

# Relação peso-comprimento e fator de condição de *Cichla kelberi* (Perciformes, Cichlidae) introduzidos em um lago artificial no Sudeste brasileiro

Leandro Muller Gomiero\*, Gilberto Aparecido Villares Junior e Felipe Naous

Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Av. 24-A, 1515, Cx. Postal 199, 13506-900, Rio Claro, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: leanmg@rc.unesp.br

**RESUMO.** Analisou-se a relação peso-comprimento e o fator de condição de *Cichla kelberi* introduzido em um lago artificial do Sudeste brasileiro. Imaturos, fêmeas e machos possuem padrões diferentes quanto à relação peso-comprimento e quanto às variações sazonais do fator de condição, que estão relacionadas às alterações de intensidade da atividade alimentar e ao período reprodutivo. Assim, a relação peso-comprimento e o fator de condição variam de acordo com tempo de introdução, tamanho da população, características dos ecossistemas, as interações intra e interespecíficas e maturidade sexual.

**Palavras-chave:** *Cichla kelberi*, tucunarés, introdução de espécies, fator de condição.

**ABSTRACT.** Length-weight relationship and condition factor for *Cichla kelberi* (Perciformes, Cichlidae) introduced in an artificial lake, southeastern Brazil. The length-weight relationship and condition factor for *Cichla kelberi* introduced in an artificial lake in southeastern Brazil were analyzed. By studying separately the male, female and immature individuals, different length-weight patterns were found to happen among them. The same happened when distinct seasonal variations were compared. They are related to feeding alterations and the reproductive periods. The length-weight relationship and condition factor for these fishes vary in accordance with the time of introduction, population size, the characteristics of the ecosystem, sexual maturity, as well as the intra- and interspecific interactions.

**Key words:** *Cichla kelberi*, peacock bass, introduction of species, condition factor.

## Introdução

Os tucunarés (*Cichla* sp.), provenientes da bacia amazônica, têm sido introduzidos nos mais diversos ambientes aquáticos do Sudeste do Brasil. Os motivos para tal prática estão relacionados à redução dos estoques de peixes nativos – consequência das extensas alterações dos cursos d'água promovida pela construção de hidrelétricas – e à degradação da qualidade da água e de todo entorno. Aliado a isto, os empreendimentos com fins para a pesca esportiva ou recreativa contribuem para a disseminação de espécies alóctones à bacia. Os tucunarés são, preferencialmente, disseminados por sua grande prolificidade, pelo potencial controle de espécies invasoras e por seus atributos para a pesca, tais como: a agressividade, a esportividade e a qualidade da carne (Zaret, 1980).

A introdução de espécies piscívoras pode resultar em redução dos estoques nativos ou mesmo em extinções locais decorrentes das alterações no habitat, predação, nanismo, degradação genética das espécies, disseminação de patógenos e parasitas ou combinações destes efeitos (Agostinho e Júlio Jr., 1996; Fernandes *et al.*, 2003). As

espécies nativas são severamente afetadas pela competição direta ou indireta com as espécies introduzidas (Delariva e Agostinho, 1999).

O fator de condição é um importante indicador do grau de hígidez de um indivíduo e seu valor reflete as condições nutricionais recentes e/ou gastos das reservas em atividades cíclicas, evidenciando interações entre fatores bióticos e abióticos sobre as condições fisiológicas dos peixes (Vazzoler, 1996; Lizama e Ambrósio, 2002). Este parâmetro pode indicar que o período reprodutivo e as diferenças sazonais na alimentação e no acúmulo de gordura (Gomiero e Braga, 2005) estão sendo influenciados por diferentes densidades populacionais, nos mais diversos ambientes (Williams *et al.*, 1998). As análises das condições em que as espécies introduzidas se encontram são importantes para o entendimento da dinâmica das espécies e possíveis medidas de manejo.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é caracterizar a relação peso-comprimento e o fator de condição de *Cichla kelberi* introduzido em um lago artificial no Sudeste brasileiro, relacionando-os com a sazonalidade na reprodução e na alimentação ao

longo do período de coletas. As investigações foram realizadas entre imaturos, fêmeas e machos, por classe de comprimento total e por estação do ano.

