Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org ISSN:2238.1910

Relações biométricas entre dimensões do corpo e otólito do Cichla temensis Humboldt, 1821 da bacia do médio rio Negro

Marcos de Almeida Mereles¹, Raniere Garcez Costa Sousa², Chiara Lubich Cardoso Furtado³, Carlos Edwar de Carvalho Freitas⁴

Resumo

No intuito de aumentar o arcabouço de técnicas que possibilitam o avanço do conhecimento sobre os parâmetros populacionais das espécies de peixes, o presente estudo teve como objetivo testar medidas biométricas do otólito como preditor do tamanho corporal do Cichla temensis. As coletas dos peixes ocorreram no mês de abril de 2019, através de pescarias experimentais na bacia do médio rio Negro. Um total de 30 tucunarés foram capturados, desses foram retirados os pares de otólitos sagitta e mensurados os parâmetros biométricos (peixes e otólitos), utilizados para estimar os valores dos modelos de regressão. Os peixes exibiram comprimentos que variaram de 24 cm a 66 cm (40,43 cm ± 12,95) e pesos de 226 g a 6470 g (1819 g ± 1734,48), enquanto os otólitos apresentaram para as mesmas dimensões os valores de 0,51 cm a 1,41 cm $(0.81 \text{ cm} \pm 0.21)$ e 0,01 g a 0,24 g $(0.08g \pm 0.06)$, respectivamente. A relação peso-comprimento exibiu forte correlação com r² = 0,99 e um crescimento alométrico positivo (b = 3,28). Os modelos de regressão linear para o peso e comprimento dos otólitos em relação as mesmas dimensões corporais dos tucunarés mostraram fortes correlações, principalmente para a variável peso com um r² = 0,92, enquanto o comprimento teve um r^2 = 0,77. Indicando assim que as dimensões dos otólitos podem ser usadas para estimar o tamanho dos indivíduos da espécie estudada, podendo ser adaptadas para outras espécies, constituindo um instrumento importante para o manejo pesqueiro.

Palavras-Chave: morfometria, peixe, *sagitta*, tucunaré.

Biometric relations between body dimensions and otolith of *Cichla temensis* **Humboldt, 1821 of the middle Negro river basin.** In order to increase the framework of techniques that allow the advance of knowledge on population parameters of fish species, the present study aimed to test otolith biometric measurements as a predictor of body size of *Cichla temensis*. Fish were collected in April 2019 through experimental fisheries in the middle rio Negro basin. A total of 30 peacock bass were captured, from these the *sagitta* otolith pairs were

¹ Mestrando em Ciências Pesqueiras no Trópicos, UFAM, Manaus, AM, Brasil. marcos.mdam@hotmail.com

² Professor titular, Depto Engenharia de Pesca, UNIR, Presidente Médici, RO, Brasil, ranieregarcez@unir.br

³ Mestranda em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, INPA, Manaus, AM, Brasil, <u>lubichchiara@gmail.com</u>

⁴ Prof. Titular Depto Ciências Pesqueiras, UFAM, Manaus, AM, Brasil, freitasc50@gmail.com



Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org ISSN:2238.1910

removed and biometric parameters (fish and otoliths) were used to estimate the values of the regression models. The fish exhibited lengths ranging from 24 cm to 66 cm (40.43 cm \pm 12.95) and weights of 226 g to 6470 g (1819 g \pm 1734.48), while otoliths showed values of 0.51 cm to 1.41 cm (0.81 cm \pm 0.21) and 0.01 g to 0.24 g (0.08g \pm 0.06), respectively. The weightlength ratio showed a strong correlation with r^2 = 0.99 and positive allometric growth (b = 3.28). Linear regression models for the weight and length of otoliths in relation to the same body dimensions of peacock bass showed strong correlations, especially for the weight variable with an r^2 = 0.92, while the length had an r^2 = 0.77. Thus, indicating that the dimensions of the otoliths can be used to estimate the size of the individuals of the studied species, and can be adapted to other species, constituting an important instrument for fisheries management.

