



Crescimento e mortalidade de *Cichla temensis* do reservatório de Balbina, Amazônia Central.

Guilherme M.Freire¹ e Carlos Edward Freitas¹.

Resumo

A geração de energia elétrica por meio de Usinas Hidroelétricas tem sido a principal estratégia brasileira para atender a crescente demanda por energia. No entanto, as mudanças no ecossistema impactam a ictiofauna de diversas maneiras. A Usina Hidrelétrica (UHE) de Balbina foi construída na década de 80 para abastecer a cidade de Manaus. O reservatório da UHE de Balbina é fonte de renda para muitos pescadores e guias de pesca esportiva do tucunaré (*Cichla* spp.). O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros da curva de crescimento e as taxas de mortalidade do tucunaré *Cichla temensis* do reservatório da Usina Hidrelétrica de Balbina. Os parâmetros de crescimento foram estimados pela análise da progressão modal das coortes através da rotina ELEFAN I, as taxas de mortalidade foram estimadas pelas equações de Beverton & Holt (1956), Taylor (1958) e Pauly (1983). Analisamos 1627 tucunarés (*C. temensis*) com crescimento estimado em $0,77\text{cm}\cdot\text{ano}^{-1}$ e o comprimento máximo teórico de 43,58cm. A taxa de mortalidade natural estimada pelo método de Taylor foi de $0,39\cdot\text{ano}^{-1}$ e pelo método de Pauly foi de $0,4\cdot\text{ano}^{-1}$, a taxa de mortalidade total foi de $1,76\cdot\text{ano}^{-1}$ e a taxa de mortalidade por pesca de $1,37\cdot\text{ano}^{-1}$. Os resultados encontrados mostraram alta taxa de mortalidade por pesca e uma baixa representatividade de peixes grandes, estes fatores podem desfavorecer a pesca profissional e a pesca esportiva destes peixes na região.

Palavras-Chave: Tucunaré, reservatório, coortes e crescimento individual

Abstract

The electric energy production by hydroelectric systems has been attempted to supply the growing demand by energy. The Balbina's Dam was constructed in the 80's to supply Manaus city. Balbina's reservoir is an important money source to many fisherman and peacock bass (*Cichla spp.*) sport fishing guides. Our objective was estimate the growth parameters and the mortality rates of peacock bass (*Cichla temensis*) from Balbina Dam. The growth parameters were estimated by the Electronic Frequency Analysis - ELEFAN I, the mortality rates was estimated by Beverton & Holt (1956), Taylor (1958) and Pauly (1983) methods. We analyzed 1627 *C. temensis* with the growth rate estimated in $0.77\text{cm}\cdot\text{year}^{-1}$ and the maximum length of 43.58cm. The natural mortality estimated by Taylor method was $0.39\cdot\text{year}^{-1}$, while the estimated by Pauly method was $0.4\cdot\text{year}^{-1}$, the total mortality rate estimated by Beverton & Holt method was $1.76\cdot\text{year}^{-1}$ and the fish mortality calculated was $1.37\cdot\text{year}^{-1}$. The results show a high fish mortality rate and a low frequency of larger fishes, thus this context may be unfavorable to the sustainable fisheries of peacock bass.

Key-words: Peacock bass, reservoir, cohorts and individual growth

¹ Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Pesqueiras, gmfreire@gmail.com

1. Introdução

Nos dias atuais, a demanda energética vem aumentando e as hidrelétricas têm sido o recurso energético mais explorado no Brasil. De forma geral, o desenvolvimento econômico tem uma forte interdependência com o acesso à energia elétrica e o modelo de geração hidroelétrico tem sido o caminho adotado pelo governo brasileiro, apesar da busca por novas tecnologias de geração para atender populações isoladas, principalmente na Amazônia (Tiago-Filho et al., 2008).

A retenção de água por sistemas de grandes barragens causa impacto negativo considerável nas populações de peixes que vivem a jusante, devido ao empobrecimento das águas (Agostinho et al., 1992). No entanto, espécies pré-adaptadas a sistemas lênticos são beneficiadas com a riqueza das águas retidas a montante (Agostinho et al., 1992; Paiva, 1978; Petrere Jr., 1994; Junk e De Mello, 1987).