## Material e métodos

O lago estudado localiza-se na bacia do rio Mogi Guaçu, no município de Leme, Estado de São Paulo (47°18' W, 22°13' S). Este lago foi construído há mais de 50 anos e possui cerca de 2,5 km de margem, tendo 860 m de comprimento entre as margens mais distantes e 83 m entre as mais próximas, formando uma área inundada aproximada de 360.000 m<sup>2</sup>. A profundidade do lago é bastante variável (1-9 m), as margens são rasas, variando de poucos cm até 1 m, porém em alguns pontos a profundidade à beira do lago ultrapassa 3 m. Há 20 anos, duas espécies de tucunarés foram introduzidas, *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 e *Cichla piquiti* Kullander & Ferreira, 2006, com a finalidade de controlar as populações de espécies exóticas de tilápias (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757 e *Tilapia rendalli* Boulenger, 1912), porém durante as amostragens foram capturados somente exemplares de *C. kelberi*. O clima é típico da região tropical, com temperatura média anual de 21°C e pluviosidade média anual de 1.400 mm. Evidenciam-se dois períodos sazonais típicos: um período quente e chuvoso, iniciando-se em outubro e estendendo-se até abril, e outro período mais frio e seco, compreendido entre maio e setembro.

Foram realizadas 14 amostragens mensais, em novembro e dezembro de 2005 e entre abril de 2006 e março de 2007. Cada período de coleta durou 8 h e foi realizado com varas e iscas artificiais.

Para cada exemplar, foram tomados o peso total (g), o comprimento total (mm), o grau de repleção do estômago (GR), o grau de gordura na cavidade visceral (GA) e o sexo. Ao grau de repleção, que indica o estado de enchimento do estômago, foram atribuídas, conforme escala previamente estabelecida, três categorias: 1 = estômago vazio, 2 = estômago com alimento e 3 = estômago completamente cheio. Para a gordura acumulada na cavidade visceral, foram utilizadas três categorias: 1 = cavidade vazia, 2 = cavidade com gordura e 3 = cavidade repleta de gordura (Braga, 1990). As frequências do grau de repleção estomacal e do grau de gordura na cavidade visceral, por sexo e em cada estação, foram utilizadas para caracterizar os períodos de alimentação e de acúmulo de gordura.

O fator de condição e a relação peso-comprimento foram obtidos segundo Santos (1978) e Braga (1986). A relação peso-comprimento foi estimada para imaturos, fêmeas e machos, pela

expressão  $P = aC^b$ , em que  $P$  = peso total,  $C$  = comprimento total,  $a$  = intercepto da regressão e  $b$  = coeficiente angular (Le Cren, 1951). Os parâmetros “a” e “b” foram estimados após transformação logarítmica dos dados de peso e comprimento e subsequente ajuste de uma linha reta aos pontos pelo método dos mínimos quadrados (Vanzolini, 1993). As retas estimadas foram testadas entre si, quanto à declividade e ao intercepto.

O fator de condição alométrico ( $K = P/C^b$ ) foi analisado por estação do ano e em diferentes classes de comprimentos totais para imaturos, fêmeas e machos de *Cichla kelberi*.

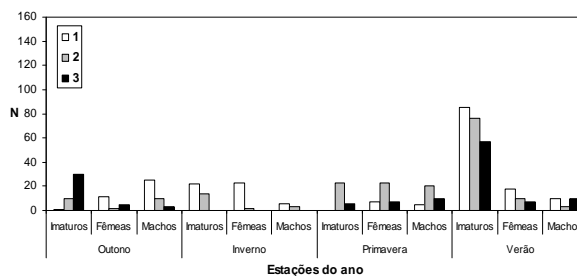
Para fêmeas e machos foram obtidas as equações da relação peso-comprimento por período do ano (outono, inverno, primavera e verão), utilizando o peso total e o peso sem as gônadas, obtendo-se, assim,  $K_1$  e  $K_2$ , respectivamente (Braga e Gennari Filho, 1990). As variações sazonais da diferença entre  $K_1$  e  $K_2$  são influenciadas pela reprodução das espécies (Vazzoler, 1996; Gomiero e Braga, 2006).

