

CURVA DE MATURAÇÃO, TAMANHO DE PRIMEIRA MATURAÇÃO GONADAL E FECUNDIDADE DE *Astyanax bimaculatus* E *Astyanax fasciatus*, DA REPRESA DO LOBO, ESTADO DE SÃO PAULO (OSTEICHTHYES, CHARACIDAE)^{1/}

Geraldo Barbieri ^{2/}

Marilene Cruz Barbieri ^{2/}

1. INTRODUÇÃO

Os lambaris têm importância como forrageiros de algumas espécies carnívoras e são muito apreciados na pesca esportiva. Na represa do Lobo (São Paulo) são encontradas duas espécies simpátricas, *Astyanax bimaculatus* (Linneus, 1758) e *A. fasciatus* (Cuvier, 1819). GODOY (5) os considera como elementos importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico e salienta que apresentam o mesmo ciclo reprodutivo dos peixes de «piracema», realizando curtas migrações ascendentes na época das cheias, o que lhes proporciona o estímulo necessário para a reprodução.

Referências à biometria, incluindo investigações sobre caracteres morfológicos de reconhecimento específico de lambaris, podem ser encontradas em VANZOLINI *et alii* (10) e referências aos aspectos da reprodução dessas espécies do rio Mogi Guaçu (São Paulo) em NOMURA (7). Para *A. bimaculatus* do rio Ivaí (Paraná), em AGOSTINHO *et alii* (2).

O presente trabalho teve por objetivo estabelecer a curva de maturação, o tamanho da primeira maturação gonadal e a fecundidade das espécies *A. bimaculatus* e *A. fasciatus* da represa do Lobo (SP), como uma contribuição ao estudo do ciclo reprodutivo dessas duas espécies.

1/ Aceito para publicação em 23-9-1987.

2/ Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos.
Caixa Postal 676. 13560 São Carlos, SP.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Coleta de Dados

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram coletados, durante um ano, 530 exemplares de *A. bimaculatus* e 742 exemplares *A. fasciatus*, na represa do Lobo, situada na região centro-leste do Estado de São Paulo, entre os municípios de Brotos e Itirapina. De cada exemplar foram registrados: o comprimento total (L_t), o peso total (W_t) e o peso da gônada (w_g).

A identificação do sexo e do estádio de maturação gonadal foi feita com base em caracteres macro e microscópicos. Foram considerados os seguintes estádios de maturação gonadal: estádio I: jovem (imaturo); estádio II: em maturação; estádio III: maduro; e estádio IV: desovado, esgotado ou repouso. Os ovários em estádio avançado de maturação tiveram suas membranas ováricas seccionadas longitudinalmente, colocadas em solução de GILSON modificada, segundo SIMPSON (9), e fixadas em álcool 70%, para a estimativa da fecundidade. Para a amostragem dos ovócitos destinados a essa análise, utilizou-se uma pipeta de «Stempell» de 2,5cc. A massa total de ovócitos era colocada em um bêquer e seu volume era completado, até 300 ml, pela adição de álcool 70%. Depois de homogeneizada a suspensão, mediante agitação com a mesma pipeta, eram retiradas quatro amostras, para a contagem dos ovócitos. Em seguida, era estimada a fecundidade total de cada fêmea.

2.2. Métodos de Análise de Dados

A curva de maturação foi estabelecida com base na variação mensal do índice gonadossomático médio (\bar{I}_g), na freqüência relativa dos estádios de maturação gonadal e no fator de condição médio ($\bar{\phi}$). O índice gonadossomático foi definido como o quociente entre o peso da gônada (w_g) e o peso total do corpo (W_t) e representado por:

$$\bar{I}_g = \frac{w_g}{W_t} \cdot 100$$

Por se tratar de índice biométrico, essa razão somente foi considerada válida após a verificação da existência de relação linear entre as duas variáveis envolvidas (w_g , W_t) para cada estádio de maturação gonadal. Posteriormente, foram estimados os valores médios mensais do índice gonadossomático (\bar{I}_g).

A estimativa dos parâmetros da relação entre o peso total (W_t) e o comprimento total (L_t) permite, através de sua expressão, descrever a relação entre as duas variáveis envolvidas e indicar a condição dos indivíduos, com base nos valores estimados do fator de condição ($\bar{\phi}$). A tendência dos pontos empíricos sugeriu que a relação era do tipo:

$$W_t = \phi L_t^{\Theta}, \text{ sendo}$$

$\bar{\phi}$ = fator de condição, relacionado com o grau de engorda dos indivíduos, e

Θ = constante, relacionada com o tipo de crescimento dos indivíduos.

A transformação logarítmica foi expressa por

$$\ln W_t = \ln \emptyset + \Theta \cdot \ln L_t$$

O tamanho da primeira maturação (L_{pm}) gonadal foi estimado segundo SANTOS (8). Esse tamanho foi considerado como aquele em que 50% dos indivíduos da população puderam ser classificados como adultos (estádios II, III e IV).

A fecundidade individual foi considerada como o número de ovócitos que poderia ser eliminado por fêmea durante o ciclo reprodutivo. Sua determinação foi baseada na contagem dos ovócitos com diâmetros de 200 a 900 μm presentes em ovários em fases avançadas do desenvolvimento. A partir desse diâmetro, os ovócitos iniciam o processo de vitelogênese, separando-se, portanto, do estoque de reserva. Foram estabelecidas as relações entre a fecundidade e os dados de comprimento total (L_t), peso total da fêmea (W_t) e peso dos ovários (w_g), para as duas espécies.

