

**JONES SANTANDER NETO**

**IDADE E CRESCIMENTO DO TUBARÃO LOMBO-PRETO,  
*Carcharhinus falciformis*, CAPTURADO NO ATLÂNTICO SUDOESTE TROPICAL**

**RECIFE,  
2011**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**IDADE E CRESCIMENTO DO TUBARÃO LOMBO-PRETO,**  
***Carcharhinus falciformis*, CAPTURADO NO ATLÂNTICO SUDOESTE TROPICAL**

**Jones Santander Neto**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Recursos Pesqueiros e Aquicultura

**Prof.(a) Dr.(a) ROSÂNGELA PAULA  
TEIXEIRA LESSA**  
Orientador

**Recife,**  
**Julho/2011**

Ficha catalográfica

S232i Santander-Neto, Jones

Idade e crescimento do tubarão lombo preto,  
*Carcharhinus falciformis*, capturado no Atlântico sudoeste tropical /  
Jones Santander Neto. – Recife, 2011.

59 f. : il.

Orientadora: Rosângela Paula Teixeira Lessa.  
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e  
Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, 2011.

Referências.

1. Idade 2. Crescimento 3. Tubarão lombo preto I. Lessa,  
Rosângela Paula Teixeira, orientadora II. Título

CDD 639

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**IDADE E CRESCIMENTO DO TUBARÃO LOMBO-PRETO, *Carcharhinus*  
*falciformis*, CAPTURADO NO ATLÂNTICO SUDOESTE TROPICAL**

**Jones Santander Neto**

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 08/07/2011 pela seguinte Banca Examinadora.

---

**Prof(a). Dr(a). Rosângela Paula Teixeira Lessa**  
(Orientadora)

Departamento de Pesca e Aquicultura  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof. Dr. Francisco Marcante Santana**  
Unidade Acadêmica de Serra Talhada  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes**  
Departamento de Pesca e Aquicultura  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof. Dr. Humber Agreli de Andrade**  
Departamento de Pesca e Aquicultura  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Dr. Marcelo Francisco de Nóbrega**  
Departamento de Pesca e Aquicultura  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **Dedicatória**

Dedicamos este trabalho a conservação do tubarão  
lombo preto

## **Agradecimentos**

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

À CAPES pela concessão de bolsa de mestrado

À Rosângela Lessa que aceitou me orientar e com isso tem proporcionado o aprendizado de diversos aspectos da dinâmica populacional de elasmobrânquios. A ela agradeço toda a compreensão, carinho e valorização em momentos cruciais desta jornada e sou mais grato ainda pelos momentos onde me mostrou o quanto ainda tenho a aprender.

À minha mãe, que viveu minhas conquistas e principalmente chorou as minhas quedas como se fossem os seus próprios desafios, sempre me apoiando em tudo que foi necessário durante essa etapa da minha vida.

À minha família, que mesmo distante, me apoiou, me inspirou e dedicou palavras de carinho nos momentos que mais precisei. Obrigado Manoel Norberto, Mércia Santander (in memoriam), Eloá Santander, Álvaro Santander e Julie Santander.

Ao Rodrigo Barreto que além de um professor e entusiasta, se tornou um grande amigo e o grande alicerce para que eu suportasse todas as dificuldades que encontrei durante esse período aqui em Recife. Mais que um amigo, uma família.

Aos meus colegas de laboratório Maria Lúcia, Francisco Marcante, Marcelo Nóbrega, Rodrigo Barreto, Paulo Duarte, Rayd Nunes, Railma Vilanova, Dimonique Bezerra, Camila Rodrigues, Dante Freitas, Nelson Novelli, Andressa Carolina, Pedro Gomes, Tiago Veiga, Jonas Rodrigues, Rafael Santiago, Carolina Ferraz, Renata Mendes, Kaio Lopes e Daniel Melo pelo convívio agradável proporcionado.

A todos meus colegas de mestrado e, em especial a Natália Lacerda, Ilka Branco, Diogo Nunes, Marcus Vinícius, Willy Vila Nova e Vanessa Batista.

Aos amigos sempre dispostos a valiosos momentos de conversa sobre os elasmobrânquios e sobre esta jornada. Em especial, Rodrigo Barreto, Bruno Macena (Batóideo-Mor), Diogo Nunes, Ilka Branco, Sibebe Mendonça, Gabriela Pinto, Fernanda Lana, Ana Rita, Danielle Lins, Luis Valença, Bruno Lins, Artur Fernandes, Amanda Aguiar, Mariana Lucena, Edson e Igor Lins.

A pessoas que mesmo distantes fisicamente souberam me ceder alguns minutos de conselhos, amizade e carinho: Vicente Faria, Bruno Jucá, Carla Luciana, Daniele Menezes, Mayra Vettorazi, Tiego Costa, Danilo de Carvalho, Jorge Filho, Mario Filho e João José.

À Emiko Shinozaki e Paulo Mendes pelo suporte oferecido no início da minha trajetória em Recife, serei sempre muito grato pelo carinho e cuidado mesmo não sabendo transformar toda a gratidão em palavras.

## Resumo

Tubarões lombo preto, *Carcharhinus falciformis* (Muller e Henle, 1839) foram capturados entre outubro de 2007 a março de 2011 pela frota industrial atuando com espinhel pelágico no Atlântico sudoeste Tropical (010° W/ 035° W, 05° N/ 30° S). Foram coletadas vértebras de 105 exemplares, sendo 34 machos (105–268,2 cm CT), 35 fêmeas (85–274,2 cm CT) e 36 indivíduos de sexo não identificado (68,8–256,1 cm CT). Um indivíduo em vida livre medindo 68,8 cm CT não apresentou marca de nascimento. O índice de porcentagem de erro médio (IAPE) estimado entre dois leitores variou de 0% a 7,69% (média= 3,88%) nas vértebras de espécimens com 1 e 14 pares de bandas, respectivamente. Ao analisar o incremento marginal relativo (IMR) não se verificou diferenças ( $p \geq 0,05$ ) entre os meses, logo assumiu-se a deposição de um anel anual como utilizado para as demais espécies da família Carcharhinidae, inclusive *C. falciformis*. Idades variaram de 0 a 20 anos. Não houve diferenças ( $p \geq 0,05$ ) no crescimento entre os sexos. Modelos derivados de von Bertalanffy, particularmente VBGM duas fases, melhor representou o crescimento para a espécie, que foi evidenciado pelo menor valor do critério de informação de Akaike. Parâmetros de crescimento estimado foram  $L_{\infty} = 303$  cm,  $k = 0,086$ ,  $t_0 = -4,71$ ,  $h = 0,17$  e  $t_h = 11,62$  com o VBGM duas fases e  $L_{\infty} = 292$  cm,  $k = 0,089$ , and  $t_0 = -4,87$  com o VBGM. O VBGM foi utilizado para as demais análises. Machos e fêmeas maturam com 10,8 e 12,5 anos, respectivamente e a idade com que atingem 95% do  $L_{\infty}$  é 30,3 anos.

**Palavras-chave:** Idade, crescimento, tubarão lombo preto.

## Abstract

From October 2007 to March 2011, 105 silky sharks, *Carcharhinus falciformis* (Muller e Henle, 1839), (68–274.2 cm in total length, TL) were collected from industrial fleet (longline) carried out on Southwestern Tropical Atlantic (010° W/ 035° W, 05° N/ 30° S). Vertebral sections from 34 males (105–268.2 cm TL), 35 females (85–274.2 cm TL), and 36 individuals of unknown sex (68.8–256.1 cm TL) were analyzed. One 68.8 cm TL individual did not have birth ring. The index of average percentage of error (IAPE) estimated from two readings ranged from 0 to 7.69 (mean=3.88%) in the vertebrae of specimens with 1 and 14 band pairs, respectively. There were no differences ( $p \geq 0.05$ ) in the monthly marginal increment (MIR) analysis between months then we considered an annual ring deposition as other species of the Carcharhinidae family, including *Carcharhinus falciformis*. Ages range from 0 to 20 years. There were no differences ( $p \geq 0.05$ ) in growth between sexes. Models derived from von Bertalanffy, particularly the VBGM two phase, best represented growth for the species, which was evidenced by the lowest Akaike information criterion value. Growth parameters estimated for both sexes were  $L_{\infty} = 303$  cm,  $k = 0.086$ ,  $t_0 = -4.71$ ,  $h = 0.17$ , and  $t_h = 11.62$  with the VBGM two phase model, and  $L_{\infty} = 292$  cm,  $k = 0.089$ , and  $t_0 = -4.87$  with the VBGM. The VBGM was used to other analysis. Males and females mature at 10.8 and 12.5 years of age, respectively, and the age that attain 95% of the  $L_{\infty}$  is 30.3 years.

**Key words:** Age, growth, silky shark.



## Lista de figuras

	Página
Figura 1- Tubarão lombo preto, <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	13
Figura 2- Área de distribuição do tubarão lombo preto, <i>Carcharhinus falciformis</i> , no mundo .....	14
Figura 3- Estruturas rígidas utilizadas na determinação de idades em chondrichthyes. a) vértebra; b) espinho dorsal; c) arco neural; d) espinho caudal. Fonte: a) Goldman, 2005; b e d) Cailliet e Goldman, 2004; c) McFarlane et al., 2002.....	16

## Lista de figuras (Artigo)

	Página
Figura 1- Distribuição de frequência de comprimentos do tubarão lombo preto, <i>Carcharhinus falciformis</i> , capturado no Atlântico Sudoeste Tropical. Barras pretas são machos; barras brancas são fêmeas e barras listradas correspondem a sexo não identificado.....	33
Figura 2- Relação entre o raio da vértebra e o comprimento total do tubarão lombo preto, <i>Carcharhinus falciformis</i> , capturado no Atlântico Sudoeste Tropical.....	34
Figura 3- Incremento marginal relativo (IMR) do tubarão lombo preto, <i>Carcharhinus falciformis</i> , capturado no Atlântico Sudoeste Tropical.....	35
Figura 4- Curvas de crescimento estimadas a partir dos comprimentos retrocalculados para o tubarão lombo preto, <i>Carcharhinus falciformis</i> , capturado no Atlântico Sudoeste Tropical.....	38

## Lista de tabelas (Artigo)

	Página
Tabela 1- Modelos de crescimento ajustados aos pares de comprimento e idade.....	31
Tabela 2- Análise de resíduo em função das quatro formas de estimar parâmetros de crescimento através do VBGM para o tubarão lombo preto, <i>Carcharhinus falciformis</i> , capturado no Atlântico Sudoeste Tropical.....	36
Tabela 3- Dados de comprimento observados e retrocalculados ajustados a idades para sexos agrupados de tubarão lombo preto, <i>Carcharhinus falciformis</i> , capturado no Atlântico Sudoeste Tropical. ....	37
Tabela 4- Modelos de crescimento ranqueados com base no critério de informação de Akaike (AIC e AICc); $\Delta_i$ = diferença de Akaike; $w_i$ = peso de Akaike. K=número de constantes do modelo; Var= variância; MLL= LogVerossimilhança mínimo.....	38
Tabela 5- Modelos de crescimento e parâmetros estimados para tubarão lombo preto, <i>Carcharhinus falciformis</i> , usando von Bertalanffy (VBGM), von Bertalanffy modificado com tamanho de nascimento (VBGMb), von Bertalanffy com duas fases (VBGMtp), Gompertz, e Logístico. $L_\infty$ = comprimento máximo teórico; k= constante de crescimento; $t_0$ = idade teórica onde o comprimento do peixe é zero.....	38
Tabela 6- Parâmetros de crescimento de von Bertalanffy (VBGM) para o tubarão lombo preto, <i>Carcharhinus falciformis</i> , em diversas regiões.....	45

## Sumário

	Página
Dedicatória	5
Agradecimento	6
Resumo	7
Abstract	8
Lista de figuras	9
Lista de tabelas	10
1- Introdução.....	12
2- Revisão de literatura.....	15
3- Referência bibliográfica .....	21
4- Artigo científico .....	26
4.1- Normas da Revista Fishery Bulletin.....	55

## 1- Introdução

Os elasmobrânquios (Subclasse Elasmobranchii) são peixes cartilagosos, representados por mais de 1100 espécies das quais 500 espécies são tubarões, agrupados em oito ordens, encontrados no mundo inteiro em todos os ambientes marinhos, desde águas rasas próximas à costa até profundidades além dos 2000 metros (COMPAGNO *et al.*, 2005).

No Brasil, Lessa *et al.* (1999) ao realizar o levantamento da fauna dos elasmobrânquios, relataram a ocorrência de 82 espécies descritas de tubarões. Atualmente, nas avaliações de risco de extinção do ICMBIO que seguem critérios da UICN, considerando as sinonímias e descrições, totalizaram-se da mesma forma em 82 espécies de tubarões (Lessa, *com. pess.*). Vale ressaltar que a maioria das espécies provém de capturas em regiões costeiras e oceânicas pelágicas, sendo ainda pouco conhecida a composição específica de tubarões que habitam áreas mais profundas.

