

Biologia reprodutiva de *Astyanax henseli* (Teleostei, Characidae) do curso superior do rio dos Sinos, RS, Brasil

Renato B. Dala-Corte¹ & Marco A. Azevedo²

1. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43435, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil. (renatocorte@gmail.com)
2. Setor de Ictiologia, Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Av. Dr. Salvador França, 1427, 90690-000 Porto Alegre, RS, Brasil. (marco-azevedo@fzb.rs.gov.br)

ABSTRACT. Reproductive biology of *Astyanax henseli* (Teleostei, Characidae) in the upper Rio dos Sinos, RS, Brazil. This study describes the reproductive biology of a population of *Astyanax henseli* Melo & Buckup, 2006 from the upper Rio dos Sinos, Caraá, Rio Grande do Sul, Brazil. A total of 336 specimens was analyzed, comprising 169 males, 154 females and 13 individuals of undetermined sex. The reproductive season lasted approximately five months, from August to December, gonadosomatic index (GSI) peaked in October, corresponding to the end of winter and the spring in the southern hemisphere. No correlation was found between the GSI and abiotic factors (temperature, rainfall and photoperiod). However, these factors may trigger gonad maturation. Also, no correlation was observed between biotic variables, such as stomach repletion index (RI) and hepatosomatic index (HSI), and GSI. Despite that, high RI values during the reproductive period may indicate that *A. henseli* maintains its feeding activity throughout the reproductive months, while low HSI values during the peak of GSI suggest a higher energy expenditure of the liver during this period. The sex ratio in the population was 1:1 for the total number of individuals sampled, among different classes of length, and among the different months of the year. The size at first gonadal maturation was 69 mm for males and 60 mm for females. The absolute fecundity mean was 3,038 oocytes and the relative fecundity mean was 0.13 oocytes mg⁻¹. The oocyte development indicated that *A. henseli* is a total spawner.

KEYWORDS. Reproductive period, small size characid, gonadosomatic index, fecundity, first gonadal maturation.

RESUMO. No presente estudo é descrita a biologia reprodutiva de uma população de *Astyanax henseli* Melo & Buckup, 2006 do curso superior do rio dos Sinos, Caraá, Rio Grande do Sul, Brasil. Foram analisados 336 exemplares, sendo 169 machos, 154 fêmeas e 13 cujo sexo não foi possível ser determinado. O período reprodutivo teve aproximadamente cinco meses de duração, ocorrendo entre agosto e dezembro, com pico do índice gonadosomático (IGS) em outubro, correspondendo ao final do inverno e a primavera no hemisfério sul. Não houve correlação estatisticamente significativa do IGS com os fatores abióticos (temperatura, precipitação e fotoperíodo). No entanto, sugere-se que estes fatores estejam atuando como desencadeadores da maturação gonadal. Fatores bióticos como o índice de repleção estomacal (IR) e índice hepatossomático (IHS), também não mostraram correlação estatisticamente significativa com o IGS. Apesar disso, os valores de IR indicam que *A. henseli* continua se alimentando ativamente durante o período reprodutivo, enquanto que os baixos valores de IHS durante do pico reprodutivo sugerem um maior gasto das reservas hepáticas neste período. A proporção sexual de 1:1 foi encontrada ao longo dos meses do ano, nas classes de comprimento e na população como um todo. O comprimento de primeira maturação gonadal foi estabelecido em 69 mm para os machos e 60 mm para as fêmeas. A média da fecundidade absoluta foi de 3.038 ovócitos e a da fecundidade relativa 0,13 ovócitos mg⁻¹. O desenvolvimento ovocitário indicou uma desova total.

PALAVRAS-CHAVE. Período reprodutivo, caracídeo de pequeno porte, índice gonadosomático, fecundidade, primeira maturação gonadal.

A Região Neotropical abriga a maior diversidade morfológica e riqueza de peixes de água doce de todo planeta (VARI & MALABARBA, 1998), contendo mais de 4.400 espécies descritas (REIS *et al.*, 2003). A ordem Characiformes compreende peixes que possuem uma grande variedade de formas e comportamentos (VAZZOLER & MENEZES, 1992), permitindo, assim, que habitem os mais variados tipos de ambientes. Dentro desta ordem, a família Characidae é a maior e mais complexa existente, com mais de 1.350 espécies descritas (REIS *et al.*, 2003).

Os caracídeos do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854, popularmente conhecidos como lambaris ou piabas, incluem mais de 80 espécies distribuídas do estado norte-americano do Texas até a Argentina, as quais são pobremente conhecidas quanto a aspectos taxonômicos e filogenéticos, constituindo, possivelmente, um gênero não monofilético (LIMA *et al.*, 2003). *Astyanax henseli* Melo & Buckup, 2006 é uma espécie descrita recentemente, com distribuição conhecida apenas para drenagens dos rios dos Sinos e Taquari, no sistema da

laguna dos Patos (RS), e conhecimentos básicos sobre sua biologia são inexistentes.

Um dos aspectos interessantes da biologia dos peixes é a diversidade de estratégias reprodutivas utilizadas por diferentes grupos. O conhecimento da biologia reprodutiva das espécies é imprescindível para a compreensão da dinâmica populacional e, conseqüentemente, das relações ecológicas de uma comunidade, sendo útil ainda para orientar medidas de conservação e manejo dos organismos e de seus ambientes. O sucesso obtido por qualquer espécie é determinado, em última instância, pela capacidade de seus integrantes reproduzirem-se em ambientes variáveis, mantendo populações viáveis (VAZZOLER, 1996).

No presente trabalho é descrita a biologia reprodutiva de uma população de *A. henseli* do curso superior do rio dos Sinos, Caraá, RS, Brasil, sendo estabelecidos o período reprodutivo, suas possíveis correlações com variáveis bióticas e abióticas, a proporção sexual, o comprimento de primeira maturação gonadal, a fecundidade e o tipo de desenvolvimento ovocitário.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo situa-se no trecho superior do rio dos Sinos (50°25'36''W, 29°45'51''S), a cerca de 60 m de altitude, no município de Carará, Rio Grande do Sul, Brasil (Fig. 1). O rio dos Sinos pertence ao sistema hidrográfico da laguna dos Patos, sendo um dos principais rios que deságuam no delta do Jacuí e formam o lago Guaíba. Conforme a classificação de TEIXEIRA *et al.* (1982), a formação vegetal encontrada na região é a Floresta Estacional Semidecidual. De acordo com a classificação climática de Köppen, o trecho superior da bacia do Sinos está sujeito ao tipo climático Cfb (clima temperado úmido), predominante no planalto e na encosta do Rio Grande do Sul (MORENO, 1961).

Os exemplares de *A. henseli* foram coletados mensalmente, entre janeiro e dezembro de 2007. Para a captura dos exemplares, o esforço amostral foi padronizado, sendo efetuadas 20 investidas com puçá (malha de 2,0 mm entre nós), três arrastos com rede do tipo picaré (malha de 2,5 mm entre nós) e 24 horas de exposição de redes de espera (1,5 m de altura e 12 m de comprimento, dividida igualmente em seis malhas de 15 a 40 mm entre nós). Os espécimes coletados foram inicialmente fixados em solução de formalina 10% e, posteriormente, transferidos para álcool 70° GL. Exemplares testemunho foram tombados na coleção de peixes do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (MCN 18.893, 18.894).