3. RESULTADOS

A curva de maturação, obtida a partir da distribuição dos valores médios mensais do índice gonadossomático (\bar{I}_g), das freqüências relativas dos estádios (II, III e IV) de maturação gonadal e dos valores médios do fator de condição ($\bar{\emptyset}$), é apresentada nas Figuras 1a, 1b, 1c e 1d e 2a, 2b, 2c e 2d, respectivamente, para *A. bimaculatus* e *A. fasciatus*.

Os valores médios de peso total (\bar{W}) foram lançados em gráfico, considerando os valores médios do comprimento total (\bar{L}_t). Os resultados encontram-se nas Figuras 3a. e 4a., para *A. bimaculatus* e *A. fasciatus*. As expressões matemáticas, bem como as transformações logarítmicas (3b e 4b), foram expressas do seguinte modo:

Para *A. bimaculatus*: (Figs. 3a e 3b).

$$\begin{aligned}\bar{W}_{t\varphi} &= 0,00970 \cdot \bar{L}_t^{3,159} \\ \bar{W}_{t\delta} &= 0,01551 \cdot \bar{L}_t^{2,878} \\ \ln \bar{W}_{t\varphi} &= -4,634 + 3,159 \cdot \ln \bar{L}_t \\ \ln \bar{W}_{t\delta} &= -4,166 + 2,878 \cdot \ln \bar{L}_t\end{aligned}$$

Para *A. fasciatus*: (Figs. 4a e 4b).

$$\begin{aligned}\bar{W}_{t\varphi} &= 0,01653 \cdot \bar{L}_t^{2,803} \\ \bar{W}_{t\delta} &= 0,01470 \cdot \bar{L}_t^{2,790} \\ \ln \bar{W}_{t\varphi} &= -4,102 + 2,803 \cdot \ln \bar{L}_t \\ \ln \bar{W}_{t\delta} &= -4,220 + 2,790 \cdot \ln \bar{L}_t\end{aligned}$$

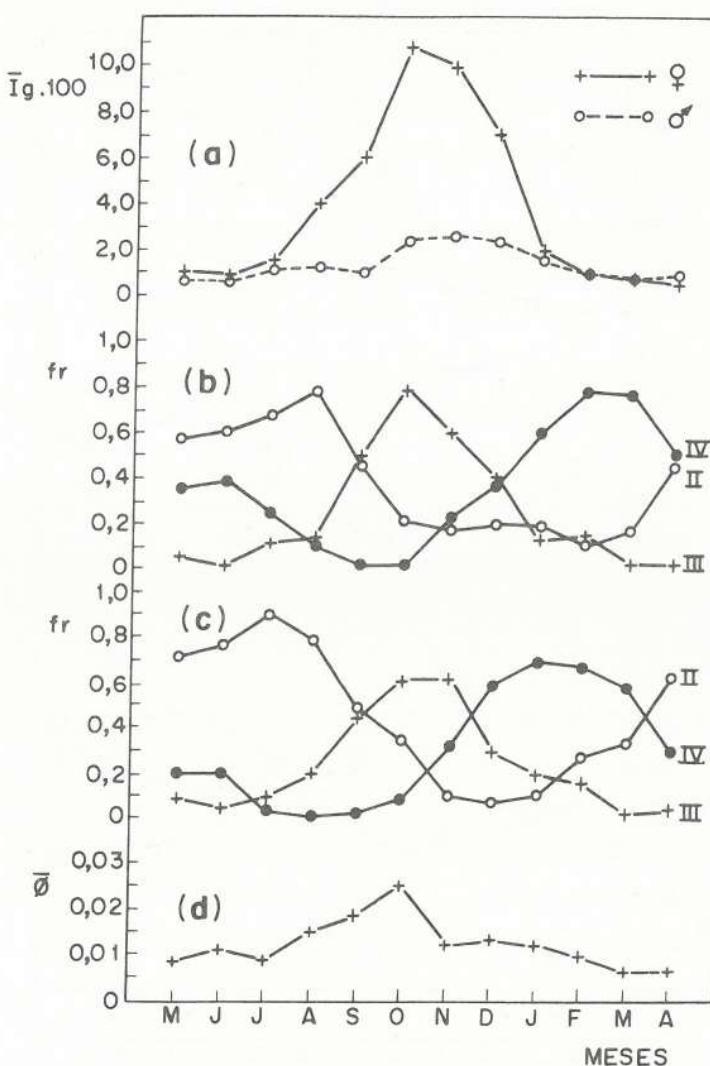


FIGURA 1 - Variação mensal dos valores médios do índice gonadossomático (\bar{I}_g) (a), da freqüência relativa (fr) dos estádios de maturação gonadal, para fêmeas (b) e machos (c), e do fator de condição ($\bar{\varnothing}$), para fêmeas (d), de *Astyanax bimaculatus*.

Como se pode observar nas Figuras 1 e 2, os lambaris da represa do Lobo apresentam um período de reprodução que se estende de setembro a dezembro. Para *A. bimaculatus* o pico dessa atividade ocorre no mês de outubro e para *A. fasciatus* em novembro, época em que se observa maior freqüência de indivíduos maduros na população (Figs. 1b, 1c, 2b e 2c). Além do índice gonadossomático (Figs.

