

Crescimento e mortalidade de *Leporinus friderici* (Ostariophysi, Anostomidae) na represa de Volta Grande, rio Grande, localizada entre os Estados de Minas Gerais e São Paulo, Brasil

Francisco Manoel de Souza Braga

Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências/Centro de Aqüicultura, Av. 24-A, 1515, CP 199, 13506-900, Rio Claro, São Paulo, Brasil. e-mail: fmsbraga@rc.unesp.br

RESUMO. Este trabalho comenta os parâmetros de crescimento e a mortalidade de *Leporinus friderici* no reservatório de Volta Grande, rio Grande, Estados de Minas Gerais e São Paulo, Brasil. Os parâmetros de crescimento foram estimados pela Curva de Crescimento de Von Bertalanffy, onde $L_{\infty} = 49,5$ cm, $K = 0,304$ ano⁻¹ e $t_0 = -0,48$ ano. A taxa de sobrevivência (S) e sua variância foram estimadas a partir de uma curva de captura simples, onde a idade é conhecida corretamente. Após estimar a taxa de sobrevivência, a taxa instantânea de mortalidade total foi estimada por $Z = -\ln S = 0,56$ ano⁻¹. A classe etária mais abundante foi a de 1 a 1,9 ano.

Palavras-chave: *Leporinus friderici*, crescimento, mortalidade, represa, rio Grande.

ABSTRACT. Growth and mortality of *Leporinus friderici* (Ostariophysi, Anostomidae) in the Volta Grande dam, Grande river, MG-SP, Brazil. This research discusses growth parameters and mortality of *Leporinus friderici* in the Volta Grande dam, Grande river, states of São Paulo and Minas Gerais, Brazil. Growth parameters have been estimated by the Von Bertalanffy Growth Curve, where $L_{\infty} = 49.5$ cm, $K = 0.304$ year⁻¹ and $t_0 = -0.48$ year. The survival rate (S) and its variance were estimated from a single catch curve in which precise age is known. After estimating the survival rate, the instantaneous rate of total mortality was calculated by $Z = -\ln S = 0.56$ year⁻¹. The most abundant year class was 1 to 1.9 year old.

Key words: *Leporinus friderici*, growth, mortality, dam, Grande river.

Leporinus friderici (Bloch, 1794) é uma espécie da família Anostomidae, comum em rios da bacia do rio Paraná. Essa espécie vinha sendo considerada como *Leporinus copelandii* Steidachner, 1875; porém, após revisão feita sobre o gênero, Garavello verificou que a espécie válida era *Leporinus friderici* (Barbieri e Garavello, 1981).

É uma espécie que predomina em ambiente lótico, caracteristicamente migradora, porém pode reproduzir-se em ambientes lênticos e semilóticos na planície de inundação do rio Paraná (Agostinho *et al.*, 1997a; Vazzoler *et al.*, 1997). Segundo Barbieri e Garavello (1981), *Leporinus friderici* tem se reproduzido na represa do Lobo, ambiente tipicamente lêntico. Aspectos migratórios e reprodutivos para *Leporinus copelandii* (= *Leporinus friderici*) foram apresentados por Godoy (1975) no rio Mogi-Guaçu, onde há o registro de um exemplar marcado em Cachoeira de Emas e recapturado cinco meses depois no córrego das Alagoas, afluente do rio Uberaba e cuja foz localiza-se pouco abaixo do

ponto em que hoje existe a barragem da UHE de Volta Grande, rio Grande, município de Conceição das Alagoas (MG).

O reservatório de Volta Grande, construído há aproximadamente 25 anos, está situado em área tropical (48° 25' e 47° 35' W; 19° 57' e 20° 10' S) pelo barramento do rio Grande entre os Estados de Minas Gerais e São Paulo. Tem uma área inundada de 221,7km² e um volume de 2268km³ de águas para fins de produção de energia elétrica (Braga e Gomiero, 1997). A Cemig, Companhia Energética de Minas Gerais, possui um laboratório e tanques de piscicultura na área, com o objetivo de produzir alevinos para peixamentos desse e de outros reservatórios. Dentre as espécies estudadas, *Leporinus friderici*, conhecido como piava ou piau, é uma das espécies com que regularmente são realizados povoamentos no reservatório.