Key-words: morphometry, fish, *sagitta*, peacock bass

1. Introdução

Dentre as espécies de tucunaré comumente encontradas na bacia do médio rio Negro está o Cichla temensis Humboldt, 1821 (KULLANDER: FERREIRA, 2006). Está espécie tem sido considerada de grande importância para as pescarias, principalmente para a pesca esportiva (FREITAS; RIVAS, 2006; WILLIS et al., 2015), que durante as temporadas de atraem entre 1400 pescadores, movimentando aproximadamente U\$ 5 milhões nas cidades e comunidades locais (HOLLEY et al., 2008). No entanto, esse recurso pesqueiro divide o interesse com outras modalidades de pesca, a exemplo da pesca comercial, que registram nos desembarques o tucunaré como uma das cinco espécies mais desembarcadas na região (INOMATA; FREITAS, 2015), de forma que a procura por indivíduos do gênero Cichla tem gerado sérios conflitos entre os usuários (FREITAS; RIVAS, 2006; THOMÉ-SOUZA et al., 2014).

Além da importância econômica, o C. temensis exerce também papel ecológico de grande relevância, como predador de topo de cadeia, regulando a biota de diversos ambientes aquáticos (JEPSEN, 1999). Contudo, essas espécies podem ser vulneráveis à sobrepesca, podendo resultar em efeitos de cascata nas teias tróficas dos ambientes aquáticos da região (WINEMILLER, 2001; WILLIS et al., 2015). Dessa forma, para desenvolver diretrizes de manejo mais eficazes para o processo de gestão da pesca sobre as populações de C. temensis, é necessário aumentar o conhecimento de parâmetros populacionais dessa espécie, principalmente no médio rio Negro, devido as diversas atividades de pesca que utilizam esse recurso de uso comum (THOMÉ-SOUZA et al., 2014).

Estudos sobre a biologia pesqueira, incluindo identificação e delimitação de estoques (CASATTI et al., 2001; CORRÊA et al., 2012), crescimento e avaliação de estoques (SANT'ANNA et al., 2014) e relação peso-comprimento (SILVA et al.,



Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org ISSN:2238.1910

2015), fornecem informações importantes que auxiliam no manejo sustentável das pescarias. No entanto, estas estratégias não têm sido suficientes para compreender a história de vida desses animais.

Atualmente, pesquisas tem mostrado que o uso de estruturas calcificadas em peixes, como otólitos, tem se apresentado como um instrumento eficaz para o entendimento da dinâmica das populações de peixes (GARCEZ et al., 2014; POUILLY et al., 2014; HEGG et al., 2015; SOUSA *et al.*, 2016; HERMANN *et al.*, 2016; DUPONCHELLE et al., 2016; HAUSER et al, 2018). Os otólitos (sagitta, astericus e lapillus) são conhecidos como uma das estruturas anatômicas importantes dos peixes, devido ao crescimento acrescionário e à forma específica cada estruturas em espécie (WORTHMANN, 1979; PANFILI et al., 2002). Essas estruturas são responsáveis pelo balanço hidrostático e audição em peixes teleósteos, formados por carbonato de cálcio (CaCO₃) cristalizado na forma de aragonita e de uma proteína fibrosa (otolina), além de outros compostos químicos que são depositados ao longo da vida dos peixes (RÉ, 1994; WALTHER; THORROLD, 2006). Os otólitos são estruturas conservativas, uma vez que o material que os compõem não são reabsorvidos ou alterados com o tempo, sendo quimicamente (metabolicamente) inertes (VOLPEDO; VAZ-DOS-SANTOS, 2015).

Geralmente, os otólitos são utilizados para determinar a idade dos peixes, através da contagem de anéis concêntricos formados ao longo da vida

(VIEIRA; HAIMOVICI, 1993; ANDRADE et al., 2004; CUTRIM; BATISTA, 2005). Atualmente técnicas avançadas como microcirurgia otolítica tem sido aplicada para desvelar aspectos do ciclo de vida das espécies de peixes (GARCEZ et al., 2014). No entanto, essas análises são de alto custo e dependem de equipamentos sensíveis (MARTINELLI et al., 1998). Assim, uma maneira mais simples e acessível de obter informações sobre uma população e/ou estoque de peixes é proceder com medições de comprimento e peso do otólito, para estudos comparativos de suas formas.