Em geral, os tubarões são extremamente susceptíveis a sobrepesca devido às suas características biológicas que incluem o crescimento lento, alta longevidade, maturação sexual tardia e baixa fecundidade (HOLDEN, 1974). O aumento das capturas nas últimas décadas, em diversas regiões, pode exigir a implementação de planos de gestão para a utilização sustentável dos recursos, no entanto, a implementação desses planos é difícil uma vez que os dados biológicos disponíveis para muitas espécies são escassos (JOUNG *et al.*, 2008).

O tubarão lombo-preto, *Carcharhinus falciformis* (MÜLLER e HENLE, 1839) (Fig. 1), é uma espécie com corpo fino e alongado, focinho relativamente longo e arredondado. Os dentes da mandíbula superior possuem cúspide oblíqua com borda serrilhada e os da maxila inferior são pontiagudos. A primeira nadadeira dorsal é baixa, com ápice arredondado e base situada após o fim da margem livre da nadadeira peitoral,

que é relativamente longa e falcada. Apresenta crista dérmica interdorsal (COMPAGNO, 1984; COMPAGNO et al., 2005).



Figura 1. Tubarão lombo preto, *Carcharhinus falciformis*. Fonte: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)

O tubarão lombo preto apresenta segregação ao longo do desenvolvimento ontogenético com jovens associados a plataforma continental e bancos oceânicos e adultos em alto mar (COMPAGNO, 1984; BONFIL et al., 2007), porém, para o atlântico sul equatorial, o padrão de indivíduos adultos em áreas distantes da costa (alto-mar) não foi confirmado, sendo estes também mais abundantes em bancos oceânicos (SANTANDER-NETO e LESSA, 2010). A espécie é distribuída em mares tropicais e sub-tropicais de todo o globo (fig. 2) (COMPAGNO et al., 2005).



Figura 2. Área de distribuição do tubarão lombo preto, *Carcharhinus falciformis*, no mundo. Fonte: IUCN

O espadarte (*Xiphias gladius*) e os atuns (*Thunnus spp.*) são espécies-alvo da pesca industrial oceânica que atua no Atlântico Sul e utiliza como petrecho o espinhel monofilamento, entretanto em 2007, cerca de 30% da captura dessa modalidade de pesca foi representada pelos tubarões (ICCAT, 2008). Em âmbito mundial a captura de tubarões está associada ao mercado de barbatanas em Hong Kong, onde o tubarão lombo preto representa 3,5%, sendo o terceiro mais comercializado, precedido pelo tubarão azul, *Prionace glauca* (17,3%) e dos tubarões martelo, *Sphyrna lewini* e *S. zygaena* (4,4%) (CLARKE et al., 2006).

A UICN classifica o tubarão lombo preto como próximo de ameaça apresentando assim, tendência de decréscimo populacional, podendo em futuro breve ser considerada como vulnerável (BONFIL et al., 2007). A ICCAT classifica essa espécie como a quarta mais vulnerável dentre os elasmobrânquios segundo as avaliações de risco ecológico-ERA (CORTÉS et al., 2008). Das três espécies que precedem o lombo-preto nas ERAs, com riscos maiores, portanto, duas já tiveram a captura proibida (*Alopias superciliosus* e *Carcharhinus longimanus*) pela ICCAT, tornando o tubarão lombo preto uma das próximas espécies em foco para ações de conservação.

Tendências espécie-específicas para o tubarão lombo preto são difíceis de estimar, inclusive devido à dificuldade de distingui-lo de outros Carcharhinídeos (IUCN, 2007). Essa dificuldade de identificação fica evidente em trabalhos onde é agrupada com outras espécies do gênero *Carcharhinus* (HAZIN et al., 1990).

O conhecimento dos parâmetros da história de vida é fundamental para avaliar a vulnerabilidade das populações de tubarões comercialmente exploradas. O estudo da idade e crescimento é necessário para avaliar a situação do estoque, uma vez que, as informações geradas, servem como dados de entrada para estimativas de mortalidade e, por conseguinte, nas análises demográficas, que são utilizadas para o manejo destas pescarias.

## **Revisão de literatura**

A estimativa da idade e do crescimento é parte importante no estudo da biologia dos peixes, constituindo-se a base para o cálculo das taxas de crescimento, mortalidade e produtividade. O estudo do crescimento significa, basicamente, a determinação do tamanho do corpo em função da idade e, por consequência, todos os métodos analíticos de avaliação de estoques trabalham essencialmente com dados de composição de idades (SPARRE E VENEMA, 1997).

O objetivo do estudo de idade e crescimento é descrever a relação entre a idade e o comprimento de uma espécie (GOLDMAN, 2005). Diversas técnicas podem ser usadas nas estimativas das taxas de crescimento das espécies de peixes (BROTHERS, 1983). Interpretações das marcas sazonais em estruturas calcificadas, comparação com modelos teóricos de crescimento, dados de marcação e recaptura, crescimento em cativeiro e análise de distribuição de frequência de comprimentos têm sido as técnicas freqüentemente utilizadas (GOLDMAN, 2005).

Em chondrichthyes a estimativa das idades é comumente realizada através de contagem de anéis etários em vértebras, também sendo utilizados, espinhos dorsais, arco neurais e espinho caudais, quando possível.

As vértebras (Figura 3.a) são as estruturas mais amplamente utilizadas em função de estar presente em todos os chondrichthyes e apresentar, em geral, uma boa calcificação permitindo a leitura de anéis etários. Os espinhos dorsais (Figura 3.b) vem sendo analisados particularmente em tubarões da família Squalidae e em quimeras. Os arcos neurais (Figura 3.c) apesar de não terem sido validados, foram utilizados por McFarlane et al. (2002) no tubarão de seis guelras, *Hexanchus griseus*, sugerindo-se com uma estrutura alternativa na estimativa de idades em espécies com pobre calcificação vertebral. Os espinhos caudais (Figura 3.d) tem sido também utilizados para estimativa de idades, em rajídeos (Gallagher e Nolan 1999).

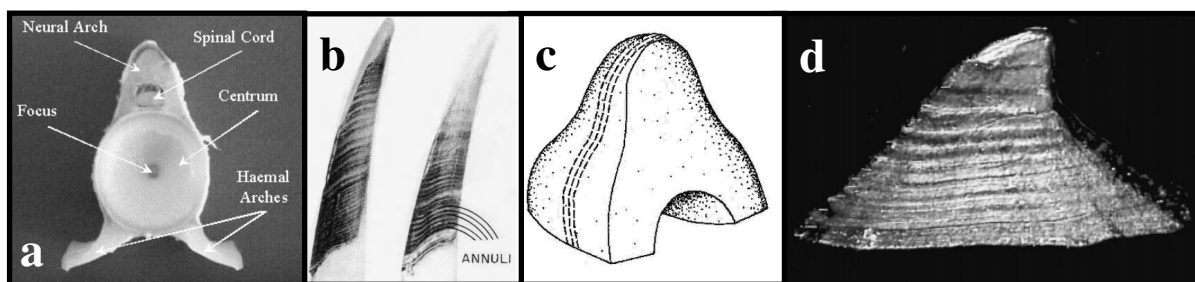


Figura 3. Estruturas rígidas utilizadas na determinação de idades em chondrichthyes. a) vértebra; b) espinho dorsal; c) arco neural; d) espinho caudal. Fonte: a) Goldman, 2005; b e d) Cailliet e Goldman, 2004; c) McFarlane et al., 2002

As espécies das famílias Carcharhinidae, Sphyrnidae e Triakidae apresentam uma morfologia padrão nas vértebras (COMPAGNO, 1988), que são compostas pelo *corpus calcareum* e arcos neural e hemal, localizados na posição dorsal e ventral, respectivamente (Figura 3a). O centro da vértebra (foco) é formado por dois cones côncavos obtusos, cujos ápices estão juntos e opostos (FERREIRA e VOOREN, 1991).

A relação entre o raio da estrutura e o comprimento total do indivíduo é um requisito básico para que se possa estudar o crescimento, a partir das estruturas



calcificadas (SMITH, 1983). Whitney e Carlander (1957 *apud* FRANCIS, 1990) demonstraram que existem duas hipóteses relacionadas à proporcionalidade entre essas duas variáveis que permitem realizar o retrocálculo dos tamanhos às idades prévias. É, então, assumida uma proporcionalidade entre o tamanho do peixe e o raio da estrutura.

Em estudos de idade a partir de estruturas rígidas é verificado um padrão de incremento de carbonato de cálcio, que apresenta alternâncias nas propriedades ópticas visualizadas como bandas opacas e translúcidas. O conjunto de uma zona opaca e uma zona translúcida é denominado *annulus* (anel etário). Esses incrementos de crescimento no decorrer do tempo foram chamados de diversas formas o que levou a uma ausência de padronização na terminologia utilizada. Visando essa padronização da terminologia em estudos de idade em chondrichthyes, Cailliet et al. (2006) sugeriram os seguintes termos a serem utilizados: (1) Bandas opacas e translúcidas; (2) Pares de bandas (referido como *annuli* e/ou anéis), compreendendo uma banda opaca e uma translúcida; (3) incrementos que são medidas de bandas ou pares de bandas, parciais ou completos.

A validação é a identificação e confirmação da periodicidade de deposição dos incrementos no crescimento, sendo um requisito básico para estudar o crescimento utilizando estruturas rígidas (CASSELMAN, 1983) e a única forma de conhecer a acurácia da metodologia (CAMPANA, 2001). Campana (2001) destaca o método do Incremento Marginal (IM), como o mais utilizado para validar o crescimento em peixes.

O retrocálculo é uma importante ferramenta que permite preencher as lacunas de uma amostra de tamanho reduzido em certas classes como, por exemplo, jovens e classes intermediárias, obtendo-se um valor confiável (GOLDMAN, 2005). Permite monitorar as taxas de crescimento médias de várias classes de idade na população e identificar as épocas em que o crescimento é lento ou rápido. Essa informação pode ser

usada para estabelecer correlações com fatores ambientais e biológicos e para prover dados básicos para construir e aplicar modelos de previsão do crescimento.

Existe uma série de modelos de crescimento de peixes (Ex.: RICHARDS, 1959; SCHNUTE, 1981 e GOMPertz, 1875), porém, o de von Bertalanffy na forma proposta por Beverton (1954) é o mais comumente aplicado. No entanto, é fundamental a comparação entre os modelos para verificar qual melhor se ajusta aos dados, uma vez que cada espécie apresenta um padrão diferente no crescimento.

Para avaliar o quão é adequado o ajuste aos dados, a análise atualmente mais aceita é baseada no critério de informação de Akaike (AIC) (AKAIKE, 1973; BURNHAM e ANDERSON, 2002), considerando-se o menor valor de AIC como indicativo do melhor dentre os modelos testados. O ‘peso de Akaike’ ( $w_i$ ) avalia em proporção, a relevância de cada modelo ajustado. Esta análise considera um modelo como “único vencedor” aquele que apresentar o  $w_i > 90\%$  (KATSANEVAKIS, 2006).

Em estudos anteriores sobre o tubarão lombo preto, no Golfo do México, este tem como tamanho de primeira maturação 225 cm de comprimento total (CT) para fêmeas, correspondendo a idade de primeira maturidade de 9 anos e para machos entre 210 e 220 cm ou 6 a 7 anos. Os parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy foram,  $k= 0,153$ ;  $L_{\infty} = 291$  cm e  $t_0= -2,2$  anos. Os embriões a termo mediam cerca de 70 cm (BRANSTETTER, 1987).

Por sua vez, no Banco de Campeche, também no Golfo do México, o nascimento ocorre com cerca de 76 cm CT, no início do verão depois de uma gestação de 12 meses (BONFIL et al., 1993). Machos maturaram com cerca de 10 anos (225 cm CT) e fêmeas com mais de 12 anos (232 à 245 cm CT). As idades máximas registradas foram 20 e 22 anos, para machos e fêmeas, respectivamente. Os parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy foram,  $k= 0,101$ ;  $L_{\infty} = 311$  cm CT e  $t_0= -2,718$  anos.

No Oceano Pacífico, o tubarão lombo preto teve um tamanho de primeira maturação para machos entre 180 e 186 cm CT (5 a 6 anos) e fêmeas entre 200 e 206 cm (6 a 7 anos). O tamanho de nascimento foi estimado entre 65 e 81 cm CT. A idade máxima registrada foi de 13 e 8 anos para fêmeas e machos, respectivamente. Os parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy para sexos agrupados foram,  $k=0,148$ ;  $L_{\infty}=287,7$  cm e  $t_0=-1,76$  anos (OSHITANI et al., 2003).

Na Indonésia, o tubarão lombo preto não apresenta uma clara tendência de período reprodutivo, porém um leve pico na reprodução entre março e maio foi observado. Os parâmetros de Von Bertalanffy foram  $k=0,07$ ;  $L_{\infty}=298$  cm CT e  $t_0=-4,9$  anos. O tamanho de primeira maturação para machos foi de 208 cm (13 anos) e para fêmeas 216 cm (15 anos), com idade máxima de 19 e 20 anos para fêmeas e machos, respectivamente. A fecundidade foi de 2 a 14 embriões por gestação e o tamanho médio de nascimento foi 68 cm (BARTRON, 2006).

