

METODOLOGIA (METHODOLOGY)

Tamanho de maturação
como instrumento de gestão pesqueira:
uma revisão críticaUse of the
maturation size in fisheries management:
a critical reviewPAULO DE TARSO CHAVES ¹

A gestão dos recursos pesqueiros tradicionalmente preserva no ambiente os indivíduos jovens, viabilizando sua reprodução ao menos uma vez. O processo principia na estimativa do tamanho com que eles maturam, e tem amplo uso no mundo (ZHENG, 2011). No Brasil são exemplos as Instruções Normativas IBAMA 30/2005 – *Normas gerais para pesca na Bacia do Rio Paraná*; IBAMA 28/2005 – *Tamanho mínimo para pesca do pargo em Alagoas e Sergipe*; MMA 08/2005 – *Tamanho mínimo para pesca de lagostas*; e a Portaria IAP-PR 176/2005, que disciplina a pesca no Paraná durante a piracema. Exceção no uso do tamanho de maturação como referência única para comprimento de captura é a Resolução 16/2009, da Secretaria do Meio Ambiente do Paraná. Ela estipula para pesca de robalos também tamanhos máximos, face à necessidade de preservar fêmeas em espécie hermafrodita protândrica (*Centropomus undecimalis* – ZACHEO & DIAS, 2011).

Recente legislação no Brasil (IN-MPA/MMA 09/2012), porém, incentiva que a captura seja regulada por tamanhos máximos de captura, o que modifica substancialmente a prática atual. Intenção é preservar no ambiente os bons reprodutores, os indivíduos-troféu para torneios e pesque-e-solte, a carga genética para um crescimento bem sucedido. A Instrução Normativa restringe-se à pesca amadora, mas se for bem sucedida terá potencial para expansão à pesca profissional. A seguir analisam-se os fundamentos biológicos e metodológicos da gestão pesqueira dar-se por tamanho de maturação ou por tamanho máximo dos indivíduos, e apresentam-se recomendações para uso desta variável.

Departamento de Zoologia, UFPR – C.P. 19020 — CEP 81531-980 — Curitiba, Brasil.
ptchaves@ufpr.br.

¹ Departamento de Zoologia, UFPR – C.P. 19020 — CEP 81531-980 — Curitiba, Brasil. ptchaves@ufpr.br.

SOBRE AS ESTIMATIVAS DO TAMANHO DE MATURAÇÃO

A delimitação de tamanho mínimo como instrumento de gestão pesqueira fundamenta-se em duas premissas: enquanto indivíduos de até determinado tamanho não forem capturados, uma certa parcela do estoque estará resguardada; e se grande de indivíduos alcançar tamanho adulto e reproduzir-se, será favorecida a variedade gênica na população. A estimativa do tamanho com que pela primeira vez os indivíduos maturam baseia-se nas curvas de maturação, construídas utilizando as frequências de ocorrência de indivíduos adultos segundo classes de comprimento (VAZZOLER, 1996). Diversas equações logísticas podem ser formuladas para calcular a probabilidade de um indivíduo de certa classe de tamanho estar reprodutivo; ou, inversamente, para estimar o comprimento a que corresponde determinada probabilidade dele estar reprodutivo (FONTOURA *et al.*, 2009). Porém, a eficácia do uso de curvas de maturação e de cálculos de probabilidades como instrumento de gestão pesqueira depende da qualidade dos atributos de base. Três restrições destacam-se:

I – O ENTENDIMENTO DO QUE SEJA INDIVÍDUO ADULTO — (a) se inclui aqueles em início de maturação gonadal; (b) se referente apenas àqueles em reprodução, próximos da desova/espermiação, ou que já desovaram/espermiam; ou (c) se restrito aos que já deixaram descendentes. A adoção de ‘a’ ou ‘b’, mais comum (VAZZOLER, 1996; ESPER *et al.*, 2000; BATISTA-METRI *et al.*, 2005), não assegura que o indivíduo terá tempo para efetivamente deixar descendentes, o que cancelaria a eficácia almejada pela legislação;

II – O GRAU DE PRECISÃO DO MÉTODO UTILIZADO PARA DIAGNÓSTICO DE MATURAÇÃO — Normalmente a classificação do indivíduo dá-se por exame das gônadas. Se este limitar-se a visualização macroscópica (ESPER *et al.*, 2000), manifestações celulares importantes, como folículos em início de vitelogênese ou pós-ovulatórios, poderão ser negligenciadas, o que elevará equivocadamente o tamanho estimado de maturação. FONTOURA *et al.* (2009) utilizam a variação do peso das gônadas, que compõe o Índice Gonadossomático, outro elemento de possível utilização no diagnóstico, mas igualmente impreciso. Uma análise histológica, por sua vez, aumenta a resolução morfológica das gônadas, e o tamanho estimado de maturação será mais fidedigno, normalmente menor que aquele calculado sem essa técnica (HERNÁNDEZ-PORTOCARRERO & SABORIDO-REY, 2011); e

