

Idade e crescimento de *Satanoperca pappaterra* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Itaipu, Estado do Paraná

Rodrigo Fernandes*, Angela Maria Ambrósio e Edson Kiyoshi Okada

Departamento de Biologia, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: rfernandes@nupelia.uem.br

RESUMO. Estimativas de idade e crescimento do cará, *Satanoperca pappaterra* (Osteichthyes, Cichlidae), foram feitas a partir dos anéis de crescimento presentes nas escamas, apresentando uma boa consistência nas leituras, conforme verificado nos valores dos coeficientes de variação. O ciclo anual de formação dos anéis foi determinado a partir do cálculo do incremento marginal médio do comprimento padrão para cada idade, mostrando que os anéis se formam no período de maio a julho, decorrentes da queda na temperatura e disponibilidade do alimento no ambiente. O número máximo de anéis encontrados foi 3. A curva de crescimento expressa pelo modelo de von Bertalanffy, usando o procedimento não linear é, para machos; $L_s = 18,1.[1 - e^{-1,02(t)}]$ e para fêmeas $L_s = 16,9.[1 - e^{-1,52(t)}]$.

Palavras-chave: *Satanoperca pappaterra*, idade, crescimento, reservatório de Itaipu.

ABSTRACT. Age and growth of *Satanoperca pappaterra* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Cichlidae) in the Itaipu Reservoir, state of Paraná, Brazil. Cará, *Satanoperca pappaterra* (Osteichthyes, Cichlidae) age and growth estimates were taken from their scales growth rings, showing good consistence, according to the variation coefficients. The ring formation annual cycle was determined by calculating the standard length average marginal increment for each age. This showed that the rings are formed from May to July, due to the temperatures and food availability decrease. The highest number of rings found was 3. The growth curve, expressed through von Bertalanffy model, using the nonlinear procedure, is: $L_s = 18.1.[1 - e^{-1.02(t)}]$ for males and $L_s = 16.9.[1 - e^{-1.52(t)}]$ for females.

Key words: *Satanoperca pappaterra*, age, growth, Itaipu Reservoir.

Introdução

A espécie *Satanoperca pappaterra*, conhecida popularmente como cará ou acará, apresenta hábito alimentar iliófago (Fuem-Nupélia/Surehma/Itaipu Binacional, 1987), é sedentária, com fecundação externa, e tem cuidado com a prole (guardadora) (Fuem-Nupélia/PADCT/CIAMB, 1994). Além disso, pode ser utilizada como indicadora de eutrofização, uma vez que habita reservatórios mais velhos, e porções finais dos braços de tributários (ambientes mais eutróficos) (Agostinho *et al.*, 1999).

Em alguns reservatórios da bacia do rio Paraná, o cará é comercializado na pesca comercial (CESP, 1996). No reservatório de Itaipu, o cará era dificilmente aproveitado como pescado, devido seu baixo valor econômico, mas atualmente, com a diminuição do rendimento pesqueiro, especificamente nas zonas fluvial e de transição, este

é amplamente comercializado na forma de filé, geralmente junto com outras espécies, principalmente com o filé de curvina (Fuem-Nupélia/Itaipu-Binacional, 1999).

Devido ao aumento na importância dessa espécie na pesca comercial em Itaipu, torna-se necessário aprofundar os estudos sobre a dinâmica de sua população; dentre estes, a idade e crescimento. O crescimento é o aspecto quantitativo do desenvolvimento e Antoniutti (1981), Antoniutti *et al.* (1985) e Ferreira e Russ (1994) admitem que o conhecimento de suas características é uma importante informação sobre a dinâmica de uma população de peixes. Essas informações, juntamente com o conhecimento da biologia da espécie, fornecem subsídios para a tomada de medidas racionais na preservação de estoques naturais.

Assim, o objetivo desse trabalho é estudar a idade e crescimento de *S. pappaterra*, determinando a periodicidade e época de formação dos anéis etários,

bem como sua validação, para a utilização destes como indicadores da idade da espécie. Além disso, pretende-se a obtenção dos parâmetros da equação de von Bertalanffy.

