

JONAS EUGÊNIO RODRIGUES DA SILVA

**COMPOSIÇÃO E PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DAS CAPTURAS DO
TUBARÃO GALHA-BRANCA OCEÂNICO (*Carcharhinus longimanus* – Poey, 1861)
NO OCEANO ATLÂNTICO.**

**RECIFE,
2015**



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

COMPOSIÇÃO E PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DAS CAPTURAS DO
TUBARÃO GALHA-BRANCA OCEÂNICO (*Carcharhinus longimanus* - Poey, 1861)
NO OCEANO ATLÂNTICO.

Jonas Eugênio Rodrigues da Silva

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.

Prof.(a) Dr.(a) ROSANGELA PAULA LESSA
Orientador

Prof.(a) Dr.(a) HUMBER AGRELLI DE ANDRADE
Co-orientador

Recife, 2015

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE

R696c Rodrigues, Jonas Eugênio da Silva
Composição e padrão de distribuição das capturas do tubarão
Galha-branca oceânico (*Carcharhinus longimanus* - Poey, 1861) no
Oceano Atlântico / Jonas Eugênio Rodrigues da Silva. – Recife,
2015.
53 f.

Orientadora: Rosangela Paula Teixeira Lessa.
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca
e Aquicultura, Recife, 2014.
Inclui referências e apêndice(s).

1. Tubarões 2. Berçários 3. Idade 4. Crescimento I. Lessa,
Rosangela 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

COMPOSIÇÃO E PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DAS CAPTURAS DO
TUBARÃO GALHA-BRANCA OCEÂNICO (*Carcharhinus longimanus* - Poey, 1861)
NO OCEANO ATLÂNTICO.

Jonas Eugênio Rodrigues da Silva

Dissertação julgada adequada para obtenção do
título de mestre em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura. Defendida e aprovada em
29/08/2014 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof(a). Dr(a). ROSANGELA PAULA TEIXEIRA LESSA
(Orientadora)

Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Prof. Dr. HUMBER AGRELLI DE ANDRADE (Membro interno)

Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof. Dr. PAULO EURICO TRAVASSOS (Membro interno)

Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dr. RAMON BONFIL (Membro externo)

Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dr. FRANCISCO MARCANTE SANTANA DA SILVA (Suplente)

Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dedicatória

Dedico este trabalho a minha mãe Rosinete Rodrigues
e ao meu pai Joaquim Eugênio (*in memoriam*).

Agradecimentos

A Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE.

A Dra. Rosangela Paula Teixeira Lessa pela orientação deste trabalho.

Ao Dr. Humber de Andrade Agrelli pela Co-orientação deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura – PG-RPAq.

Ao Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq da UFRPE.

A Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsa.

Ao Dr. Francisco Marcante Santana pela grande colaboração neste trabalho.

A Dra. Maria Lúcia Góes de Araújo pelo apoio.

Ao Programa Nacional de Observadores de Bordo do Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA.

A Caroline Demange pela colaboração no processamento dos dados.

Aos meus irmãos Silvana Maria, Kelson Eugênio, Fabiano Eugênio e Késsia Rodrigues pelo apoio de sempre.

As pessoas especiais que me entenderam e me incentivaram: Emmanuel Mendonça, Veronice Oliveira, Nilza Dantas, Milena Calado, Maria Ester Simoni e Manuela Ximenez.

Aos meus amigos e colegas de laboratório Railma Rocha, Andressa Melo, Dante Jordão, Jones Santander e Tiago Aroxa.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

Decorrente dos estudos das avaliações de riscos ecológicos (ERA) o ICCAT recomendou em 2010 a proibição da retenção a bordo, transbordo e venda de *Carcharhinus longimanus*. Neste trabalho foi avaliada idade, crescimento, estrutura populacional, composição etária das capturas e identificadas áreas de berçários de *C. longimanus* no Atlântico Sul. Dados de captura disponibilizados pelos BNDA e vértebras de *C. longimanus* coletados pelos observadores de bordo no Atlântico (latitudes 13° Norte a 31° Sul) entre 2006 e 2011 foram analisados. Os comprimento totais (CT, cm) de 1395 indivíduos foram convertidos em idades através do modelo de von Bertalanffy invertido. Os dados de capturas foram divididos em quadrados de 5°. Histogramas de frequência de idades por quadrado. O comprimento das fêmeas variou de 72 a 252 cm e dos machos de 72 a 242 cm CT. As idades analisadas nas vértebras variaram de 0 a 20 anos. O IAPÉ médio entre as leituras foi de 3,78%. Não houve diferença significativa no crescimento em relação ao sexo. O melhor modelo de crescimento foi o de von Bertalanffy ($L_{\infty}=293,98$; $k=0.072$; $t_0=-4,20$). A maioria dos indivíduos capturados é imatura (84,73%) e a proporção sexual foi de 1 macho:1 fêmea. Um modelo linear generalizado – GLM foi elaborado para avaliar o efeito das variáveis explicativas na distribuição da espécie com a variável resposta idade. No Atlântico Norte foram capturados 310 indivíduos (24,5 % neonatos, 61% juvenis e 14,5 % adultos), divididos em 10 quadrados, o mais representativo foi 0 – 5 ° N / 30 – 35° W (137 indivíduos), seguido do 0 -5 ° N / 35 – 40° W (73 indivíduos). Para o Atlântico Sul foram 25 quadrados, o mais representativo foi 0 – 5° S / 30 – 35° W (178 indivíduos), seguido do quadrado 10 – 15° S/ 30 – 35° W (128 espécimes). O GLM selecionado foi Idade = Área+Ano+Longitude+sexo+Mês . Os neonatos estão mais representados em áreas de Ilhas oceânicas, como Fernando de Noronha e Arquipélago de São Pedro e São Paulo – Brasil, por isso sugere-se que a região equatorial do Atlântico e a região da cadeia de montanhas submersas de Vitória – Trindade sejam áreas de berçários para *Carcharhinus longimanus*.

Palavras-chave: Tubarão, Berçários, Idade, crescimento e estrutura populacional.

Abstract

Resulting from studies of ecological risk assessment (ERA) in 2010 ICCAT recommended a ban on retention on board, transshipment and sale of *Carcharhinus longimanus*. This work estimated age, growth, population structure, age composition of catches, identifying nursery areas in the Atlantic Ocean. In the period from 2006 to 2011 sampling catches of *Carcharhinus longimanus* in the South Atlantic South (latitude 13 ° North to 31 ° South) were performed. The total length (TL, cm) of 1395 individuals were converted to ages by the inverted von Bertalanffy model. Data were divided into squares of 5 °, producing histograms of age frequency by square. Lengths of females ranged 72-252 cm and males 72-242 cm CT. The sex ratio was 1male: 1female. Ages analyzed in vertebrae ranged 0 a 20 years. The average IAPE between readings was 3,78%. There was no significant difference in growth in relation to sex. Among several, the von Bertalanffy model ($L_{\infty} = 293,98$; $k = 0.072$; $t_0 = -4,20$) best described growth for this species. Most specimens were immature (84,73%). A generalized linear model - GLM evaluated the effect of explanatory variables on the species when the response variable was age. In the North Atlantic 310 individuals (24.5% neonates, 61% juveniles and 14.5% adults), divided into 10 squares were captured, the most representative square were 0-5 ° C / 30-35 ° W (137 individuals) and 0 -5 ° C / 35-40 ° W (73 individuals). In South Atlantic 25 squares were considered with the most representative 0-5 ° S / 30-35 ° W (178 individuals), followed by 10-15 ° S / 30-35 ° W (128 specimens). The GLM was selected Age = Area + Year + Longitude + Sex + Month. Neonates are more represented in areas under the influence of oceanic islands, such as Fernando de Noronha Archipelago and San Pedro and São Paulo - Brazil. It is suggested that the equatorial Atlantic region and the region of the submerged mountain chain of Victory - Trinity may be used by *Carcharhinus longimanus* as nursery areas.

Key words: Shark, Nursery, Age, growth and population structure.

Lista de figuras

	Página
Figura 1- Relação entre o raio da vértebra (micrometros) e o comprimento total (cm) para <i>Carcharhinus longimanus</i> no Oceano Atlântico Sul.....	29
Figura 2- Vértebra de um indivíduo de <i>Carcharhinus longimanus</i> capturados no Oceano Atlântico Sul – Marcadores brancos demonstram os anéis etários (8 anéis).....	30
Figura 3- Valores médios mensais do incremento marginal de <i>Carcharhinus longimanus</i> no Oceano Atlântico Sul.....	31
Figura 4- Gráfico de dispersão da relação entre as duas leituras (<i>age bias plot</i>) dos anéis de crescimento (leituras) de <i>Carcharhinus longimanus</i> Oceano Atlântico Sul	32
Figura 5- Curva de crescimento no modelo de von Bertalanffy (Beverton, 1954) para <i>Carcharhinus longimanus</i> no Oceano Atlântico Sul.....	33
Figura 6- Distribuição de frequência de comprimento para <i>Carcharhinus longimanus</i> capturados no Oceano Atlântico (n =1395). Em preto: jovens; Em cinza: Adultos. b – Distribuição de frequência de idades para <i>Carcharhinus longimanus</i> capturados no Oceano Atlântico Sul (n =1395). Em preto: jovens; Em cinza: Adultos.....	35
Figura 7- Distribuição etária por quadrados de 5° de latitude e longitude das capturas de <i>Carcharhinus longimanus</i> no hemisfério Norte do Oceano Atlântico.....	37
Figura 8- Distribuição etária por quadrados de 5° de latitude e longitude das capturas de <i>Carcharhinus longimanus</i> para a área de 0 – 5° Latitude e 10 – 40° de Longitude no Oceano Atlântico Sul.....	38
Figura 9- Distribuição etária por quadrados de 5° de latitude e longitude das capturas de <i>Carcharhinus longimanus</i> para a área de 5 – 15° Latitude e 20 – 40° de Longitude no Oceano Atlântico Sul.....	39

Figura 10- Distribuição etária por quadrados de 5° de latitude e longitude das capturas de *Carcharhinus longimanus* para a área de 15 – 25° Latitude e 5 – 45° de Longitude no Oceano Atlântico Sul.....40

Figura 11 - Distribuição das capturas de *Carcharhinus longimanus* no Oceano Atlântico Sul: Neonatos em vermelho, juvenis em cinza e adultos em azul.....42

Lista de tabelas

	Página
Tabela 1 - Parâmetros dos modelos de crescimento utilizados para estimar o crescimento de <i>Carcharhinus longimanus</i> capturados no Oceano Atlântico. L_{∞} é o tamanho máximo assintótico; K é a constante de crescimento; T_0 é a idade teórica inicial do indivíduo; p é uma constante do modelo; r^2 é o coeficiente de correlação; AIC é o Critério de Informação de Akaike.....	33

Sumário

Página

Dedicatória

Agradecimento

Resumo

Abstract

Lista de figuras

Lista de tabelas

1- Introdução.....	13
2- Revisão de literatura.....	15
3- Referência bibliográfica	19
4- Artigo científico	22

1- Introdução

Elasmobrânquios de todo o mundo tem sofrido declínio populacional devido à fatores antrópicos, como o alto esforço de pesca, a degradação de ambientes marinhos e costeiros (CAMHI et al., 1998). Esses fatores diminuem a probabilidade de perpetuar as espécies principalmente quando ocasionam a destruição de zonas de berçários (YOKOTA e LESSA, 2006). Contribui para isso as características gerais dos elasmobrânquios, que os tornam mais susceptíveis, como crescimento lento, baixa taxa de fecundidade e maturação sexual tardia (SMITH et al., 1998).