## Resultados

Foram capturados e analisados 544 exemplares de *Cichla kelberi*, dos quais 324 eram imaturos e 220 eram adultos (115 fêmeas e 105 machos).

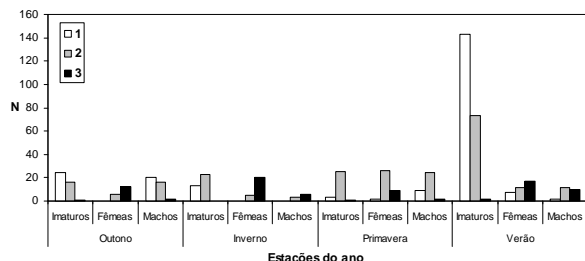
A biomassa total capturada foi de 125.771,07 g. Os imaturos contribuíram com 30.582,26 g, as fêmeas com 54.189,29 g e os machos com 40.999,52 g. Os imaturos apresentaram peso total médio de  $94,38 \pm 76$  g e comprimento total médio de  $171,2 \pm 48,18$  mm. As fêmeas apresentaram maior peso total médio ( $471,2 \pm 215,2$  g) em relação aos machos ( $390,4 \pm 270,4$  g), bem como maior comprimento total médio ( $300,9 \pm 52,2$  mm) que os machos ( $277,65 \pm 68,42$  mm).

O grau de repleção estomacal 3 (repleto) ocorreu em todas estações para os imaturos, fêmeas e machos, exceto no inverno. Os imaturos, no outono e no verão, apresentaram as maiores abundâncias do grau 3 (repleto) (Figura 1).



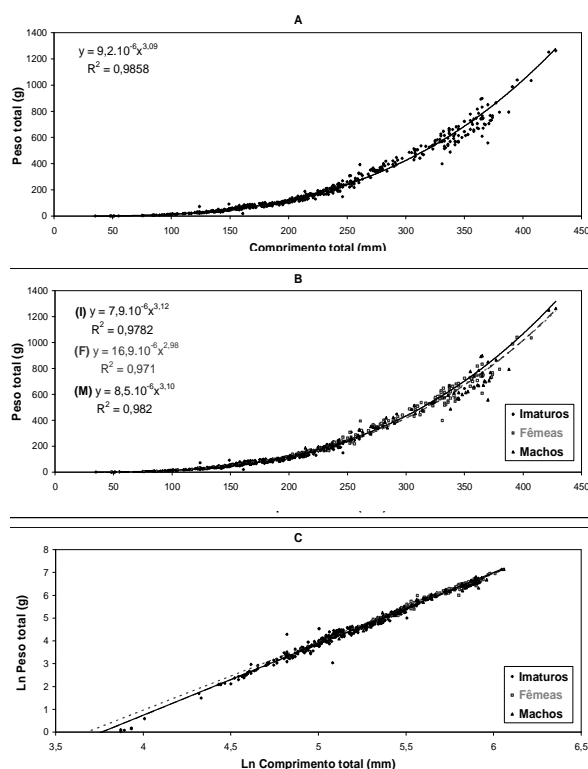
**Figura 1.** Distribuição numérica dos imaturos (N), fêmeas e machos de *Cichla kelberi* de acordo com os graus de repleção estomacal por estação do ano (1 = estômago vazio; 2 = estômago com alimento; 3 = estômago completamente cheio).

O grau máximo de gordura acumulada 3 (repleto) ocorreu para as fêmeas em todas estações do ano. Os machos apresentaram mais gordura acumulada no verão, e o acúmulo de gordura dos imaturos foi incipiente (Figura 2).



**Figura 2.** Distribuição numérica dos imaturos (N), fêmeas e machos de *Cichla kelberi* de acordo com os graus de acúmulo de gordura na cavidade visceral por estação do ano (1 = estômago vazio; 2 = estômago com alimento; 3 = estômago completamente cheio).