Material e métodos

As coletas foram realizadas mensalmente na região lacustre do reservatório de Itaipu (rio Dois Irmãos, município de Santa Helena). A área de estudo situa-se entre as coordenadas de 24° 00' a 25°31' Latitude Sul e 54°19' a 54°31' Longitude Oeste. Essa região foi escolhida devido à elevada abundância da espécie, apesar da mesma ser capturada em todo o lago de Itaipu, especialmente na região litorânea (Agostinho *et al.*, 1994).

Foram utilizadas redes de espera simples com malhagens operadas por pescadores profissionais durante o período de abril de 1998 a março de 1999. Para a captura de indivíduos jovens, foram utilizadas redes de arrasto ao entardecer. Dos exemplares capturados, foram anotados o comprimento padrão (L_s ; cm), comprimento total (L_t ; cm), peso total (W_t ; g) e sexo. As escamas retiradas foram aquelas localizadas abaixo da nadadeira peitoral esquerda, acondicionadas em envelopes devidamente etiquetados.

Foram realizadas subamostras de três exemplares por classe de comprimento padrão, para ambos os sexos em cada mês. O comprimento total não foi utilizado para as análises de idade e crescimento, devido ao elevado número de indivíduos com deformações ou ausência de partes da nadadeira caudal. A limpeza e montagem das escamas em lâminas de vidro foram feitas segundo a metodologia descrita por Vazzoler (1981). Duas leituras foram realizadas nas escamas selecionadas, utilizando microscópio estereoscópico, e uma terceira em caso de discordância entre elas. Com o auxílio de uma ocular micrométrica, foram obtidas as distâncias entre o núcleo e o bordo da escama, e entre o núcleo a cada anel. Todas as medidas foram transformadas em milímetros.

A validação dos anéis de crescimento encontrados nas escamas foi realizada através da análise do coeficiente de variação dos comprimentos padrões médios para cada idade, em ambos os sexos (Lai *et al.*, 1996).

Visando determinar a época e a periodicidade de formação dos anéis de crescimento para a espécie, foram calculadas as médias mensais do incremento marginal. O cálculo do incremento marginal foi realizado através da expressão utilizada por Vazzoler *et al.* (1982).

Os comprimentos padrões retrocalculados, obtidos através do método descrito por Francis (1990), foram utilizados para verificar o fenômeno de “Rosa Lee” (Ricker, 1975). A proporcionalidade linear entre o comprimento do peixe e o comprimento da escama é premissa para a realização do retrocálculo. A análise da relação entre comprimento padrão (variável independente) e o raio da escama (variável dependente) foi realizada graficamente para cada sexo, separadamente, e foram ajustadas retas de regressão pelo método dos mínimos quadrados.

O modelo utilizado para expressar o crescimento (em comprimento) para ambos os sexos foi o de von Bertalanffy (Beverton e Holt, 1957), expresso como:

$$L_s = L_\infty [1 - e^{-k(t)}]$$

em que:

L_s = comprimento padrão médio (cm) dos indivíduos com idade t ;

L_∞ = comprimento padrão máximo teórico (cm), a média que os indivíduos podem atingir, também denominado de comprimento assintótico;

e = base do logaritmo neperiano;

K = taxa de crescimento (ano^{-1});

t = idade dos indivíduos.

Para a estimativa dos parâmetros do modelo de von Bertalanffy foi utilizado o procedimento não linear (King, 1995; Proc Nonlin, Sas Institute Inc., 1996). Os valores iniciais dos parâmetros (“sementes”) necessários para o procedimento foram obtidos a partir da transformação Ford-Walford (Walford, 1946).

Resultados e discussão

Foram analisadas as escamas de 489 exemplares de *S. pappaterra* (254 machos e 235 fêmeas). O menor exemplar capturado apresentou o comprimento padrão de 7,5 cm e o maior de 21,5 cm. O número de anéis encontrados variou de 1 a 3.

