

Influência de fatores abióticos na reprodução do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimatá, *Prochilodus lineatus* do Rio Mogi Guaçu (Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP)

BARBIERI, G.^{1,3}, SALLES, F. A.², CESTAROLLI, M. A.²

¹Pesquisador Científico - Centro de Estudos de Bacias Hidrográficas - Instituto de Pesca - Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

²Pesquisador Científico - Centro de Pesquisas em Reprodução e Larvicultura - Instituto de Pesca - Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

³Endereço/Address: Avenida Francisco Matarazzo, 455 - CEP 05001-900 - São Paulo.

RESUMO: Influência de fatores abióticos na reprodução do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimatá, *Prochilodus lineatus* do rio Mogi Guaçu (Cachoeira de Emas, Pirassununga / SP). A proposta do presente trabalho é estabelecer correlações entre alguns fatores abióticos e as curvas de maturação gonadal de *Salminus maxillosus* e *Prochilodus lineatus* do rio Mogi Guaçu (SP). Para cada sexo foram estabelecidas curvas de maturação, baseadas na variação bimestral da relação gonadosomática e frequências relativas dos estádios de maturação gonadal. Verificou-se correlação positiva entre o incremento da relação gonadosomática e o incremento das temperaturas da água e do ar, precipitação atmosférica e fotoperíodo.

Palavras-chave: Reprodução, *Salminus maxillosus*, *Prochilodus lineatus*, fator abiótico.

ABSTRACT: Influence of some abiotic factors on the reproductive cycle of "dourado", *Salminus maxillosus* and "curimatá", *Prochilodus lineatus* in Mogi Guaçu River (Cachoeira de Emas, Pirassununga / SP.) The purpose of the present paper is to establish correlations between some abiotic factors and the maturity curves of *Salminus maxillosus* and *Prochilodus lineatus* at the Mogi Guaçu River (SP). For each sex, maturation curves were established, based on the bimonthly variation of gonadosomatic relation and the relative frequencies of the sexual maturity stages. The spawning occurred with the increase of water and air temperatures, pluviometric precipitation and photoperiod.

Key-words : Reproduction, *Salminus maxillosus*, *Prochilodus lineatus*, abiotic factor.

Introdução

O conhecimento do ciclo reprodutivo de uma determinada espécie de peixe, bem como os fatores endógenos e exógenos que controlam essa atividade, são de grande importância quando se pretende estabelecer programas de conservação de estoques naturais (Nikolskii, 1969).

A análise da curva de maturação em função da variação de alguns fatores ambientais tem sido motivo de atenção de especialistas da dinâmica populacional. Vários estudos foram desenvolvidos a partir da década de 1970 com populações naturais de peixes de clima temperado. Dentre esses trabalhos destacamos os estudos desenvolvidos por De Vlaming (1972 e 1975), Sundararaj & Vasal (1976), Bye (1984) e Munro (1990).

Nas últimas décadas foram inúmeros os trabalhos que abordaram a biologia de peixes tropicais e sub-tropicais em ambientes lóticos e lênticos e dentre eles destacamos: Basile-Martins et al. (1975), Lowe-McConnell (1987), Machado-Allison (1990) e Vazzoler & Menezes (1992). Entretanto, poucos abordaram aspectos fisiológicos relacionados à reprodução. Na Bacia do rio Mogi Guaçu, destacamos o trabalho de Moreira (1999) que estudou a variação de alguns parâmetros fisiológicos

durante o ciclo reprodutivo de *Salminus maxillosus*. Recentemente, Barbieri & Barbieri (1983), Hartz & Barbieri (1994) e Barbieri (1995) analisaram a relação entre alguns fatores abióticos e a dinâmica da reprodução, respectivamente, de *Gymnotus carapo* da represa do Lobo (SP), *Cyphocharax voga* da lagoa Emboaba (RS) e *Cyphocharax modesta* da Represa do Lobo. No rio Mogi Guaçu, Godoy (1975), Toledo Filho et al. (1986 e 1987) e Barbieri et al. (2000) abordaram aspectos da dinâmica populacional de *Prochilodus lineatus* mas, não enfatizaram a relação de fatores exógenos com o ciclo reprodutivo.