Estudos acerca da morfometria de otólitos tem se mostrado uma ferramenta importante para identificação populações (STRANSKY et al., 2008; VOLPEDO; VAZ-DOS-SANTOS, 2015) e determinação da identidade de presas de peixe em estudos de alimentação de espécies piscívoras (TARKAN et al., 2007). Além disso, as dimensões do otólito permitem estimar comprimento e peso peixes de forma retrospectiva (WAESSLE et al., 2003) e em algumas espécies é possível aferir a idade através do peso do otólito, devido à alta correlação entre esses parâmetros (CARDINALE; ARRHENIUS, 2004; LEPAK et al., 2012).

Dessa forma, os otólitos podem fornecer diversas informações que possibilitam estudar a dinâmica e a história de vida dos peixes (MORALES-NIN, 1992; AVIGLIANO; VOLPEDO, 2016). No entanto, são poucos os estudos realizados com a morfometria de otólitos, e os trabalhos existentes em sua maioria são voltados para as espécies de ambientes

Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org ISSN:2238.1910

marinhos. Diante disso, o presente estudo tem por objetivo fornecer informações basais sobre as relações entre as dimensões dos otólitos e dimensões do corpo do *C. temensis*, avaliando uma forma alternativa de estimar comprimento e o peso dos peixes.

2. Material e Método

Área de estudo

Os espécimes de *C. temensis* foram coletados em quatro tributários pertencentes a bacia do médio Rio Negro, no trecho localizado entre os municípios de Santa Isabel do rio Negro e Barcelos, no estado do Amazonas (Figura 1).

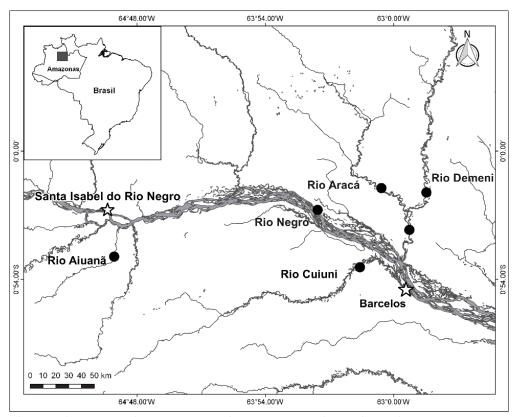


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem de C. temensis na bacia do médio rio Negro.

Coleta de dados

As coletas dos indivíduos de *C. temensis* foram realizadas por meio de pescarias experimentais, utilizando molinete, carretilha e rede de emalhe em cinco localidades, distribuídas no canal principal do rio Negro e em seus tributários (rios Aracá, Demeni, Cuiuni e Aiuanã) (Figura 1). As amostragens ocorreram no período de águas baixas, abril de 2019, sob o protocolo de licença 25606-2 do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBio.

Os indivíduos capturados foram submetidos a eutanásia, através do método de secção de medula espinhal, conforme o Guia Brasileiro de Boas Práticas em Eutanásia em Animais - Conceitos e Procedimentos Recomendados, (2012). Posteriormente os peixes foram acondicionados em caixas de isopor com gelo para serem processados ainda em campo. Esses procedimentos foram realizados mediante a aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Amazonas (CEUA/UFAM) sob o N. 046/2018.

De cada peixe capturado, foram tomadas medidas de comprimento padrão e o peso total, por meio de um ictiômetro



Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org ISSN:2238.1910

(0,001g), balança de precisão respectivamente. Os otólitos sagitta, maiores dentre as espécies de Ciclídeos 2005), BATISTA, (CUTRIM; removidos em pares e armazenados em tubos de eppendorf, rotulados para serem processados em laboratório. Laboratório de Ecologia Pesqueira da UFAM (LABEP), foram mensurados o comprimento dos otólitos, através do software ImageJ, versão 1.52j e o peso do otólito, com uma balança eletrônica de precisão (Bioprecisa JA3003; 0,0001 g). O comprimento do otólito foi considerado como a maior distância entre as bordas anterior e posterior (Figura 2).