Situações de sobrepesca de um grande número de espécies de elasmobrânquios reforçam a necessidade de um manejo mais eficiente das pescarias em que tubarões e raias são capturados. Ainda que se diga não existir pesca dirigida, as espécies oceânicas de elasmobrânquios sofrem com a sobrepesca, sendo alegadamente capturadas como fauna acompanhante em pescarias voltadas à captura de atuns e afins. Além disso, o *finning*, que consiste na prática da retirada das barbatanas dos tubarões e na devolução dos animais ao mar (Clarke, 2004) é outra atividade que exerce alta pressão sobre as populações de tubarões, contribuindo significativamente para o declínio das espécies.

As características citadas acima tornam os elasmobrânquios um grupo altamente susceptível à sobrepesca (HOLDEN, 1974 e 1977). Além do mais, como geralmente os berçários estão localizados nas zonas costeiras, ficam mais expostos às atividades antrópicas, sofrendo com a degradação ambiental e ação da pesca artesanal (CAMHI et al., 1998; LESSA et al., 1999).

Os elasmobrânquios geralmente ocupam posições elevadas na cadeia alimentar, possuindo um papel crítico para a diversidade marinha, e o declínio das populações pode acarretar sérias consequências para a estrutura e função do ecossistema marinho,

que podem ser ecológica e economicamente significantes, podendo persistir por longos períodos (STEVENS et al., 2000; BAUM et al., 2003; MYERS e WORM, 2003).

Por esses motivos, o conhecimento da dinâmica populacional dos elasmobrânquios é determinante para a exploração, que deve levar em conta, além da estratégia de vida desse grupo, as características da reação dos estoques à mortalidade excedente, imposta pela pesca, em decorrência da estreita relação entre estoque e recrutamento (HOLDEN, 1974).

Um conjunto de informações que permita o melhor conhecimento da estrutura de tamanhos e de idades nas capturas, assim como o padrão de distribuição espaço-temporal e os parâmetros populacionais das espécies de tubarões oceânicos, é fundamental para o manejo das pescarias. Essas informações são também são cruciais para a avaliação dos estoques nas áreas de atuação das frotas que exercem essa exploração.

Embora haja esforços para direcionar pesquisas às espécies de elasmobrânquios oceânicos, a quantidade de informações sobre espécies de tubarões oceânicos ainda deixa a desejar. Isso se deve também à qualidade dos bancos de dados obtidos pela frota que atua em tais regiões.

Em vista destes, objetiva-se com este trabalho avaliar a composição etária e o padrão da distribuição das capturas do Tubarão Galha-branca oceânico *Carcharhinus longimanus* (Poey, 1861) no oceano Atlântico, baseado na pescaria da frota espinheleira sediada no Nordeste do Brasil, assim como avaliar se existem as áreas de berçários para a espécie na região.

2 - Revisão de literatura

O histórico dos elasmobrânquios mostra a fragilidade do grupo, como por exemplo, as depleções identificadas para o Brasil em níveis distintos nos estoques das espécies: *Sphyrna lewini*, *Carcharias taurus*, *Rhinobatos horkelii*, *Galeorhinus galeus*, *Squatina* spp., *Mustelus* spp., *Isogomphodon oxyrinchus*, *Mustelus fasciatus*, *Carcharias taurus*, *Rhincodon typus* (por Lessa et al., 1999a). Nesse sentido, a participação dos tubarões nas capturas com espinhel pelágico no Nordeste brasileiro, entre os anos de 1983 e 1997, foi superior às demais categorias, correspondendo 54% do total capturado (Hazin et al., 1998). Esses e outros relatos sobre a pesca excessiva dos elasmobrânquios justificam a inserção de um grande número de espécies de tubarões na lista vermelha da IUCN (*International Union for the Conservation of Nature*), como tem ocorrido nas avaliações regionais globais. Recentemente passaram a compor a lista vermelha da IUCN *Alopias* spp. e *Isurus oxyrinchus* (IUCN, 2008), existindo também outras espécies na eminência de inclusão. A *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas* – ICCAT, recomendou a proibição da retenção a bordo, o transbordo, armazenamento e venda de *Carcharhinus longimanus*, inteiro ou não, no Atlântico (ICCAT Rec. 10-07). Tal situação tem como origem o fato do tubarão galha-branca oceânico apresentar baixo potencial reprodutivo, o que os tornou mais vulneráveis à sobrepesca que os outros tubarões (LESSA et al., 1999b). Em decorrência das características biológicas e da mortalidade excessiva de acordo com a IUCN (20 de julho de 2014) a espécie está globalmente classificada na categoria de ameaça vulnerável (VU) da lista vermelha, entretanto, no Brasil há gestão para que a espécie seja inserida na categoria de perigo (EN).

Carcharhinus longimanus é uma das espécies de tubarões pelágicos mais abundantes no Atlântico tropical (Domingos et al., 2007), quando comparado à outros

tubarões da mesma família, como *Prionace glauca* e *Carcharhinus falciformes* (Compagno, 1984; Bonfil, 1994; Bonfil et al., 2008). No Nordeste do Brasil o galha-branca oceânico foi a segunda espécie de elasmobrânquio mais frequente nas capturas da frota industrial espinheleira sediada em Natal - RN (Hazin et al., 2008; SANTANA et al., 2009). É facilmente identificado, por suas nadadeiras longas e arredondadas, com manchas brancas nas extremidades. Sua distribuição é circunglobal, habitando regiões oceânicas tropicais e subtropicais (Compagno, 1984; SANTANA et al., 2009).

O tubarão Galha-branca oceânico pode atingir tamanho máximo de 300 cm de comprimento total (Compagno 1984), e tamanho de maturação sexual para machos e fêmeas de 180 cm de comprimento total (Lessa et al., 1999a), o que corresponde a 7 anos de idade. A estratégia de reprodução de *C. longimanus* é vivíparo aplacentário (Seki et al., 1998; Lessa et al. 1999b; Coelho et al., 2009) com gestação de 12 meses e fecundidade de 1 a 15 embriões (Compagno, 1984). A espécie tem entre os principais itens alimentares peixes da família Scombridae e Carangidae (Compagno, 1984).

Carcharhinus longimanus foi inserido em 2006 na Lista Vermelha da *International Union for Conservation of Nature* – IUCN na categoria de ameaça vulnerável (VU) (Baum et al., 2006) e em 2010, como resultado das avaliações de riscos ecológicos (ERA) (Cortés et al., 2012), a *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas* – ICCAT recomendou a proibição da retenção a bordo, o transbordo, armazenamento e venda do Galha-branca oceânico, inteiro ou não no Oceano Atlântico (Rec. 10-07).

Ainda que existam estudos voltados ao conhecimento da espécie no Atlântico, as informações disponíveis para o Atlântico Sul são antigas ou insuficientes, destacando-se apenas os estudos de idade, crescimento e estrutura de estoque, realizado por Lessa et

al. (1999a), Morfometria (Lessa et al. 1999b), Abundância (Domingo et al., 2007), Aspectos da Reprodução (Coelho et al., 2009) e Ecologia e Pesca (Tolotti, 2011).

A falta do conhecimento sobre a espécie ou o conhecimento desatualizado é um fator preocupante, principalmente quando aumento das capturas dos tubarões e o notório declínio populacional do grupo vem demonstrando maior necessidade e aprimoramento dos planos de gestão (FOWLER et al., 2005). Para tanto, é preciso de mais informações sobre a biologia e ecologia das espécies, considerando as diferentes fases de vida para a elaboração destes planos de gestão, o que eleva a importância não apenas das fases exploradas dos estoques, mas também as fases iniciais de desenvolvimento, visto que neste momento os elasmobrânquios são mais vulneráveis à predação (BRANSTETTER, 1990).

Novos conceitos utilizados pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA nos planos de gestão de recursos a partir de 1996 têm sido empregados para o manejo com a definição de áreas de conservação, sendo estas áreas denominadas de Habitats Essenciais para Peixes - EFH (*Essential Fish Habitat*) com grande relevância para a conservação das espécies.

Uma das fases mais importantes para tubarões é a fase inicial, quando necessitam de berçários em áreas seguras. Um dos primeiros conceitos sobre berçários foi elaborado por Springer (1967), que considera que berçários para elasmobrânquios são as regiões que apresentam fartura de alimento e baixo risco de predação. Yokota & Lessa (2006) utilizam este conceito e acrescentam que tais áreas são mais encontradas nas regiões costeiras, devido à menor presença de tubarões maiores, que são os principais predadores. Um dos conceitos mais atualizados é o de Heupel et al (2007), que considera três critérios: (1) A abundância de neoatos ou jovens do ano e fêmeas prenhes em maior número na área, (2) os tubarões neonatos, jovens e adultos (fêmeas

prenhes) tendem a permanecer ou voltar para a área por um período prolongado e, (3) a área é repetidamente utilizada a cada ano.

Os estudos referentes a este assunto até aqui realizados tem privilegiado as regiões costeiras e por isso o conhecimento dos EFH se restringe a esse bioma, não sendo bem conhecidas as áreas de berçários dos tubarões oceânicos. Por estes motivos, estudos voltados a estas áreas são necessários, principalmente para espécies que se encontram em situação vulnerável, como é o caso de *C. longimanus*.

Novas ferramentas estão sendo utilizadas para se realizar diagnósticos da pesca e situações de estoques pesqueiros em todo o mundo, uma delas são os Modelos Lineares Generalizados – GLM (CAMPANA et al., 2009). Tal ferramenta permite modelar estatisticamente os fenômenos aleatórios, realizando uma busca entre a melhor equação (modelo) para a descrição dos dados, de forma que o modelo seja o mais simples possível.

Para se formular um Modelo Linear Generalizado é imprescindível uma análise exploratória dos dados, observando as variáveis uma a uma para caracterização geral dos dados (DOBSON, 2008). Após a formulação dos modelos, estes podem ser avaliados/selecionados por diversos critérios, um deles é o Critério de Informação de Akaike - AIC (AKAIKE, 1974). Este critério é um dos mais indicados pelo fato de realizar um balanço satisfatório entre viés e variância.

O estudo do crescimento em base de estruturas rígidas requer que sejam atendidas duas condições: a) proporcionalidade entre a estrutura e o tamanho do peixe e, b) periodicidade na formação das marcas de crescimento (anéis). A periodicidade é normalmente verificada através do cálculo do incremento marginal (IM) (Casselman, 1983), que consiste, em avaliar a distância entre o último anel etário e a borda da

estrutura ao longo do ano. A partir dos valores de IM por um determinado período, é se indica a época de formação, validando o crescimento.

Neste estudo, foi realizado a estimativa da idade, do crescimento, análise da composição/distribuição etária das capturas e identificação de zonas importantes (berçários) para o ciclo de vida de *C. longimanus* no Oceano Atlântico.

3- Referências

AKAIKE, H. 1974. A new look at the statistical model identification, IEEE Transactions on Automatic Control AC. 19, pp. 716-723.

BONFIL, R. 1994. Overview of World Elasmobranch Fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. Vol. 341, 119 pp.

BONFIL, R.; CLARKE, S & NAKANO, H. 2008. The biology and ecology of the whitetip shark, *Carcharhinus longimanus*. Pp. 114–127. 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.

BRANSTETTER, S. 1990. Early life history implications of selected carcharhinoid and lamnoid sharks of the Northwestern Atlantic. In: Pratt Jr. HL, Gruber SH, Taniuchi, T (eds) Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and status of the fisheries. NOAA Technical Report NMFS 90 (US Department of Commerce, National Marine Fisheries Service, NOAA)

CAMHI, M.; FOWLER, S. L.; MUSICK, J. A.; BRÄUTIGAM, A. & FORDHAM, S. V.. 1998. Sharks and their Relatives - Ecology and Conservation. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. IV + 39 pp.

CAMPANA, S. E.; JOYCE, W.; MANNING, M. J. By catch and discard mortality in commercially caught blue sharks (*Prionace glauca*) assessed using archival satellite pop-up tags. Marine Ecology Progress series, v. 387, p. 241-253, 2009.

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

COMPAGNO, L.J.V. 1984. FAO species catalogue. Sharks of the world: An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. FAO Fish. Synop., v. 4(125).