Durante as coletas, a temperatura da água foi registrada. Os dados mensais de precipitação

pluviométrica foram obtidos junto ao 8° Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia e os de fotoperíodo, através do software Skymap Pro 9.0.

Para as análises reprodutivas, de cada exemplar foi registrado o comprimento padrão (CP), em milímetros, e o peso total (PT), das gônadas (Pg), do estômago (Pe) e fígado (Pf), em gramas. Foram calculados o índice gonadossomático (IGS), o índice de repleção estomacal (IR) e o índice hepatossomático (IHS), utilizando-se as seguintes fórmulas: $IGS = (Pg/PT) \times 100$ (VAZZOLER, 1996); $IR = (Pe/PT) \times 100$ (SANTOS, 1978); e $IHS = (Pf/PT) \times 100$ (SANTOS, 1978).

Para cada espécime dissecado foi determinado o sexo e o estágio de maturação gonadal, a partir da observação de aspectos macroscópicos das gônadas, conforme VAZZOLER (1996). O período reprodutivo foi estabelecido a partir das frequências de fêmeas e machos com gônadas em estádios maduros ou em maturação avançada, e da variação mensal das médias do IGS. Correlações das médias de IGS com os valores de temperatura da água, precipitação e fotoperíodo, assim como, com as médias do IR e IHS, foram avaliadas aplicando-se o teste não paramétrico de Spearman, através do software PAST (Palaeontological Statistics) versão 1.89.

A proporção sexual da população foi calculada a partir das frequências totais, mensais, e por intervalo de classes de comprimento de machos e fêmeas, segundo VAZZOLER (1996). Diferenças significativas entre a proporção sexual de machos e fêmeas foram avaliadas pelo teste qui-quadrado (χ^2).

O comprimento de primeira maturação gonadal (L_{50}), considerado como sendo aquele em que 50% dos indivíduos da população iniciaram o processo de maturação das gônadas, foi estimado com base nas frequências relativas de jovens e adultos por classes de comprimento (SANTOS, 1978). A curva obtida foi ajustada segundo a seguinte expressão matemática: $F = 1 - (e^{-a} CP^b)$, onde: F = frequência relativa de indivíduos adultos; e = base dos logaritmos naturais; CP = comprimento padrão; a e b = constantes estimadas relacionadas ao ajuste da curva.

A fecundidade absoluta foi determinada a partir da contagem do total de ovócitos maduros contidos em todos os ovários maduros. A fecundidade relativa foi obtida a partir do número de ovócitos maduros por miligrama do peso total das fêmeas.

O tipo de desenvolvimento ovocitário foi estimado com base nas frequências, por classe de tamanho, do diâmetro dos ovócitos presentes nos ovários maduros (VAZZOLER, 1996), utilizando-se um estereomicroscópio com ocular milimetrada para a medição dos ovócitos. A partir disso, foi inferido o tipo de desova da espécie.

RESULTADOS

A temperatura da água variou de 26,8°C, em janeiro, a 12,8°C, em julho. A precipitação máxima foi registrada em julho (233,5 mm) e a mínima em abril (74,1 mm). O maior valor de fotoperíodo foi de 844 minutos, em dezembro, e o menor de 615 minutos, em junho (Tab. I).

Foram analisados 336 exemplares de *A. henseli*, sendo 169 machos (20,29 mm a 110,64 mm CP), 154 fêmeas (20,76 mm a 110,08 mm CP) e 13 cujo sexo não foi possível ser determinado (17,17 mm a 29,36 mm CP).

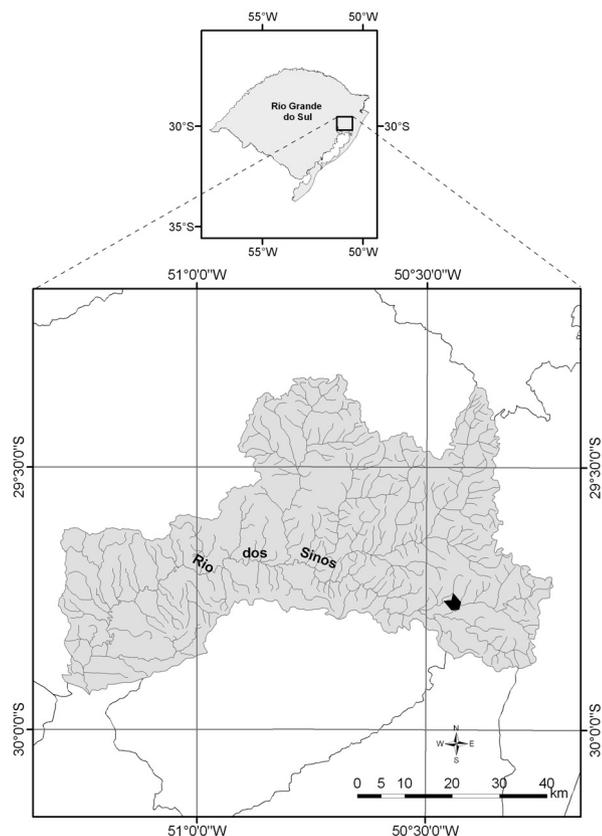


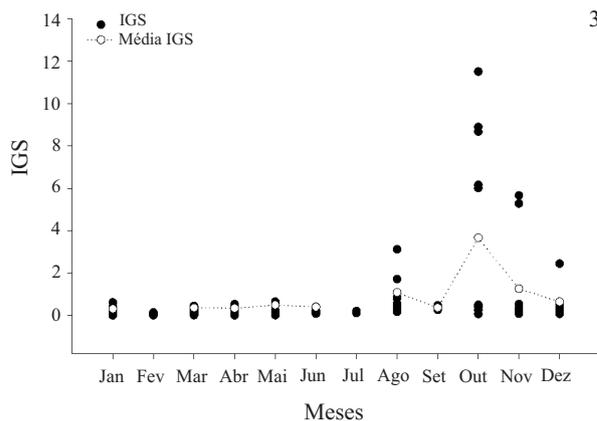
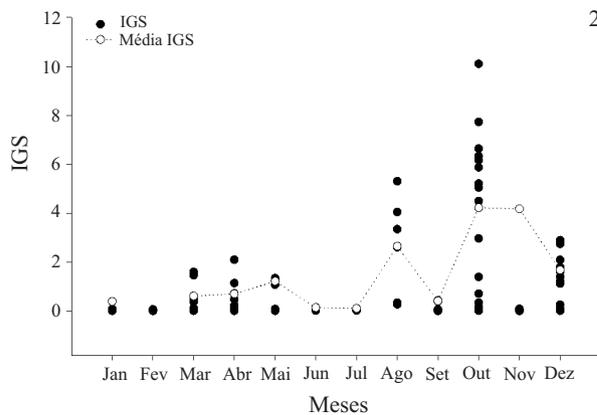
Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio dos Sinos com a indicação do ponto de coleta (seta), no município de Carará, Rio Grande do Sul, Brasil.

