

DESCRIÇÃO DOS OTÓLITOS DE TUCUNARÉS (*Cichla* sp. e *Cichla monoculus*) NO RESERVATÓRIO DA HIDRELÉTRICA DE VOLTA GRANDE (SP–MG)

LEANDRO MULLER GOMIERO^{1,2} E FRANCISCO MANOEL DE SOUZA BRAGA¹

1. Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), C.P. 199, CEP 13506-900, Av. 24-A, n. 1515, Rio Claro, São Paulo, Brasil.

2. Autor para correspondência: Tel.: (019) 3526-4295, fax (019) 3534-0009; e-mail: leanmg@rc.unesp.br

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, caracterizar as *sagittae* de *Cichla* sp. e *Cichla monoculus* introduzidas no reservatório da Hidrelétrica de Volta Grande, assim como as relações de seu comprimento e largura com os comprimentos totais dos peixes. Foram realizadas coletas bimestrais nos períodos de abril e junho de 1997 e mensais, de setembro de 1997 até agosto de 1998. As medidas morfológicas

de comprimento e largura dos otólitos e as relações destes com os comprimentos totais dos peixes, assim como as diferenças da *sagitta* entre as duas espécies foram apresentadas. Os otólitos de *Cichla monoculus* quando comparados com os de *Cichla* sp., apresentaram crenulações mais evidentes e maiores larguras, levando-se em conta os mesmos comprimentos totais.

PALAVRAS-CHAVE: Otólito, Rio Grande, tucunaré azul (*Cichla* sp), tucunaré amarelo (*Cichla monoculus*), *sagitta*.

ABSTRACT

DESCRIPTION OF THE OTOLITHS OF PEACOCK BASS (*CICHLA* SP. AND *CICHLA MONOCULUS*) IN THE RESERVOIR OF VOLTA GRANDE DAM (SP–MG).

The purpose of this study was to characterize the *sagittae* of *Cichla* sp. and *Cichla monoculus* introduced into the Volta Grande hydroelectric dam, as well as the relation of their length and width with their total length. Specimens were collect bimonthly in April and June 1997 and monthly from September 1997 to August 1998. The morphological measurements of length and width of the

otoliths and their relation to the fishes' total length, as well as the differences between the *sagittae* of the two species, are presented and discussed. The otoliths of *Cichla monoculus* exhibited more evident and wider crenulations than those of *Cichla* sp., taking into account the same total lengths.

KEY WORDS: *Cichla*, otolith, peacock bass, rio Grande, *sagitta*.

INTRODUÇÃO

O reservatório da Hidrelétrica de Volta Grande está localizado em área tropical (48° 25' e 47° 35' W, 19° 57' e 20° 10' S), no rio Grande. Este rio

divide os Estados de Minas Gerais e São Paulo. O barramento ocorreu há aproximadamente trinta anos e sua área inundada é de 221,7 km² com um volume de 22,68 km³ (BRAGA & GOMIERO, 1997).

Os sistemas de reservatórios são abertos e

instáveis, diferindo de rios e lagos, e suas comunidades de peixes têm origem nas populações anteriormente presentes nos rios barrados. Trata-se de ictiofauna que requer um contínuo acompanhamento e adequado manejo de suas populações (TORLONI, 1995).

Como a introdução de espécies de outras bacias é prática comum, os riscos associados a essa prática são altos, principalmente quando se trata de espécies predadoras de peixes (AGOSTINHO & JÚLIO JR., 1996). No reservatório da Hidrelétrica de Volta Grande, ocorreu a introdução de duas espécies de ciclídeos – o tucunaré azul, *Cichla* sp., e o tucunaré amarelo, *Cichla monoculus* Spix & Agassiz, 1831 –, originários da bacia Amazônica, que se caracterizam pela coloração distinta.

As duas espécies de tucunarés são muito abundantes em tal reservatório, e, aparentemente, têm obtido grande sucesso em adaptar-se a esses novos ambientes.

Os peixes possuem três pares de corpos inorgânicos em seus sistemas auditivos, denominados otólitos. Comumente o termo otólito é incorretamente empregado no lugar de *sagitta*, posto que seu uso deve ser apenas para generalizar os três corpos localizados de cada lado da cabeça, na base dos canais semicirculares, em bolsas chamadas de *utriculus*, *sacculus* e *lagena*, cada uma com um par de estruturas mineralizadas: *lapillus*, *sagitta* e *astericus*, respectivamente. Estas estruturas são compostas por cristais de carbonato de cálcio (aragonita) e material orgânico (proteínas).

