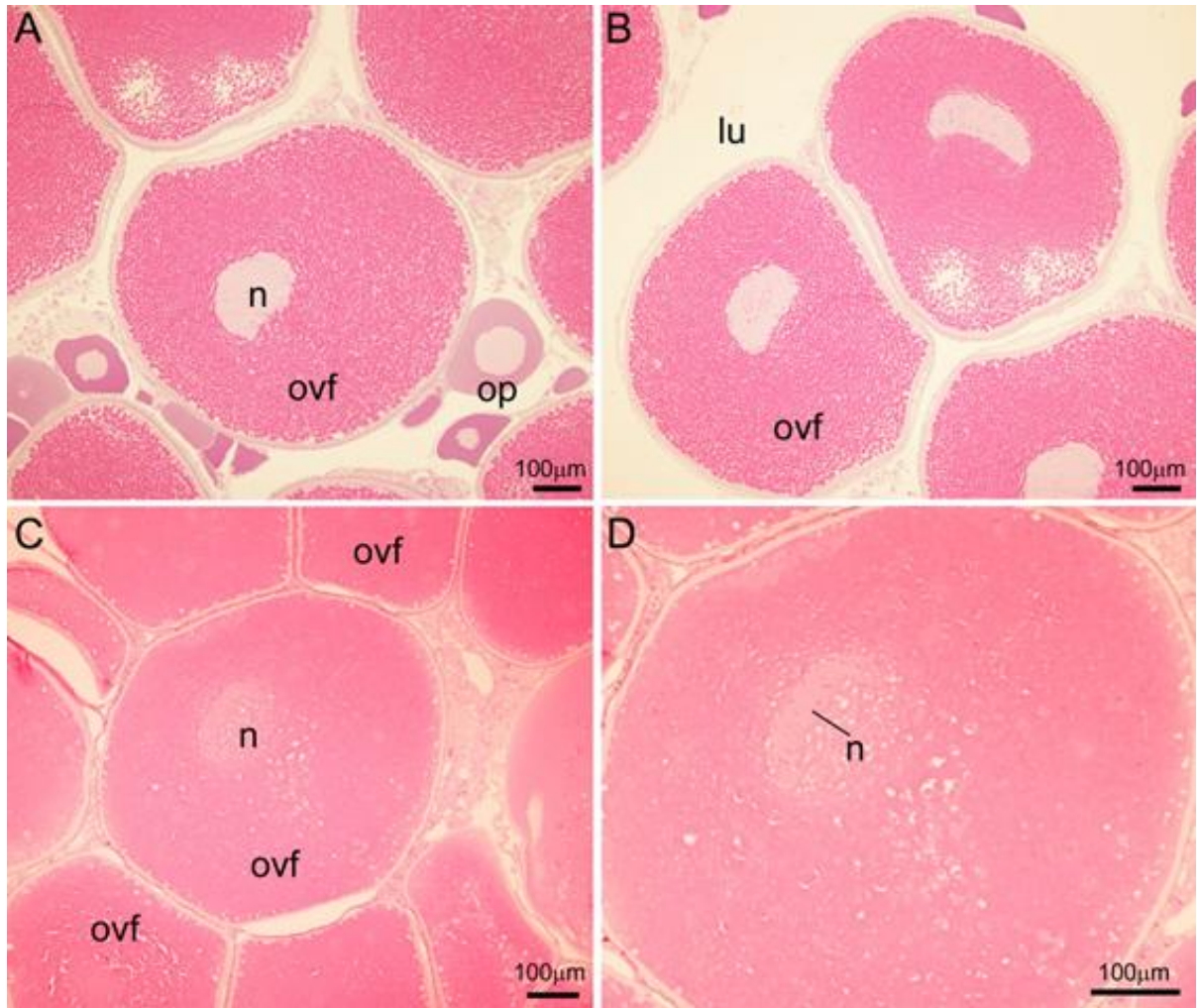


Figura 10. Desenvolvimento ovariano de *Cyphocharax modestus*. Fase apto a desovar. A-C: Nesta fase predomina um maior número de oócitos em vitelogênese final (ovf), e alguns oócitos pré-vitelogênicos (op) podem ser encontrados. C: Os oócitos sofrem o processo de maturação, e o núcleo começa a migrar em direção à periferia do oócito. D: Oócito em processo de maturação. Legenda: lu: lúmen.

4.1.3.3 Subfase: Desova Ativa

Podem ser observados principalmente oócitos em vitelogênese final (Figura 11A) e oócitos pré-vitelogênicos (Figuras 11A e 11B). Outras etapas de desenvolvimento folicular ainda podem ser encontradas, em menor número. Nos oócitos em maturação, os núcleos estão migrando para a periferia do oócito, em direção à micrópila. Aqui, há a presença pela primeira vez dos complexos pós-ovulatórios (POCs), estruturas resultantes da liberação dos oócitos maduros de seus folículos (Figuras 11B a 11D). Os ninhos são escassos, sendo compostos ainda por oogônias isoladas.

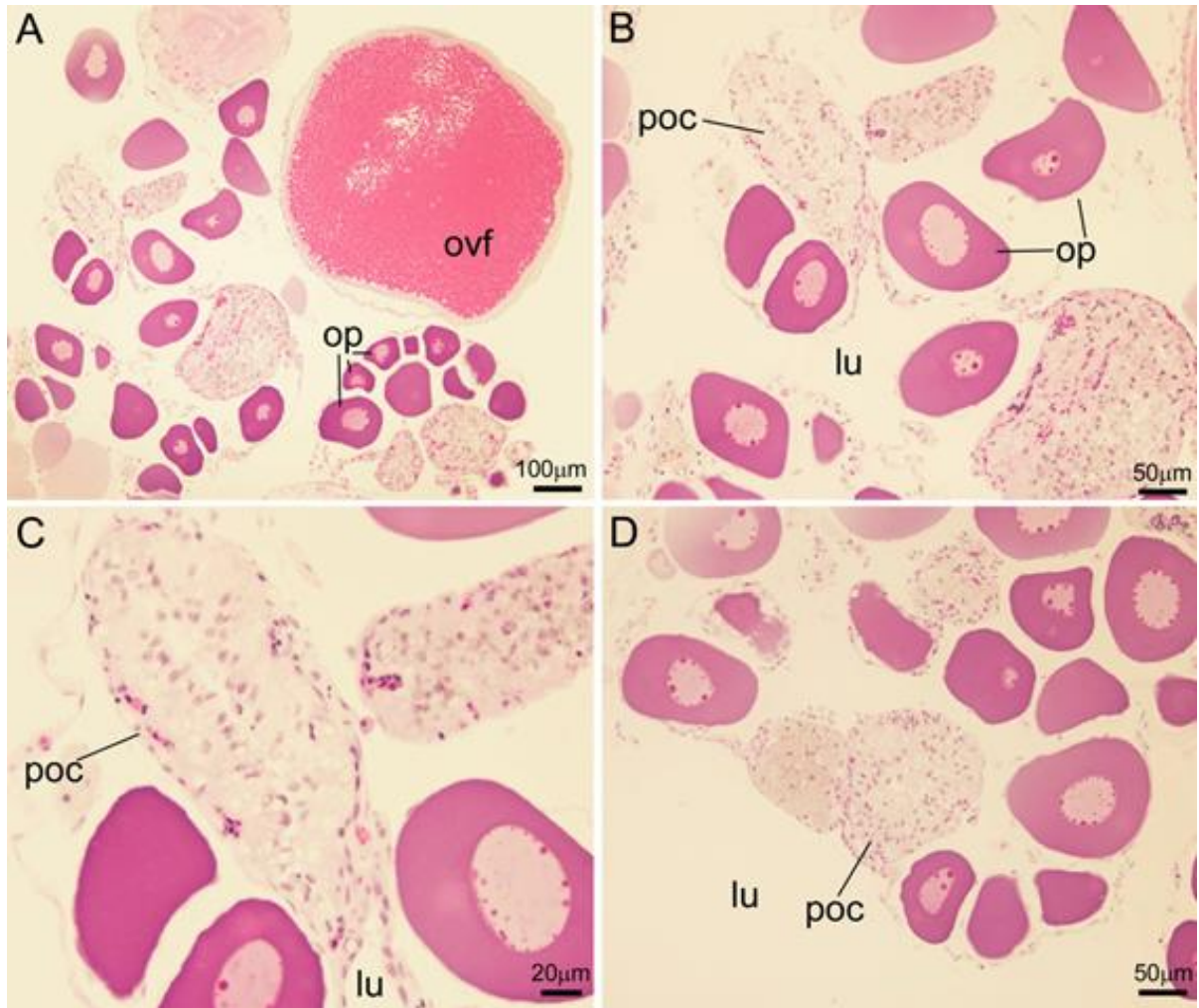


Figura 11. Desenvolvimento ovariano de *Cyphocharax modestus*. Fase apto a desovar: subfase desova ativa. A-D: Nesta fase é possível observar principalmente oócitos em vitelogênese final (ovf) e oócitos pré-vitelogênicos (op). B-C-D: Após a liberação dos oócitos maduros é possível observar a presença dos complexos pós-ovulatórios (POCS) fazendo parte do epitélio germinativo das lamelas. C: POC inicial. D: POC em estágio avançado de reabsorção. Legenda: lu: lúmen.