O período reprodutivo de *Leporinus friderici* é relativamente curto, o que o caracteriza como um peixe de desova total e migrador; esse período se

estende de novembro a janeiro (Godoy, 1975; Barbieri e Garavello, 1981; Barbieri e Santos, 1988). No reservatório de Volta Grande o período reprodutivo da maioria das espécies de peixes, incluindo *Leporinus friderici*, situa-se de outubro a fevereiro (Braga e Gomiero, 1997).

Como os demais representantes da família Anostomidae, *Leporinus friderici* alimenta-se prioritariamente de vegetais superiores, participando também, com menor importância, itens como insetos, detrito e peixes (Hahn *et al.*, 1997). Segundo Agostinho *et al.* (1997b) o regime de cheia favorece o aumento de biomassa para espécies onívoras como *Leporinus friderici*, e as lagoas e canais favorecem o aumento de biomassa para peixes dessa categoria trófica, independentemente do regime de cheia.

No reservatório de Volta Grande, *Leporinus friderici* não é uma espécie abundante. Ela ocorreu com frequência nas pescarias experimentais, mas em número inferior ao das espécies mais abundantes, como a corvina, *Plagioscion squamosissimus* e o mandi, *Pimelodus maculatus*.

Neste trabalho são apresentados dados sobre o crescimento e mortalidade de *Leporinus friderici*, espécie que, mesmo não sendo abundante, está estabilizada no reservatório de Volta Grande e contribui de maneira importante na ictiofauna local.

Material e métodos

Durante o ano de 1996, a partir de fevereiro, foram realizadas coletas bimestrais com esforço de pesca de quatro dias, totalizando seis períodos amostrais. Foi utilizado um conjunto de redes de emalhar com 2,5, 3,0, 3,5, 4,0 e 6,0 cm entre nós adjacentes instalados em diversos pontos do reservatório, próximos das margens e nas cercanias da barragem.

Dos exemplares capturados foi tomado o comprimento total em centímetros. Os grupos etários foram estimados utilizando-se a decomposição das modas obtidas da distribuição de frequência das classes de comprimento, segundo o método de Harding (1949).

Aos comprimentos referentes às modas evidenciadas atribuíram-se idades relativas (t). O comprimento assintótico (L_{∞}) foi estimado a partir do maior indivíduo capturado ($L_{m\acute{a}x}$) e sendo $L_{\infty} = L_{m\acute{a}x} / 0,95$ (Pauly, 1983). Com a estimativa de L_{∞} e L_t , sendo L_t o comprimento respectivo ao grupo etário identificado, aplicou-se a plotagem de Beverton dada por: $-\ln [(L_{\infty} - L_t) / L_{\infty}] = A + BX$ e pelo método dos mínimos quadrados foram obtidos os valores de A e B, sendo $B = K =$ taxa de crescimento (Ricker, 1975; Petrere, 1983; Braga,

1998a). A estimativa do parâmetro t_0 foi feita com a utilização da fórmula empírica de Pauly (1983), dada por: $\log_{10} (-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \log_{10} L_{\infty} - 1,038 \log_{10} K$.

Cada indivíduo capturado teve a idade real estimada mediante o emprego da chave de conversão para a idade (Pauly, 1983), dada por: $t - t_0 = \{ \ln [1 - (L_t / L_{\infty})] \} / -K$.

Após a estimativa da idade para cada exemplar amostrado, os grupos etários foram constituídos com intervalo de um ano. Valendo-se desses grupos etários estimou-se a taxa de sobrevivência segundo Robson e Chapman (1961), que considera a curva de captura, ou seja, a estimativa da taxa de sobrevivência partindo-se dos grupos etários totalmente vulneráveis à pesca, dado por: $T = 0.N_0 + 1.N_1 + 2.N_2 + \dots + n.N_n$, sendo N_0 o primeiro grupo etário totalmente vulnerável à pesca, N_n o último grupo etário registrado na pesca e N o número de indivíduos por grupo; a seguir estimou-se: $n = N_1 + N_2 + \dots + N_n$, que corresponde ao número total de indivíduos por grupo etário totalmente atingido pela pesca.