Em águas do Nordeste de Taiwan, o tubarão lombo preto formou bandas de crescimento entre dezembro e janeiro, sendo contadas 11 e 14 bandas para fêmeas e machos, respectivamente. Os parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy foram  $k=0,084$ ;  $L_{\infty}=332$  cm CT e  $t_0=-2,761$  anos. O tamanho de primeira maturação para machos foi de 212,5 cm (9,3 anos) e para fêmeas entre 210 e 220 cm (9,2 a 10,2 anos). A fecundidade foi de 8 a 10 embriões por gestação e o tamanho de nascimento foi entre 63,5 e 75,5 cm (JOUNG et al., 2008).

Adicionalmente, Sánchez-de Ita et al. (2011) encontraram marcas pré-nascimento (intrauterinas) anteriormente à marca de nascimento para o tubarão lombo preto capturado na costa oeste de Baja Califórnia Sur, leste do Pacífico e os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy estimados foram  $k=0,14$ ;  $L_{\infty}=240$  cm CT e  $t_0=-2,98$

anos. A idade máxima encontrada foi de 16 e 14 anos para fêmeas e machos, respectivamente.

No Atlântico Sul, na região do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Hazin *et al.* (2007) analisando 96 indivíduos (1♂:1♀) com comprimentos entre 75 e 295 cm, sugerem que o tamanho de primeira maturação ocorra aproximadamente em 230 e 220 cm, para fêmeas e machos, respectivamente. O tamanho da ninhada variou de 4 a 15 embriões (1♂:1,17♀) e embriões variaram de 11 a 77,5 cm. Não foi observado evidência de sazonalidade na reprodução.

Em virtude da diferença nos parâmetros populacionais estimados para o tubarão lombo preto em diferentes partes do mundo, Bonfil (2008) sugere estudos genéticos com o fim de verificar a presença de populações distintas, baseado em possíveis barreiras físicas entre eles.

Inicialmente a coleta de dados compreendia os exemplares advindos da frota industrial e os provenientes do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), que consiste no ponto mais extremo do território brasileiro, localizado na porção Norte do Atlântico (0° 55'02"N, 029° 20'42"W). Porém, na II reunião de avaliação de Chondrichthyes do ICMBio realizada em João Pessoa, Paraíba na primeira semana de junho do corrente ano, foi observado a presença de cerca de duas outras espécies sendo classificadas como tubarão lombo preto no ASPSP. Em virtude do exposto cerca de 75 vértebras foram descartadas devido aos problemas de identificação na região do ASPSP.

A espécie vem sendo bastante capturada há décadas e segundo a UICN (Bonfil *et al.*, 2007) a espécie é considerada como próxima de ameaça, podendo vir a ser inserida como ameaçada num futuro próximo. A investigação de parâmetros populacionais da espécie é fundamental para a avaliação do status populacional e conseqüente conservação da espécie.

### 3- Referência bibliográfica

AKAIKE, H. Information theory as an extension of the maximum likelihood principle. Pages 267–281 in B. N. Petrov, and F. Csaki, (eds.) **Second International Symposium on Information Theory**. Akademiai Kiado, Budapest, 1973.

BARTRON, C. Age and growth, and reproductive biology of the Gummy Shark *Mustelus antarcticus* from south-western Australia and the Silky Shark *Carcharhinus falciformis* from eastern Indonesia. 2006. 119p. **Honours Degree** of Murdoch University, Murdoch, Austrália.

BEVERTON, R.J.H. Notes on the use of theoretical models in the study of the dynamics of exploited fish populations. United States Fishery Laboratory, Beaufort, North Carolina, **Miscellaneous Contribution** 1954 (2), 159 pp.

BONFIL, R.; MENA, R.; ANDA, D. de. Biological parameters of commercially exploited silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, from the Campeche Bank, México. In: BRANSTETTER, S. **Conservation biology of elasmobranchs**. NOAA Technical Reports NMFS. Silver Spring, MD, 1993. p. 73-86.

BONFIL, R., AMORIM, A., ANDERSON, C., ARAUZ, R., BAUM, J., CLARKE, S.C., GRAHAM, R.T., GONZALEZ, M., JOLÓN, M., KYNE, P.M., MANCINI, P., MÁRQUEZ, F., RUÍZ, C. & SMITH, W. 2007. *Carcharhinus falciformis*. In: **IUCN 2010**. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on **25 May 2011**.

BONFIL, R. The biology and ecology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*. In: **Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation** (eds. M. D. Camhi, E. K. Pikitch and E. A. Babcock). Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2008.

BRANSTETTER, S. Age, growth, and reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*, and the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. **Environmental Biology of Fishes**, v.19, 161–173, 1987.

BROTHERS, E.B. Summary of round table discussions on age validation. **NOAA Technical Reports NMFS** 8:35-44, 1983.

BURNHAM, K.P.; ANDERSON, D.R. **Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach**, 2nd edn. Springer-Verlag, New York, 488 pp, 2002.

CAILLIET, G.M.; GOLDMAN, K.J. Age determination and validation in chondrichthyan fishes. In: Carrier J, Musick JA, Heithaus MR (eds) **Biology of sharks and their relatives**. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, pp 399–447, 2004.

CAILLIET, G.M.; SMITH, W.D.; MOLLET, H.F.; GOLDMAN, K.J. Age and growth studies of chondrichthyan fishes: the need for consistency in terminology, verification, validation, and growth function fitting. **Environ. Biol. Fish.** 77, 211–228, 2006.

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** 59: 197-242. 2001.

CASSELMAN, J.M. Age and growth assessment of fish from their calcified tissue-techniques and tools. **NOAA Technical Report NMFS** 8:1-17. 1983.

CLARKE, S.C., MAGNUSSEN, J.E., ABERCROMBIE, D.L., MCALLISTER, M.K., SHIVJI, M.S. Identification of shark species composition and proportion in the Hong Kong shark fin market based on molecular genetics and trade records. **Conservation Biology**, v.20 (1), 201–211, 2006.

COMPAGNO, L.J.V. **Sharks of the order Carcharhiniforms**. Princeton University, Press, 445 pp. 1988.

COMPAGNO, L.J.V. **Sharks of the World**—an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date, part 2: Carcharhiniformes. **FAO Spec. Catal.**, Rome, v.4, p.251-655, 1984.

COMPAGNO, L.J.V.; DANDO, M.; FOWLER, S. **Sharks of the world**. Princeton University Press, 368 p., Princeton, 2005.

CORTES, E.; AROCHA, F.; BEERKIRCHER, L.; CARVALHO, F.; DOMINGO, A.; HEUPEL, M.; HOLTZHAUSEN, H.; SANTOS, M.N.; RIBERA, M.; SIMPFENDORFER, C.. Ecological risk assessment of pelagic sharks caught in atlantic pelagic longline fisheries. **Aquatic Living resources**, 23 (1),pp. 25-34, 2010.

CORTES, E.; AROCHA, F.; BEERKIRCHER, L.; CARVALHO, F.; DOMINGO, A.; HEUPEL, M.; HOLTZHAUSEN, H.; SANTOS, M.N.; RIBERA, M.; SIMPFENDORFER, C.. Ecological risk assessment of pelagic sharks caught in atlantic pelagic longline fisheries. **SCRS/2008/138**, ICCAT, 2008.

FERREIRA, B.P.& VOOREN, C.M. Age, growth and structure of vertebra in the school shark *Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758) from southern Brazil. **Fishery Bulletin**. 89: 19-31. 1991.

FRANCIS, R.I.C.C. Back-calculation of fish length: a critical review. **Journal of Fish Biology**, v.36, p. 883–902, 1990.

GALLAGHER, M; NOLAN, C.P. A novel method for the estimation of age and growth in rajids using caudal thorns. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 56:1590–1599, 1999.

GOLDMAN, K.J. Age and growth of elasmobranch fishes. pp. 97–132. In: Musick, J.A.; Bonfil, R. (eds) **Management techniques for elasmobranch fisheries**. FAO Fisheries Technical Paper. No. 474. Rome, FAO, 251p, 2005.

GOMPERTZ, B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. **Phi. Trans. R. Soc. Lond.** 115: 515-585, 1875.

HAZIN, F.H.V.; COUTO, A.A.; KIHARA, K.; OTSUKA, K.; ISHINO, M. Distribution and abundance of pelagic sharks in the south-western equatorial Atlantic. **J. Tokyo Univ. Fish.** 77(1):51–64, 1990.

HAZIN, F.H.V.; OLIVEIRA, P.G.V.; MACENA, B.C.L. Aspects of the reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis* (NARDO, 1827), in the vicinity of archipelago of saint peter and saint paul, in the equatorial atlantic ocean. **Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, 60(2): 648- 651, 2007.

HOLDEN, M.J. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. In: Jones, E.H. (Ed.), **Sea Fisheries Research**. John Wiley and Sons, New York, 1974. p. 117–137.

ICCAT. **Statistical Bulletin**. Madri, Espanha, 37: 221p. 2008.

IUCN. **The Conservation Status of Pelagic Sharks and Rays**. Report of the IUCN Shark Specialist Group Pelagic Shark Red List Workshop Tubney House, University of Oxford, UK, 19–23 February 2007.

JOUNG, S.J.; CHEN, C.T.; LEE, H.H.; LIU, K.M. Age, growth and reproduction of silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, in northeastern Taiwan waters. **Fisheries Research**, v.90, p. 78-85, 2008.

KATSANEVAKIS, S. Modelling fish growth: Model selection multi-model inference and model selection uncertainty. **Fisheries Research**, 81: 229 – 235, 2006.

LESSA, R., SANTANA, F. M., RINCÓN, G., GADIG, O. B. F. & EL-DEIR, A. C. **Biodiversidade de Elasmobrânquios do Brasil**. Relatório para o Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO), – Necton – Elasmobrânquios. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA). Recife, 119 pp. 1999.

McFARLANE, G.A; KING, J.R; SAUNDERS, M.W. Preliminary study on the use of neural arches in the age determination of bluntnose sixgill sharks (*Hexanchus griseus*). **Fish. Bull.** 100:861–864, 2002.



MÜLLER, J.; HENLE, F.G.J. 1839. Systematische Beschreibung der Plagiostomen. Berlin, Veit, pp. 39-102

OSHITANI, S., NAKANO, S., TANAKA, S. Age and growth of the silky shark *Carcharhinus falciformis* from the Pacific Ocean. **Fisheries Science**, v.69, 456–464, 2003.

RICHARDS, F.J. 1959. A flexible growth function for empirical use. **J. exp. bot.** 10, 290-300.

SANCHEZ-DE ITA, J.A.; QUINONEZ-VELAZQUEZ, C.; GALVAN-MAGANA, F.; BOCANEGRA-CASTILLO, N.; FELIX-URAGA R. Age and growth of the silky shark *Carcharhinus falciformis* from the west coast of Baja California Sur, Mexico. **J. Appl. Ichthyol.** 27, 20–24, 2011.

SANTANDER-NETO, J.; LESSA, R. 2010. Distribuição de tubarões lombo preto, *Carcharhinus falciformis*, no atlântico sudoeste considerando idades e fases do ciclo de vida. **Anais do III Congresso Brasileiro de Oceanografia** p.678-681.

SCHNUTE, J. A versatile growth model with statistically stable parameters. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.** 38: 1128-1140. 1981.

SMITH, C.L. Summary of round table discussion on back calculation. In: Prince, E.D. & L.M. Pulos (eds.), Proceedings of the International Workshop on age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. **NOAA Technical Report NMFS** 8:45-47. 1983.

SPARRE, P.E.; VENEMA, S.C. **Introduction to tropical fish stock.** Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper 306(1). Rome, 1997, p.337.

#### 4- Artigo científico

##### **Idade e crescimento do tubarão lombo-preto, *Carcharhinus falciformis* (Müller e Henle, 1839), capturado no Atlântico Sudoeste Tropical.**

Jones Santander-Neto

Universidade Federal Rural de Pernambuco; Departamento de Pesca e Aquicultura; Rua Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois irmãos, CEP 52171-900.

+55 81 33206523

[jonessn@gmail.com](mailto:jonessn@gmail.com)

#### RESUMO

Tubarões lombo preto, *Carcharhinus falciformis* (Muller e Henle, 1839) foram capturados entre outubro de 2007 a março de 2011 pela frota industrial atuando com espinhel pelágico no Atlântico sudoeste Tropical (010° W/ 035° W, 05° N/ 30° S). Foram coletadas vértebras de 105 exemplares, sendo 34 machos (105–268,2 cm CT), 35 fêmeas (85–274,2 cm CT) e 36 indivíduos de sexo não identificado (68,8–256,1 cm CT). Um indivíduo em vida livre medindo 68,8 cm CT não apresentou marca de nascimento. O índice de porcentagem de erro médio (IAPE) estimado entre dois leitores variou de 0% a 7,69% (média= 3,88%) nas vértebras de espécimens com 1 e 14 pares de bandas, respectivamente. Ao analisar o incremento marginal relativo (IMR) não se verificou diferenças ( $p \geq 0,05$ ) entre os meses, logo assumiu-se a deposição de um anel anual como utilizado para as demais espécies da família Carcharhinidae, inclusive *C. falciformis*. Idades variaram de 0 a 20 anos. Não houve diferenças ( $p \geq 0,05$ ) no crescimento entre os sexos. Modelos derivados de von Bertalanffy, particularmente VBGM duas fases, melhor representou o crescimento para a espécie, que foi evidenciado pelo menor valor do critério de informação de Akaike. Parâmetros de crescimento estimado foram  $L_{\infty} = 303$  cm,  $k = 0,086$ ,  $t_0 = -4,71$ ,  $h = 0,17$  e  $t_h = 11,62$  com o VBGM duas fases e  $L_{\infty} = 292$  cm,  $k = 0,089$ , and  $t_0 = -4,87$  com o VBGM. O VBGM foi utilizado para as demais análises. Machos e fêmeas maturam com 10,8 e 12,5 anos, respectivamente e a idade com que atingem 95% do  $L_{\infty}$  é 30,3 anos.