III – AS DIFERENÇAS ENTRE SEXOS — Em teleósteos é comum as fêmeas maturarem com tamanho maior que os machos, ou, em famílias como Ariidae e Cichlidae, com tamanho menor. Diferenças entre sexos ocorrem também em crustáceos (BATISTA-METRI *et al.*, 2005). Assim, equações

logísticas que tratam ambos os sexos conjuntamente levam a imprecisões no resultado sobre tamanho de maturação (VAZZOLER, 1996), reduzindo a eficácia do uso das curvas de maturação como instrumento de gestão.

Somando-se às dificuldades para estimativa do tamanho de maturação está a forma como os valores obtidos serão utilizados. O plano de gestão pesqueira deve decidir o valor de probabilidade de maturação a ser adotado. Normalmente elege-se o comprimento médio, aquele com que um indivíduo tem 50 % de probabilidade de ser adulto. Entretanto, se o estoque estiver em colapso será recomendada probabilidade maior que 50 %; ou, se não ameaçado, probabilidade menor. Num país como o Brasil, carente de estudos de monitoramento de estoques pesqueiros, arbitrar como referência o comprimento médio é solução prática, mas de eficácia incerta para a sustentabilidade da pescaria.

Por fim, a probabilidade de maturação de uma espécie – peixes, crustáceos – pode ser distorcida pelas diferenças que há entre indivíduos de mesmos sexo, peso e idade (COOK *et al.*, 1999); entre populações submetidas a distintas condições ambientais, notadamente por influência nutricional (AL HAFEDH *et al.*, 1999); e mesmo entre estoques sob diferentes graus de exploração (ROOS *et al.*, 2006). A variabilidade no tamanho de maturação põe em risco os planos de gestão (ZHENG, 2008), requerendo um permanente monitoramento dos estoques para que a legislação baseada em tamanho de maturação não tenha sua eficácia comprometida.

VANTAGENS DO USO DE TAMANHO MÁXIMO

A sustentabilidade da pescaria depende do nível de extração que mantém a capacidade reprodutiva do estoque, mas para tal gestão outros instrumentos podem ser mais eficazes que a delimitação de comprimento mínimo de captura baseado em tamanho de maturação. Do ponto de vista reprodutivo o sucesso de uma população acompanha a variação de dois componentes: a fecundidade das fêmeas e a taxa de sobrevivência dos descendentes (BARBIERI & LOWERRE-BARBIERI, 2011). Todos os atributos desses componentes associam-se em maior ou menor grau ao tamanho dos reprodutores (Quadro I): aumentam com o tamanho da fêmea a fecundidade, tanto absoluta como relativa (URIARTE *et al.*, 2011); e a extensão do período de desova (ALONSO-FERNÁNDEZ & SABORIDO-REY, 2011). De fato, como afirmam COCHRANE & GARCIA (2009), a produção do estoque desovante não depende apenas do número de reprodutores, mas também da geração de ovos, e “*Em certas espécies os ovos de fêmeas mais velhas têm viabilidade maior; fêmeas maiores e mais velhas podem contribuir desproporcionalmente mais com o recrutamento*”. Igualmente os cuidados

parentais são mais efetivos – e conseqüentemente a mortalidade no local de desova é menor – em peixes maiores, como nos bagres Ariidae, nos quais o peso do embrião relaciona-se positivamente ao comprimento do macho incubador (COATES, 1988; CHAVES, 1994). São fatos que explicam por que, conforme exposto por MILLER & KENDALL (2011), comparados dois estoques desovantes de mesma espécie e com igual biomassa, aquele composto por indivíduos menos numerosos, mas de maior porte e idade, produz uma biomassa maior que o outro, de indivíduos mais numerosos porém com porte e idade menores.

Quadro I – Atributos ictiológicos associados à fecundidade das fêmeas ou à sobrevivência dos descendentes e sua relação com o sucesso reprodutivo. Baseado em BARBIERI & LOWERRE-BARBIERI (2011).