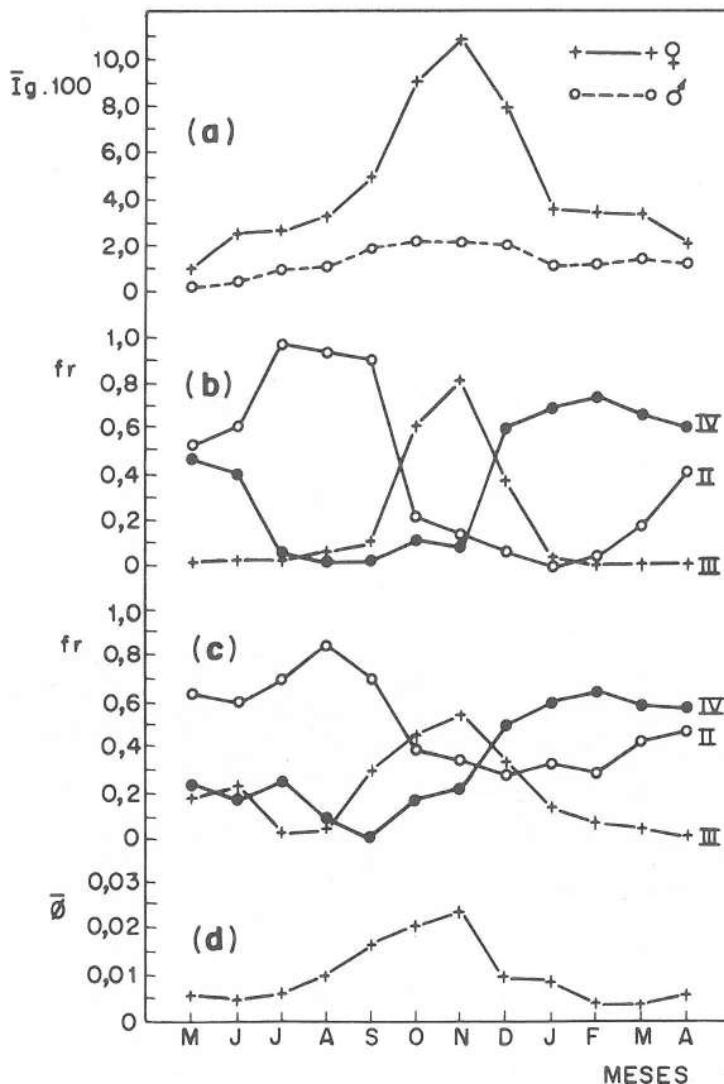


FIGURA 2 - Variação mensal dos valores médios do índice gona-dosomático (\bar{I}_g) (a), da freqüência relativa (fr) dos estádios de maturação gonadal, para fêmeas (b) e machos (c), e do fator de condição ($\bar{\theta}$) de *Asystenax fasciatus*.

1a e 2a), o fator de condição (Figs. 1d e 2d) pode ser considerado bom indicador da época de desova.

Os valores de Θ (Figs. 3 e 4) sugerem que as espécies estudadas apresentam crescimento isométrico (em torno de 3,0).

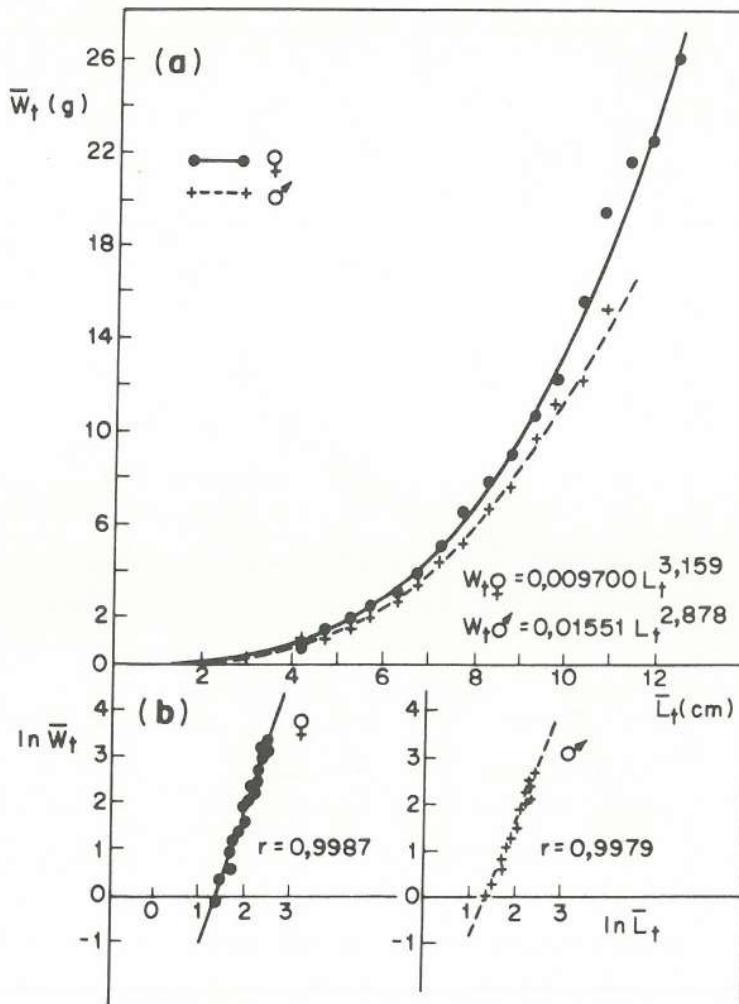


FIGURA 3 - Peso total médio (\bar{W}_t)/comprimento total médio (\bar{L}_t) de machos e fêmeas de *Astyanax bimaculatus* (a) e suas transformações logarítmicas (b).