Em muitos teleósteos, incluindo a família Cichlidae, a *sagitta* é o maior otólito (GAEMERS, 1984), sendo normalmente a estrutura mais estudada. O par de *sagittae* consiste em dois corpos côncavos elípticos, comprimidos lateralmente com seu maior eixo orientado na direção anteroposterior, sendo que cada *sagitta* é a imagem espelhada da outra (PANNELLA, 1980).

As *sagittae* de cada espécie de peixe têm formas e características distintas, cujas estruturas persistem nos estômagos, intestinos ou fezes, depois que partes moles e ossos são digeridas e por isso são úteis na identificação dos itens alimentares de espécies piscívoras (FROST, 1981; BRAGA &

GOITEIN, 1985). A identificação de espécies de peixes consumidas por mamíferos marinhos (FITCH & BROWELL JR., 1968; FROST & LOWRY, 1980; DI BENEDETTO et al., 2001) e de tubarões (PASCOE, 1986) é muito facilitada em virtude do uso das *sagittae*. Além da identificação das espécies, pode-se inferir o comprimento das presas, comparando-se os comprimentos das *sagittae* encontradas com relações conhecidas entre o comprimento da espécie predada e o comprimento de sua *sagitta*.

Os otólitos são suficientemente conservativos em suas características e com isso indicam as relações entre espécies, gêneros e famílias (GAEMERS, 1984). As funções auditivas resultam na forma das *sagittae* que são espécie-específica e isto é atribuído a adaptações para diferentes *habitats* (PARMENTIER et al., 2001). As diferenças geográficas entre populações da mesma espécie podem ser caracterizadas pela análise das *sagittae* dessas espécies (YAMAGUTI, 1979; PAIVA FILHO & ZANI-TEIXEIRA, 1980; MOHSIN, 1981). As *sagittae* são elementos úteis, senão essenciais, para a inter-relação de estudos etnobiológicos, paleontológicos, ecológicos e biológicos pesqueiros (CORRÊA & VIANNA, 1992).

O objetivo do trabalho é caracterizar as *sagittae* das duas espécies de *Cichla* introduzidas no reservatório da Hidrelétrica de Volta Grande, assim como as relações de seu comprimento e largura com os comprimentos totais dos peixes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas coletas bimestrais nos períodos de abril e junho de 1997 e mensais, de setembro de 1997 até agosto de 1998. Para a pesca dos exemplares utilizaram-se redes de espera e vara. As redes foram de espera simples com malhas de 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 e 6,0 centímetros, medidas entre nós adjacentes, e cada conjunto de redes possuía 150 metros de comprimento e 1,5 metros de altura. Além das redes, utilizou-se da pesca com vara usando-se iscas naturais e artificiais.

Obtiveram-se os dados de comprimento total logo após a captura com um ictiômetro em mi-

límetros para os exemplares das duas espécies, *Cichla* sp. e *Cichla monoculus*. Retirou-se o par de *sagittae* da cápsula ótica dos peixes mediante uma incisão no topo da cabeça. Depois de lavados, foram colocados em sacos plásticos etiquetados. Retiraram-se, assim, 71 pares de *sagittae* de *Cichla* sp. e 45 pares de *Cichla monoculus*.

O par de *sagittae* de cada exemplar não apresentou diferença e por isso foi apenas utilizada a *sagitta* direita, sendo medidos, em milímetros, o comprimento total (C.S) e a largura total (L.S).

Os comprimentos totais das *sagittae* (C.S) e as larguras totais (L.S) foram relacionados aos comprimentos totais dos peixes, utilizando-se a equação alométrica $y = a x^b$, que após transformação logarítmica resulta $\ln Y = \ln A + B \ln X - A$ e B correspondem respectivamente ao intercepto e ao coeficiente angular, obtidos pelo método dos mínimos quadrados (VANZOLINI, 1993), sendo x o comprimento total dos peixes e y o comprimento e

a largura das respectivas *sagittae*.

