

Eixo Temático ET-09-002 - Biologia Aplicada

**PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DO TUBARÃO-MARTELO
Sphyrna tudes (VALENCIENNES, 1822), CAPTURADO NO
MARANHÃO-BRASIL**

Aline Olímpio dos Santos¹, Cícero Diogo Lins de Oliveira², Francisco Marcante
Santana Silva³, Rosangela Paula Teixeira Lessa³

¹Universidade Federal de Pernambuco- Centro de Biociências- CB- UFPE.

²Universidade Federal de Alagoas- Instituto de Ciências Biológicas e Saúde – ICBS-UFAL.

³Universidade Federal Rural de Pernambuco- Departamento de Pesca e Aquicultura- DEpaq-UFRPE.

RESUMO

Sphyrna tudes, conhecido popularmente como tubarão-martelo, já foi considerado um recurso pesqueiro comum ao longo da costa do Brasil. Entretanto, não é registrada sua ocorrência há mais de 10 anos. O presente estudo teve como objetivo estimar a idade e parâmetros de crescimento de *S. tudes*, capturados na costa Maranhão. Uma amostra composta de 19 espécimes de *S. tudes* foi obtida previamente através de capturas realizadas por pescadores artesanais no litoral maranhense. As vértebras de *S. tudes* foram emblocadas em resina poliéster e seccionadas, com auxílio da serra metalográfica de baixa rotação, para observação e contagem dos anéis de crescimento no microscópio estereoscópico. Foram realizadas duas leituras dos anéis. Obtendo um índice de porcentagem do erro médio com média de 2,75%. Para adquirir o comprimento estimado das idades anteriores, foi empregado o método retrocálculo, a partir das medidas entre o núcleo e cada anel da estrutura. Com os parâmetros de idade e comprimento, foram feitos ajustes de curva de crescimento por modelos, sendo o modelo de von Bertalanffy o mais representativo para espécie. Os parâmetros gerados pelo modelo foram: $L_{\infty}(\text{cm}) = 118,31$, $k = 0,12$, $t_0 = -2,03$. As idades dos indivíduos amostrados variaram de 1 a 11 anos. Os resultados constatam que *S. tudes* apresenta taxa de crescimento moderada e superior a algumas outras espécies de tubarões.

Palavras-chave: *Sphyrna tudes*; Parâmetros de crescimento; Estrutura etária.

INTRODUÇÃO

A classe Elasmobranchii, que inclui as raias e os tubarões, é considerada um componente trófico de alta importância, podendo exercer o controle das populações de suas presas (CAMHI et al., 1998; HEITHAUS et al., 2010). Devido à alta pressão pesqueira sobre essa classe, os elasmobrânquios são comumente vulneráveis, principalmente às pescarias de larga escala e a degradação ambiental de áreas costeiras (CAMHI et al., 1998; DULVY et al., 2014). Entre os tubarões que estão em declínio populacional encontra-se o *Sphyrna tudes* (Valenciennes, 1822), que não é registrado no litoral norte do Brasil a mais de 10 anos (GIGLIO; BORNATOWSKI, 2016).

A espécie *Sphyrna tudes*, apresenta contorno anterior da cabeça com entalhe mediano, largura da cabeça correspondendo de 28 a 32% do comprimento total do corpo, presença de um sulco nasal interno bastante evidente, 15 a 16 dentes superiores e

inferiores de cada lado da arcada, sendo os superiores ligeiramente mais largos que os inferiores, coloração em tons fortes de dourado com ventre claro (GADIG, 1994). Ele possui ocorrência da Venezuela até o Uruguai, em águas da plataforma continental, desde a zona tropical até a temperada (GILBERT, 1967; COMPAGNO, 1984).

Segundo a avaliação de risco de extinção da IUCN (2018) a espécie é classificada como Vulnerável (VU). Porém, no Brasil ela é categorizada como Criticamente em perigo (CR), devido às altas capturas na década de 90 e sua ausência a mais de 10 anos na porção norte do Brasil. Com isso, a coleta de dados sobre a pesca da espécie atualmente não é mais possível, demonstrando que o status de conservação indicado para a espécie como VU, não é adequado (GIGLIO; BORNATOWSKI, 2016).