O tamanho da primeira maturação gonadal (L_{pm}) foi estimado a partir da distribuição da freqüência relativa de fêmeas adultas (estadios II, III e IV) em classes de comprimento total. Os resultados encontram-se na Figura 5. Pode-se observar que *A. bimaculatus* apresentou 4,5 cm de tamanho de primeira maturação gonadal e *A. fasciatus* 5,0 cm de comprimento. A partir de 8,0 cm de comprimento, 100% das fêmeas das duas espécies estão aptas a se reproduzirem.

A fecundidade absoluta média estimada foi de 5.760 ovócitos para *A. bimaculatus* e 2.144 ovócitos para *A. fasciatus*.

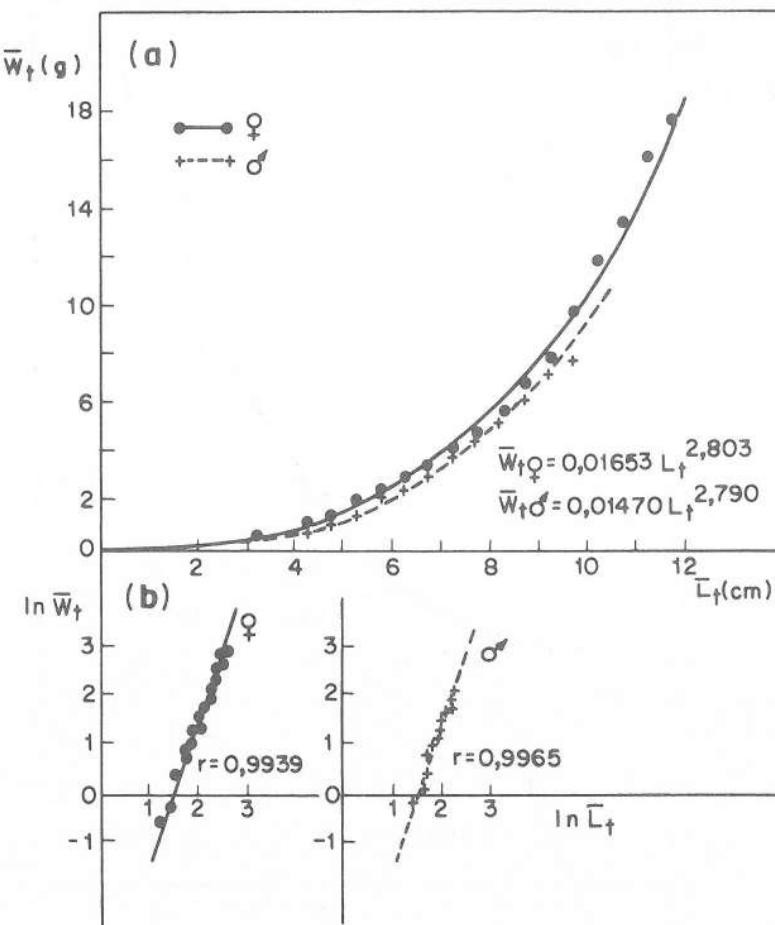


FIGURA 4 - Peso total médio (\bar{W}_t)/comprimento total médio (\bar{L}_t) de machos e fêmeas de *Astyanax fasciatus* (a) e suas transformações logarítmicas (b).

O número total de ovócitos produzidos pelas fêmeas foi relacionado com o peso dos ovários (Figs. 6a e 7a), com o peso total das fêmeas (Figs. 6b e 7b) e com o comprimento das fêmeas (Figs. 6c e 7c).

Para as duas espécies estudadas, essas relações foram positivas, isto é, observaram-se valores crescentes dessas variáveis com o aumento da fecundidade, do tipo linear para peso dos ovários (w_g) e da fêmea (W_t) e do tipo potencial para tamanho (L_t) das fêmeas.

Os coeficientes de correlação de PEARSON (r) estimados foram satisfatórios para as relações fecundidade/peso da gônada (Figs. 6a e 7a) e fecundidade/peso da fêmea (Figs. 6b e 7b) e para a transformação logarítmica da relação fecundidade/comprimento total da fêmea (Figs. 6c e 7c).

