

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP)

- RESULTADOS PRELIMINARES -

Título do Sub-Projeto: *Dinâmica de populações e pesca do tubarão martelo Sphyrna lewini (Griffith & Smith, 1834), capturado no mar territorial e zona econômica exclusiva do sudeste-sul do Brasil.*

Miguel Petrere Júnior*
Jorge Eduardo Kotas**
Rodrigo Cordeiro Mazzoleni***

*Universidade Estadual Paulista – UNESP, Instituto de Biociências de Rio Claro.
Avenida 24-A, nº 1515, Caixa Postal 199, CEP 13.506-900, Rio Claro – SP. E-mail:
mpetrere@rc.unesp.br

** Centro de Pesquisa e Gestão dos Recursos Pesqueiros do Sudeste-Sul – CEPSUL,
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.
Av. Ministro Victor Konder, S/Nº., CEP 88301-280, Caixa Postal 86, Itajaí – SC. E-mail:
jekotas@hotmail.com

*** Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, Centro de Ciências Tecnológicas da
Terra e do Mar, CEP 88301-970, Caixa Postal 360, Itajaí – SC. E-mail:
rmazzoleni@cttmar.univali.br

Itajaí, 09/03/2004.

1. INTRODUÇÃO

O estudo do crescimento em *Sphyrna lewini* é de fundamental importância para futuras medidas de manejo e conservação deste importante recurso pesqueiro no litoral sudeste-sul brasileiro. Somente através de acuradas determinações de idades é que se forma a base de cálculo para estudos de crescimento, mortalidade, idade de maturação e recrutamento, bem como longevidade, sendo estes parâmetros por sua vez, imprescindíveis para a elaboração de modelos de avaliação de estoques baseados em idades (Skomal e Natanson, 2002; Wintner e Cliff, 1999). Por sua vez, o conhecimento das taxas de crescimento em tubarões é muitas vezes fragmentado, devido à falta de informação biológica (Cortés, 1999).

Sphyrna lewini atualmente é uma das espécies de tubarões mais ameaçadas pelo comércio internacional de barbatanas, haja vista o elevado valor comercial de suas barbatanas, ou seja, em torno de U\$ 100,00/conjunto de barbatanas não tratadas, fato este que contribui para a diminuição da abundância desta espécie a nível global. No porto de Santos (SP), o preço das barbatanas de tubarão, capturado como fauna acompanhante na pesca de espinhel de superfície tem crescido pelo menos seis vezes o seu valor nos últimos dez anos (Amorim, Arfelli e Bacilieri, 2002). No Atlântico Noroeste, a abundância desta espécie declinou em torno de 89 % entre os anos de 1986 e 2000 (Baum et al., 2003). Segundo estes mesmos autores, o tubarão branco (*Carcharodon carcharias*) e o tubarão martelo (*Sphyrna lewini*), se encontram entre as espécies mais vulneráveis de tubarões aos efeitos da sobreexploração pesqueira. De maneira geral, os tubarões apresentam baixa capacidade de recuperação aos efeitos da pesca intensiva, sendo a sua produtividade de apenas 1 a 14 % ao ano, ou seja, inferior à encontrada nos peixes de bico e atuns, que apresentam valores entre 8 a 34 % ao ano (Au, Smith e Show, no prelo).

O presente relatório apresenta uma breve descrição das análises feitas até o presente momento sobre a determinação de idades em *Sphyrna lewini* no sudeste e sul do Brasil, em especial através da utilização de cortes finos em vértebras dessa espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. MEDIDAS OBTIDAS NO PRESENTE ESTUDO

As medidas utilizadas no presente estudo para o tubarão martelo (**figura 1**), foram obtidas de amostragens nos desembarques e alguns cruzeiros de pesquisa na pesca de emalhe (superfície e fundo), espinhel de superfície e arrasto de fundo (tangones e parelhas), nas localidades de Ubatuba (SP) e Itajaí (SC), durante o período de 1995 a 2002 (n = 1996). As medidas eram feitas sobre o próprio exemplar, com o auxílio de uma trena plástica, principalmente devido à dificuldade de se medirem os exemplares de maiores dimensões. Todas as medidas eram aproximadas para o centímetro inferior. Basicamente eram obtidas as seguintes medidas:

. Comprimento total: Esta medida foi obtida nos cruzeiros de pesca, quando o tubarão se apresentava inteiro. Para os exemplares de pequeno porte, a medida era feita entre o entalhe da cabeça e a extremidade do lobo superior da nadadeira caudal, com a cauda alinhada sobre o eixo horizontal do corpo. No caso dos exemplares de maior porte, devido à dificuldade de realizar medições a bordo de embarcações pequenas, como é o caso da pesca de emalhe, primeiramente era medida a distância entre o entalhe da cabeça e o sulco pré-caudal (A) e posteriormente à distância entre o sulco pré-caudal e a extremidade do lobo superior da nadadeira caudal (B). Somando-se A+B, obtinha-se o comprimento total (**figura 1**).

. Distância da primeira nadadeira dorsal até o sulco – pré-caudal: Medida feita entre a inserção da primeira nadadeira dorsal e o sulco pré-caudal. Esta medida foi inicialmente tomada para os animais inteiros nos cruzeiros de pesca e posteriormente

para as carcaças nos locais de desembarque com as nadadeiras já extraídas, graças à existência de uma plaqueta de cartilagem onde havia a inserção da primeira nadadeira dorsal.

Inicialmente, durante os cruzeiros de pesca, para cada tubarão martelo capturado **inteiro**, eram simultaneamente obtidas as duas medidas anteriores. Desta forma foi possível a elaboração da relação morfométrica entre o comprimento total versus distância da primeira nadadeira dorsal até o sulco pré-caudal, relação esta que foi fundamental para a posterior conversão das medidas de carcaças (ou seja, distância da primeira nadadeira dorsal até o sulco pré-caudal) desembarcadas em Itajaí, Navegantes e Ubatuba, em comprimentos totais de animais inteiros e assim se conhecer a estrutura de tamanhos da população.

2.2. RELAÇÃO MORFOMÉTRICA: COMPRIMENTO TOTAL (Y) VERSUS DISTÂNCIA ENTRE A 1ª NADADEIRA DORSAL E O SULCO PRÉ-CAUDAL (X);

O estudo da morfometria em *Sphyrna lewini* teve por objetivo determinar a relação entre uma medida linear conservativa do corpo do tubarão e seu comprimento total. Graças a essa relação, obtida por meio de regressão linear, foi possível converter uma determinada dimensão das carcaças dos tubarões martelo desembarcados (ou seja, carcaças, descabeçadas, evisceradas e sem barbatanas), em comprimentos totais de animais inteiros, sendo assim possível analisar as composições de tamanho dos tubarões capturados. A análise foi realizada para sexos agrupados e as medidas de comprimentos em centímetros.

A relação morfométrica analisada foi entre o Comprimento total (Y) versus distância entre a 1ª nadadeira dorsal e o sulco pré-caudal (X);

Para a obtenção dos parâmetros da linha de regressão (a e b), foi utilizada a linearização dos dados através do logaritmo de base e (neperiano). A análise de variância foi utilizada na relação morfométrica, com o objetivo de compararem as fontes de variação (ou seja, variação explicada pela linha de regressão versus a variação não explicada (residual)) e analisar a significância da inclinação da linha de regressão ($b \neq 0$) através do teste "F". Também foram estimados para os coeficientes a e b, os erros padrões, sua significância ($P < 0,05$) através do teste "t", bem como seus intervalos de confiança.

2.3. ESTRUTURA DE TAMANHOS

As composições de tamanhos de *Sphyrna lewini* analisadas foram obtidas das amostragens nos desembarques da pesca de emalhe (superfície e fundo), espinhel de superfície e arrasto de fundo (tangones e parelhas), nas localidades de Ubatuba (SP) e Itajaí (SC), durante o período de 1995 a 2002 ($n = 1996$), considerando ambos sexos. Os comprimentos totais dos tubarões-martelo foram obtidos a partir da relação entre o comprimento total (Y) versus a distância entre a 1^o nadadeira dorsal e o sulco pré-caudal (X) (cm), determinada no presente estudo para ambos sexos, ou seja:

$$\ln(\text{comprimento total}) = 1,35 + 0,93 \ln(\text{distância entre a 1}^{\text{o}} \text{ nadadeira dorsal e o sulco pré-caudal}), \text{ distâncias medidas em linha reta em cm.}$$

2.4. DETERMINAÇÃO DE IDADES ATRAVÉS DE CORTES FINOS EM VÉRTEBRAS DE *Sphyrna lewini*.

Para a determinação de idades em *Sphyrna lewini*, utilizaram-se vértebras extraídas logo abaixo ou anteriormente à primeira nadadeira dorsal, devido à facilidade da obtenção nos cruzeiros de pesca e locais de desembarque, bem como pelo maior número de anéis de crescimento geralmente encontrados nesses locais da coluna

vertebral, concavidade mais rasa da “intermediária” (facilita a leitura dos anéis) e similaridade de tamanhos entre as vértebras adjacentes nessa região (Branstetter e McEachran, 1986; Natanson e Cailliet, 1990; Loefer e Sedberry, 2003). As vértebras mostraram-se bem circulares conforme ilustrado nas **figuras 2 e 3**. Um conjunto de aproximadamente 3 a 5 vértebras inteiras de cada exemplar amostrado foram extraídas dessas regiões, juntamente com os dados de sexo e comprimento. Preliminarmente os arcos hemais, processos laterais e a maioria do tecido conectivo foram removidos da vértebra, com o objetivo de se expor à superfície do centrum, sendo posteriormente o material etiquetado e acondicionado em álcool etílico a 70 % até o momento de seu processamento.

Para se observarem as marcas de crescimento em cortes finos de vértebras, foi utilizado um procedimento específico, baseado na adaptação de uma nova técnica desenvolvida por Lózano (1999), denominada de Hiper-oxidação e Descalcificação Química (HDQ). Basicamente cada vértebra a ser analisada passou pelas seguintes etapas de processamento:

1. Limpeza da vértebra, em água próxima ao ponto de fervura com a adição de um pouco de detergente (lava-louças neutro) durante 5 minutos (OXIDAÇÃO).
2. Imersão em água oxigenada (3 %) durante 1 hora (OXIDAÇÃO).
3. Descalcificação da vértebra com solução de Hipoclorito de sódio (2 %) durante 10 minutos.
4. Hidratação da vértebra com solução de Hidróxido de sódio (2 %) durante 1 hora.
5. Coloração com corante Azul de Toluidina (5:1) durante 10 minutos.
6. Acondicionamento em água corrente durante 12 horas.
7. Conservação em álcool etílico (70 %).

8. Emblocamento da vértebra inteira em resina de poliéster através de moldes de borracha de silicone. Antes de sua utilização, o frasco contendo 1 kg de resina era diluído utilizando-se 100 ml de monômero adicionado com 50 gr de parafina e após bem misturado, somava-se a esta mistura cerca de 15 gotas de acelerador de cobalto, misturando-se novamente até a homogeneização da resina. Para emblocamento, utilizou-se esta resina em proporção de 20 partes de resina para 1 parte de catalisador, com um tempo de secagem e cura de aproximadamente 5 horas. Optou-se pelo uso de resina de poliéster pela facilidade em seu manuseio já que a mesma tem uma consistência pastosa que permite o correto posicionamento da vértebra dentro do bloco e pela facilidade em visualizar as vértebras durante o corte (a resina é transparente) permitindo determinar com precisão o local por onde será realizado o mesmo.
9. Realização de três cortes longitudinais na vértebra emblocada, passando aproximadamente pelo foco, por meio de uma cortadeira metalográfica de precisão marca ISOMET (ver o modelo com o Rodrigo, ou na UNIVALI), utilizando um disco de corte diamantado, série 15 LC, de diâmetro 102mm x 0,30mm, cat.nr. 11-4254, marca BUEHLER, com velocidade variável e regulável de 0 a 975 rpm, sendo a largura de cada corte 0,7 mm. Para as vértebras de indivíduos de pequeno tamanho, efetuavam-se apenas dois cortes em cada bloco.
10. Montagem dos dois cortes de 0,7 mm sobre uma lâmina de vidro de microscopia, sendo os cortes colados através de um adesivo especial (Araldite Hobby, com tempo de secagem de 10 minutos).
11. Finalmente a lâmina com os cortes é corada em uma solução de Azul de Toluidina (5:1) durante 10 minutos.

O corante azul de toluidina (5:1) foi utilizado devido à sua alta afinidade com as proteínas presentes nos tecidos ósseos e cartilagosos.

As lâminas com os cortes corados eram posteriormente lidas em um plano reto e imersas em água doce em uma placa de Petry, sob luz incidente, sendo todas as imagens das vértebras gravadas e analisadas através de um Sistema de Captação de Imagens, que utiliza um microcomputador acoplado a uma lupa (ocular GSWH 10 X 22, micrométrica 0,67, produzindo um aumento de $10 \times 0,67 = 6,7$ vezes) e um software (Image – Pro Plus, versão 3.0 para Windows) para a captação e medição das imagens. As imagens gravadas (figuras 4 e 5) eram posteriormente analisadas no software Photo editor do programa Office da Microsoft. O equipamento utilizado é de propriedade do Universidade do Vale do Itajaí (Univali – CTTMAR), localizada em Itajaí – SC, que gentilmente disponibilizou algumas horas semanais de uso.

