

## **Evolução induzida pela pesca em Tucunarés azuis (*Cichla piquiti*) no reservatório de Serra da Mesa, GO.**

Leo Caetano Fernandes da SILVA<sup>1,4</sup>, Ronaldo ANGELINI<sup>1,2</sup>, Carolinny Vilas Boas dos PASSOS<sup>3</sup>, Nathália de Faria Carvalho e SILVA<sup>3</sup>, Michel Lopes MACHADO<sup>4</sup> e Daniel CREPALDI<sup>4</sup>.

1- Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução; 2- Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 3- Universidade Estadual de Goiás; 4- IBAMA.

Contato: Leo.silva@ibama.gov.br, ronangelini@yahoo.com.br

### **1. Introdução**

A Teoria da Evolução prediz que atributos individuais definidos pelo genótipo e que trazem vantagens para sobrevivência e reprodução são selecionados e mantidos na população (Kutschera e Niklas, 2004). A seleção artificial atua de diversas formas modificando o fitness das espécies e acelerando o processo de modificação da frequência alélica na população (Swallow et al, 1998).

Normalmente a atividade pesqueira recai sobre determinadas espécies e dentro destas nos indivíduos maiores (geralmente mais velhos). Se a variabilidade genética dos indivíduos leva a alguma variação fenotípica, então a pesca pode levar a mudanças evolutivas (Law, 2000). Pesquisadores tem acumulado evidências empíricas sugerindo forte pressão seletiva e mudanças evolutivas rápidas em atributos de história de vida de peixes (Conover e Munch, 2002). Com o objetivo de se verificar o potencial da população de tucunarés azuis (*Cichla piquiti*) no reservatório de Serra da Mesa sofrer evolução induzida pela pesca testamos as seguintes hipóteses nulas:

1- Peixes de mesma idade possuem comprimentos iguais. 2- Peixes de maiores comprimentos não produzem exponencialmente mais ovos e com maior tamanho que peixes menores. 3- O tamanho médio dos peixes capturados é o mesmo durante o monitoramento desse atributo.

### **2. Materiais e Métodos**

As coletas dos espécimes de tucunaré azul (*Cichla piquiti*) foram efetuadas em 6 amostragens no reservatório da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, durante dois anos, utilizando-se vara e carretilha e redes de emalhar.

A partir da leitura dos anéis nos otólitos foi verificada a idade dos indivíduos conforme Cutrim e Batista (2005) e ajustada a curva de von Bertalanfy aos dados de comprimento e idade, à fim de estimar a taxa de crescimento ( $L(t) = L_{\infty} * (1 - e^{-K*(t-t_0)})$ ), onde:  $L(t)$ = Comprimento total;  $L_{\infty}$ = Comprimento assintótico;  $K$ = Taxa de crescimento;  $t$ = Idade;  $t_0$ = Comprimento teórico do peixe na idade 0. Os resíduos deste ajuste permitem quantificar a variação do comprimento em peixes de mesma idade (maior o resíduo, maior a variação do tamanho naquela idade), indicando que indivíduos podem crescer em velocidades diferentes, aumentando o potencial de existir evolução induzida pela pesca.

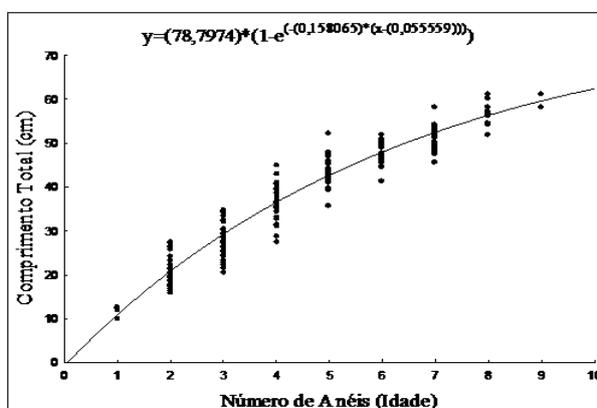
A fecundidade (número de ovos por peixe) e o tamanho dos ovócitos foram determinados através do Método Gravimétrico proposto por Holden e Raitt (1974), apenas para peixes em maturação final. Estas variáveis foram relacionadas com comprimento e peso dos indivíduos através de regressões lineares.

Para o teste da terceira hipótese, a quantidade de peixes capturada por barco (CPUE) de turista e o tamanho médio dos peixes foram mensuradas por guias treinados e selecionados nas pousadas da região e uma ANOVA foi realizada, comparando os meses de pesca.