Vários fatores externos e internos podem atuar no metabolismo dos peixes, promovendo o aumento ou a diminuição da taxa de crescimento (Brett, 1979). Esses fatores interagem atuando como controladores, limitadores, modificadores ou sinalizadores e promovem a variação no crescimento dos peixes e, conseqüentemente, refletem no crescimento das estruturas de aposição. Várias são as estruturas calcificadas (escamas, vértebras, raios de nadadeiras, cleitros, opérculos e otólitos) que produzem incrementos periódicos úteis para a determinação da idade em peixes. Porém, Campana (2001) registrou, em uma recente revisão de

trabalhos de idade e crescimento, que a maioria dos estudos utiliza preferencialmente estruturas ósseas, escamas e otólitos.

As escamas foram as estruturas ósseas escolhidas para este estudo, por serem de fácil coleta, preparação e análise. Entretanto, é comum essas estruturas se regenerarem com imperfeições após serem danificadas, dificultando ou impossibilitando a análise dos anéis. A contagem dos anéis de crescimento, realizada independentemente em duas ocasiões, mostrou resultados não coincidentes em cerca de 19% dos exemplares, sendo que aproximadamente metade (10%) mostrou anéis irregulares e foram descartados das análises. A dificuldade de distinção entre os falsos anéis de crescimento e os verdadeiros foi o principal problema nas leituras. Para minimizar esse problema, foi utilizada, como critério para o reconhecimento das falsas marcas, a observação daquelas que são incompletas e irregulares, e são encontradas em apenas uma parte da estrutura (Casselman, 1983) Segundo Campana (2001), essa discordância é um erro comum devido à subjetividade nas estimativas da idade, ou seja, na acurácia (interpretação do número de anéis). Essa subjetividade origina-se na amostragem, preparação do material e interpretação das marcas de crescimento, as quais variam notavelmente entre os leitores.

Os coeficientes de variação (Tabela 1), de maneira geral, foram inferiores a 13%, sendo, portanto, considerados baixos. Os valores dos coeficientes de variação diminuíram com o aumento do número de anéis, indicando uma boa consistência nas leituras dos anéis de crescimento nas escamas.

Tabela 1. Número de indivíduos (N), comprimento padrão médio (L_s , cm) e coeficiente de variação (CV) do comprimento padrão por anel de crescimento em escamas de *Satanoperca pappaterra* no reservatório de Itaipu

Número de anéis	N	L_s	CV
Machos			
1	28	11,6	12,3
2	165	15,9	5,0
3	61	17,2	3,4
Fêmeas			
1	23	13,4	9,3
2	137	15,8	5,3
3	75	17,0	3,8

A validação de anéis de crescimento é imprescindível para que os parâmetros obtidos sejam confiáveis e precisos, principalmente em regiões cujas condições climáticas são menos variáveis, resultando em marcas de aposição menos nítidas (Casselman, 1983; Jepsen *et al.*, 1999). O coeficiente de variação é sensível às diferenças de precisão entre

as idades e estatisticamente mais rigoroso que outras medidas de precisão; sendo assim, mais flexível (Chang, 1982). Neste trabalho, os baixos valores dos coeficientes de variação confirmaram a boa consistência na leitura dos anéis de crescimento, permitindo assumir que as escamas podem ser utilizadas de forma satisfatória em estudos de idade e crescimento de *S. pappaterra*. Os valores estimados do coeficiente de variação do comprimento padrão registrado nas escamas diminuem com o aumento do número de anéis encontrados. Esse fato é descrito por Hammers e Miranda (1991), que afirmam que esse evento é comum para populações de peixes. Witherell e Burnett (1993) postularam que uma queda nos valores do coeficiente de variação do comprimento padrão médio pode ser resultado da seletividade dos aparelhos de pesca e do comportamento de formação dos cardumes.

Os menores valores do incremento marginal foram observados entre os meses de maio e julho de 1998 (Figura 1). Dessa forma, fica evidente a formação de um anel etário a cada ano. O incremento marginal médio de junho não foi calculado devido à ausência de dados nesse mês.