Basicamente, no “centrum” das vértebras, era possível visualizar um padrão de bandas mais largas (opacas), estas mais claras e calcificadas e bandas mais estreitas, menos calcificadas e escuras (hialinas), estas últimas denominadas de “anéis”. O procedimento de leitura de idades em vértebras ocorreu através da detecção e contagem do número de “anéis” de crescimento concêntricos e completos, sendo posteriormente medidos o raio do “centrum” e as distâncias entre o foco da vértebra (F) e os respectivos “anéis” (ou seja, marcas hialinas – mais escuras - figuras 4 e 5). Através desta técnica foi possível fazer a leitura de um total de $n = 81$ amostras de vértebras cortadas. Cada amostra analisada era lida simultaneamente por dois leitores, que chegavam a um consenso sobre o número de anéis e medidas realizadas. As leituras de cada amostra foram realizadas duas vezes, em espaços de tempo de no mínimo uma semana. Não havendo concordância no número de anéis lidos entre duas leituras, uma terceira leitura era realizada. Se não houvesse concordância em pelo menos duas leituras, a amostra era definitivamente eliminada da análise. Posteriormente, as duas leituras concordantes eram utilizadas para o

cálculo dos índices de precisão. Para se garantir uma boa precisão nas leituras, a contagem dos anéis em vértebras era feita sem o conhecimento prévio do tamanho, sexo ou época do ano em que o animal foi coletado.

3. RESULTADOS

3.1 RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS

A primeira relação analisada foi entre o comprimento total (Y) versus a distância entre a 1ª nadadeira dorsal e o sulco pré-caudal (X) (figura 6). A distribuição dos pontos indicou uma tendência a um modelo de regressão linear simples. Essa distribuição de pontos foi ajustada através da linearização do diagrama de dispersão pelo logaritmo neperiano (base e). O coeficiente de determinação ($r^2 = 0,99$; $n = 92$) foi elevado, sendo que o erro padrão da estimativa dos valores de Y baixo (i.e., em torno de 0,03) (tabela 1). A análise de variância da regressão mostrou que a variação residual era pequena (i.e., 0,001), indicando que os pontos observados estão próximos da linha de regressão. O teste F (Fisher), mostrou que a linha de regressão é significativamente diferente de zero. Os coeficientes da regressão obtidos são os seguintes: $a = 1,35$; $b = 0,93$, com intervalos de confiança de (1,30; 1,40) e (0,92; 0,95) respectivamente. Desta forma, a equação obtida para a relação entre o comprimento total (Y) versus a distância entre a 1ª nadadeira dorsal e o sulco pré-caudal (X) (cm), ficou definida como:

$$\ln(\text{comprimento total}) = 1,35 + 0,93 \ln(\text{1ª nadadeira dorsal} - \text{sulco pré-caudal}),$$

distâncias medidas em linha reta em cm.

Esta equação foi escolhida para ser utilizada nas conversões das carcaças em comprimento total para *Sphyrna lewini*, por apresentar uma elevada correlação com o comprimento total, ser representativa das diferentes faixas de tamanhos desta espécie (entre 50 e 300 cm de comprimento total) e pelo fato da medida 1ª nadadeira dorsal - sulco pré-caudal ser conservativa, isto é, não apresentar variações devido à manipulação do pescador (e.g., cada pescador corta as extremidades da carcaça de uma determinada maneira, o que repercute no comprimento total da mesma no desembarque).

Outra relação morfométrica analisada foi entre o comprimento total (Y) versus o comprimento furcal (X), estes medidos em cm (figura 07). A distribuição dos pontos se aproximou à uma regressão linear positiva e, portanto, linearizamos a relação através do logaritmo neperiano (base e) para o cálculo dos coeficientes dessa relação. O coeficiente de determinação foi $r^2 = 1$, e o erro padrão das estimativas de Y foi de 0,02 cm (tabela 02). A análise de variância da relação logaritmizada indicou que a variação explicada pela linha da regressão (15,40) era bem maior do que a variação residual (não explicada e igual a 0,001), sinal de um bom ajuste do modelo. O teste F constatou que a inclinação da regressão era significativamente diferente de zero. Os coeficientes obtidos a e b da relação logaritmizada entre o comprimento total e o comprimento furcal foram respectivamente 0,37 e 0,98, com intervalos de confiança bem restritos, ou seja, (0,32; 0,43) e (0,97; 0,99) respectivamente. A equação ficou definida então como:

$\ln(\text{comprimento total}) = 0,37 + 0,98 \ln(\text{comprimento furcal})$, medidas estas em linha reta em cm.

3.2 ANÁLISE DA ESTRUTURA DE TAMANHOS DE *Sphyrna lewini* IMPACTADA PELA PESCA

Uma das etapas iniciais no estudo do crescimento em *S.lewini* foi avaliar as distribuições de freqüências de comprimentos nas capturas, visando se delimitar os principais estágios na população (ou seja, neonatos, juvenis, subadultos, adultos) impactados pelas diferentes artes de pesca. (figura 8). Inicialmente se observa a maior representatividade amostral nas capturas do emalhe de fundo (n = 1275), seguido em ordem decrescente, pelo emalhe de superfície (n = 433), espinhel de superfície (n = 124), arrasto de parelhas (114) e arrasto de tangone (n= 41).

A pesca de **emalhe de fundo**, sendo mais costeira, ou seja, atuando principalmente sobre a plataforma continental, capturou preferencialmente animais menores do que 200 cm de comprimento total, ou seja, a fração da população composta principalmente de neonatos (40 a 55 cm), juvenis e subadultos (56 a 140 cm), que em sua maioria ainda não atingiriam a sua maturidade sexual (Clarke, 1971; Bass et al., 1975; Branstetter, 1987; Chen et al, 1988; Stevens & Lyle, 1989; Capapé et al., 1998; Lessa et al, 1998; Hazin et al, 2001; Casey, 1964; Castro, 1983; Chen et al, 1990; Sadowsky, 1965, Dodrill, 1977; Stevens & Lyle, 1989; Klimley, 1987; Bigelow & Schroeder, 1948; Clark & von Schimdt, 1965; Cadenat & Blache, 1981; Schwartz, 1983; Compagno, 1984; Stevens, 1984; Hazin et al., 1997 b; Kotas et al., 1998; Vooren & Lamónaca, 2003, resultados não publicados do projeto SALVAR). Esta divisão por tamanhos não é estrita, já que há variações no crescimento em tamanho por idade (Quinn & Deriso, 1999). A média de tamanhos foi de 90,2 cm, com um intervalo de confiança (95 %) restrito entre 88,1 e 92,4 cm (tabela 3) . Houve também capturas de adultos (> 140 cm), porém em menores proporções do que os grupos anteriores. A moda concentrou-se em 85 cm de comprimento total, e os valores oscilaram de um mínimo de 42,5 a um máximo de 336,5 cm. A distribuição foi assimétrica à direita, e leptocúrtica.

O **emalhe de superfície**, por sua vez, esteve atuando mais intensamente na borda da plataforma e talude, incidindo fortemente sobre o estrato adulto da população (> 140 cm, considerando sexos combinados) e em menor intensidade sobre os juvenis e subadultos. A moda ficou situada em 365 cm de comprimento total. Embora esta modalidade haja capturado animais entre 45 e 382 cm de comprimento total, a média ficou em 278,5 cm, com intervalo de confiança (95%) restrito entre 269 e 288 cm. As capturas apresentaram uma elevada variância nos tamanhos, porém a distribuição se apresentou assimétrica à esquerda e com um pouco de platicurtose.

O **arrasto** de parelha e de tangones, embora a amostragem haja sido pequena, incidiu exclusivamente sobre a fração de neonatos e juvenis desta espécie, fato este explicado pela atuação dessas frotas sobre a plataforma, em áreas de criadouros, capturando indivíduos principalmente abaixo de 95 cm. As modas estiveram em 55 cm e 75 cm, respectivamente para o arrasto de tangones e o de parelhas. Vooren e Lamónaca (não publicado, 2003), também detectaram capturas de neonatos como fauna acompanhante na pesca de arrasto de fundo costeiro no Rio Grande do Sul. As médias, por sua vez, estiveram em 62,3 e 66,8 cm respectivamente para o arrasto de tangones e de parelhas, com intervalos de confiança (95%) bem restritos (**tabela 3**). As distribuições se apresentaram assimétricas à direita e leptocúrticas para ambas modalidades de arrasto.

Finalmente o **espinhel de superfície**, modalidade de pesca esta mais oceânica, e embora o tamanho amostral fosse pequeno ($n = 124$), indicou captura principalmente sobre o estrato adulto da população, ou seja, animais acima de 170 cm de comprimento total. Neste caso, a moda obtida foi de 305 cm de comprimento total. O comprimento médio nas capturas foi de 251,4 cm, com intervalo de confiança (95 %) entre 243,6 e 259,3 cm. A distribuição se apresentou assimétrica à esquerda e platicúrtica.

Na **tabela 3** podemos acompanhar o valor das médias de tamanho desta espécie nas diferentes artes de pesca desde a zona costeira até o ambiente de talude.

As composições de tamanhos foram também agrupadas por época do ano (**figura 9, tabela 4**) com o objetivo de se detectar o período de parto desta espécie. Pela figura pode se observar que os neonatos (entre 40 e 55 cm de comprimento total) estiveram presentes nas capturas de primavera e verão da pesca de arrasto e de emalhe de fundo. Os juvenis por sua vez, estiveram presentes sobre a plataforma ao longo de todo o ano, em especial na modalidade emalhe no outono. Amostras de

adultos foram também obtidas ao longo de todo o ano, porém com maior frequência no verão, pela pesca de emalhe e de espinhel de superfície.

3.3 A ESTRUTURA DA VÉRTEBRA EM *Sphyrna lewini*

A configuração do “centrum” em vértebras de *S.lewini* pode ser definida pelo padrão de marcas hialinas e opacas observadas. Basicamente foram detectadas as seguintes partes (figuras 02 a 05):

1. Marca embrionária (Emb): Os tubarões martelo, sendo vivíparos placentados (Castro, 1983) apresentam todo o seu crescimento embrionário no útero da mãe, sendo que uma parte desta fase é evidenciada por uma pequena marca concêntrica mais escura (figuras 2 e 3). Todos os exemplares analisados, sem exceção, apresentaram essa marca. No retrocálculo de vértebras inteiras, o raio médio dessa marca (0,6 mm) coincidiu com tamanho médio de embriões de 26,8 cm. Marcas embrionárias em espécies placentárias, como é o caso do tubarão martelo, são normalmente atribuídas ao momento de formação da placenta e aderência à parede do útero (Casey et al., 1985; Branstetter, 1987; Branstetter & Stiles, 1987). O próprio autor realizou uma viagem durante o início de janeiro de 1997, a bordo de uma embarcação de emalhe de superfície, na localidade de Ubatuba – SP, quando foi capturada uma fêmea grávida de 253 cm de comprimento total, com 24 embriões no útero, que ainda estavam conectados pelas suas placentas à parede do útero da mãe com comprimentos totais entre 34,6 e 45 cm e média de 41 cm (figura 13). Segundo Hazin, Fischer e Broadhurst (2001) a gestação de *Sphyrna lewini* ficaria em 10 meses.
2. Anel de nascimento (anel 0): Este anel formar-se-á por ocasião do “stress” gerado durante o nascimento, ou seja, o momento em que ocorre a mudança do ambiente

uterino da mãe (final da fase de desenvolvimento embrionário) para o meio externo (início da fase normal de crescimento somático) (Loefer e Sedberry, 2003) . Isto ocorreria na primavera-verão, época de maior ocorrência de neonatos na área analisada. (figura 9). No retrocálculo de vértebras inteiras, o raio médio desse anel (1,7 mm) coincide com o tamanho médio dos neonatos de 51,7 cm. Considerar-se-á o dia 01 de janeiro como a data de aniversário, por se tratar justamente da metade do período de parto desta espécie. Segundo Walter and Ebert (1991), Wintner e Cliff (1999), Skomal e Natanson (2002), o anel de nascimento se diferencia dos outros, pela mudança de ângulo na face do centrum, como resultado da diferença de crescimento entre a fase rápida intra-uterina e o crescimento pós-natal mais lento (figuras 2 e 4).

3. Anéis anuais (a partir do anel um): São as marcas hialinas (escuras) e espaçadas pelas bandas largas, possivelmente com periodicidade de um ano. Neste caso são anéis bem definidos ao redor de toda a vértebra. Estes anéis seriam formados possivelmente em função de variações anuais nas condições ambientais (e.g. temperatura média da água do mar) (figuras 3 e 5).
4. Anéis secundários: seriam anéis pouco definidos, muitas vezes visualizados nas zonas opacas (i.e., bandas largas), com intervalos de tempo inferiores há um ano. A origem desses anéis poderia estar associada a condições momentâneas de “stress”, como por exemplo, escassez de alimentos.
5. Borda da vértebra: Região onde é possível visualizar a periodicidade na formação dos anéis hialinos. A distância entre o foco (F) e essa borda, caracteriza o raio da vértebra ou do “centrum”.

