

RODRIGO RISI PEREIRA BARRETO

IDADE, CRESCIMENTO E ANÁLISE DEMOGRÁFICA DO CAÇÃO - FLAMENGO
***Carcharhinus acronotus* NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE PERNAMBUCO,**
BRASIL.

RECIFE
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

IDADE, CRESCIMENTO E ANÁLISE DEMOGRÁFICA DO CAÇÃO - FLAMENGO
Carcharhinus acronotus NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE PERNAMBUCO,
BRASIL.

Mestrando: Rodrigo Risi Pereira Barreto
Dissertação apresentada no Programa de Pós-
Graduação em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura da Universidade Federal Rural de
Pernambuco, para obtenção do título de mestre
em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Orientadora: Rosangela P. T. Lessa, Dr^a.

Recife, PE
Abril -2009

Ficha catalográfica

B273i Barreto, Rodrigo Risi Pereira
Idade, crescimento e análise demográfica do cação-
flamengo (*Carcharhinus acronotus*, Poey 1860) capturados
no estado de Pernambuco, Brasil / Rodrigo Risi Pereira
Barreto. – 2009.
92 f. : il.

Orientador: Rosangela Paula Teixeira Lessa
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
Departamento de Pesca e Aqüicultura.
Inclui referências e anexo.

CDD 639

1. Elasmobrânquios
 2. Modelo de crescimento
 3. Mortalidade
 4. Tabela de Vida
- I. Lessa, Rosangela Paula
 - II. Título

*A meu pai, por todo amor, intensidade,
vibração, apoio e suporte.*

(in memoriam)

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**IDADE, CRESCIMENTO E ANÁLISE DEMOGRÁFICA DO CAÇÃO - FLAMENGO
Carcharhinus acronotus NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE PERNAMBUCO,
BRASIL.**

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura e aprovada com distinção em 01 de maio de 2009 pelo Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, em sua forma final.

Prof. Dr. Paulo Travassos
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rosangela Paula Teixeira Lessa- Orientadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Francisco Marcante da Silva – Co-orientador. Membro externo

Prof. Dr. Silvio Peixoto - Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes- Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Fátima e irmã Priscila pelo amor incondicional, carinho e incentivo a nunca desistir de um sonho;

Aos meus avós Lucio e Nilze, Vicente e Tereza pelo amor e infinidade de ensinamentos, por serem verdadeiros exemplos e meus tios (Pereira Barreto e Motta Risi);

A Profa. Dra. Rosangela Lessa pelo exemplo de dedicação e amor ao trabalho e os elasmobranquios, a orientação e a oportunidade de estagiar em seu laboratório, ao valoroso aprendizado e a amizade. Serei eternamente grato a senhora por tudo que vivi e aprendi nestes dois últimos anos;

Aos amigos Francisco Marcante Santana, Paulo José Duarte-Neto e Lucio Bezerra pela amizade, discussões científicas e futebolísticas, ensinamentos e contribuições para a execução deste trabalho;

Ao Professor Dr.Fabio Hazin, Prof. Dr. Paulo Oliveira, Dra. Alessandra Fischer, Laboratório de Oceanografia Pesqueira (LOP), Laboratório de Tecnologia de Pesca (LATEP), BPq. Sinuelo e todos que contribuíram de forma direta e indireta.

Aos amigos e companheiros de laboratório durante estes maravilhosos dois anos Kaio Lopes, Aurelyana (Lela), Marcela Satiro, Guilherme Gondolo, Amélia Passo, Herdras Luna, Camila (Marley), Renato (Titcho), Jones Santander, Renata Akemi, Felipes (Mirolha e Aeroporto), Carlos Mc' Giver, Dante, Jonas, Ícaro, Carol, Andressa, Railma, Camila e Vanessa. Desculpem-me se esqueci alguém, todos vocês foram muito importantes;

Aos amigos Marquinhos (Nego Frozen), Alexandre (myboy), Bruno Macena, Bruno Oliveira, Bruno Mourato, Cezar Augusto, Aprígio Neto, Reginaldo Junior, Djaci, Mauricião, Lucas