O dourado e o curimatá são considerados peixes neotropicais de grande importância econômica, em especial para o rio Mogi Guaçu, sendo bastante expressiva a captura destas espécies na pesca artesanal e esportiva. Por serem consideradas espécies viáveis para cultivo e atendimento de programas de repovoamento em ambientes degradados pela ação antrópica, o conhecimento do comportamento biológico e, em especial a investigação de fatores controladores do processo reprodutivo, têm recebido atenção.

O presente trabalho tem por objetivo identificar os fatores abióticos que possam influenciar o processo reprodutivo do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimatá, *Prochilodus lineatus*, do rio Mogi Guaçu (SP).

Material e métodos

Um total de 327 exemplares (195 fêmeas e 132 machos) de dourados e 284 exemplares de curimatás (180 fêmeas e 104 machos), foram coletados no rio Mogi Guaçu (Cachoeira de Emas, Pirassununga, SP), no período de agosto/96 a julho/97. De cada exemplar foram registradas as seguintes variáveis biométricas: comprimento total (L_t) em milímetros, peso total (W_t) e peso da gônada (w_g) em gramas. Os estádios de maturação gonadal foram estabelecidos macroscopicamente e assim considerados: estágio I (imaturo ou virgem), II (em maturação), III (maduro), IV (esgotado) e V (repouso).

Os valores médios mensais das variáveis abióticas (precipitação atmosférica, temperatura da água, temperatura do ar e fotoperíodo) foram plotados em gráfico, em função dos meses de coletas.

A época de reprodução foi estabelecida pela curva de maturação, através da análise da variação mensal das medianas da relação gonadossomática (RGS) e das freqüências absolutas dos estádios de maturação gonadal. A relação gonadossomática foi assim representada: $RGS = w_g/W_t \cdot 100$. Os valores das medianas de RGS e as freqüências relativas dos estádios de maturação foram plotados mensalmente.

Resultados

As variações mensais das medianas de RGS para fêmeas (A) e machos (B) de *S. maxillosus* e *P. lineatus* estão representadas na Fig. 1. Pode-se observar, as duas espécies apresentam período curto de reprodução, característica de peixes com desova total. O período de desova está compreendido entre os meses de novembro e janeiro com maior atividade no mês de dezembro.

Pela análise da distribuição mensal das freqüências absolutas dos estádios de maturação gonadal (Fig. 2) verificamos que *S. maxillosus* apresenta início do processo de maturação no mes de julho. Nos meses de novembro e janeiro alguns exemplares estavam maduros, porém a maior freqüência foi observada no mês de dezembro. O estágio esgotado, tanto para machos como para fêmeas, foi observado nos meses de novembro a fevereiro (fêmeas) e março (machos). O estágio de repouso foi observado por um período mais longo, sugerindo que a Cachoeira de Emas é o local onde são encontrados não só exemplares que estão migrando para desova como também aqueles que estão se preparando para nova migração. No

período de abril a julho, verificamos a presença de exemplares em menor número na Cachoeira de Emas em relação aos meses de novembro e dezembro. Comportamento semelhante foi observado para machos e fêmeas de *P. lineatus* (Fig. 3), do mesmo ecossistema.

As variações dos fatores abióticos (precipitação atmosférica, temperatura do ar, temperatura da água e fotoperíodo) estão representadas na Fig. 4.

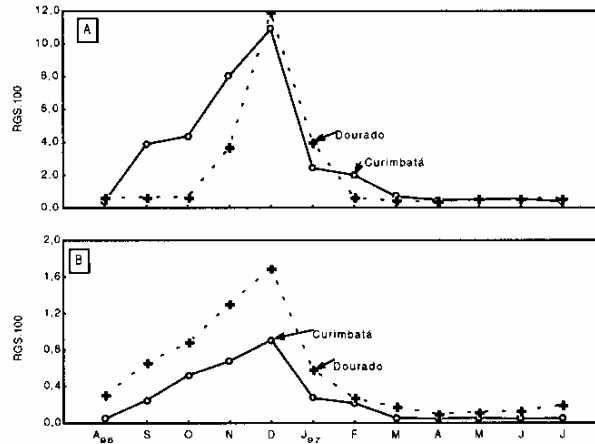


Figura 1: Variação mensal das medianas da relação gonadosomática (RGS) para fêmeas (A) e machos (B) de *Prochilodus. lineatus* e *Salminus maxillosus*, capturados no rio Mogi Guaçu (Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP).