4.1.3.4 Regressão

Esta fase é marcada predominantemente pela presença dos folículos atrésicos (Figuras 12A a 12C) e oócitos pré-vitelogênicos. Folículos pós-ovulatórios podem ser observados. Alguns oócitos com alvéolos corticais e/ou em vitelogênese podem estar presentes em pequena quantidade. Ainda, são observados muitos granulócitos no interior das lamelas ovígeras (Figura 12B), ao redor dos oócitos (Figuras 12B e 12D), e próximos ou mesmo no interior dos POCs e folículos atrésicos (Figura 12C).

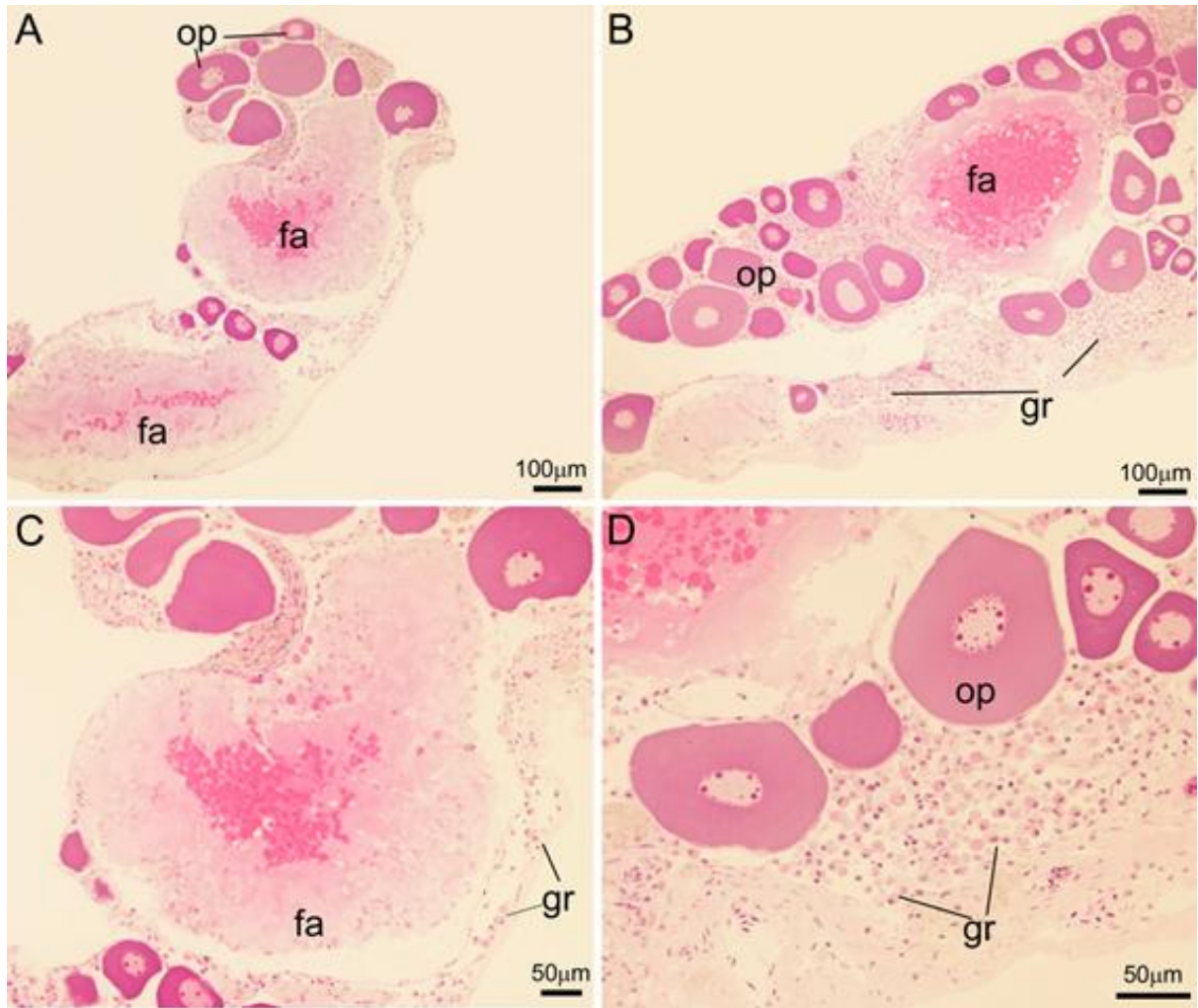


Figura 12. Desenvolvimento ovariano de *Cyphocharax modestus*. Fase regressão. A-C: Nesta fase há predominância de folículos atrésicos (fa) e oócitos pré-vitelogênicos (op). C-D: Uma grande quantidade de granulócitos (gr) é observada no interior das lamelas, próximos aos oócitos e folículos atrésicos.

4.1.3.5 Regeneração

Ocorre a predominância de ninhos de oogônias (Figuras 13A a 13C), oócitos profásicos iniciais (Fig.D) e oócitos pré-vitelogênicos, em crescimento primário (Figuras 13A, 13B e 13D). Folículos atrésicos ou folículos pós-ovulatórios em degeneração podem estar presentes com menor frequência.