Testaram-se os valores de B (coeficiente angular) de cada reta para a constatação da isometria (B=1), da alometria negativa (B<1) ou da alometria positiva (B>1). As retas estimadas foram comparadas entre si com o teste da homogeneidade das variâncias, podendo ser similares ou não (VANZOLINI, 1993). Utilizaram-se estas retas e os seus parâmetros (A e B) para diferenciar as duas espécies.

RESULTADOS

Para *Cichla* sp. a amplitude de variação do comprimento total dos exemplares foi de 140 a 537 mm e para *Cichla monoculus*, de 138 a 477 mm. As *sagittae* de *Cichla* sp. e *Cichla monoculus* consistem de corpos elípticos, comprimidos lateralmente e levemente côncavos, com seu maior eixo orientando-se em direção anteroposterior (Figuras 1 e 2).

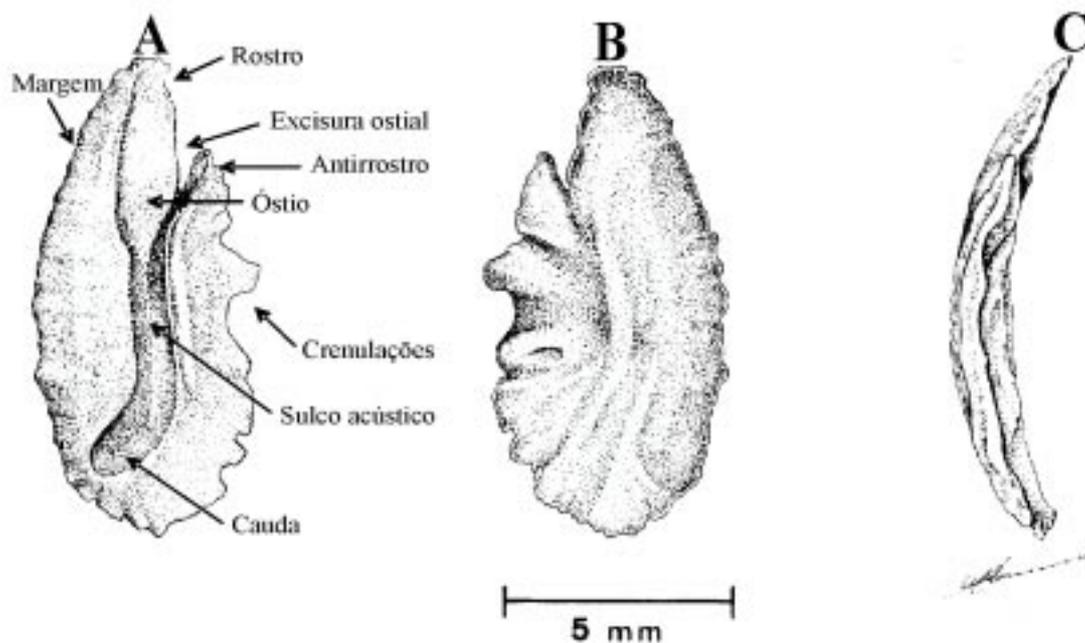


FIGURA 1. *Sagitta* direita de *Cichla* sp. com as denominações das regiões. A. Vista lateral da face proximal, B. Vista lateral da face distal e C. Vista dorsal.