Flores, Rafael (Brutus), Rafael (Chico Bento), Daniel (Baiano), Mariana Rego, Mariana Coxey (Ariel), André (Portuga), Fabio (CQ), Rodrigo (Tiozinho), Alessandra, Dani Vianna, Pedro Castilho, Paulo Oliveira, Grazi, Ingrid, Juliana, Lua entre outros que são muitos;

Aos amigos e “familiares” Sibebe Mendonça, Diogo Nunes, Luis Rego Valença, Allana Feijó, Aline Hofmann, Gabriel Santoro, Rodrigo, Eduardo (Xorão), Cesar, Pipo e Gordinho (Irmãos metralha) tudo que vivi e aprendi com vocês este guardado pra sempre no coração, vocês foram minha família aqui; Obrigado!

A Tia Biu, João de Deus, Rosa, Telma, Dona Eliane, Selma e todos aqueles que são responsáveis pelo dia a dia no departamento.

Ao Sport Club Corinthians Paulista do meu coração e a todas pessoas as quais eu já disse: eu te amo!

Resumo

Entre 1994 e 2008, foram capturados 369 indivíduos de *Carcharhinus acronotus* (43,5-146 cm de comprimento total, CT) oriundos da pesca com redes de emalhar e prospecções na plataforma continental do estado de Pernambuco, Brasil (07° 15' 45'' S e 09° 28' 18'' S). Secções vertebrais de 109 machos (43,5-124 cm CT) e 141 fêmeas (46-146 cm CT) foram analisadas. O índice do erro médio (IAPE) variou entre 1,17 a 13,33 % (média 6,13 %) entre 0-15 anéis etários. A análise de incremento marginal relativo (MIR) não foi conclusiva embora tenha apresentado uma tendência de formação do anel entre os meses do outono e inverno. Não foram detectadas diferenças significativas entre o comprimento individual (CT, cm) e o raio da vértebra (RV). Os parâmetros de crescimento foram estimados através da utilização dos modelos de von Bertalanffy (VBGF a), von Bertalanffy modificado, (VBGF b) Gompertz e Schnute. O modelo de von Bertalanffy foi o que melhor representou o crescimento para a espécie. Os parâmetros obtidos para os comprimentos observados para os sexos agrupados foram: $L_{\infty} = 142,06$ cm CT, $k = 0,12$, $t_0 = -3,66$. Não foram detectadas diferenças significativas entre as curvas de crescimento para os sexos ($p > 0,05$). Machos e fêmeas maturam em torno dos 105 cm CT quando apresentam 5 anéis etários. O maior espécime cuja idade foi estimada foi uma fêmea que apresentou 15 anéis (132 cm CT). Adultos foram capturados somente no espinhel. As taxas de mortalidades foram determinadas a partir das informações disponíveis na literatura e dos parâmetros de crescimento obtidos. Os valores estimados por esses métodos indiretos foram: $M = 0,275$; $Z = 0,709$ (emalhe), 0,310 (espinhel), $F = 0,434$ (emalhe) e 0,044 (espinhel); $Z_0 = 0,063$ e $Z' = 0,349$. As taxas de exploração calculadas para o emalhe e o espinhel foram 0,61 e 0,130 respectivamente. Em cenário de equilíbrio a população teria condições de aumentar em aproximadamente 8,3 % a cada 8,5 anos ($R_0 = 1,971$ $G = 8,43$; $r = 0,080$). No entanto, considerando o nível de pesca atual, a população se apresenta sobre-explorada, diminuindo em 13,6 % a cada 8,3 anos ($R_0 = 0,3$ $G = 8,23$; $r = -0,041$).

Palavras-chave: Elasmobrânquios, modelos de crescimento, mortalidade.