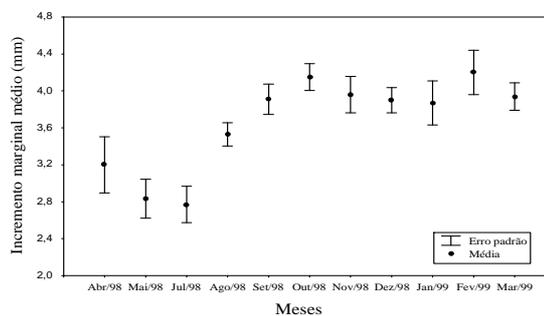


Figura 1. Variação mensal do incremento marginal médio em escamas de *Satanoperca pappaterra* do reservatório de Itaipu

A formação dos anéis etários é anual, ocorrendo entre os meses de maio a julho, e está intimamente associada à diminuição da temperatura (período de outono-inverno) e à escassez da disponibilidade de alimentos do ambiente. Barbieri (1981), em um estudo realizado com *Geophagus brasiliensis* na represa do Lobo, Estado de São Paulo, verificou a formação das marcas de aposição no mesmo período e atribuiu essa formação à diminuição da temperatura e à escassez de alimentos.

A relação entre o comprimento padrão e o raio total das escamas, foi determinada para machos e fêmeas (Figura 2). As correlações entre essas variáveis se mostraram significativamente positivas

para machos ($R=0,88$, $p<0,001$) e fêmeas ($R=0,85$; $p<0,001$).

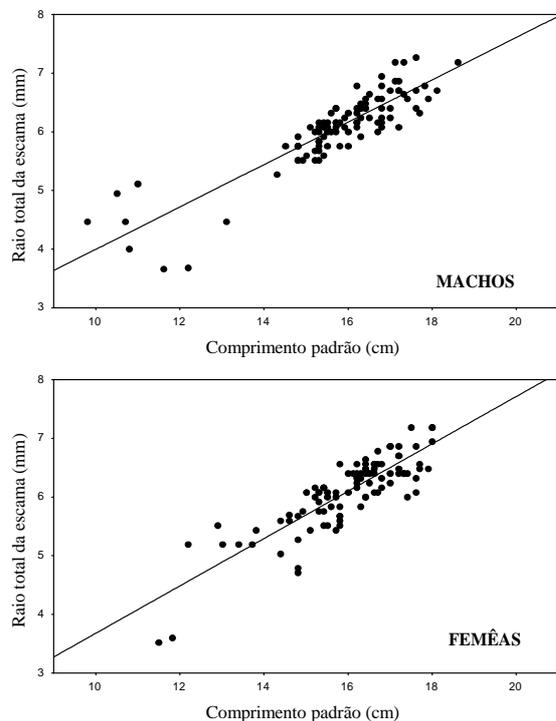


Figura 2. Relação entre o raio total (mm) da escama e o comprimento padrão (cm) de *Satanoperca pappaterra*, no reservatório de Itaipu

As comparações entre os comprimentos retrocalculados e os observados (método direto) em cada idade mostraram diferenças consideráveis, evidenciando, assim, o fenômeno de Rosa Lee em ambos os sexos (Figura 3). Essa diferença foi maior para indivíduos mais jovens. Embora os valores do comprimento padrão médio estimados através do método do retrocálculo tenham sido inferiores aos valores obtidos através do método direto, estes últimos seguiram as mesmas tendências, demonstrando que as fêmeas atingiram tamanhos superiores aos dos machos.

A análise da curva de crescimento pelo método de retrocálculo revelou a existência do fenômeno de Rosa Lee, amplamente discutido por Ricker (1975) e Smale e Taylor (1987). Neste estudo, a espécie é explorada pela pesca, e a presença desse fenômeno deve decorrer do recrutamento e da seletividade dos aparelhos de pesca (Ricker, 1975; Lentsch e Griffith, 1987). Assim, os membros de uma classe etária que crescem mais rapidamente tornam-se vulneráveis mais precocemente aos aparelhos de pesca, podendo ser capturados muito antes dos indivíduos de crescimento normal. Os dados de idade e de comprimento, nos quais se detectou esse fenômeno, não foram incorporados as curvas de crescimento,

sendo esse procedimento comum na tentativa de se minimizar erros oriundos do método de retrocálculo (Smale e Taylor, 1987).