Dentre os maiores impactos resultantes do barramento de um rio, destaca-se o processo de decomposição da matéria orgânica alagada que causa impactos ecológicos de longa escala temporal, afetando significativamente a distribuição e abundância dos animais aquáticos. Apesar dos impactos negativos que as barragens podem causar na população de algumas espécies de peixes, Agostinho et al. (1999) mostraram que os lagos de barragens podem se tornar importantes fontes de proteína animal, gerando renda familiar de suma importância para as famílias que dependem da pesca. Na verdade, alguns reservatórios de hidrelétricas se tornaram importante fonte de renda para comunidades de pescadores e para profissionais da área de turismo e pesca esportiva (Agostinho et al., 1992; Fearnside, 1990; Junk e De Mello, 1987; Paiva, 1978; Petrere Jr. 1994; Rosa et al., 1995). Santos e Oliveira (1999) evidenciaram a importância da pesca como fonte de renda para pescadores profissionais que atuam no reservatório de Balbina.

A pesca no reservatório de Balbina é regulamentada pelo acordo de pesca local (portaria 045/2007 do IBAMA). Este acordo limita a captura máxima para a pesca esportiva e de subsistência, determina as artes de pesca permitidas e define o período de defeso para a pesca de tucunaré (01 de agosto a 30 de

novembro), a principal espécie capturada no reservatório. Apesar da importância dos tucunarés (*Cichla* spp.) para as pescarias no reservatório, as medidas legais tomadas para sua proteção não têm conotação biológica e não existem informações sobre a dinâmica destas populações.

Kullander & Ferreira (2006) estimaram que a família Cichlidae inclui aproximadamente 1900 espécies, desde espécies de dimensões milimétricas como o gênero *Apistogramma* até espécies de médio/grande porte como os tucunarés (*Cichla* spp.). O tucunaré está distribuído em 24 espécies que habitam as bacias do Orinoco, Amazonas, Tocantins e as drenagens do planalto das Guianas (Kullander & Ferreira, 2006).

Os tucunarés são predadores de médio/grande porte, porém existem variações no tamanho máximo e na velocidade de crescimento entre populações diferentes (Kullander & Ferreira, 2006; Campos & Freitas, 2010; Santos et al., 2006).

Considerando que os parâmetros de dinâmica populacional, em especial aqueles relacionados com o crescimento individual e com as taxas de mortalidade por pesca e natural, constituem a base dos modelos mais empregados em avaliação de estoques pesqueiros (Sparre & Venema, 1997) e que o correto gerenciamento de um estoque pesqueiro demanda informações sobre a taxa de crescimento, as taxas de mortalidade e outros índices que caracterizem e descrevam este estoque (Cooper, 2006). Desenvolvemos este trabalho com o objetivo de estimar os parâmetros da curva de crescimento e as taxas de mortalidade da população do tucunaré paca (*Cichla temensis*) do reservatório da UHE de Balbina, situado no Estado do Amazonas.

2 Material e Método

2.1. Área de Estudo

O reservatório da UHE Balbina está localizado no município de Presidente Figueiredo no Estado do Amazonas a 170 km de Manaus (0° e 3° Sul e 58° e 61° Oeste; Figura 1).

Para tentar garantir a proteção integral da fauna e flora local, a margem esquerda do reservatório forma a área de proteção integral Reserva Biológica Uatumã (REBIO Uatumã).

O rio Uatumã era alimentado por igarapés que foram alagados quando a barragem foi

fechada, causando a formação de centenas de ilhas e criando meandros favoráveis ao

desenvolvimento de algumas espécies.