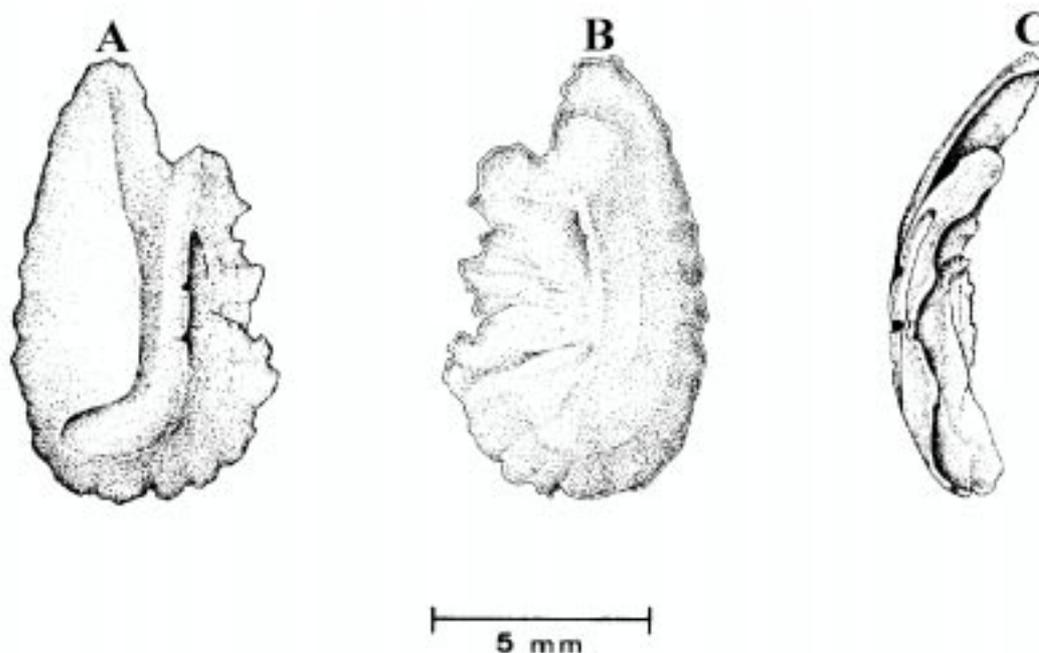


FIGURA 2. *Sagitta* direita de *Cichla monoculus*. A. Vista lateral da face proximal, B. Vista lateral da face distal e C. Vista dorsal.

Segundo os diagramas apresentados por CORRÊA & VIANA (1992), as *sagittae* das duas espécies de *Cichla* capturadas no reservatório da UHE de Volta Grande têm forma oval, margem denteada, sulco acústico do tipo caudal com forma homossulcóide, cauda com forma curva e com ângulo maior que 90° , óstio do tipo deltóide e excisura ostial ampla e anterior.

Nas duas espécies, o rostro e o antirrosto são bem evidentes, porém isso não se observa para os domos postero e anteroventral e também para os domos postero e anterodorsal.

As crenulações na região posterodorsal são mais pronunciadas em *Cichla monoculus* e, nesta espécie, é notório que as *sagittae* são mais espessas.

A amplitude das larguras das *sagittae* de *Cichla* sp. foi de 1,83 a 6,88 mm e para *Cichla monoculus*, de 2,44 a 7,49 mm. Para o comprimento

total das *sagittae*, e esta amplitude foi de 2,81 a 10,95 mm para *Cichla* sp. e de 3,84 a 11,84 mm para *Cichla monoculus*. As relações entre a largura e o comprimento total da *sagitta* com o comprimento total do peixe mostraram que o crescimento foi alométrico negativo ($B < 1$) nas duas espécies (Tabela 1).

As análises das regressões entre as retas ajustadas da relação do comprimento da *sagitta* e o comprimento total do peixe, e da largura da *sagitta* e o comprimento total do peixe, para ambas as espécies, mostraram que as variâncias foram homogêneas ($F > 0,05$), portanto as retas são similares (Tabela 1). Os coeficientes angulares (B) das retas foram semelhantes ($P > 0,05$), mas os interceptos (A) distintos ($P < 0,05$), o que mostra que houve diferença entre as *sagittae*, para ambas as espécies, tanto em seu comprimento quanto em sua largura, sendo as retas paralelas, mas distintas (Figuras 3 e 4).

TABELA 1. Parâmetros das regressões lineares referentes aos comprimentos e às larguras das *sagittae* em relação aos comprimentos totais dos peixes para as duas espécies (*Cichla monoculus* e *Cichla* sp.).

A) Comprimentos das *sagittae* em relação aos comprimentos totais dos peixes

Espécie/Parâmetros	A	B	A	S _B	P _{0,05}	R	N	S ² _{YX}	F _{0,05}
<i>Cichla monoculus</i>	-2,42	0,786	0,088	0,0035	P<0,05	0,86	45	0,019	ns(F>0,05)
<i>Cichla</i> sp.	-3,05	0,869	0,047	0,0046		0,92	71	0,048	

B) Larguras das *sagittae* em relação aos comprimentos totais dos peixes

Espécie/parâmetros	A	B	A	S _B	P _{0,05}	R	N	S ² _{YX}	F _{0,05}
<i>Cichla monoculus</i>	-2,37	0,690	0,093	0,0736	P<0,05	0,66	45	0,0172	ns(F>0,05)
<i>Cichla</i> sp.	-3,05	0,782	0,047	0,0339		0,88	71	0,011	

A = valor em logaritmo do intercepto.
 a = valor numérico do intercepto.
 P_{0,05} = probabilidade de b ser igual ou menor que 1.
 N = número de pares de dados.
 F_{0,05} = resultado do teste de homogeneidade das variâncias.