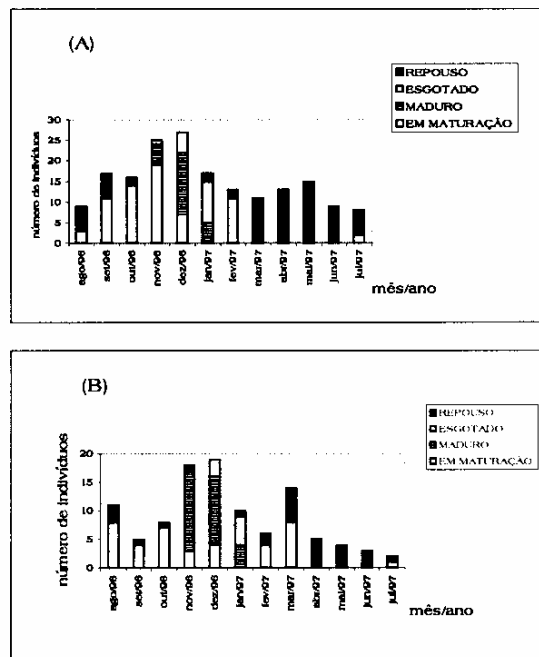


Figura 2: Distribuição mensal das freqüências absolutas dos estádios de maturação gonadal para fêmeas (A) e machos (B) de *Salminus maxillosus*, capturados no rio Mogi Guaçu (Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP).

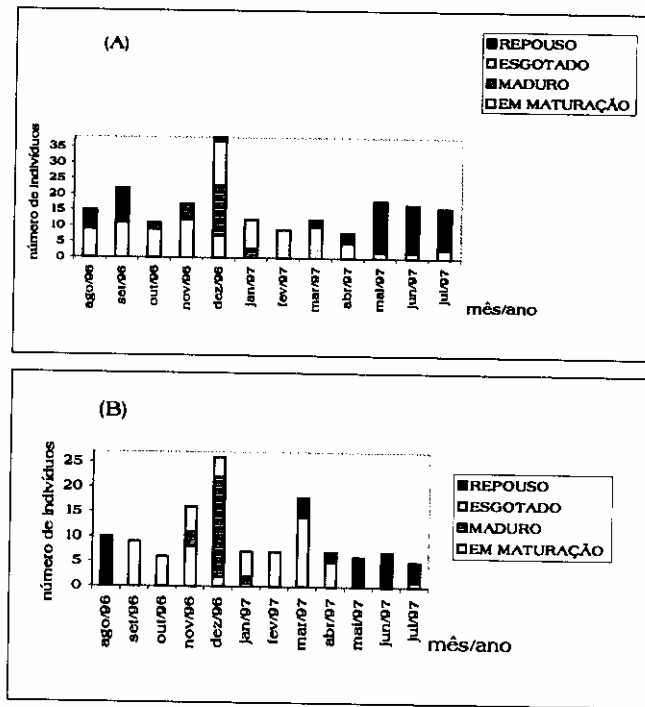


Figura 3: Distribuição mensal das freqüências absolutas dos estádios de maturação gonadal para fêmeas (A) e machos (B) de *Prochilodus lineatus*, capturados no rio Mogi Guaçu (Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP).