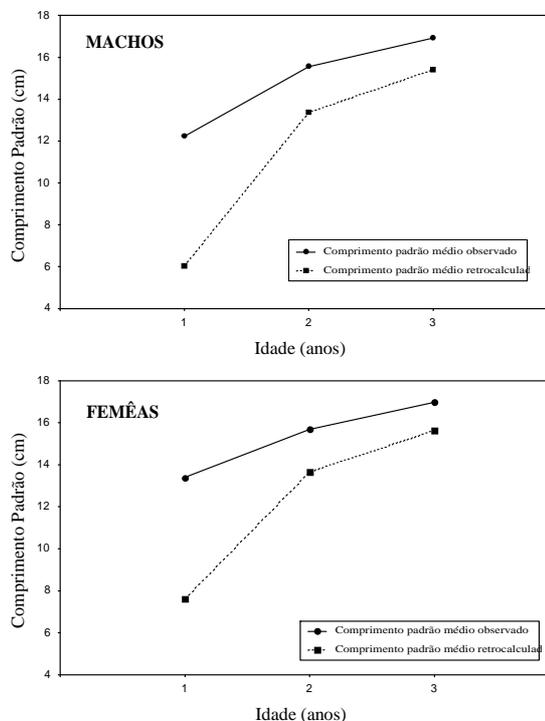


Figura 3. Representação gráfica dos comprimentos padrões observados (método direto) e dos comprimentos retrocalculados para machos e fêmeas de *Satanoperca pappaterra* no reservatório de Itaipu

Neste estudo, o procedimento não-linear foi utilizado para ajustar as curvas de crescimento, fazendo uso de diferentes combinações de K e L_{∞} , as quais que minimizam a soma dos quadrados entre os pontos dos dados e a curva de crescimento resultante (King, 1995), obtendo-se as melhores estimativas dos parâmetros de crescimento (Tabela 2). O parâmetro t_0 foi considerado zero devido ao tamanho inicial do indivíduo ser desprezível, e porque esse parâmetro não tem conotação biológica, sendo uma correção matemática para o ajuste da curva.

Tabela 2. Parâmetros de crescimento estimados para o modelo de von Bertalanffy através da regressão não-linear (SST= soma dos quadrados totais corrigidas) para *Satanoperca pappaterra* no reservatório de Itaipu

	L_{∞}	K	F	Pr>F	SST
Machos	18,1	1,02	16.663,5	0,0055	0,0205
Fêmeas	16,9	1,52	2.203,8	0,0151	0,1625

As curvas de crescimento para machos e fêmeas, a partir do modelo de von Bertalanffy, usando o

procedimento não linear, estão representadas na Figura 4.

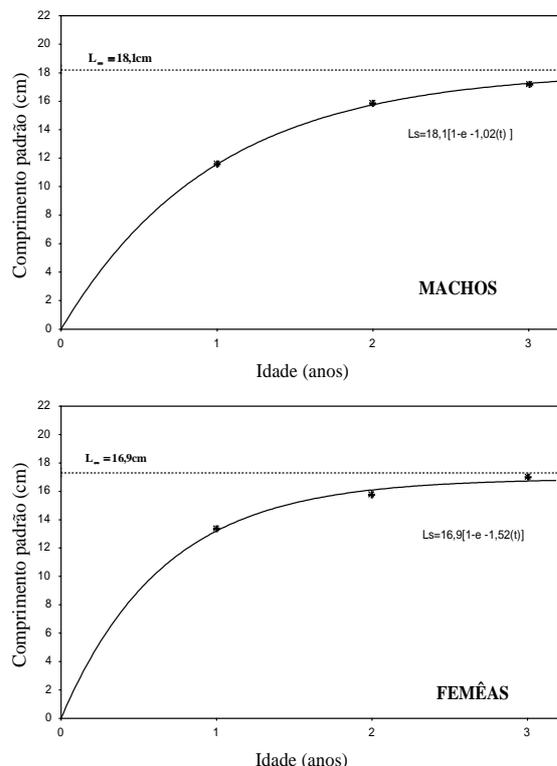


Figura 4. Curva de crescimento em comprimento de *Satanoperca pappaterra* do reservatório de Itaipu