3.4. RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE AS LEITURAS DE VÉRTEBRAS E PADRÃO DE CRESCIMENTO.

Até o presente momento já foram lidas um total de $n = 81$ amostras diferentes de cortes finos de vértebras em *Sphyrna lewini*. Estas amostras foram relativas a uma amplitude de comprimentos totais nos tubarões-martelo entre um mínimo de 40 cm e um máximo de 320 cm, ou seja, faixa esta representativa de todo o ciclo de vida da espécie, ou seja, desde neonatos, juvenis, sub-adultos e adultos (tabela 05a e 05b). A média de tamanhos ficou em 151 cm de comprimento total. Em termos de idades (número de anéis), foi possível identificar animais com um mínimo de 1 e um máximo de 51 anéis. A média de idade foi de 14 anéis. Considerando que cada anel lido apresenta uma periodicidade anual, teríamos, portanto, uma idade máxima de aproximadamente 50 anos. As informações preliminares anteriores, portanto caracterizam *Sphyrna lewini* como uma espécie longeva e de grande porte, ou seja K-estrategista (Hoenig & Gruber, 1990).

Através das leituras preliminares de idade, foi possível elaborar uma curva de crescimento inicial para esta espécie (figura 10). Pelo diagrama de distribuição dos pontos, é possível de se observar dois padrões distintos de crescimento, ou seja:

- ? Crescimento rápido: Este tubarão cresceria mais rapidamente desde o nascimento até atingir a sua fase reprodutiva, em torno de 200 cm de comprimento total, quando teria em torno dos 15 anos de idade. Esta estratégia de crescimento rápido nas fases iniciais do seu desenvolvimento é comumente utilizada por tubarões para fugir a predação, reduzindo-se assim a mortalidade natural (Branstetter, 1990).

- ? Crescimento lento: Após atingir a sua maturidade sexual, em torno dos 15 anos de vida, a espécie diminuiria sensivelmente a sua velocidade de crescimento, atingindo um tamanho assintótico em torno dos 300 cm de comprimento total, podendo chegar a uma idade máxima de até 51 anos.

O comportamento da curva de crescimento obtida no presente estudo é característica de uma espécie K-estrategista, ou seja, apresentando uma redução drástica na sua velocidade de crescimento após a maturidade, condição freqüentemente encontrada em tubarões de grande porte, como é o caso de *Sphyrna lewini*. Smith et al. (1998) e Branstetter (1987 c) encontraram idade de maturação para os machos em 10 anos e para as fêmeas em torno dos 15 anos.

Com o objetivo de se conhecer preliminarmente os parâmetros de crescimento da espécie, foi ajustado o modelo de von Bertalanffy (1938) aos dados já observados (n=79) de comprimento total (cm) e idade (anos) (tabela 06). Neste caso utilizou-se o método de ajuste de mínimos quadrados de Gauss-Newton. O procedimento iterativo rapidamente convergiu para valores de $L_{\infty} = 336,6$ cm; $K = 0,045 \text{ ano}^{-1}$ e $t_0 = -2,12$ anos. A análise de variância do modelo mostrou que a variação explicada pela linha da regressão (quadrados médios = 758683) era maior do que a residual (quadrados médios = 1001). O coeficiente de determinação foi elevado, ou seja, $r^2 = 0,97$, sinal de que a maior parte da variação em Y (comprimento total) era explicada por X (idade). O parâmetro de crescimento L_{∞} foi o que apresentou o maior erro padrão assintótico (A.S.E. = 28), com um intervalo de confiança (95 %) dentro de uma faixa de tamanhos relativamente ampla, ou seja, entre 281 e 392 cm. Possivelmente com um maior número de dados reduzir-se-á essa variabilidade na estimativa de L_{∞} . A matriz de correlação indicou, na maioria dos casos, elevada correlação entre os parâmetros de crescimento. A menor obtida foi entre o L_{∞} e o t_0 (-0,67).

A análise da distribuição dos resíduos permitiu concluir se o modelo de von Bertalanffy se ajustava bem aos dados (figura 12). Neste caso o diagrama de

dispersão mostrou que os resíduos se apresentaram distribuídos aleatoriamente, sem nenhuma tendência ou interdependência. Uma das condições para um bom ajuste do modelo é o fato dos resíduos terem de se apresentar distribuídos normalmente, com média zero e variância constante (Chatterjee & Price, 1991). Neste caso, a média foi zero, porém o valor de $g_1 = -0,29$ indicou uma pequena assimetria à esquerda e o $g_2 = -0,004$ uma platicurtose. Entretanto, aplicando-se o teste “t” sobre os valores de g_1 e g_2 , conclui-se que a distribuição dos resíduos é normal (mesocúrtica) e simétrica (tabelas 07 e 08). Portanto o ajuste do modelo é aceitável.

A curva de von Bertalanffy (1938) ajustada aos dados observados é apresentada na figura 11. Nota-se pois um crescimento típico de uma espécie longeva, que poderia atingir os 50 anos de idade. A leitura de idades através de cortes finos possibilitou visualizar com maior precisão os anéis de crescimento. O que se observa com os dados aqui apresentados é de que a longevidade da espécie ultrapassou os 40 anos de idade, valor superior ao encontrado por Branstetter (1987) no Golfo do México (30 a 35 anos) e ao obtido através da leitura de idades em vértebras inteiras do mesmo conjunto de dados onde foram efetuados os cortes finos (aproximadamente 40 anos).

4. DISCUSSÃO

A nível global, os tubarões tem sido explorados em uma escala crescente nas últimas décadas, iniciando nos anos 60 como fauna acompanhante da pesca de espinhel pelágico ou como espécie-alvo em outras pescarias direcionadas (e.g. emalhe de superfície), expandindo-se essas atividades a partir dos anos 80. A grande extensão geográfica do ecossistema pelágico inibe a habilidade de monitorar populações de tubarões adequadamente. Portanto, o efeito da exploração sobre a maioria das populações de tubarões , principalmente oceânicos, permanece desconhecido (Baum, et al., 2003).

Estudos de idade e crescimento em tubarões de grande porte são problemáticos, devido ao fato de serem espécies altamente migratórias, tornando-se desta forma disponíveis à pesca por curtos períodos de tempo. Além disto, os diferentes elementos da população segregam-se espacialmente por tamanhos e sexos (Hoenig & Gruber, 1990). Há também a dificuldade de se obterem suficientes amostras de todas as classes de comprimentos. Cailliet e Bedford (1983), ilustram as dificuldades de se obterem medidas de tubarões de grande porte, pois estes normalmente chegam aos locais de desembarque sob a forma de carcaças, sendo que na conversão de uma dimensão menor (e.g., distância entre as origens das duas nadadeiras dorsais) para o comprimento total podem ocorrer erros de estimativa.

Durante o decorrer desta pesquisa, constatou-se a dificuldade de se obter amostras representativas de *Sphyrna lewini*, durante um período considerável, ou seja, 7 anos, se comparada à outras espécies de peixes localizadas em níveis tróficos inferiores. O tubarão-martelo é espécie-alvo apenas na pesca de emalhe de superfície, sendo em outras modalidades de pesca considerada “captura acidental”. Mesmo no emalhe de fundo, onde foi obtido o maior número de indivíduos, a pesca é dirigida principalmente para a corvina (*Micropogonias furnieri*) e para o cação-anjo (*Squatina guggenheim* e *Squatina occulta*) (Kotas et al., 1995; Santos et al., 1998). Outras variáveis que influenciaram o plano amostral para esta espécie foram a frequência de desembarques (mais intensos no emalhe de fundo e mais raros no emalhe de superfície) e a estratificação por tamanhos das capturas nas diferentes modalidades de pesca (isto é, o emalhe de fundo e a pesca de arrasto capturando neonatos e juvenis, e o emalhe e espinhel de superfície capturando mais intensamente os adultos).

A pesca de emalhe (fundo e superfície) cobre toda a distribuição horizontal de *Sphyrna lewini*, abrangendo todo o seu circuito migratório, desde as áreas de criadouros na plataforma, durante as fases iniciais de desenvolvimento, até a zona de

talude onde se encontram a maioria dos indivíduos adultos. A pesca de arrasto (tangones e parelha) atua mais intensamente sobre as áreas de criadouros, onde se encontram os neonatos e juvenis. Por sua vez o espinhel de superfície captura esta espécie principalmente na sua fase já adulta, na borda da plataforma e talude. Segundo Clarke (1971), os adultos de *Sphyrna lewini* passam a maior parte do tempo em alto-mar, vivendo à meia água, deslocando-se para as áreas costeiras para ter os seus filhotes. Em suma, pelo menos 5 modalidades diferentes de pesca atuam sobre diferentes fases do circuito migratório horizontal desta espécie, no sul do Brasil, iniciando pelas áreas costeiras de criadouros, onde se encontram os neonatos e juvenis e deslocando-se até as zonas de ambiente semi-oceânico (borda de talude) onde estariam distribuídos os adultos. Este cenário pesqueiro, não está propiciando a existência de refúgios para esta espécie sobre a plataforma, e o impacto da pesca, principalmente do emalhe, sobre todo o processo de crescimento da espécie, desde o nascimento até atingir a sua maturidade sexual, está comprometendo sensivelmente a sua existência. Como há uma relação direta entre o recrutamento e o estoque adulto para a maioria dos tubarões (Holden, 1974; Pratt e Casey, 1990), aliado às outras características biológicas intrínsecas para esta espécie de tubarão, ou seja, baixa fecundidade, crescimento lento e maturação tardia (Hoenig e Gruber, 1990) as chances de recuperação deste recurso pesqueiro são pouco otimistas.

Segundo Smith et al. (1998) os tubarões martelo, apresentam uma baixa capacidade de recuperação (r_{2M}) semelhante às taxas de aumento populacional estimada para os golfinhos e pequenas baleias (Reilly e Barlow, 1986; Perrin and Reilly, 1984). Desta forma esta espécie seria pouco resiliente à mortalidade por pesca, e a proteção do seu estoque reprodutivo deveria ser uma prioridade (Smith et al, 1998). Como regra básica, a taxa de exploração não deveria exceder o valor de r_{2M} obtido para esta espécie (no caso, $r_{2M} = 0,028 \text{ yr}^{-1}$, segundo Smith et al., 1998), que parece ser uma razoável estimativa de taxa anual de crescimento populacional (ou

seja, $e^{f_{2M}} - 1 = 0,0284 \text{ ano}^{-1}$), sob níveis médios de exploração. Portanto , apenas deveria ser retirada da população essa proporção (2,8 %) . Entretanto para o Litoral sul - Brasileiro, especificamente para esta espécie, valores de f_{2M} ainda não foram obtidos devido à falta de dados biológicos. Segundo Pratt & Casey (1990), em geral as populações de tubarões impactadas por atividades pesqueiras, apresentam uma capacidade lenta de recuperação, muitas vezes exigindo décadas para se retornar aos níveis anteriores de abundância. A relação direta entre o tamanho do estoque adulto e seus recrutas, prejudica sensivelmente a resiliência à pesca da maioria das populações de tubarões existentes (Holden, 1974).

No presente estudo, foram encontrados tubarões martelo medindo de 42,5 cm no emalhe de fundo até 382 cm no emalhe de superfície. Pela experiência amostral realizada nos locais de desembarques (Ubatuba e Itajaí) e cruzeiros de pesca, durante os sete anos de amostragem considerados (1994 a 2002), a maior dificuldade em medir animais inteiros foi encontrada nos cruzeiros de pesca, principalmente para os animais maiores, capturados no emalhe de superfície. Neste último caso específico, pelo fato das embarcações serem pequenas (menores do que 17 m), e o pesquisador ser obrigado a embarcar desacompanhado e a realizar todo o trabalho de amostragem por si mesmo, muitas vezes sob condições adversas (e.g. mau tempo), não se descarta a hipótese de sobreestimativas nos tamanhos dos animais de maior porte. Esta possibilidade existe, já que o maior L_{max} registrado para as fêmeas foi de 346 cm no litoral norte australiano (Stevens e Lyle ,1989) e para os machos de 305 cm em Taiwan (Chen, Leu & Joung, 1988). Outros estudos realizados por Schwartz (1983), Chen, Leu & Joung (1988, 1990), Clarke (1971), Bass et al. (1975), Klimley & Nelson (1981), Branstetter (1987), detectaram tamanhos máximos para machos entre 244 e 301 cm e para as fêmeas entre 296 e 331 cm de comprimento total. Segundo Pratt & Casey (1990), dados acurados sobre o tamanho máximo dos adultos é difícil de se

obter em tubarões. Geralmente há erros de medição tanto no peso, quanto no comprimento para tubarões de grande porte.

A análise das composições de tamanhos sazonais, evidenciaram o período de parto desta espécie. Os neonatos (entre 40 e 55 cm de comprimento total) estiveram presentes nas capturas de primavera e verão da pesca de arrasto e de emalhe de fundo. Segundo Bass et al, 1975, Castro, 1983 e Clarke, 1971, as maiores concentrações de neonatos foram no verão. Segundo Amorim et al. (1998) , que analisou o desenvolvimento embrionário de *Sphyrna lewini*, em áreas oceânicas, o nascimento ocorre de outubro a dezembro no sul do Brasil. No sul do Brasil, a migração das fêmeas grávidas para águas mais rasas e subsequente parto ocorre na primavera (novembro-dezembro), quando capturas de neonatos de 47 a 52 cm aparecem nas capturas das pescarias mais costeiras (Vooren e Lamónaca, 2003).