Além disso, outro problema comum entre as espécies de tubarões martelo é que são frequentemente listadas todos como “tubarões-martelo” (BORNATOWSKI et al., 2014). Dificultando assim a identificação e os estudos por espécies de Sphyrnidae. Nesse contexto, os tubarões-martelo vêm se esgotando nas zonas costeiras ao redor do mundo. Como por exemplo, o desaparecimento de *S. media* e *S. tiburo*, no centro e sul do Pacífico mexicano (PÉREZ-JIMÉNEZ, 2014), e o colapso de populações de *S. tiburo* e *S. tudes* no Brasil (REIS-FILHO, 2014; BRASIL, 2016), devido principalmente a sobrepesca.

Devido aos altos níveis de declínios populacionais, estimativas de taxas de crescimento, mortalidade e produtividade são necessárias para compreensão das espécies e tomadas de decisões de manejo e conservação. Muitos métodos são utilizados para determinar idade e taxa de crescimento em elasmobrânquios, todavia, a interpretação de anéis etários presentes nas vértebras é o mais utilizado e confiável para elasmobrânquios (CAILLIET et al, 1990).

Até o atual momento, só foi realizado um estudo de idade e crescimento para a espécie de *S. tudes*. Entretanto, os dados obtidos por Stride et al., (1998) não conduzem com crescimento padrão dos tubarões. Portanto, o presente estudo propõe determina qual o melhor parâmetro de crescimento para a espécie.

OBJETIVO

Determinar os parâmetros de crescimento do tubarão *Sphyrna tudes*, através da análise de vértebras obtidas no ano de 1998 pela pesca artesanal no litoral do Maranhão, Brasil.

METODOLOGIA

Os exemplares de *S. tudes* foram obtidos através de amostragens de desembarques da pesca artesanal no litoral maranhense, durante o ano de 1998. As vértebras de *S. tudes* foram encaminhadas para o Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas (DIMAR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foram armazenadas em álcool 70%.

Idade e Crescimento

As vértebras foram emblocadas em resina poliéster e seccionadas em serra metalográfica de baixa rotação (ISOMET™ LS Series 1000- BUEHLER). Em cada vértebra foram realizados dois cortes longitudinais, passando pelo foco da vértebra. Os cortes foram polidos em lixas d’água e em seguida realizados as contagens do anéis. Foi considerado anel de crescimento o par de bandas translúcidas (estreitos) e opaca (largos)

(Figura 1). O primeiro anel foi interpretado como marca de nascimento, sendo todos estes desconsiderados para os cálculos de crescimento.

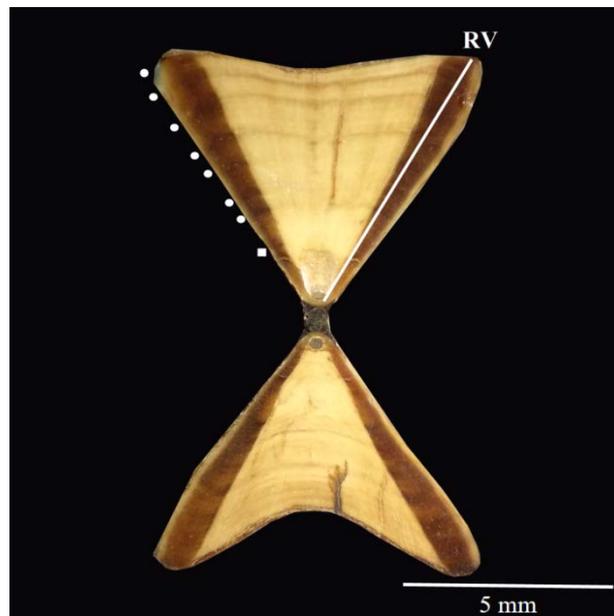


Figura 1. Vértebra de *S. tudes*. RV= raio da vértebra; Quadrado branco= marca de nascimento; Círculos brancos= anéis etários; MN: Marca de nascimento

Foram realizadas duas leituras dos anéis de crescimento, sem o conhecimento prévio do comprimento e da leitura anterior, respectivamente, e ainda foram medidos as distâncias desde o foco da vértebra até a borda da vertebra (Raio da vertebra - RV) e distancia do foco para cada anel, com auxílio de microscópico estereoscópico. Para comparar a reprodutibilidade da determinação da idade entre duas leituras foi calculado o índice de erro percentual médio (IAPE) proposto Beamish; Fournier (1981):

$$IAPE = 1/N \sum (1/R_j \sum (|X_{ij} - X_j| / X_j)) 100$$

onde, N é o número de vértebras, R_j é o número de leituras do cação j, X_{ij} é a idade i determinada do individuo j e X_j a idade média calculada para o animal j.