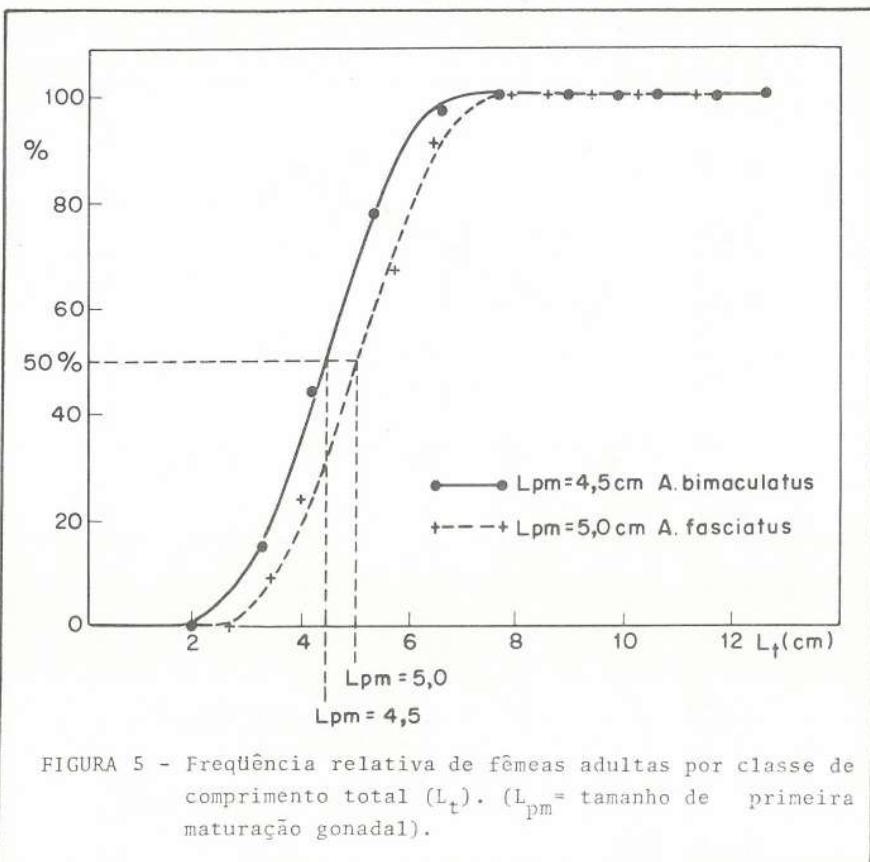


FIGURA 5 - Freqüência relativa de fêmeas adultas por classe de comprimento total (L_t). (L_{pm} = tamanho de primeira maturação gonadal).

4. DISCUSSÃO

A determinação da época de reprodução de determinada espécie de peixe fornece importante informação para análises populacionais. A duração desse período constitui um dado importante para a estratégia de manutenção da espécie. Para caracterizar a época de reprodução das duas espécies de lambaris da represa do Lobo, utilizou-se a análise da curva de maturação, baseada na variação mensal dos valores médios do índice gonadossomático, da freqüência relativa dos estádios de maturação gonadal e do fator de condição. Procedimento similar, associado a análises histológicas das gônadas, tem sido empregado pela maioria dos autores nos estudos de populações de peixes.

O período de reprodução, para as espécies estudadas, é longo, tanto para machos como para fêmeas. O pico da atividade reprodutiva, para *A. bimaculatus*, ocorre durante o mês de outubro e, para *A. fasciatus*, no mês de novembro.

De dezembro até março são registradas maiores freqüências de indivíduos esgotados/desovados. Já em março e, principalmente, a partir de abril, encontra-se freqüência crescente de indivíduos em maturação, após um período de reorganização e recuperação das gônadas.

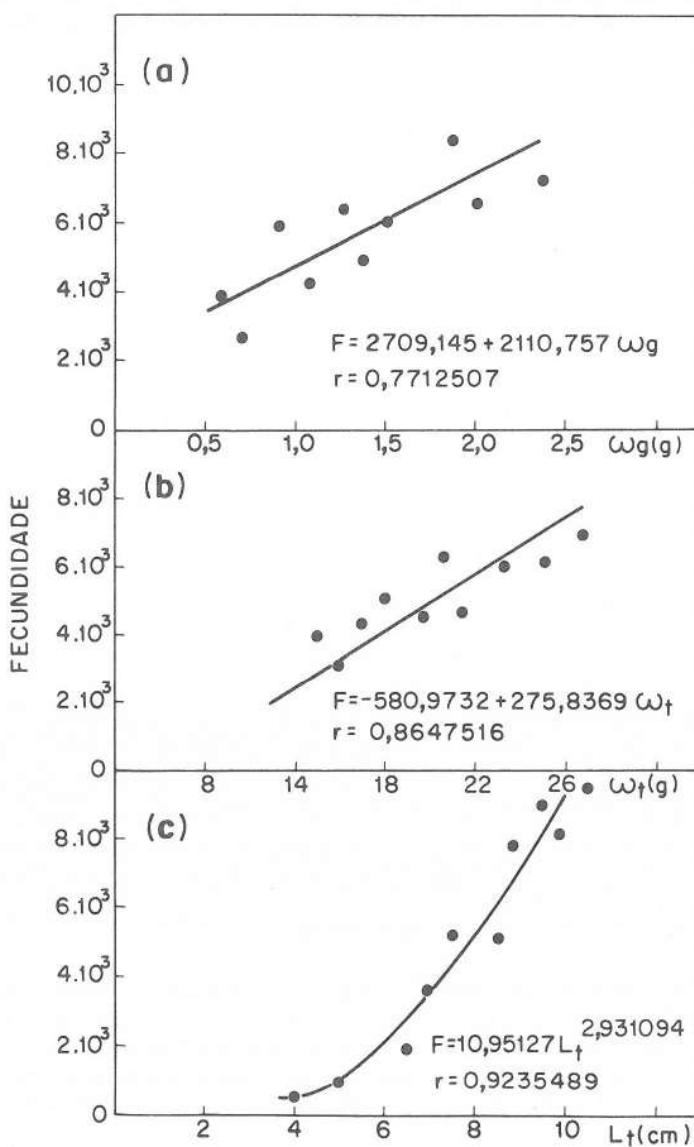


FIGURA 6 - Relação fecundidade absoluta/peso da gônada (w_g) (a), fecundidade absoluta/peso total (b) e fecundidade absoluta/comprimento total (c) de fêmeas de *Astyanax bimaculatus*.