Vários autores (Branstetter e McEachran, 1986; Martin e Cailliet, 1988; Kusher et al., 1992), recomendam a leitura de cortes finos de estruturas etárias de elasmobrânquios, já que esta metodologia propicia uma melhor documentação dos incrementos marginais, ou seja evita subestimativas nas idades, pois os anéis de crescimento se tornam mais próximos e mais difíceis de delinear em animais de maior idade. Por outro lado a aplicação do método de Lozano (1999), ou seja, a Hiper-oxidação e Descalcificação Química (HDQ) das vértebras, nunca havia sido aplicado em tubarões, mas apenas em bagres. Desta forma o presente estudo vem servindo como experimento onde até o momento estão sendo obtidos resultados satisfatórios. As primeiras leituras de idade feitas em cortes finos de vértebras têm evidenciado, que principalmente nos animais mais velhos, há sinais de subestimativas nas leituras de idades ao utilizar-se vértebras inteiras. No caso de leituras de idades feitas sobre os cortes, alguns exemplares ultrapassaram os 50 anos de idade. Por sua vez, realizando-se a leitura em vértebras inteiras obtivemos estimativas de idade máxima em torno dos 40 anos de idade.

Sphyrna lewini, em termos de produtividade estaria inserida no grupo de tubarões com $r < 0,04$, ou seja, são espécies de tubarões em geral costeiros, que apresentam as mais baixas capacidades de recuperação populacional, com um período reprodutivo longo, maturação tardia e elevada longevidade. São considerados os grupos de tubarões mais frágil, no que se refere à pesca, principalmente devido ao grande tamanho dos juvenis, que os tornam extremamente vulneráveis à pesca (Silva, 2001; Smith et al., 1998; Musick et al, 2000). Segundo Musick (1999), organismos com $K < 0,1$ são animais particularmente em risco de extinção. Cabe lembrar, que os valores de K e da taxa intrínseca de crescimento populacional (r) servem como “sinalizadores” dos níveis de risco da espécie (Musick, 1999). Em *Sphyrna lewini*, a demora para a espécie atingir a maturação sexual, esta em torno dos 15 anos, seria compensada por um longo período reprodutivo, ou seja, de aproximadamente 35 anos, considerando uma idade máxima de 50 anos, baseada nas estimativas preliminares do presente estudo. O grande problema nesta espécie é o fato da mesma estar sendo recrutada pela pesca, principalmente no emalhe de fundo, antes de atingir a sua maturidade sexual. Por este motivo é de extrema importância que a pesca seja restrita apenas aos indivíduos adultos da população.

Segundo Branstetter (1987), a manutenção do estoque de *Sphyrna lewini* está na dependência da produção de uma grande coorte, já que a espécie apresenta uma baixa taxa de crescimento, maturação tardia, e sofrem elevada predação sobre os indivíduos imaturos, principalmente por outros tubarões. A manutenção de áreas de parto (berçários) e outros hábitat críticos para a sua sobrevivência, bem como a de um percentual de fêmeas grávidas e machos maduros, seriam de extrema importância. A pesca atuando tanto nas áreas de criadouros, como nas de distribuição de juvenis ao largo da plataforma continental, sem dúvida compromete a manutenção de um nível estável de recrutamento ao estoque adulto. Este fato vem ocorrendo rotineiramente na região sudeste e sul, já que neonatos e juvenis vem sendo capturados sobre a

plataforma , por redes de emalhe e pelo arrasto de fundo através do sistema de tangones e de parselhas (Vooren e Lamónaca, 2003; Kotas, dos Santos, Azevedo, 1998). A limitação do esforço de pesca do emalhe de fundo sobre os grandes juvenis de *Sphyrna lewini*, possivelmente contribuirá para a manutenção de níveis mais estáveis de abundância para esta espécie (Cortés, 1999; Bonfil, 1990; Heppell et al., 1999).

Resumindo, *Sphyrna lewini*, no litoral sudeste e sul do Brasil, vem sendo fortemente ameaçada por duas fontes principais de mortalidade pesqueira:

- Capturas de neonatos e juvenis sobre a plataforma continental, principalmente por redes de emalhe de fundo e arrasto (Vooren & Lamónaca, 2003; Kotas e Petrere, 2002).
- Capturas de adultos por redes de emalhe boiada e espinhel de superfície em áreas mais afastadas da plataforma e talude (Kotas et al., 2001; Kotas & Petrere, 2002; Zerbini & Kotas, 1998).

Finalmente, cabe lembrar de que são raras as pescarias de tubarões que apresentaram registros de sustentabilidade e poucos são os países que possuem alguma forma de manejo para esses recursos (Stevens, 1999; Walker, 1998). No caso específico de *Sphyrna lewini*, devido à sua baixa produtividade biológica e elevada vulnerabilidade às artes de pesca, a mesma não parece ser uma espécie candidata à atividades pesqueiras sustentáveis.

Cabe ao Brasil, preservar a biodiversidade dos elasmobrânquios existentes em sua costa e o primeiro passo importante seria aprovar e implementar um plano nacional de manejo e conservação de elasmobrânquios, plano este que já vem sendo discutido junto à Sociedade Brasileira para o Estudo e Conservação de Elasmobrânquios (SBEEL), IBAMA, Ministério da Agricultura, Universidades, Setor pesqueiro e outras instituições envolvidas no estudo, conservação e aproveitamento comercial de elasmobrânquios.

5. PRÓXIMAS ETAPAS DO TRABALHO

Apesar das análises já realizadas, incluindo uma primeira tentativa de ajuste de curva de crescimento com base em 79 vértebras de 81 analisadas, pretende-se neste trabalho alcançar a marca de pelo menos 150 vértebras lidas da coleção já obtida.

Com a realização de mais leituras em duplicata, pretende-se obter índices sobre os níveis de precisão de leituras, ou seja, APE e CV, conforme descrito por Campana (2001).

Obtendo-se os parâmetro de crescimento (L_{∞} , K e t_0) poder-se-á estimar a longevidade, mortalidade natural e tamanho máximo atingido pela espécie.

Aplicar-se-á uma fórmula de retrocálculo baseada no trabalho de Skomal et al. (2002) para assim calcular os comprimentos totais nos respectivos anéis de crescimento. Será comparada a curva retrocalculada com a obtida para os dados observados. Também será feita uma comparação entre a curva obtida pela leitura das vértebras inteiras com a obtida através dos cortes finos das mesmas. Finalmente será observada a existência ou não do fenômeno de Lee (1920).

Como objetivo final do trabalho, será obtida uma chave comprimento-idade que poderá ser utilizada como ferramenta de conversão para as composições de tamanhos das carcaças desembarcas em idades, sendo de grande auxílio a futuros trabalhos de manejo pesqueiro, proporcionando futuras medidas de proteção para o tubarão-martelo *Sphyrna lewini*.

6. BIBLIOGRAFIA

Amorim, A . F. ; Arfelli, C. A . e S. Bacilieri, 2002. Shark data from Santos longliners fishery off Southern Brazil (1971 – 2000). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54 (4): 1341-1348.

Amorim, A F. ; C. A. Arfelli and L. Fagundes, 1998. Pelagic elasmobranchs caught by longliners off southern Brazil during 1974-97: an overview. Mar. Freshwater Res., 1998, 49, 621-32.

Au, D.W.; Smith, S. E. e Show, C, no prelo. Shark Productivity and Reproductive Protection, and a Comparison with Teleosts. *In* Sharks of the Open Ocean, M. Camhi (ed.); Blackwell Scientific.

Bass, A . J., J. D. D´Aubrey, and N. Kistnasamy. 1975. Sharks of the east coast of southern Africa. 4. The families Odontaspidae, Scapanorhynchidae, Isuridae, Cetorhinidae, Alopiidae, Orectolobidae and Rhinodontidae. Oceanogr. Res. Inst. (Durban) Invest. Rep. 39, 102 p.

Baum et al., J.K. ; Myers, R. A . , Kehler, D.G., Worm B., Harley S.J. & Doherty, P.A . , 2003. Collapse and conservation of shark populations in the northwestern Atlantic. Science 299: 389-392.

Bigelow, H.B. and W.C. Schroeder, 1948. Sharks. *In* Fishes of the western North Atlantic, part one, vol. 1 (J.Tee-Van, C.M. Breder, S.F. Hildebrand, A. E. Parr and W.C. Schroeder, eds.). p. 59-546. Mem. Sears Found. Mar. Res., Yale Univ.

Bonfil, R. and Saunders, R.1990. Contributions to the fisheries biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*, from Yucatan, Mexico. Thesis, University of Wales, Bangor.

Branstetter, S. and McEachran, 1986. Age and growth of four carcharhinoid sharks common to the Gulf of Mexico: a summary paper, p. 361-371. *In*: Indo-Pacific fish biology: proceedings of the second international conference on Indo-Pacific fishes.

T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi, and K. Matsuura (eds.). Ichthyological Society of Japan, Tokyo.

Branstetter, S., 1987 a . Age and growth validation of newborn sharks held in aquaria, with comments on the life history of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*. *Copeia* 1987 (2): 291-300.

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

Branstetter, S., 1987 c. 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* 19: 161-173.

Branstetter, S., 1990. Early Life-History Implications of Selected Carcharhinoid and Lamnoid Sharks of the Northwest Atlantic (1990). *In* Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries. *Edited by* H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber, and T. Taniuchi. NOAA Tech. Rep NMFS N^o. 90 pp. 17-28.

Branstetter, S., and R. Stiles, 1987. Age and growth estimates of the bull shark, *Carcharhinus leucas*, from the northern Gulf of Mexico. *Environ. Biol. Fishes* 20(3): 169-181.

Cadenat, J., and Blache, J. 1981, Requins de Méditerranée et Atlantique. *Faune Tropicale*. ORSTOM.21, 1-330.

Cailliet, G. M., and Bedford, D.W., 1983. The biology of three pelagic sharks from California waters, and their emerging fisheries: A review. *CalCOFI Rep.*, Vol XXIV. 1983.

Capapé, C., M. Diop & M. N'Dao., 1998. Record of four pregnant females of the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini* (Sphyrnidae) in Senegalese waters. *Cybiurn* 22: 89-93.

Casey, J. G., H.L. Pratt, Jr., and C.E. Stillwell, 1985; Age and growth of the sandbar shark *Carcharhinus plumbeus* from the western North Atlantic. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 42: 963-975.

Casey, J.G., 1964. Anglers' Guide to sharks of the Northeastern United States – Maine to Chesapeake Bay. Bureau of Sport Fisheries & Wildlife Circular, 179: 33 p, (1964).

Castro, J.I., 1983. The sharks of North American Waters. Texas A&M Univ. Press, College Station.

Chen, C. T.; Leu, T.C. ; Joung, S.J. and LO, N. C. H., 1990. Age and growth of the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, in northeastern Taiwan waters. Pacific Science, v. 44. N.2, p. 156-170.

Chen, C.T.; Leu, T.C. & Joung, 1988. Notes on reproduction in the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, in northeastern taiwan waters. *Fishery bulletin*, vol. 86 n^o 2.

Clark, E. & K. von Schimdt, 1965. Sharks of the central gulf coast of Florida. Bull. Mar. Sci. 15: 13-83.

Clarke, T. A ., 1971. The ecology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in Hawaii. Pac. Sci., 25 (2): 133-44.

Compagno, L.J.V., 1984. FAO species catalogue. Vol.4. Sharks of the world. Na annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 2.. Carcharhiniformes. *FAO Fish. Synop.*, (125) Vol.4, Pt. 2:251-655.

Cortés, E., 1999. A Stochastic Stage-Based Population Model of the Sandbar Shark in the Western North Atlantic. American Fisheries Society Symposium 23:115-136.

da Silva, F. M .S, 2001. Taxas de crescimento populacional intrínseco de tubarões: Uma contribuição para o plano de manejo de elasmobrânquios no Brasil. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife - PE. 75 p.

Dodrill, J.W., 1977. A hook and line survey of the sharks found within five hundred meters of shore along Melbourne Beach, Brevard County, Florida. M.S. Thesis, Florida Institute of Technology. Melbourne. 304 pp.

Santos, S. ; Kotas, J.E. & Azevedo, V.G., 1998. A pesca de elasmobrânquios no emalhe de superfície e de fundo em Ubatuba (SP). Resumos da XI Semana Nacional de Oceanografia: Oceanografia e suas interfaces, de 18 a 24 de outubro de 1998. – Pelotas: Universitária/UFPel, 1998. p. 675-677.

Hazin, F. H. V.; Ferreira, M.P.; Melo, I.C.D., 1997. Estudo comparativo da distribuição e abundância relativa de grandes pelágicos capturados em uma pesca consorciada rede de deriva/espinhel pelágico. 7º Congresso Nordeste de Ecologia. p. 163/Resumo/.

Hazin, F.; Fischer, A . & Broadhurst, M., 2001. Aspects of reproductive biology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, off northeastern Brazil. Environmental Biology of Fishes 61: 151-159.