B = valor do coeficiente angular.
 S_B = desvio de B.
 R = coeficiente de correlação.
 s²_{yx} = variância da regressão.

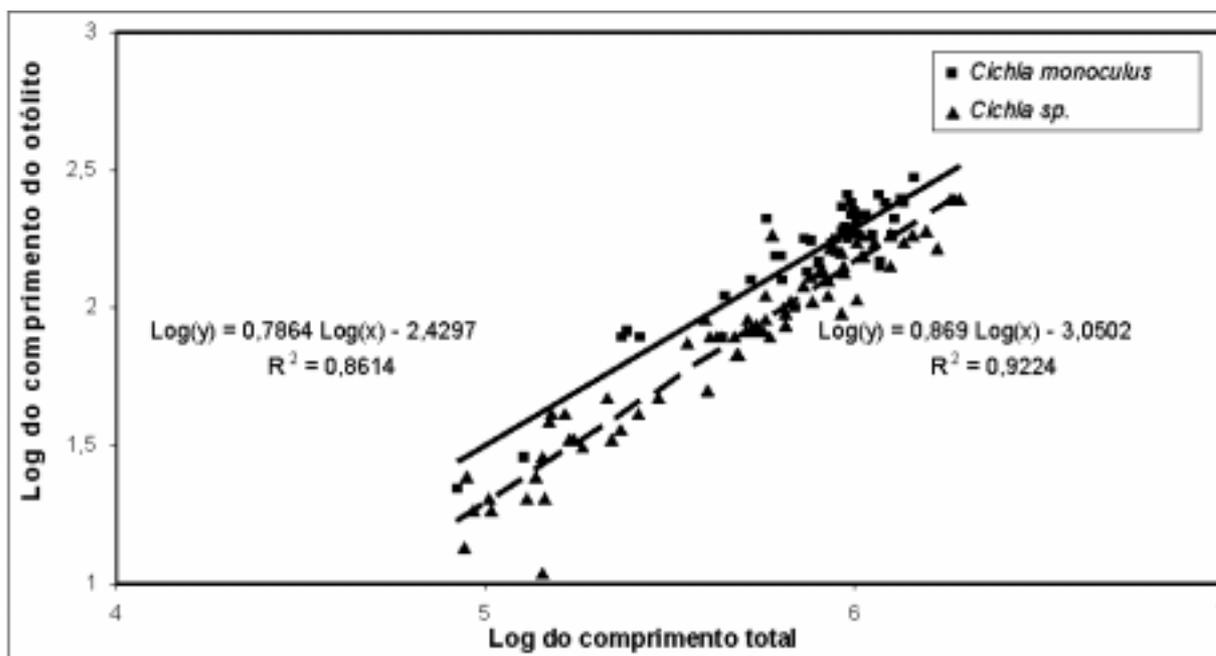


FIGURA 3. Regressões lineares ajustadas aos comprimentos totais e aos comprimentos das *sagittae* de *Cichla* sp. e *Cichla monoculus*.