O índice gonadossomático e o fator de condição podem ser considerados bons indicadores do período reprodutivo, para as duas espécies da represa do Lobo. NOMURA (7) verificou que essas espécies do rio Mogi Guaçu apresentam um perío-

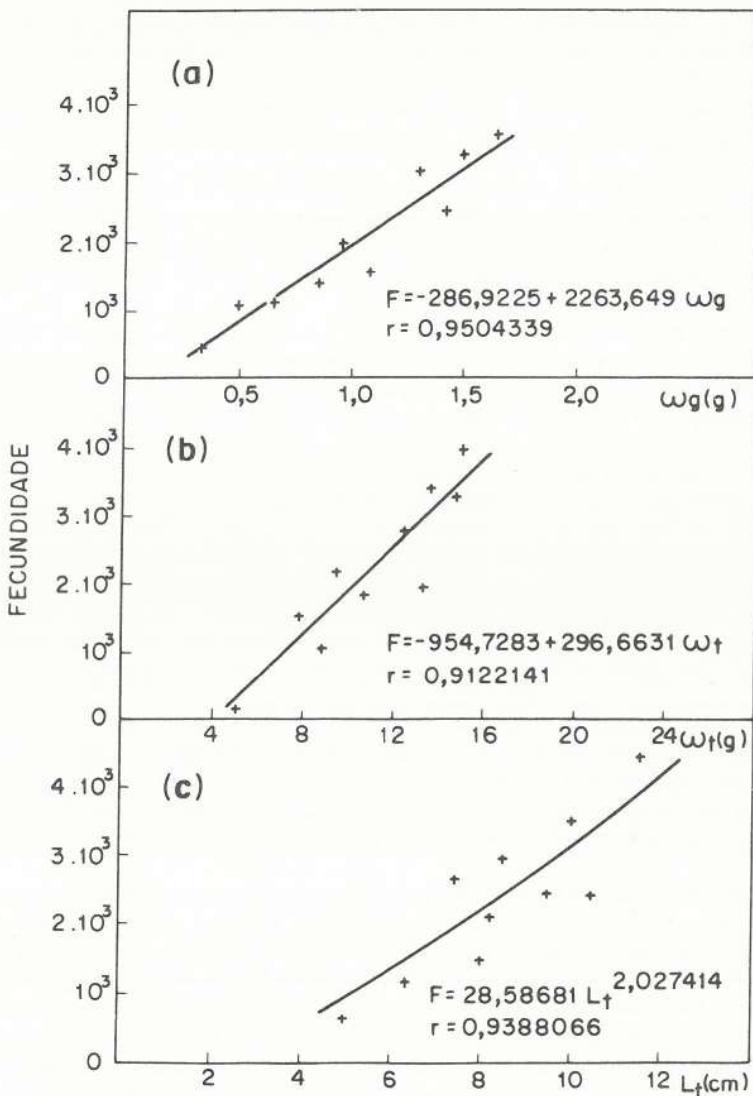


FIGURA 7 - Relação fecundidade absoluta/peso da gônada (w_g) (a), fecundidade absoluta/peso total (b) e fecundidade absoluta/comprimento total (c) das fêmeas de Astyanax fasciatus.

do reprodutivo que se estende de novembro a fevereiro, sendo a desova total, e registra a ocorrência do estádio de maturação durante todo o ano. Segundo AGOSTINHO *et alii* (2), a espécie *A. bimaculatus* do rio Ivaí (Paraná) apresenta início de maturação dos ovários em julho e desova de novembro a fevereiro. Os autores ci-

tados sugerem que a espécie tem desova parcelada, com base na freqüência de ovários semi-esgotados e na extensão do período de desova, determinado pela curva de maturação. As observações deste trabalho concordam com as de AGOSTINHO *et alii* (2), para as duas espécies de lambaris da represa do Lobo. As análises histológicas confirmam esses dados, mediante a verificação do desenvolvimento assincrônico dos ovócitos e da presença de folículos vazios nos ovários semi-esgotados.

A curva de maturação também é usada por diversos autores como indicativo do tipo de desova do peixe, como assinalado por YAMAMOTO e YOSHIOKA (12).

O conhecimento do tamanho no qual uma população inicia sua maturação gonadal é de fundamental importância quando se pretende tomar medidas racionais para controle de estoques pesqueiros.