Hazin, F.H.V.; Fischer, A .F. ; Brito, F.L., 1997. Estudos preliminares da biologia reprodutiva do tubarão-martelo (*Sphyrna lewini*)(*Elasmobranchii*, *Sphyrnidae*), capturados no Atlântico sudoeste equatorial. 7ºCongresso Nordeste de Ecologia. p. 82./Resumo/

Heppell, S., L. B., Crowder, and T.R. Menzel. 1999. Life table analysis of long-lived marine species with implications for conservation and management. Pages 137-148. In J.A. Musick, editor. Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals, American Fisheries Society Symposium 23, Bethesda, Maryland.

Hoening, J. M. & Gruber, S. H. , 1990, Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. *In* : Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries. H.L. Pratt, Jr; S.H. Gruber; Taniuchi, T. (editors). NOAA Technical Report NMFS 90 : 1-16.

Hoenig, J.M., and Gruber, S. H., 1990. Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. In `Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries´(Eds H.L. Pratt Jr, S. H. Gruber and T. Taniuchi.). NOAA Technical Report NMFS 90. Pp. 1-16. (US Department of Commerce.).

Holden, M. J., 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. *In* Sea fisheries research (F.R. Harden Jones, ed.), p. 117-137. John Wiley & Sons, New York.

Klimley, A . P. , 1987. The determinants of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*. *Environmental Biology of Fishes*. Vol. 18, Nº1, pp. 27-40.

Klimley, A . P., and Nelson, D. R., 1981. Schooling of hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, in the Gulf of California. U.S. National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 79, 356-60.

Kotas J.E.; dos Santos, S.; Azevedo, V., 1998. Biologia do tubarão-martelo (*Sphyrna lewini*, Griffith & Smith, 1834), capturada no emalhe de Ubatuba, estado de São Paulo. XI Semana Nacional de Oceanografia. Oceanografia e suas interfaces, de 18 a 24 de outubro de 1998. – Pelotas: Universitária/UFPel, 1998. – 709p.

Kotas, J. E. ; M. Petrere Jr; dos Santos, S., G. de Azevedo, M. da Rocha Gamba; P.C. Conolly, R.C. Mazzoleni, M. Hostim-Silva, J. Pereira., 2001. Driftnets in southern Brazil 66 p. (Mimeo).

Kotas, J.E. e M. Petrere Jr., 2002. Estatística dos desembarques de tubarão martelo (*Sphyrna spp*) no sudeste e sul do Brasil. 58 p. (mimeo).

Kotas, J.E., dos Santos, S., Azevedo, V.,1998. Biologia do tubarão-martelo (*Sphyrna lewini*, Griffith & Smith, 1834), capturada no emalhe de Ubatuba, estado de São Paulo. XI Semana nacional de Oceanografia. Oceanografia e suas interfaces, de 18 a 24 de outubro de 1998. – Pelotas: Universitária/UFPel, 1998. – 709 p.

Kotas, J.E., Gamba, M. do R., Conolly P.C., Hostim-Silva M., Mazzoleni, R.C. & Pereira, J. , 1995. A pesca de emalhe direcionada aos elasmobrânquios com desembarques em Itajaí/SC. Itajaí, CEPSUL/IBAMA 16 p., 11 tables (Mimeo).

Kusher, D. I. , S. E. Smith & G. M. Cailliet, 1992. Validated age and growth of the leopard shark, *Triakis semifasciata*, with comments on reproduction. Environmental Biology of Fishes 35: 187-203, 1992.

Lessa, R., Menni, R.C. & Lucena, F. , 1998. , Biological observations on *Sphyrna lewini* and *S. tudes* (Chondrichthyes, Sphyrnidae) from northern Brazil. Vie Milieu 48 (3): 203-213.

Loefer, J. K. and Sedberry, G. R., 2003. Life history of the Atlantic sharpnose shark (*Rhizoprionodon terraenovae*) (Richardson, 1836) off the southeastern United States. Fish. Bull. 101: 75-88.

Lózano, A. P., 1999. Idade e crescimento da Piracatinga: *Calophysus macropterus*, Lichtenstein, 1819 (Pisces, Pimelodidae), na Amazônia Central. Tese de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Universidade Federal do Amazonas. 87p.

Martin, L.K., and Cailliet, G.M., 1988. Aspects of the reproduction of the bat ray. *Myliobatis californica*, in central California. *Copeia* 3. 754-62.

Musick, J. A . ; Harbin, M.M.; Berkeley, S.A; Burgess, G.H; Eklund, A.M.; Findley, L.; Gilmore, R.G.; Golden, J.T.; Ha , D.S.; Huntsman, G.R.; McGovern, J.C.; Parker, S.J.; Poss, S.G.; Sala, E.; Schmidt, T.W.; Sedberry, G. R.; Weeks, H. e Wright, S.G., 2000. Marine, estuarine, and diadromous fish stocks at risk of extinction in North America (exclusive of pacific salmonids). Amer. Fish. Soc. Vol. 45, nº. 11: 6-30.

Musick, J. A. , 1999. Ecology and Conservation of Long-Lived Marine Animals. American Fisheries Society Symposium 23:1-10.

Natanson, L.J. and Cailliet, G.M., 1990. Vertebral growth zone deposition in Pacific angel sharks. *Copeia*, 1990: 1133-1145.

Perrin, W. F. , and Reilly, S.B., 1984. Reproductive parameters of the dolphins and small whales of the family Delphinidae. In `Proceedings of the Conference on Cetacean Reproduction: Estimating Parameters for Stock Assessment and Management´. 28 Nov. – 7 Dec. 1981, La Jolla, California. (Eds W.F. Perrin, R.L. Brownell Jr and D.P. De Master.)pp. 97-133. International Whaling Commission Report Spec. Issue Nº. 6.

Pratt, H.L., Jr., and J.G. Casey, 1990. Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden´s method of estimating growth parameters. *In* Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries (H.L. Pratt, Jr., S. H. Gruber, and T. Taniuchi, eds.), p. 97-109. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 90.

Quinn II, T. J. & Deriso, R. B., 1999. Quantitative fish dynamics. Oxford University Press. 542pp.

Reilly, S.B., and Barlow, J. ,1986. Rates of increase in dolphin population size. US National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 84, 527-33.

Sadowsky, V., 1965. The hammerhead sharks of the littoral zone of São Paulo, Brazil, with the description of a new species. Bull. Mar. Sci., 15(1): 1-12.

Schwartz, F. J., 1983. Shark ageing methods and age estimation of scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, and dusky, *Carcharhinus obscurus*, sharks based on vertebral ring counts. Reprinted from: *In* E. D. Prince and L.M. Pulos (editors), Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: Tunas, billfishes, and sharks, p. 167-174. NOAA Tech. Rep. NMFS 8.

Skomal, G. B. e Natanson, L. J. 2002. Age and Growth of the blue shark, *Prionace glauca* in the north Atlantic ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54(4): 1212-1230.

Smith, S. E. ; Au D. W.; and Show, C., 1998. Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific Sharks. *Mar. Freshwater Res.*, 1998, 49, 663-78.

Stevens, J.D. , 1984. Biological observations on sharks caught by sport fishermen off New South Wales. *Aus. J. Mar. Freshw. Res.*, 35, 573-90.

Stevens, J. S., 1999. Variable Resilience to Fishing Pressure in Two Sharks: The Significance of Different Ecological and Life History Parameters. *American Fisheries Society Symposium* 23: 11-15, 1999.

Stevens, J.D. & J.M. Lyle, 1989. Biology of three hammerhead sharks (*Eusphyrna blochii*, *Sphyrna mokarran* and *Sphyrna lewini*) from northern Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 40, 129-46.

von Bertalanffy, L., 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*, 10: 181-213.

Vooren, C. M. e Lamónaca, A . F. , 2003. Unpublished results of Project “Salvar Seláquios do Sul do Brasil – SALVAR “, available on request. Research Contract. FURG/CNPq – PROBIO 0069-00/02. Rio Grande, Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

Walker, T. I., 1998. Sustainability of shark fisheries. Pages 23 *in* N. A . Gribble, G. Mc Pherson, and B. Lane, editors. Shark management and conservation. Proceedings from the sharks and man workshop of the Second World Fisheries Congress. Department of Primary Industries Conference and Workshop Series. Brisbane, Australia.

Walter, J. P., and D. A . Ebert , 1991. Preliminary estimates of age of the bronze whaler *Carcharhinus brachyurus* (Chondrichthyes: Carcharhinidae), from southern Africa, with a review of some life history parameters. *South African Journal of Marine Science* 10:37-44.

Wintner, S. P. e Cliff, G.C., 1999. Age and growth determination of the white shark, *Carcharodon carcharias*, from the east coast of South Africa. Fish. Bull. 153-169.

Zerbini, A . N. & Kotas, J.E., 1998. A Note on Cetacean Bycatch in Pelagic Driftnetting off Southern Brazil. Rep. Int. Whal. Commn. 48, 1998.

ANEXOS:

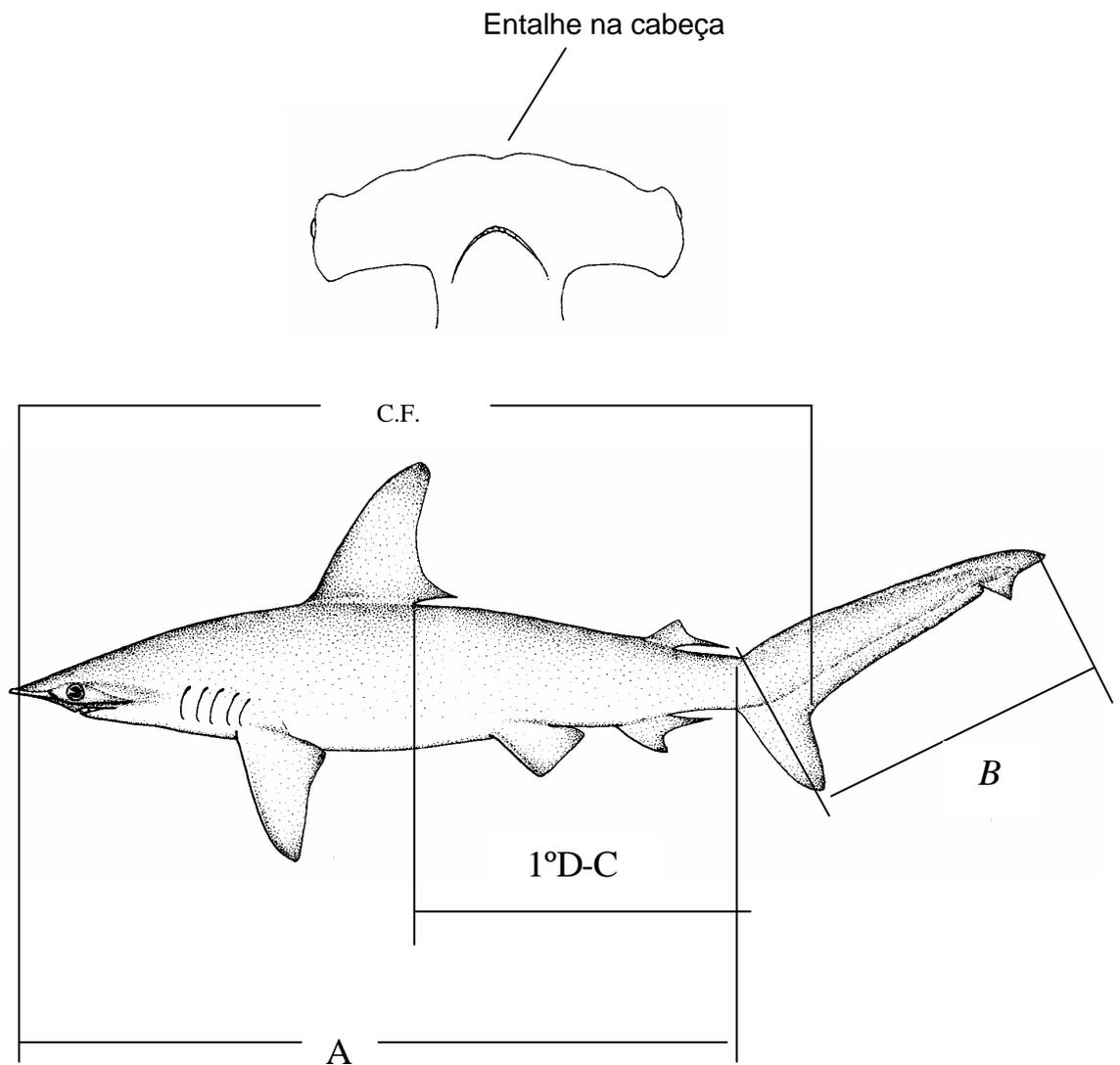


Figura 1 – O tubarão martelo (*Sphyrna lewini*) (Fonte: Compagno, 1984). Medidas utilizadas no presente estudo ($C.Total = A+B$; $1^{\circ}D-C$ = Distância primeira dorsal até o sulco pré-caudal; C.F.= Comprimento furcal). Medidas em cm.