DOBSON, A. J. An Introduction to Generalized linear Models, Boca Raton: Chapman and Hall, 2008. 307 p.

FOWLER, S.L.; CAVANAGH, R.D.; CAMHI, M.; BURGESS, G.H.; CAILLIET, G.M.; FORDHAM, S.V.; SIMPFENDORFER, C.A.; MUSICK, J.A. (2005) Sharks, rays and chimeras: the status of the chondrichthyan fishes. Status survey. IUCN/SSC Shark Specialist Group, IUCN, Gland and Cambridge.

HAZIN, F. H. V.; ZAGAGLIA, J. R.; BROADHURST, M. K.; TRAVASSOS, P. E. P. e BEZERRA, T. R. Q.. 1998. Review of a small-scale pelagic longline fishery off northeastern Brazil. *Mar. Fish. Rev.* 60 (3): 8p.

HAZIN, F.H.V, BROADHURST, M.K., AMORIM, A.F., ARFELLI, C.A. AND DOMINGO, A. 2008. Catches of pelagic sharks by subsurface longline fisheries in the South Atlantic Ocean during the last century: A review of available data with an emphasis on Uruguay and Brazil. Pp. 213– 229. 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.

HEUPEL, M.R.; CARLSON, J.K. & SIMPFENDORFER, C.A. 2007. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. *Mar Ecol Prog Ser.* Vol. 337: 287-297.

HOLDEN, M. J. 1974. Problems in the Rational Exploitation of elasmobranch Populations and Some suggestes solutions. *in: Sea Fisheries Research* (F. R. Harden-Jones, ed.). Elek Science, London: 117-138.

HOLDEN, M. J. Elasmobranch. In: GULLAND, J. A. Fish population dynamics, John Wiley, London. 1977. 372p.

ICCAT. 2010. Recommendation by ICCAT on the conservation of oceanic whitetip shark caught In association with fisheries in the ICCAT convention area (Rec. 10-07). Disponível on- line via: <http://www.iccat.int/Documents/Recs/compendiopdf-e/2010-07-e.pdf>

LESSA, R.; SANTANA, F. M.; RINCÓN, G.; GADIG, O. B. F. e EL-DEIR, A. C.. 1999a. 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, 119p.

LESSA, R.; SANTANA, F. e PAGLERANI, R.. 1999b. Age, growth and stock structure of the oceanic whitetip shark, *Carcharhinus longimanus*, from the Southwestern Equatorial Atlantic. *Fish. Res.* 42: 21 – 30.

SANTANA, F. M.; DUARTE-NETO, P. J. & LESSA, R. 2009. Dinâmica de Populações e Avaliação dos Estoques dos Recursos Pesqueiros da Região Nordeste. PROGRAMA REVIZEE – Score Nordeste. P 145 – 152.

SPRINGER, S. 1967. Social organization of shark populations. In: Gilbert PW, Mathewson RW, Rall DP (eds) *Sharks, skates and rays*. John Hopkins Press, Baltimore, MD, p 149–174.

SMITH, S. E.; AU, D. W. & SHOW, C.. 1998. Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. *Mar. Fresh. Res.*, 49: 663-678.

YOKOTA, L. e LESSA, R. P.(2006). A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 75: 349 – 360.

<http://www.iucnredlist.org/details/summary/39374/0>, Acessado em 20 de junho de 2014.

4- Artigo científico

DISTRIBUIÇÃO ETÁRIA DAS CAPTURAS E INFERÊNCIAS SOBRE ÁREAS DE BERÇÁRIOS PARA O TUBARÃO GALHA- BRANCA OCEÂNICO (*CARCHARHINUS LONGIMANUS* – POEY, 1861) NO OCEANO ATLÂNTICO SUL.

Rodrigues, J.E.S.^{1,2}; Lessa, R.P.T.^{1,2}; Andrade, H. A^{1,3}.

¹Departamento de Pesca e Aquicultura – DEPAq, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.

²Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas – DIMAR. ³Laboratório de Modelagem e Estatística Aplicada – MOE.

Autor correspondente: E-mail: Jonas.jers@gmail.com

Artigo científico encaminhado a Revista

[BRAZILIAN JOURNAL OF OCEANOGRAPHY]

Abstract

Resulting from studies of ecological risk assessment (ERA) in 2010 ICCAT recommended a ban on retention on board, transshipment and sale of *Carcharhinus longimanus*. This work estimated age, growth, population structure, age composition of catches, identifying nursery areas in the Atlantic Ocean. In the period from 2006 to 2011 sampling catches of *Carcharhinus longimanus* in the South Atlantic South (latitude 13 ° North to 31 ° South) were performed. The total length (TL, cm) of 1395 individuals were converted to ages by the inverted von Bertalanffy model. Data were divided into squares of 5 °, producing histograms of age frequency by square. Lengths of females ranged 72-252 cm and males 72-242 cm CT. The sex ratio was 1male: 1female. Ages analyzed in vertebrae ranged 0 a 20 years. The average IAPE between readings was 3,78%. There was no significant difference in growth in relation to sex. Among several, the von Bertalanffy model ($L_{\infty} = 293,98$; $k = 0.072$; $t_0 = -4,20$) best described growth for

this species. Most specimens were immature (84,73%). A generalized linear model - GLM evaluated the effect of explanatory variables on the species when the response variable was age. In the North Atlantic 310 individuals (24.5% neonates, 61% juveniles and 14.5% adults), divided into 10 squares were captured, the most representative square were 0-5 ° C / 30-35 ° W (137 individuals) and 0 -5 ° C / 35-40 ° W (73 individuals). In South Atlantic 25 squares were considered with the most representative 0-5 ° S / 30-35 ° W (178 individuals), followed by 10-15 ° S / 30-35 ° W (128 specimens). The GLM was selected Age = Area + Year + Longitude + Sex + Month. Neonates are more represented in areas under the influence of oceanic islands, such as Fernando de Noronha Archipelago and San Pedro and São Paulo - Brazil. It is suggested that the equatorial Atlantic region and the region of the submerged mountain chain of Victory - Trinity may be used by *Carcharhinus longimanus* as nursery areas.

Key words: Shark, Nursery, Age, growth and population structure.

Resumo

Decorrente dos estudos das avaliações de riscos ecológicos (ERA) o ICCAT recomendou em 2010 a proibição da retenção a bordo, transbordo e venda de *Carcharhinus longimanus*. Neste trabalho foi avaliada idade, crescimento, estrutura populacional, composição etária das capturas e identificadas áreas de berçários de *C. longimanus* no Atlântico Sul. Dados de captura disponibilizados pelos BNDA e vértebras de *C. longimanus* coletados pelos observadores de bordo no Atlântico (latitudes 13° Norte a 31° Sul) entre 2006 e 2011 foram analisados. Os comprimento totais (CT, cm) de 1395 indivíduos foram convertidos em idades através do modelo de von Bertalanffy invertido. Os dados de capturas foram divididos em quadrados de 5°. Histogramas de frequência de idades por quadrado. O comprimento das fêmeas variou de 72 a 252 cm e dos machos de 72 a 242 cm CT. As idades analisadas nas vértebras variaram de 0 a 20 anos. O IAPE médio entre as leituras foi de 3,78%. Não houve diferença significativa no crescimento em relação ao sexo. O melhor modelo de crescimento foi o de von Bertalanffy ($L_{\infty} = 293,98$; $k = 0.072$; $t_0 = -4,20$). A maioria dos indivíduos capturados é imatura (84,73%) e a proporção sexual foi de 1 macho:1 fêmea. Um modelo linear generalizado – GLM foi elaborado para avaliar o efeito das variáveis explicativas na distribuição da espécie com a variável resposta idade. No Atlântico

Norte foram capturados 310 indivíduos (24,5 % neonatos, 61% juvenis e 14,5 % adultos), divididos em 10 quadrados, o mais representativo foi 0 – 5 ° N / 30 – 35° W (137 indivíduos), seguido do 0 -5 ° N / 35 – 40° W (73 indivíduos). Para o Atlântico Sul foram 25 quadrados, o mais representativo foi 0 – 5° S / 30 – 35° W (178 indivíduos), seguido do quadrado 10 – 15° S/ 30 – 35° W (128 espécimes). O GLM selecionado foi Idade = Área+Ano+Longitude+sexo+Mês . Os neonatos estão mais representados em áreas de Ilhas oceânicas, como Fernando de Noronha e Arquipélago de São Pedro e São Paulo – Brasil, por isso sugere-se que a região equatorial do Atlântico e a região da cadeia de montanhas submersas de Vitória – Trindade sejam áreas de berçários para *Carcharhinus longimanus*.

Palavras-chave: Tubarão, Berçários, Idade, crescimento e estrutura populacional.

Introdução

As populações de elasmobrânquios (tubarões e raias) vêm diminuindo ao longo do tempo em todo o mundo, devido principalmente a fatores antrópicos como o aumento do esforço de pesca (Camhi *et al.*, 1998). O grupo possui características que os tornam mais vulneráveis à pesca que outros animais aquáticos (Compagno *et al.*, 2005), como crescimento lento, baixa taxa de fecundidade e maturação sexual tardia (Smith *et al.* 1998).

Embora alegadamente não sejam alvo de pesca dirigida, os tubarões e raias oceânicos são capturados como fauna acompanhante (*by-catch*) em pescarias voltadas para atuns e afins capturados com espinhel (Lessa *et al.*, 1999a; Bonfil *et al.*, 2008), podendo constituir até 54% das capturas com esse petrecho de pesca (Hazin, 1998).

O conhecimento da dinâmica populacional dos elasmobrânquios é fator determinante para a exploração, que deve levar em conta a estratégia de vida do grupo e

as características limitadas que apresentam para a reação dos estoques à mortalidade excedente imposta pela pesca (Holden, 1974; Cortés, 2008).

O tubarão Galha-branca oceânico pode atingir tamanho máximo de 300 cm de comprimento total (Compagno 1984), e tamanho de maturação sexual para machos e fêmeas de 180 cm de comprimento total (Lessa et al., 1999a), o que corresponde a 7 anos de idade. A estratégia de reprodução de *C. longimanus* é vivíparo aplacentário (Seki et al., 1998; Lessa et al. 1999b; Coelho et al., 2009) com gestação de 12 meses e fecundidade de 1 a 15 embriões (Compagno, 1984). A espécie tem entre os principais itens alimentares peixes da família Scombridae e Carangidae (Compagno, 1984).

O tubarão Galha-branca oceânico foi inserido em 2006 na Lista Vermelha da *International Union for Conservation of Nature* – IUCN na categoria de ameaça vulnerável (VU) (Baum et al., 2006) e em 2010, como resultado das avaliações de riscos ecológicos (ERA) (Cortés et al., 2012), a *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas* – ICCAT recomendou a proibição da retenção a bordo, o transbordo, armazenamento e venda do Galha-branca oceânico, inteiro ou não no Oceano Atlântico (Rec. 10-07).

Ainda que existam estudos voltados ao conhecimento da espécie no Atlântico, as informações disponíveis para o Atlântico Sul são antigas ou insuficientes, destacando-se apenas os estudos de idade, crescimento e estrutura de estoque, realizado por Lessa et al. (1999a), Morfometria (Lessa et al. 1999b), Abundância (Domingo et al., 2007), Aspectos da Reprodução (Coelho et al., 2009) e Ecologia e Pesca (Tolotti, 2011).

As informações prévias sobre a idade, crescimento, estrutura etária e longevidade realizados no Atlântico Sul por Lessa et al. (1999a) foram baseados em dados do período de 1992 a 1997. Desta maneira, é importante realizar nova estimativa de idade e crescimento com dados mais atuais, uma vez que pode ter havido mudança

nas taxas de crescimento da espécie em resposta aos aumentos dos esforços pesqueiros. Por este motivo, foram avaliados neste trabalho a idade, o crescimento, a estrutura populacional, a composição etária das capturas. Foram também feitas inferências sobre áreas de berçário, consideradas críticas para o ciclo de vida desta espécie no Oceano Atlântico. Para isso, foi utilizado neste estudo o conceito de berçários de Heupel et al (2007), que considera três critérios: (1) A abundância de neoatos ou jovens do ano e fêmeas prenhes em maior número na área, (2) os tubarões neonatos, jovens e adultos (fêmeas prenhes) tendem a permanecer ou voltar para a área por um período prolongado e, (3) a área é repetidamente utilizada a cada ano.