### 3. Resultados e Discussão

Foram capturados 202 indivíduos. Foram feitas duas leituras nos anéis dos otólitos em 85% dos indivíduos (em 15% houve três leituras). Os parâmetros da curva tiveram as seguintes estimativas,  $K = 0,15$  ( $\text{ano}^{-1}$ ); ,  $t_0 = 0,055$  e  $L_{\infty} = 78,79$  cm (Figura 1a). A equação ajustada foi:  $L(t) = 78,79 * (1 - e^{-0,15*(t-0,055)})$

a)



b)

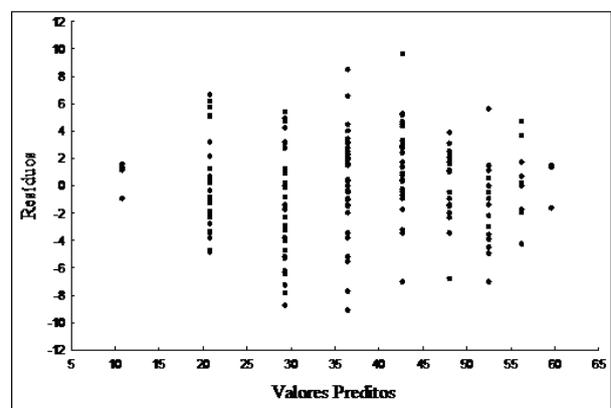


Figura 1 – a) Ajuste da curva de von Bertalanfy com dados de idade (número de anéis) e comprimento total de tucunaré azul (*C. piquiti*) e b) Análise de resíduos.

Os resíduos (Fig. 1b) mostram considerável variação de tamanho individual para cada idade, principalmente entre 2 e 8 anos. Desta forma, um peixe com 4 anéis (4 anos, e já em idade reprodutiva) mas com 27 cm não pode ser capturado (tamanho mínimo pela lei = 35 cm) mas já está se reproduzindo. Essa variação de tamanho (fenótipo) pode ser causada por características ambientais (por exemplo, alimentação) ou por diferenças genótípicas (Kuparinen e Merila, 2007), estas últimas têm sido consideradas em muitos trabalhos (Hutchings e Fraser, 2008).

Os valores da fecundidade total variaram entre 8.000 e 30.000 ovócitos/indivíduo. As regressões entre a quantidade de ovócitos e o comprimento total e peso (Figura 2a) das fêmeas de *C. piquiti* foram significativas ( $R^2= 0,607$ ;  $N=59$ ;  $p<0,001$ ;  $R^2= 0,735$ ;  $N=59$ ,  $p<0,001$ , respectivamente). A regressão entre o tamanho do peixe e comprimento dos ovócitos (Figura 2b) foi significativa ( $r^2= 0,011$ ;  $r = -0,108$ ;  $p< 0,05$ ); mas não significativa com a largura dos ovócitos ( $r^2= 0,0002$ ;  $r = -0,013$ ;  $p= 0,672$ ). A presença de variados tamanhos de ovócitos, independente do tamanho dos peixes, demonstra desenvolvimento ovocitário assíncrono, característico da desova parcelada (Vazzoler, 1996).

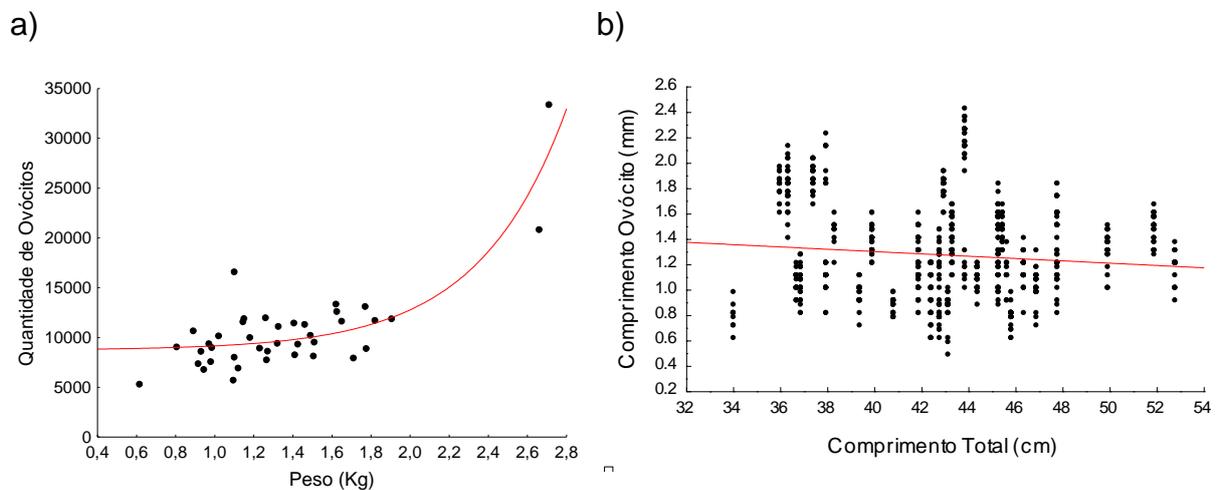


Figura 2- Relação entre (a) quantidade de ovócitos e peso e entre (b) comprimento de ovócitos e comprimento total de tucunaré azul (*C. piquiti*).