Relação com o sucesso reprodutivo	Fecundidade das fêmeas	Sobrevivência dos descendentes
Diretamente proporcional	Taxa de fertilização Sucesso na eclosão Quantidade de vitelo nos ovos Grau de cuidados parentais	Taxa de sobrevivência dos adultos Número de ovócitos por lote Extensão do período de desova frequência de posturas
Inversamente proporcional	Idade de maturação	Mortalidade no local de desova

Assim, delimitar tamanho máximo de captura, mantendo no ambiente os reprodutores com maior potencial gerador, é procedimento que COCHRANE & GARCIA (2009) incentivam para melhor qualidade do plantel. No Brasil essa estratégia é agora incentivada pela IN-MPA/MMA 09/2012, ao fixar (Art. 11º) que “o ordenamento pesqueiro com foco na pesca amadora deve priorizar as pesquisas que permitam estabelecer os tamanhos máximos de captura das principais espécies”. Uma extensão à pesca profissional é possível, visto o que faculta a Lei Federal 11.959/2009, Art.

3º: “*Compete ao poder público a regulamentação (...) calculando, autorizando ou estabelecendo: VI – os tamanhos de captura*”.

RESTRIÇÕES À SUBSTITUIÇÃO DO TAMANHO DE MATURAÇÃO PELO TAMANHO MÁXIMO

Uma gestão pesqueira utilizando tamanho máximo de captura, em substituição ao tradicional tamanho mínimo, o de maturação, coloca duas questões:

1 – qual critério deve ser utilizado para estabelecer o tamanho máximo a partir do qual os indivíduos da população não devem ser pescados?

2 – suprimido um tamanho mínimo legal, qual o risco da captura intensificar-se sobre os peixes jovens e comprometer o número de indivíduos que alcançarão tamanho grande?

A primeira questão pode ser respondida com auxílio das curvas de fecundidade. Um processo investigativo que acompanhe o aumento no número de ovos produzidos pelas fêmeas durante seu crescimento permite localizar classes de tamanho em que o potencial gerador é maior, *desproporcionalmente* maior (COCHRANE & GARCIA, 2009). Uma vez que a fecundidade não aumenta indefinidamente, pois entra em declínio a partir de certa idade do indivíduo (VAZZOLER, 1996), tal comprimento de maior potencial gerador não será simplesmente o tamanho máximo alcançado na espécie.

Quanto à segunda questão, deve ser intensificado o uso de instrumentos auxiliares de controle da captura, como cotas por pescador, seletividade dos petrechos, períodos de defeso e licenciamento de embarcações. Assim, mesmo que indivíduos jovens integrem as capturas, sua quantidade estará limitada de forma a não prejudicar a sustentabilidade da pescaria.

Porém, é possível a gestão compatibilizar tamanhos mínimo e máximo de captura. Êxito nesse sentido é relatado por FREIRE *et al.* (2012) no manejo do tucunaré *Cichla piquiti*, do Centro-Oeste brasileiro, em que pescadores foram incentivados a reter exemplares apenas na "janela" de comprimentos entre 35 e 50 cm.

RESUMO

O tamanho de maturação é tradicionalmente utilizado na gestão pesqueira para indicar comprimentos de peixes abaixo dos quais a captura não é autorizada, medida que visa a proteger os jovens e aumentar o número de reprodutores no estoque. Diretriz oposta, porém, foi implantada no Brasil

por recente Instrução Normativa para a pesca amadora, que incentiva uma captura regulada por comprimento máximo, preservando no ambiente os indivíduos de maior porte. Haja visto o potencial para que tal diretriz seja estendida à pesca profissional, este trabalho revisa os fundamentos biológicos e metodológicos da gestão pesqueira dar-se por tamanho de maturação ou por tamanho máximo dos indivíduos, e apresenta recomendações.

PALAVRAS-CHAVE: pesca; manejo; reprodução.

SUMMARY

The size of individuals at maturation is currently used as a tool in fisheries management in order to indicate the minimum allowed lengths to caught, a measure aiming to protect young fish and increase the number of the spawner ones in stock. However, an opposite strategy was implemented by a new Brazilian law for recreational fishing, which limits catches to a maximum length, protecting from fisheries the largest individuals. In view of the potential application of this strategy in professional fishing also, this review highlights the biological and methodological attributes of a fisheries management based on the maturation individual size or the maximum one, and offers recommendations about fisheries management.

KEY WORDS: fishing; reproduction; Brazil.

RÉSUMÉ

La taille de maturation est fréquemment utilisée comme un outil dans la gestion de pêche pour établir la longueur minimale de capture, envisageant la protection des jeunes et l'augmentation de reproducteurs dans le stock. Toutefois, une procédure opposée fait parti d'à une nouvelle loi pour la pêche de loisir au Brésil, par laquelle les captures sont permises jusqu'à une certaine taille, pour protéger les individus à une grande taille. Compte tenue l'application potentielle de cette procédure dans la pêche professionnelle aussi, cette révision analyse les attributs biologiques et méthodologiques d'une gestion de pêche basée sur la taille de maturation, et propose des recommandations pour la gestion de pêche.