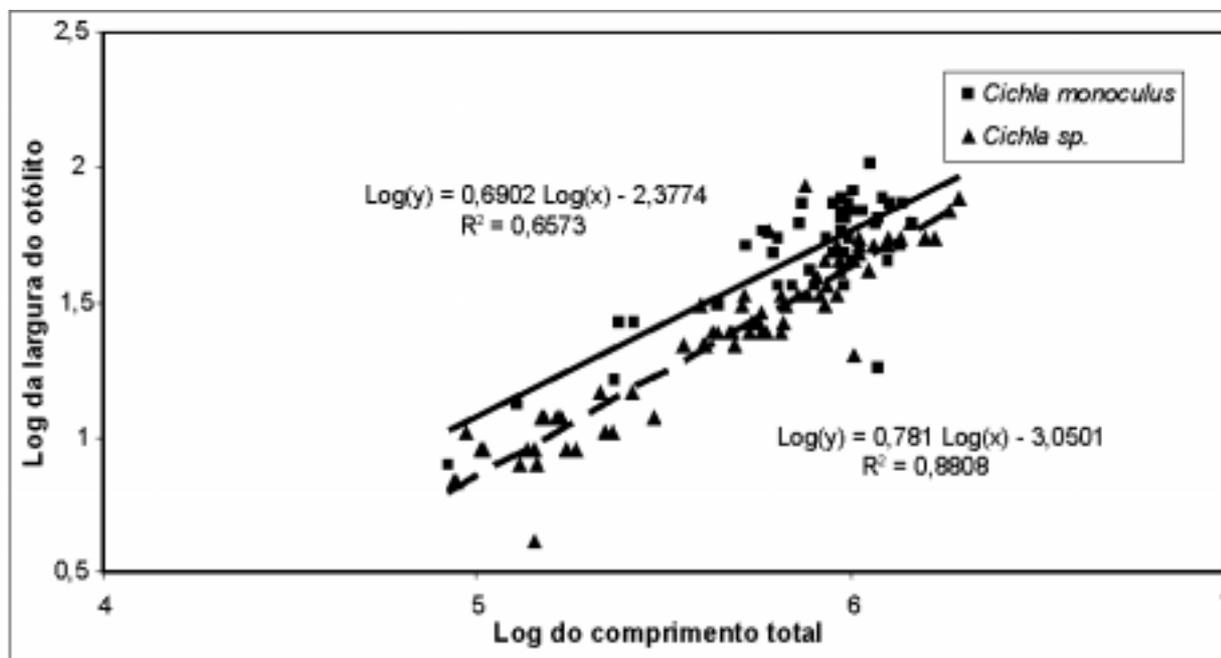


FIGURA 4. Regressões lineares ajustadas aos comprimentos totais e às larguras das *sagittae* de *Cichla* sp. e *Cichla monoculus*.

DISCUSSÃO

As regressões lineares dos comprimentos e das larguras das *sagittae* em relação aos comprimentos totais dos peixes demonstraram que nas duas espécies o crescimento da *sagitta* foi alométrico negativo, sendo as retas obtidas paralelas. Este crescimento evidencia que as *sagittae* de ambas as espécies crescem proporcionalmente menos que o comprimento total do peixe, fato este aparentemente óbvio.

A identificação dos peixes pode ser feita também por intermédio de caracteres morfológicos apresentados pelas *sagittae* (CORRÊA & VIANNA, 1992). A estrutura das *sagittae* serve para a identificação de populações de peixes, pois reflete diferenças morfológicas provenientes de ambientes distintos (YAMAGUTI, 1979).

Na família Cichlidae, as espécies piscívoras podem ser distinguidas de outros grupos tróficos por suas *sagittae* mais longas (GAEMERS, 1984).

Em latitudes tropicais, variações no fotoperíodo e na temperatura são menos pronunciadas e, com isso, análises de idade e crescimento com

base em marcas impressas em estruturas do corpo são escassas (JEPSEN et al., 1999). O problema não está na impossibilidade de não se poder revelar a idade, mas nas relações entre o tamanho do corpo dos peixes e suas *sagittae*, que dependem de suas respectivas características no crescimento sazonal (PAWSON, 1990).

WINEMILLER et al. (1997), quanto ao crescimento e à idade de *Cichla temensis* (Humboldt, 1821) em dois rios do sul da Venezuela, mostraram que as *sagittae* tinham de 7 a 9 anéis e o crescimento estimado de sete centímetros por ano, e que a diferença entre o maior tamanho alcançado por esta espécie em relação às outras (*Cichla orinocensis* Humboldt, 1821 e *Cichla intermedia* (Machado-Allison, 1971) não está em taxas de crescimento distintas, mas em que os indivíduos de *Cichla temensis* amostrados eram de idades mais avançadas. Assinale-se que o estudo da *sagitta* pode oferecer apenas considerações preliminares e generalizações nas relações entre os padrões de crescimento, habitat, ecologia e modos de vida, segundo alerta PANNELLA (1980).

CONCLUSÕES

Para as duas espécies de *Cichla* na área do reservatório da UHE de Volta Grande, a morfologia dos otólitos pode ser mais uma característica a ser considerada para a diferenciação destas espécies introduzidas. Os otólitos de *Cichla monoculus*, quando comparados com os de *Cichla* sp., apresentaram crenulações mais evidentes e maiores larguras, levando-se em conta os mesmos comprimentos totais.