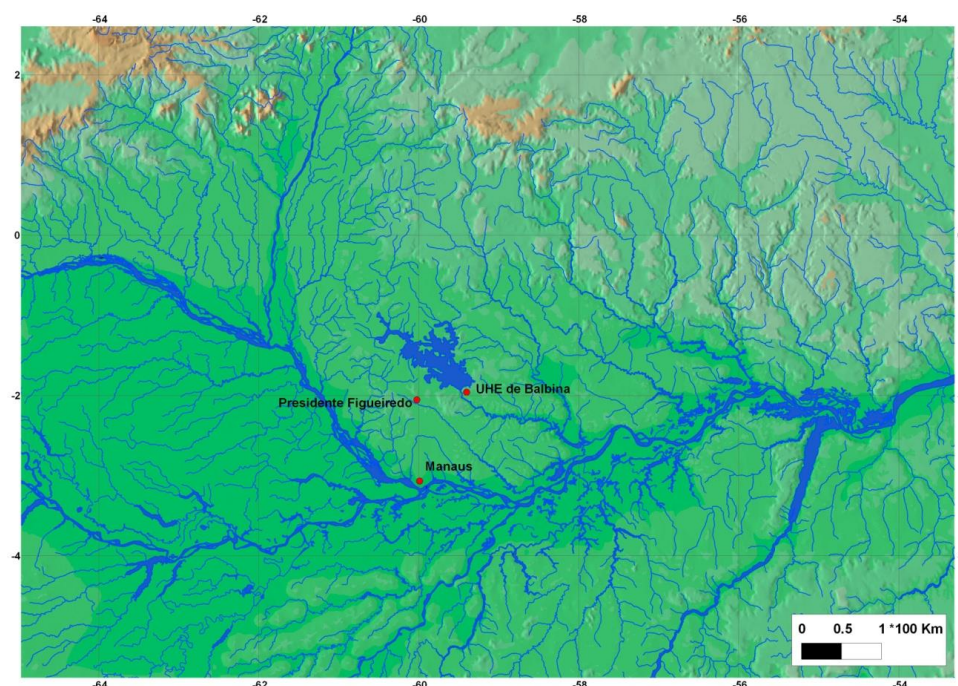


Figura 1: Imagem georeferenciada da região do reservatório de Balbina em relação aos municípios de Manaus e Presidente Figueiredo (QGIS 1.8.0-Lisboa; Nanni et al., 2011).

2.2. Coleta de dados

Os dados foram coletados entre Maio de 2011 e junho de 2012. Os tucunarés foram identificados a nível de espécie e os dados morfométricos (comprimento padrão) foram coletados com ictiômetro graduado em milímetros.

Os pescadores profissionais do lago de Balbina permanecem dias acampados nas ilhas formadas no reservatório até que preencham o espaço nas caixas isotérmicas ou até que acabe o gelo disponível. Devido ao tempo prolongado de estocagem do pescado estes são estocados sem as vísceras. Para estimar o peso destes peixes realizamos expedições para coletar os dados de comprimento padrão e peso.

2.3. Análise de Dados

Para estimar os parâmetros da relação peso-comprimento realizamos regressão linear entre os dados log-transformados de peso e comprimento.. As análises foram realizadas no software estatístico Systat 12.0.

O comprimento máximo teórico (L_{∞}) do *Cichla temensis* foi estimado pela rotina ELEFAN

I (Electronic LENGTH-Frequency ANalysis) do Programa FAO-ICLARM Stock Assessment Tools – FISAT (Gayanilo et al., 1996).

O peso máximo teórico (W_{∞}) foi estimado com a transformação de tamanho em peso segundo o modelo exponencial da relação peso comprimento (peso = $a * comprimento^b$).

Para estimar a taxa de crescimento individual (k) usamos a mesma rotina, já que ela se baseia no deslocamento modal de frequências temporais de amostras de comprimento (Castro et al., 2002) e no método matemático de Ford-Walford (Sparre & Venema, 1997).

A curva de crescimento de von Bertalanffy (1938) $L = L_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]$, foi ajustada baseada na taxa de crescimento, no comprimento máximo teórico e no parâmetro t_0 que é o tamanho inicial do indivíduo, neste caso foi considerado 0 devido ao tamanho inicial desprezível e por não apresentar explicação biológica.

O comprimento de primeira captura (L_c), foi estimado considerando a menor classe de

comprimento que está plenamente representada na captura, assumida como o limite do primeiro quartil da distribuição de frequência de comprimentos das capturas. O comprimento médio de recrutamento (L_r) foi considerado como o mesmo valor de L_c , pois o tucunaré é um predador de topo, bastante voraz, e mesmo indivíduos pequenos já são vulneráveis a pesca.

As idades de primeira captura (T_c) e de recrutamento (T_r) foram estimadas pela transformação do tamanho em idade através da equação de crescimento em comprimento de von Bertalanffy invertida para a idade (Sparre & Venema, 1997).