As leituras que ficaram acima de 5% de IAPE, foram submetidas a uma terceira leitura.

Os comprimentos foram retrocalculados a partir de medidas entre o núcleo e cada anel da estrutura, através do método de Fazer-Lee (FRANCIS, 1990), descrito pela equação:

$$L_t = \left(\frac{R_t}{RV}\right)(L_c - a) + a$$

onde, L_t é o comprimento retrocálculo quando o anel “t” foi formado, R_t é a distância entre o foco e cada anel da idade “t”, RV é o raio da vértebra, L_c é o comprimento ao momento da captura, “a” é o coeficiente linear da relação entre o RV e o CT.

Os parâmetros de crescimento foram estimados a partir de cinco modelos que descrevem crescimento:

- a) modelo de von Bertalanffy (1938) (VBGF):

$$L_t = L_{\infty} \times (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

- b) modelo de Gompertz (1825):

$$L_t = L_{\infty} \times e^{-\alpha e^{-K \times t}}$$

- c) modelo de VBGF generalizada :

$$L_t = L_{\infty} \times (1 - e^{-K_1 \times (t-t_1)})^p$$

- d) modelo de VBGF modificada:

$$L_t = L_0 (L_{\infty} - L_0) [1 - e^{-k_2 t}]$$

- e) modelo logística (Schnute, 1981):

$$L_t = L_{\infty} (1 + e^{-K_3(t-t_2)})^{-1}$$

sendo, L_t : comprimento na idade t ; L_{∞} : comprimento assintótico ou máximo; k : coeficiente de crescimento relativo; t_0 : idade teórica na qual o peixe tem comprimento zero; L_0 : é o tamanho do nascimento.

Os resultados dos modelos foram avaliados segundo os Critério de Informação de Akaike - AIC (KATSANEVAKIS, 2006). Esse critério é utilizado para selecionar o modelo que melhor descreve o crescimento da espécie, levando em consideração o valor de verossimilhança (θ) e o número de parâmetros de cada modelo. Equação de AIC:

$$AIC = 2 \log \log (\theta) + 2K$$

sendo, θ a máxima verossimilhança e k o número de parâmetros do modelo.

Os cálculos de diferença (Δ_i) e peso de Akaike (w_i) foram realizados com o intuito de quantificar cada modelo:

$$\Delta_i = AIC_i - AIC_{\min}$$
$$w_i = \sum_{i=1}^m (w_i \times L_{\infty,i})$$

onde, Δ_i é o AIC dos modelos e o menor AIC dentre os modelos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo observou-se que a amostra variou de 41,77 a 115,65 cm, com classe modal de 60-80 cm (Figura 2). No estudo de Stride et al. (1992) exemplares de *S. tudes* foram capturados durante 1990 e 1991 no litoral Maranhense e tiveram comprimentos totais de 43 a 132 cm. Assim, a variação de comprimento é devido à utilização de diferentes tamanhos de malha das redes que foram de 200, 250 e 300 mm, indicando que o tamanho da malha tem influencia na seletividade das redes para esta espécie, que é capturada enredada devido ao seu formato de cabeça, sendo provável que a menor malha capture os indivíduos menores.