Abstract

Between 1994 and 2008, 369 blacknose sharks, *Carcharhinus acronotus* (43,5-146 cm total length, TL) were collected from gill nets and surveys carried out on Pernambuco's continental shelf, Brazil (07° 15' 45'' S and 09° 28' 18'' S). Vertebral sections of 109 males (43,5-124 cm TL) and 141 females (46-146 cm TL) were analyzed; the index of average percentage of error (IAPE) ranged from 1:17 to 13:33% (mean 6,13%) in vertebrae displaying between 0 to 15 growth rings (GR). The marginal increment relative analysis (MIR) was not conclusive showing only a tendency of ring deposition between autumn and winter months. Significant differences were not found between the individual length (TL, cm) and the vertebra radius (VR, mm). Growth parameters were derived using von Bertalanffy function (VBGF a), von Bertalanffy modified (VBGF b), Gompertz and Schnute models. The von Bertalanffy growth model was that which best represented growth for the species. Parameters estimated for both sexes were: $k = 0.12$, $t_0 = -3.66$, $L_\infty = 142.06$ cm. Male and female maturity was reached at 105 cm TL, presenting about 5 growth rings (GR's). The largest specimen whose age was observed had 15 growth rings (132 cm TL). Adults were only caught in longlines. Mortality was estimated from the biological information of the species according literature. Mortality values obtained were: $M = 0,275$; $Z = 0,709$ (gillnets), 0,31 (longline); $F = 0,43$ (gillnets) 0,04 (longline) $Z_0 = 0,06$ and $Z' = 0,349$. The Exploitation rates calculated for gillnets were 0,61 and 0,130 respectively. Considering a scenario of equilibrium, the population would increase by approximately 8,3% per 8,5 years ($R_0 = 1,971$; $G = 8,43$; $r = 0,080$). However, taking into account the current level of exploitation, the population appears to be over-exploited, decreasing 13,6% in 8,3 years ($R_0 = 0,3$; $G = 8,3$; $r = -0,041$).

Key words: Growth, mortality, blacknose shark

SUMARIO

	Página
1-INTRODUÇÃO.....	1
2- REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1- Idade e crescimento.....	7
2.2- Mortalidade e análise demográfica.....	9
2.3- A espécie.....	11
2.4- Área do estudo.....	18
3- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
4-ANEXO-ARTIGO SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO.....	32

LISTA DE TABELAS (ANEXO 1)

	Página
Tabela 1- Valores dos testes de <i>Kruskal Wallis (H)</i> , e ANOVA (<i>F</i>) para as sub-amostras analisadas pelo IM e IMR, em negrito análises que apresentaram diferenças significativas entre os meses ($p > 0.001$) entre parênteses: o numero de meses em que <i>C. acronotus</i> esteve presente na análise e os graus de liberdade	17
Tabela 2- Valores dos parâmetros estimados para cada modelo, L_{∞} = comprimento Maximo assintótico, k = taxa de crescimento, t_0 = idade de nascimento, r^2 = índice de correlação, a e b = parâmetros da regressão; Intervalos de confiança (ic) limites inferiores e superiores e negativos (+/-) e análise de Monte Carlo, com respectivos limites.	20
Tabela 3- Valores do <i>AIC</i> = critério de informação de Akaike (Akaike's Information Criterium); K = numero de parâmetros do modelo; Δ_i = diferença de Akaike.	21
Tabela 4- Parâmetros de crescimento estimados para comprimento observados e retrocalculados de <i>C. acronotus</i> capturados no litoral de Pernambuco L_{∞} = comprimento máximo assintótico, k = taxa de crescimento, t_0 = idade de nascimento	22
Tabela 5- Média dos comprimentos observados e retrocalculados (\pm d. p.) de <i>C. acronotus</i> capturados no litoral de Pernambuco. MN = marca de nascimento.	23
Tabela 6- Parâmetros de crescimento estimados para machos, fêmeas e agrupados de <i>C. acronotus</i> capturados no litoral de Pernambuco L_{∞} = comprimento máximo assintótico, k = taxa de crescimento, t_0 = idade de nascimento	24
Tabela 7- Estimativa, a partir de diferentes métodos, das taxas de mortalidade natural (M), mortalidade total (Z), mortalidade inicial (Z_0) e mortalidade de equilíbrio (Z') para fêmeas de <i>C. acronotus</i> capturadas na pesca de emalhar do Estado de Pernambuco. São apresentadas também as respectivas taxas de sobrevivência (S) para cada método. (Grupo modal I)	28
Tabela 8- Estimativa, a partir de diferentes métodos, das taxas de mortalidade natural (M), mortalidade total (Z), mortalidade inicial (Z_0) e mortalidade de equilíbrio (Z') para fêmeas de <i>C. acronotus</i> capturadas em prospecções no Estado de Pernambuco. São apresentadas também as respectivas taxas de sobrevivência (S) para cada método.(Grupo modal II)	28
Tabela 9- Estimativas das taxas de mortalidade total (Z), total de equilíbrio (Z'); mortalidade natural (M); mortalidade por pesca em equilíbrio (F') e mortalidade por pesca (F); (e) é a taxa de exploração.	29