Materiais e métodos

Estimativa da Idade e Crescimento

No período de 2006 a 2011 foram realizadas amostragens das capturas de *Carcharhinus longimanus* a bordo das embarcações pesqueiras que atuaram com espinhel no Oceano Atlântico entre as latitudes 13° Norte a 31° Sul. A amostragem foi realizada pela equipe do Programa Nacional de Observador de Bordo (PRO-BORDO) e foram registrados de cada indivíduo os comprimentos total e zoológico (cm), o sexo, coletando um bloco de cinco vértebras da região abaixo da primeira nadadeira dorsal de 112 espécimes de *C. longimanus*, (Branstetter e Stiles, 1987; Lessa et al., 1999a).

Após limpeza, as vértebras foram fixadas em formaldeído 4% por 24 horas e preservadas em etanol 70%. As vértebras foram então inseridas em resina poliéster transparente e cortadas com uma serra metalográfica. Em cada vértebra foram realizados cortes longitudinais preservando o foco, seccionando-as em um plano frontal como sugerido por Cailliet *et al.* (1983); Cailliet & Godman (2004), numa espessura de

aproximadamente 0,3 cm. As bandas de crescimento, constituídas de anéis translúcidos (estreitos) e opacos (largos) (Casselman, 1983), foram observadas e medidas em cada corte usando um microscópio estereoscópico.

Todas as etapas de leitura das vértebras, contagem dos anéis realizada em microscópio estereoscópico, com um aumento adequado ao tamanho da estrutura seguiram a metodologia apresentada em Lessa et al. (1999a). Assim, com o auxílio de uma ocular micrométrica, foi possível medir as distâncias para a estimação do incremento marginal (IMR), visando à validação da periodicidade de deposição dos anéis. Para tanto, os valores de IMR foram calculados para cada indivíduo, e depois, estimadas médias mensais com o intuito de inferir sobre o período do ano em que ocorre a formação de um novo anel. Os valores médios mensais foram testados pela ANOVA.

A equação do IMR utilizada foi a seguinte:

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

Onde: RE = Distância entre o foco e a borda da estrutura (vértebra);

R_n = Distância entre o foco e o último anel;

R_{n-1} = Distância entre o foco e o penúltimo anel.

Para estimar a precisão na contagem dos incrementos e anéis, foram realizadas duas leituras em diferentes períodos sem o conhecimento prévio dos comprimentos dos indivíduos. Foi estimada para cada classe de idade a percentagem média de erro (IAPE), de acordo com Campana (2001).

$$IAPE = 100\% \times \frac{1}{R} \times \sum_{i=1}^R \frac{|X_{ij} - \overline{X_j}|}{\overline{X_j}}$$

Onde : N = Número de vértebras;

R = Número de leituras realizadas no indivíduo j ;

X_{ij} = Idade i determinada do indivíduo j ;

X_j = Idade média calculada para o animal j .

Um gráfico contendo as idades foi elaborado (*age bias plot*) para verificar o erro em duas leituras. Uma relação entre o raio da vértebra e o comprimento dos indivíduos foi estimada, visando observar a existência de proporcionalidade entre o tamanho da estrutura rígida e do indivíduo.

Os modelos de von Bertalanffy (1938), Gompertz (1825), Logístico (Ricker, 1979) e Richards (1959) foram ajustados aos dados e as curvas de crescimento por sexo, que foram comparadas através da análise de razões de verossimilhança, de acordo com Cerrato (1990). A seleção do modelo foi baseada no Critério de Informação de Akaike - AIC (AKAIKE, 1974).

Composição etária das capturas

Os dados de comprimento total (CT, cm) de 1395 indivíduos foram convertidos em idades através do modelo de von Bertalanffy invertido (SPARRE & VENEMA, 1997) que tem como entrada os parâmetros de crescimento estimados no presente estudo. As frequências de idades foram divididas em quadrados de 5° de latitude e 5 °

de longitude de acordo com as coordenadas de atuação da frota, evidenciando a composição etária em cada quadrado.

As distâncias entre o ponto de captura de cada indivíduo em relação às prováveis áreas de berçários, como: Continente, rochedos, atóis e ilhas oceânicas foram calculados através do traçado de diferentes radiais, das quais foi retirada a média das três menores distâncias para calcular a distancia dos indivíduos das feições citadas. Objetivou-se com essa análise inferir sobre áreas de berçários para *C. longimanus*.

Dentre os diversos conceitos de áreas de berçários será utilizado no presente estudo o conceito sugerido por Heupel et al., (2007) que leva em conta três critérios: (1) Os tubarões neoatos (ou jovens do ano) e fêmeas prenhes são encontrados em maior quantidade na área, (2) os tubarões neonatos, jovens do ano, jovens e adultos (fêmeas prenhes) tendem a permanecer ou voltar para a área por um período prolongado e, (3) a área é repetidamente utilizada a cada ano.

Neonatos (ou jovens do ano) são os indivíduos que ainda não atingiram um ano de idade, ou seja, apresenta em suas vértebras apenas a marca de nascimento. Aqueles que possuem de um a seis anos são jovens e adultos são os exemplares a partir de sete anos. O tamanho de maturação utilizado como critério para separar maduros de imaturos neste trabalho são baseados nos valores estimados por Lessa et al. (1999a).

Um modelo linear generalizado – GLM foi elaborado para avaliar o efeito das variáveis explicativas (mês, latitude, longitude, distância da costa, distância das ilhas oceânicas e área) na distribuição dos indivíduos neonatos, jovens e adultos capturados no oceano Atlântico sobre a variável resposta, que no caso é idade. A distribuição de probabilidade utilizada foi a contínua – normal. A variável área foi subdividia em 3: Equatorial, Intermediária e Sul.

Variáveis explicativas com efeitos significativos foram mantidas no modelo, enquanto que as demais foram descartadas. A escolha das variáveis para compor o modelo foi baseada pelo Critério de Informação de Akaike - AIC (AKAIKE, 1974). Tal critério usualmente leva à seleção de modelos com balanços satisfatórios entre viés e variância (BURNHAM e ANDERSON, 2002).

Resultados

Estimativa da Idade e Crescimento

A correlação linear entre o comprimento total e o raio da vértebra é representativa ($r^2 = 0,819$; $n = 112$) (Figura 1). Esta relação é descrita pela equação linear: $CT = 15,019 (RV) + 20,392$, onde RV é o raio da vértebra em micrometros e CT o comprimento total em centímetros.

A amplitude de comprimento na amostra variou de 72 a 252 cm de comprimento total. A razão sexual foi de aproximadamente 1 macho: 1 fêmea. A menor fêmea registrada tinha 72 cm e a maior 252 cm, ambos de comprimento total. Já o menor indivíduo macho foi de 72 e o maior de 242 cm de comprimento total.

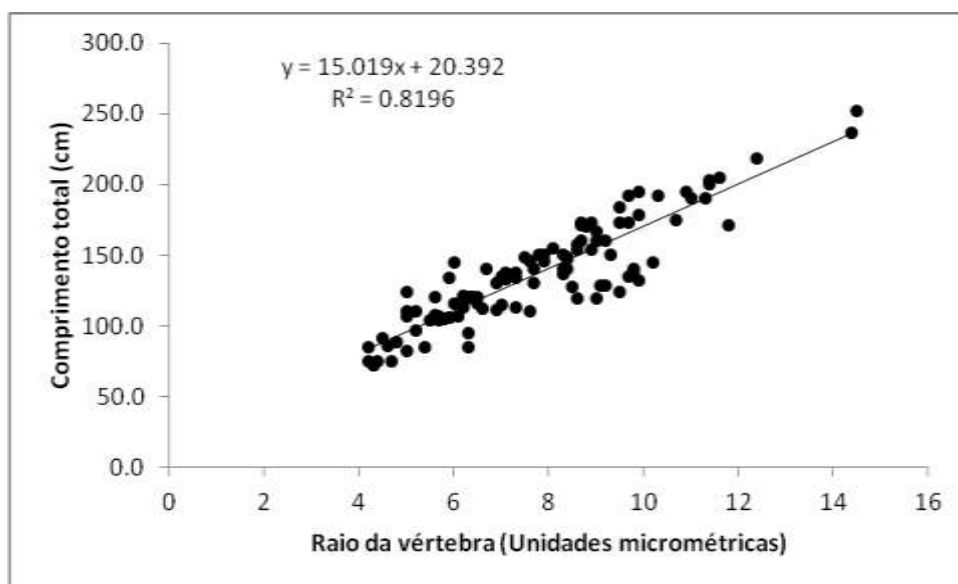


Figura 1: Relação entre o comprimento total (cm) e o raio da vértebra (Unidades micrométricas) para *Carcharhinus longimanus* capturados no Oceano Atlântico Sul ($n = 112$). $RV = 0,0485 (CT) + 0,5901$, onde RV é o raio da vértebra e CT o comprimento total.

O número de anéis na amostra variou de 0 a 21, correspondentes a pares de bandas de crescimento translúcidas (mais larga e clara) e opacas (estreita e escura) (Figura 2). Foi utilizado para as leituras na vértebra luz transmitida.

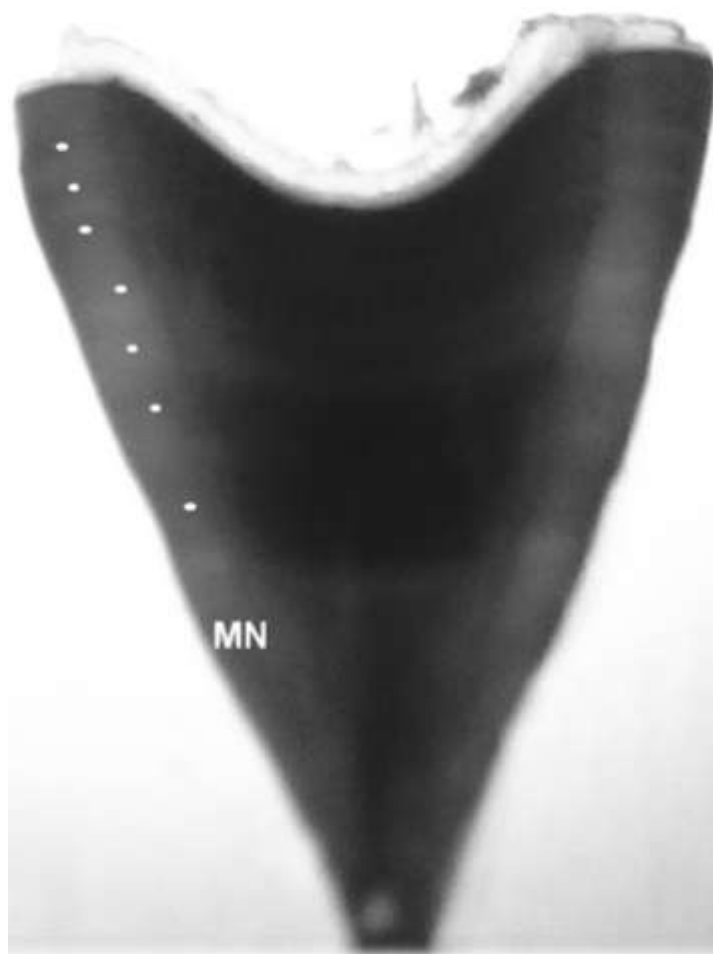


Figura 2: Vértebra de um indivíduo de *Carcharhinus longimanus* com 7 anos capturado no Oceano Atlântico Sul – Marcadores brancos demonstram os anéis etários. MN é a marca de nascimento.