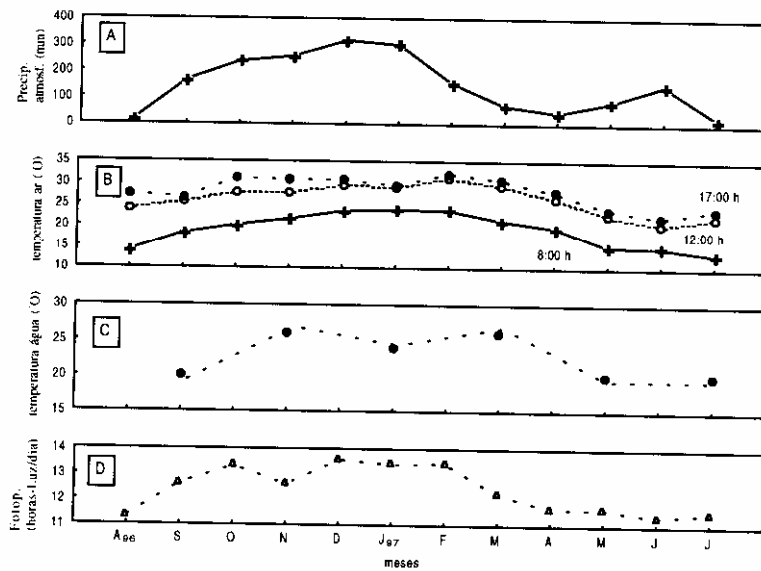


Figura 4: Variação mensal dos valores médios de precipitação atmosférica (A), temperatura do ar (B), temperatura da água (C) e fotoperíodo (D), do rio Mogi Guaçu (Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP), para o período de estudo (Fontes: Ministério da Aeronáutica, CETESB, Anuário Astronômico e Geofísico da USP e Instituto de Pesca).

Discussão

O processo reprodutivo em peixes depende da interação de fatores endógenos (hormônios) e exógenos, tais como temperatura da água, fotoperíodo, precipitação atmosférica, nível da coluna de água etc.

Trabalhos recentes sobre influência de fatores abióticos na fisiologia reprodutiva de peixes indicam que dificilmente apenas um fator isoladamente interfere na complexidade do processo reprodutivo. Assim, coincidências do evento reprodução com determinadas variáveis ambientais não devem ser tomadas como relação de causa e efeito. Considerando-se que existe uma enorme e complexa interação entre os eventos biológicos entre si e desses com eventos ambientais, há necessidade de um aprofundamento nas pesquisas nessa área de estudo.

O papel de fatores ambientais na sincronização dos ciclos reprodutivos, dando ênfase à influência do fotoperíodo e temperatura da água nesse processo, foi amplamente discutido por Bye (1984). Segundo este autor, os peixes que vivem fora dos trópicos, apresentam ciclos de tal forma que larvas e jovens são produzidos quando as condições ambientais são favoráveis à sobrevivência.

No presente trabalho, verificamos que as variações da relação gonodossomática e das freqüências absolutas dos estádios de maturação gonadal seguem as variações das temperaturas da água e do ar, precipitação atmosférica e o fotoperíodo. Comportamento semelhante foi observado por Inada (1995) e Vazzoler et al. (1997) para os peixes dominantes na planície de inundação do alto rio Paraná. Segundo o autor, a intensidade reprodutiva nessas espécies é fortemente correlacionada com a duração do dia e com a temperatura da água, e os picos da atividade reprodutiva precederam aqueles do nível fluviométrico. Segundo Welcomme (1979), para a maioria das espécies com desova total, a época de reprodução é tão marcada que, se a cheia é retardada ou insuficiente, a reprodução pode falhar naquele ano. Este mesmo comportamento foi observado por Godoy (1975) para as espécies do rio Mogi Guaçu.

Morais-Filho & Schubart (1955) verificaram que dourados do rio Mogi Guaçu estão em maturação no período de agosto a setembro, em maturação avançada no final do mês de outubro e início de novembro e maduros em dezembro e janeiro.

Autores como Naumov (1956), Ashan (1966), De Vlaming (1972 e 1975), Sundararaj & Vasal (1976), consideram temperaturas altas e fotoperíodo longo como fatores responsáveis pela desova de peixes de clima temperado.

Para peixes de clima tropical e sub-tropical, além desses fatores, a precipitação atmosférica parece exercer papel importante nas espécies migradoras e com desova total, pois a variação do nível do rio está na dependência das chuvas. Segundo Lowe-McConnell (1975) os teleósteos de regiões tropicais e sub-tropicais apresentam uma estreita relação entre o período reprodutivo e as estações chuvosas. Para Munro (1990), existem evidências de que a temperatura pode ser utilizada como fonte de informação sobre o advento de condições adequadas para a desova. Por outro lado, Vazzoler & Menezes (1992) confirmam variações da freqüência mensal de espécies em reprodução em função da temperatura e nível pluviométrico, para os Characiformes da América do Sul. Estudos desenvolvidos por Barbieri & Barbieri (1983), Hartz & Barbieri (1994) e Barbieri (1995) em ambientes lênticos, com peixes não migradores e de desova parcelada, mostraram que para aquelas espécies, o nível da coluna de água parece exercer pouca influência na reprodução, pois o reservatório é dotado de mecanismo que mantém o mesmo nível de água durante todo o ano. Segundo esses autores, as espécies não migradoras que habitam ambientes lênticos dependem basicamente da elevação da temperatura da água e do fotoperíodo para o início o processo reprodutivo.