- Tabela 10-** Tabela de vida para a população de *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco, utilizando o valor da média mortalidade total para os diferentes métodos utilizados sendo: $Z = 0,709$ (emalhe) e $Z = 0,32$ (espinhel/prospecção). Idade de maturação = 5 a 6 anos. x = idade; l_x = sobrevivência anual; m_x = natalidade (média do número de filhotes fêmeas por cada fêmea adulta); $l_x m_x X$ = taxa reprodutiva específica para cada idade; R_0 = taxa líquida reprodutiva; G = tempo de geração; r = taxa intrínseca de crescimento populacional; e_r = taxa de crescimento populacional finita . **30**
- Tabela 11-** Parâmetros estimados através do modelo de von Bertalanffy para *C. acronotus* no oceano Atlântico, em negrito os valores encontrados utilizando o VBGF para a espécie no presente estudo. **40**

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1-	<i>Carcharhinus acronotus</i> capturado no litoral de Pernambuco.	12
Figura 2-	Distribuição mundial de <i>C. acronotus</i>	13
Figura 3-	<i>Carcharhinus acronotus</i> capturado no litoral de Pernambuco com destaque para a mancha negra na ponta do focinho.	14
Figura 4-	<i>Carcharhinus acronotus</i> : (1) mancha negra na ponta do focinho; (2) primeira dorsal está sobre a extremidade posterior das peitorais (fonte: FAO courtesy Species Identification and Biodata).	15
Figura 5-	Dentição de <i>C. acronotus</i> : A. terceiro dente superior; B. oitavo dente superior; C. terceiro dente inferior, D. oitavo dente inferior; E. sinfisis superior e inferior (fonte: Bigelow e Schroeder, 1948).	15
Figura 6-	Localização geográfica do Estado de Pernambuco.	18

Lista de Figuras ANEXO 1

Figura 1-	Localização geográfica do Estado de Pernambuco. Destaca-se a área litoral onde foram realizadas as amostragens (espinhel, ao longo da costa do estado entre 30 e 60 m de prof.) e os pontos de onde foi feito os acompanhamentos dos desembarques da pesca de emalhe.	8
Figura 2-	Distribuição de frequência por classes de comprimentos para machos e fêmeas de <i>C. acronotus</i> capturados no litoral de Pernambuco.	15
Figura 3-	Vértebra de <i>C. acronotus</i> . F= foco da vértebra; RV= raio da vértebra; MN= marca de nascimento ; 1,2,3... = anéis etários (escala: 1mm , em verde).	16
Figura 4-	Relação entre raio da vértebra (RV) e comprimento total (CT) para machos e fêmeas de <i>C. acronotus</i> capturados no litoral de Pernambuco.	16
Figura 5 A-F-	Média do incremento marginal (IM) por mês para <i>C. acronotus</i> . Barras verticais representam o desvio padrão das medias: (A) 1994-2008 amostra total n = 166; (B) 2002-2008 n= 123; (C) 1994-2000 n= 81 (D) emalhe n =116 (E) espinhel n = 106 (F) GE's: preto= 0-5; verde= 6-10; vermelho = 11-16 GR.	18
Figura 6-	Variação mensal do incremento marginal relativo (IMR) (n=166) durante o período de 1994 a 2008 em <i>C. acronotus</i> capturados no litoral de Pernambuco.	19