A variação mensal do IGS mostrou valores elevados a partir de agosto, com a maior média ocorrendo em outubro (4,22 para machos e 3,67 para fêmeas). Nos meses de setembro e dezembro as médias de IGS de ambos os sexos sofreram acentuado declínio (Tab. II; Figs 2, 3).

Ovários em maturação avançada ocorreram no mês de agosto, enquanto que ovários maduros ocorreram nos meses de outubro e novembro. Testículos em maturação avançada foram observados em março, abril, maio, outubro e dezembro, enquanto que testículos maduros

Tabela I. Variação dos valores da temperatura da água, pluviosidade e fotoperíodo do curso superior do rio dos Sinos, Caraá, RS, entre janeiro e dezembro de 2007.

| Mês | Temperatura (°C) | Pluviosidade (mm) | Fotoperíodo (minutos) |
|-----|------------------|-------------------|-----------------------|
| Jan | 26,8 | 080,6 | 837 |
| Fev | 24,8 | 185,7 | 805 |
| Mar | 24,8 | 172,0 | 739 |
| Abr | 23,2 | 074,1 | 670 |
| Mai | 15,9 | 168,2 | 631 |
| Jun | 13,5 | 124,5 | 615 |
| Jul | 12,8 | 233,5 | 640 |
| Ago | 13,0 | 153,7 | 683 |
| Set | 20,1 | 222,9 | 742 |
| Out | 17,6 | 078,3 | 797 |
| Nov | 23,0 | 137,9 | 832 |
| Dez | 25,5 | 142,5 | 844 |



Figuras 2, 3. Distribuição mensal dos valores do índice gonadosossômico (IGS) de *Astyanax henseli* Melo & Buckup, 2006 coletados no curso superior do rio dos Sinos, Caraá, RS, entre janeiro a dezembro de 2007: 2, machos; 3, fêmeas. As médias de IGS (círculos brancos) foram baseadas apenas nos valores de indivíduos adultos (círculos pretos).

ocorrerem de agosto a dezembro. As frequências das gônadas maduras de machos e fêmeas coincidem com as maiores médias de IGS (Figs 4, 5).

A maior média do índice de repleção estomacal dos exemplares machos ocorreu em janeiro (3,25) e a menor em novembro (1,14). Além disso, também foi registrado um valor elevado de IR em outubro (2,83), coincidindo com a maior média do IGS. Para as fêmeas, a maior média do IR ocorreu em outubro (2,72) e a menor em maio (1,56). Em relação aos valores do índice hepatossomático dos machos, a maior média foi registrada em julho (1,86) e a menor em abril (0,88). Para as fêmeas, a maior média do IHS foi obtida em setembro (2,51) e menor em junho (1,02) (Tab. II).

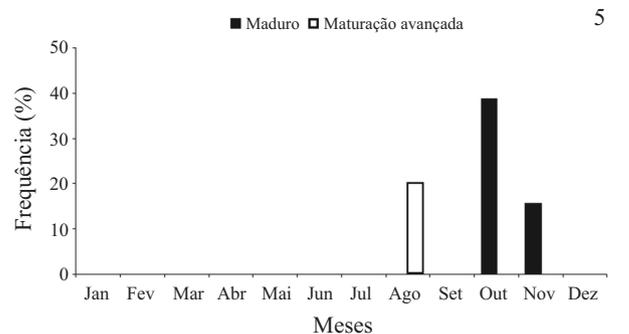
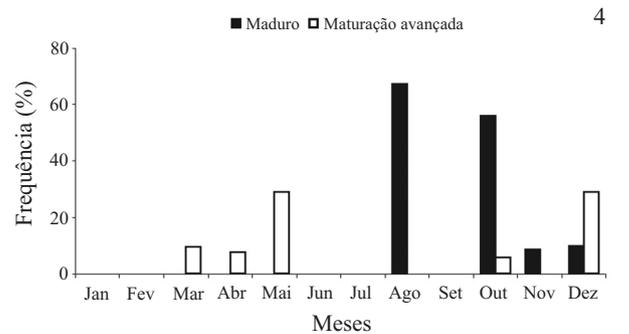
Os testes de correlação das médias dos valores dos IGS com fatores abióticos (temperatura, precipitação e fotoperíodo) e bióticos (IR e IHS) resultaram em p-valores maiores que 0,1; não mostrando uma correlação significativa.

A proporção sexual total foi de 1:1, não havendo diferenças significativas no número de machos e fêmeas na população amostrada, conforme o teste qui-quadrado. O mesmo ocorreu com a proporção sexual testada por meses do ano e por classes de comprimento (Tab. III).

O comprimento de primeira maturação gonadal foi estabelecido em 69,5 mm e 60 mm para os machos e fêmeas, respectivamente (Figs 6, 7).

Do total de fêmeas amostradas, apenas sete apresentaram ovários maduros. A fecundidade absoluta variou de 1.820 a 5.375 ovócitos, com média de 3.038 (± 1.358), e a fecundidade relativa variou entre 0,08 e 0,20 ovócitos mg^{-1} de peso corporal, com média de 0,13 ovócitos mg^{-1} ($\pm 0,05$).

O diâmetro médio dos ovócitos maduros variou entre 800 e 1.120 μm (média de $889 \pm 66 \mu m$). A distribuição das frequências relativas das classes de diâmetro dos



Figuras 4, 5. Distribuição mensal das frequências relativas de indivíduos de *Astyanax henseli* Melo & Buckup, 2006 com gônadas maduras e em estágio de maturação avançada no curso superior do rio dos Sinos, Caraá, RS: 4, machos; 5, fêmeas.

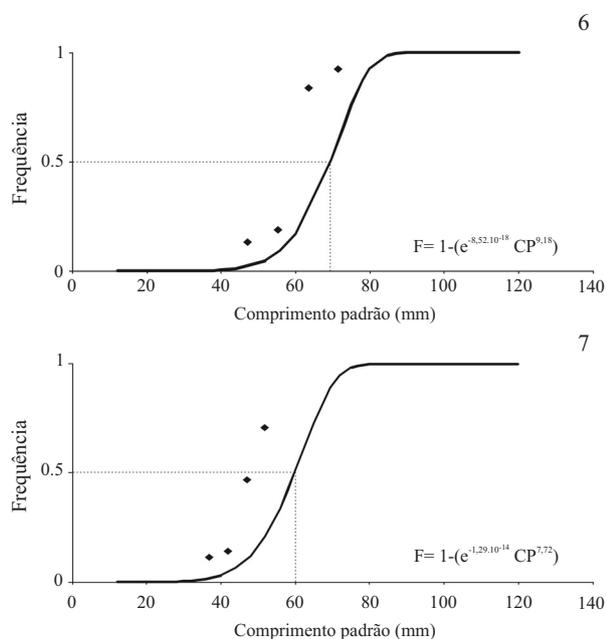
Tabela II. Média mensal e desvio padrão (\pm) do índice gonadossomático (IGS), índice de repleção estomacal (IR) e índice hepatossomático (IHS) de machos e fêmeas de *Astyanax henseli* Melo & Buckup, 2006 do curso superior do rio dos Sinos, Caraá, RS, coletados entre janeiro e dezembro de 2007. Células em branco significam número insuficiente de exemplares adultos para o cálculo.