Para estimar a mortalidade natural (M) utilizamos dois métodos; O método de Taylor (Sparre & Venema, 1997), o qual utiliza parâmetros de crescimento para calcular a idade máxima ($A_{0,95}$) e a partir deste parâmetro estimar a mortalidade natural. E o método de Pauly (1983), que relaciona a mortalidade natural dos peixes com a temperatura d'água (considerando 28°C) e dos parâmetros de crescimento, através de uma equação obtida por regressão múltipla.

- Método de Taylor

$$A_{0,95} = t_0 + \frac{2,996}{k}$$

$$M = \frac{-\ln(1-0,95)}{A_{0,95}}$$

e Método de Pauly

$$\log M = -0,0066 - 0,279 * \log L_{\infty} + 0,6543 * \log k + 0,4634 * \log T$$

Para estimar a mortalidade total (Z) usamos a equação de Beverton & Holt (1956), baseada nos parâmetros de crescimento do modelo de von Bertalanffy, no tamanho médio e no tamanho de primeira captura, segundo a seguinte equação:

$$Z = K * \frac{(L_{\infty} - L)}{(L - L_c)}$$

A mortalidade por pesca (F) foi calculada como a diferença entre a mortalidade total (Z) e a mortalidade natural (M).

$$F = Z - M$$

3 Resultados e Discussões

Foram amostrados 1627 indivíduos de *C. temensis*, que apresentaram comprimento padrão variando de 21,0cm a 41,0cm ($\bar{x} = 27,4$ cm, $s =$

2,846cm). Para estimar a relação peso \times comprimento analisamos 51 *C. temensis*, o peso variou de 267g e 1128g ($\bar{x} = 491,1$ g, $s = 185,962$ g). A relação entre peso e comprimento logaritimizados mostrou bom ajuste linear ($R^2 = 0,930$ e $p < 0,001$) (Figura 2), com a seguinte relação:

$$\ln(\text{peso}) = -3,802 + 3,037 \ln(\text{comprimento})$$

O coeficiente de alometria estimado em 3,037 ($t_{\text{calculado}} = 0,095$, $p > 0,05$) indica um crescimento isométrico para o *C. temensis*.

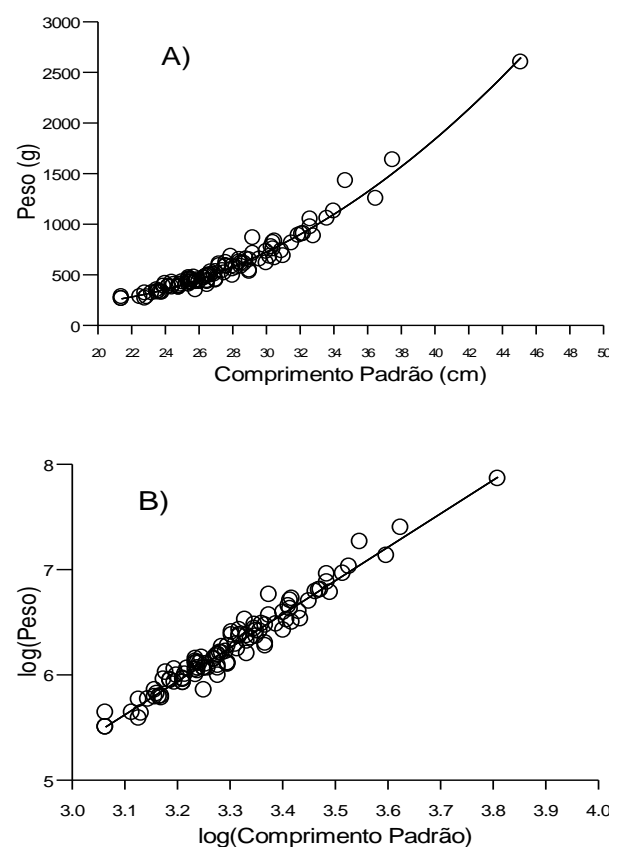


Figura 2: (A) Relação entre os dados de peso e comprimento de *C. Temensis*; (B) relação linearizada entre os dados log-transformados de comprimento e peso.