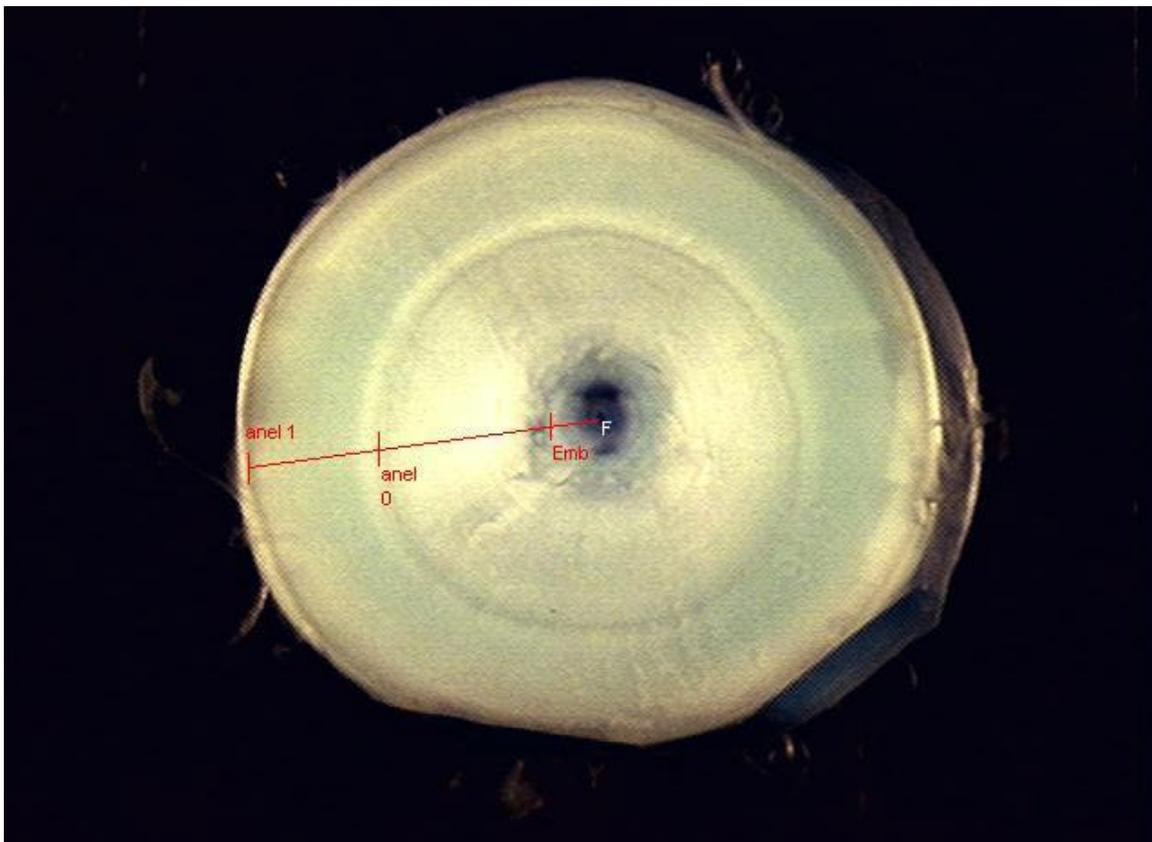


FIGURA 02 – Vértebra de um macho de *Sphyrna lewini* com comprimento total de 113,6 cm, coletado em setembro de 2001. Observam-se 2 anéis bem definidos, ou seja, o de nascimento (anel 0) e o anel anual (anel 1). Nota-se que o anel acaba de se formar na borda do *centrum*. F = foco; Emb = marca embrionária (0,336 mm de raio); anel 0 = anel de nascimento (1,550 mm de raio); anel 1 = anel anual (2,631 mm de raio). Raio da vértebra = 2,804 mm de raio.

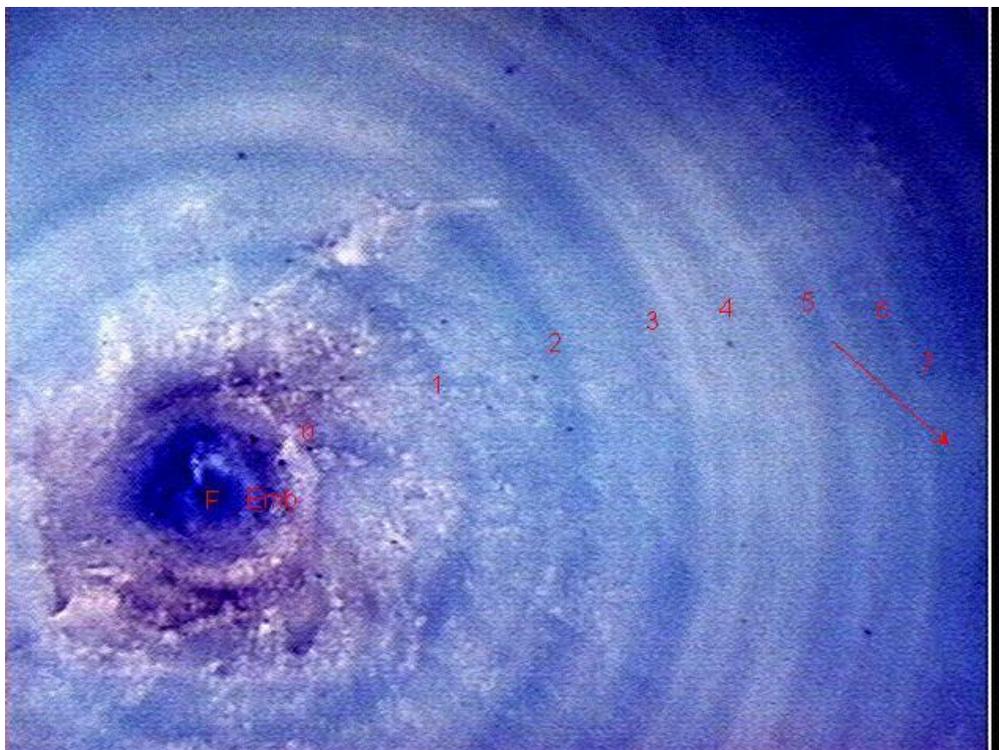


Figura 03 – Vértebra de uma fêmea de *Sphyrna lewini*, com comprimento total de 271,64 cm, coletada em outubro de 2001. F = foco; Emb = marca embrionária (0,562 mm de raio); anel (0) de nascimento (1,063 mm de raio); anéis anuais (1, 2,17) e borda (11,475 mm de raio).

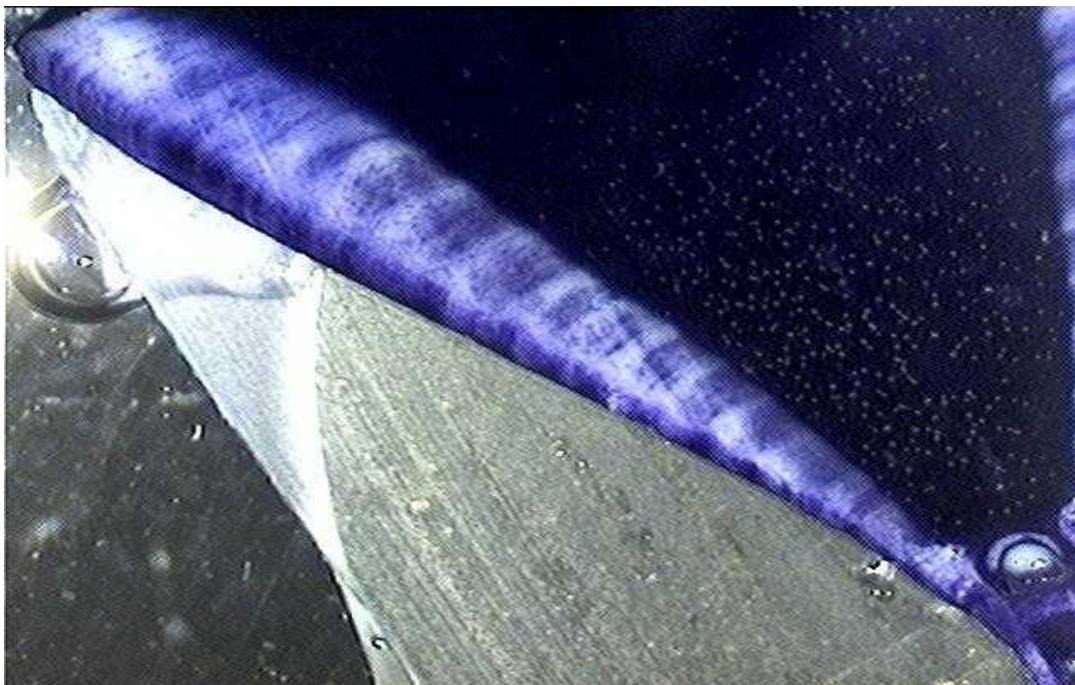


FIGURA 04 – Corte longitudinal em uma vértebra de uma fêmea de *Sphyrna lewini*, com comprimento total de 310,6 cm, coletada em janeiro de 1997. Marca embrionária (1,09 mm de raio); anel (0) de nascimento (1,81 mm de raio); anéis anuais (1, 2,25) e borda (11,81 mm de raio).



FIGURA 05 – Corte longitudinal de uma vértebra de um macho de *Sphyrna lewini*, com comprimento total de 120,29 cm, coletada em maio de 2002. Anel (0) de nascimento (1,40 mm de raio); anéis anuais (1, 2, 3, 4) e borda (4,72 mm de raio).

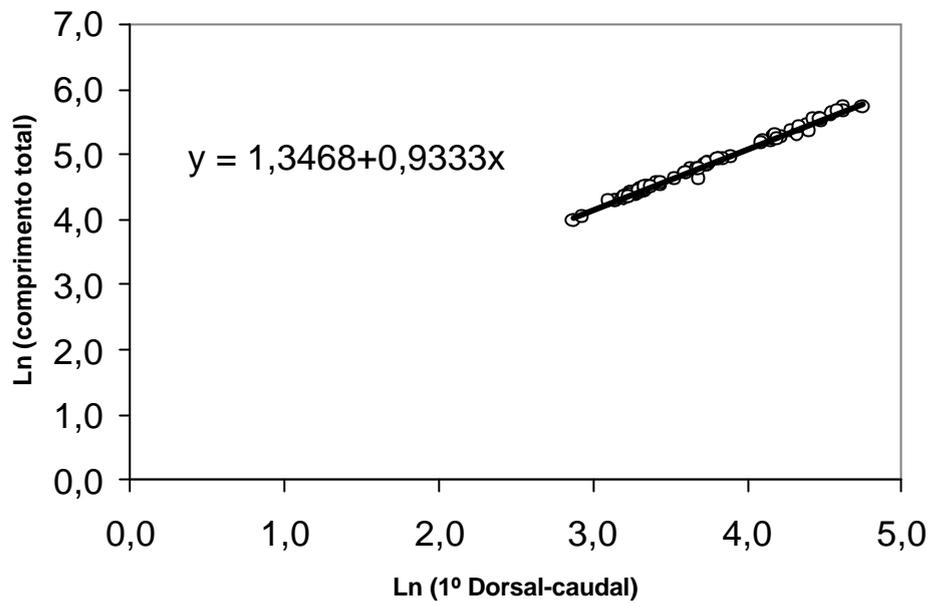


Figura 06 – Relação morfométrica entre as medidas comprimento total vs. 1ºdorsal-caudal (cm) em *Sphyrna lewini* e a linearização através de logaritmo neperiano. $n = 92$. Para o diagrama de dispersão linearizado temos, $r^2 = 0,99$; $S_a = 0,249$; $S_b = 0,067$; $P_b = 9,3 \cdot 10^{-105}$.

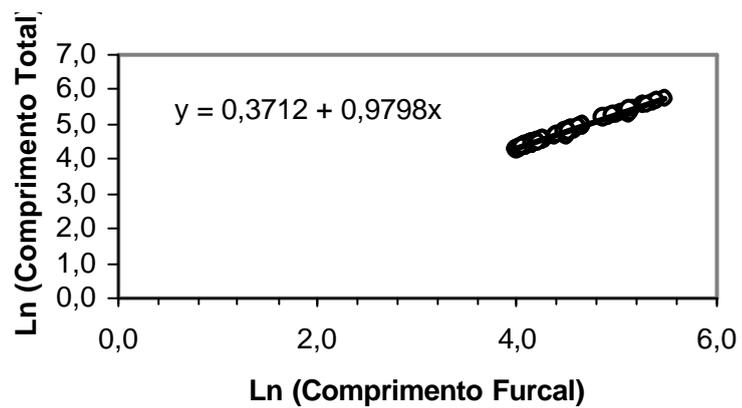
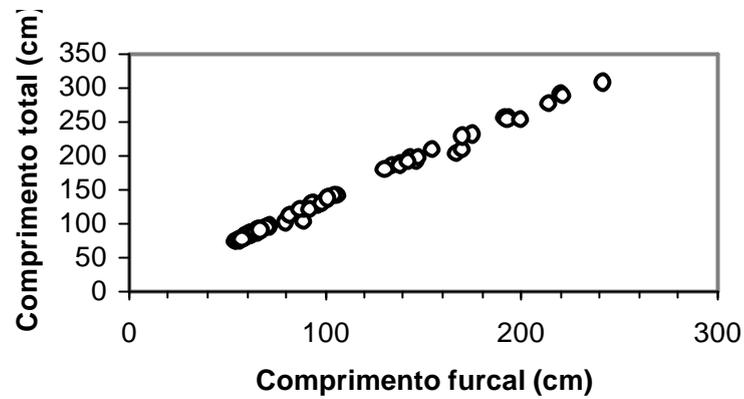


Figura 07 – Relação morfométrica entre as medidas comprimento total vs. comprimento furcal (cm) e a linearização através de logaritmo neperiano. $n = 88$. . Para o diagrama de dispersão linearizado temos, $r^2 = 1,0$; $S_a = 0,263$; $S_b = 0,056$; $P_b = 7,5 \cdot 10^{-108}$.