Na análise do Incremento Marginal Relativo – IMR (figura 3) não foram encontradas diferenças significativas nos valores médios mensais (ANOVA, $p = 0,007395$).

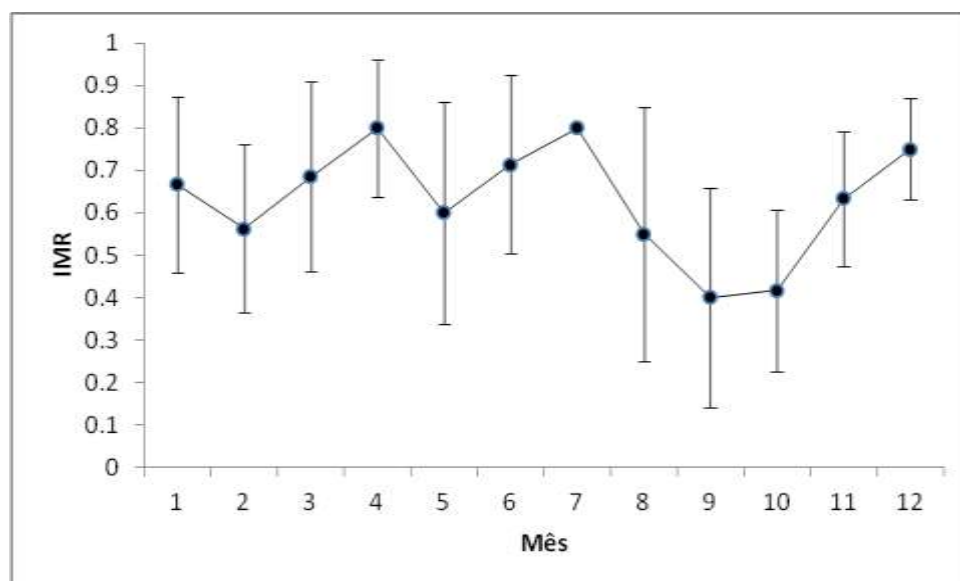


Figura 3: Valores médios mensais do incremento marginal de *Carcharhinus longimanus* capturados no Oceano Atlântico Sul.

Ao comparar a contagem dos anéis etários realizada em duas leituras, obteve-se um erro percentual médio de 0 a 5,89%, com média de 3,78%. As contagens dos anéis de crescimento apresentaram correlação linear elevada ($r^2 = 0,8915$), como se pode observar na figura 4.

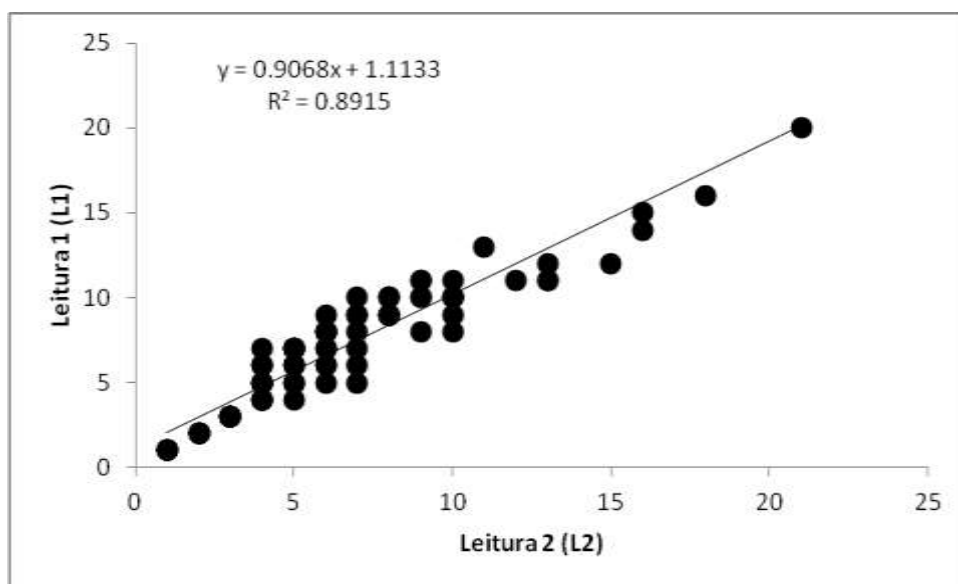


Figura 4: gráfico de dispersão da relação entre as duas leituras (*age bias plot*) dos anéis de crescimento de *Carcharhinus longimanus* capturados no Oceano Atlântico Sul. Leitura 1 (L1), (Y) e leitura 2 (L2) (X) são a primeira e segunda contagens realizada nas vértebras. $L1 = 0,9888 (L2) + 0,1768$.

Não houve diferença significativa no crescimento em relação ao sexo ($p > 0,05$) e com base nos valores do AIC, pode-se verificar que o modelo que apresenta melhor ajuste ao crescimento de *C. longimanus* é o de Richards (1959), seguido pelo de von Bertalanffy (Beverton, 1954) (Figura 5), Gompertz (1825) e Logístico (Ricker, 1979). As estimativas dos parâmetros dos modelos de crescimento podem ser observadas na tabela 1.

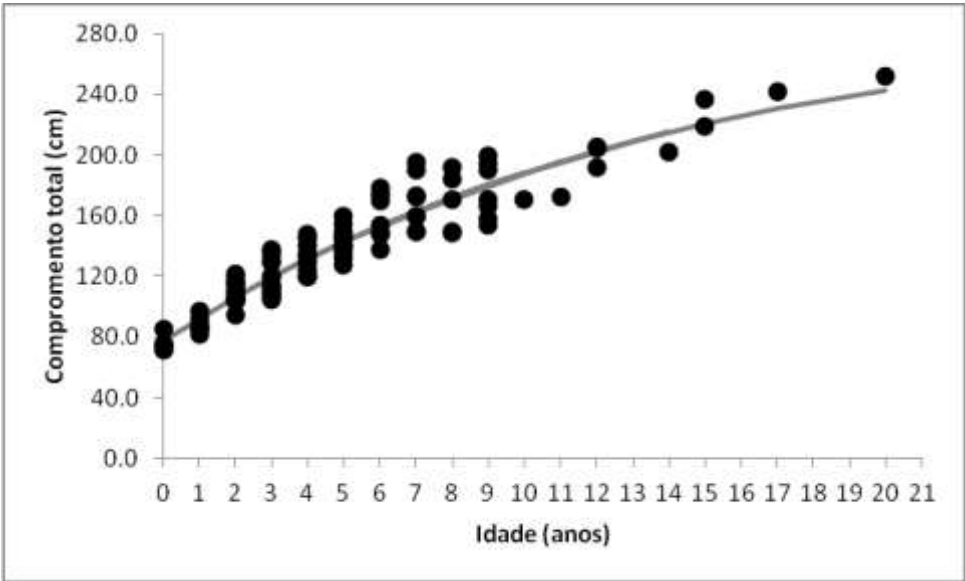


Figura 5: Curva de crescimento no modelo de von Bertalanffy (Beverton, 1954) para *Carcharhinus longimanus* capturados no Oceano Atlântico Sul.

Tabela 1: Parâmetros dos modelos de crescimento utilizados para estimar o crescimento de *Carcharhinus longimanus* capturados no Oceano Atlântico. L_{∞} é o tamanho máximo assintótico; K é a constante de crescimento; T_0 é a idade teórica inicial do indivíduo; p é uma constante do modelo; a é uma constante do modelo; AIC é o Critério de Informação de Akaike.

Modelo	Parâmetros					AIC
	L_{∞}	K	t_0	p	a	
Richards	433,2	0,020	-30.84	-0,5520	---	877,694
von Bertalanffy	293,98	0,072	-4,20	---	---	877,76
Gompertz	256,29	0,135	---	---	1,155	882,507
Logístico	241,10	0,198	3,19	---	---	888,276

Composição etária das capturas

Os exemplares capturados no Oceano Atlântico mediam entre 70,0 e 266,2 cm de comprimento total - CT (média = 130,9 cm CT; DP = 41,4 cm). Levando em consideração o tamanho de primeira maturidade gonadal (184 cm em CT) (Lessa *et al.*, 1999b) a maioria dos indivíduos do tubarão Galha-branca Oceânico capturados são jovens, correspondendo a 84,73% da amostra. Os espécimes jovens são mais frequentes entre as classes de 100,0 a 140,0 com moda na classe 120,0 cm, já os adultos apresentam moda de 180,0 cm, estando distribuídos entre as classes de comprimento 180,0 e 260,0 cm (Figura 6).

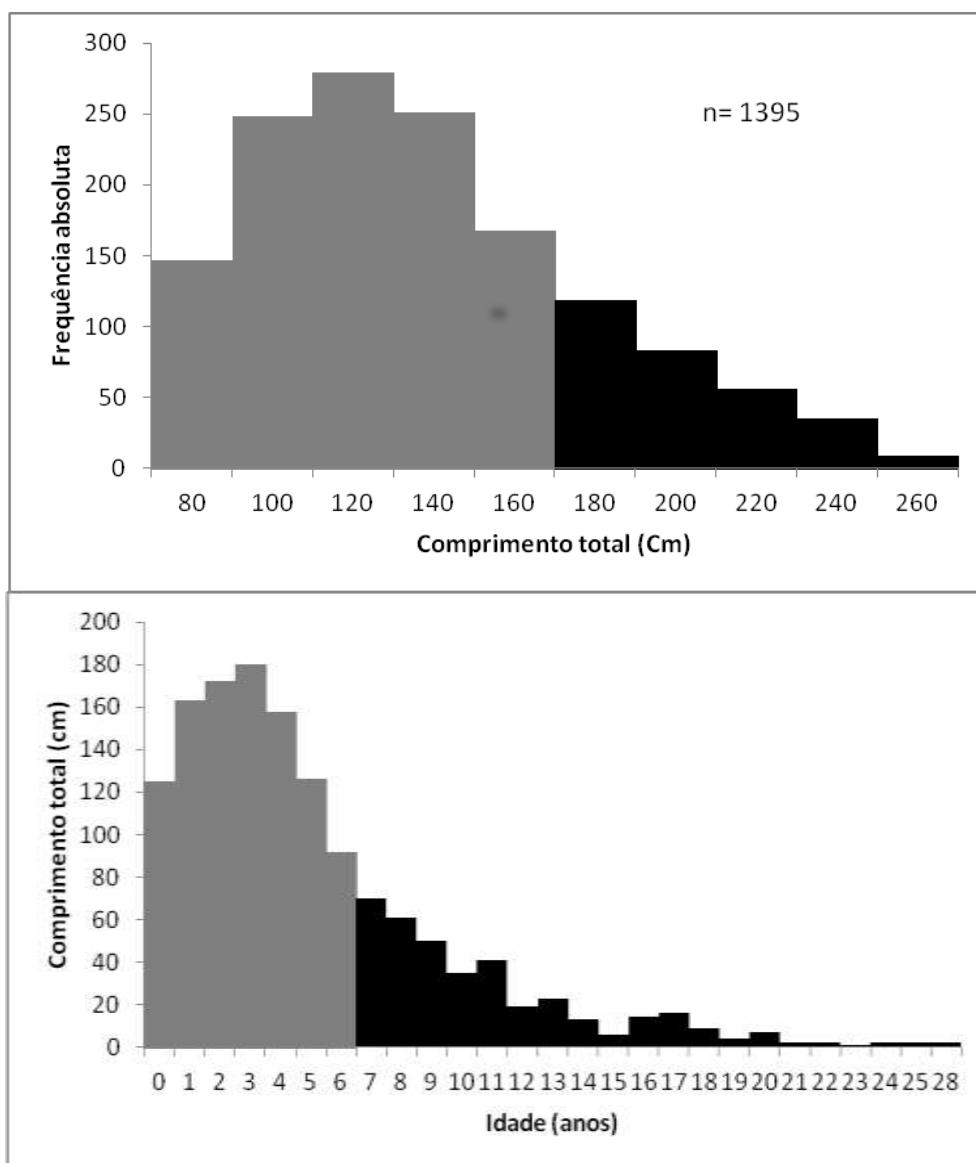


Figura 6: a - Distribuição de frequência de comprimento para *Carcharhinus longimanus* capturados no Oceano Atlântico Sul (n =1395). Em preto adultos; Em cinza: neonatos +jovens b – Distribuição de frequência de idades para *Carcharhinus longimanus* capturados no Oceano Atlântico Sul (n =1431).