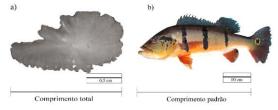


Figura 2. Estrutura de um otólito *sagitta* (a), retirado de um tucunaré-açu *Cichla temensis* (b).

Analises dos dados

Foram utilizadas análises descritivas para cálculos de frequência, média e padrão. relação desvio Α comprimento dos peixes, foi determinada por estimativa não linear usando o algoritmo Levenberg-Marquardt, através da equação: $P = a.C^b$ onde, P = peso total; C= comprimento padrão; a = coeficiente angular e b = coeficiente alométrico (LE CREN, 1951). A hipótese de crescimento isométrico (b = 3) foi testada com o teste tde Student (ZAR, 2010). Também foi empregado o teste t de Student para amostras independentes, para verificar a existência de diferenças entre dimensões do lado esquerdo e direito do

otólito. Posteriormente foi realizado a relação entre o tamanho do otólito (comprimento e peso) com o tamanho do peixe (comprimento padrão e peso total), determinada através do modelo regressão linear (y = a + bx) (ZAR, 1984). A concordância entre as dimensões dos otólitos e dos corpos dos peixes, foram verificadas com 0 coeficiente determinação (r2). Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram testados pelo teste de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R 3.6.1 (R Core Team, 2019), considerando p < 0,05 como nível de significância.

3. Resultados

Foram coletados 30 indivíduos de *Cichla temensis*, com amplitude de variação do comprimento padrão de 24 cm a 66 cm (40,43 cm \pm 12,95) e peso de 226 g a 6470 g (1819 g \pm 1734,48). A relação de peso e comprimento apresentou um valor de coeficiente alométrico (b) de 3,283 indicando alometria positiva (test t, p = 0,00007) (Figura 3).

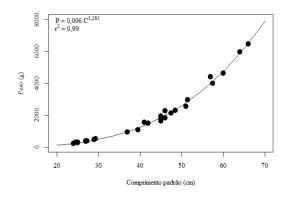


Figura 3. Relação peso-comprimento do C. temensis com o valor do coeficiente de determinação (r^2) e a equação correspondente.

Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org ISSN:2238.1910

esquerdo e direito dos otólitos (p > 0,05), em consequência, foi utilizado apenas o otólito do lado direito de cada peixe para estimação dos parâmetros das equações de regressão (Tabela 1).

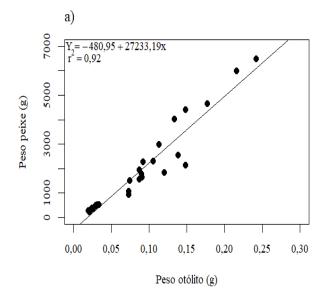
Os otólitos apresentaram comprimento e peso variando de 0,51 cm a 1,41 cm e 0,01 g a 0,24 g, respectivamente, onde o teste t mostrou que não houveram diferenças entre as dimensões dos lados

Tabela 1. Teste *t* de Student das medidas biométricas dos otólitos direito (D) e esquerdo (E) dos espécimes de *C. temensis*.

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média ± DP	gl	t-value	p
Peso (g) D	0,02	0,21	0,08 ± 0,05	58	-0,04	0,96
Peso (g) E	0,01	0,24	0,08 ± 0,06			
Comprimento (cm) D	0,57	1,41	0,81 ± 0,21	58	-0,47	0,63
Comprimento (cm) E	0,51	1,41	0,79 ± 0,20			

Onde: gl = grau de liberdade, p = valor estatístico

As regressões lineares dos comprimentos e pesos dos otólitos *sagitta* em relação aos comprimentos padrão e pesos dos *C. temensis*, mostrou-se uma relação linear positiva, apresentando altos valores do coeficiente de determinação, indicando que o modelo de regressão se ajustou bem aos dados (Figura 4).