- Figura 7-** Comprimentos observados e ajustados aos modelos de crescimento.; **21**
Comprimentos observados em cinza; em lilás modelo de Gompertz; em laranja Schnute; tracejado Richards; em verde VBGF aplicado aos comprimentos observados.
- Figura 8-** Comprimentos observados e ajustados ao modelo de von Bertalanffy **22**
(VBGF) observados (linha sólida) e retrocalculados (tracejado) de *C. acronotus* (n=250).
- Figura 9-** Comprimentos observados e ajustados ao modelo de von Bertalanffy **24**
(VBGF) para machos (linha sólida) e fêmeas (tracejados) de *C. acronotus* (n= 250).
- Figura 10-** Distribuição de frequência absoluta por grupos etários observados de *C.* **25**
acronotus para toda amostra (n=369) construída a partir da equação de von Bertalanffy invertida
- Figura 11 A e B-** Curvas de captura para os grupos modais de *C. acronotus* capturados no **27**
litoral de Pernambuco (in Sparre e Venema, 1997) (A) emalhe; (B) espinhel.
- Figura 12 A e B-** (A) Simulação das curvas de sobrevivência para os efeitos das **30**
mortalidades natural (M, em preto), de equilíbrio (Z', em verde) e total (Z, vermelho) na população de *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco. (B) Simulação das taxas reprodutivas para os efeitos das mortalidades naturais (M, em preto); de equilíbrio (Z', em verde) e total (Z, vermelho) na população de *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco considerando idade de primeira maturação = 5 anos.

INTRODUÇÃO:

Os Chondrichthyes (peixes cartilagosos) são representados pelos tubarões, raias e quimeras em um número aproximado de 1200 espécies. Este total inclui cerca de 50 espécies de quimeras, mais de 600 espécies de raias e aproximadamente 500 espécies de tubarões, estes agrupados em 8 ordens. Os tubarões e as raias são classificados segundo Nelson (1994) como pertencentes à Subclasse Elasmobranchii. No litoral brasileiro ocorrem 84 espécies de tubarões, e 53 espécies de raias havendo ainda três espécies de tubarões e 6 espécies de raias em processo de revisão (Lessa, 2008).

Os tubarões constituem um grupo de grande sucesso evolutivo que utiliza diferentes estratégias de vida e também diversos nichos no meio aquático (Compagno, 1990; Gruber, 1990). Muitas espécies de tubarões desempenham um importante papel na manutenção dos ecossistemas marinhos, pois se encontram no topo das cadeias tróficas e assim controlam taxas populacionais de presas em potencial auxiliando no controle da qualidade genética destas populações (Holden, 1974). Ao longo da evolução o desenvolvimento do aparato mandibular, aliado ao sistema sensorial, tornou os elasmobrânquios eficientes predadores, o que levou a maioria das espécies a ocupar os níveis tróficos superiores (Camhi *et al.*, 1998).

Características biológicas do grupo, como crescimento lento, maturação sexual tardia e baixa fecundidade resultam em taxas de crescimento intrínsecas e resiliência muito baixas; essa

condição torna as populações mais suscetíveis a sobrepesca, pela baixa reposição de novos indivíduos, o que leva ao declínio da população (Hoenig e Gruber 1990; Sminkey e Musick 1995, 1996; Camhi *et al.*, 1998; Musick 1999; Smith *et al.*, 1998).

Aspectos da biologia reprodutiva como fecundação e desenvolvimento embrionário e uma ampla variedade de estratégias de nutrição embrionária possibilitam o nascimento de indivíduos bem desenvolvidos e, portanto relativamente mais aptos à competição (Dodd, 1983; Pratt e Castro, 1990, Musick *et al.*, 2007).

Apesar das populações de elasmobrânquios serem capturadas por pescarias industriais, artesanais e esportivas em todo o mundo, o grupo é particularmente vulnerável a sobrepesca por compartilhar características como crescimento lento, maturação sexual tardia, ciclo de vida longo, baixa fecundidade e mortalidade natural, estreita relação entre o número de filhotes produzidos e biomassa gerada (Walker, 1998; Stevens *et al.*, 2000).