Palavras-chave: Idade, crescimento, tubarão lombo preto.

## INTRODUÇÃO

O tubarão lombo-preto, *Carcharhinus falciformis*, é uma espécie epipelágica capturada em águas costeiras e oceânicas de regiões tropicais, freqüente nas proximidades de bancos e ilhas oceânicas em profundidades de até 500m (Compagno et al., 2005; Bonfil et al., 2007; Bonfil, 2008). No atlântico oeste, distribui-se de Massachusets nos USA ao Sul do Brasil, incluindo Golfo do México, Mar do Caribe, e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Bonfil et al., 2007; Vaske-Júnior et al., 2010).

A história de vida do tubarão lombo preto vem sendo avaliada em todos os Oceanos. No Atlântico norte aspectos reprodutivos e o crescimento foram avaliados por Branstetter, (1987a) e Bonfil et al., (1993) ao passo que Hazin et al., (2007) analisaram a reprodução no Atlântico Equatorial. Entretanto, informações sobre idade e crescimento no Atlântico Sul ainda estão indisponíveis.

A captura dessa espécie no Atlântico Sudoeste Equatorial (03° S/ 07° S e 032° W/ 038° W), em geral é apresentada agrupada à outras espécies do gênero *Carcharhinus* (Hazin et al., 1990) entretanto entre 1999 e 2001, *C. falciformis* apresentou, nas capturas de embarcações comerciais atuando no talude continental até cerca de 90 km da costa (entre 7° e 9° S), uma CPUE de 0,11 ind./100 anzóis, enquanto *Prionace glauca*, a espécie mais abundante, teve uma CPUE de 0,36 ind./100 anzóis (Hazin, 2009).

A captura de tubarões tem chamado atenção pela prática ilegal do finning, que consiste na retirada das barbatanas do animal e posterior descarte da carcaça do mesmo no mar, em virtude do alto atingido pelas barbatanas em detrimento do baixo valor de sua carne.

Atualmente é a segunda espécie de tubarão mais comercializada no mercado de barbatanas de Hong Kong, superada apenas pelo tubarão azul (Clarke et al., 2006).

Análises de risco ecológico indicam o tubarão lombo preto como a espécie mais vulnerável a sobre exploração dentre os elasmobrânquios pelágicos no oceano Atlântico (Cortes et al., 2010). Ademais, segundo a UICN, o tubarão lombo preto é considerado como próximo de ameaça com tendência de decréscimo populacional podendo vir a ser inserido em categorias de ameaça em futuro próximo (Bonfil et al., 2007).

Embora as análises de risco ecológico (ERA) indiquem as espécies mais vulneráveis ao risco de extinção, não esclarecem sobre o estado atual do estoque e nem como ele se comporta diante dos cenários de exploração, o que só é possível com o conhecimento dos parâmetros populacionais dos estoques. Dentre os estudos de idade e crescimento para o tubarão lombo preto realizados, pode-se observar uma grande dissimilaridade entre os parâmetros estimados, desencorajando avaliações de estoques em regiões onde não existam os parâmetros estimados para a espécie.

Assim, visando estimar, pela primeira vez, a curva de crescimento para o tubarão lombo preto do Atlântico Sudoeste Tropical, foram analisadas vértebras e estimados os parâmetros com ajuste de diferentes funções de crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares foram capturados com espinhel pelágico de monofilamento, equipado com cerca de 6 linhas secundárias por samburá, sendo a linha principal de PA monofilamento (3,6 mm). As linhas secundárias foram munidas de um snap de aço conectado a um cabo de monofilamento PA ( $\emptyset$  2mm) com cerca de 15 m conectados a um cabo de multifilamento ou de aço, chamado estropo e, por fim, um anzol de 8, 9 ou 10/0 (Oliveira, 2006). A frota industrial atuou no Atlântico entre 010° W e 035° W, e 05° N e 30° S de onde provem as vértebras analisadas no presente estudo, coletadas por observadores de bordo (PROBORDO/MPA) entre outubro de 2007 e março de 2011.

De cada exemplar, foi registrado o sexo e o comprimento total (CT, em cm) e quando isso não foi possível foi registrado comprimento zoológico (CZ, em cm), comprimento pré-caudal (CP, em cm) e distância inter-dorsal (ID, em cm) que foram convertidos para CT através de relações estabelecidas por Bonfil et al. (1993) e Joung al. (2008). Ainda, um bloco contendo aproximadamente cinco vértebras foi retirado da região abaixo a primeira nadadeira dorsal. Em laboratório, após a remoção do excesso de tecido, as vértebras foram fixadas em formaldeído 4% por 24 h e preservadas em etanol 70% (Gruber e Stout, 1983). Posteriormente, uma das vértebras foi emblocada em resina poliéster transparente, e quando era de diâmetro muito grande, foi seccionadas antes de emblocar, e então foi cortada em serra metalográfica de baixa velocidade com disco de corte diamantado. Em cada vértebra, foi realizado um corte longitudinal para produção de uma fatia com espessura aproximada de 0,3 mm, passando pelo foco.

Seguindo a metodologia Cailliet et al., (2006), foram considerados dois tipos de bandas de crescimento nos cortes, sendo uma banda opaca mais larga e uma banda translúcida mais fina. Cada par de bandas foi considerado um anel.

A contagem dos pares de bandas foi realizada em microscópio estereoscópico, com um aumento de 10 X (1 unidade micrométrica = 1 mm), utilizando-se luz refletida. Com o auxílio de uma ocular micrométrica, foram contados os pares de bandas, e medidas as distâncias do foco a cada banda translúcida bem como a distância do foco da estrutura até a borda da vértebra.

As relações entre o raio da vértebra e o comprimento total, foram calculadas para os sexos separados e comparadas utilizando ANCOVA ( $\alpha=0,05$ ) (Zar, 1996).

Foram realizadas duas leituras independentes, por leitores distintos sem conhecimento prévio do CT e do número de anéis de cada indivíduo estimados em leituras anteriores.

O índice de porcentagem do erro médio (IAPE) (Beamish e Fournier, 1981) foi calculado para comparar a reprodutibilidade entre as duas leituras:

$$IAPE = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n \left( \frac{1}{R_j} \sum_{i=1}^n \left( \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j} \right) \right) 100$$

Onde N = número de vértebras; R<sub>j</sub> = número de leituras do indivíduo j; X<sub>ij</sub> = idade i determinada do indivíduo j; X<sub>j</sub> = idade média calculada para o indivíduo j.

Quando o IAPE estimado de um grupo etário foi maior que 10%, foi realizada uma terceira leitura buscando o consenso.

A avaliar a periodicidade da formação dos grupos etários foi utilizada a análise do incremento marginal relativo (IMR) (Natanson et al., 1995), com o intuito de estimar o período em que um novo anel começa a ser formado, através da equação:

$$IMR = \frac{RV - R_n}{R_n - R_{n-1}}$$

Onde, RV = raio da vértebra; R<sub>n</sub> = raio do último par de banda formado; R<sub>n-1</sub> = raio do penúltimo par de banda formado.

Diferenças significativas entre os meses foram analisadas usando o teste de Kruskal-Wallis com nível de significância de 0,05.

Os comprimentos dos indivíduos em idades prévias foram retrocalculados a partir de medidas entre o foco da vértebra à cada banda translúcida, para cada indivíduo, usando-se a equação de Fraser-Lee (Francis, 1990).

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

Onde, L<sub>t</sub> = Comprimento do indivíduo quando o anel “t” foi formado; R<sub>t</sub> = distância entre o foco da vértebra e cada anel na idade “t”; RV = raio da vértebra; L<sub>c</sub> =

Comprimento do indivíduo no momento da captura; “a” = coeficiente linear da relação RV x CT.

O método baseado em mínima verossimilhança que utiliza a distribuição de qui-quadrado foi utilizado para comparações das curvas de crescimento entre sexos, como proposto por Kimura (1980).

Foram ajustados aos comprimentos observados e retrocalculados: Modelo de von Bertalanffy (VBGM; Beverton, 1954); o modelo de von Bertalanffy para duas fases (VBGMtp; Araya e Cubillos, 2006), um modelo modificado de von Bertalanffy que fixa o início da curva ao tamanho de nascimento ( $L_0$ , em cm) estimado baseado na média entre o maior embrião e o menor indivíduo de vida livre reportado na literatura para a área de estudo por Hazin et al. (2007) (VBGMb; Simpfendorfer et al., 2002); modelo de crescimento de Gompertz (Campana e Jones, 1992); e o modelo logístico (Schnute, 1981) (Tab. 1).

Tabela 1. Modelos de crescimento ajustados aos pares de comprimento e idade.

Modelo	Equação
VBGM	$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$
VBGMtp	$L_t = L_\infty [1 - e^{-kA_t(t-t_0)}] \therefore A_t = 1 - \frac{h}{(t-t_h)^2 + 1}$
VBGMb	$L_t = L_0 + (L_\infty - L_0)[1 - e^{(-k)t}]$
Gompertz	$L_t = L_\infty e^{[-ae^{(-kt)}]}$
Logístico	$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})^{-1}$

Onde,  $L_t$  é comprimento na idade  $t$ ;  $L_\infty$  é comprimento máximo teórico que o indivíduo pode atingir;  $k$  é a constante de crescimento;  $t$  é a idade do indivíduo;  $t_0$  é a idade teórica do tamanho zero;  $a$  é o parâmetro da regressão;  $A_t$  é um fator que modifica  $k$  quando a idade aumenta;  $t_h$  é a idade em que ocorre a transição entre as duas fases e  $h$  determina a magnitude da diferença máxima da idade-comprimento entre VBGM e VBGMtp no ponto  $t_h$ .

Inicialmente, a estimativa dos parâmetros de crescimento foi baseada no VBGM, de quatro maneiras diferentes:

I- Ajustando às idades e aos comprimentos observados;

II- Ajustando às idades e aos comprimentos retrocalculados ao último anel para cada indivíduo e adicionando a média retrocalculada de idades ausentes na amostra;

III- Ajustando às idades e as médias dos comprimentos retrocalculados para cada idade de cada grupo etário;

IV- Ajustando às idades e a todos os comprimentos retrocalculados às idades de todos os indivíduos.

As quatro maneiras foram avaliadas através do método dos mínimos quadrados, onde o menor valor indica a melhor forma de estimar os parâmetros.

Os parâmetros para todos os modelos foram obtidos usando a função Solver do programa Excel, que utiliza verossimilhança. A ferramenta de verossimilhança e a função de iteração bootstrap do programa PopTools (Hood, 2006) foram usadas para gerar intervalos de confiança para cada parâmetro, baseado na mínima verossimilhança.

Os resultados dos modelos foram avaliados segundo o AIC (Critério de Informação de Akaike) e sua forma corrigida (AICc) (Akaike, 1973), de acordo com as equações:

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

$$AICc = n \ln\left(\frac{SQR}{n}\right) + 2K + \frac{K + 1}{n - (K + 1)}$$

Onde,  $\theta$  = mínima verossimilhança; K= número de parâmetros do modelo; SQR= soma dos quadrados dos resíduos.

A diferença entre os valores de AICc ( $\Delta_i = AICc_{i, \text{min}} - AICc_i$ ) de cada modelo foi estimada. Como critério para avaliar o suporte estatístico de cada modelo, foram adotadas as premissas propostas por Burnham and Anderson (2002), onde  $\Delta_i > 10$  o modelo não tem suporte estatístico e pode ser omitido;  $\Delta_i < 2$ , o modelo tem suporte



substancial;  $4 < \Delta i < 7$ , o modelo tem pouco suporte. Adicionalmente o peso de Akaike ( $w_i$ ) foi utilizado para quantificar cada modelo em relação ao ajuste de dados de acordo com a seguinte fórmula:

$$w_i = \frac{e^{(-0.5\Delta i)}}{\sum_{i=1}^n e^{(-0.5\Delta i)}}$$

Usando a curva de crescimento de von Bertalanffy (Beverton, 1954) invertida (Sparre e Venema, 1997), a idade de maturidade foi estimada para tamanhos de 220 e 230 cm (Hazin et al., 2007) de machos e fêmeas, respectivamente. A longevidade ( $\omega$ ) foi estimada utilizando a fórmula proposta por Ricker (1979) e sugerida por Cailliet et al. (2006) para elasmobrânquios:

$$t_x = \frac{1}{k} \ln[(L_\infty - L_0)/(L_\infty(1 - 0,95))]^x$$

Onde,  $t_x$ = tempo em que a espécie atinge a fração  $x$  do  $L_\infty$ ;  $k$ = constante de crescimento;  $L_0$ = tamanho de nascimento;  $L_\infty$ = comprimento máximo teórico.