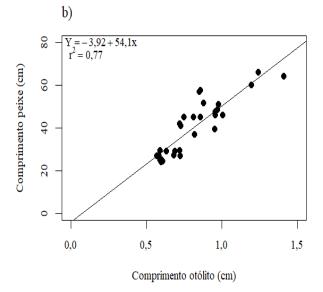


Figura 4. Relação do peso do otólito com o peso dos tucunarés (a); e (b) relação do comprimento do otólito em relação ao comprimento padrão dos *C. temensis*.

4. Discussão

O C. temensis alcança maiores tamanhos entre seus congêneres, podendo chegar a mais de 80 cm de comprimento e 11,0 kg (WINEMILLER *et al.*, 1997). Sendo este um dos motivos pelo qual é muito procurado entre os pescadores esportivos, além de sua



Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org ISSN:2238.1910

voracidade no ataque às iscas artificiais (HOLLEY *et al.*, 2008). No presente estudo o maior exemplar registrado foi de 66 cm de comprimento com peso de 6.470 g, ficando próximo ao crescimento máximo teórico de $L\infty = 68,05$ cm e superior ao peso máximo teórico $W\infty = 5.037,63$ g estimado para essa espécie na mesma região de estudo (CAMPOS; FREITAS, 2015; CAMPOS *et al.*, 2019).

A variação do peso corporal foi explicada por 99% em relação ao comprimento. Padrão semelhante foi encontrado para populações de C. temensis do rio Uatumã, onde os indivíduos apresentaram uma alta correlação ($r^2 = 0.93$) do comprimento e peso (FREIRE; FREITAS, 2013).

Quando analisado o coeficiente alométrico da relação peso-comprimento, verificou-se um crescimento alométrico positivo (b > 3). Esse mesmo padrão foi evidenciado para populações de C. temensis da bacia do rio Orinoco (MONTAÑA et al., 2007) e da Amazônia Central (TAVARES-DIAS, 2011). No entanto, Freire e Freitas (2013) encontraram o coeficiente de alometria b = 3,037, tendendo a um crescimento isométrico para o C. temensis no reservatório de Balbina, bacia do rio Uatumã, sugerindo assim, que esses indivíduos podem ter padrões crescimento distintos para regiões diferentes.

Os valores do coeficiente alométrico para peixes podem variar entre 2,5 a 4,0, mas geralmente encontram-se em torno de 3,0 (LE CREN, 1951). No presente estudo, os indivíduos coletados apresentaram crescimento do tipo

alométrico positivo (b > 3) indicando que houve um incremento em peso maior do comprimento. Em que em outras situações, quando o valor de (b) é menor que 3,0 o crescimento é alométrico negativo, com o incremento em peso mais acentuado que em comprimento e ser for igual a 3,0 a espécie tem um crescimento isométrico, onde 0 peso aumenta proporcionalmente ao comprimento (FROESE, 2006).

As relações biométricas entre as medidas dos otólitos e peixes, exibiu um melhor ajuste para a variável peso, com um coeficiente de determinação de r² = 0,92. Isso implica que através do peso dos otólitos é possível predizer com 92% de precisão o peso da espécie em estudo. Da mesma forma o comprimento dos peixes foi explicado por 77% da variação do comprimento do otólito. Esses resultados corroboram com Piah et al., (2017) os quais constataram que o peso do otólito é o indicador mais preciso das medidas biométricas dos peixes, em comparação com o comprimento e largura. Por outro lado, Gomiero e Braga (2007) avaliando comprimento dos otólitos em função do comprimento dos peixes, em estudo com espécies do mesmo gênero encontraram uma alta relação para o Cichla monoculos (r² = 0.86) e *Cichla* sp. ($r^2 = 0.92$) no reservatório da hidrelétrica de volta grande-Minas Gerais. Segundo Aydin et al., (2004), ocorre uma relação linear mais forte entre o comprimento do peixe e a dimensão do otólito em peixes mais jovens do que nos peixes mais velhos, devido ao fato de que o comprimento do otólito está linearmente relacionado ao



Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org ISSN:2238.1910

comprimento do peixe até que atinja o tamanho máximo, a partir de então o otólito aumenta apenas em espessura, contribuindo assim para o maior aumento em peso.