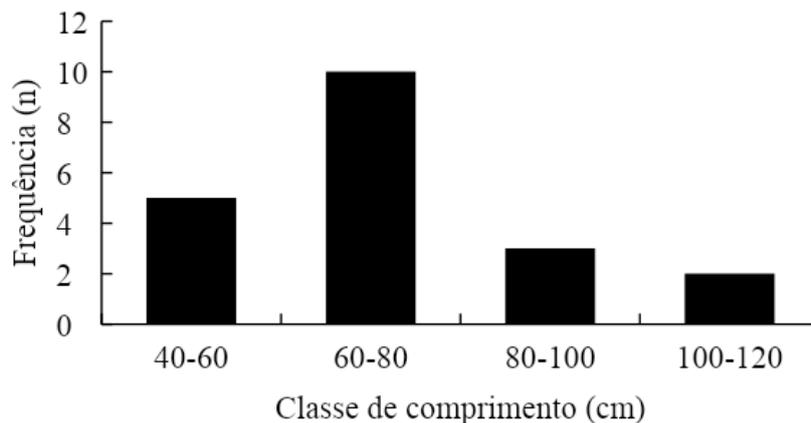


Figura 2. Distribuição de frequência das classes de comprimentos de *Sphyrna tudes*.

Em relação à quantidade de anéis, foram identificados de 1 a 12, sendo o primeiro descrito como marca de nascimento. O índice de erro médio em porcentagem (IAPE=2,75) foi considerado bom, com valor de $R^2 = 0,943$. Apesar de que ocorreram mais erros em contagem de indivíduos mais velhos, não excedendo 5% sugerido por Campana (2001). A dificuldade de contagem dos últimos anéis em indivíduos mais velhos se deve ao agrupamento dos anéis mais próximos a borda externa das vértebras, causando subestimação de idade (CAILLIET et al 1986; CAILLIET, 1990).

As medidas de comprimento retrocalculados para o primeiro anel variaram de 23,1 a 27,7 cm, os valores corroboram com Lessa (1998) e Castro (1989) no qual os maiores embriões de suas amostras foram 23 e 30 cm, respectivamente, demonstrando que a primeira marca é considerada marca de nascimento (MN).

Em relação aos modelos de crescimento, segundo análise de AIC, o modelo que melhor descreve o crescimento da espécie é o do von Bertalanffy (AIC = 395,34), apontando um crescimento relativamente rápido (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros de crescimento estimados para *Sphyrna tudes* por modelos com indicação do Critério de Informação de Akaike (AIC). (k = Coeficiente de crescimento; L_{∞} = Comprimento assintótico; t_0 = idade teórica no comprimento zero).

Modelo	Parâmetros	AI		
		C		
von Bertalanffy (Figura 3)	K=0,12 L_{∞} =118,31 t_0 =-2,03	395,34	0,00	68,98
von Bertalanffy generalizada	K=0,005 L_{∞} =539,89 t_0 =-1,132 p= 0,58	467,59	72,25	0,00
Logística	K=0,35 L_{∞} =100,47 t_0 =2,64	525,48	130,14	0,00
Gompertz	K=0,22 L_{∞} =109,73 t_0 =1,38	501,77	106,83	0,00
von Bertalanffy modificada	K=0,13 L_0 = 25,52 L_{∞} =114,56	396,93	1,60	31,02

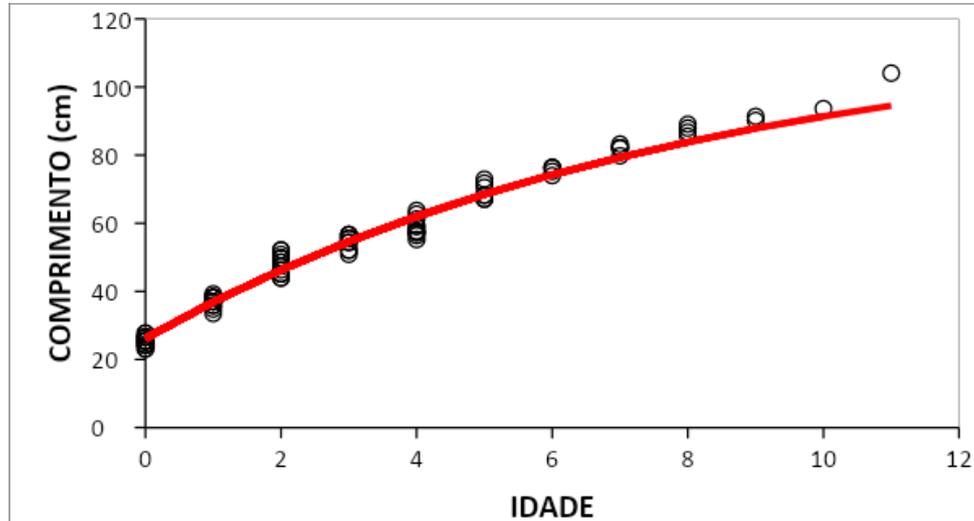


Figura 3. Curva de crescimento de von Bertalanffy estimada para *S.tudes*, capturada no estado do Maranhão.