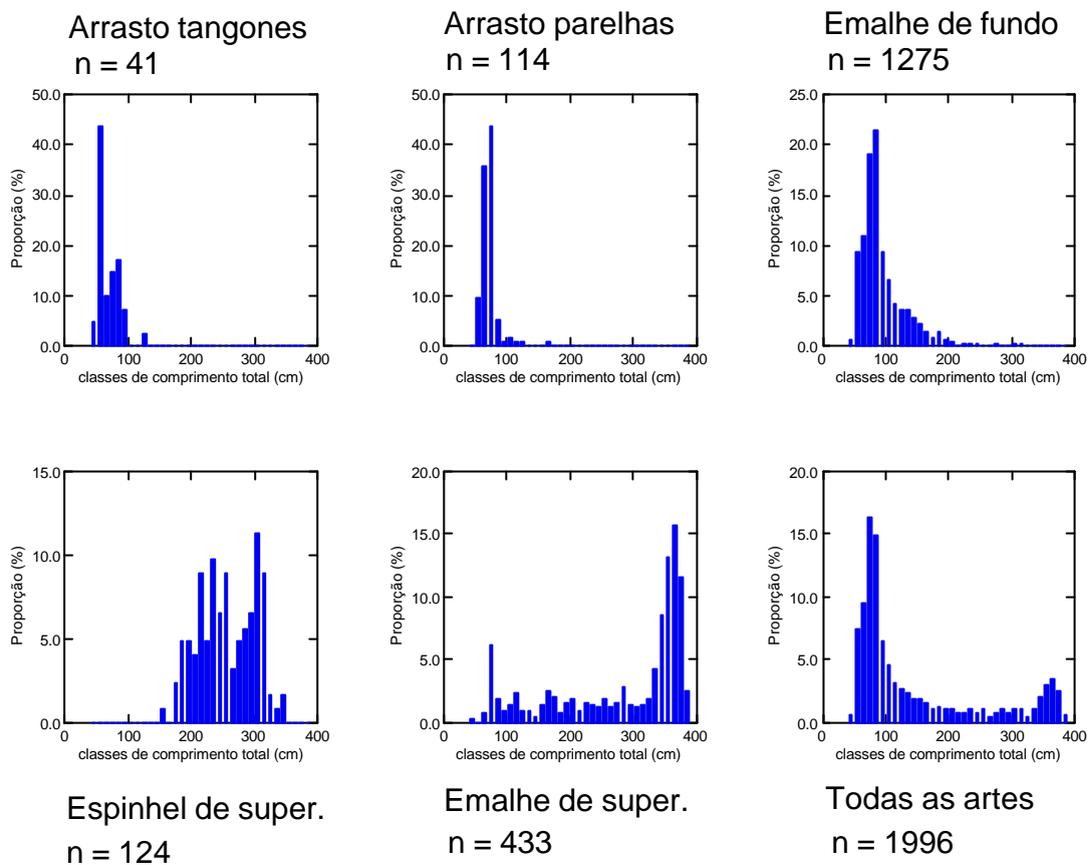


Figura 08 – Composição de tamanhos de *Sphyrna lewini*, por modalidade de pesca, amostrada nos desembarques em Ubatuba (SP) e Itajaí (SC), durante o período de 1995 a 2002 (n = 1996).

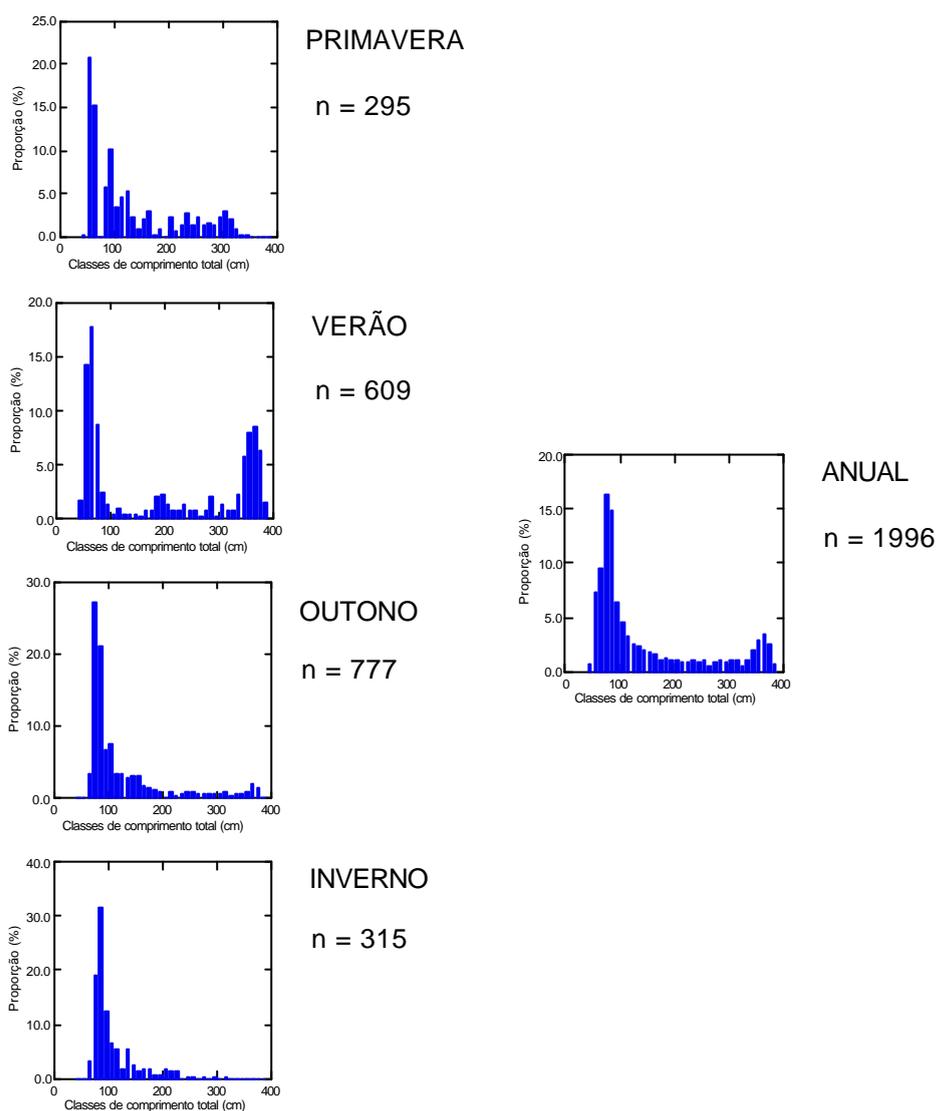


Figura 09 – Composições de tamanhos amostradas, por estação do ano, para os comprimentos totais de *Sphyrna lewini*, durante o período de 1995 a 2002 nos desembarques de Ubatuba (SP) e Itajaí (SC). n = número de indivíduos amostrados.

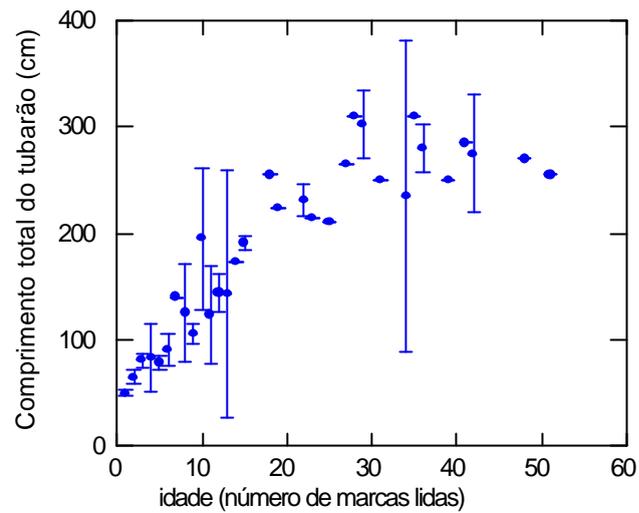


Figura 10 – Diagrama preliminar de dispersão da médias de comprimento total (cm) por idade (número de marcas) para o tubarão martelo (*Sphyrna lewini*) . Sexos agrupados. . Método de leitura de idade através de cortes finos em vértebras . Dados preliminares baseados na leitura de $n = 81$ vértebras. Barras verticais, erro padrão. Ponto escuro, média de comprimento total.

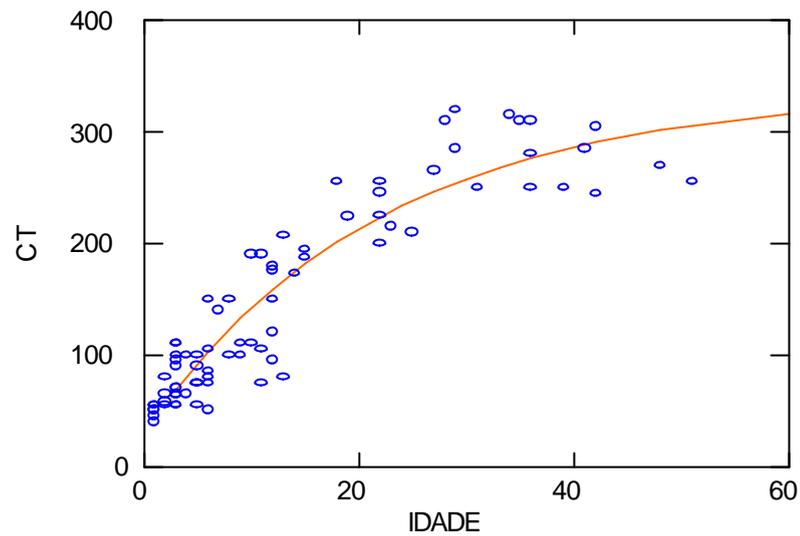
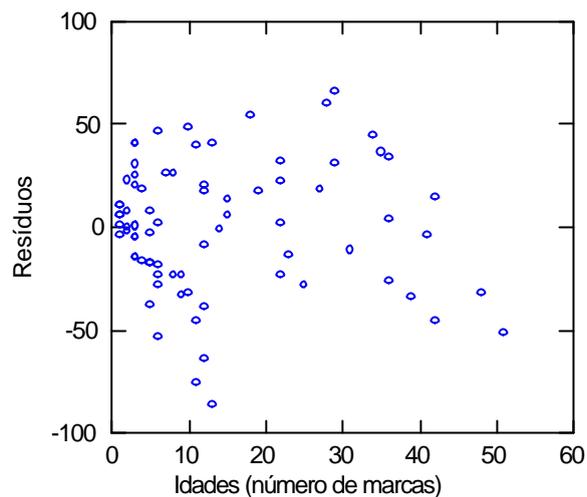


FIGURA 11 – Ajuste de curva de crescimento de von Bertalanffy (1938) aos dados observados ($n = 79$) de comprimento total (cm) e idade (anos) , baseados na leitura de idades em cortes finos de vértebras de *Sphyrna lewini*, utilizando o método de Gauss-Newton (mínimos quadrados) . Os parâmetros obtidos foram $L_{\infty} = 336,6$ cm; $K = 0,045$ ano⁻¹; $t_0 = -2,1$ ano⁻¹.



RESIDUAL	
N of cases	79
Minimum	-86.461
Maximum	66.040
Range	152.501
Sum	0.000
Median	0.566
Mean	0.000
95% CI Upper	6.994
95% CI Lower	-6.994
Std. Error	3.513
Standard Dev	31.225
Variance	975.022
C.V.	1.85261E+10
Skewness(G1)	-0.290
SE Skewness	0.271
Kurtosis(G2)	-0.004
SE Kurtosis	0.535

FIGURA 12 – Diagrama de dispersão e estatística descritiva dos resíduos obtidos para o modelo ajustado de von Bertalanffy (1938) aos dados observados ($n = 79$) de comprimento total (cm) e idade (anos), baseados na leitura de idades em cortes finos de vértebras de *Sphyrna lewini*, utilizando o método de Gauss-Newton (mínimos quadrados).



FIGURA 13 – Fêmea grávida de *Sphyrna lewini*, capturada na localidade de Ubatuba – SP, no mês de janeiro de 1997, com comprimento total de 253 cm. Foram encontrados 24 embriões, que ainda estavam conectados pelas suas placentas à parede do útero, com comprimentos totais entre 34,6 e 45 cm e média de 41 cm.

TABELA 01 - Estatísticas da linha da regressão e análise de variância para a relação morfométrica ln (comprimento total) vs. ln (1º dorsal – caudal) em *Sphyrna lewini*.