De forma geral, as dimensões dos constituem um importante conjunto de descritores do desenvolvimento dos peixes (GOMIERO; BRAGA, 2007; VAZ-DOS-SANTOS et al., 2007). Pelo exposto no presente estudo, essa técnica pode ser utilizada como uma alternativa para estimar a biomassa e o tamanho dos peixes de uma determinada população, mesmo quando em complexas mudanças em suas feições morfológicas. Assim auxiliando em estudos de análises de conteúdo estomacal de peixes, pássaros e mamíferos que são piscívoros, de forma que o tamanho dos peixes ingeridos pode ser deduzido com base nos otólitos.

5. Conclusão

Os resultados obtidos das relações morfométricas entre os otólitos e o corpo de *C. temensis*, podem ser aplicadas como metodologia funcional para se estimar o tamanho e a biomassa de cada indivíduo a partir das dimensões dos otólitos *sagitta*. Diante disso, essa técnica mostra-se eficaz para a avaliação e manejo dos estoques de tucunarés do médio rio Negro, podendo ser ajustada também para outras espécies de peixes amazônicos.

Agradecimentos

Ao programa de pós-graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos - PPG-CIPET pela oportunidade de realização do presente estudo, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão de bolsa de estudo e à Universidade Federal do Amazonas-UFAM por ceder as instalações laboratoriais para realização das análises biológicas.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

AYDIN, R.; CALTA, M.; SEN, D.; COBAN, M. Z. Relationships between fish lengths and otolith length in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 7, n. 9, p. 1550-1553, 2004.

AVIGLIANO, E.; VOLPEDO, A. V. A Review of the Application of Otolith Microchemistry Toward the Study of Latin American Fishes. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**. v. 24, n. 4, p. 369–384, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/23308249.2016.1202189

CAMPOS, C. P.; CATARINO, M. F.; FREITAS, C. E. C. Stock assessment of the peacock bass *Cichla temensis* (Humboldt, 1821), an important fishing resource from the middle Negro river, Amazonas, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, n. AHEAD, 2019.

CARDINALE, M.; ARRHENIUS, F. Using otolith weight to estimate the age of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*): a tree model application. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 20, n. 6, p. 470-475, 2004.

CUTRIM, L.; BATISTA, V. S. Determinação de idade e crescimento do mapará (*Hypophthalmus*



Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org ISSN:2238.1910

marginatus) na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 1, p. 85-92, 2005.

DUPONCHELLE, F.; POUILLY, M.; PECHEYRAN, C.; HAUSER, M.; RENNO, J. F.; PANFILI, J.; DARNAUDE, A. M.; GARCÍA-VASQUEZ, A.; CARVAJAL-VALLEJOS, F.; GARCIA-DAVILA, C.; DORIA, C.; BÉRAIL, S.; DONARD, A.; SONDAG, F.; SANTOS, R.V.; NUÑEZ, J.; POINT, D.; LABONNE, M.; BARAS, E. Trans-Amazonian natal homing in giant catfish. **Journal of Applied Ecology.** v. 53, p. 1511-1520, 2016

FREIRE, G. M.; FREITAS, C. E. Crescimento e mortalidade de *Cichla temensis* do reservatório de Balbina, Amazônia Central. **Scientia Amazonia**, v.2, p.13-19, 2013.

FREITAS, C. E. D. C.; RIVAS, A. A. F. A. Pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental. **Ciência e cultura**, v. 58, n. 3, p. 30-32, 2006.

FROESE, R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, metaanalysis and recommendations. **Journal of applied ichthyology**, v. 22, n. 4, p. 241-253, 2006.