| Mês | Fêmeas | | | Machos | | |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | IGS | IR | IHS | IGS | IR | IHS |
| Jan | 0,32 \pm 0,10 | 2,71 \pm 1,04 | 1,25 \pm 0,39 | 0,40 \pm 0,00 | 3,26 \pm 0,00 | 1,29 \pm 0,00 |
| Fev | | | | | | |
| Mar | 0,37 \pm 0,07 | 2,27 \pm 0,63 | 1,04 \pm 0,25 | 0,61 \pm 0,51 | 1,50 \pm 0,40 | 1,03 \pm 0,18 |
| Abr | 0,35 \pm 0,13 | 1,87 \pm 0,14 | 1,17 \pm 0,32 | 0,70 \pm 0,72 | 1,95 \pm 0,64 | 0,88 \pm 0,16 |
| Mai | 0,50 \pm 0,18 | 1,57 \pm 0,80 | 1,21 \pm 0,37 | 1,22 \pm 0,13 | 1,57 \pm 0,70 | 0,99 \pm 0,09 |
| Jun | 0,41 \pm 0,00 | 1,96 \pm 0,00 | 1,02 \pm 0,00 | 0,14 \pm 0,00 | 1,55 \pm 0,00 | 1,19 \pm 0,00 |
| Jul | | | | 0,11 \pm 0,00 | 2,33 \pm 0,00 | 1,86 \pm 0,00 |
| Ago | 1,10 \pm 0,92 | 2,27 \pm 0,80 | 1,10 \pm 0,21 | 2,65 \pm 2,02 | 1,46 \pm 0,42 | 1,03 \pm 0,31 |
| Set | 0,38 \pm 0,08 | 2,42 \pm 0,26 | 2,51 \pm 1,24 | 0,41 \pm 0,03 | 2,28 \pm 0,21 | 1,79 \pm 0,03 |
| Out | 3,67 \pm 4,26 | 2,72 \pm 0,81 | 1,10 \pm 0,25 | 4,22 \pm 3,11 | 2,84 \pm 0,82 | 0,99 \pm 0,42 |
| Nov | 1,27 \pm 2,08 | 2,17 \pm 0,78 | 1,07 \pm 0,20 | 4,18 \pm 0,00 | 1,15 \pm 0,00 | 1,24 \pm 0,00 |
| Dez | 0,66 \pm 0,79 | 2,40 \pm 0,81 | 1,50 \pm 0,49 | 1,68 \pm 0,82 | 1,83 \pm 0,61 | 1,18 \pm 0,20 |

Tabela III. Proporção sexual total, mensal e por classes de comprimento padrão (mm) de machos e fêmeas de *Astyanax henseli* Melo & Buckup, 2006 do curso superior do rio dos Sinos, Caraá, RS, coletados entre janeiro e dezembro de 2007.

| | n | | % | | χ^2 |
|----------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | Machos | Fêmeas | Machos | Fêmeas | |
| Meses | | | | | |
| Jan | 24 | 24 | 50,00 | 50,00 | 0,00 |
| Fev | 15 | 09 | 62,50 | 37,50 | 1,50 |
| Mar | 22 | 28 | 44,00 | 56,00 | 0,70 |
| Abr | 27 | 22 | 55,10 | 44,90 | 0,50 |
| Mai | 07 | 10 | 41,18 | 58,82 | 0,50 |
| Jun | 06 | 06 | 50,00 | 50,00 | 0,00 |
| Jul | 02 | 02 | 50,00 | 50,00 | 0,00 |
| Ago | 06 | 10 | 37,50 | 62,50 | 1,00 |
| Set | 09 | 06 | 60,00 | 40,00 | 0,60 |
| Out | 18 | 13 | 58,06 | 41,94 | 0,80 |
| Nov | 12 | 13 | 48,00 | 52,00 | 0,00 |
| Dez | 21 | 11 | 65,63 | 34,38 | 3,10 |
| Classes | | | | | |
| 20 -28 | 16 | 10 | 61,54 | 38,46 | 1,38 |
| 28 -36 | 28 | 19 | 59,57 | 40,43 | 1,72 |
| 36 -44 | 27 | 33 | 45,00 | 55,00 | 0,60 |
| 44 -52 | 30 | 29 | 50,85 | 49,15 | 0,02 |
| 52 -60 | 16 | 13 | 55,17 | 44,83 | 0,31 |
| 60 -68 | 12 | 16 | 42,86 | 57,14 | 0,57 |
| 68 -76 | 13 | 14 | 48,15 | 51,85 | 0,04 |
| 76 -84 | 11 | 4 | 73,33 | 26,67 | 3,27 |
| 84 -92 | 7 | 6 | 53,85 | 46,15 | 0,08 |
| 92 -100 | 4 | 4 | 50,00 | 50,00 | 0,00 |
| 100 -108 | 3 | 2 | 60,00 | 40,00 | 0,20 |
| 108 -116 | 2 | 4 | 33,33 | 66,67 | 0,67 |
| Total | 169 | 154 | 52,32 | 47,68 | 0,70 |

ovócitos de fêmeas maduras mostrou duas modas distintas de tamanho de ovócitos. A primeira moda é representada por ovócitos imaturos, não vitelínicos e de tamanho reduzido (medindo entre 40 e 320 μ m), referente aos ovócitos de reserva, e a segunda é representada por ovócitos maduros e vitelínicos, com diâmetros maiores (medindo entre 800 e 1.040 μ m), que serão eliminados no período de desova. As demais classes de diâmetro dos ovócitos apresentaram frequências muito baixas (Fig. 8).



Figuras 6, 7. Frequências relativas de indivíduos adultos de *Astyanax henseli* Melo & Buckup, 2006 por classes de comprimento padrão, coletados entre janeiro e dezembro de 2007 no curso superior do rio dos Sinos, Caraá, RS: 6, machos; 7, fêmeas.

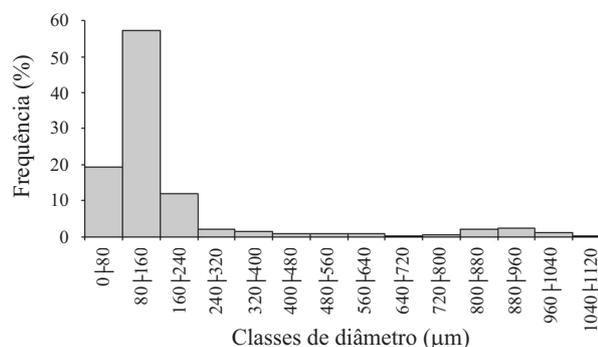


Figura 8. Distribuição das frequências relativas das classes de diâmetro de ovócitos de *Astyanax henseli* Melo & Buckup, 2006 do curso superior do rio dos Sinos, Caraá, RS.