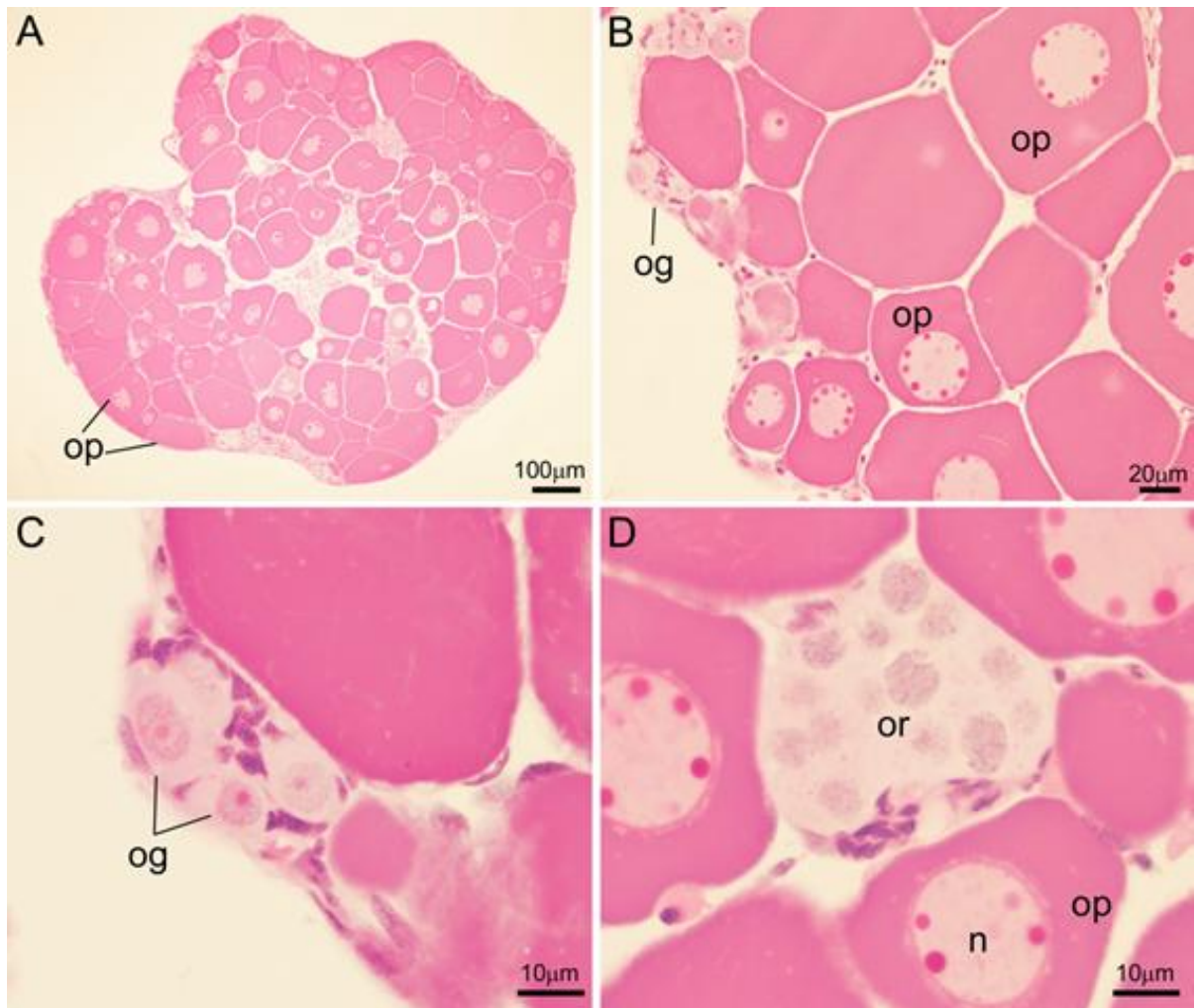


Figura 13. Desenvolvimento ovariano de *Cyphocharax modestus*. Fase regeneração. A-C: Nesta fase ocorre a predominância de oögonias isoladas ou em ninhos. Também são observados oócitos pré-vitelogênicos (op). D: Cistos de oócitos profásicos iniciais estão presentes.

4.1.4 Fases microscópicas de maturação dos testículos

Os testículos de *C. modestus* são do tipo tubular-anostomosado (Figura 14A). Os túbulos seminíferos abrigam o epitélio germinativo, constituído por células somáticas (Sertoli) e células da linhagem germinativa (espermatogônias, espermatócitos e espermátides) (Figura 14B). A espermatogênese é do tipo cística. De acordo com as alterações do epitélio germinativo, de contínuo a descontínuo, e a predominância das células nos túbulos seminíferos, eles foram classificados em quatro fases de maturação: desenvolvimento, apto a liberar espermatozoides ou espermatozoides, regressão e regeneração, de acordo com BROWN-PETERSON, *et al.*, (2011)

4.1.4.1 Desenvolvimento

A fase de desenvolvimento é caracterizada pelo início da espermatogênese. O epitélio germinativo é composto por cistos contendo espermatogônias, espermatócitos e espermátides (Figuras 14A e 14B). No desenvolvimento inicial, o epitélio germinativo é contínuo ao longo dos túbulos seminíferos (Figura 14C), e tem início a abertura dos cistos contendo espermátides finais para a luz dos túbulos. Os espermatozoides estão presentes em pequenas quantidades ao longo da luz dos túbulos. Ao longo da fase de desenvolvimento (intermediário à final), ocorre um aumento da liberação de cistos contendo espermátides finais e o epitélio germinativo torna-se gradativamente descontínuo por todo o testículo (Figura 14D). Ao mesmo tempo, o número de espermatozoides aumenta na luz dos túbulos (Figuras 14C e 14D).

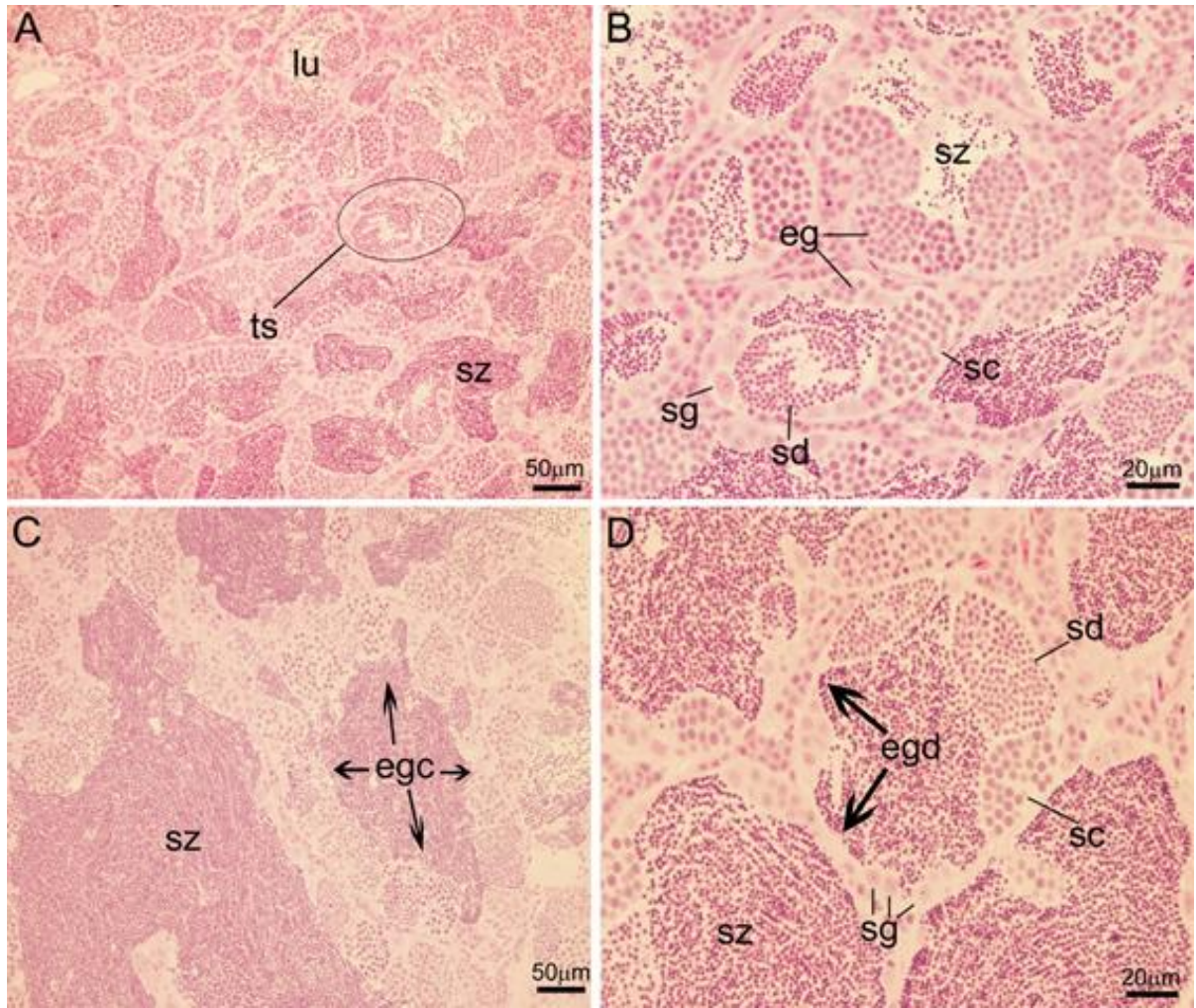


Figura 14. Maturação testicular em *Cyphocharax modestus*. Fase desenvolvimento. A: Em destaque, um túbulo seminífero (ts) delimitado pelo epitélio germinativo. Observe que o lúmen (lu) é parcialmente visível. B: No início do desenvolvimento, o epitélio germinativo (eg) é composto por cistos contendo espermatogônias (sg), espermatócitos (sc) e espermatídes, e alguns espermatozoides estão presentes. C-D: Note que o epitélio germinativo é contínuo (egc) no início do desenvolvimento (C) e, conforme a espermatogênese progride e os cistos de espermatídes se abrem para o lúmen, o epitélio germinativo torna-se descontínuo (egd) (D), e os espermatozoides (sz) aumentam no lúmen.

4.1.4.2 Apto a espermiar

Nesta fase observam-se todos os estágios da espermatogênese: espermatogônias, espermatócitos, espermatídes, porém com número reduzido em comparação à fase anterior. Os espermatozoides estão presentes em grande número, ocupando toda a luz dos túbulos seminíferos (Figuras 15A a 15D). Com a progressão da espermatogênese, os cistos se abrem e liberam os espermatozoides para a luz, tornando o epitélio germinativo descontínuo (Figura 15C). O epitélio descontínuo apresenta, ao final do processo de maturação, predominantemente espermatogônias e células de Sertoli, com espermatócitos aleatoriamente distribuídos (Figuras 15B e 15C). Concomitantemente com a espermatogênese, aumentam o número de anastomoses entre os túbulos seminíferos adjacentes (Figura 15D).