AGRADECIMENTOS

À Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG); à CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado, e a Jaime Somera, pelos desenhos.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR., H. F. Peixes de outras águas. **Ciência hoje**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 124, p. 36-44, 1996.
- BRAGA, F. M. S.; GOITEIN, R. Estudo morfológico da *Saggita* da cabrinha (*Prionotus punctatus*, Triglidae), da região da ilha Anchieta (Lat. 23°33'S-Long. 45°05'W), Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. **Naturalia**, São Paulo, v. 10, p. 65-74, 1985.
- BRAGA, F. M. 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.
- CORRÊA, M. F. M.; VIANNA, M. S. Catálogo de otólitos de Sciaenidae (Osteichthyes-Perciformes) do litoral do estado do Paraná, Brasil. **Nerítica**, Curitiba, v. 7, p. 13-41, 1992.
- DI BENEDETTO, A. P. M.; RAMOS, R. M. A.; LIMA, N. R. W. **Os golfinhos**: origem, classificação, captura accidental, hábito alimentar. Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 2001.
- FITCH, J. E.; BROWNELL JR., R. L. Fish otoliths in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, v. 25, n. 12, p. 2561-2574, 1968.
- FROST, K. J. Descriptive key to the otoliths of gadid fishes of the Bering, Chukchi, and Braufort Seas. **Arctic**, Calgary, v. 34, n. 1, p. 55-59, 1981.
- FROST, K. J.; LOWRY, L. F. Feeding of ribbon seals (*Phoca fasciata*) in the Bering sea in spring. **Canadian Journal of Zoology**, North York, v. 8, p. 1601-1607, 1980.
- GAEMERS, P. A. M. Taxonomic position of the cichlidae (Pisces, Perciformes) as demonstrated by the morphology of their otoliths. **Netherlands Journal of Zoology**, Leiden, v. 34, n. 4, p. 566-595, 1984.
- JEPSEN, D. B.; WINEMILLER, K. O.; TAPHORN, D. C.; RODRIGUEZ OLARTE, D. Age structure and growth of peacock cichlids from rivers and reservoirs of Venezuela. **Journal of Fish Biology**, London, v. 55, n. 433-450, 1999.
- MOHSIN, A. K. M. Comparative account of the otoliths of the United States. **Pertanika**, Serdang, v. 4, n. 2, p. 109-111, 1981.
- PAIVA FILHO, A. M.; ZANI-TEIXEIRA, M. L. Estudo da sobreposição espacial das populações de *Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner, 1875) na costa sudeste-sul do Brasil entre as latitudes 22° 10'S e 29° 21'S (Osteichthyes, Scianidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 1, p. 143-148, 1980.
- PANNELLA, G. Growth patterns in fish sagittae. In: **Skeletal growth of aquatic organisms-Biological records of environmental change**. New York-London: Plenum Press, p. 519-560, 1980.

- PARMENTIER, E.; VANDEWALLE, P.; LAGARDERE, F. Morpho-anatomy of the otic region in carapid fishes: eco-morphological study of their otoliths. **Journal of Fish Biology**, London, v. 58, p. 1046-1061, 2001.
- PASCOE, P. L. Fish otoliths from the stomach of a thresher shark, *Alopias vulpinus*. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, London, v. 66, p. 315-317, 1986.
- PAWSON, M. G. Using otolith weight to age fish. **Journal of Fish Biology**, London, v. 36, p. 521-531, 1990.
- TORLONI, E. C. Manejo dos recursos pesqueiros da CESP. In: SEMINÁRIOS SOBRE FAUNA AQUÁTICA E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO, Pirai, 1995. Reuniões Temáticas Preparatórias: caderno 5, Ações, Pirai/Comase-Eletobras, 1995. p. 58-68.
- VANZOLINI, P. E. **Métodos estatísticos elementares em sistemática zoológica**. São Paulo: Hucitec, 1993.
- WINEMILLER, K. O.; TAPHORN, D. C.; BARBARINO-DUQUE, A. Ecology of *Cichla* (Cichlidae) in two blackwater rivers of southern Venezuela. **Copeia**, Lawrence, v. 4, p. 690-696, 1997.
- YAMAGUTI, N. Diferenciação geográfica de *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) na costa brasileira, entre as latitudes 18° 36' S e 32° 10' S. Etapa I. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 53-118, 1979.

Protocolado em: 8 maio 2006. Aceito em: 29 jun. 2006.