DISCUSSÃO

A reprodução sazonal, com períodos definidos de maturação e desova, é uma característica observada para a grande maioria dos Characiformes (VAZZOLER & MENEZES, 1992). Em Characidae, os estudos mostram que as espécies apresentam, predominantemente, o período reprodutivo situado entre setembro e abril, com duração variando de quatro a seis meses (VAZZOLER & MENEZES, 1992; GELAIN *et al.*, 1999; AZEVEDO *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2002; LAMPERT *et al.*, 2004, 2007; GONÇALVES *et al.*, 2005).

Especificamente em relação às espécies de *Astyanax*, estudos sobre biologia reprodutiva vêm mostrando que existe certa variação na duração do período reprodutivo, com extremos variando desde apenas dois meses (*e. g.* GODOY, 1975) até nove meses de duração (*e. g.* VEREGUE & ORSI, 2003; MAZZONI *et al.*, 2005). No entanto, a maioria dos estudos realizados com *Astyanax* encontrou uma reprodução sazonal ocorrendo na primavera e verão do hemisfério sul (entre setembro e março), com duração variando entre quatro e seis meses (NOMURA, 1975; BARBIERI *et al.*, 1982, 1996; AGOSTINHO *et al.*, 1984; RODRIGUES *et al.*, 1989; BRAGA, 2001; ABILHOA, 2007).

Os resultados aqui obtidos indicam que *A. henseli* possui uma reprodução sazonalmente definida, com duração de aproximadamente cinco meses, ocorrendo entre agosto e dezembro, sendo outubro o mês de maior intensidade reprodutiva. Essa época corresponde ao final do inverno e a primavera no hemisfério sul. As médias baixas dos valores do IGS de ambos os sexos no mês de setembro podem ser explicadas por problemas amostrais, uma vez que nesse mês foram capturados apenas indivíduos abaixo de 70 mm de comprimento, tamanho em que as gônadas de ambos os sexos ainda não encontram-se maduras. Poucos estudos com espécies de *Astyanax* encontraram indivíduos sexualmente ativos durante os meses de outono ou inverno (GARUTTI, 1989; VEREGUE & ORSI, 2003). Considerando que as pressões ambientais variam conforme as características de cada local, são esperadas variações nas táticas reprodutivas de espécies pertencentes a um mesmo gênero ou, ainda, em diferentes populações de uma única espécie. Além disso, oscilações nos fatores ambientais em escala temporal podem ocasionar variações nas táticas de uma determinada população em distintos eventos reprodutivos.

Os ciclos de reprodução sazonal podem ser fortemente influenciados pelos fatores bióticos, tais como disponibilidade de alimento e competição, e por fatores abióticos, como variações na temperatura, fotoperíodo e pluviosidade. Para peixes das regiões tropicais do Brasil, onde o nível fluviométrico dos rios determina a disponibilidade de habitats e de alimento, as chuvas parecem ser o fator que mais influencia os ciclos reprodutivos, como encontrado em muitos trabalhos (SILVANO *et al.*, 2003; ANDRADE & BRAGA, 2005; MARTINS-QUEIROZ *et al.*, 2008; COSTA & MATEUS, 2009; SANTOS *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2010). Em regiões sub-tropicais, no entanto, o período reprodutivo dos peixes parece ser influenciado mais pela temperatura do que pelas chuvas (VAZZOLER & MENEZES, 1992). De fato, estudos com espécies da família Characidae no Rio Grande do Sul vêm

encontrando correlação do período reprodutivo apenas com a temperatura e com o fotoperíodo (*e. g.* GELAIN *et al.*, 1999; AZEVEDO *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2002; GONÇALVES *et al.*, 2005), provavelmente porque, nessa região, não há períodos de cheia e seca bem definidos que influenciam na época reprodutiva, como ocorre em regiões tropicais. Entretanto, outros estudos desenvolvidos nessa região não encontraram correlação entre o período reprodutivo e os fatores abióticos (LAMPERT *et al.*, 2004, 2007; AZEVEDO *et al.*, 2010). Tais estudos não descartam a influência de fatores abióticos na reprodução das espécies e sugerem que, apesar da ausência de correlações, elevações da temperatura e do fotoperíodo possam desencadear o início da maturação gonadal. Essa hipótese também pode ser válida para *A. henseli*, uma vez que o início da reprodução da espécie situa-se próximo a meses em que há uma elevação nos valores da temperatura e do fotoperíodo.

Os valores de IR e IHS estão relacionados com a ingestão de alimento e com as reservas energéticas dos indivíduos. Alguns autores sugerem que os peixes ingerem uma maior quantidade de alimento e aumentam as reservas hepáticas no período que antecede a reprodução. Durante o período reprodutivo, os indivíduos alocariam um menor esforço na obtenção de alimento e consumiriam as reservas estocadas no fígado, ocasionando quedas no IR e no IHS (NIKOLSKY, 1963; BARBIERI *et al.*, 1996, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2007; BALLESTEROS *et al.*, 2009). No presente estudo, não houve correlação das médias do IGS com as do IR e do IHS, para ambos os sexos. Os valores do IR foram elevados mesmo durante o período reprodutivo, sugerindo que a atividade alimentar não diminui nesta época. O IHS apresentou valores maiores antes da época reprodutiva e menores durante o pico reprodutivo, o que sugere um consumo maior das reservas hepáticas para os processos de vitelogenese e maturação gonadal.

O predomínio de um dos sexos em populações de peixes pode estar relacionado a eventos que atuam distintamente sobre machos e fêmeas, tais como taxas de natalidade, mortalidade, crescimento e aspectos comportamentais. Para a maioria das populações, entretanto, comumente é observado um número semelhante de indivíduos machos e fêmeas, determinando uma proporção sexual de 1:1 (VAZZOLER, 1996), o que também foi observado para *A. henseli* ao longo dos meses do ano, em distintas classes de comprimento e na população como um todo. Este resultado sugere, portanto, que a espécie não apresenta diferenças nas taxas de natalidade, mortalidade e crescimento, bem como não possui dimorfismo sexual relacionado ao tamanho corporal.

Dentre as espécies de *Astyanax* para as quais existem dados disponíveis, verifica-se que há uma variação no comprimento de primeira maturação (L_{50}) de 41 a 78 mm (AGOSTINHO *et al.*, 1984; BARBIERI, 1992; VAZZOLER *et al.*, 1997; VEREGUE & ORSI, 2003; MAZZONI *et al.*, 2005), amplitude que inclui o L_{50} encontrado para *A. henseli* (machos 69 mm e fêmeas 60 mm). A espécie apresentou o comprimento de primeira maturação superior aos valores registrados para *Astyanax janeiroensis* Eigenmann, 1908 (55 mm MAZZONI *et al.*, 2005), *Astyanax*

scabripinnis (Jenyns, 1842) (50,4 mm VEREGUE & ORSI, 2003) e *Astyanax schubarti* Britski, 1964 (41 mm VAZZOLER *et al.*, 1997). O L_{50} de *A. henseli* é similar ao registrado por VAZZOLER *et al.* (1997) para *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (69 mm), e inferior ao encontrado por AGOSTINHO *et al.* (1984) para a mesma espécie (78 mm). O L_{50} pode depender do tamanho máximo e do crescimento de cada espécie. As diferenças no L_{50} podem refletir variações genéticas intra-específicas ou efeitos das distintas condições ambientais existentes entre as áreas de ocorrência das espécies (VAZZOLER, 1996). Em termos de tática reprodutiva, a primeira maturação em comprimentos maiores poderia representar uma maior fecundidade por indivíduo e uma menor suscetibilidade a predadores. Por outro lado, a maturação em comprimentos menores resultaria em um rápido recrutamento, o que, em ambientes favoráveis, poderia aumentar a produção de juvenis e, conseqüentemente, a população como um todo.