Finalmente, a taxa anual de sobrevivência é dada por: $S = T / (n + T - 1)$ e o estimador da variância é dado por: $\text{var} = [T / (n + T - 1)] \cdot \{ [T / (n + T - 1)] - [(T - 1) / (n + T - 2)] \}$, e o seu erro-padrão é dado pela raiz quadrada de var.

Estimando-se a taxa de sobrevivência obtém-se a taxa instantânea de mortalidade total (Z) dada por $-\ln S$ (Ricker, 1975).

Resultados

Foram amostrados 146 indivíduos distribuídos nas amplitudes de 13 a 49 cm de comprimento total e com comprimento médio de 27,3 cm (Figura 1). A Figura 2 mostra a decomposição das modas em papel de probabilidade, evidenciando os grupos etários a', b', c e d', que receberam as idades relativas (t) 1, 2, 3 e 4 respectivamente. O comprimento assintótico estimado (L_{∞}) foi de 49,5 cm e a Tabela 1 sumariza o emprego da plotagem de Beverton para estimativa da taxa de crescimento (K), que foi de 0,304 ano⁻¹ e está representada na Figura 3.

Tabela 1. Idades relativas (t) com os respectivos comprimentos (L_t) e a transformação de Beverton ($-\ln [(L_{\infty} - L_t) / L_{\infty}]$)

T	L_t	$-\ln [(L_{\infty} - L_t) / L_{\infty}]$
1	14,0	0,332
2	22,5	0,606
3	30,2	0,891
4	35,3	1,249

O parâmetro t_0 estimado foi -0,48 ano e os grupos etários estimados pelos parâmetros de crescimento, aos quais foi ajustada a curva de

crescimento de von Bertalanffy (von Bertalanffy, 1938; Ricker, 1975; Sparre *et al.*, 1989) acham-se na Figura 4.

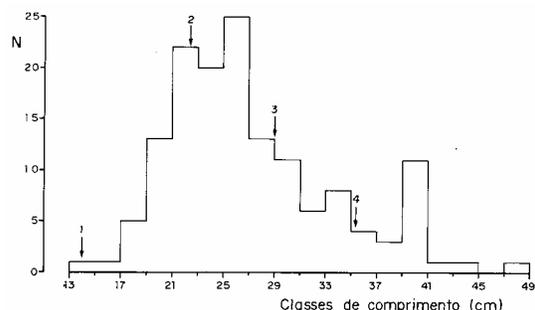


Figura 1. Distribuição de freqüência numérica, por classe de comprimento, para *Leporinus friderici*. As setas indicam os comprimentos em que ocorrem as respectivas idades médias relativas

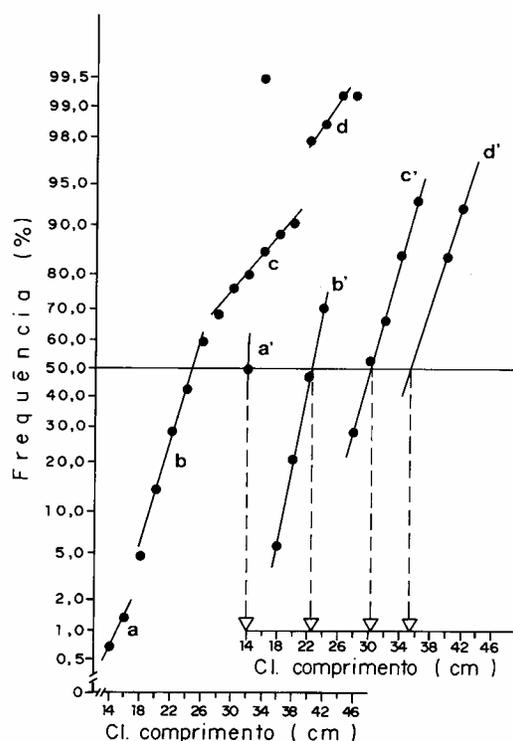


Figura 2. Plotagem das freqüências percentuais dos comprimentos por classe, em papel de Probabilidade e a obtenção dos grupos etários (a - d) com seus respectivos comprimentos, indicados por setas, para *Leporinus friderici*

A Figura 5 mostra a freqüência numérica dos grupos etários de zero a nove anos, destacando-se aqueles considerados totalmente vulneráveis à pesca. A taxa de sobrevivência anual (S) estimada dos

grupos etários vulneráveis à pesca foi 0,57, com um erro padrão de 0,04. A taxa instantânea de mortalidade total (Z) obtida pela taxa de sobrevivência foi 0,56 ano⁻¹.