Uma grande diversidade de tubarões vem sendo explorada pelas pescarias modernas, tanto como fonte de proteína para consumo humano, ou para a comercialização das nadadeiras sendo estas consideradas os principais subprodutos dessa exploração. Existe também a problemática do *by-catch*, onde espécies não alvo das pescarias são capturadas acidentalmente (Musick, 2005). Estima-se que mais de cem milhões de tubarões são capturados anualmente (Holden, 1974).

Num contexto global, a captura de elasmobrânquios vem crescendo a cada ano, atingindo 900.000 toneladas em 2004. No entanto, este valor pode ter sido subestimado, pois não inclui as capturas não relatadas, o que totalizaria um volume, pelo menos, duas vezes maior. A produção média de pescado no mundo entre 1990 e 1998 contabilizou 88 milhões de toneladas de peixes dos quais os elasmobrânquios representaram aproximadamente 1% (FAO, 2006). No Brasil a produção do grupo corresponde aproximadamente a 4% do total capturado mundialmente, colocando o país

como oitava potência na pesca de elasmobrânquios (Bonfil, 1994; Walker *et al.*, 1998; Clarke *et al.*, 2006). Com relação à participação dos elasmobrânquios nas capturas do Brasil, no nordeste Hazin *et al.*, (1998) afirmam que a participação dos tubarões entre 1983 a 1997 foi de 54% da captura total.

Existem casos bem documentados de populações de tubarões que entraram em colapso como *Lamna nasus* no Atlântico Norte, *Galeorhinus galeus* na Califórnia e Austrália, *Cetorhinus maximus* na Inglaterra, *Squalus acanthias* no Mar do Norte e Columbia Britânica, *Pristis pectinata* na Florida e Louisiana bem como a pesca dos grandes tubarões costeiros na costa oeste dos Estados Unidos, destacando-se *Carcharias taurus* e *Carcharhinus obscurus* (Ripley, 1946; Olsen, 1959; Parker e Stott, 1965; Holden, 1968; Ketchen, 1969; Anderson, 1990; Hoff e Musick, 1990; Pike, 1990; Musick *et al.*, 1993; Simpfendorfer, 1999; Musick *et al.*, 2000, Simpfendorfer, 2004; IUCN, 2008).

Devido às características biológicas e inexistência de uma política de conservação, pescarias nacionais também atingiram níveis críticos para *Squatina guggenheim*; *Rhinobatos horkelli*; *Sphyrna lewini*; *Carcharias taurus*; *Galeorhinus galeus*; *Squatina* spp.; e *Mustelus* spp. (Vooren, 1997; Lessa *et al.*, 1999).

Até pouco tempo atrás a captura de tubarões e raias no Brasil podia ser considerada totalmente incidental, embora sempre tenha existido comercialização da carne e subprodutos. Na última década, pescarias dirigidas têm evoluído em diferentes regiões do país com crescente valorização de subprodutos (*e.g.*: nadadeiras), consumidos principalmente no mercado externo (Lessa *et al.*, 1999).

De modo geral, a pesquisa no Brasil não vem acompanhando o aumento de intensidade das pescarias que alcançam o ponto de colapso sem que medidas de manejo tenham sido tomadas (Vooren *et al.*, 2005). Além disso, há uma grande dificuldade na obtenção de dados de produção e

esforço dessas pescarias e este cenário tem dificultado a elaboração de planos de manejo e gerenciamento, principalmente no que diz respeito à pesca de elasmobrânquios, o que se constitui na maior ameaça ao grupo (Lessa *et al.*, 1999).

Os dados de captura e biologia básica das espécies que ocorrem no litoral Brasileiro são surpreendentemente escassos, bem como os eventuais impactos das pescarias que não são fielmente dimensionados apesar da grande importância do grupo na produção pesqueira nacional (Lessa *et al.* 1999, Motta *et al.*, 2002).

Após aproximadamente 30 anos de pesca desordenada, em 2004 foi aprovada Instrução Normativa-IN nº 5, do Ministério do Meio Ambiente (MMA). A promulgação desta IN foi fundamental para a conservação de *Rhinobatos horkelli*; *Squatina guggenheim*; *Squatina occulta*; *Mustelus schmitti* e *Galeorhinus galeus* como elementos da biodiversidade no país (Vooren e Klippel, 2006).