Analisando a progressão de pelo menos uma coorte plenamente representada em 11 coletas entre maio de 2011 e abril de 2012 (Figura 3), estimamos o comprimento máximo teórico (L_{∞}) em 43,58cm e o peso máximo teórico (W_{∞}) em 21010g. A taxa de crescimento individual (K) estimada foi de 0,77cm por ano (Figura 4).

O comprimento máximo teórico estimado foi inferior ao valor encontrado por Jepsen et al. (1999) na Venezuela para a mesma espécie. A

diferença encontrada pode ser devido à metodologia da análise, já que estes autores realizaram as análises por anéis etários de crescimento e nossos dados são oriundos da pesca profissional (Figura 5). A pesca excessiva que vem incidindo sobre o estoque nas últimas duas décadas pode ter provocado uma sobrepesca de crescimento, com a retirada dos indivíduos maiores. Sendo assim, as capturas atualmente são compostas predominantemente de indivíduos pequenos.

Campos & Freitas (2010) apresentaram estimativas maiores da taxa de crescimento (K) e do tamanho máximo teórico (L_{∞}) para uma espécie simpátrica (*C. monoculus*) do lago Manacapuru. Os valores da taxa de crescimento e o comprimento máximo teórico são inversamente proporcionais, peixes com o comprimento assintótico maior levam mais tempo para atingir este tamanho (Sparre & Venema, 1997).

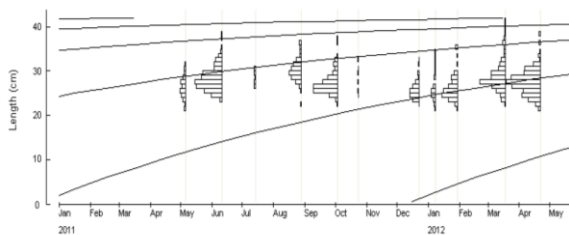


Figura 3: Progressão das coortes estimadas pela rotina ELEFAN I.

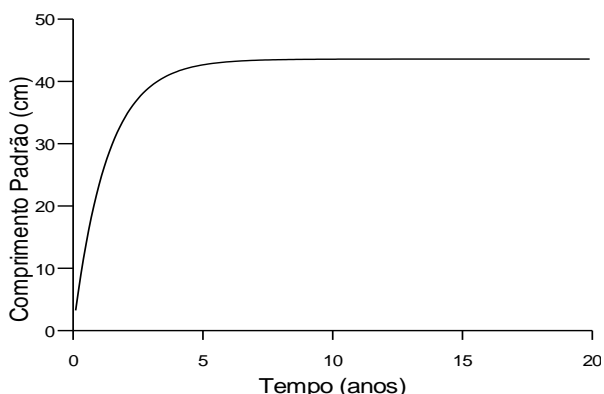


Figura 4: Curva de crescimento de Von Bertalanffy para os *C. temensis* do reservatório de Balbina.

O comprimento de primeira captura foi considerado como 25 cm, atingido aos 2,6 anos (≈ 2 anos, sete meses e quinze dias (Sparre & Venema, 1997), as classes de tamanho inferiores

representaram apenas 17,1% da total de peixes capturados (Figura 5). O comprimento médio de recrutamento foi considerado igual ao comprimento de primeira captura devido ao tipo de apetrecho usado e ao hábito e modo de alimentação do *C. temensis*.

Apesar do comprimento assintótico dos *C. temensis* do reservatório de Balbina ser inferior aos encontrados por Campos & Freitas (2010) para os *C. monoculus* do lago Grande de Manacapuru o tamanho médio de recrutamento estimado por estes autores foi inferior ao estimado neste trabalho.

Gomieiro et al. (2010) trabalhou com duas espécies de tucunarés no sudeste do Brasil e as distribuições da frequência de ocorrências para as espécies estudadas por eles oscilou durante as diferentes estações do ano, sendo que as modas variaram entorno dos valores modais encontrados neste estudo.

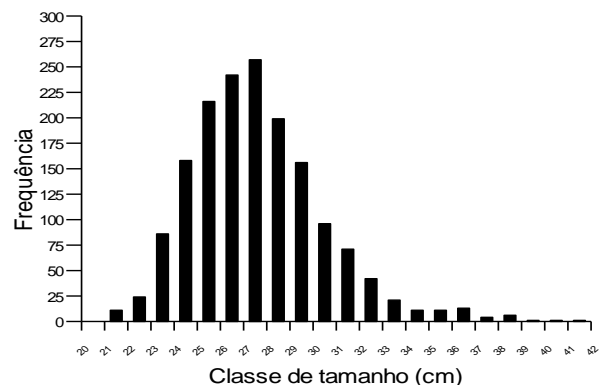


Figura 5: Distribuição de frequência das classes de tamanho dos *C. temensis* do reservatório de Balbina.