Os dados de L_{50} mostram que, embora não haja dimorfismo sexual relacionado ao tamanho corporal, as fêmeas de *A. henseli* iniciam o desenvolvimento gonadal em comprimentos menores do que os machos. Considerando que machos e fêmeas atingem a maturação gonadal na mesma época do ano, sugere-se que, em comparação aos testículos, o desenvolvimento dos ovários demande mais energia e mais tempo para ser concluído e, talvez por isso, as fêmeas iniciem o processo de maturação antes dos machos.

A fecundidade é definida como sendo o número de ovócitos maduros existentes em uma fêmea antes da desova (BAGENAL, 1978). Uma fecundidade elevada usualmente é exibida por peixes de grande porte que realizam migrações e desovam todos os ovócitos em um único evento reprodutivo (AGOSTINHO *et al.*, 2003; GOMIERO & BRAGA, 2007). Em contraste, uma fecundidade muito reduzida é comumente encontrada em espécies de pequeno porte que apresentam características que podem aumentar as chances de sobrevivência dos ovos e larvas, tais como inseminação, fecundação interna e cuidado parental (GELAIN *et al.*, 1999; Azevedo *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2002; SILVANO *et al.*, 2003; LAMPERT *et al.*, 2004, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2010). *Astyanax henseli* apresentou uma fecundidade intermediária, concordando com dados de espécies não migradoras, sem cuidado parental que possuem fecundação externa e desova total (VAZZOLER & MENEZES, 1992; BARROS & SANTOS, 1996; GOMIERO *et al.*, 2008). Embora a reprodução de espécies de *Astyanax* possa ser, normalmente, relacionada a uma desova pelágica de milhares de ovos (MAZZONI *et al.*, 2004, 2005), os estudos evidenciam que, dentro do gênero, há uma grande variação na fecundidade interespecífica (NOMURA, 1975; BARBIERI, 1992; SANTOS *et al.*, 1996; MAZZONI *et al.*, 2005).

A fecundidade depende, em grande parte, do volume da cavidade celomática disponível para alojar ovócitos maduros, estando diretamente relacionada ao tamanho corporal das espécies e dos indivíduos (VAZZOLER, 1996; LOWE-McCONNELL, 1999; GOMIERO *et al.*, 2008). O cálculo da fecundidade relativa permite comparar a fecundidade entre espécies de diferentes tamanhos e, dessa forma, estimar o investimento energético

proporcional de cada espécie ou população na produção de ovócitos (ADEBISI, 1987; AZEVEDO *et al.*, 2000, 2010; GONÇALVES *et al.*, 2005). Contudo, ainda existem poucos dados sobre fecundidade relativa de caracídeos, os quais referem-se a espécies de tamanho reduzido, cujos valores variam entre 0,27 e 0,74 ovócitos mg^{-1} (SILVANO *et al.*, 2003; LAMPERT *et al.*, 2004, 2007; GONÇALVES *et al.*, 2005; MAZZONI & IGLESIAS-RIOS, 2007; AZEVEDO *et al.*, 2010). Em relação aos dados disponíveis para *Astyanax*, os valores de fecundidade relativa de *A. janeiroensis* (0,36 ovócitos mg^{-1}) e *A. hastatus* Myers, 1928 (0,70 ovócitos mg^{-1}) (MAZZONI & IGLESIAS-RIOS, 2007), também são maiores do que o exibido por *A. henseli* (0,13 ovócitos mg^{-1}). Este resultado pode indicar um baixo investimento energético para produção de ovócitos.

O tamanho dos ovócitos maduros produzidos também é um dado que permite interpretar melhor o investimento da espécie na reprodução e na prole. Em tese, ovócitos grandes oferecem melhores condições para o desenvolvimento e sobrevivência das larvas, mas, ovócitos pequenos podem ser produzidos em maior número. Este aspecto da reprodução pode estar relacionado ao cuidado parental, às migrações reprodutivas e à taxa de predação de ovos e larvas (VAZZOLER, 1996). Entre os caracídeos, o diâmetro dos ovócitos maduros pode atingir até 2.250 μm , como em espécies com cuidado parental, mas para a maioria das espécies, os ovócitos variam entre 650 a 1.500 μm (WINEMILLER, 1989), o que está de acordo com as medidas encontradas para *A. henseli* (entre 800 e 1.120 μm) e outras espécies de *Astyanax* (BARBIERI, 1992; SANTOS *et al.*, 1996). Desse modo, em comparação com as demais espécies da família, *A. henseli* parece não apresentar nenhuma adaptação relacionada ao tamanho dos ovócitos como forma de aumentar o investimento reprodutivo ou as chances de sobrevivência dos ovos e larvas, e de compensar a baixa fecundidade.

O número de ovócitos produzidos é um fator que também depende diretamente do tipo de desova. A desova do tipo parcelada permite que determinadas espécies aumentem o número de ovócitos a níveis mais elevados do que aquele que poderia ser predizível pelo seu porte, enquanto que a desova total é exibida por espécies que apresentam uma desova periódica, liberando um lote de ovócitos durante cada evento reprodutivo, sendo comum em peixes que realizam migrações (VAZZOLER, 1996). De acordo com NIKOLSKI (1963), a desova parcelada e o período reprodutivo prolongado são as principais características de peixes tropicais e subtropicais, consistindo em adaptações para sobrevivência em ambientes onde as condições abióticas são desfavoráveis. A desova total, por outro lado, está mais relacionada a um período reprodutivo curto.

O desenvolvimento ovocitário sincrônico em dois grupos apresentado por *A. henseli* sugere que a espécie apresenta desova total, ou seja, um único lote de ovócitos é desovado dentro de um período reprodutivo. Para o gênero *Astyanax* não existe uma uniformidade quanto ao tipo de desova das espécies. Diversos estudos encontraram populações exibindo desova do tipo parcelada, como *A. bimaculatus* (AGOSTINHO *et al.*, 1984), *A. scabripinnis* (BARBIERI, 1992; VELOSO-JÚNIOR *et al.*,

2009) e *A. fasciatus* (Cuvier, 1819) (CARVALHO *et al.*, 2009), enquanto outros encontram desova total para as espécies *A. schubarti* (NOMURA, 1975), *A. fasciatus* (NOMURA, 1975; GURGEL, 2004) e *A. bimaculatus* (NOMURA, 1975; SANTOS *et al.*, 1996). Além dessa variação no tipo de desova entre espécies de *Astyanax*, GARUTTI (1989), estudando populações de *A. bimaculatus* da bacia do rio Paraná, sugeriu que a espécie exibe desova parcelada e período reprodutivo prolongado em habitats como riachos e cabeceiras de rios e desova total e período reprodutivo curto em rios com maior volume de água, onde os indivíduos estariam menos expostos a mudanças abruptas.