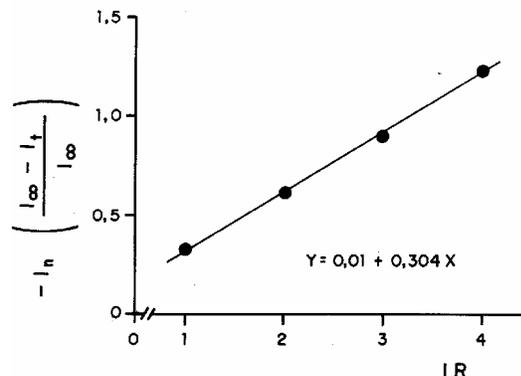


Figura 3. Plotagem de Beverton para as idades atribuídas e a reta ajustada, para *Leporinus friderici*

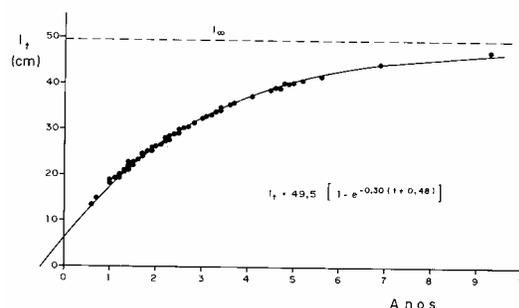


Figura 4. Curva de crescimento de *Leporinus friderici* ajustada para as idades estimadas em anos

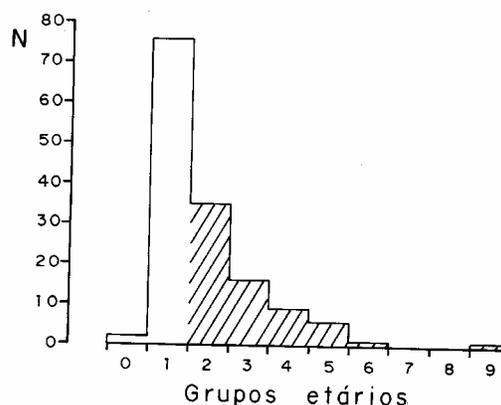


Figura 5. Freqüência numérica dos grupos etários estimados para *Leporinus friderici*. Os grupos etários hachureados são aqueles considerados totalmente vulneráveis à pesca

Discussão

No estudo da dinâmica de populações de peixes, o crescimento e a mortalidade interagem de tal forma que, se o crescimento contribui para a abundância da espécie, fazendo com que ela atinja a fase de reprodução num curto tempo e entre no ciclo reprodutivo, a mortalidade controla a abundância dessa espécie (Nikolsky, 1978). A disponibilidade de alimento e o espaço ocupado pela espécie são finitos, portanto a espécie tem que se adequar a esta realidade. Isso faz com que as taxas de crescimento e de mortalidade sejam específicas.

As bases fisiológicas que determinam o crescimento em animais, inclusive peixes, foram definidas por von Bertalanffy (1938); e Beverton e Holt (1957) a incorporaram à biologia pesqueira pela expressão: $L_t = L_{\infty} \{1 - \exp[-K(t - t_0)]\}$, onde aparece o termo t_0 que não tem conotação biológica, mas sim de correção para o ajuste da curva. Como não é provável que uma espécie de peixe cresça seguindo essa equação desde o instante em que nasce até atingir a senilidade, a curva freqüentemente corta o eixo x, referente à idade, em um ponto geralmente menor do que zero (King, 1996). Santos (1978) desenvolveu um método que corrige o valor de t_0 para zero, e quando essa correção é utilizada obém-se também um valor mais preciso da taxa de crescimento (K). Moreau (1987) mostrou que uma estimativa precisa de t_0 depende da extensão do período reprodutivo e do momento em que a eclosão dos ovos é mais intensa, nesse período. Portanto, definiu que há menos problemas em estimar t_0 para espécies de clima temperado, onde a atividade reprodutiva é de somente poucas semanas, do que para espécies de clima tropical, onde a estação reprodutiva pode estender-se de três a seis meses.