No âmbito dessa Portaria, foram incluídos na categoria de “sobreeplotados” ou ameaçados de “sobreeplotação”: o tubarão-galha-branca, *Carcharhinus longimanus*; o tubarão-azeiteiro, *Carcharhinus porosus*; e o tubarão-toninha, *Carcharhinus signatus* e o tubarão-lixia, *Ginglymostoma cirratum*.

Segundo o relatório de Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 1998), o limitado conhecimento em relação à biodiversidade de elasmobrânquios indica a baixa prioridade dada às pesquisas por parte dos órgãos financiadores, principalmente em razão do grupo não ser alvo das pescarias. Esse contexto reflete o ainda baixo número de publicações sobre a dinâmica populacional e avaliação de estoques de elasmobrânquios na costa brasileira. Sendo assim, há uma necessidade de pesquisas que visem o conhecimento dos parâmetros básicos da dinâmica populacional das espécies (Lessa *et al.*, 1999).

Estudos dos parâmetros da história de vida dos elasmobrânquios como idade, crescimento, alimentação, distribuição, abundância, migração, reprodução e genética são essenciais para o conhecimento de como as populações crescem e respondem à pressão da pesca (Cailliet *et al*, 2005).

A estimativa dos parâmetros de idade e crescimento é parte importante no estudo da biologia, e fundamental para o cálculo das taxas de crescimento, mortalidade e produtividade, sendo considerada a “pedra angular da Biologia Pesqueira”, pois estimativas de crescimento erradas podem levar a situação de sobreexploração dos recursos pesqueiros (Sparre & Venema, 1996; Campana, 2001).

Carcharhinus acronotus (Poey, 1860) popularmente conhecido como cação-flamengo é uma espécie costeira de médio porte, constituindo nas regiões tropicais e subtropicais da costa oeste do Atlântico um recurso pesqueiro. É considerada entre os elasmobrânquios como espécie de crescimento relativamente rápido (Branstetter, 1990), isento de perigo em relação à sustentabilidade de acordo com a IUCN (2000).

Na região Nordeste é capturado como fauna acompanhante por redes de emalhar, espinhéis e linhas de mão. Dados de captura do programa REVIZEE (Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos recursos Vivos na zona Econômica Exclusiva), relativos à pesca de tubarões entre 1998 e 2000 nessa região, indicam que os pequenos tubarões representaram aproximadamente 26% das capturas totais para o período, e desse total *C. acronotus* representaria 2%. Ainda no contexto das amostragens do Programa REVIZEE, nessa região, os tubarões representaram 5% em decorrência da amostragem intensiva de artes de pesca às quais essa espécie apresenta maior suscetibilidade. Desse último volume *C. acronotus*, representou cerca de 10%.

REVISAO DE LITERATURA

Idade e crescimento

O estudo do crescimento em peixes baseia-se na determinação do tamanho do corpo em função da idade fornecendo os parâmetros de entrada para os modelos de avaliação de estoques e manejo pesqueiros (Sparre e Venema, 1997). Informações sobre idade e crescimento são fundamentais na determinação de medidas para a exploração sustentável do recurso e também no subsídio ao manejo que vise a sustentabilidade (Cailliet, 1990; Cortés, 1998).

De acordo com Campana (2001) estimativas de taxas de crescimento, mortalidade e produtividade necessitam do conhecimento sobre a estrutura e composição etária da população. A incorporação dos parâmetros de crescimento nos modelos analíticos, para a avaliação dos estoques, permite determinar os níveis de exploração e subsidiar a implementação de medidas de administração e controle para o aproveitamento sustentável (Cortés, 1998; 2000).

Os métodos usados para determinar a idade dos peixes podem ser divididos em: (1.) indiretos, baseados no fato dos comprimentos dos indivíduos de uma mesma idade tenderem a descrever uma distribuição normal e (2.) diretos, baseados na interpretação das camadas depositadas nas estruturas calcáreas (escamas, otólitos, espinhos ou ossos), como consequência de processos sazonais associados a fatores ambientais ou intrínsecos, responsáveis pelo crescimento,

reprodução ou atividade metabólica (Montealegre-Quijano, 2002).