No período analisado a frota atuou entre as coordenadas de 13° N à 31° S e 09°W à 46° W. Do total de espécimes analisados ($n = 1319$) a maioria foi neonato (14,55%) e jovem (62,27%), compreendendo amplitude de idades de 0 a 12.

No Oceano Atlântico equatorial Norte foram capturados 310 indivíduos, dos quais 24,5% neonatos, 61% juvenis e 14,5% adultos. Para o lado norte foram analisados 10 quadrados de 5° de latitude e longitude, sendo o mais representativo o quadrado de 0 – 5 ° N / 30 – 35° W, com 137 indivíduos capturados, seguido do 0 -5 ° N / 35 – 40° W, com 73 indivíduos. Com exceção do quadrado 10 – 15° N / 30 – 35° W, onde só foi capturado adulto, todos os outros houve maior captura de jovens e neonatos (Figura 7).

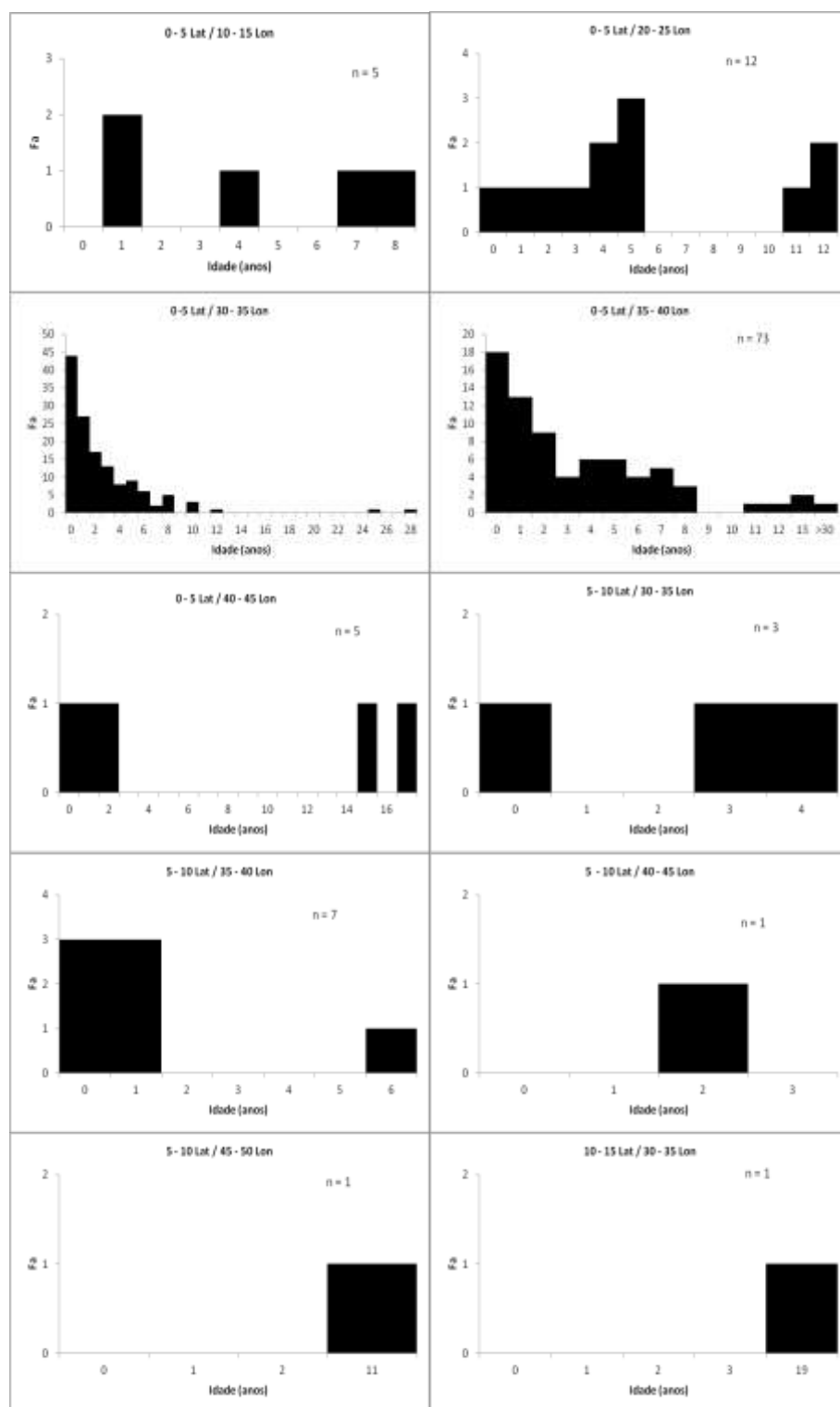


Figura 7: Distribuição etária por quadrados de 5° de latitude e longitude das capturas de *Carcharhinus longimanus* no hemisfério Norte do Oceano Atlântico.

Para a porção Sul do Oceano Atlântico foram capturados 1009 espécimes, sendo 116 neonatos (11,5%), 632 jovens (62,6%) e 261 adultos (25,9%). Os dados foram divididos em 25 quadrados de 5° de latitude e longitude, dos quais o mais representativo foi o quadrado com coordenadas de 0 – 5° S / 30 – 35° W (Figura 8), com 178 indivíduos, seguido do quadrado 10 – 15° S/ 30 – 35° W, com 128 espécimes (Figura 9).

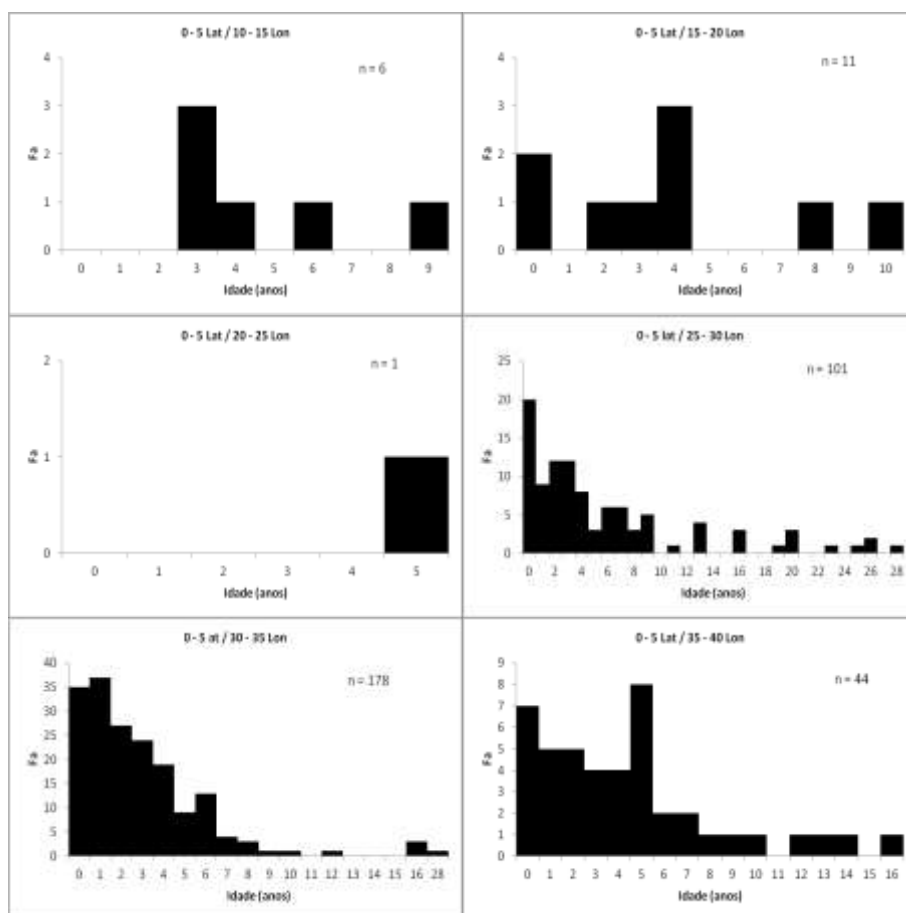


Figura 8: Distribuição etária por quadrados de 5° de latitude e longitude das capturas de *Carcharhinus longimanus* para a área de 0 – 5° Latitude e 10 – 40° de Longitude no Oceano Atlântico Sul.

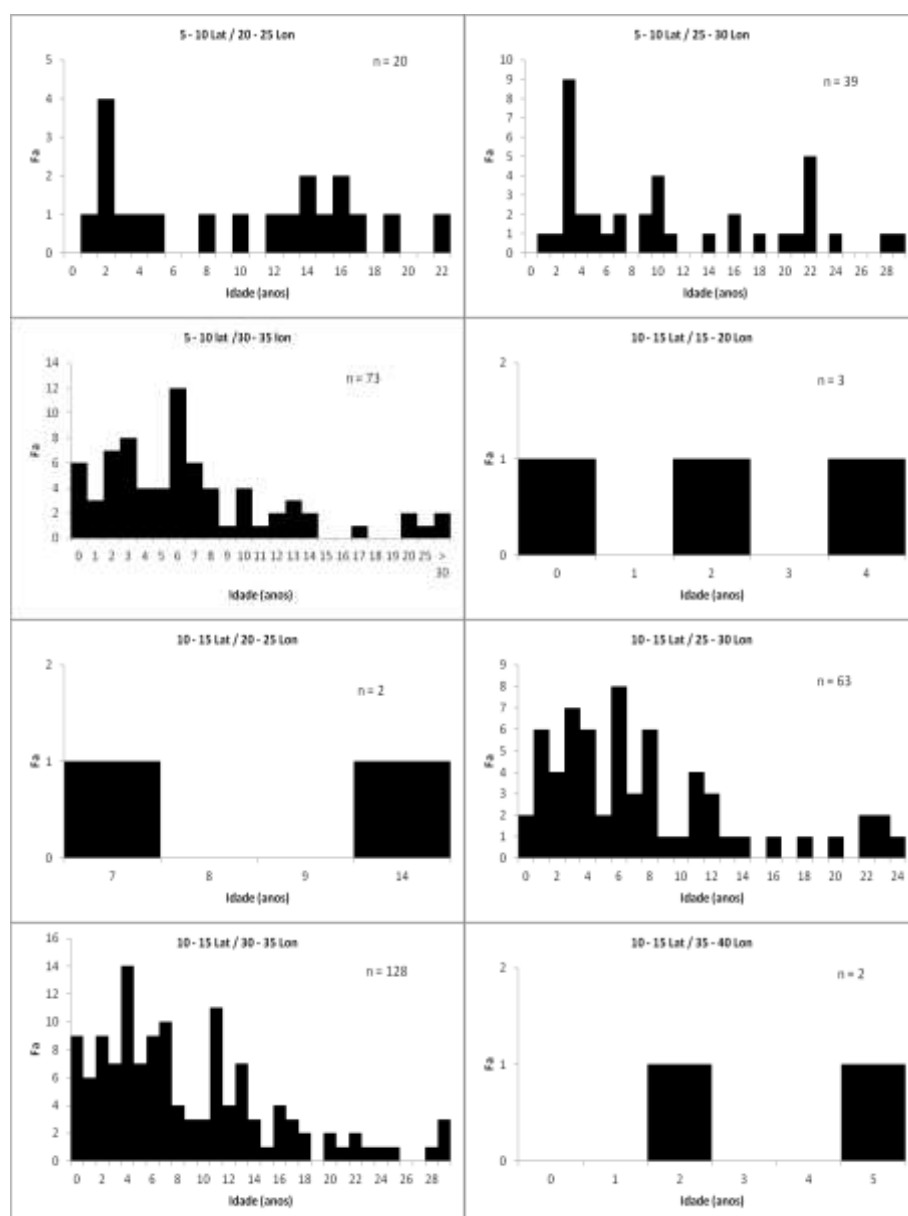


Figura 9: Distribuição etária por quadrados de 5° de latitude e longitude das capturas de *Carcharhinus longimanus* para a área de 5 – 15° Latitude e 20 – 40° de Longitude no Oceano Atlântico Sul.