Através de estudos realizados durante 31 anos (1940-1970), Godoy (1975) observou que os peixes migradores do rio Mogi Guaçu desovam durante a primavera e verão quando ocorrem as seguintes condições exógenas no rio Mogi Guaçu (Cachoeira

de Emas, Pirassununga/SP): época de chuvas com média de 160-170 mm nos meses de novembro a fevereiro; nível do rio mais elevado; temperatura da água variando entre 22°C e 28°C; grande quantidade de sólidos em suspensão na água; pequena transparência do rio (5-10 cm de profundidade); baixo teor de CO₂ (ao redor de 20,0 ppm); baixo teor de O₂ (2,10-2,64 ppm); pH variando entre 7,00 e 7,33, baixa condutibilidade elétrica do rio (34,0- 37,0 mho). Durante as coletas do presente trabalho, foram registradas, no período reprodutivo das duas espécies, temperaturas médias da água ao redor de 25°C, do ar entre 21,6°C (8:00 horas) e 30,7°C (17:00 horas), índices pluviométricos ao redor de 300 mm e 13 horas e 20 minutos a 13 horas e 34 minutos/dia de fotoperíodo.

Segundo Godoy (1975), a diminuição da condutividade no rio Mogi Guaçu, parece ser outro fator relacionado com a reprodução dos peixes migradores. Esse fato está amplamente discutido em Hoar & Randall (1983) e segundo o relato, a diminuição da condutividade da água e a elevação do nível do rio são fatores relacionados com a desova dos peixes.

O mecanismo de influência de fatores abióticos na fisiologia reprodutiva de peixes tropicais e sub-tropicais ainda é pouco conhecido. Esse estudo necessita de uma análise mais profunda principalmente no campo da histofisiologia dos órgãos reprodutores e do "feed-back" dos hormônios durante todo o ano para que algumas dúvidas sejam esclarecidas.

Conclusão

Evidencia-se para as espécies *Salminus maxillosus* e *Prochilodus lineatus* do rio Mogi Guaçu, um padrão de sazonalidade reprodutiva, resultante da interação entre fatores endógenos e os fatores abióticos : temperatura da água, precipitação atmosférica e fotoperíodo. A temperatura da água e fotoperíodo podem ser considerados como fatores exógenos preditivos pois, podem atuar durante todos os estádios de desenvolvimento gonadal. A precipitação atmosférica, relacionada ao aumento do nível de água, como fatores sincronizadores pois, atuam na maturação das gônadas, preparando-as para fecundação. O fim das condições adequadas (temperatura, fotoperíodo, precipitação atmosférica), como fatores finalizadores, reponsáveis pela regressão da gônada.

Referências citadas

- Ashan, S. N. 1966. Cyclical changes in the testicular activity of the Lake Chub, *Clouesius plumbeus* (Agassiz). Can. J. Zool., 44: 149-171.
- Barbieri, G. 1995. Biologia populacional de *Cyphocharax modesta* (Hensel, 1869) (Characiformes, Curimatidae) na represa do Lobo (Estado de São Paulo) II. Dinâmica da reprodução e influência de fatores abióticos. B. Inst. Pesca, 22 57-62.
- Barbieri, G. & Barbieri, M. C. 1983. Dinâmica da reprodução de *Gymnotus carapo* na Represa do Lobo, Estado de São Paulo. Influência de fatores abióticos. (Pisces, Gymnotidae). Trop. Ecol., 24: 244-259.
- Barbieri, G., Salles, F. A., & Cestarolli, M. A. 2000. Análise populacional do curimatá, *Prochilodus lineatus* do rio Mogi Guaçu, Pirassununga (Characiformes, Prochilodontidae). Bol.Inst. Pesca, 26: 17-25.
- Basile-Martins, M. A. Godinho, H. M., Fenerich, N.A. & Barker, J. M. B. 1975. Influência de fatores abióticos sobre a maturação dos ovários de *Pimelodus maculatus* Lac. 1803 (Pisces, Siluroidei). Bol. Inst. Pesca, 4 : 1-28.
- Bye, V. J. 1984. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. In: Potts, G. W., & Wootton, R. J. (eds.) Fish Reproduction: strategies and tactics. Academic Press , London. p.187-205.