A medida do comprimento assintótico obtido no estudo L_{∞} =118,3 se mostrou inferior ao tamanho máximo (L_{max}) que a espécie pode atingir (150 cm) (Hebert et al., 2013). No estudo de Stride et al., (1992) o comprimento assintótico obtido foi de 102,52 cm, também inferior ao L_{max} , como também inferior ao tamanho obtido nesse estudo.

Segundo Castro et al., (2002) esta diferença está relacionada com a amplitude de comprimentos utilizados nos estudos.

No estudo de Carlson; Parsons (1997) sobre idade e crescimento de *Sphyrna tiburo* realizado no noroeste da Florida o melhor modelo para a espécie também foi o de von Bertalanffy, caracterizando também como uma espécie de crescimento rápido. Segundo Carlson; Parsons (1997) para tubarões menores, como *Sphyrna tiburo* e *Sphyrna tudes*, a taxa de crescimento é mais rápida que em espécies de tubarões maiores.

Nota-se grande diferença entre os parâmetros do atual estudo com o de Stride et al. (1992), principalmente na constante de crescimento. Os parâmetros obtidos no estudo para *S. tudes* por Stride et al. (1992), aponta um crescimento muito rápido ($k=0,46$), incomum para as espécies de tubarões, e ($t_0=-0,9$). Esses parâmetros são reflexos da estrutura etária usada no estudo, onde foi predominante os indivíduos jovens (0 a 5 anos), elevando assim a constata de crescimento. Assim, a curva de crescimento do presente estudo é mais condizente com a biologia da espécie por mostrar indivíduos de 0 a 11 anos tendo uma maior amplitude de idade.

CONCLUSÃO

Apesar do número de amostragem deste estudo ser baixo, ocasionado pela à raridade da espécie, ela se mostrou eficaz para determinar a idade e crescimento da espécie. Dentre os modelos utilizados o que melhor se ajustou ao crescimento da espécie foi o modelo de von Bertalanffy, a caracterizando seu crescimento como rápido. Além disso, os parâmetros de crescimento foram distinta do proposto anteriormente por Stride et al (1998). Demonstrando assim, que os estudos de idade e crescimento de elasmobrânquios são essencial para o conhecimento da história de vida.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. 2016. **Avaliação do risco de extinção dos elasmobrânquios e quimeras no Brasil: 2010-2012**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cepsul/especies-ameacadas.html>>. Acesso em: 15 maio 2018.
- CAMPANA, S. E. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. **Journal of fish biology**, v. 59, n. 2, p. 197-242, 2001.
- CASTRO, J. I. The biology of the golden hammerhead, *Sphyrna tudes*, off Trinidad. **Environmental Biology of Fishes**, v. 24, n. 1, p. 3-11, 1989.
- DULVY, N. K. et al. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. **Elife**, v. 3, 2014.
- EBERT, D. A.; FOWLER, S. L.; COMPAGNO, L. J. V. **Sharks of the world: a fully illustrated guide**. **Wild Nature Press**, 2013.
- GADIG, O. B. F. **Tubarões da costa brasileira**. Tese de Doutorado- Instituto de Biociências de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista, 2001.

LESSA, R.; SANTANA, F. M.; HAZIN, F. H. Age and growth of the blue shark *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) off northeastern Brazil. **Fisheries Research**, v. 66, n. 1, p. 19-30, 2004.

STRIDE, R. K.; BATISTA, V. S.; RAPOSO, L. A. **Pesca experimental de tubarão com redes de emalhar no litoral maranhense**. Projeto desenvolvimento da pesca artesanal marinha do Maranhão. São Luis: ODA/FINEP/UFMA, 1992.

VON BERTALANFFY, L. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). **Human Biology**, v. 10, n. 2, p. 181-213, 1938.