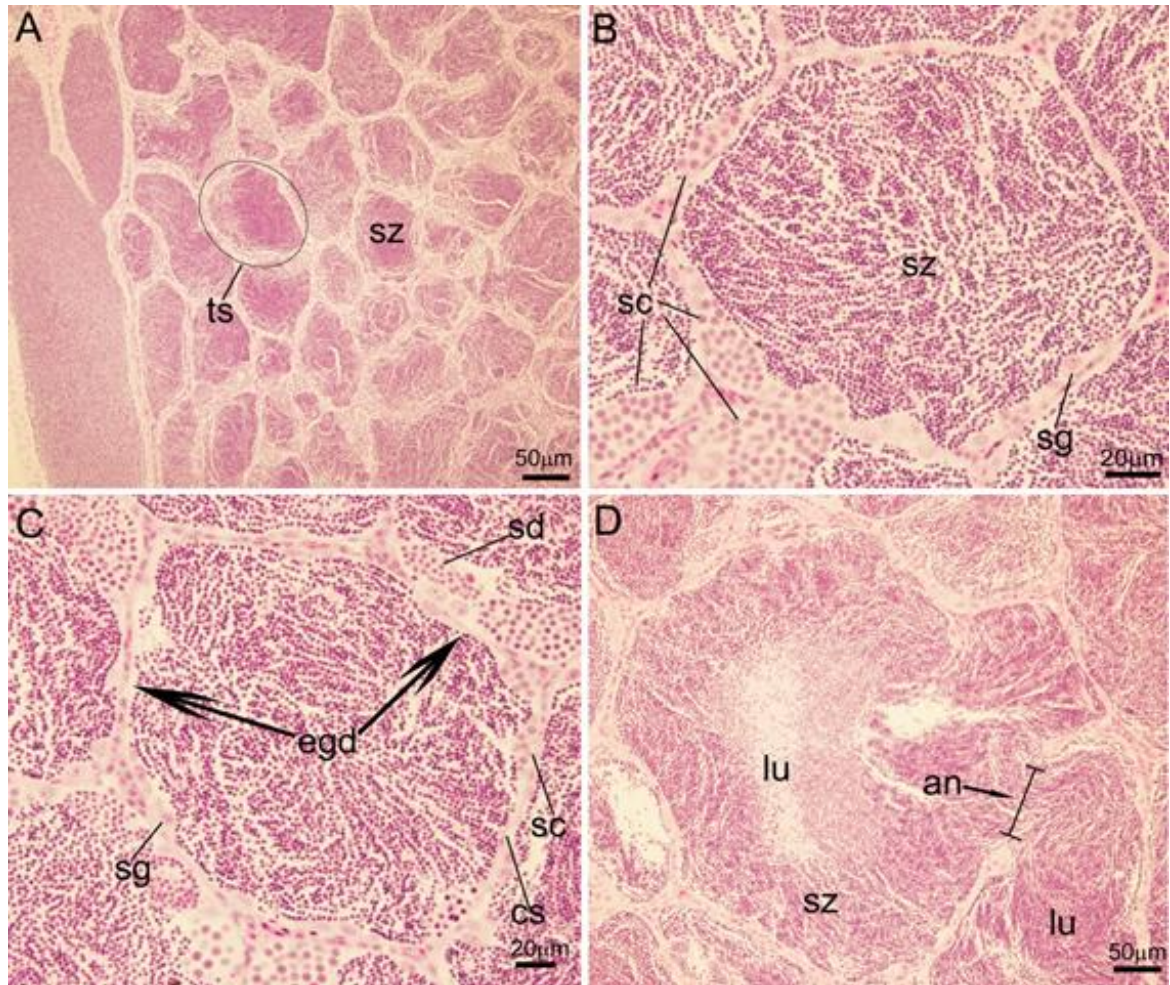


Figura 15. Maturação testicular em *Cyphocharax modestus*. Fase Apto a liberar esperma ou espermiar. A: Em destaque, um túbulo seminífero (ts) delimitado pelo epitélio germinativo. Observe que o lúmen (lu) é obliterado totalmente por espermatozoides (sz). B-C: o epitélio germinativo é descontínuo (egd) ao longo dos túbulos seminíferos, e cistos contendo espermatogônias (sg), espermatócitos (sc) e espermatídes (sd) estão aleatoriamente distribuídos. Algumas células de Sertoli (cs) podem ser observadas. D: O número de anastomoses (an) entre túbulos seminíferos adjacentes aumenta com a progressão da espermatogênese, conectando os lúmens (lu) vizinhos.

4.1.4.3 Regressão

Esta fase tem início logo após o processo de espermição ter ocorrido. A luz dos túbulos seminíferos é reduzida, com a presença de espermatozóides residuais no lúmen (Figura 16A) e/ou nos ductos espermáticos. Alguns cistos contendo espermatócitos podem estar dispersos pelo epitélio germinativo. Esta fase caracteriza-se pela remoção dos espermatozóides residuais do lúmen, via fagocitose pelas células de Sertoli e por macrófagos, e também pelo início da proliferação das espermatogônias (Figura 16B). O epitélio germinativo é inicialmente descontínuo e com a proliferação das espermatogônias, torna-se gradualmente contínuo ao longo dos túbulos seminíferos (Figura 16B). Nesta fase são encontrados granulócitos na região intersticial dos testículos em abundância (Figura 16C), e também na cápsula (Figura 16D).

4.1.4.4 Regeneração

Nesta fase, há o predomínio das espermatogônias e consequente regeneração do epitélio germinativo, podendo haver espermatozoides residuais no lúmen dos túbulos seminíferos (Figuras 17A a 17C). Com a progressão da proliferação das espermatogônias e a fagocitose dos espermatozoides, o lúmen torna-se muito reduzido de maneira a não ser visualizado à microscopia óptica (Figura 17D). O epitélio germinativo torna-se novamente contínuo (Fig. D), sendo composto praticamente apenas por cistos de espermatogônias. Os espermatócitos e espermátides estão ausentes (Figuras 17B a 17D)