A mortalidade natural (M) estimada pelo método de Taylor foi de $0,39 \text{ ano}^{-1}$, enquanto a M encontrada pelo método de Pauly foi de $0,4 \text{ ano}^{-1}$. A mortalidade total (Z) estimada foi $1,76 \text{ ano}^{-1}$. A mortalidade por pesca (F) estimada considerando a M estimada pelo método de Taylor foi de $1,37 \text{ ano}^{-1}$ e a F estimada considerando M estimada pelo método de Pauly foi de $1,36 \text{ ano}^{-1}$.

Os índices de mortalidade encontrados para os *C. temensis* do reservatório de Balbina foram altos se comparados com os resultados encontrados por Gomieiro et al. (2010) para espécies do mesmo gênero, porém os resultados encontrados em Volta Grande e Leme levam em consideração que a taxa de mortalidade Natural (M) e a taxa de



mortalidade total (Z) são iguais, ou seja, não há pressão de pesca como há em Balbina.

Ruffino & Isaac (1995) estimaram alguns parâmetros da dinâmica de *C. monoculus*, os valores de mortalidade total (Z) e mortalidade natural foram superiores aos resultados que encontramos, indicando uma taxa de mortalidade

por pesca (F) inferior naquela região. Considerando a longa tradição pesqueira da região do Baixo Amazonas, onde foi realizada a pesquisa, temos mais uma indicação da elevada intensidade de pesca que vem incidindo sobre o estoque de *C. Temensis* do reservatório de Balbina.

Tabela 1: Estimativas do comprimento máximo teórico (L_{∞}), taxa de crescimento individual (K), taxa de mortalidade total (Z), taxa de mortalidade natural (M, pelo método de Pauly) e mortalidade por pesca (F) para diferentes autores e espécies.

	Balbina	Jepsen et al. 1999	Campos & Freitas 2010	Gomieiro et al. 2010	Gomieiro et al. 2010
	<i>C. temensis</i>	<i>C. temensis</i>	<i>C. monoculus</i>	<i>C. piquiti</i>	<i>C. kelberi</i>
L_{∞} (cm)	43,58	84,4	53,55	57,2	57,7
K(ano ⁻¹)	0,77	0,16	0,38	0,4	0,35
Z(ano ⁻¹)	1,76	-	-	0,73	0,66
M(ano ⁻¹)	0,4	-	-	0,73	0,66
F(ano ⁻¹)	1,36	-	-	0,0	0,0

Referências

Agostinho, A. A.; Júlio Jr., H. F.; Borghetti, J. R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de Itaipu. Unimar, v. 14, p. 89-107, 1992.

Agostinho, A.A.; Miranda, L.E.; Bini, L.M.; Gomes, L.C.; Thomaz S.M.; Suzuki, H.I. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: Tundisi, J.G.; Straskraba, M. (Org). Theoretical reservoir ecology and its applications. Backhuys Publishers. Leiden. p.227-265. 1999.

Beverton, R. J. H.; Holt, S. J. A review of methods for estimating mortality rates in fish populations, with special references to sources of bias in catch sampling. Rapports et procès-verbaux. In: Réunions Conseil International pour L'Exploration de la Mer. V. 140, n. 1, p. 67-83, 1956.

Bertalanffy, L. von. A quantitative theory of organic growth. Hum. Biol, Detroit, v. 10, v. 2, p. 181-213, 1938.

Castro, P. M. G.; Cergole, M. C.; Carneiro, M. H.; Mucinhato, C. M. D.; Servo, G. J. M. Crescimento, mortalidade e taxa de exploração do Goete, *Cynoscion jamaicensis* (Perciformes: Scianidae), na região Sudeste/Sul do Brasil. Bol. Inst. Pesca, v. 28, n. 2, p. 141-153, 2002.