MOTS-CLÉ: pêche; gestion; Brésil.

BIBLIOGRAFIA

- AL HAFEDH, Y.S.; A.Q. SIDDIQUI & M.Y. AL-SAIADY. 1999. Effects of dietary protein levels on gonad maturation, size and age at first maturity, fecundity and growth of Nile tilapia. *Aquaculture International* 7: 319–332.
- ALONSO-FERNÁNDEZ, A. & F. SABORIDO-REY. 2011. Causas de variación en el ciclo reproductivo: efectos maternos. Saborido-Rey *et al.* (Eds), *Actas I Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías*. Vigo, Espanha. 400 pp: 86-90.
- BAPTISTA-METRI, C.; M.A.A. PINHEIRO; A. BLANKENSTEYN & C.A. BORZONE. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(2): 446-453.
- BARBIERI, L. & S.K. LOWERRE-BARBIERI. 2011. Sucesso reprodutivo e plasticidade de estoque pesqueiro: o que precisamos saber para melhorar o manejo da pesca. Saborido-Rey *et al.* (Eds), *Actas I Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías*. Vigo, Espanha. 400 pp: 11-14.
- CHAVES, P.T. 1994 A incubação de ovos e larvas em *Genidens genidens* (Valenciennes) (Siluriformes, Ariidae) da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 11 (4): 641-648.
- COATES, D. 1988. Length-dependent changes in egg size fecundity in females, and brooded embryo size in males of fork-tailed catfishes (Pisces: Ariidae) from the Sepik River, Papua New Guinea, with some implications for stock assessments. *Journal of Fish Biology* 33 (3): 455–464.
- COCHRANE, K.L. & S.M. GARCIA. 2009. *A Fishery Manager's Guidebook*. Second Edition. FAO & Wiley-Blackwell, UK. 518p.
- COOK, R.M.; P.A. KUNZLIK; J.R.G. HISLOP & D. POULDING. 1999. Models of Growth and Maturity for North Sea Cod. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science* 25: 91–99.
- ESPER, M.L.P.; M.S. MENEZES & W. ESPER. 2000. Escala de desenvolvimento gonadal e tamanho de primeira maturação de fêmeas de *Mugil platanus* Günther, 1880 da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Acta Biologica Paranaense*, Curitiba, 29 (1,2,3,4): 255-263.
- FONTOURA, N.F.; A.S. BRAUN & P.C. MILANI. 2009. Estimating size at first maturity (L_{50}) from Gonadosomatic Index (GSI) data. *Neotropical Ichthyology* 7 (2): 217-222.
- FREIRE, K. M. F.; M. L. MACHADO & D. CREPALDI. 2012. Overview of inland recreational fisheries in Brazil. *Fisheries* 37 (11): 484-494.

- HERNÁNDEZ-PORTOCARRERO, A. & F. SABORIDO-REY. 2011. Estrategia reproductiva de las hembras de *Brycon guatemalensis* en el Lago de Nicaragua y su importancia en la gestión pesquera. Saborido-Rey *et al.* (Eds), *Actas I Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías*. Vigo, Espanha. 400 pp: 49-52.
- MILLER, B.S. & A.W. KENDALL. 2009. *Early Life History of Marine Fishes*. University of California Press. 364 pp.
- ROOS, A.M.; A.S. BOUKAL & L. PERSSON. 2006. Evolutionary regime shifts in age and size at maturation of exploited fish stocks. *Proceedings of Biological Science* 273 (1596): 1873-1880.
- URIARTE, A.; A. ALDAY; M. SANTOS & L. MOTOS. 2011. Estimaciones de frecuencia de puesta y fecundidad parcial para la anchoa del Golfo de Vizcaya y rol del tamaño en la determinación de las mismas. Saborido-Rey *et al.* (Eds), *Actas I Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías*. Vigo, Espanha. 400 pp: 104-106.
- VAZZOLER, A.E.A. DE M. 1996. *Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos. Teoria e Prática*. EDUEM/SBI, Maringá, 169 pp.
- ZACHEO, V.A.M. & J.F. DIAS. 2011. Manejo do robalo-peva: reversão sexual e tamanho máximo de captura. *V Simpósio Brasileiro de Oceanografia*, Santos, Anais: 1-6.
- ZHENG, J. 2008. Temporal Changes in Size at Maturity and Their Implications for Fisheries Management for Eastern Bering Sea Tanner Crab. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science* 41: 137-149.