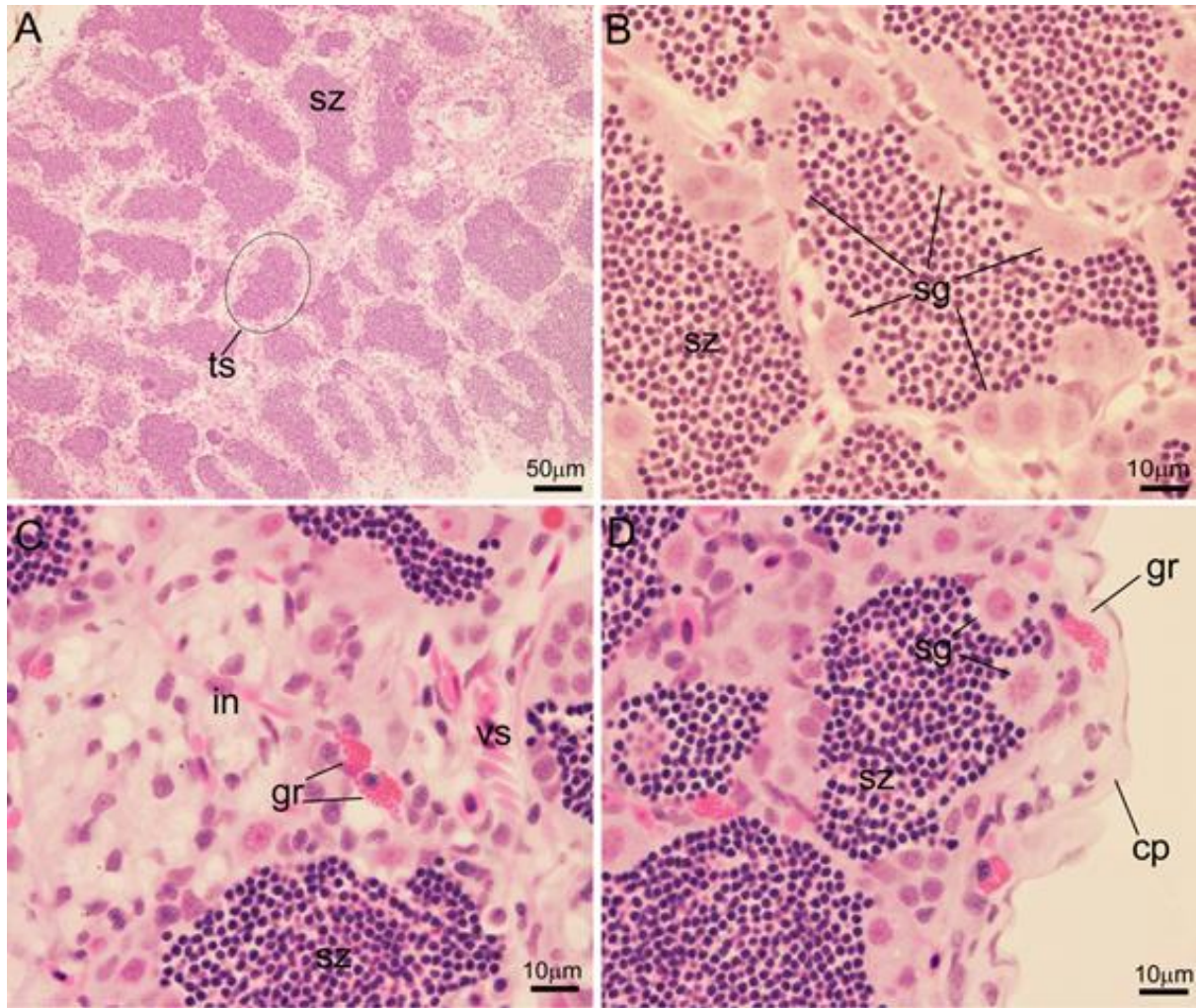


Figura 16. Maturação testicular em *Cyphocharax modestus*. Fase regressão. A: Em destaque, um túbulo seminífero (ts) delimitado pelo epitélio germinativo. Observe que o lúmen (lu) é reduzido e ainda obliterado por espermatozoides (sz) residuais. B: O epitélio germinativo é composto por cistos de espermatogônias (sg). C: Nesta fase estão presentes muitos granulócitos (gr) no interstício (in) do testículo. D: Os granulócitos (gr) também estão presentes na cápsula (cp). Ao final da regressão o epitélio germinativo ainda é descontínuo.

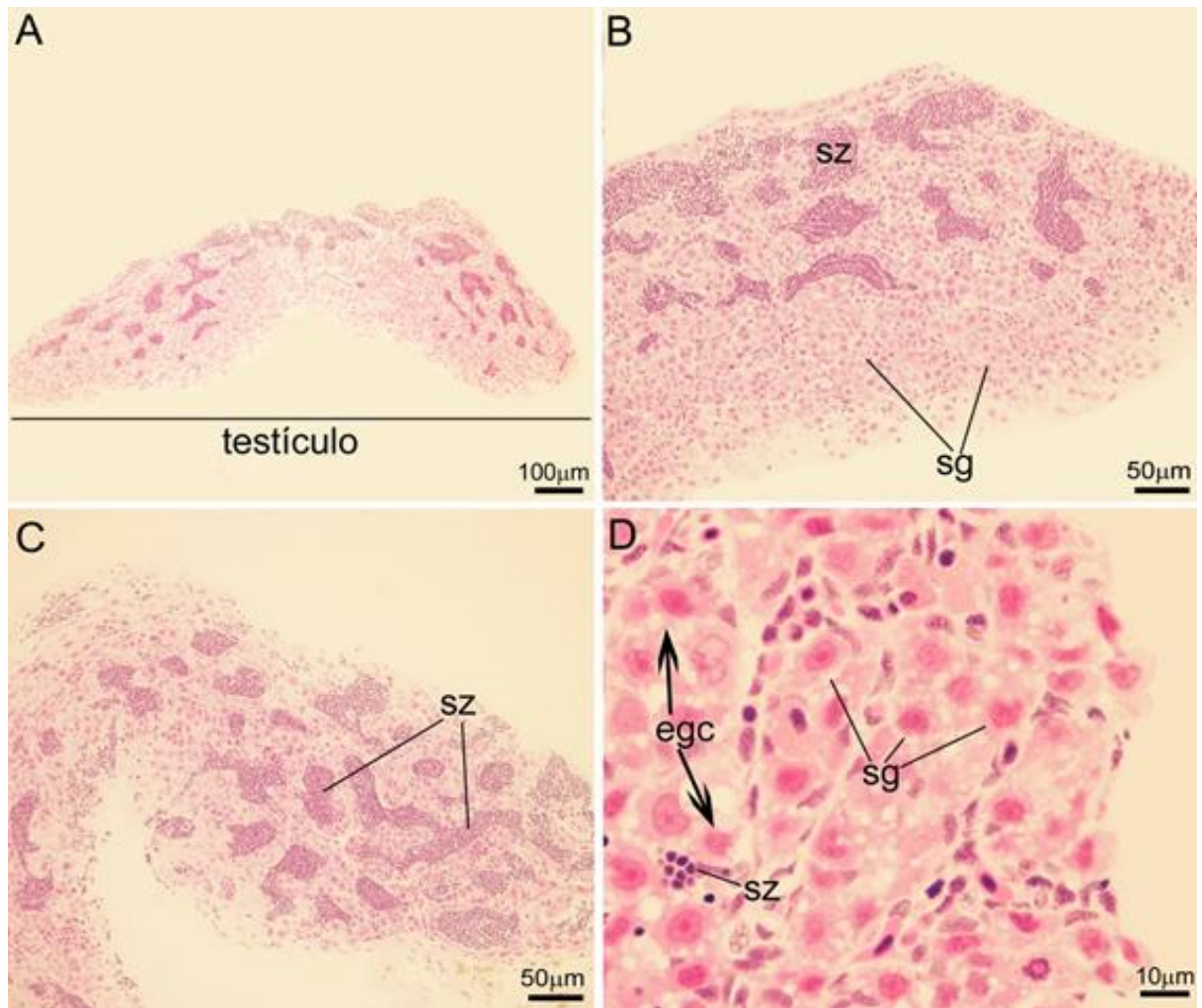


Figura 17. Maturação testicular em *Cyphocharax modestus*. Fase regeneração. A: Em destaque, um corte total do testículo evidenciando seu tamanho reduzido. B-C: Nesta fase o epitélio germinativo é composto apenas por cistos de espermatogônias (sg), e espermatozoides (sz) residuais são visualizados no lúmen. D: Com a proliferação das espermatogônias (sg), o epitélio germinativo torna-se contínuo (egc), e a luz do túbulos é praticamente não-visível à microscopia óptica.

Entre as 18 gônadas analisadas microscopicamente cujos estádios de desenvolvimento não puderam ser determinados macroscopicamente, 8 eram ovários e 10 eram testículos; dos ovários 62,5% estavam aptos a desovar, 25% estavam em regeneração e 12,5% estavam em desenvolvimento. Dentre os testículos, 50% estavam aptos a espermiar, 30% em desenvolvimento e 20% em regressão. Para fêmeas os estádios de maturação gonadal macroscópicos foram confirmados microscopicamente para ovários em desenvolvimento e maturação, enquanto os estádios imaturo e esgotado baixa frequência de confirmação histológica.

Tabela 4. Frequências dos estádios de maturação ovariana de *Cyphocharax modestus* resultantes das análises microscópicas por estágio de maturação gonadal segundo a macroscopia. entre parênteses constam os números de gônadas analisadas microscopicamente; entre colchetes constam as porcentagem de ovários em cada estágio de maturação segundo a microscopia.

Análise macroscópica	Análise microscópica
Imaturo (3)	Regressão {66,7%} Regeneração {33,3%}
Em maturação (13)	Apto a desovar {15,4%} Desova ativa {7,7%} Regressão {30,8%} Regeneração {46,2%}
Madura (3)	Em desenvolvimento {33,3%} Apto a desovar {33,3%} Desova ativa {33,3%}
Esvaziada (7)	Em desenvolvimento {28,6%} Apto a desovar {28,6%} Regressão {14,3%} Regeneração {28,3%}

Para machos foram analisados apenas indivíduos classificados macroscopicamente como em maturação e maduros, com baixa frequência de confirmação histológica (Tabela 6).

Tabela 5. Frequências dos estádios de maturação testicular de *Cyphocharax modestus* resultantes das análises microscópicas por estágio de maturação gonadal segundo a macroscopia. Entre parênteses constam os números de gônadas analisadas microscopicamente; entre colchetes constam as porcentagens de ovários em cada estágio de maturação segundo a microscopia.