Campos, C. P.; Freitas, C. E. C. Curva de crescimento do tucunaré *Cichla monoculus* spix & agassiz, 1831 do Lago Grande de Manacapuru, Amazonas, Brasil. Rev. Bras. Eng. Pesca, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2010.

Cooper, A.B. A Guide to Fisheries Stock Assessment from Data to Recommendations. New Hampshire Sea Grant College Program, National Sea Grant College Program. NOAA, US Dept. of Commerce, Durham, NH, p. 45, 2006.

Fearnside, P. M. A Hidrelétrica de Balbina: O Faraonismo Irreversível versus o Meio Ambiente na Amazônia. Instituto de Antropologia Meio-Ambiente (IAMÁ), São Paulo, Brazil, 1990.

Gayanilo Jr., F. C.; Sparre, P.; Pauly, D. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's



guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). v. 6, p. 1-186, 1996.

Gomieiro, L. M.; Carmassi, A. L.; Rondineli, G. R.; Villares Junior, G. A.; Braga, F. M. S. Growth and mortality of *Cichla* spp. (Perciformes, Cichlidae) introduced in Volta Grande Reservoir (Grande River) and in a small artificial lake in Southeastern Brazil. *Brasilian journal of biology*. v. 70, n. 4, p. 1093-1101, 2010.

Jepsen, D. B.; Winemiller, K. O.; Taphorn, D. C.; Rodrigues Olarte, D. Age structure and growth of peacock cichlids from rivers and reservoirs of Venezuela. *Journal of Fish Biology*, v. 55, n. 2, p. 433-450, 1999.

Junk W.J.; de Mello, J.A.S.N. Impactos ecológicos das represas hidroelétricas na Bacia Amazônica brasileira. *Tumb. Geograph. Stud.*, v.95, p.375-87, 1987.

Kullander, S.O.; Ferreira, E.J.G. A review of the South American cichlid genus *Cichla*, with descriptions of nine new species (Teleostei: Cichlidae). *Ichthyological Exploration Freshwaters*, v. 17, n. 4, p. 289-398, 2006.

Nanni, A.S.; Descovi Filho, L.; Virtuoso, M.A.; Montenegro, D.; Willrich, G.; Machado, P.H.; Sperb, R.; Dantas, G.S.; Calazans, Y. Quantum GIS - Guia do Usuário, Versão 1.7.4 'Wroclaw'. Disponível em: <http://qgisbrasil.org>. Acesso em: 10 nov. 2011.

Paiva, M.P. Incubação artificial e aproveitamento de desovas do peixe-rei *Odontheistes bonariensis* (Valenciennes) (Pisces: Atherinidae). *Ciência e Cultura*, v. 30, n. 2, p. 208-211, 1978.

Pauly, D. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fish. Tech. Pap, Rome, n. 234, p. 1-52, 1983.

Petrere Jr., M. The impact of a large tropical hydroelectric dam: the case of Tucuruí in the middle river Tocantins. *Acta limnol. Brasil*, 1994.

Rosa, L.P.; Sigaud, L.; La Rovere, E.L.; Magrini, A. Estado, Energia Elétrica e Meio Ambiente: O Caso das Grandes Barragens. COPPE/UFRJ, p. 184, 1995.

RUFFINO, M. L.; ISAAC, V. J. Life cycle and biological parameters of several Brazilian Amazon fish species. *The ICLARM Quarterly, Fishbyte Section*. v. 8, n. 4, p. 40-45, 1995.

Santos, G. M.; Ferreira, E. J. G.; Zuanon, J. A. S. 2006. Peixes comerciais de Manaus. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Manaus, Pró-Várzea, 144p.

SANTOS, G. M.; OLIVEIRA, JR., A. B. A pesca no reservatório da hidroelétrica de Balbina (Amazonas, Brasil). *Acta Amazonica*, v. 29, p. 145-163, 1999.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca, n. 306, v. 1, p. 440, 1997.

TIAGO-FILHO, G. L.; JÚNIOR, A. S.; JÚNIOR, A. B.; FERRARI, J. T.; LEMOS, H.; NUNES, C. F.; ALVES, L. H. F.; NUNES, C. F.; MOURA, J. S.; RAMOS, R.; ELS, R. V.; LEITE, F. Soluções energéticas para a Amazônia. 1. Ed. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 2008. 216 p