Segundo Berkeley *et al.* (2004), a alometria positiva das reservas e condições corporais dos peixes indica que espécimes maiores podem ter melhores contribuições reprodutivas do que peixes menores, e que também podem ser capazes de sobreviver à reprodução sob maior variação de condições ambientais.

A Figura 3 mostra uma significativa (ANOVA  $F=35,16$ ;  $p<0,0001$ ) redução no comprimento médio capturado a partir do mês de junho. Esta redução pode ter

ocorrido por dois motivos não excludentes: 1- o aumento da mortalidade por pesca dos peixes de maior tamanho; 2 – O recrutamento de novos indivíduos que passaram a ser capturados.

A pressão seletiva da pesca sobre os espécimes maiores, ocorre não apenas porque os pescadores procuram extrair os maiores indivíduos, mas também devido a regulamentação pesqueira que normalmente institui somente o tamanho mínimo ou a restrição de equipamentos de pesca que garantem a coleta seletiva dos maiores. Esta circunstância pode causar rápida evolução de reduzidos tamanhos corporais e conseqüentemente, menor fecundidade das fêmeas (Conover e Munch, 2002).

a)

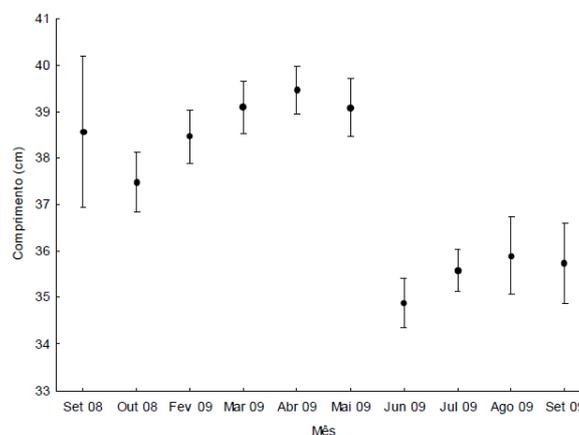


Figura 3 – a. Comprimento médio dos indivíduos capturados por mês por turistas em Serra da Mesa GO, (n = 11975);

A redução de produtividade das populações, devido ao favorecimento de genótipos com crescimento mais lento e menor idade de primeira maturação, torna-se notável com a diminuição do comprimento da espécie e redução da captura da mesma. Berkeley *et al.* (2004) indicam que espécimes maiores e mais velhos são cruciais na manutenção dos estoques de recursos.

#### 4. Conclusões

Nós rejeitamos a hipótese 1 de que Peixes de mesma idade possuem comprimento iguais. Rejeitamos a hipótese 2 de que Peixes maiores não produzem mais ovos, mas aceitamos a hipótese que maior comprimento não produz maiores ovócitos. Nós rejeitamos a hipótese que o tamanho médio não diminui durante o monitoramento.

A diminuição no tamanho médio da população em um curto espaço de tempo pode ser um forte indício que essa alteração está acontecendo neste momento.

## 5. Referências Bibliográficas

Berkeley, S.A. et al. 2004. Maternal age as a determinant of larval growth and survival in a marine fish, *Sebastes melanops*. **Ecology**, v. 85, p. 1258–1264.

Conover, D.O. & Munch, S.B. 2002. Sustaining fisheries yields over evolutionary timescales. **Science**, 297, 94–96.

CUTRIM, L. & BATISTA, V. S. Determinação de idade e crescimento do Marapá ( *Hypophthalmus marginatus* ) na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 35 n.1, p. 85-92. 2005.

Holden, M.J. e Raitt, D.F.S. **Manual of Fisheries Science Part 2 - Methods of Resource Investigation and their Application**. Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). Rome 1974, 255p.

Hutchings, J. A. ; Fraser, D.J. 2008. The nature of fisheries- and farming-induced evolution. **Molecular Ecology** 17, 294–313 .

Kuparinen, A.; Merila, J. 2007. Detecting and managing fisheries-induced evolution. **Trends in Ecology and Evolution** Vol.22 No.12. 652-659.

Kutschera, U.; Niklas, K.J. 2004. The modern theory of biological evolution: an expanded synthesis. **Naturwissenschaften** 91 : 255–276.

Law, R. 2000. Fishing, selection, and phenotypic evolution. **ICES Journal of Marine Science**, 57: 659–668.

Swallow, J.G.; Carter, P.A.; Theodore Garland-Jr, T. 1998. Artificial Selection for Increased Wheel-Running Behavior in House Mice. **Behavior Genetics**, Vol. 28, No. 3. 228- 237.

Vazzoler, A. E. A. M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, SBI, São Paulo. 169 p.