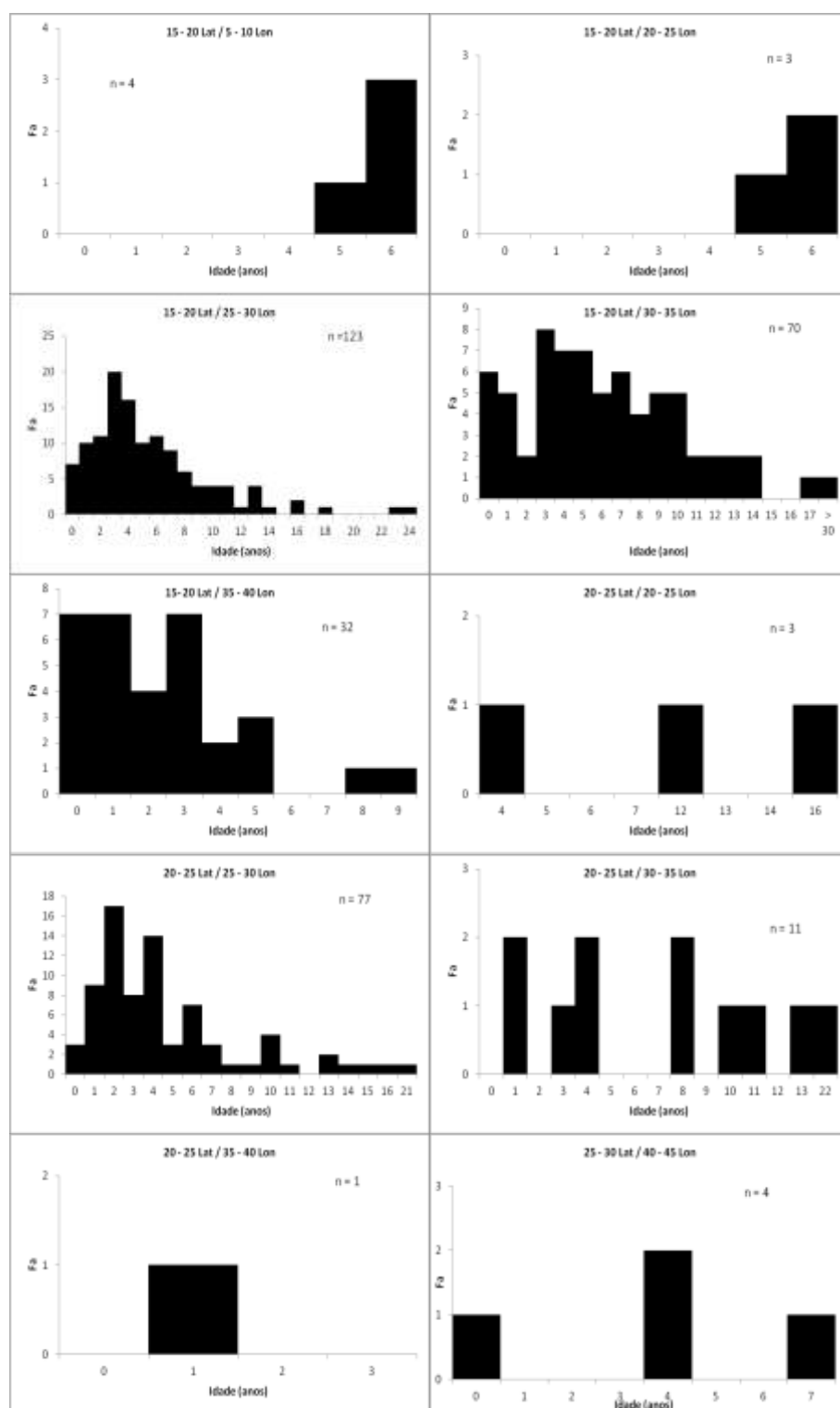


Figura 10: Distribuição etária por quadrados de 5° de latitude e longitude das capturas de *Carcharhinus longimanus* para a área de 15 – 25° Latitude e 5 – 45° de Longitude no Oceano Atlântico Sul.

As variáveis explicativas selecionadas com o Critério de Informação de Akaike para o GLM foram Área, Ano, Longitude, Sexo e Mês. Desta forma, o modelo que melhor descreve a distribuição de *C. longimanus* por idade é Idade = Área+Ano+Longitude+Sexo+Mês, com distribuição normal e coeficiente de determinação (r^2) igual a 0,18. A variável área foi a mais significativa ($p = 2,2 \times 10^{-16}$), seguido pela longitude ($p = 1,073 \times 10^{-7}$), Ano ($p = 3,589 \times 10^{-5}$), Mês ($p = 0,0026$) e Sexo ($p = 0,03$). Houve diferença significativa entre os tamanhos dos indivíduos na área intermediária ($p = 2 \times 10^{-16}$), sugerindo que os indivíduos nesta região são maiores que nas regiões equatoriais e Sul.

Pôde-se observar uma segregação entre os indivíduos neonatos e adultos em relação às áreas. Os neonatos são mais abundantes na região equatorial e em menor proporção na região Sul, próximo à cadeia submersa de Vitória – Trindade (Figura 11). Já os espécimes adultos, foi observado uma agregação na área intermediária, não sendo encontrados quantidades significativas de indivíduos neonatos e jovens do ano nesta área.

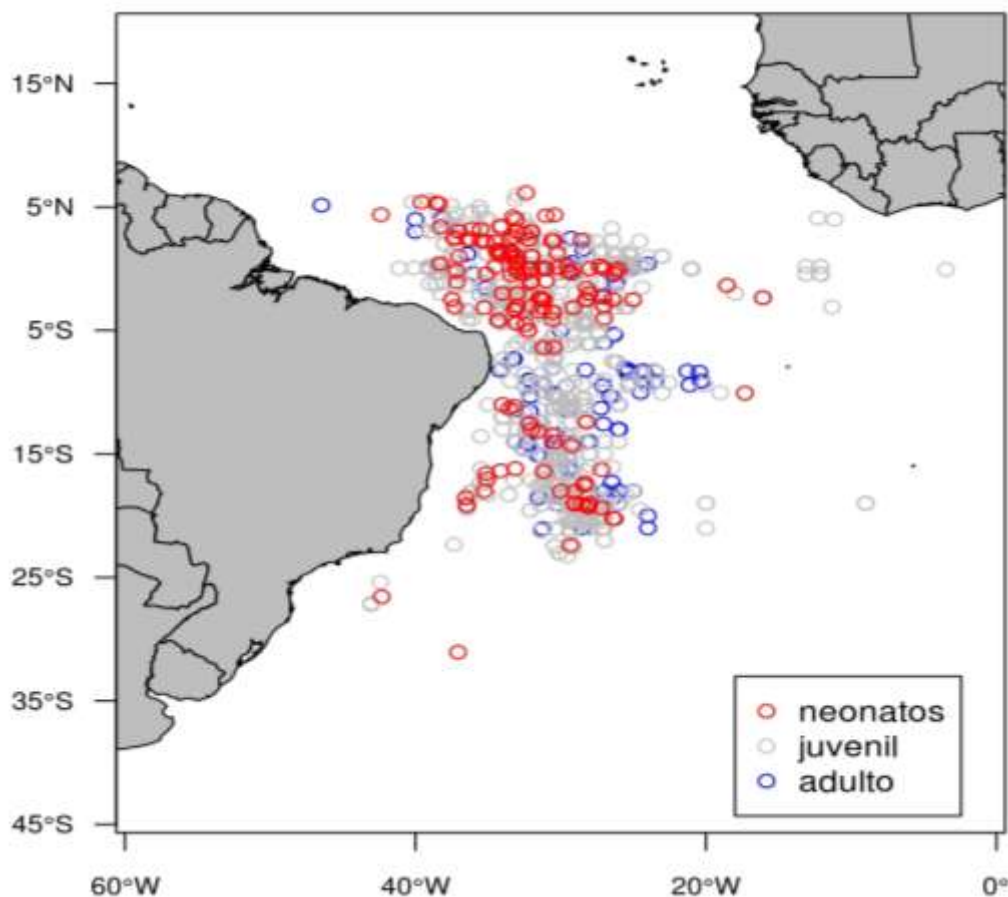


Figura 11: Distribuição das capturas de *Carcharhinus longimanus* no Oceano Atlântico Sul: Neonatos em vermelho, juvenis em cinza e adultos em azul.

Discussão

Estimativa da idade e Crescimento

A relação entre o raio da vértebra e o comprimento total dos indivíduos foi representativa, atendendo a premissa do estudo de crescimento, no que se refere à proporcionalidade da estrutura e o crescimento do indivíduo, assim como o encontrado por Lessa *et al.* (1999a) para *C. longimanus* no Atlântico equatorial.

A análise do Incremento Marginal Relativo – IMR não apresentou diferenças significativas entre os valores mensais, não sendo possível neste estudo validar a periodicidade de formação dos anéis etários. Entretanto, Lessa *et al.* (1999a) sugeriram que o padrão de formação dos anéis para *C. longimanus* no Oceano Atlântico é anual.

Baseado nisso, o padrão de deposição das bandas de crescimento aqui foi considerado anual para *C. longimanus*.

A média do índice percentual de erro entre as duas leituras (IAPE) foi baixa, o que representa que há pouca diferença entre as contagens dos anéis etários nas vértebras de *C. longimanus*. Campana (2001) relata que os erros das contagens dos anéis de crescimento podem ser subestimados quando a estrutura apresenta maior quantidade de anéis, o que não é o caso para os indivíduos deste estudo, pois a maioria dos capturados é jovem e, portanto, não atingiram a primeira idade de maturação, de acordo com Seki et al., (1998); Lessa et al. (1999a) e Coelho et al., (2009).

Dos modelos de crescimento utilizados para a descrição da estimativa de crescimento o de Richards e o de von Bertalanffy (Beverton, 1954) apresentaram valores de AIC de mesma magnitude, seguidos pelos modelos de Gompertz (1825) e logístico. A diferença entre os valores do AIC para os modelos de crescimento é mínima, sendo plausível a utilização de qualquer um deles para a descrição do crescimento do tubarão galha-branca oceânico no oceano Atlântico. Por outro lado, sugere-se fortemente o uso do modelo de von Bertalanffy para a estimativa de crescimento de *C. longimanus*, uma vez que este modelo possui maior embasamento biológico e é o mais utilizado para a descrição do crescimento das espécies de peixes em geral (Gulland, 1976). Além disso, modelos destinados à avaliação dos recursos pesqueiros (Sparre & Venema, 1997) empregam, na quase totalidade os parâmetros do modelo de crescimento de von Bertalanffy.

Dentre as diversas ferramentas existentes para a seleção do melhor modelo para descrever o crescimento de *C. longimanus* utilizou-se o Critério de Informação de Akaike (AKAIKE, 1974). Tal critério usualmente leva à seleção de modelos com

balanços satisfatórios entre viés e variância (BURNHAM e ANDERSON, 2002), retirando a responsabilidade de o pesquisador influenciar na determinação do modelo.