<i>Estatística de regressão</i>							
R múltiplo	1,00						
R-Quadrado	0,99						
R-quadrado ajustado(*)	0,99						
Erro padrão	0,03						
Observações	92						
ANOVA							
	gl	SQ	MQ	F	F de significação		
Regressão	1	17,960	17,960	17373,57	9,3247E-105		
Resíduo	90	0,093	0,001				
Total	91	18,053					
	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	
Interseção	1,347	0,026	51,90	7,34E-69	1,30	1,40	
Variável X 1	0,933	0,007	131,81	9,3E-105	0,92	0,95	

* R-quadrado ajustado – utilizado para comparar regressões com um número diferentes de variáveis independentes e replicações. Ele é normalmente expresso como:

$$R\text{-quadrado ajustado} = 1 - (n-1/n-m-1) \cdot (1-R^2)$$

Onde n = número total de dados,

m = número de variáveis independentes no modelo de regressão,

R^2 = Coeficiente de determinação da linha de regressão,

TABELA 02 - Estatísticas da linha da regressão e análise de variância para a relação morfológica ln (comprimento total) vs. ln (comprimento furcal) em *Sphyrna lewini*.

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	1,00
R-Quadrado	1,00
R-quadrado ajustado(*)	1,00
Erro padrão	0,02
Observações	88

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>FF de significação</i>	
Regressão	1	15,396	15,396	25088,89	7,5159E-108
Resíduo	86	0,053	0,001		
Total	87	15,449			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	0,371	0,028	13,41	8,67E-23	0,32	0,43
Variável X 1	0,980	0,006	158,39	7,5E-108	0,97	0,99

* R-quadrado ajustado – utilizado para comparar regressões com um número diferentes de variáveis independentes e replicações. Ele é normalmente expresso como:

$$\text{R-quadrado ajustado} = 1 - (n-1/n-m-1) \cdot (1-R^2)$$

Onde n = número total de dados,

m = número de variáveis independentes no modelo de regressão,

R^2 = Coeficiente de determinação da linha de regressão,

TABELA 3 – Estatística descritiva das composições de tamanhos de *Sphyrna lewini* encontradas nas diversas artes de pesca operantes no sul do Brasil (TANGONE: arrasto de tangones; PARELHA: arrasto de parelha; EMFUNDO: emalhe de fundo; ESPSUPER: espinhel de superfície; EMSUPER: emalhe de superfície; TODAS: todas as artes de pesca consideradas).

	TANGONE	PARELHA	EMFUNDO	ESPSUPER	EMSUPER
N of cases	41	114	1275	124	433
Minimum (cm)	43.1	45.7	42.5	154.8	45
Maximum (cm)	117	158.7	336.5	343.9	382.1
Range (cm)	73.9	113	294	189.1	337.2
Median (cm)	55.5	65.5	78.1	246.8	337.5
Mean (cm)	62.3	66.8	90.2	251.4	278.5
95% CI Upper	67.7	69.3	92.4	259.3	288.3
95% CI Lower	57.0	64.3	88.1	243.6	268.8
Std. Error (cm)	2.6	1.3	1.1	4.0	4.9
Standard Dev (cm)	16.9	13.5	38.8	44.4	102.9
Variance (cm²)	285.2	182.5	1500.6	1968	10588.6
C.V.	0.27	0.20	0.43	0.18	0.37
Skewness(G1)	1.1	3.6	2.2	-0.1	-0.9
SE Skewness	0.37	0.23	0.07	0.22	0.12
Kurtosis(G2)	1.0	20.2	7.3	-1.0	-0.7
SE Kurtosis	0.72	0.45	0.14	0.43	0.23

	TODAS
N of cases	1996
Minimum (cm)	42.5
Maximum (cm)	382.1
Range (cm)	339.6
Median (cm)	86.8
Mean (cm)	139.3
95% CI Upper	143.8
95% CI Lower	134.8
Std. Error (cm)	2.3
Standard Dev (cm)	101.8
Variance (cm²)	10353.2
C.V.	0.73
Skewness(G1)	1.22
SE Skewness	0.06
Kurtosis(G2)	0.02
SE Kurtosis	0.11

TABELA 04 – Distribuições de frequência encontradas, por estação do ano, para os comprimentos totais de *Sphyrna lewini*, durante o período de 1995 a 2002 nos desembarques de Ubatuba (SP) e Itajaí (SC).

Classes de C.T. (cm)	número de indivíduos				TOTAL	Classes de C.T. (cm)	Proporção (%)				TOTAL
	Primaver	verão	outono	inverno			Primaver	verão	outono	inverno	
	a		o	o			a		o	o	
35	0	0	0	0	0	35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45	1	11	0	0	12	45	0,3	1,8	0,0	0,0	0,6
55	61	87	0	0	148	55	20,7	14,3	0,0	0,0	7,4
65	45	108	27	10	190	65	15,3	17,7	3,5	3,2	9,5
75	0	53	212	60	325	75	0,0	8,7	27,3	19,0	16,3
85	17	15	165	100	297	85	5,8	2,5	21,2	31,7	14,9
95	30	8	51	39	128	95	10,2	1,3	6,6	12,4	6,4
105	10	3	58	21	92	105	3,4	0,5	7,5	6,7	4,6
115	14	6	27	17	64	115	4,7	1,0	3,5	5,4	3,2
125	16	3	27	6	52	125	5,4	0,5	3,5	1,9	2,6
135	7	3	21	17	48	135	2,4	0,5	2,7	5,4	2,4
145	3	3	24	8	38	145	1,0	0,5	3,1	2,5	1,9
155	6	2	23	4	35	155	2,0	0,3	3,0	1,3	1,8
165	9	5	13	5	32	165	3,1	0,8	1,7	1,6	1,6
175	1	5	10	6	22	175	0,3	0,8	1,3	1,9	1,1
185	3	12	9	2	26	185	1,0	2,0	1,2	0,6	1,3
195	0	14	6	2	22	195	0,0	2,3	0,8	0,6	1,1
205	7	8	0	5	20	205	2,4	1,3	0,0	1,6	1,0
215	2	4	6	4	16	215	0,7	0,7	0,8	1,3	0,8
225	4	5	3	4	16	225	1,4	0,8	0,4	1,3	0,8
235	8	8	5	0	21	235	2,7	1,3	0,6	0,0	1,1
245	4	5	6	1	16	245	1,4	0,8	0,8	0,3	0,8
255	7	5	7	1	20	255	2,4	0,8	0,9	0,3	1,0
265	4	2	4	0	10	265	1,4	0,3	0,5	0,0	0,5
275	5	4	5	1	15	275	1,7	0,7	0,6	0,3	0,8
285	4	12	4	0	20	285	1,4	2,0	0,5	0,0	1,0
295	7	2	5	1	15	295	2,4	0,3	0,6	0,3	0,8
305	9	8	5	0	22	305	3,1	1,3	0,6	0,0	1,1
315	6	5	7	1	19	315	2,0	0,8	0,9	0,3	1,0
325	3	4	3	0	10	325	1,0	0,7	0,4	0,0	0,5
335	1	14	4	0	19	335	0,3	2,3	0,5	0,0	1,0
345	1	35	4	0	40	345	0,3	5,7	0,5	0,0	2,0
355	0	49	8	0	57	355	0,0	8,0	1,0	0,0	2,9
365	0	52	16	0	68	365	0,0	8,5	2,1	0,0	3,4
375	0	39	11	0	50	375	0,0	6,4	1,4	0,0	2,5
385	0	10	1	0	11	385	0,0	1,6	0,1	0,0	0,6
395	0	0	0	0	0	395	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	295	609	777	315	1996	TOTAL	295	609	777	315	1996

TABELA 05a – Resultados preliminares de idades médias (em número de anéis) por classe de comprimento obtidas através da leitura de cortes finos em vértebras de tubarão-martelo (*Sphyrna lewini*).

Classes	N Vert lidas	Média anéis	Desvio Padrão
40	1	1	
45	1	1	
50	3	2,7	2,9
55	7	2,5	1,5
60	1	2	
65	4	3	0,8
70	2	3	0
75	6	6,4	2,6
80	3	7	5,6
85	1	6	0
90	4	4,0	1,4
95	3	7,5	6,4
100	5	5,8	2,6
105	2	8,5	3,5
110	4	6,3	3,8
115	0		-
120	2	12	-
125	2	-	-
130	0		-
135	0		-
140	1	7	0
145	0		-
150	3	8,7	3,1
155	1	34	0
160	0		-
165	0		-
170	0		-
175	1	14	0
180	2	12	0
185	0		-
190	3	12	2,6
195	1	15	0
200	1	22	0
205	0		-
210	2	19,0	8,5
215	1	23	0
220	0		-
225	2	20,5	2,1
230	0		-
235	0		-

240	0		-
245	1	42,0	0,0
250	4	32,0	7,4
255	3	30,3	18,0
260	0		-
265	1	27	0
270	1	48	0
275	0		-
280	1	36	0
285	3	26,7	15,6
290	0		-
295	0		-
300	0		-
305	1	42,0	0,0
310	3	33,0	4,4
315	1	34,0	0,0
320	1	29,0	0,0

TABELA 05b – Estatística descritiva preliminar para as medidas de comprimento total (cm) e idade (número de anéis) obtidas em n = 81 amostras lidas de cortes finos em vértebras de tubarão-martelo (*Sphyrna lewini*).

	CT (cm)	IDADE (número de anéis)
N	81	81
Mínimo	40.00	1.0
Máximo	320.00	51.0
Amplitude	280.00	50.0
Mediana	110.00	10.0
Média	150.91	14.1
Intervalo de conf. (95%) superior	170.26	17.1
Intervalo de conf.(95%) inferior	131.56	11.2
Erro padrão	9.72	1.47
Desvio padrão	87.51	13.23
Variância	7658.26	175.03
C.V. (coeficiente de variação)	0.58	0.94

TABELA 06 – Ajuste do modelo de von Bertalanffy (1938) aos dados observados (n = 79) de comprimento total (cm) e idade (anos), baseados na leitura de idades em cortes finos de vértebras de *Sphyrna lewini*, utilizando o método de Gauss-Newton (mínimos quadrados).

ITERAÇÃO

No.	Loss	LINF	K	TO
0	.863717D+05	.300000D+03	.500000D-01	-.200000D+01
1	.765175D+05	.338574D+03	.431730D-01	-.223715D+01
2	.760594D+05	.334769D+03	.456336D-01	-.207457D+01
3	.760521D+05	.337017D+03	.449794D-01	-.213047D+01
4	.760518D+05	.336535D+03	.451518D-01	-.211709D+01
5	.760517D+05	.336670D+03	.451068D-01	-.212071D+01
6	.760517D+05	.336635D+03	.451186D-01	-.211977D+01
7	.760517D+05	.336644D+03	.451155D-01	-.212002D+01
8	.760517D+05	.336642D+03	.451163D-01	-.211995D+01

ANOVA DO MODELO

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square
Regression	2276048.442	3	758682.814
Residual	76051.741	76	1000.681

Total	2352100.184	79
Mean corrected	594422.609	78

Raw R-square (1-Residual/Total)	=	0.968
Mean corrected R-square (1-Residual/Corrected)	=	0.872
R(observed vs predicted) square	=	0.872

ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO

Parameter	Estimate	A.S.E.	Wald Confidence Interval		
			Param/ASE	Lower < 95%>	Upper
LINF	336.642	27.988	12.028	280.900	392.384
K	0.045	0.009	5.020	0.027	0.063
TO	-2.120	0.870	-2.436	-3.853	-0.387

MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO

	LINF	K	TO
LINF	1.000		
K	-0.947	1.000	
TO	-0.670	0.826	1.000

TABELA 07 – Teste “t” para testar a significância de simetria ($g_1=0$) na distribuição dos resíduos para o modelo de von Bertalanffy (1938) ajustado aos dados observados ($n = 79$) de comprimento total (cm) e idade (anos), baseados na leitura de idades em cortes finos de vértebras de *Sphyrna lewini*, utilizando o método de Gauss-Newton (mínimos quadrados). A distribuição dos resíduos foi significativamente simétrica.

$H_0: G_1 = 0$ (simétrica)

$H_A: G_1 \neq 0$ (assimétrica)

$\alpha = 0,05$; $n = 79$; $g_1 = -0,290$;

$S.E._{G_1} = 0,271$

$D.F. = n - 1 = 78$

Portanto, $t = (g_1 - 0) / S.E._{g_1}$

$t = -0,290 / 0,271 = -1,07$

mas, o $t_{0,05(2),78} = -1,99$ (tabela B3, Zar, 1999)

Como $t > t_{0,05(2),78}$, aceita-se H_0 . Portanto há simetria .

Tabela 08 – Teste “t” para testar a significância da mesocurtose ($g_2=0$) na distribuição dos resíduos para o modelo de von Bertalanffy (1938) ajustado aos dados observados ($n = 79$) de comprimento total (cm) e idade (anos), baseados na leitura de idades em cortes finos de vértebras de *Sphyrna lewini*, utilizando o método de Gauss-Newton (mínimos quadrados). . A distribuição dos resíduos foi significativamente mesocúrtica (normal).

$H_0: G_2 = 0$ (mesocúrtica)

$H_A: G_2 \neq 0$ (leptocúrtica ou platicúrtica)

$$a = 0,05; n = 79; g_2 = -0,004;$$

$$S.E._{g_2} = 0,535$$

$$D.F. = n - 1 = 78$$

Portanto, $t = (g_2 - 0) / S.E._{g_2}$

$$t = -0,004 / 0,535 = -0,0075$$

mas, o $t_{0,05(2),78} = -1,99$ (tabela B3, Zar, 1999)

Como $t > t_{0,05(2),78}$, aceita-se H_0 . Portanto há mesocurtose (normalidade)