## RESULTADOS

Dos 105 indivíduos coletados (34 machos, 35 fêmeas e 36 com sexos indeterminados) com comprimentos de 105 a 268,2 cm para machos, 85 a 274,2 cm para fêmeas e 68,8 a 256,1 cm para indivíduos de sexo indeterminado (Fig. 1).

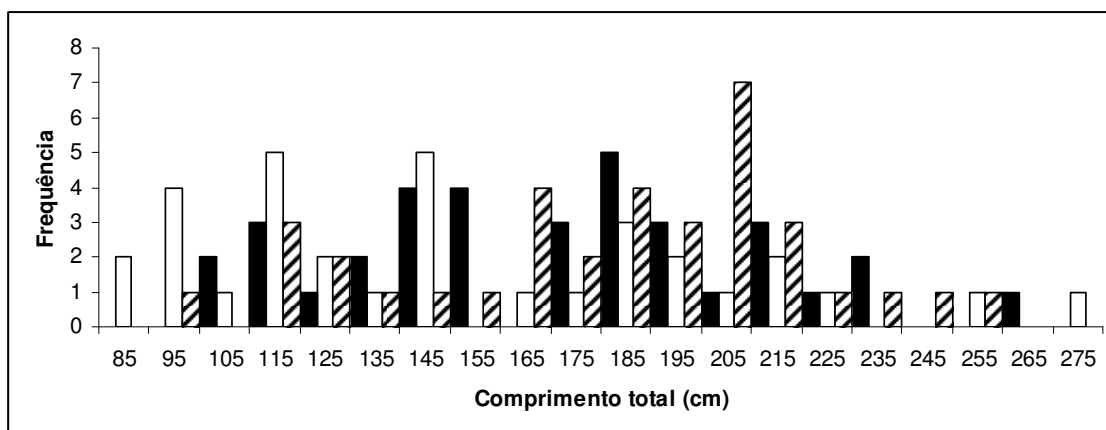


Figura 1. Distribuição de freqüência de comprimentos do tubarão lombo preto, *Carcharhinus falciformis*, capturado no Atlântico Sudoeste Tropical. Barras pretas são machos; barras brancas são fêmeas e barras listradas correspondem a sexo não identificado.

Para a estimativa dos parâmetros de crescimento foram utilizadas 104 vértebras com raio de 3,8 a 16,6 mm. Para fêmeas, o raio das vértebras variou de 3,8 a 16,6 mm e 1 a 21 pares de bandas. Para machos, o raio das vértebras variou de 5,3 a 16,2 mm e 1 a 20 pares de bandas. Um indivíduo de sexo não identificado com 68,8 cm e raio da vértebra igual a 3,4 mm não apresentou nenhum par de bandas formado.

Nas regressões entre o raio da vértebra (RV) e o comprimento total (CT), não houve diferenças significativas entre os sexos (coeficiente angular,  $p=0,662$  e coeficiente linear,  $p=0,149$ ), utilizando ANCOVA. A relação entre o raio da vértebra e o comprimento para a amostra total mostrou uma relação linear  $CT = 15,044RV + 24,454$  ( $R^2 = 0,935$ ;  $n=59$ ) (Fig. 2) indicando que as vértebras são estruturas adequadas para determinação da idade e os métodos baseados na proporção direta são adequados para o retrocálculo.

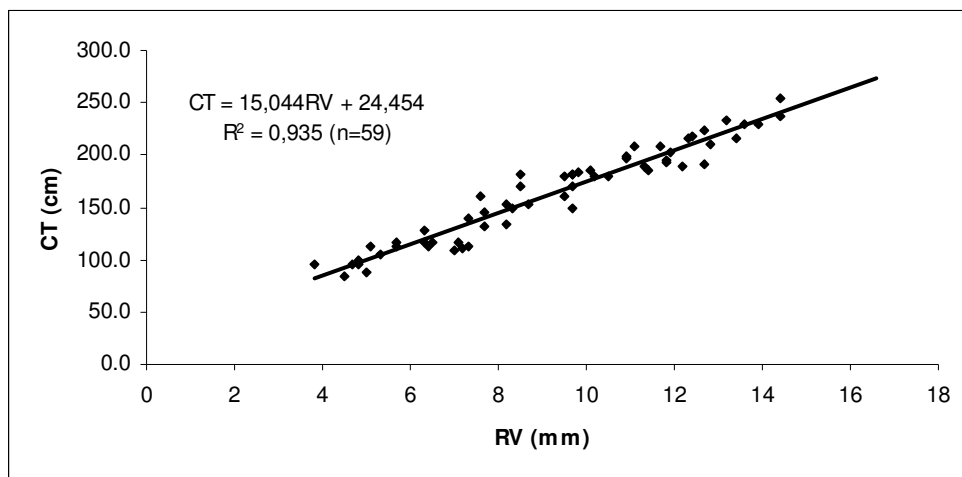


Figura 2. Relação entre o raio da vértebra e o comprimento total do tubarão lombo preto, *Carcharhinus falciformis*, capturado no Atlântico Sudoeste Tropical.

O índice de porcentagem de erro médio (IAPE) inicialmente calculado foi de 5,61% porém as classes que apresentaram erros relativos de leitura superiores a 10% foram relidas. O IAPE após leitura de consenso foi de 3,88% para toda a amostra e a variação ao longo das classes foi de 0% para a idade 0 (1 banda) e 7,69% para a idade 13 (14 bandas).

A análise mensal do incremento marginal relativo (IMR) realizada com 92 indivíduos não apresentou diferenças significativas entre os meses de menor e maior valor ao longo dos meses ( $p=0,7023$ ; G.L=11), apesar disso, o mês de junho apresentou o menor valor de IMR (Fig. 3).

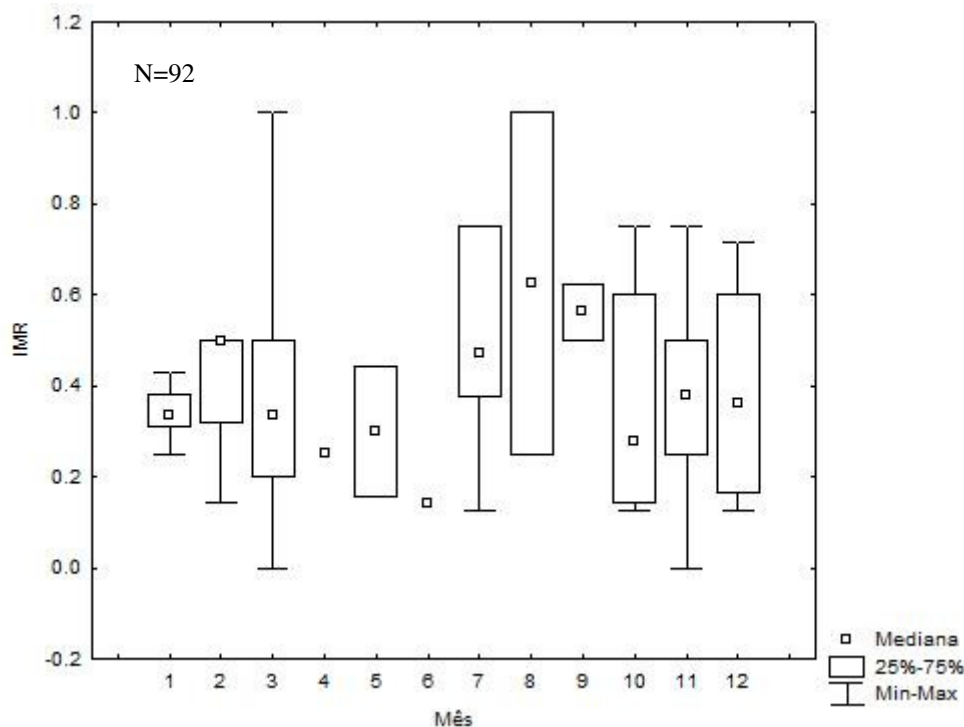


Figura 3. Incremento marginal relativo (IMR) do tubarão lombo preto, *Carcharhinus falciformis*, capturado no Atlântico Sudoeste Tropical.

Em virtude da análise do IMR não ter demonstrado diferenças significativas e, portanto não ter sido validada a época de formação do anel de crescimento, se assumiu como para as demais espécies da família Carcharhinidae já estudadas, como *Carcharhinus longimanus*, *C. signatus*, *C. plumbeus* (Lessa et al., 1999; Santana e Lessa, 2004; Romine et al., 2006) e inclusive *C. falciformis* (Bonfil et al., 1993; Oshitani et al., 2003), a deposição de um anel anual. Sendo assim, ao longo do texto os pares de bandas são tratados como idades anuais.

Na comparação entre os parâmetros dos modelos de VBGM para machos e fêmeas não houve diferenças significativas ( $\chi^2=4,26$ , G.L.=3,  $p \geq 0,05$ ), logo os dados foram tratados de forma agrupada.

Dentre as curvas de crescimento estimadas a que apresentou o menor valor para os quadrados mínimos e, conseqüente melhor ajuste foi a que utilizou comprimentos observados (Tab. 2). Em função dos comprimentos observados terem sido considerados

melhor para descrever o crescimento em detrimento das diferentes formas retrocalculadas, para os ajustes posteriores dos modelos de crescimento foram utilizados os comprimentos observados.

Tabela 2. Análise de resíduo em função das quatro formas de estimar parâmetros de crescimento através do VBGM para o tubarão lombo preto, *Carcharhinus falciformis*, capturado no Atlântico Sudoeste Tropical.

	<i>n</i>	Resíduo <sup>2</sup>
I. Comprimentos observados	104	12011,74
II. Comprimentos retrocalculados ao último anel	106	14763,92
III. Médias dos comprimentos retrocalculados para cada idade de cada grupo etário	196	15126,72
IV. Comprimentos retrocalculados as idades de todos os indivíduos	692	15249,57

A média dos comprimentos observados às idades foi em geral, maior que a média dos comprimentos retrocalculados às idades, principalmente para as idades iniciais (Tab. 3). A tendência de comprimentos retrocalculados de peixes mais velhos em idades iniciais serem menores do que comprimentos retrocalculados de peixes mais novos na mesma idade não foi evidente (Tab. 3), logo não foi evidenciado o Fenômeno de Rosa Lee.

O menor valor de AIC e maior peso de akaike ( $w_i$ ) foram estimados para o VBGMtp (Tab. 4; Fig. 4), sendo este considerado como o melhor modelo para descrever o crescimento do tubarão lombo preto, seguido pelo VBGM, embora com relevância moderada. Estes melhores ajustes foram seguidos por Gompertz, Logístico e VBGMb que não apresentaram suporte dos dados, podendo assim ser omitidos (Tabela 4).



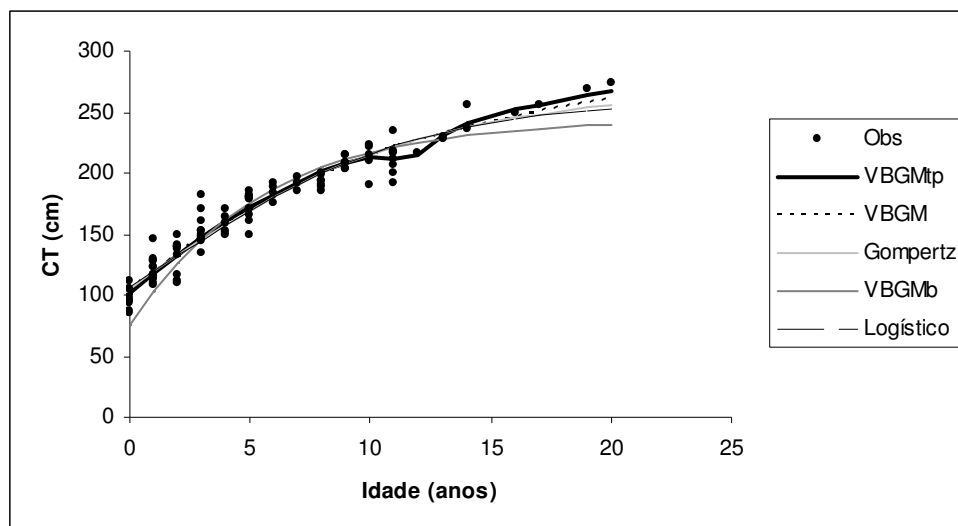


Figura 4. Curvas de crescimento estimadas a partir dos dados observados para o tubarão lombo preto, *Carcharhinus falciformis*, capturado no Atlântico Sudoeste Tropical.

Tabela 4. Modelos de crescimento ranqueados com base no critério de informação de Akaike (AIC e AICc);  $\Delta i$ = diferença de Akaike;  $w_i$ = peso de Akaike. K=número de parâmetros do modelo; Var= variância; MLL= LogVerossimilhança mínimo.