A piava, *Leporinus copelandii* (= *L. friderici*), extensivamente estudada por Godoy (1975) no rio Mogi-Guaçu, é uma espécie que faz migração reprodutiva a partir de setembro, subindo o rio até a sua porção médio-alta (município de Mogi-Guaçu) onde então desova, no período de dezembro a janeiro. Mesmo sendo uma espécie típica de piracema, *Leporinus friderici* parece reproduzir-se também na planície de inundação do alto rio Paraná (Vazzoler *et al.*, 1997). Barbieri e Garavello (1981) descreveram a reprodução de *Leporinus friderici* na represa do Lobo, de outubro a janeiro. Na represa de Volta Grande há evidências de que esta espécie também esteja desovando, pela presença de indivíduos maduros e esgotados que ocorreram no fim e no início do ano, período em que as espécies

estão em reprodução na região (Braga e Gomiero, 1997).

As espécies de piracema, que ocorrem em regiões de clima tropical, comportam-se de maneira semelhante em termos de estação reprodutiva às espécies de clima temperado, ou seja, desovam num intervalo de tempo relativamente curto. Desta maneira, o valor estimado de t_0 , de -0,48 ano, embora obtido pela fórmula empírica de Pauly (1983), fornece uma boa estimativa desse parâmetro, verificado pelo bom ajuste da curva de crescimento e corroborado pelo período de desova relativamente curto, contribuindo para sua obtenção.

Segundo Godoy (1975), *Leporinus copelandii* (= *L. friderici*) macho no rio Mogi-Guaçu vive de sete a nove anos, atingindo um comprimento máximo de 38 cm e as fêmeas podem viver até 13 anos, atingindo um comprimento máximo de 45 cm. No reservatório de Volta Grande, o maior indivíduo capturado foi uma fêmea que mediu 47 cm de comprimento e com idade estimada em nove anos. Esse comprimento máximo (L_{\max}) verificado para as amostras produziu um comprimento assintótico (L_{∞}) de 49,5 cm, estimado pela fórmula de Pauly (1983). Nomura (apud Lizama e Vazzoler, 1993) estimou para *Leporinus copelandii* (= *L. friderici*) um comprimento assintótico de 50,6 cm para as fêmeas e 34,4 cm para os machos, no rio Mogi-Guaçu. Embora no reservatório de Volta Grande os sexos tenham sido tratados conjuntamente, o comprimento assintótico estimado apresentou uma boa concordância com os estimados por outros autores em áreas distintas.

A taxa de crescimento (K) determina o tipo de crescimento apresentado por uma espécie de organismo animal e é geralmente inversa ao valor do comprimento assintótico e à longevidade (Sparre *et al.*, 1989; King, 1996). Para estimar a taxa de crescimento é necessária a determinação dos grupos etários de uma população ou espécie; porém, não é tarefa fácil determinar idades e taxas de crescimento de peixes sob condições tropicais, pois as marcas que definem os anéis de crescimento não são muito visíveis (Lowe-McConnell, 1999). Nesse caso, costuma-se utilizar, quando permitido, o recurso de valer-se dos anéis de reprodução que se formam nas escamas, em decorrência do estresse fisiológico que uma espécie de peixe sofre periodicamente durante os períodos reprodutivos (Godoy, 1970; Braga, 1999). Não foi possível definir com certeza os anéis visualizados nas escamas de *Leporinus friderici* de Volta Grande, por isso utilizou-se o método de Harding (1949), que grupa as modas que aparecem na distribuição das classes de comprimento. A

utilização do método foi permitida pelo fato de a espécie apresentar desova total, realizada num período curto (Godoy, 1975; Barbieri e Garavello, 1981; Barbieri e Santos, 1988).