Análise macroscópica	Análise microscópica
Imaturo (0)	-
Em maturação (13)	Em desenvolvimento {23,1%} Apto a desovar {46,2%} Regressão {15,4%} Regeneração {15,4%}
Maduro (6)	Apto a espermiar {50,0%} Regeneração {50,0%%}
Esvaziado (0)	-

A análise microscópica dos ovários demonstrou que o desenvolvimento das gônadas ocorreu em novembro e o período reprodutivo tem seu início em dezembro e se estende até fevereiro, ocorrendo nos meses seguintes a regressão e regeneração das gônadas (Figura 18A). A análise microscópica dos testículos demonstra que os machos estão aptos a espermiar em outubro e se estende até fevereiro, ocorrendo nos meses seguintes a regressão e regeneração das gônadas, e, em junho inicia o desenvolvimento das gônadas novamente (Figura 18B).

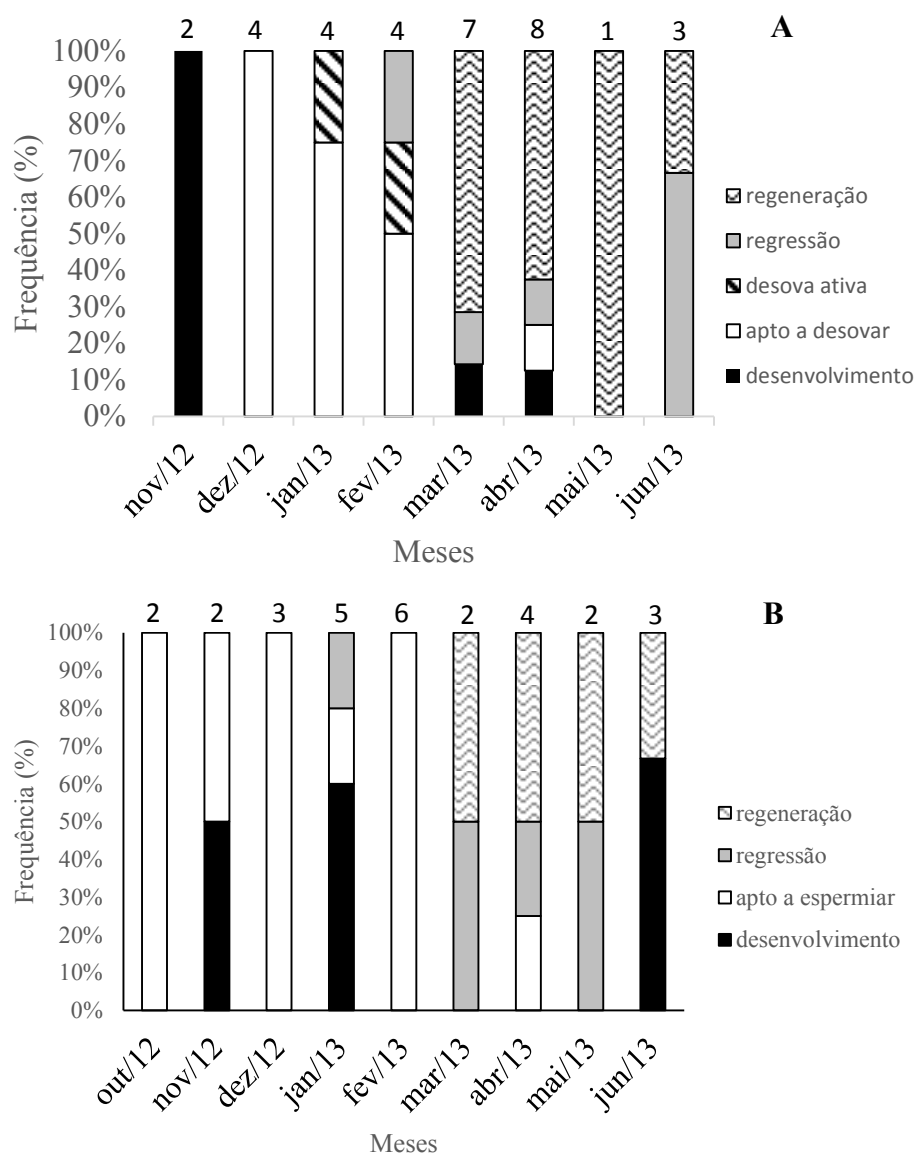


Figura 18. Variação mensal da porcentagem de fêmeas (A) e machos (B) nos vários estádios de desenvolvimento gonadal segundo a análise microscópica de *Cyphocharax modestus* capturados no período de Setembro de 2012 a Agosto de 2013 em quatro pontos de amostragem distribuídos no Rio Taquari e área de influência do Reservatório de Jurumirim. Os números sobre as colunas indicam o total de exemplares analisados por mês.

5. DISCUSSÃO

O comprimento padrão de fêmeas e machos está conforme o descrito para a espécie (VARI, 1989), não ultrapassando 14,9 cm. O CP_{50%}, foi estimado em 7,1 cm e com 10,0 cm todas as fêmeas já apresentavam indícios de terem iniciado a atividade reprodutiva. Valores similares foram encontrados em fêmeas de *C. modestus* como 7,5cm (SUZUKI *et al.*, 2004). A proporção entre os sexos não demonstrou ser significativamente diferente entre machos e fêmeas. Esta informação é importante para a caracterização da estrutura de uma população, e este resultado demonstra que a mortalidade ou o comportamento não atuam de forma diferencial entre os sexos (VAZZOLER, 1996).

O trecho Baixo do rio Taquari apresenta áreas alagadas sob grande influência de ação antrópica, devido à represa de Jurumirim e às atividades agrícolas na região. Os trechos à montante (Alto e Alto lagoa) apresentam partes iniciais com características de riacho, ou seja, ambiente lótico e curta largura entre as margens, variando entre 10 e 20 m, as quais apresentam remanescentes de vegetação ripária ao longo de suas margens (SOUSA, 2013). No período reprodutivo cada espécie apresenta exigências particulares relativas à qualidade da água, à disponibilidade de alimento adequado e os refúgios que garantam o crescimento e a sobrevivência dos indivíduos nas fases iniciais de desenvolvimento (VAZZOLER, 1996). A frequência de indivíduos maduros e as médias mais altas da RGS para machos e fêmeas indica maior atividade reprodutiva, nos trechos Alto e Alto lagoa. Essa maior atividade reprodutiva pode estar associada à maior conservação da área devido à menor influência de ações antrópicas, e consequente melhor qualidade e disponibilidade de recursos.

As análises dos valores da RGS por estação e a variação mensal das frequências dos estádios de desenvolvimento gonadal, demonstraram que o período reprodutivo se concentrou principalmente na primavera. Este resultado também foi encontrado em outros estudos de *C. modestus* (SUZUKI, *et al.*, 2004; CARMASSI, *et al.*, 2008) e de outros curimatídeos (ROMAGOSA *et al.*, 1984; ALVARENGA *et al.*, 2006).

O maior pico de RGS em fêmeas foi encontrado na primavera, entretanto, cabe aqui uma interpretação correta deste pico, pois gônadas mais volumosas (maduras) não implicam em período de desova. Tal fato pode ser evidenciado na Figura 18, onde as fêmeas aptas a desovar foram encontradas nos meses referentes à primavera e em desova ativa se

encontram nos meses referentes ao verão. Conforme ocorre a desova, os ovários perdem seu volume gradativamente até a regressão e regeneração, isso explica o RGS alto no verão, porém menor quando comparado com a primavera.

A definição de uma escala de desenvolvimento gonadal tem se mostrado fundamental para o entendimento do ciclo reprodutivo anual dos peixes (NEHRING, 2010). Os estudos atuais existentes sobre o desenvolvimento gonadal nos Teleostei, em especial no Brasil, baseiam-se principalmente nos aspectos macroscópicos das gônadas (VAZZOLER, 1996), entretanto, devido às limitações dessas análises macroscópicas, podem ocorrer equívocos sobre as condições reais das gônadas, sendo imprescindível uma análise histológica acerca dessas, garantindo maior confiabilidade (SHINOZAKI-MENDES et al., 2013). Escalas macroscópicas possuem a vantagem da rápida classificação de um grande número de exemplares. Entretanto, tem-se demonstrado que os critérios macroscópicos, além de subjetivos, podem ser muito variáveis e mascarar alguns processos que ocorrem no interior das gônadas que não são perceptíveis a olho nu (DIAS *et al.*, 1998). No presente estudo, as classificações macroscópicas para *C. modestus* frequentemente não são condizentes, quando comparadas com as características morfológicas microscópicas nas quais as gônadas realmente se encontram (Tabelas 5 e 6).