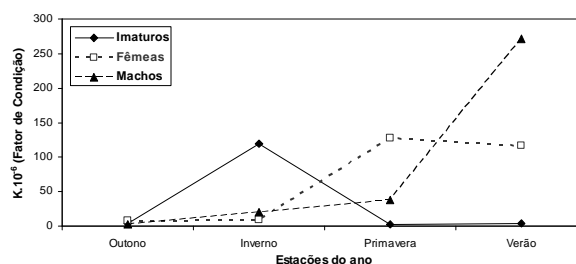
As relações peso-comprimento de *Cichla kelberi* e as regressões lineares com os pares de dados plotados, os valores de coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e as equações correspondentes para todos exemplares coletados e com os sexos separados estão apresentados na Figura 3.



**Figura 3.** Relações peso-comprimento de *Cichla kelberi* com pares de dados plotados, valores de coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equações correspondentes para todos os exemplares coletados (A), com sexos separados (B) e respectivas regressões lineares (C).

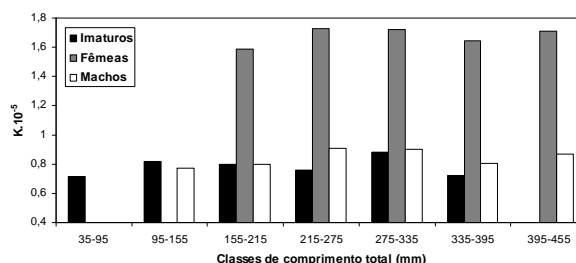
A relação peso-comprimento para *Cichla kelberi*, com os sexos grupados, foi:  $P = 0,00009209 C^{3,093}$ , sendo P o peso (g) e C o comprimento (mm). Para os imaturos foi:  $P = 0,0000079 C^{3,1256}$ , para as fêmeas foi:  $P = 0,0000169 C^{2,9896}$  e para os machos foi:  $P = 0,0000085 C^{3,105}$ . Para machos e fêmeas de *C. kelberi*, as variâncias foram heterogêneas ( $F < 0,05$ ), e os coeficientes angulares (b) foram diferentes ( $p < 0,05$ ); portanto as linhas de regressão foram distintas. Para machos e imaturos, as variâncias foram homogêneas ( $F > 0,05$ ), os coeficientes angulares foram iguais ( $p > 0,05$ ) e os interceptos (a) distintos ( $p < 0,05$ ), determinando duas retas paralelas, mas não sobrepostas. Para fêmeas e imaturos, as variâncias foram homogêneas ( $F > 0,05$ ) e os coeficientes angulares distintos ( $p < 0,05$ ), com linhas de regressão distintas.

Os maiores valores de fator de condição (K) ocorreram na primavera e no verão para fêmeas e machos e no inverno, para imaturos. Os menores valores foram constatados no outono para imaturos, fêmeas e machos (Figura 4).



**Figura 4.** Fator de condição (K) para imaturos, fêmeas e machos de *Cichla kelberi* por estação do ano.

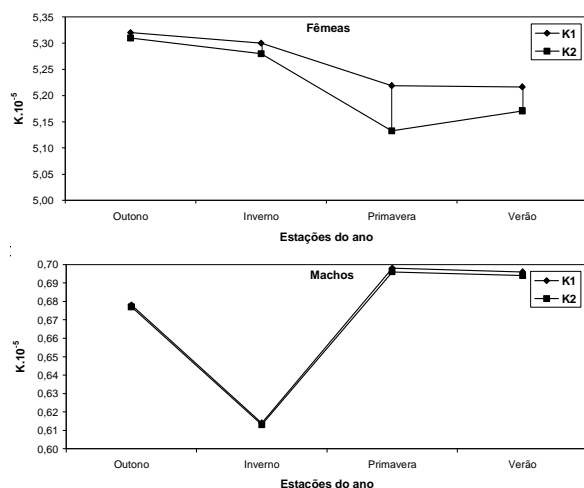
O fator de condição por classe de comprimento total para as fêmeas foi superior a  $1,5.10^{-5}$  nas classes de 155 a 455 mm. Os imaturos e os machos apresentaram K relativamente baixo (inferior a  $1.10^{-5}$ ) e não ocorreram diferenças marcantes nas diferentes classes de comprimento total (Figura 5).