Determinados os parâmetros L_{∞} , K e t_0 da curva de crescimento, obteve-se a idade estimada dos indivíduos amostrados, que foram constituir os grupos etários dessa população, considerando-se os sexos grupados. Vazzoler *et al.* (1997) estimaram em 13,1 cm o comprimento médio da primeira maturação gonadal para *Leporinus friderici* na planície de inundação do rio Paraná, comprimento esse que dá uma idade estimada de 0,53 ano, considerada muito baixa. Godoy (1975) cita que as fêmeas de *Leporinus copelandii* (= *L. friderici*) se reproduzem com três anos, valor considerado elevado. Barbieri e Garavello (1981) estimaram em 19,2 cm o comprimento padrão o que dá uma idade estimada de 1,26 ano. Esse valor é bem mais próximo ao que foi observado no campo quando se observaram os estádios gonadais e os respectivos comprimentos.

A taxa instantânea de mortalidade total (Z) é composta pela taxa instantânea de mortalidade natural (M) e pela taxa instantânea de mortalidade pela pesca (F), quando a espécie está sendo alvo de atividade pesqueira (Ricker, 1975; Pauly, 1983; Sparre *et al.*, 1989). As taxas de mortalidade e os parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy são com freqüência utilizados em modelos de monitoramento de estoques pesqueiros. No Brasil, principalmente nas regiões Sudeste e Sul, são inúmeros os rios represados para produção de energia elétrica, onde também ocorre atividade de pesca artesanal (Companhia Energética de São Paulo, 1993).

No reservatório de Volta Grande, a pesca artesanal é pouco desenvolvida e das espécies capturadas experimentalmente *Leporinus friderici* foi pouco representada (Braga e Gomiero, 1997). Considerando-se o menor valor da taxa de sobrevivência dado pelo erro-padrão, obtém-se um valor de 0,65 para a taxa de mortalidade total. Esse valor é bastante próximo do valor estimado para a taxa de mortalidade natural, quando se aplica a fórmula empírica de Pauly (1983) ($M = 0,67$). Verifica-se com isso que a taxa de mortalidade total é próxima da taxa de mortalidade natural, pois a atividade da pesca artesanal, que produz uma taxa de mortalidade pela pesca, é muito pequena. Braga (1999) estimou um valor de 1,43 para a taxa de mortalidade total do tambuí, *Astyanax bimaculatus*, capturado no reservatório de Barra Bonita, rio Piracicaba; essa taxa foi subdividida em 0,77 e 0,66, taxas correspondentes às de mortalidade natural e

por pesca. Neste caso, existe uma intensa atividade de pesca artesanal desenvolvida sobre a espécie, o que fez com que o valor da taxa de mortalidade total se elevasse.

A baixa abundância da espécie na área, em relação a outras, pode estar relacionado à baixa intensidade reprodutiva (Braga, 1998b) e também a uma limitação no estoque de macrófitas aquáticas disponíveis para alimentação (Braga, observação pessoal). Os programas de peixamento, por mais eficientes que sejam, contribuem pouco em termos de indivíduos (alevinos) que irão se transformar em juvenis para o recrutamento e manter uma população elevada quanto ao número e biomassa. O grupo etário mais abundante foi o 1, formado por indivíduos com idades estimadas em 1 a 1,9 ano. Contribuem para a sua abundância os indivíduos provenientes das desovas que ocorrem naturalmente na área e também os peixamentos feitos periodicamente. A partir do grupo etário II a abundância diminui, porque o efeito da mortalidade torna-se evidente.

Agradecimentos

Agradeço à FAPESP (processo 94/0279-2) e ao CNPq (processo 304081/85-0) pelos auxílios concedidos durante a execução deste trabalho. Agradeço também à Cemig, que, mediante o convênio Unesp-Cemig, deu todo o apoio necessário para o desenvolvimento do trabalho.

Referências

- AGOSTINHO, A.A. *et al.* Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A.E.A. de M. *et al.* (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócioeconômicos*. Maringá: EDUEM, 1997. cap. II.4, p. 179-208.
- AGOSTINHO, A. A. *et al.* Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A.E.A. de M. *et al.* (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná*. Maringá: EDUEM, 1997. cap. II.6, p. 229-248.
- BARBIERI, G.; GARAVELLO, J. C. Sobre a dinâmica da reprodução e da nutrição de *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) na represa do Lobo, Brotas-Itirapina, SP (Pisces, Anostomidae). In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 2., 1981, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCar, 1981.p. 347-387.
- BARBIERI, G.; SANTOS, E. P. dos S. Análise comparativa do crescimento e de aspectos reprodutivos da piava, *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Anostomidae) da represa do Lobo e do rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 40, no.7, p. 693-697, 1988.