A identificação macroscópica das gônadas imaturas não apresentou resultados satisfatórios, fato que pode ser atribuído pelas características peculiares, como o pequeno tamanho e coloração translúcida. Ainda, para *C. modestus*, devido ao pequeno porte da espécie, as gônadas são menores, o que torna ainda mais difícil sua análise macroscópica, levando a equívocos. Os ovários imaturos foram classificados então microscopicamente em regressão e regeneração.

DIAS *et al.* (1998), mostraram que ovários em estádios de maturação são os que estão sujeitos a maior discrepância no que diz respeito à classificação. No presente estudo, ovários em maturação foram classificados microscopicamente como aptos a desovar, desova ativa, regressão e regeneração.

Ovários maduros receberam as seguintes classificações: em desenvolvimento, apto a desovar e desova ativa. A identificação microscópica evidenciou as limitações macroscópicas de constatar quando as gônadas estão realmente em processo de desenvolvimento ou maduras. Por vezes, a cor amarelada, a presença de ovócitos e o volume dos ovários, a priori, podem sugerir o estágio maduro.

Os ovários esvaziados apresentaram características microscópicas de três fases e foram classificados como: em desenvolvimento, apto a desovar, regressão e regeneração. Muitas vezes, a presença de oócitos visíveis em ovários esvaziados, além da cor, transparência e ao reduzido porte da espécie aqui estudada, podem levar a equívocos, e erroneamente classifica-los como em desenvolvimento e apto a desovar. As fases regressão e regeneração não são possíveis de serem diferenciadas macroscopicamente.

Quanto ao tipo de desova, no presente estudo pode-se caracterizar como total, devido as células ovocitárias maturarem concomitantemente, sendo eliminadas de uma só vez durante o período reprodutivo (VAZZOLER, 1996). O mesmo resultado para *Cyphocharax modestus* foi encontrado no estudo de CARMASSI, *et al.* (2008) e em outros estudos envolvendo curimatídeos (ALVARENGA *et al.*, 2006; PERESSIN, *et al.*, 2012).

Quanto às análises dos testículos em maturação, os mesmos foram classificados microscopicamente em: em desenvolvimento, apto à espermiar, regressão e regeneração. A fase apto a espermiar foi encontrada com maior frequência. Os testículos maduros foram classificados microscopicamente em: apto a espermiar e regeneração. Não foi possível constatar o estágio esvaziado em machos de *C. modestus*. Aqui, pode-se considerar a mesma problemática ocorrida nos ovários para a identificação dos estádios: o porte pequeno desta espécie dificulta a classificação.

Cabe ressaltar que as amostragens em campo foram realizadas sob as melhores condições e as análises foram realizadas com peixes frescos, entretanto, FERRARI *et. al.* apontam as razões para as discrepâncias entre as análises macroscópicas e microscópicas, sendo a subjetividade do operador, a distinção pouco clara das descrições dos estádios de maturação nas tabelas de referência, o dia de amostragem, o grau de lesão dos peixes devido à rede de arrasto e o tempo decorrido desde a captura dos peixes até as análises destes.

Pode-se concluir que para *C. modestus* as classificações macroscópica e microscópica das gônadas masculinas frequentemente não coincidem. Já a classificação macroscópica de ovários por si só não apresenta dados confiáveis para esta espécie, exceto para fêmeas maduras. Desta forma, visando uma melhor classificação, os dados macroscópicos devem ser minuciosamente analisados e comparados às análises microscópicas, evitando erros na identificação nas fases reprodutivas ao longo do ciclo reprodutivo, principalmente nas fêmeas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características da biologia reprodutiva de *C. modestus* podem ser sumarizadas como sendo de desova total, período reprodutivo curto e ausência de dimorfismo entre os sexos. Quanto às análises macroscópicas e microscópicas das gônadas, os resultados obtidos mostraram discrepâncias entre as mesmas, sendo imprescindível análises histológicas para resultados confiáveis.

Ainda, o presente estudo evidencia a importância dos tributários com trechos preservados para a viabilidade das populações de peixes que habitam os reservatórios.

REFERÊNCIAS

- ABILHOA, V.; BRAGA, R. R.; BORNATOWSKI, H.; VITULEM J. R. S. Fishes of the Atlantic rain forest streams: Ecological patterns and conservation. In: GRILLO, O.; VENORA, J. (Orgs.) *Changing diversity in changing environment*. InTech, p. 259-282, 2011.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil*. Maringá, Eduem, 501p. 2007.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR, H. F.; BORGHETTI, J. R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Revista Unimar*, Maringá, v. 14, p. 089-107, 1992.
- ALVARENGA, É. R.; et al. Biologia reprodutiva e alimentação de *Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann) (Pisces, Curimatidae) no reservatório de Juramento, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, p. 314-322, 2006.
- BARBIERI, G. & S. HARTZ. Estudo da fecundidade e tamanho de primeira maturação gonadal de *Cyphocharax modesta* (HENSEL, 1869) da represa do Lobo, estado de São Paulo, Brasil (Characiformes, Curimatidae). *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série Zoologia*, v. 8, p. 27-35, 1995.
- BARBIERI, G. Biologia populacional de *Cyphocharax modesta* (HENSEL, 1869) (Characiformes, Curimatidae) da represa do Lobo (Estado de São Paulo) II. Dinâmica da reprodução e influência de fatores abióticos. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 22, n.2, p. 22: 57-62, 1995.
- BRITSKI, H.A.; Y. SATO & A.B.S. ROSA. 1984. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. Brasília, Câmara dos Deputados, CODEVASF, 143p.
- BROWN-PETERSON, N. J; WYANSKKY, D. M; SABORIDO REY, F; BEVERLEY, J. M.; LAWERRE-BARBIERI. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fishes: dynamics, management and ecosystem Science*. 3:52–70, 2011
- CARMASSI, A.L.; SILVA A. T.; RONDINELI, G. R.; BRAGA, F. M. S. Biologia populacional de *Cyphocharax modestus* (Osteichthyes, Curimatidae) no córrego Ribeirão

Claro, município de Rio Claro (SP). *Biota Neotrop.*, Campinas , v. 8, n. 1, p. 109 – 114, 2008.

CORTÉS, N. and ARON, A. 2011. Reproductive cycle and batch fecundity of *Isacia conceptionis* (Perciformes, Haemulidae) at La Herradura, Coquimbo, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, vol. 46, p.101-104.

CARVALHO, E. D. Ações antrópicas e a biodiversidade Jurumirim (Alto Rio Paranapanema). 2009. 87f. Tese (Livre-Docência) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2009.

DIAS, J.F; Peres-Rio, P.T.C. Chaves; C.L.D.B. Rossi-Wongtschowski. Análise Macroscópica dos Ovários de Teleósteos: Problemas de Classificação e Recomendações de Procedimentos. *Rev. Brasil. Biol.* v. 58 n. 1, p. 55-69, 1998.

GOULART, E. (1994), Estrutura da população, idade, crescimento, reprodução e alimentação de *Auchenipterus nuchalis* (Spix, 1826) (Osteichthyes, Auchenipteridae) do reservatório de Itaipu-PR. (Tese), Universidade Federal de São Carlos, São Paulo

GIORA, J. & FIALHO, C. B. Biologia alimentar de *Steindachnerina brevipinna* (Characiformes, Curimatidae) do Rio Ibicuí-Mirim, Rio Grande do Sula, Brasil. *Iheringia. Ser. Zool.* Porto Alegre – RS v. 93, n. 3, p. 271-276, 2003.

GOULART, E. (1994), Estrutura da população, idade, crescimento, reprodução e alimentação de *Auchenipterus nuchalis* (Spix, 1826) (Osteichthyes, Auchenipteridae) do reservatório de Itaipu-PR. (Tese), Universidade Federal de São Carlos, São Paulo

GRAÇA, W. J. & PAVANELLI, C. S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá: EDUEM , 308 p, 2007.

HENRY, R. & GOUVEIA, L. Os fluxos de nutrientes e seston em cursos de água do alto Paranapanema (São Paulo): Sua relação com usos do solo e morfologia das bacias de drenagem. *Anais Acad. Bras. Ciencias*, v. 65, n. 4, p. 439-451, 1993.

HENRY, R. & NOGUEIRA, M. G. A Represa de Jurumirim (São Paulo): Primeira síntese sobre o conhecimento limnológico e uma proposta preliminar de manejo ambiental. . In:

Henry, R. (Org). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu, Fapesp/Fundibio, p. 651-685, 1999.

HOLZBACH, A.J.; BAUMGARTNER, G.; BERGMANN, F.; REZENDE NETO L. B.; BAUMGARTNER D.; SANCHES, P. V.; GUBIAN, É. A. Caracterização populacional de *Steindachnerina insculpta* (Fernández-Yépez, 1948) (Characiformes, Curimatidae) no rio Piquiri. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v.27, p. 347-353, 2005.