- De Vlaming, V. L. 1972. Environmental control of teleost reproductive cycles: a brief review. *J. Fish. Biol.*, 4: 131-140.
- De Vlaming, V. L. 1975. Effects of photoperiod and temperature on gonadal activity in the cyprinid teleost *Notemigonus crysoleucas*. *Biol. Bull.*, 148: 402-415.
- Godoy, M. P. 1975. Peixes do Brasil: subordem Characoidel, Bacia do Rio Mogi Guaçu. Ed. Franciscana, Piracicaba. 4: 631-831.
- Hartz, S. M. & Barbieri, G. 1994. Dinâmica da reprodução de *Cyphocharax voga* (Hensel, 1869) da Lagoa Emboaba, RS, Brasil (Characiformes, Curimatidae). *Rev. Bras. Biol.*, 54: 459-468.
- Hoar, W.S. & Randall, D. J. (ed.) 1983. *Fish Physiology*. Academic Press, New York. . 9B: 65-116.
- Inada, P. 1995. Táticas reprodutivas das espécies dominantes na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil: proporção sexual e primeira maturação gonadal; período reprodutivo, tipo de desova, fecundidade e relações com fatores ambientais. Maringá, Universidade. 43p. (Dissertação).
- Lowe-McConnell, R. H. 1975. *Fish communities in tropical freshwaters*. Longman, London. 337p.
- Lowe-McConnell, R. H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press, 382p.
- Machado-Allison, A. 1990. Ecología de los peces de las áreas inundables de los llanos de Venezuela. *Interciencia*, 15: 411-423.
- Morais-Filho, M. B. & Schubart, O. 1955. Contribuição ao estudo do dourado *Salminus maxillosus* Val.do rio Mogi Guaçu (Pisces, Characidae). Ministério da Agricultura, Divisão de Caça e Pesca, São Paulo.131p.
- Moreira, R. G. 1999. Esteróides gonadais, proteínas, lipídios plasmáticos em relação ao ciclo reprodutivo do dourado *Salminus maxillosus* (Valenciennes, 1840) (Pisces, Characiformes, Characidae) de ambiente natural. São Paulo, USP. 80p. (Tese).
- Munro, A. D. 1990. Tropical freshwater fish. In: Munro, A. D., Scott, A. P. & Lam, T. J. *Reproductive seasonality in teleosts: environmental influences*. CRC Press, Florida p. 145-239.
- Nikolskii, G.V. 1969. *Theory of fish population dynamics*. Oliver & Boyd Ltd, Edinburgh, 323p.
- Naumov, V. M. 1956. The ovogenesis and ecology of the sexual cycle of the murmansk herring *Clupea harengus harengus*. *Spec. Sci. Rep. Fish. U.S.*, 327: 203-262.
- Sundararaj, B. I. & Vasal, S. 1976. Photoperiod and temperature control in the regulation of reproduction in the female catfish, *Heteropneustes fossilis*. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 33: 959-973.
- Toledo Filho, S. A., Godoy, M. P. & Santos, E. P. 1986. Delimitação populacional do curimbatá, *Prochilodus scrofa* (Pisces, Prochilodontidae) do rio Mogi Guaçu, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, 47: 501-506.
- Toledo Filho, S. A., Godoy, M. P., Santos, E. P. 1987. Curva de migração do curimbatá, *Prochilodus scrofa* (Pisces, Prochilodontidae) na Bacia Superior do rio Paraná. *Rev. Bras. Biol.*, 46: 447-452
- Vazzoler, A. E. M. & Menezes, N. A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysii). *Rev. Bras. Biol.*, 52: 627-640.
- Vazzoler, A. E. M., Lizama, M. A. P. & Inada, P. 1997. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. In: Vazzoler, A. E. M., Agostinho, A. A. & Hahan, N. S. (eds). *Planície de inundação do Alto rio Paraná : aspectos físicos, biológicos e sócio econômicos*. EDUEM, Maringá. p. 267-280.
- Welcomme, R. L. 1979. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. . Longman, London. 317p.