GARCEZ R. C. S.; HUMSTON, R.; HARBOR, D.; FREITAS, C. E. C. Otolith geochemistry in young-of-the-year peacock bass *Cichla temensis* for investigating natal dispersal in the Rio Negro (Amazon-Brazil) river system. **Ecology of freshwater fish**, v. 24, n. 2, p. 242-251, 2014. DOI: 10.1111/eff.12142

HEGG, J. C.; GIARRIZZO, T.; KENNEDY, B. P. Diverse early life-history strategies in migratory Amazonian catfish: implications for conservation and management. **Plos One**, v. 10, n. 7, p. e0129697, 2015. HEGG, J. C.; GIARRIZZO, T.; KENNEDY, B. P. Diverse Early Life-History Strategies in Migratory Amazonian Catfish: Implications for Conservation and Management. 2015. DOI: dx.doi.org/10.1101/018671

HERMANN T. W.; STEWART D. J.; LIMBURG K. E.; CASTELLO L. Unravelling the life history of Amazonian fishes through otolith microchemistry. **Royal Society Open Science**, v. 3 n. 6, p. 1-16, 2016.

HOLLEY, M. H.; MACEINA, M. J.; THOME-SOUZA, M.; FORSBERG, B. R. Analysis of the trophy sport fishery for the speckled peacock bass in the Rio Negro River, Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, v. 15, n. 2, p. 93-98, 2008.

INOMATA, S.; FREITAS, C. Fish landings in Barcelos, in the middle Negro River region, Amazonas. **WIT Trans Ecol Environ**, v. 192, p. 67-76, 2015.

JEPSEN, D. B.; WINEMILLER, K. O. E TAPHORN, D. C. 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.

KULLANDER, Sven O.; FERREIRA, Efrem JG. A review of the South American cichlid genus Cichla, with descriptions of nine new species (Teleostei: Cichlidae). **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, v. 17, n. 4, p. 289-398, 2006.

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **The Journal of Animal Ecology**, p. 201-219, 1951.

LEPAK, J.M.; CATHCART, C. N.; HOOTEN, M.B. Otolith mass as a predictor of age in kokanee salmon (Oncorhynchus nerka) from four Colorado reservoirs. **Canadian journal of fisheries and aquatic sciences**, v. 69, n. 10, p. 1569-1575, 2012.

MARTINELLI, L. A., VICTORIA, R. L., MATSUI, E. FORSBERG, B. R., MOZETO, A. A. Utilização das variações naturais de δ^{13} C no estudo de cadeias alimentares em ambientes aquáticos: princípios e perspectivas. **Acta Limnol. Brasil.** v. 11, p. 859-882, 1988.

MONTAÑA, C.; TAPHORN, D.; LAYMAN, C.; LASSO, C. Distribución, alimentación y reproducción de tres especies de pavones Cichla spp. (Perciformes, Cichlidae) en la cuenca baja del río Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 165, 83-102, 2007.

MORALES-NIN, B. Determination of growth in bony fishes from otolith microstructure. FAO Fisheries Technical Paper. No. 322. Rome, FAO. 1992. 51p.

PANFILI, P. H.; TROADEC, H.; WRIGHT P. J. **Manual of fish sclerochronology**. Brest, France: Ifremer-IRD coedition, (eds), 2002. 464 p.

PIAH, R. M.; KAMARUDDIN, S. A.; KADIR, N. A.; AMBAK, M. A. Relationship Between Otolith Measurements with the Size of Areolate Grouper, *Epinephelus areolatus* in Terengganu Waters, Malaysia. **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 12, p. 90-94, 2017.



Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org ISSN:2238.1910

POUILLY, M.; POINT, D.; SONDAG, F.; HENRY, M.; SANTOS, R. V. Geographical origin of Amazonian freshwater fishes fingerprinted by 87Sr/86Sr ratios on fish otoliths and scales. **Environmental science & technology**, v. 48, n. 16, p. 8980-8987, 2014. DOI: dx.doi.org/10.1021/es500071w

RÉ, P. Anéis diários de crescimento nos otólitos dos estados larvares dos peixes: prospectivas em biologia pesqueira. **Professor Germano da Fonseca Sacarrão**, p. 97-124, 1994.