Segundo SANTOS (8) e VAZZOLER (11), o tamanho da primeira maturação é definido como o tamanho em que 50% da população alcança a maturidade. Embora não haja um comprimento definido para que isso ocorra, a freqüência de adultos eleva-se com o crescimento. ARAÚJO (3), trabalhando com fêmeas de *Astyianax scabripinnis paranae* do ribeirão dos Marrecos (Paraná), considerou como indivíduos jovens aqueles cujas gônadas apresentavam-se no estádio imaturo e como adultos aqueles com gônadas nos demais estádios.

O critério adotado para as espécies *A. bimaculatus* e *A. fasciatus* da represa do Lobo foi o mesmo adotado por ARAÚJO (3), apesar das considerações feitas por AGOSTINHO (1). Segundo esse autor, a inclusão de exemplares com gônadas em repouso na categoria de adultos pode introduzir algum erro nessa estimativa visto que esse estádio inclui peixes que, embora estejam se preparando para a reprodução pela primeira vez, provavelmente não efetivarão na estação corrente. Por outro lado, a inclusão de indivíduos desse estádio entre os imaturos levaria a um erro ainda maior, pois consideraria como jovens os indivíduos cuja atividade reprodutiva já teria ocorrido ou fracassado. No presente estudo, estimou-se o tamanho da primeira maturação gonadal (L_{pm}) para a espécie *A. bimaculatus* em 4,5 cm e para a espécie *A. fasciatus* em 5,0 cm de comprimento total. Todas as fêmeas das duas espécies ficam aptas a se reproduzirem a partir de 8,0 cm de comprimento.

NOMURA (7) estimou em 104 mm e 119 mm os tamanhos com os quais 50% das fêmeas de *A. bimaculatus* e *A. fasciatus* alcançam, respectivamente, a primeira maturação gonadal. AGOSTINHO *et alii* (2) estimaram a primeira maturação gonadal para fêmeas de *A. bimaculatus* do rio Ivaí (Paraná) em 78 mm de comprimento total. Segundo esses autores, as diferenças entre os seus resultados e os obtidos por NOMURA (7) podem ser atribuídas ao fato de este não ter considerado o estádio de repouso em sua escala de maturidade, assim como às diferenças ambientais a que naturalmente estiveram submetidas as duas populações.

A estimativa do número de ovócitos postos pelas fêmeas tem papel preponderante no estudo da dinâmica da reprodução de determinada espécie de peixe. Essa estimativa, em cada período de desova, relaciona-se com a dimensão das classes etárias, tendo, portanto, reflexos na estrutura da população e na avaliação do tamanho de estoques pesqueiros. Segundo BAGENAL (4), para espécies tropicais com desova parcelada é aconselhável efetuar a estimativa de todos os ovócitos a serem postos durante o período de desova. Esse procedimento foi adotado para as duas espécies estudadas.

A espécie *A. bimaculatus* apresentou fecundidade média de 5.760 ovócitos, sendo 9.845 e 625 ovócitos a maior e a menor fecundidade encontrada na população, respectivamente, para fêmeas de 10,4 e 4,0 cm de comprimento total.

Para *A. fasciatus*, a fecundidade média estimada foi de 2.144 ovócitos, variável de 4.451 a 680 ovócitos, para fêmeas de 11,4 a 5,1 cm de comprimento total.

NOMURA (7) encontrou fecundidade maior para as espécies do Mogi Guaçu, variável, para *A. bimaculatus*, de 31.778 a 714 ovócitos e de 10.115 a 593 ovócitos para *A. fasciatus*. A diferença observada para a mesma espécie que habita ambientes diferentes pode estar relacionada com o tamanho da primeira maturação gonadal, taxa de crescimento, suprimento alimentar, latitude, temperatura ambiente e densidade populacional, segundo NIKOLSKI (6) e BAGENAL (4).

Embora a fecundidade dos lambaris seja relativamente baixa, em relação à maioria das espécies de peixe de «piracema», parece que essa espécie não apresenta proteção da prole.

A fecundidade estimada para *A. bimaculatus* e *A. fasciatus* da represa do Lobo foi associada a comprimento total, peso da fêmea e peso dos ovários. Foi verificado que essa relação era positiva, sendo do tipo potencial para o comprimento total e linear tanto para o peso da fêmea como para o peso dos ovários. Esses resultados são concordantes com os obtidos por NOMURA (7) para as duas espécies do rio Mojiguaçu.

Para *A. bimaculatus* a fecundidade é aproximadamente proporcional ao cubo do comprimento total do peixe, ao passo que para *A. fasciatus* é proporcional ao quadrado do comprimento total.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos para a maioria dos peixes. Para as espécies deste trabalho, a fecundidade relaciona-se melhor com o comprimento total, contrariando as observações de ZANETTI (13), que admite uma alta correlação para peixes de desova total, em contraposição a uma correlação muito baixa para espécies de desova parcelada.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos propostos para este trabalho, conclui-se, para *Astynax bimaculatus* e *A. fasciatus* da represa do Lobo, que o período reprodutivo se estende de setembro a dezembro. Para *A. bimaculatus* o pico dessa atividade ocorre no mês de outubro e para *A. fasciatus* em novembro. O índice gonadosomático e o fator de condição podem ser considerados bons indicadores da época de desova para as duas espécies. As análises histológicas da gônada e a curva de maturação sugerem desova parcelada.

O tamanho da primeira maturação gonadal foi estimado em 4,5 cm para *A. bimaculatus* e 5,0 cm para *A. fasciatus*. A partir de 8,0 cm, todas as fêmeas das duas espécies estão aptas a se reproduzirem.