**Figura 5.** Fator de condição (K) para imaturos, fêmeas e machos de *Cichla kelberi* por classes de comprimento total.

Mediante a distribuição de K1 e K2, foi possível evidenciar o período reprodutivo para a espécie

(primavera e verão). Esta diferença foi sempre mais pronunciada entre fêmeas, ocorrendo em menor escala entre machos, pela pouca representatividade em peso dos testículos se comparados aos ovários (Figura 6).



**Figura 6.** Variações de K1 e K2 para fêmeas e machos de *Cichla kelberi* por estação do ano

## Discussão

As relações peso-comprimento de imaturos, fêmeas e machos de *Cichla kelberi* foram distintas. Na Amazônia, *Cichla* aff. *monoculus* (Spix & Agassiz, 1831) apresentou machos maiores do que fêmeas com diferentes relações peso-comprimento (Muñoz et al., 2006). Em *Cichla monoculus* e *Cichla ocellaris* (Bloch & Schneider, 1801) introduzidos no reservatório de Volta Grande Minas Gerais-São Paulo, as relações peso-comprimento foram iguais para machos e fêmeas (Gomiero e Braga, 2003).

Os valores do fator de condição de fêmeas e machos foram mais elevados na primavera e no verão, correspondendo ao período reprodutivo, de maior atividade alimentar e de maior acúmulo de gordura. Por outro lado, estes fatores foram baixos no outono e no inverno, período de declínio da alimentação. Para imaturos, o fator de condição foi alto no inverno e baixo nas outras estações, podendo estar relacionado ao ganho em peso proveniente da alimentação na estação anterior (outono). O acúmulo de gordura na cavidade visceral de imaturos foi baixo, dado que, nesta fase de vida, toda energia disponível é direcionada ao crescimento e/ou à maturação das gônadas (Vazzoler, 1996). Da mesma forma, o fator de condição de imaturos de *Cichla monoculus*, introduzidos no Nordeste do Brasil, foi mais alto, diminuindo com a maturação gonadal (Chellappa et al., 2003); o mesmo ocorreu com nove espécies de caracídeos (Lizama e Ambrósio, 2002),

parecendo ser um processo normal no desenvolvimento dos peixes.

Os maiores valores do fator de condição, encontrados na primavera e no verão, para fêmeas e machos, relacionam-se com desenvolvimento gonadal e maior atividade alimentar, possivelmente, canibalismo (Gomiero e Braga, 2004). Nestes períodos, o canibalismo é facilitado pela grande quantidade de cardumes de juvenis. Porém, para outras espécies, constatou-se que o fator de condição diminui durante a maturação gonadal, com o decorrer das desovas e com o declínio da atividade alimentar (Jepsen et al., 1997; 1999; Santos et al., 2001; Chellappa et al., 2003; Gomiero e Braga, 2003; Hoeinghaus et al., 2006).

Em relação ao fator de condição analisado por classe de comprimento total, fêmeas sempre alcançaram valores superiores aos de machos e imaturos. Isso se deve, principalmente, ao maior acúmulo de gordura (reservas) para o desenvolvimento das gônadas, além do próprio peso das gônadas quando estão maduras. Os valores do fator de condição de imaturos, fêmeas e machos mantiveram-se sem grandes alterações ao longo da distribuição de classes de comprimento total, diferindo de *Cichla temensis* (Humboldt, 1821), na Venezuela, que apresentou maior fator de condição em comprimentos maiores (> 30 cm) pela predação de espécies migradoras (Hoeinghaus et al., 2006). As alterações no fator de condição em diferentes ambientes podem estar relacionadas com as características específicas de cada ambiente (Le Cren, 1951). Esses locais apresentam nichos ecológicos, regimes de predação e densidades populacionais distintos, ocasionando, dessa forma, diferentes respostas evolucionárias nas histórias de vida (Neat et al., 2003). Por outro lado, na Venezuela, não foi confirmada a hipótese de que em tucunarés (*Cichla orinocensis* Humboldt, 1821, *Cichla intermedia* Machado-Allison, 1971 e *Cichla temensis*) de diversos sistemas (rios, lagos e reservatórios) ocorra diferentes condições corpóreas (Jepsen et al., 1999).