Os parâmetros de crescimento estimados neste estudo (tabela 1) para *C. longimanus* são similares aos encontrados por Lessa et al. (1999a) para a mesma espécie no Atlântico equatorial. Isso demonstra que as medidas de manejo para a recuperação do estoque do Atlântico, que declinou na década de 1990, não surtiram efeito esperado e, portanto, ainda continuam necessárias para a sua recuperação. Esse resultado deve levar em conta o fato de que o *finning* continua em proporções desconhecidas na frota espinheleira (Clarke, 2004), tal comportamento anula os efeitos positivos que as medidas recomendadas pelo ICCAT, por exemplo, pudessem vir a ter para a recomposição do estoque em questão. A ausência de fiscalização da aderência das recomendações é fator decisivo para o atual estado das populações em questão.

Desta maneira, sugere-se que as capturas da frota espinheleira (principalmente) sejam monitoradas para garantir que esta espécie, que já está incluída na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN como vulnerável (Baum et al., 2006) não continue sendo capturada.

Composição etária das capturas

O padrão de distribuição de *Carcharhinus longimanus* obtido nesta pesquisa para o Oceano Atlântico não diferiu do descrito por outros autores para as demais áreas estudadas. Compagno (1984) relata que machos e fêmeas desta espécie se distribuem em áreas sobrepostas, tal como Bonfil et al. (2008) para o Oceano Pacífico e Tolotti (2011) para o Atlântico Sul. Por outro lado, Backus et al. (1956) e Strasburg (1958) sugeriram que havia- sim, segregação espacial para os sexos de *C. longimanus*. A razão sexual observada neste estudo corrobora a maioria dos estudos mais atuais direcionados

ao Tubarão Galha-branca Oceânico (Lessa et al., 1999a & 1999b; García- Cortéz & Mejuto, 2005; Coelho et al., 2009; Tolotti, 2011), o que demonstra que machos e fêmeas habitam as mesmas regiões ao longo do ano, não havendo portanto uma segregação sexual por espaço ou por sazonalidade.

No que se refere à agregação de indivíduos por tamanho, ressalta-se que os jovens estão distribuídos ao longo de toda a área do Atlântico, porém, observa-se que os neonatos estão mais restritos à determinadas áreas que possuem cenários favoráveis a eles, como cadeias de bancos submersos, que ofertam um grau de proteção, além de relativa fartura de alimento. Nesta observação, os neonatos foram encontrados em sua maioria na região equatorial do Atlântico, presentes nas latitudes de 5° N a 5° S. O mesmo foi relatado por Lessa et al. (1999 a & 1999b) e Tolotti (2011) no Atlântico. Ao mesmo tempo, no oceano Pacífico Bonfil et al. (2008) encontrou cenário semelhante ao do Atlântico, onde os indivíduos recém-nascidos estão concentrados na região do Pacífico equatorial. Tais cenários sugerem que os neonatos de *C. longimanus* se concentram em regiões equatoriais e que esta área é de extrema importância para a reprodução e criação da espécie, que segundo os mesmos autores podem formar agregação em áreas que possua fartura de alimentos.

Ainda, quando analisada as variáveis que podem influenciar na distribuição de *C. longimanus* no Atlântico, constatou-se que a longitude é um fator importante para a distribuição/segregação de espécimes adultos, ao passo que o padrão aqui encontrado é que quanto mais próximo do meridiano de Greenwich maior é a probabilidade de se encontrar indivíduos maiores.

Por outro lado, a distribuição etária por quadrados de 5°, nota-se que os espécimes neonatos estão mais representados em áreas de cadeias de bancos submersos, pois estas áreas podem promover situações favoráveis para este grupo etário. O que é

observado neste trabalho para as regiões de Fernando de Noronha – Brasil e Arquipélago de São Pedro e São Paulo – Brasil. Ainda, é notado que as concentrações de neonatos e jovens do ano estão relacionadas a ambientes de cadeias de montanhas e bancos submersos, como neste caso do Atlântico, que tais grupos estão distribuídos sobre os bancos oceânicos da região equatorial e na cadeia de montanhas submersas de Vitória – Trindade, mais ao Sul do Atlântico. O mesmo foi observado por Tolotti (2011), quando avaliou a Captura por Unidade de Esforço - CPUE no Atlântico.

O conceito de berçários descrito por Heupel et al. (2007) leva em consideração que fêmeas grávidas devam estar presentes nas mesmas áreas que os neonatos, contudo, nesta pesquisa não foi possível obter as informações sobre as fêmeas grávidas. Por outro lado, considerando os critérios aqui observados: 1) A proporção sexual observada; 2) Que a distribuição dos espécimes neonatos, jovens e adultos se dá nas mesmas áreas e 3) Que as áreas de maior concentração de neonatos possuem relativa fartura de alimento, sugere-se que a região equatorial do Atlântico (5°N a 5°S) e a região da cadeia de montanhas submersas de Vitória – Trindade são regiões importantes para *Carcharhinus longimanus*, podendo ser consideradas áreas de berçários para a espécie.

As informações referentes à identificação de regiões de berçários para a espécie são inexistentes para o Oceano Atlântico. Já para o Oceano Pacífico, Bonfil et al. (2008) relataram que neonatos e fêmeas grávidas estão distribuídos exclusivamente na região equatorial do Pacífico. Desta forma, os autores sugerem que a área é uma região de berçários para *Carcharhinus longimanus*, o que reforça o padrão encontrado no presente trabalho para o Atlântico.

Referências

AKAIKE, H. 1974. A new look at the statistical model identification, IEEE Transactions on Automatic Control AC. 19, pp. 716-723.

BACKUS, R. H., SPRINGER, S. AND ARNOLD, E. L. J. (1956) A contribution to the natural history of the white-tip shark, *Pterolamiops longimanus* (Poey). Deep Sea Research 3, 178–188.

BAUM, J.; MEDINA, E.; MUSICK, J.A.; SMALE, M. 2006. *Carcharhinus longimanus*. In: 2007 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 20 june 2014.

BERTALANFFY, L. von. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiry on growth laws II). *Human Biology*, 10 : 181 – 318.

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.; CLARKE, S & NAKANO, H. 2008. The biology and ecology of the whitetip shark, *Carcharhinus longimanus*. Pp. 114–127. 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.

BURNHAM, K. P. & ANDERSON, D. R., 2002. Model Selection and Multimodel Inference, Second Edition, Springer, New York.

BRANSTETTER, S. e R. STILES. 1987. Age and growth estimates of the bull shark, *Carcharhinus leucas*, from northern Gulf of Mexico. *Environmental Biology of Fish*, 20: 169 – 181.

CAILLIET, G. M., K. L. MARTIN, D. KUSHER, P. WOLF e B. A. WELDEN. 1983. Techniques for enhancing vertebral bands in age estimation of California elasmobranchs.

In: Proceedings of the international Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. (Eds E. D. Prince e L. M. Pulos) NOAA Technical Report NMFS 8. P. 157 – 165. (US Department of Commerce, National Marine Fisheries Service, NOAA).

CAILLIET, G. M. & GOLDMAN, K. J. (2004) Age determination and validation in chondrichthyan fishes. In *Biology of Sharks and their Relatives* (Carrier, J., Musick, J. A. & Heithaus, M. R., eds), pp. 399–447. Boca Raton, FL: CRC Press

CAMHI, M.; FOWLER, S. L.; MUSICK, J. A.; BRÄUTIGAM, A. & FORDHAM, S. V.. 1998. *Sharks and their Relatives - Ecology and Conservation*. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. IV + 39 pp.

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.

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

COELHO, R.; HAZIN, F.H.V.; REGO, M.; TAMBOURGI, M.; OLIVEIRA, P.; TRAVASSOS, P.; CARVALHO, F.; BURGESS, G. 2009. Notes On The Reproduction Of The Oceanic Whitetip Shark, *Carcharhinus Longimanus*, In The Southwestern Equatorial Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 64 (5): 1734-1740.

COMPAGNO, L.J.V. 1984. FAO species catalogue. *Sharks of the world: An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date*. FAO Fish. Synop., v. 4(125).

COMPAGNO, L.J.V. 2005. Appendix 1: Global Checklist of Living Chondrichthyan Fishes. Pp. 410–423. In: *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes* (eds S.L. Fowler et al.). IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 461 pp.

CORTÉS, E. (2008) Comparative life history and demography of pelagic sharks. 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.

CORTÉS, E.; DOMINGO, A.; MILLER, P.; FORSELLEDO, R.; MAS, F.; AROCHA, F.; CAMPANA, S.; COELHO, R.; DA SILVA, C.; HAZIN, F.H.V.; HOLTZHAUSEN, H.; KEENE, K.; LUCENA, F.; RAMIREZ, K.; SANTOS, M.N.; SEMBAMURAKAMI, Y. & YOKAWA, K. 2012. Expanded ecological risk assessment of pelagic sharks caught in atlantic pelagic longline fisheries. ICCAT.

DOMINGO, A.; MILLER, P.; FORSELLEDO, R.; PONS, M.; BERRONDO, L. 2007. Abundancia del tiburón loco (*Carcharhinus longimanus*) en el Atlántico Sur. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(2): 561-565

GARCIA-CORTÉS, B. AND MEJUTO, J. 2005. Scientific estimations of bycatch landed by the Spanish surface longline fleet targeting swordfish (*Xiphias gladius*) in the Indian Ocean: 2001–2003 period. Indian Ocean Tuna Commission, IOTC-2005WPby-14. 9 pp.

GOMPERTZ, B. 1825. On the nature of the function expressive of the Law of human mortality, and a new mode of determining the value of life contingencies. Phil. Trans. R. Soc. Lond. v.115, p. 515-585.

GULLAND, J.A. 1976. Manual of Methods for fish stock Assessment. Part 1. Fish Population Analysis. 4^a ed. FAO, Rome, 154p.

HEUPEL, M.R.; CARLSON, J.K. & SIMPFENDORFER, C.A. 2007. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. Mar Ecol Prog Ser. Vol. 337: 287-297.

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.). Elek Science, London: 117-138.

ICCAT. 2010. Recommendation by ICCAT on the conservation of oceanic whitetip shark caught In association with fisheries in the ICCAT convention area (Rec. 10-07). Disponível on- line via: <http://www.iccat.int/Documents/Recs/compendiopdf-e/2010-07-e.pdf>

LESSA, R.; SANTANA, F. e PAGLERANI, R.. 1999a. Age, growth and stock structure of the oceanic whitetip shark, *Carcharhinus longimanus*, from the Southwestern Equatorial Atlantic. *Fish. Res.* 42: 21 – 30.

LESSA, R., PAGLERANI, R.; SANTANA, F.M. 1999b. Biology and morphometry of the oceanic whitetip shark, *Carcharhinus longimanus*, from the southwestern equatorial Atlantic. *Fish. Res.*, 42:21-30.

RICHARDS J. 1959. A flexible growth function for empirical use. *Journal of Experimental Botany*, 10: 290–300.

RICKER, W.E., 1979. Growth rates and models. In: Hoar, W.S., Randall, D.J., Brett, J.R. (Eds.), *Fish Physiology*. Academic Press, New York, pp. 677–743.

SEKI, T., TANIUCHI, T., NAKANO, H. AND SHIMIZU, M. (1998) Age, growth and reproduction of the oceanic whitetip shark from the Pacific Ocean. *Fisheries Science* 64, 14–20.

SMITH, S. E.; AU, D. W. & SHOW, C.. 1998. Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. *Mar. Fresh. Res.*, 49: 663-678.

SPARRE, P. & S. C. VENEMA. 1997. Introduction to tropical fish stock assessment. Rome, FAO, Denmark Funds-in-Trust, FI:GCP/INT/392/DEN. Manual 1. 404 p.

STRASBURG, D. W. (1958) Distribution, abundance, and habits of pelagic sharks in the central Pacific Ocean. *Fishery Bulletin* 58, 335–361.

TOLOTTI, M. T. 2011. Pesca e Ecologia do Tubarão Galha-branca Oceânico (*Carcharhinus longimanus*, poey 1861) no Atlântico Oeste Tropical. Dissertação

apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGO - UFPE). 46 p.