A fecundidade média foi de 5.760 ovócitos para *A. bimaculatus* e 2.144 ovócitos para *A. fasciatus*.

A relação entre a fecundidade, comprimento total das fêmeas, peso total e peso dos ovários foi positiva, sendo do tipo potencial para a primeira variável e linear para as outras duas. Para as espécies estudadas, a fecundidade relaciona-se melhor com o comprimento total das fêmeas.

6. RESUMO

Com a finalidade de contribuir para o conhecimento da reprodução de duas espécies de lambaris da represa do Lobo (SP), foram coletados, durante 12 meses, 530 exemplares de *A. bimaculatus* e 742 exemplares de *A. fasciatus*. Foram estabelecidas as curvas de maturação, baseadas na variação mensal dos valores médios do índice gonadosomático, das freqüências relativas dos estádios de maturação

gonadal e dos valores médios do fator de condição. A maturação gonadal inicia-se em março e a desova ocorre de setembro a dezembro. O índice gonadosomático e o fator de condição podem ser considerados bons indicadores do período de desova. As análises das curvas de maturação e observações histológicas das gônadas sugerem desova parcelada para as duas espécies.

O tamanho de primeira maturação gonadal calculado foi de 4,5 e 5,0 cm, para *A. bimaculatus* e *A. fasciatus*, respectivamente.

A fecundidade é relativamente baixa, sendo pouco superior para *A. bimaculatus*.

Foram estabelecidas as relações entre fecundidade, comprimento total das fêmeas, peso total e peso dos ovários.

7. SUMMARY

(MATURATION CURVE, SIZE OF THE FIRST GONADAL MATURATION, AND FECUNDITY OF *Astyanax bimaculatus* E *Astyanax fasciatus*, IN THE LOBO RESERVOIR, SAO PAULO STATE (OSTEICHTES, CHARACIDAE)

Aspects of the reproduction of *Astyanax bimaculatus* and *A. fasciatus* in the Lobo Reservoir (São Paulo State), were investigated during the period of one year.

The spawning period was determined by the analysis of the maturation curve, based on the monthly variation of the gonadosomatic index, relative frequency of the maturation stage and condition factor. The size of the first maturation and the fecundity were also determined. The fecundity was related to several parameters such as total length, total weight and gonadal weight.

8. LITERATURA CITADA

1. AGOSTINHO, A.A. *Estrutura da população, idade, crescimento e reprodução de Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) do Rio Parapanema-PR. Universidade Federal de São Carlos, 1985. 231 p. (Tese de doutoramento).
2. AGOSTINHO, C.A.; MOLINARI, S.L.; AGOSTINHO, A.A. & VERANI, J.R. Ciclo reprodutivo e primeira maturação sexual de fêmeas do lambari *Astyanax bimaculatus* (L.) (Osteichthyes, Characidae) do Rio Ivaí. Estado do Paraná. *Rev. Bras. Biol.*, 44(1):31-36, 1984.
3. ARAÚJO, A.M.L.V. de. *Aspectos reprodutivos de fêmeas de Astyanax scabripinnis paranae* (Eigemann, 1927) (Osteichthyes, Characidae), do Ribeirão das Marrecas. Norte do Paraná. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 1983. 73 p. (Dissertação de mestrado).
4. BAGENAL, T.B. Aspects of fish fecundity. In GERKING, S.D. (ed.). *Methods for assessment of fish production in freshwaters*. Oxford, Blackwell, 1978. p. 75-101.
5. GODOY, M.P. de. *Peixes do Brasil. Subordem Characoidei*. Piracicaba, Ed. Franciscana, 1975. 1.^o vol. 217 p.
6. NIKOLSKY, G.V. *Theory of fish population dynamics*. Edinburgh, Oliver & Boyd Ltda., 1969. 323 p.

7. NOMURA, H. Fecundidade, maturação sexual e índice gonadossomático de lambaris do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae) relacionados com fatores ambientais. *Rev. Bras. Biol.* 35(4):775-798. 1975.
8. SANTOS, E.P. dos. *Dinâmica de população aplicada à pesca e piscicultura*. S. Paulo, Hucitec, Editora USP, 1978. 129 p.
9. SIMPSON, A.C. Method used separating and counting the eggs in fecundity studies on the plaice (*Pleuronectes platessa*) and herring (*Clupea harengus*). *Occasional paper*, 59/12:1-3. 1959.
10. VANZOLINI, P.E.; REBOUÇAS, R. & BRITSKI, H.A. Caracteres morfológicos de reconhecimento específico em três espécies simpátricas de lambaris do gênero *Astyanax* (Pisces, Characidae). *Papéis avulsos*, n.º 16. 1964.
11. VAZZOLER, A.E.A. *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e crescimento*. Brasília, CNPq, Programa Nacional de Zoologia, 1981. 106 p.
12. YAMAMOTO, K. & YOSHIOKA, H. Rhythm of development in the oocyte of the medaka, *Oryzias latipes*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 15(1):5-19, 1964.
13. ZANETTI, E.M. *Bionomia e ciclo de vida de Umbrina canassai Berg*, 1695. S. Paulo, Instituto Oceanográfico da USP, 1975. 80 p. (Dissertação de mestrado).