STRANSKY, C.; MURTA, A.G.; SCHLICKEISEN, J.; ZIMMERMANN, C. Otolith shape analysis as a tool for stock separation of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Northeast Atlantic and Mediterranean. **Fisheries Research**, v. 89, n. 2, p. 159-166, 2008.

SANT'ANNA, I. R. A.; DORIA, C. R. C.; FREITAS, C. E. C. Pre-impoundment stock assessment of two Pimelodidae species caught by small-scale fisheries in the Madeira River (Amazon Basin–Brazil). **Fisheries management and ecology**, v. 21, n. 4, p. 322-329, 2014.

TARKAN, A.S.; GURSOY GAYGUSUZ, C.; GAYGUSUZ, O.; ACIPINAR, H. Use of bone and otolith measures for size-estimation of fish in predator-prey studies. **Folia Zoologica-Praha**, v. 56, n. 3, p. 328, 2007.

TAVARES-DIAS, M.; MONTEIRO, A. M. D. C.; AFFONSO, E. G.; AMARAL, K. D. S. Weight-length relationship, condition factor and blood parameters of farmed *Cichla temensis* Humboldt, 1821 (Cichlidae) in central Amazon. **Neotropical Ichthyology**, v. 9, n. 1, p. 113-119, 2011.

THOMÉ-SOUZA, M. J.; MACEINA, M. J.; FORSBERG, B. R.; MARSHALL, B. G.; CARVALHO, Á. L. Peacock bass mortality associated with catch-and-release sport fishing in the Negro River, Amazonas State, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 4, p. 527-532, 2014.

VIEIRA, P. C.; HAIMOVICI, M. Idade e crescimento da pescada-olhuda *Cynoscion striatus* (Pisces,

Sciaenidae) no sul do Brasil. **Atlântica, Rio Grande**, v. 15, p. 73-91, 1993.

VOLPEDO, A. V.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M. Métodos de estudios con otolitos: principios y aplicaciones. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: INPA CONICET UBA, 2015.

WAESSLE, J.A.; LASTA, C.A.; FAVERO, M. Otolith morphology and body size relationships for juvenile Sciaenidae in the Río de la Plata estuary (35-36 S). **Scientia Marina**, v. 67, n. 2, p. 233-240, 2003.

WALTHER B. D.; THORROLD S. R. Water, not food, contributes the majority of strontium and barium deposited in the otoliths of a marine fish. **Marine Ecology Progress Series**, v. 311, p. 125-130, 2006.

WILLIS, S. C.; WINEMILLER, K. O.; MONTANÃ, C. G.; MACRANDER, J.; REISS, P.; FARIAS, I. P.; ORTÍ, G. Population genetics of the speckled peacock bass (*Cichla temensis*), South America's most important inland sport fishery. **Conservation genetics**, v. 16, n. 6, p. 1345-1357, 2015. DOI: 10.1007/s10592-015-0744-y.

WINEMILLER, K. O. Ecology of peacock cichlids (*Cichla* spp.) in Venezuela. **Journal of Aquariculture and Aquatic Sciences**, v. 9, p. 93-112, 2001.

WINEMILLER, K. O.; TAPHORN, D. C.; BARBARINO-DUQUE, A. Ecology of *Cichla* (Cichlidae) in two blackwater rivers of Southern Venezuela. **Copeia**, p.690-696,1997.

WORTHMANN, H. A relação entre o desenvolvimento do otólito e o crescimento do peixe como auxílio na distinção de populações de Pescada (*Plagioscion squamosissimus*). **Acta Amazonica**, v. 9, n. 3, p. 573-586, 1979.

Zar JH. **Biostatistical analysis**. 5th ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall; 2010.

Zar JH. **Biostatistical Analysis**. Eaglewood Cliffs, NJ: Prentice Hall; 1984.