	Var	K	AIC	AICc	MLL	$\Delta i$	$w_i$
VBGM tp	104,1421	6	790,2979	791,1639	389,1489	0	95,82
VBGM	115,4975	4	797,0611	797,4651	394,5305	6,3	4,1
Gompertz	124,892	4	805,1939	805,598	398,597	14,43	0,07
Logístico	135,4029	4	813,5977	814,0018	402,7989	22,84	0
VBGMb	228,9319	3	866,2154	866,4554	430,1077	75,29	0

Os parâmetros de crescimento para os modelos ajustados aos comprimentos observados aparecem na Tabela 5.

Tabela 5. Modelos de crescimento e parâmetros estimados para tubarão lombo preto, *Carcharhinus falciformis*, usando von Bertalanffy (VBGM), von Bertalanffy modificado com tamanho de nascimento (VBGMb), von Bertalanffy com duas fases (VBGMtp), Gompertz, e Logístico.  $L_\infty$ = comprimento máximo teórico; k= constante de crescimento;  $t_0$ = idade teórica onde o comprimento do peixe é zero; S.E= erro padrão; c.i.= intervalo de confiança.

	$L_\infty$	S.E.	c.i (-/+)	k	S.E	c.i (-/+)	$t_0$	S.E	c.i (-/+)
VBGM tp*	303	15,45	273,1/333,7	0,086	0,011	0,065/0,108	-4,71	0,43	-5,54/-3,87
VBGM	292	14,99	262,6/321,4	0,089	0,012	0,065/0,112	-4,87	0,48	-5,82/-3,93
Gompertz**	271	10,25	250,5/290,7	0,141	0,014	0,113/0,169			
Logístico	260	8,67	242,9/276,9	0,193	0,017	0,16/0,227	1,83	0,36	1,13/2,53
VBGMb	244	6,97	230,5/257,9	0,18	0,016	0,147/0,212			

\*  $h=0,17$ ;  $th=11,62$

\*\*  $a=0,94$

Assim, na área de estudo os tubarões lombo preto tem de 0 a 20 anos de idade, atingem a maturidade em torno de 10,8 e 12,5 anos para machos e fêmeas respectivamente e a idade com que atingem 95% do  $L_{\infty}$  (Longevidade) é de 30,3 anos.

## DISCUSSÃO

Alguns aspectos são fundamentais para a aplicabilidade dos dados aos modelos de crescimento e avaliação dos recursos e dentre eles a seletividade do aparelho desempenha um importante papel (Thorson e Simpfendorfer, 2009). Estudos de idade e crescimento em elasmobrânquios pelágicos geralmente utilizam amostras provenientes de pescarias industriais e portanto estão sujeitas a seletividades direcionadas às espécies alvo. Apesar de se tratar de fauna acompanhante, a captura do tubarão lombo preto abrangeu todas as classes de comprimento e de forma semelhante machos e fêmeas desde neonatos até grandes adultos próximos ao tamanho máximo reportado em trabalhos recentes para a região (Hazin et al., 2007; Vaske-Júnior et al., 2010).

As vértebras de *Carcharhinus falciformis* tiveram um alto coeficiente de determinação entre o raio da estrutura e o comprimento total individual, bem como boa visualização dos anéis e um IAPE, após releitura de algumas classes, abaixo de 10%, considerado aceitável para a precisão das leituras, como sugerido por Campana (2001).

A validação é tida como bem sucedida quando as zonas de crescimento deixam claro a formação anual em todas as classes de idade da população (Beamish e McFarlane 1983), porém a validação do período de formação de bandas é considerada de grande importância quando usamos estruturas rígidas para estimação de idades (Brothers, 1983). No presente estudo não foi possível a validação da periodicidade a partir de estruturas rígidas, logo, assumiu-se a deposição de um anel anual como sugerido para *C. falciformis* (Oshitani et al., 2003) e para as demais espécies da família



Carcharhinidade já estudadas como *C. longimanus*, *C. signatus*, *C. plumbeus* (Lessa et al., 1999; Santana e Lessa, 2004; Romine et al., 2006). Ainda que essa análise não tenha sido conclusiva como nos demais trabalhos realizados para *C. falciformis* considerou-se tal como no presente estudo, a formação de um anel anual (Branstetter, 1987a; Bonfil et al., 1993; Bartron, 2006; Joung et al., 2008; Sanchez-de-Ita et al., 2011).

Em análises de incremento marginal, o erro pode estar relacionado a três tipos de fatores: 1) tamanho de amostras pequeno para certos meses em particular ou para determinadas classes de idade (Cailliet, 1990; Campana, 2001); 2) dados coletados por um período muito longo de tempo causando variabilidade na contagem de marcas anuais que não são formadas ao mesmo tempo (Brothers, 1983) em consequência dos eventos do ciclo de vida (reprodução, migração, cópula, alimentação, dentre outros) (Lessa et al., 2006) e 3) nascimentos sem sazonalidade definida (Brothers, 1983), característica que constitui uma adaptação para a sobrevivência, tendendo ser comum em peixes de baixas latitudes (Nikolsky, 1969), como na maior parte na amostra.

Dentre as fontes de erro apresentadas, grandes elasmobrânquios tropicais, como o *C. falciformis*, estão passíveis de se encaixarem nos erros associados a análise de incremento marginal. Primeiro, em virtude habitarem regiões com estações do ano não demarcadas, o período de nascimento pode ser estendido por diversos meses impedindo uma clara determinação do período reprodutivo (Oshitani et al., 2003; Hazin et al., 2007). Depois, devido serem espécies cuja abundância é reconhecidamente mais baixa (Bonfil, 2008), em alguns casos há necessidade de extensão do período de coleta para atingir uma amostra razoável. E por fim, a captura como fauna acompanhante, pode acarretar em alguns casos, em artes não seletivas para todas as classes de comprimentos como observado por Branstetter (1987a) e variação na quantidade capturada em função da sazonalidade da espécie alvo.

O tamanho médio de nascimento de *C. falciformis* para a região foi estimado por nós em 76 cm de CT a partir de informações do maior embrião e do menor indivíduo em vida livre contidas em Hazin et al. (2007). Este tamanho de nascimento se aproxima ao observado para a espécie na maioria dos trabalhos (Bonfil et al., 1993; Oshitani et al., 2003; Joung et al., 2008) porém Branstetter (1987a) possuía em sua amostra indivíduos com comprimentos retrocalculados para o tamanho de nascimento variando de 55 a 83 cm, apresentando valores abaixo (55 cm) do estimado no presente trabalho. Retrocalculando o tamanho dos indivíduos para a marca de nascimento, obteve-se um tamanho de nascimento de 85 cm, valor este acima do tamanho de nascimento utilizado. Adicionalmente, um indivíduo de aproximadamente 69 cm, capturado em vida livre, não apresentou marca de nascimento o que indica que mesma seja formada após um período relativamente longo e indeterminado após o nascimento, corroborando a informação sobre o *C. falciformis* no Oceano Pacífico Central (Oshitani et al., 2003).

Os parâmetros de crescimento do tubarão lombo preto no presente trabalho não diferiram entre os sexos, o que corrobora outros trabalhos (Branstetter, 1987a; Bonfil et al., 1993; Oshitani et al., 2003; Bartron, 2006; Joung et al., 2008; Sanchez-de-Ita et al., 2011), indicando que a similaridade nos parâmetros de crescimento entre sexos é um padrão para *C. falciformis*.

A utilização da curva de crescimento a partir de comprimentos observados em detrimento das outras formas apresentadas é justificada em função da soma dos mínimos quadrados estimados ter sido o menor (Tab. 2). Apesar disso, essa escolha vem sendo feita em estudos prévios sobre a espécie baseada na escolha do pesquisador, sem apresentação de qualquer critério claramente delineado (Branstetter, 1987a; Oshitani et al., 2003; Sánchez-de Ita et al., 2011). Curvas de crescimento a partir de comprimentos observados tem sido mais utilizadas na estimativa de parâmetros de crescimento de

espécies de *Carcharhinus* de grande porte, incluindo *C. falciformis* (Simpfendorfer et al., 2002; Neer et al., 2005; McCauley et al., 2006; Joung et al., 2008).

Sobre o tamanho das amostras, Thorson e Simpfendorfer (2009) sugeriram para estudos de idade e crescimento que o tamanho mínimo de uma amostra para gerar uma curva confiável seria de 200 indivíduos. Em diversos casos onde o número de amostras foi inferior ao sugerido ou mesmo em número superior, têm-se observado o uso da ferramenta do retrocálculo. Apesar de não termos selecionados os parâmetros a partir de comprimentos retrocalculados, a utilização deste método deve ser considerada quando apresentar uma reduzida soma de resíduos na comparação com outros modelos e caso os parâmetros gerados pelas duas formas não sejam muito discrepantes. O retrocálculo é um método robusto que aumenta a quantidade de informações da amostra e também permite o monitoramento das taxas de crescimento médio de distintas faixas etárias (Smith, 1983). Entretanto, embora Cailliet (1990) considere o retrocálculo apenas como um procedimento de verificação, fornecendo um controle sobre o modelo de crescimento utilizado (derivado de comprimentos observados), vários autores (Bonfil et al., 1993; Natanson et al., 1995; Sminkey e Musick, 1995; Lessa e Santana, 1998; Santana e Lessa, 2004) apresentaram curvas de crescimento retrocalculadas para descrever o crescimento de *C. falciformis*, *C. plumbeus*, *C. obscurus*, *C. porosus* and *C. signatus*, respectivamente.

O uso de diferentes modelos na estimativa dos parâmetros de crescimento de elasmobrânquios constitui ainda uma abordagem pouco comum e apenas recentemente sendo utilizada (Lessa et al., 2004; Katsanevakis, 2006; Katsanevakis e Maravelias, 2008; Thorson e Simpfendorfer, 2009; Harry et al., 2010; Barreto et al., 2011) em função da necessidade de melhores estimativas dos parâmetros em contraste com a

escolha prévia de um determinado modelo para descrever o crescimento geralmente usada.

Essa abordagem requer um critério para selecionar o melhor modelo, que é baseada na determinação do peso de cada modelo, através do critério de informação de Akaike (AIC) como indicativo da robustez do ajuste (Burnham e Anderson, 2002; Katsanevakis, 2006), sendo o modelo com menor valor de AIC eleito para representar crescimento da espécie.

Assim, no presente estudo foram testados através do MMI utilizando o critério de Akaike o peso de Akaike cinco modelos de crescimento (Burnham e Anderson, 2002; Katsanevakis, 2006), indicando como mais robusto o VBGMtp, considerado, assim, o mais apropriado para descrever o crescimento do *C. falciformis* no Atlântico Sudoeste Tropical. O VBGMtp consiste numa modificação do modelo de von Bertalanffy (Beverton, 1954) assumindo duas fases de crescimento em virtude de uma desaceleração no crescimento quando o indivíduo se aproxima do tamanho de primeira maturação (Araya e Cubillos, 2006). Para o VBGMtp, o peso de Akaike, explicou 95,82% do crescimento ao passo que o modelo tradicional de von Bertalanffy (VBGM, Beverton, 1954), explicou 4,1% do crescimento. Em virtude da presença de um “claro vencedor” ( $w_i > 90\%$ ), não foi necessário estimar um tamanho máximo teórico médio através da inferência em multi-modelos (Katsanevakis, 2006).

A escolha final do melhor modelo de crescimento é subjetiva e deve, em alguns casos, ser baseada na decisão do pesquisador, amparado na experiência com a espécie e em estudos pretéritos com vistas a interpretar a viabilidade dos parâmetros estimados e o ajuste da curva (Katsanevakis e Maravelias, 2008). Desta forma, considerando a proximidade dos parâmetros de crescimento estimados para o *C. falciformis* pelo VBGMtp e VBGM, a facilidade de comparação dos parâmetros com todos os outros

trabalhos realizados para a espécie (Branstetter, 1987a; Bonfil et al., 1993; Oshitani et al., 2003; Bartron, 2006; Joung et al., 2008; Sanchez-de-Ita et al., 2011) e o fato de as análises demográficas serem baseadas no VBGM, os parâmetros utilizados para as comparações entre os diversos estudos realizados para a espécie têm por base o VBGM.

O modelo de crescimento de von Bertalanffy é a equação mais comumente utilizada em estudos de idade e crescimento de chondrichthyes (Cailliet et al., 2006) e, na maioria dos casos é o único modelo a ser considerado para o ajuste dos dados. Entretanto, o modelo de von Bertalanffy nem sempre é o melhor devido a estimativas de comprimento assintótico mais elevado, ausência de ponto de inflexão e uso do  $t_0$  considerado um parâmetro artificial, sem significado biológico (Cailliet et al., 2006; Araya e Cubillos, 2007; Katsanevakis e Maravelias, 2008).

Os parâmetros de von Bertalanffy (VBGM) estimados nos diferentes estudos realizados para a espécie de modo geral diferiram (Tabela 6). Entretanto, a constante de crescimento ( $k$ ) é similar a estimada para a espécie no Nordeste de Taiwan (Joung et al., 2008), e tem valores relativamente próximos aos do Banco de Campeche e Indonésia (Bonfil et al., 1993; Bartron, 2006). Diferiram, entretanto dos estimados para o Golfo do México, Oceano Pacífico central e costa Oeste do México (Branstetter, 1987; Oshitani et al., 2003; Sánchez-de Ita et al., 2011) (Tabela 6).