As equações que representam o crescimento em comprimento para a espécie são:

Para machos: $L_s = 18,1[1 - e^{-1,02(t)}]$

Para fêmeas: $L_s = 16,9[1 - e^{-1,52(t)}]$

A análise dos parâmetros de crescimento para *S. pappaterra* foram feitas para ambos os sexos, todavia o comprimento padrão da espécie não diferiu significativamente entre os sexos ($p < 0,05$) ao longo de todo o período analisado. As fêmeas apresentaram tamanhos assintóticos menores ($L_\infty = 16,9$ cm) que os machos ($L_\infty = 18,1$ cm). Os valores dos comprimentos assintóticos foram inferiores aos valores máximos observados, podendo esse fato ser explicado pela seletividade dos aparelhos da pesca comercial.

A constante 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. A constante de crescimento foi maior nas fêmeas ($K = 1,52$) do que nos machos ($K = 1,02$) revelando um crescimento rápido para a espécie. Para *Geophagus brasiliensis*, a constante de crescimento foi bem menor, no entanto, Barbieri (1981) encontrou

6 anéis etários. Pauly (1998) observou que peixes tropicais apresentam elevado K e baixos valores de comprimento assintótico. Esse padrão é atribuído à combinação de diversos fatores, porém a temperatura é a mais evidente.

Os parâmetros estimados neste estudo podem ser ponto de partida para a simulação do rendimento por recrutamento, fornecendo o esforço para uma pesca sustentável.

Agradecimentos

Os autores são gratos ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia) pelo apoio logístico, e ao professor Dr. Luiz Carlos Gomes, pelas sugestões.

Referências

- AGOSTINHO, A. A. *et al.* Características económicas y sociales de las actividades pesqueras en el embalse de Itaipu, Brasil. In: Simposio Regional sobre Manejo de la Pesca em Embalses en America do Sul. Havana, Cuba: FAO, 1994.
- AGOSTINHO, A. A. *et al.* Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. (Ed.). *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos: International Institute of Ecology-IEE; Leiden: Backhuys Publishers, 1999. p.227-265.
- ANTONIUTTI, D. M. *Estrutura da população, reprodução e crescimento do cascudo Plecostomus albopunctatus, Regan, 1908 (Osteichthyes, Loricariidae) do rio Jaguari, São Paulo, Brasil.* Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1981.
- ANTONIUTTI, D. M. *et al.* Relação peso total/comprimento total, crescimento e idade do cascudo *Plecostomus albopunctatus* Regan, 1908 (Osteichthyes, Loricariidae) do rio Jaguari, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v.12, n.4, p. 105-120, 1985.
- BARBIERI, G. *et al.* Crescimento de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Pisces-Cichlidae) pelo método do retrocálculo. *Boletim do Núcleo de Estudos de Ciências do Mar*, Maceió, v.4, p. 9-32, 1981.
- BEVERTON, R. F. H.; HOLT, S. F. *On the dynamics of exploited fish populations*. London: Her Majesty's Stationery Office. *Fishery Investigations*, Lave Success, v.19, p.533, 1957.
- BRETT, J.R. Environmental factors and growth. In: HOAR, W.S. *et al.* (Ed). *Fish physiology*. San Diego: Academic Press: Bioenergetics and Growth., v.8, cap.10, p.559-675, 1979.
- CAMPANA, S.E. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish Biol.*, London, v.19, p.197-242, 2001.
- CASSELMAN, J. M. Age and growth assessment of fish from their calcified structures - techniques and tools. In: PRINCE, E. P.; PAULES, L. M. *Proceedings of the*