Dentre as estratégias de história de vida propostas por WINEMILLER (1989), as características reprodutivas apresentadas por *A. henseli* são mais semelhantes à estratégia sazonal, caracterizada pela maturação tardia, reprodução sazonal, fecundidade intermediária ou elevada e baixo investimento na prole, com ausência de cuidado parental e reduzida sobrevivência de juvenis. Adicionalmente, em conjunto com os dados da literatura, os resultados aqui apresentados corroboram a ideia de que pode haver uma grande plasticidade fenotípica nas táticas reprodutivas de peixes, em resposta às características ambientais (MÉRONA *et al.*, 2009). Entretanto, como afirma WOOTON (1992), essas respostas estão dentro do quadro geral dos padrões de história de vida das espécies e, em *Astyanax*, parte das variações encontradas pode estar relacionada ao provável não monofiletismo do gênero.

Agradecimentos. Os autores agradecem ao CNPq, pela concessão da bolsa ao primeiro autor, à Júlia Verba e Tomaz Aguzzoli, pelo auxílio em campo e em laboratório, à Profa. Dra. Clarice Fialho, pelo auxílio nas análises e pela leitura crítica e à Arlete Pasqualetto, pela elaboração dos mapas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABILHOA, V. 2007. Aspectos da história natural de *Astyanax scabripinnis* Jenyns (Teleostei, Characidae) em um riacho de floresta com araucária no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 24:997-1005.
- ADEBISI, A. A. 1987. The relationships between fecundities, gonadosomatic indices and egg sizes of some fishes of Ogun River, Nigéria. **Archiv fuer Hydrobiologia** 111:151-156.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I. & JÚLIO-JÚNIOR, H. F. 2003. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C. & BAER, A. eds. **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Canada, World Fisheries Trust, World Bank. p.19-99.
- AGOSTINHO, C. A.; MOLINARI, S. L.; AGOSTINHO, A. A. & VERANI, J. R. 1984. Ciclo reprodutivo e primeira maturação sexual de fêmeas do lambari *Astyanax bimaculatus* (Osteichthyes, Characidae) do rio Ivaí, Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Biologia** 44(1):31-36.
- ANDRADE, P. M. & BRAGA, F. M. S. 2005. Reproductive seasonality of fishes from a lotic stretch of the Grande River, High Paraná River Basin, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 65(3):387-394.
- AZEVEDO, M. A.; MALABARBA, L. R. & BURNS, J. R. 2010. Reproductive biology and development of gill glands in the inseminating characid, *Macropsobrycon uruguayanae* Eigenmann, 1915 (Cheirodontinae: Compsurini). **Neotropical Ichthyology** 8(1):87-96.
- AZEVEDO, M. A.; MALABARBA, L. R. & FIALHO, C. B. 2000. Reproductive biology of the inseminated Glandulocaudine *Diapoma speculiferum* Cope (Actinopterygii: Characidae). **Copeia** 2000(4):983-989.
- BAGENAL, T. 1978. **Methods for assessment of fish production in freshwaters**. Oxford, Blackwell Bayley. 365p.
- BALLESTEROS, T. M.; TORRES-MEJIA, M. & RAMÍREZ-PINILLA, M. P. 2009. How does diet influence the reproductive seasonality of tropical freshwater fish? A case study of a characin in a tropical mountain river. **Neotropical Ichthyology** 7(4):693-700.
- BARBIERI, G. M. 1992. Biologia de *Astyanax scabripinnis paranae* (Characiformes, Characidae) do ribeirão do Fazzari. São Carlos. Estado de São Paulo. II. Aspectos quantitativos da reprodução. **Revista Brasileira de Biologia** 52(1):589-596.
- BARBIERI, G. M.; HARTZ, S. M. & VERANI, J. R. 1996. O fator de condição e índice hepatossômático como indicadores do período de desova de *Astyanax fasciatus* da represa do Lobo, São Paulo (Osteichthyes, Characidae). **Iheringia, Série Zoologia**, 81:97-100.
- BARBIERI, G. M.; SALLES, F. A. & CESTAROLLI, M. A. 2001. Reproductive and nutritional dynamics of *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae) at Mogi Guaçu river, state of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum** 23(2):441-444.
- BARBIERI, G. M.; SANTOS, V. R. & SANTOS, J. M. 1982. Época de reprodução e relação peso/comprimento de duas espécies de *Astyanax* (Pisces, Characidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 17(7):1057-1065.
- BARROS, L. N. V. & SANTOS, G. B. 1996. Fecundity and spawning aspects of dogfish *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 (Teleostei, Characidae). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 48(1):93-100.
- BRAGA, F. M. S. 2001. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Rio Grande, sudeste do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, 91(1):67-74.
- CARVALHO, P. A.; PASCHOALINI, A. L.; SANTOS, G. B.; RIZZO, E. & BAZZOLI, N. 2009. Reproductive biology of *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characiformes) in a reservoir in southeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology** 25(3):306-313.
- COSTA, R. M. R. & MATEUS, L. A. F. 2009. Reproductive biology of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Teleostei: Characidae) in the Cuiabá River Basin, Mato Grosso, Brazil. **Neotropical Ichthyology** 7(3):447-458.
- GARUTTI, V. 1989. Contribuição ao conhecimento reprodutivo de *Astyanax bimaculatus* em cursos de água da bacia do rio Paraná. **Revista Brasileira de Biologia** 49(2):489-495.
- GELAIN, D.; FIALHO, C. B. & MALABARBA, L. R. 1999. Biologia reprodutiva de *Serrapinnus calliurus* (Characidae, Cheirodontinae) do arroio Ribeiro, Barra do Ribeiro, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS, Série Zoologia**, 12:71-82.
- GODOY, M. P. 1975. **Peixes do Brasil: subordem Characoidei; bacia do rio Mogi Guassu**. São Paulo, Franciscana. 857p.
- GOMIERO, L. M. & BRAGA, F. M. S. 2007. Reproduction of Pirapitinga do Sul (*Brycon opalinus* Cuvier, 1819) in the Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Santa Virgínia, São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 67(3):541-549.
- GOMIERO, L. M.; GARUANA, L. & BRAGA, F. M. S. 2008. Reproduction of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) (Characiformes) in the Serra do Mar State Park, São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 68(1):187-192.
- GONÇALVES, T. K.; AZEVEDO, M. A.; MALABARBA, L. R. & FIALHO, C. B. 2005. Reproductive biology and development of sexually dimorphic structures in *Aphyocharax anisitsi* (Ostariophysi: Characidae). **Neotropical Ichthyology** 3(3):433-438.
- GURGEL, H. C. B. 2004. Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (Cuvier) (Characidae, Tetragonopterinae) do Rio Ceará Mirim, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 21(1):131-135.
- LAMPERT, V. R.; AZEVEDO, M. A. & FIALHO, C. B. 2004. Reproductive biology of *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) from rio Vacacaí, RS, Brasil. **Neotropical Ichthyology** 2(4):209-215.
- _____. 2007. Reproductive Biology of *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Ostariophysi: Characidae) from rio Ibicuí, RS, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 50(6):995-1004.