Tabela 6. Parâmetros de crescimento de von Bertalanffy (VBGM) para o tubarão lombo preto, *Carcharhinus falciformis*, em diversas regiões.  $t_{max}$ = idade máxima observada.

Região	$L_{\infty}$	$k$	$t_0$	$t_{max}$	$n$	Referência
Indonésia	298	0,07	-4,9	20	197	Bartron (2006)
Nordeste de Taiwan	332	0,084	-2,76	14	250	Joung <i>et al.</i> , (2008)
Oceano Pacífico central	288	0,148	-1,76	13	298	Oshitani <i>et al.</i> , (2003)
Costa Oeste do México	240	0,14	-2,98	16	145	Sánchez-de Ita <i>et al.</i> , (2011)
Banco de Campeche	311	0,101	-2,72	22+	83	Bonfil <i>et al.</i> , (1993)
Golfo do México	291	0,153	-2,2	13+	100	Branstetter (1987)
Sudoeste Atlântico	292	0,089	-4,87	20	104	Presente estudo

As divergências obtidas podem ter origem em vértebras coletadas de diferentes locais do corpo (Cailliet e Goldman, 2004), como região cervical (Branstetter 1987a; Sánchez-de Ita et al., 2011), abaixo da primeira nadadeira dorsal (Bonfil et al., 1993), região das fendas branquiais (Oshitani et al., 2003) e região pré-caudal (Joung et al., 2008). Para *C. falciformis*; diferentes definições de bandas de crescimento (Cailliet e Goldman, 2004) sugerem variações na interpretação do padrão de leitura e na coleta de dados de cada leitor (Cailliet et al., 1990). Além dessas diferenças metodológicas, variações geográficas podem interferir na estimativa dos parâmetros de crescimento como demonstrado para *Sphyrna tiburo* (Lombardi-Carlson et al., 2003), *C. acronotus* (Driggers et al., 2004), *C. limbatus* (Carlson e Sulikowski, 2006) e possivelmente *C. falciformis* (Tabela 6), dentre outros.

Estimativas de modelos de crescimento são fortemente afetadas pela ausência de indivíduos muito novos e/ou velhos (Campana, 2001; Cailliet e Goldman, 2004), logo, é provável que o fator que mais influencie na discrepância entre os parâmetros de crescimento seja a composição da amostra. Ainda, como reportado por Thorson e Simpfendorfer (2010), a seletividade do aparelho de pesca é também um fator de grande influência na composição da amostra e, conseqüentemente, nos parâmetros de crescimento estimados. A esse respeito, pode-se concluir que é possível que nenhuma amostra já utilizada para esses estudos, seja suficientemente representativa das populações (Bonfil et al., 1993).

As constantes de crescimento ( $k$ ) obtidas a partir de comprimentos retrocalculados foram sempre superiores a 0.10 (Branstetter, 1987a; Bonfil et al., 1993; Oshitani et al., 2003; Sánchez-de Ita et al., 2011) ao passo que as utilizando comprimentos observados foram sempre inferiores a 0.10 (Bartron, 2006; Joung et al., 2008; presente estudo). Isto é conseqüência do retrocálculo que introduz na amostra total uma quantidade muito

grande de dados de indivíduos imaturos e conseqüentemente com crescimento mais rápido, devido ao maior numero de jovens nas amostras analisadas. Isso tem como conseqüência, constantes de crescimento mais elevadas.

Para a região do Golfo do México (Branstetter, 1987a), Oceano Pacífico Central (Oshitani et al., 2003) e costa Oeste do México (Sánchez-de Ita et al., 2011), o tubarão lombo preto apresentou valores de  $k$  altos se comparados ao presente estudo (Tabela 6). Além do uso do retrocálculo, essas amostras provenientes destas localidades eram compostas por poucos indivíduos velhos, devido a pesca não dirigida a tubarões, permitir o escape de indivíduos grandes e velhos (Branstetter 1987a). A idade máxima reportada nos estudos foi de 16 anos, abaixo da idade máxima encontrada no presente estudo de 20 anos, que pode ser devido apenas a ausência dos indivíduos de grande porte.

No Banco de Campeche, México (Bonfil et al., 1993), os parâmetros estimados com base em comprimentos retrocalculados, foram distintos aos do presente estudo. Porém, quando se comparam apenas os parâmetros gerados de comprimentos observados em ambos os estudos conclui-se que são similares:  $L_{\infty} = 313.1$  cm;  $k = 0.089$  no Mexico (Bonfil et al., 1993) e  $L_{\infty} = 292$  cm;  $k = 0.089$ , neste estudo. A amostra proveniente de Campeche abrangeu tanto as menores classes de comprimento, bem como os maiores indivíduos com idade máxima de 22+ anos, muito próximo ao encontrado no presente estudo (20 anos).

No nordeste de Taiwan (Joung et al., 2008) os parâmetros de crescimento foram similares aos encontrados no presente trabalho (Tabela 6) porém com idade máxima de 14 anos e uma amostra composta de poucos indivíduos grandes, o que poderia sugerir uma constante de crescimento mais elevada. Na Indonésia (Bartron, 2006) os parâmetros foram estimados a partir de uma amostra com características similares em

termos de idades e amplitude de comprimentos, porém a constante de crescimento foi inferior, que pode ser decorrente de diferenças na distribuição de indivíduos entre as classes de comprimento.

É importante ressaltar no Golfo do México (Branstetter, 1987a) e banco de Campeche (Bonfil et al., 1993), no Atlântico, no Oceano Pacífico Central (Oshitani et al., 2003) e Nordeste de Taiwan (Joung et al., 2008) parâmetros de crescimento foram distintos o que pode ser atribuído as diferentes composições das amostras ou a existência de mais de um estoque em áreas adjacentes. A esse propósito como já alertado por Bonfil (2008) há necessidade de estudos genéticos para identificar diferentes populações como sugerem as grandes diferenças nos parâmetros da história de vida.

Resumindo, o tubarão lombo preto no Atlântico Sudoeste Tropical apresentou um  $k$  baixo (menor do que 0,1) (Branstetter 1987b), similarmente a outros *Carcharhinus* de grande porte como *C. obscurus* ( $k=0.043$  e  $0.045$ ) (Simpfendorfer, 2000), *C. leucas* ( $k=0.042$ ) (Neer et al., 2005) e *C. falciformis* ( $k=0.084$ ) (Joung et al., 2008). Como proposto por Branstetter (1987b), o valor dessa constante enquadra o *C. falciformis* como uma espécie de crescimento lento em alguns estudos (Bartron, 2006; Joung et al., 2008; presente trabalho) e em outros como espécie de crescimento intermediário (Branstetter, 1987a; Bonfil et al., 1993; Oshitani et al., 2003; Sánchez-de Ita et al., 2011). Estas variações na constante de crescimento têm implicações em avaliações de estoque, uma vez que, esta variação nos parâmetros da história de vida, pode fazer com que espécie seja considerada mais ou menos resiliente. Logo, é imprescindível o conhecimento dos parâmetros populacionais das espécies dentro de toda a área que se quer manejar, como sugerido por Cortes et al. (2010), com objetivo de garantir a sustentabilidade dos recursos.



## AGRADECIMENTOS

O presente estudo contou com financiamento do Projeto “Tubarões Oceânicos do Brasil” (convenio SEAP/UFRPE) e Programa de Observadores de bordo – PROBORDO (convenio MPA/UFRPE). O Conselho Nacional de Desenvolvimento científico e Tecnológico- CNPq concedeu bolsa de Produtividade em Pesquisa, Cat. 1c à orientadora (Proc: 303604\_2007-Oc). A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão de bolsa de mestrado para o primeiro autor. Os autores agradecem diversos observadores de bordo e alunos envolvidos na coleta e preparação dos materiais analisados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araya, M. and Cubillos, L.A. 2006. Evidence of two phase growth in elasmobranchs. *Environ. Biol. Fish.* 77, 293–300.
- Bartron, C. 2006. Age and growth, and reproductive biology of the Gummy Shark *Mustelus antarcticus* from south-western Australia and the Silky Shark *Carcharhinus falciformis* from eastern Indonesia. 119p. Honours Degree of Murdoch University, Murdoch, Austrália.
- Barreto, R.R., Lessa, R.P., Hazin, F.H. and Santana, F.M. 2011. Age and growth of the blacknose shark, *Carcharhinus acronotus* (Poey, 1860) off the northeastern Brazilian Coast. *Fish. Res.* 110: 170-176.
- Beamish, R.J. and Fournier, D.A. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Can J Fish Aquat Sci* 38:982–983.
- Beamish, R.J. and McFarlane, G.A. 1983. Validation of age determination estimates: The forgotten requirement. In Proceedings of the international workshop on age

determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks (E. D. Prince and L. M. Pulos, eds.), p. 29–33. NOAA Technical Report NMFS circular 8.

Beverton, R.J.H. 1954. Notes on the use of theoretical models in the study of the dynamics of exploited fish populations. United States Fishery Laboratory, Beaufort, North Carolina, Miscellaneous Contribution (2), 159 pp.

BONFIL, R. 2008. The biology and ecology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*. In: Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation (eds. M. D. Camhi, E. K. Pikitch and E. A. Babcock). Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2008.

Bonfil, R., Mena, R. and Anda, D. de. 1993. Biological parameters of commercially exploited silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, from the Campeche Bank, México. In: Branstetter, S. Conservation biology of elasmobranchs. NOAA Technical Report NMFS. Silver Spring, MD, 1993. p. 73-86.

Bonfil, R., Amorim, A., Anderson, C., Arauz, R., Baum, J., Clarke, S.C., Graham, R.T., Gonzalez, M., Jolón, M., Kyne, P.M., Mancini, P., Márquez, F., Ruíz, C. and Smith, W. 2007. *Carcharhinus falciformis*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 25 May 2011

Branstetter, S. 1987a. Age, growth, and reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*, and the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. *Environmental Biology of Fishes*, v.19, 161–173.

Branstetter, S. 1987b. Age and growth estimates for blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and spinner, *C. brevipinna*, sharks from the northwestern Gulf of Mexico. *Copeia* 4, 964–974.

Brothers, E.B. 1983. Summary of round table discussions on age validation. NOAA Technical Reports NMFS 8:35-44.

Burnham, K.P. and Anderson, D.R. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2nd edn. Springer-Verlag, New York, 488 pp.

Cailliet, G.M. 1990. Elasmobranch age determination and verification: an updated review, in *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries*, W. S. Pratt, Jr., S. H. Gruber, and T. Taniuchi, Eds., NOAA Tech. Rep. 90:157–165.

Cailliet, G.M. and Goldman, K.J. 2004. Age determination and validation in chondrichthyan fishes. In: Carrier J, Musick JA, Heithaus MR (eds) *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, pp 399–447.

Cailliet, G.M., Smith, W.D., Mollet, H.F. and Goldman, J. 2006. Age and growth studies of chondrichthyan fishes: the need for consistency in terminology, verification, validation, and growth function fitting. *Environ. Biol. Fish.* 77, 211–228.

Campana, S.E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology* 59: 197-242.

Campana, S. E. and Jones, C. M. 1992. Analysis of otolith microstructure data. P. 73-100. In: Stevenson, D. K. e Campana, S. E. *Otolith microstructure examination and analysis*. Can. Spe. Publ. Aquat. Sci. 117p.

Carlson, J.K. and Sulikowski, J.R. 2006. Do differences in life history exist for blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus*, from the United States South Atlantic Bight and Eastern Gulf of Mexico?, *Environ. Biol. Fish.* 77, pp. 279–292.

Clarke, S.C., Magnussen, J.E., Abercrombie, D.L., Mcallister, M.K. and Shivji, M.S. 2006. Identification of shark species composition and proportion in the Hong Kong shark fin market based on molecular genetics and trade records. *Conservation Biology*, v.20 (1), 201–211.

Compagno, L.J.V., Dando, M. and Fowler, S. 2005. *Sharks of the world*. Princeton University Press, 368 p., Princeton.

Cortes, E., Arocha, F., Beerkircher, L., Carvalho, F., Domingo, A., Heupel, M., Holtzhausen, H., Santos, M.N., Ribera, M. and Simpfendorfer, C. 2010. Ecological risk assessment of pelagic sharks caught in atlantic pelagic longline fisheries. *Aquatic Living resources*, 23 (1).pp. 25-34.

Driggers, W.B., Carlson, J.K., Oakley, D., Ulrich, G., Cullum, B. and Dean, J.M., 2004. Age and growth of the blacknose shark *Carcharhinus acronotus*, in the western North Atlantic Ocean with comments on regional variation in growth rates. *Environ. Biol. Fish.* 71, 171–178.

Francis, R.I.C.C. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. *Journal of Fish Biology*, v.36, p. 883–902.

Gruber, S.H. and Stout, R.G. 1983. Biological materials for the study of age and growth in a tropical marine elasmobranch the lemon shark. *NOAA* 8:193-205.

Harry, A.V., Simpfendorfer, C.A. and Tobin, A.J. 2010. Improving age, growth, and maturity estimates for aseasonally reproducing chondrichthyans. *Fish. Res.* 106: 393-403.