HONJI, RM.; VAZ-DOS-SANTOS, A.M.; ROSSI- WONGTSCHOWSKY, C.L.D.B. Indetification of the estages of ovarian maturation of the Argentine hake *Merluccius hunnsi* Marini, 1933 (Teleostei: Merlucciidae): advantages and disadvantages of the use of the macroscopic na microscopic scales. *Neotrop. Ichthyol.*, v. 4, n. 3, p.329-337, 2006.

JORCIN, A, & NOGUEIRA, M. G. Benthic macroinvertebrates in the Paranapanema reservoir cascade (southeast Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, p. 1013-1024, 2008.

LUCIANO, S.C. & HENRY, R. Biomass of *Eichhornia azurea* Kunth and *Brachiaria arrecta* Stent in lower Taquari River, Jurumirim Reservoir, São Paulo, Brasil, *Verh. Internat. Limnol. Verein.*, v. 26, p. 1857-1861, 1998.

MARQUES, D.K.S., I.L. Rosa and H.C.B. Gurgel. 2000. Descrição histológica de gônadas de traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch) (OSTEICHTHYES, ERYTHRINIDAE) da barragem do Rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil., *Ver. Brás. Zool.* 17 (3): 573-582.

MENEZES, M.S & CARAMASCHI, E.P. Distribution and population structure of the fish *Cyphocharax gilbert* (Characiformes: Curimatidae) in the Lower Paraíba do Sul River, Brazil. *Rev. biol. trop.*, v. 55 n. 3-4, p. 1015-1023, 2007.

MURUAH, H; KRAUS, G; WITTHAMES, P R.; THORSEN, A; JUNQUERA, S. Procedures to estimate fecundity of marine fishes species in relation to their reproductive strategy. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* Vol., 33, 2011.

NEHRING, P. Uma nova abordagem do ciclo reprodutivo dos machos e fêmeas, e da origem e desenvolvimento dos oócitos do Ostariophysii, e Perciformes neotropicais aplicada ao Anostomidae, *Schizodon nasutus* e ao Sciaenidae, *Plagioscion squamosissimus*. 2010. 105f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. 2010.

NELSON, J.S. Fishes of the world. Ed. John Wiley & Sons, New York, 1994.

PERESSIN, A.; GONÇALVES, C.S.; BRAGA, F.M.S. Reproductive strategies of two Curimatidae species in a Mogi Guaçu impoundment, upper Paraná River basin, São Paulo, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 10, p. 847-854, 2013.

RIBEIRO, V. M. A., SANTOS, G. B.; BAZZOLI, N. Reproductive biology of *Steindachnerina insculpta* (Fernandez-Yépez) (Teleostei, Curimatidae) in Furnas reservoir, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, p. 71-76, 2007.

ROMAGOSA, E.; GODINHO, H. M.; NARAHARA, M. Y. Tipo de desova e fecundidade de *Curimatus gilberti* (Quoy & Gaimard, 1824) da represa de Ponte Nova, alto Tietê. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 44, p. 1-8, 1984.

SCHIFINO, L.C.; FIALHO, C.B.; VERANI, J.R. Reproductive aspects of *Cyphocharax voga* (Hensel) from Custódias Lagoon, Rio Grande do Sul, Brazil (Characiformes, Curimatidae). *Rev. Bras. Zool.*, v. 15, n. 3, 1998.

SOUSA, J.Q. Caracterização das assembleias de peixes do rio Taquari, tributário da represa de Jurumirim (Alto rio Paranapanema, SP): Diversidade e atributos ecológicos. 2013. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. 2013.

SOUZA, B. E. Proteína bruta na alimentação de reprodutores do pacu, *Piaractus mesopotamicus* criados em tanque-rede. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP. 2012.

Shinozaki-Mendes, R.A.; Santander-Neto, J.; Silva, JRF.; and Hazin, FHV. Gonad maturation of *Haemulon plumieri* (Teleostei: Haemulidae) in Ceará state, Northeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 2013, vol. 73, no. 2, p. 383-390

SUZUKI, H.I., et al. Reproductive ecology of the fish assemblages. In: Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (Eds). *The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, p. 271-292, 2004.

TUNDISI, J. G. Represas como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.), *Ecologia de represas: estrutura, funções e aspectos sociais*. São Paulo: FAPESP, v. 1, p. 19-38, 1999.

TUNDISI, J.G. *Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez*. RIMA, IIE, 248p, 2003.

VARI, R. P. A Phylogenetic study of the neotropical characiform family Curimatidae (Pisces:Ostariophysi). *Smithsonian Contributions to Zoology*, Washington, n. 471, 71p, 1989.

VARI, R.P. Family Curimatidae – toothless characiforms. In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS JR., C.J. (Orgs.). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, Edipucrs, p. 51-64, 2003.

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

WEST, G. Methods of assessing ovarian development in fish: a review. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, p. 199-222, 1990.

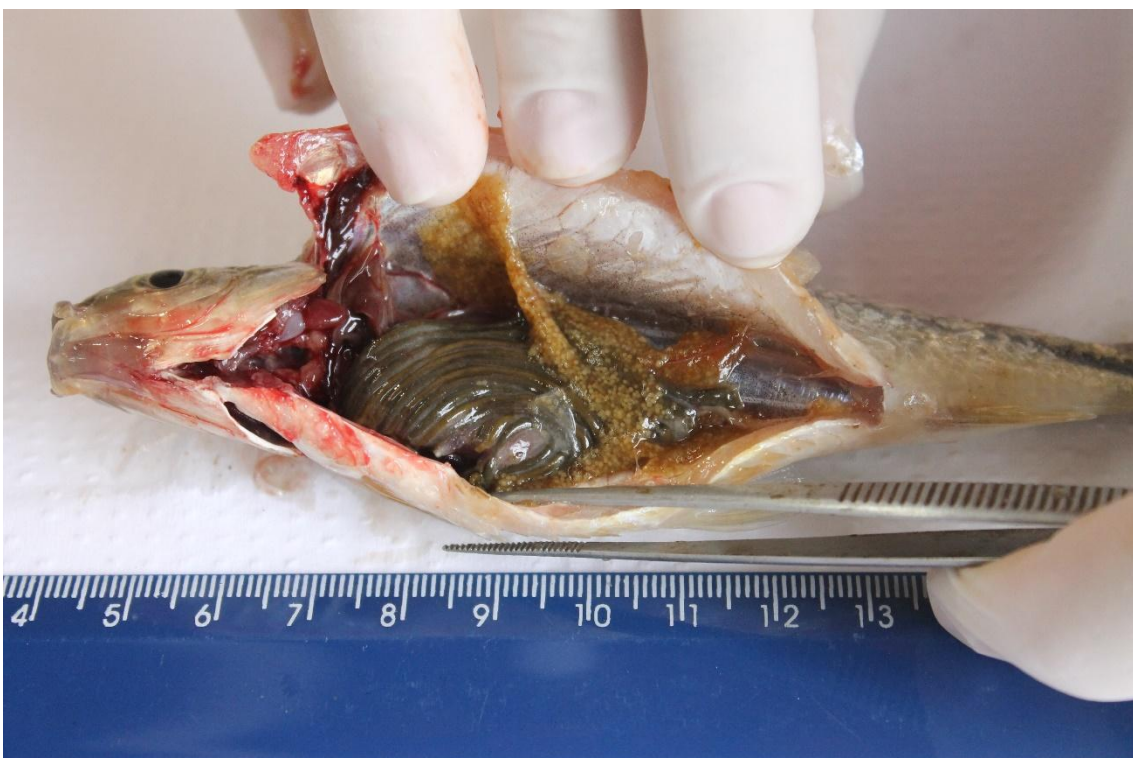
WOOTTON, R.J. Introduction: tactics and strategies in fish reproduction. In: POTTS, G.W.; WOOTTON, R.J. (Eds). *Fish reproduction: strategies and tactics*. London: Academic Press. p. 1-12, 1984.

WOOTTON, R.J.. *Ecology of Teleost Fishes*. 2nd Edn., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 392p , 1998.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. New Jersey: Prentice-Hall Editions, 1984. 718p.

APÊNDICE A – Fêmea em maturação



APÊNDICE B – Fêmea madura**APÊNDICE C – Fêmea esvaziada**

APÊNDICE D – Macho em maturação



APÊNDICE E – Macho maduro