Logo depois da introdução, os tucunarés atingem valores de fator de condição mais elevados do que nos ambientes naturais, com posterior decréscimo destes valores pela depleção dos estoques de presas (Zaret, 1980) e da elevada abundância de adultos, que causa intensa competição intra-específica (Gomiero e Braga, 2004). O crescimento populacional exponencial é comum entre espécies piscívoras introduzidas, aumentando a competição intra-específica por espaço e alimento (Bedarf et al., 2001), com subsequente decréscimo da biomassa

(Williams *et al.*, 1998). No lago em estudo, a população de *Cichla kelberi* encontra-se em fase pós-introdução, com grande densidade populacional e consequente competição intra-específica por alimento ou por locais adequados para a reprodução.

Os menores valores de fator de condição para imaturos em relação a adultos podem evidenciar uma superpopulação, o que dificultaria o acesso de jovens ao alimento pela grande competição intra-específica e agressividade dos indivíduos maiores, condições típicas para a ocorrência de canibalismo (Gomiero e Braga, 2004). Para tucunarés em ambientes naturais, jovens de até um ano têm mortalidade muito alta, decorrente da predação, ocasionando recrutamento muito baixo (Winemiller, 2001). Apesar do possível canibalismo no lago estudado, o recrutamento anual de *Cichla kelberi* é alto, justificado pela falta de predadores naturais, levando à superpopulação.

As maiores diferenças dos valores do fator de condição estimado, com e sem o peso das gônadas, coincidiram com a época reprodutiva (primavera e verão) e foram mais expressivas em fêmeas do que em machos pelo maior desenvolvimento alcançado pelos ovários neste período em relação aos testículos.

A relação peso-comprimento e o fator de condição de espécies introduzidas variam de acordo com o tempo de introdução, tamanho da população, características dos ecossistemas, interações intra e interespecíficas e maturidade sexual (Jepsen *et al.*, 1999; Gomiero e Braga, 2003).

## Conclusão

As relações peso-comprimento de imaturos, fêmeas e machos foram distintas, com alterações sazonais nos valores de fator de condição. Fêmeas e machos tiveram fator de condição mais altos na primavera e no verão (época reprodutiva) e imaturos, no inverno. Não houve diferenças no fator de condição ao longo das classes de comprimento total quando se considerou cada sexo, mas sempre foi mais alto para fêmeas. A relação peso-comprimento e o fator de condição variam de acordo com tempo de introdução, tamanho da população, características dos ecossistemas, interações intra e interespecíficas e com a maturidade sexual. Evidenciou-se uma possível superpopulação de tucunarés no lago com todos indícios de canibalismo, favorecido pela competição intra-específica e grande recrutamento de juvenis.

## Referências

AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JR., H.F. Peixes de outras águas. *Cienc. Hoje*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 124, p. 36-44, 1996.

BEDARF, A.T. *et al.* Initial six-year expansion of an introduced piscivorous fish in a tropical Central American lake. *Biol. Invasions*, Dordrecht, v. 3, p. 391-404, 2001.

BRAGA, F.M.S. Estudo entre fator de condição e relação peso-comprimento para alguns peixes marinhos. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 46, n. 2, p. 339-346, 1986.

BRAGA, F.M.S. Aspectos da reprodução e alimentação de peixes comuns em um trecho do rio Tocantins entre Imperatriz e Estreito, Estados do Maranhão e Tocantins, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 50, n. 3, p. 547-558, 1990.