Hazin, F.H.V., Couto, A.A., Kihara, K., Otsuka, K. and Ishino, M. 1990. Distribution and abundance of pelagic sharks in the south-western equatorial Atlantic. *J. Tokyo Univ. Fish.* 77(1):51–64.

Hazin, F.H.V., Oliveira, P.G.V. and Macena, B.C.L. 2007. Aspects of the reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis* (NARDO, 1827), in the vicinity of archipelago of saint peter and saint paul, in the equatorial atlantic ocean. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 60(2): 648-651.

Hazin, F.H.V. 2009 *Prospecção Pesqueira Hidroacústica da Região Nordeste*. Editora Martins e Cordeiro, 2009. (Programa Revizee – Score Nordeste) 116p.

Hood, G.M., 2006. PopTools Version 2.7.5, Available on the internet: <http://www.cse.csiro.au/poptools>.

Joung, S.J., Chen, C.T., Lee, H.H. and Liu, K.M. 2008. Age, growth and reproduction of silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, in northeastern Taiwan waters. Fisheries Research, v.90, p. 78-85.

Katsanevakis, S. 2006. Modelling fish growth: model selection, multi-model inference and model selection uncertainty. Fish. Res. 81, 229–235.

Katsanevakis, S. and Maravelias, C.D. 2008. Modelling fish growth: multi-model inference as a better alternative to a priori using von Bertalanffy equation. Fish Fish.9, 178–187.

Kimura, D.K. 1980. Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. Fishery Bulletin 77:765-776.

Lessa, R., Santana, F.M. and Paglerani, R. 1999. Age, growth and stock structure of the oceanic whitetip shark, *Carcharhinus longimanus*, from the southwestern Equatorial Atlantic. Fish Res 42:21–30

Lessa, R. and Santana, F.M. 1998. Age determination and growth of the smalltail shark *Carcharhinus porosus* from northern Brazil. Mar. Fresh. Res. 49, 705–711.

Lessa, R., Santana, F.M. and Hazin, F.H. 2004. Age and growth of the blue shark *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) off northeastern Brazil. Fish Res 66:19–30.

Lessa, R., Santana, F.M. and Duarte-Neto, P. 2006. A critical appraisal of marginal increment analysis for assessing temporal periodicity in band formation among tropical sharks. Environ. Biol. Fish. 77, 309-315.

Lombardi-Carlson L.A., Cortes, E., Parsons, G.R. and Manire, C.A. 2003. Latitudinal variation in life-history traits of bonnethead sharks, *Sphyrna tiburo*, (Carcharhiniformes, Sphyrnidae), from the eastern Gulf of Mexico. Mar Freshw Res 54:875–883.

McAuley, R. B., Simpfendorfer, C.A., Hyndes, G.A., Allison, R.R., Chidlow, J.A., Newman, S.J. and Lenanton, R.C.J. 2006. Validated age and growth of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus* (Nardo 1827) in the waters off Western Australia 2006

Natanson, L.J., Casey, J.G. and Kohler, N.E. 1995. Age and growth estimates for the dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, in the western North Atlantic Ocean. *Fish Bull* 93:116–126.

Neer, J.A., Thompson, B.A. and Carlson, J.K. 2005. Age and Growth of *Carcharhinus leucas* in the Northern Gulf of Mexico: Incorporating Variability in Size at Birth. *Journal of Fish Biology*, 67, 370-83.

Nikolsky, G.V. 1969. *Theory of fish population dynamics*. Oliver & Boyd, Edinburgh, 323 pp.

Oliveira, I.M.R.P. 2006. Pesca, distribuição, abundância relativa e biologia reprodutiva do agulhão branco *Tetrapturus albidus* poey 1860 capturado pela frota espinheleira brasileira. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aqüicultura. 115p.

Oshitani, S., Nakano, S. and Tanaka, S. 2003. Age and growth of the silky shark *Carcharhinus falciformis* from the Pacific Ocean. *Fisheries Science*, v.69, 456–464.

Ricker, W.E. 1979. Growth rates and models. In: Hoar WS, Randall DJ, Brett JR (eds) *Fish physiology*, vol VIII. Bioenergetics and Growth, pp 677–743.

Romine, J.G, Grubbs, R.D. and Musick, J.A. 2006. Age and growth of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in Hawaiian waters through vertebral analysis. *Environ Biol Fish* (2006) 77:229–239.

Sanchez-de Ita, J.A., Quiñonez-Velázquez, C., Gálvan-Magaña, F., Bocanegra-Castillo, N. and Félix-Uraga, R. 2011. Age and growth of the sulky shark *Carcharhinus falciformis* from the west coast of Baja California Sur, Mexico. *J. Appl. Ichthyol.* 27, 20-24.

Santana, F.M. and Lessa, R. 2004. Age determination and growth of the night shark (*Carcharhinus signatus*) off the northeastern Brazilian coast. *Fish Bull* 102:156–167.

Schnute, J. 1981. A versatile growth model with statistically stable parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 38: 1128-1140.

Simpfendorfer, C.A. 2000. Growth Rates of Juvenile Dusky Sharks, *Carcharhinus obscurus* (Leseur, 1818), From Southwestern Australia Estimated From Tag-Recapture Data. *Fishery Bulletin*, 98, 811-22.

Simpfendorfer, C.A., McAuley, R.B., Chidlow, J. and Unsworth, P., 2002. Validated age and growth of the dusky shark *Carcharhinus obscurus*, from Western Australian waters. *Mar. Fresh. Res.* 53, 567–573.

Sminkey, T.R. and Musick, J.A., 1995. Age and growth of the shark population *Carcharhinus plumbeus*, before and after depletion. *Copeia* (4), 871–883.

Smith, C.L. 1983. Summary of round table discussion on back calculation. In: Prince, E.D. & L.M. Pulos (eds.), *Proceedings of the International Workshop on age Determination of Eceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks*. NOAA Technical Report NMFS 8:45-47.

Sparre, P.E. and Venema, S.C. 1997. Introduction to tropical fish stock. Part 1. Manual. *FAO Fisheries Technical Paper* 306(1). Rome, 1997, p.337.

Thorson, J.T. and Simpfendorfer, C.A. 2009. Gear selectivity and sample size effects on growth curve selection in shark age and growth studies. *Fish. Res.* 98, 75–84.

Vaske-Júnior, T., Nóbrega, M.F., Santana, F.M, Lessa, R.P., Ribeiro, A.C.B., Pereira, A.A. and Andrade, C.D.P. 2010. Peixes. In: Vaske-Júnior, T. *Arquipélago de São Pedro e São Paulo: histórico e recursos naturais*. NAVE/LABOMAR, UFC, 242p.

Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*, 3rd edn. Prentice Hall, NJ, 662 pp.

#### 4. 1- Normas da Revista Fishery Bulletin

## *Fishery Bulletin* Guidelines for authors

### Manuscript Preparation

Contributions published in *Fishery Bulletin* describe original research in marine fishery science, fishery engineering and economics, as well as the areas of marine environmental and ecological sciences (including modeling). Preference will be given to manuscripts that examine processes and underlying patterns. Descriptive reports, surveys, and observational papers may occasionally be published but should appeal to an audience outside the locale in which the study was conducted. Although all contributions are subject to peer review, responsibility for the contents of papers rests upon the authors and not on the editor or publisher. *Submission of an article implies that the article is original and is not being considered for publication elsewhere.* **Articles** may range from relatively short contributions (10–15 typed, double-spaced pages, tables and figures not included) to extensive contributions (20–30 typed pages). Manuscripts must be written in English; authors whose native language is not English are strongly advised to have their manuscripts checked by English-speaking colleagues before submission.

**Title page** should include authors' full names and mailing addresses and the senior author's telephone, fax number, and e-mail address, and a list of key words to describe the contents of the manuscript. **Abstract** should be limited to 200 words (one-half typed page), state the main scope of the research, and emphasize the author's conclusions and relevant findings. Do not review the methods of the study or list the contents of the paper. Because abstracts are circulated by abstracting agencies, it is important that they represent the research clearly and concisely. **Text** must be typed in 12 point Times New Roman font throughout. A brief introduction should convey the broad significance of the paper; the remainder of the paper should be divided into the following sections: **Materials and methods, Results, Discussion (or Conclusions), and Acknowledgments.** Headings within each section must be short, reflect a logical



sequence, and follow the rules of multiple subdivision (i.e., there can be no subdivision without at least two items). The entire text should be intelligible to interdisciplinary readers; therefore, all acronyms, abbreviations, and technical terms should be written out in full the first time they are mentioned. Include FAO common names for species in the list of keywords and in the introduction. Regional common names may be used throughout the rest of the text if they are different from FAO common names which can be found at <http://www.fishbase.org/search.html>. Follow the U.S. Government Printing Office Style Manual (2000 ed.) and Scientific Style and Format: the CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers (7th ed.) for editorial style; for fish nomenclature follow the most current issue of the American Fisheries Society's Common and Scientific Names of Fishes from the United States, Canada, and Mexico, 6th ed. Dates should be written as follows: 11 November 2000. Measurements should be expressed in metric units, e.g., 58 metric tons (t); if other units of measurement are used, please make this fact explicit to the reader. Write out the numbers zero through nine unless they form part of measurement units (e.g., nine fish but 9 mm). Refrain from using the shorthand slash (/), an ambiguous symbol, in the general text.

**Literature cited** comprises published works and those accepted for publication in peer-reviewed literature (in press). Follow the name and year system for citation format in the "Literature cited" section (that is say, citations should be listed alphabetically by the authors' last names, and then by year if there is more than one citation with the same authorship). If there is a sequence of citations in the text, list chronologically: (Smith, 1932; Green, 1947; Smith and Jones, 1985). Abbreviations of serials should conform to abbreviations given in Cambridge Scientific Abstracts ([http://www.csa.com/ids70/serials\\_source\\_list.php?ab=biolclast-set-c](http://www.csa.com/ids70/serials_source_list.php?ab=biolclast-set-c)). Authors are responsible for the accuracy and completeness of all citations. Literature citation format: Author (last name, followed by first-name initials). Year. Title of report or manuscript. Abbreviated title of the series to which it belongs. Always include number of pages. Cite all software and special equipment or chemical solutions used in the study, not in a footnote but within parentheses in the text (e.g., SAS, vers. 6.03, SAS Inst., Inc., Cary, NC).

**Tables** are often overused in scientific papers; it is seldom necessary or even desirable to present all the data associated with a study. Tables should not be excessive in size

and must be cited in numerical order in the text. Headings should be short but ample enough to allow the table to be intelligible on its own. All unusual symbols must be explained in the table legend. Other incidental comments may be footnoted with italic numeral footnote markers. Use asterisks to indicate significance in statistical data. Do not type table legends on a separate page; place them above the table data. *Do not submit tables in photo mode.*

**Figures** include line illustrations, photographs (or slides), and computer-generated graphs and must be cited in numerical order in the text. Graphics should aid in the comprehension of the text, but they should be limited to presenting patterns rather than raw data. Figures should not exceed one figure for every four pages of text. Figures must be labeled with author's name and number of the figure. Avoid placing labels vertically (except for *y* axis). Figure legends should explain all symbols and abbreviations and should be double-spaced on a separate page at the end of the manuscript. Color is allowed in figures to show morphological differences among species (for species identification), to show stain reactions, and to show gradations in temperature contours within maps. Color is discouraged in graphs, and for the few instances where color may be allowed, the use of color will be determined by the Managing Editor.

- Zeros should precede all decimal points for values less than one.
- Sample size, *n*, should be italicized.
- Capitalize the first letter of the first word in all labels within figures.
- Do not use overly large font sizes in maps and for units of measurements along axes in figures.
- Do not use bold fonts or bold lines in figures.
- Do not place outline rules around graphs.
- Use a comma in numbers of five digits or more (e.g. 13,000 but 3000).
- Maps require a North arrow and degrees latitudelongitude (e.g., 170°E).

**Failure to follow these guidelines  
and failure to correspond with editors  
in a timely manner will delay  
publication of a manuscript.**

**Copyright law** does not apply to *Fishery Bulletin*, which falls within the public domain. However, if an author reproduces any part of an article from *Fishery Bulletin* in his or her work, reference to source is considered correct form (e.g., Source: Fish. Bull. 97:105).

### Submission

Submit manuscript online at <http://mc.manuscriptcentral.com/fisherybulletin>. Commerce Department personnel should submit papers under a completed NOAA Form 25-700. For further details on electronic submission, please contact the Scientific Editorial Office directly at [julie.scheurer@noaa.gov](mailto:julie.scheurer@noaa.gov). Once the manuscript has been accepted for publication, you will be asked to submit a final electronic copy of your manuscript. When requested, the text and tables should be submitted in Word format. Figures should be sent as PDF files, Windows metafiles, tiff files, or EPS files. Send a copy of figures in the original software if conversion to any of these formats yields a degraded version.

**Questions?** If you have questions regarding these guidelines, please contact the Managing Editor, Sharyn Matriotti, at [Sharyn.Matriotti@noaa.gov](mailto:Sharyn.Matriotti@noaa.gov) Questions regarding manuscripts under review should be addressed to Julie Scheurer, Associate Editor.