- BERTALANFFY, L. von. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, Detroit, v. 10, no. 2, p. 181-213, 1938.
- BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. On the dynamics of exploited fish population. London: Chapman and Hall, 1993.
- BRAGA, F. M. de S. Population parameters of "Corvina" (*Plagioscion squamosissimus*) in the Barra Bonita reservoir, Brazil. *Naga*, Makati City, v. 21, no. 2, p. 43-45, 1998a.
- BRAGA, F. M. de S. Reprodução de peixes em áreas sob a influência do reservatório de Volta Grande, rio Grande (MG-SP). Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, 1998b. (Relatório Parcial).
- BRAGA, F. M. de S. Idade, crescimento e taxas de mortalidade de *Astyanax bimaculatus* (Characidae, Tetragonopterinae) na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba (SP). *Naturalia*, São Paulo, v. 24, p. 239-250, 1999.
- BRAGA, F. M. de S.; GOMIERO, L. M. Análise da pesca experimental realizada no reservatório de Volta Grande, rio Grande (MG-SP). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 24, p. 131-138, 1997.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. Produção pesqueira e composição das capturas em reservatórios sob concessão da CESP nos rios Tietê, Paraná e Grande, no período de 1986 a 1991. *CESP - Série Produção Pesqueira*, São Paulo, no. 01, p. 1-73, 1993.
- GODOY, M. P. de. Idade, crescimento e peso nos peixes. In: *Poluição e piscicultura*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, Instituto de Pesca-C. P. R. N.- S. A., 1970. cap. II.5, p. 137-145.
- GODOY, M. P. *Peixes do Brasil*. Piracicaba: Ed. Franciscana, 1975.
- HAHN, N. S. et al. Ecologia trófica. In: VAZZOLER, A. E. A. de M. et al. (Ed.). *A planície de Inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM, 1997. cap. II.5, p. 209-228.
- HARDING, J. P. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* London, v. 28, p. 141-153 1949.
- KING, M. *Fisheries biology, assessment and management*. Oxford: Blackwell Science, 1996.
- LIZAMA, M. de L. A. P.; VAZZOLER, A. E. A. de M. Crescimento em peixes no Brasil: uma síntese comentada. *Revista Unimar*, Maringá, v. 15, p. 141-173, 1993.
- LOWE-McCONNELL, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Tradução de Vazzoler, A.E.A. de M.; Agostinho, A.A.; Cunnighan, P. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999 (Coleção Base). Título original: *Ecological studies in tropical fish communities*.
- MOREAU, J. Mathematical and biological expression of growth in fishes: recent trends and further developments. In: Summerfelt, R.C. & Hall, G.E. *Age and growth of fish*. Ames: Iowa State University Press, 1987. P.81-113.
- NIKOLSKY, G.V. *The ecology of fishes*. Translated from the Russian by L. Birkett. Neptune City, NJ: T.F.H., c1978.
- PAULY, D. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.*, Rome, n° 234, p. 1-52, 1983.
- PETRERE, M. Yield per recruit of the tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, in the Amazonas State, Brazil. *J. Fish Biol.* London, v. 22, p. 133-144, 1983.
- RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, Ottawa, n° 191, p. 1-382, 1975.
- ROBSON, D. S.; CHAPMAN, D. G. Catch curves and mortality rates. *Trans. Am. Fish. Soc.*, Bethesda, v. 90, n° 2, p. 181-189, 1961.
- SANTOS, E. P. Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura. São Paulo: Hucitec/ Edusp, 1978.
- SPARRE, P. et al. Introduction to tropical fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, Rome, no. 306, p. 1-337, 1989.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. et al. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: VAZZOLER, A. E. A. de M. et al. (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 1997. cap. II.7, p. 249-265.

Received on July 16, 2000.

Accepted on September 29, 2000.