BRAGA, F.M.S.; GENNARI FILHO, O. Contribuição para o conhecimento da reprodução de *Moenkhausia intermedia* (Characidae, Tetragonopterinae) na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba, SP. *Naturalia*, São Paulo, v. 15, p. 171-188, 1990.

CHELLAPPA, S. *et al.* Reproductive ecology of a neotropical cichlid fish, *Cichla monoculus* (Osteichthyes: Cichlidae). *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 63, n. 1, p. 17-26, 2003.

DELARIVA, R.L.; AGOSTINHO, A.A. Introdução de espécies: uma síntese comentada. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 21, n. 2, p. 255-262, 1999.

FERNANDES, R. *et al.* Pesque-pague: negócio ou fonte de dispersão de espécies exóticas? *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 25, n. 1, p. 115-120, 2003.

GOMIERO, L.M.; BRAGA, F.M.S. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla* cf. *ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande - MG/SP. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 25, n. 1, p. 79-86, 2003.

GOMIERO, L.M.; BRAGA, F.M.S. Cannibalism as the main feeding behaviour of tucunares introduced in southeast Brazil. *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 64, n. 3B, p. 625-632, 2004.

GOMIERO, L.M.; BRAGA, F.M.S. The condition factor of fishes from two river basins in São Paulo state, Southeast of Brazil. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 27, n. 1, p. 73-78, 2005.

GOMIERO, L.M.; BRAGA, F.M.S. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Brycon opalinus* (Pisces, Characiformes) no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 28, n. 2, p. 135-141, 2006.

HOEINGHAUS, D.J. *et al.* Effects of seasonality and migratory prey on body condition of *Cichla* species in a tropical floodplain river. *Ecol. Freshw. Fish*, Oxford, v. 15, p. 398-407, 2006.

JEPSEN, D.B. *et al.* Temporal patterns of resource partitioning among *Cichla* species in a Venezuelan blackwater river. *J. Fish Biol.*, London, v. 51, p. 1085-1108, 1997.

JEPSEN, D.B. *et al.* Age structure and growth of peacock cichlids from rivers and reservoirs of Venezuela. *J. Fish Biol.*, London, v. 55, p. 433-450, 1999.

LE CREN, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch

- (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, Oxford, v. 20, p. 201-219, 1951.
- LIZAMA, M.A.P.; AMBRÓSIO, A.M. Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 62, n. 1, p. 113-124, 2002.
- MUÑOZ, H. et al. Breeding behaviour and distribution of the tucunaré *Cichla* aff. *monoculus* in a clear water river of the Bolivian Amazon. *J. Fish Biol.*, London, v. 69, p. 1018-1030, 2006.
- NEAT, F.C. et al. Behavioural and morphological differences between lake and river populations of *Salaria fluviatilis*. *J. Fish Biol.*, London, v. 63, p. 374-387, 2003.
- SANTOS, E.P. Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura. São Paulo: Hucitec, 1978.
- SANTOS, L.N. et al. Dieta do tucunaré-amarelo *Cichla monoculus* (Bloch & Schneider) (Osteichthyes, Cichlidae), no reservatório de Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, Curitiba, v. 18, n. 1, p. 191-204, 2001.
- VANZOLINI, P.E. *Métodos estatísticos elementares em sistemática zoológica*. São Paulo: Hucitec, 1993.
- VAZZOLER, A.E.A.M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: Eduem, 1996.
- WILLIAMS, J.D. et al. Ecology and status of piscivores in Guri, an oligotrophic tropical reservoir. *North Amer. J. Fish. Manag.*, Bethesda, v. 18, p. 274-285, 1998.
- WINEMILLER, K.O. Ecology of peacock cichlids (*Cichla* spp.) in Venezuela. *J. Aquaric. Aquatic Scie.*, Kansas, v. 9, p. 93-112, 2001.
- ZARET, T.M. Life history and growth relationships of *Cichla ocellaris*, a predatory South American cichlid. *Biotropica*, Washington, D.C., v. 12, n. 2, p. 144-157, 1980.

Received on October 24, 2007.

Accepted on March 17, 2008.