- LIMA, F. C. T.; MALABARBA, L. R.; BUCKUP, P. A.; SILVA, J. F. P.; VARI, R. P.; HAROLD, A.; BENINE, R.; OYAKAWA, O.; PAVANELLI, C.; MENEZES, N.; LUCENA, C.; MALABARBA, C. S. L. M.; LUCENA, Z. M.; REIS, R. E.; LANGEANI, F.; CASSATI, L.; BERTACO, V. A.; MOREIRA, C. & LUCINDA, P. H. F. 2003. Genera *Incertae Sedis* in Characidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O. & FERRARIS JR., C. J. eds. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre, EDIPUCRS. p.106-169.
- LOWE-McCONNELL, R. H. 1999. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, EDUSP. 534p.
- MARTINS-QUEIROZ, M. F.; MATEUS, L. A. F.; GARUTTI, V. & VENERE, P. C. 2008. Reproductive biology of *Triportheus trifurcatus* (Castelnau, 1855) (Characiformes: Characidae) in the middle rio Araguaia, MT, Brazil. **Neotropical Ichthyology** 6(2):231-236.
- MAZZONI, R. & IGLESIAS-RIOS, R. 2007. Patterns of investment of the reproductive strategy of two stream-dwelling Characidae. **Brazilian Journal of Biology** 67(4):695-699.
- MAZZONI, R.; MENDONÇA, R. S. & CARAMASCHI, E. P. 2005. Reproductive biology of *Astyanax janeiroensis* (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba River, Maricá, RJ, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 65(4):643-649.
- MAZZONI, R.; SCHUBART, S. A. & IGLESIAS-RIOS, R. 2004. Longitudinal segregation of *Astyanax janeiroensis* in Rio Ubatiba: a neotropical stream of south-east Brazil. **Ecology of Freshwater Fish** 13(3):231-234.
- MÉRONA, B.; MOL, J.; VIGOUROUX, R. & CHAVES, P. T. 2009. Phenotypic plasticity in fish life-history traits in two neotropical reservoirs: Petit-Saut Reservoir in French Guiana and Brokopondo Reservoir in Suriname. **Neotropical Ichthyology** 7(4):683-692.
- MORENO, J. A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura. 42p.
- NIKOLSKY, G. V. 1963. **The ecology of fishes**. Nova York, Academic. 352p.
- NOMURA, H. 1975. Fecundidade, maturação sexual e índice gonadosomático de lambaris do gênero *Astyanax* Baird e Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae), relacionados com fatores ambientais. **Revista Brasileira de Biologia** 35(4):775-798.
- OLIVEIRA, C. L. C.; FIALHO, C. B. & MALABARBA, L. R. 2002. Período reprodutivo, desova e fecundidade de *Cheirodon ibicuiensis* Eigenmann, 1915 (Ostariophysi: Characidae) do arroio Ribeiro, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS, Série Zoologia**, 15(1):3-14.
- _____. 2010. Reproductive period, fecundity and histology of gonads of two cheirodontines (Ostariophysi: Characidae) with different reproductive strategies - insemination and external fertilization. **Neotropical Ichthyology** 8(2):351-360.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O. & FERRARIS JR., C. J. 2003. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre, EDIPUCRS. 729p.
- RIBEIRO, V. M. A.; SANTOS, G. B. & BAZZOLI, N. 2007. Reproductive biology of *Steindachnerina insculpta* (Fernandez-Yépez) (Teleostei, Curimatidae) in Furnas reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 24(1):71-76.
- RODRIGUES, A. M.; RODRIGUES, J. D.; CAMPOS, E. C. & FERREIRA, A. E. 1989. Aspectos da estrutura populacional e época de reprodução do tambuí *Astyanax bimaculatus* (Characiformes, Characidae) na represa de Bariri, rio Tietê, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca** 16(1):97-110.
- SANTOS, E. P. 1978. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. São Paulo, HUCITEC/Editora da Universidade de São Paulo. 129p.
- SANTOS, G. B.; BARROS, L. N. V. & MENEZES, M. U. 1996. Fecundity of the *Astyanax bimaculatus* (Reinhardt, 1874) (Teleostei, Characidae) from upper rio São Francisco basin, Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 48(1):101-108.
- SANTOS, R. N.; AMADIO, S. & FERREIRA, E. J. G. 2010. Patterns of energy allocation to reproduction in three Amazonian fish species. **Neotropical Ichthyology** 8(1):155-161.
- SILVANO, J.; OLIVEIRA, C. L. C.; FIALHO, C. B. & GURGEL, H. C. B. 2003. Reproductive period and fecundity of *Serrapinnus piaba* (Characidae: Cheirodontinae) from the rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte, Brazil. **Neotropical Ichthyology** 1(1):61-66.
- TEIXEIRA, M. B.; COURA-NETO, A. B.; PASTORE, U. & RANGEL-FILHO, A. L. R. 1982. Vegetação: as regiões fitoecológicas, suas naturezas e seus recursos econômicos e estudo fitogeográfico. In: IBGE. **Levantamento de recursos naturais, Folha SH-22 Porto Alegre e parte das folhas SH-21 Uruguaiana e SI-22 Lagoa Mirim, IBGE - Projeto RADAM Brasil**. Rio de Janeiro, Fundação Instituto de Geografia e Estatística. v.33, 79p.
- VARI, R. P. & MALABARBA, L. R. 1998. Neotropical Ichthyology: an overview. In: MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; VARI, R. P.; LUCENA, Z. M. S. & LUCENA, C. A. S. eds. **Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes**. Porto Alegre, EDIPUCRS. p.1-11.
- VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleosteos: Teoria e prática**. São Paulo, EDUEM/SBI. 169p.
- VAZZOLER, A. E. A. M. & MENEZES, N. A. 1992. Síntese dos conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). **Revista Brasileira de Biologia** 52(4):627-640.
- VAZZOLER, A. E. A. M.; SUZUKI, H. I.; MARQUES, I. E.; LIZAMA, M. A. P. 1997. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A. & HAHN, N. S. eds. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá, EDUEM. p.249-265.
- VELOSO-JÚNIOR, V. C.; GUIMARÃES-CRUZ, R. J.; BARROS, M. D. M.; BARATA, R. S. L. & SANTOS, J. E. 2009. Reproduction of the lambari *Astyanax scabripinnis* (Jenyns, 1842) (Pisces: Characidae) in a small stream in Southeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology** 25(3):314-320.
- VEREGUE, A. M. L. & ORSI, M. L. 2003. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eigenmann) (Osteichthyes: Characidae) do ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia** 20(1):97-105.
- WINEMILLER, K. O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia** 81:225-241.
- WOOTON, R. J. 1992. Constraints in the evolution of fish life histories. **Netherlands Journal of Zoology** 42:291-303.