- international workshop in age determination of oceanic pelagic fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. *NOAA Tech Rep. NMFS*, Jena, v.8, p. 1- 6, 1983.
- CHANG, W. Y. B. A statistical method for evaluation the reproducibility of age determination. *Can. J. Fish. Aquatic Sci.*, Ottawa, v.39, p. 1208-1210, 1982.
- CESP. Aspectos limnológicos, ictiológicos e pesqueiros da CESP no período de 1986 a 1994. São Paulo: Cesp, 1996.
- FERREIRA, B. P.; RUSS, G. R. Age validation and estimation of growth rate of the coral trout, *Plecostomus leopardus*, (Lacepede, 1802) from Lizard Island northern great barrier reef. *Fish. Bull.*, Washington, DC., v. 92, n. 1, p. 46-55, 1994.
- FRANCIS, R.I.C.C. Back calculation of fish length: a critical review. *J. Fish. Biol.*, London, v.36, p.883-902, 1990.
- FUEM-NUPÉLIA/SUREHMA/ITAIPU BINACIONAL. "Ictiofauna e Biologia Pesqueira": relatório anual do projeto de pesquisa. Projeto de pesquisa convênio SUREHMA/ITAIPU BINACIONAL. Maringá, v.1, 1987.
- FUEM-NUPÉLIA/ITAIPU BINACIONAL. "Estatística de Rendimento Pesqueiro". Relatório trimestral do Projeto de pesquisa (outubro, Novembro e Dezembro 1999). Projeto de Pesquisa Convênio Itaipu Binacional. Maringá, 1999.
- FUEM-NUPÉLIA/ PADCT/CIAMB. Estudos ambientais da planície de inundação do rio Paraná no trecho compreendido entre a foz do rio Paranapanema e o reservatório de Itaipu: relatório anual do projeto de pesquisa. Projeto de Pesquisa Convênio PADCT/CIAMB. Maringá, v.3, 1994.
- HAMMERS, B. E.; MIRANDA, L. S. Comparison of methods for estimation age, growth, and related population characteristics of White crappies. *N. Am. J. Fish. Manag.*, Bethesda, n.11, p.492-498, 1991.
- JEPSEN, D.B. et al. Age structure and growth of peacock cichlids from rivers and reservoirs of Venezuela. *J. Fish Biol.*, London, v.55, n.2, p.433-450, 1999.
- KING, M. *Fisheries biology, assessment and management*. Oxford: Osney Mead. Fishing New Books, 1995.
- LAI, H. et al. Age determination in fisheries: Methods and applications to stock assessment. In: GALLUCI, V.F. et al. (Ed.). *Stock assessment Quantitative methods and applications for small-scale fisheries*. Levis Publishers, 1996. p.82-170.
- LENTSCH, L. D.; GRIFFITH, J. S. Lack of first-year annuli on scales: frequency of occurrence and predictability in trout of the western United States. In: SUMMERFELT, R.C.; HALL, G.E. (Ed.). *Age and growth of fish*. Iowa: Iowa State University Press, 1987. p.177-188.
- PAULY, D. *Tropical fishes: patterns and propensities*. *J. Fish Biol.*, London, v.53, p.1-17, 1998.
- RICKER, W. E. *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Ottawa: Fisheries and Marine Service. Department of the Environment. Bulletin, v.191, p.482, 1975.
- SAS INSTITUTE INC. *SAS system for windows, release 6.12*. Cary, North Carolina, 1996.
- SMALE, M. A.; TAYLOR, W. W. Sources of back-calculation error in estimating growth of lake whitefish. In: SUMMERFELT, R. C.; HALL, G.E. (Ed.) *Age and growth of fish*. Iowa: Iowa State University Press, p. 189-202, 1987.
- VAZZOLLER, A. E. A. M. *Manual de métodos para estudos biológicos de população de peixes*. Reprodução e crescimento. Brasília: CNPQ. Programa Nacional de Zoologia, p.75-106, 1981.
- VAZZOLLER, A. E. A. M. et al. Estudos sobre estrutura, ciclo de vida e comportamento de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), na área entre 22°S e 28°S, Brasil. Determinação de idade individual e crescimento dos otólitos. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, v.31, n.2, p. 77-84, 1982.
- WALFORD, L.A. A new graphic method the growth of animals. *Biol. Bull.*, v.90, n. 2, p. 141-147, 1946.
- WITHEREL, D.B.; BURNET, J. Growth and maturation of Winter flounder, *Pleuronectes Americanus*, in Massachusetts. *Fish. Bull.*, Washington, DC., v.91, n.4, p.816-820, 1993.

Received on January 23, 2002.

Accepted on March 08, 2002.