Para as estimativas dos parâmetros de crescimento em peixes, diversas técnicas podem ser utilizadas sendo as mais usuais: interpretação de anéis etários em estruturas rígidas; uso de marcadores químicos, marcação e recaptura; manutenção em cativeiro; análise de distribuição de frequências de comprimentos (progressão modal) (Brothers, 1983).

Para os elasmobrânquios a interpretação de anéis etários ou bandas, registradas na vértebra é a metodologia mais utilizada, com exceção de algumas espécies da ordem dos Squaliformes nas quais espinhos das nadadeiras dorsais têm sido utilizados como fonte de informação. Existem ainda espécies que não possuem espinhos e não possuem periodicidade definida como os Squatiniformes (Cailliet, 1990).

O estudo de crescimento quando se utilizam estruturas rígidas, tem como premissas: a) a existência de proporcionalidade entre a estrutura analisada e o comprimento individual e b) o conhecimento da periodicidade com que as marcas de crescimento se depositam nessa estrutura. O retrocálculo é uma técnica baseada na primeira premissa (Francis, 1990), permitindo determinar o tamanho de um indivíduo em qualquer idade, desde que a premissa (a) seja atendida, permitindo que o histórico do crescimento seja traçado individualmente com o cálculo de taxas de crescimento ao longo de todo o desenvolvimento (Smith, 1983).

A segunda premissa do estudo requer a confirmação da periodicidade de aposição das marcas de crescimento na estrutura analisada (validação), consistindo na forma de avaliar a acurácia da metodologia e estimativa aplicada nos estudos de crescimento (Casselman, 1983; Campana, 2001). Existem vários métodos para validar as interpretações de idade nos peixes destacando a análise de incremento marginal, marcação e recaptura, validação química, análise de frequências de classes de comprimento (progressão modal), entre outras.

A análise de incremento marginal IM é classificada por Campana (2001) como a técnica de validação mais popular e abusivamente utilizada, consistindo na tendência periódica da formação do incremento marginal quando plotado contra o tempo, o que permite que a periodicidade da deposição do incremento no crescimento seja conhecida.

Mortalidade e análise demográfica

Descrita através de modelos matemáticos, a mortalidade é o aspecto decrescente de uma determinada população sendo o decréscimo em biomassa expresso por taxas de mortalidade natural (M) decorrente da senilidade, doenças, stress, fome, competição etc; e a mortalidade por pesca (F). A mortalidade total (Z) descreve a soma de M e F (Sparre e Venema, 1997). Dentre os métodos utilizados no cálculo das taxas de mortalidade, vários modelos podem ser utilizados, como o método descrito por Holden (1974) que calcula a taxa de mortalidade natural sob condições ideais (Z') e os modelos de: Hoenig (1983 *apud* Smith *et al.*, 1998), Pauly (1980) e Rikhter e Efanov (1976), usualmente empregados nos cálculos das taxas de mortalidade naturais (M).

O elevado grau de variação da mortalidade natural, ao longo do ciclo vital, e a dificuldade de associá-la a predação, praticamente inviabiliza sua estimação, desta forma, obtém-se um valor de M por dedução de Z, quando se conhece o valor de F (Fonteles, 1989). A mortalidade total pode ser obtida através dos modelos de Beverton e Holt (1959) e de Ricker (1980). A curva de captura, construída a partir da plotagem de classes etárias relacionadas ao logaritmo natural de respectiva abundância também permite o cálculo de Z (Ricker, 1975). A taxa de mortalidade por pesca (F) pode ser calculada através da diferença entre Z e M (Sparre e Venema, 1997).

A demografia visa analisar a população quanto a número ou biomassa, e permitindo

avaliações quanto à densidade da população (Krebs, 1978). Dentre outros, o modelo mais utilizado para analisar populações de elasmobrânquios é o método proposto por Lotka (1925 *apud* Krebs, 1978), baseado na construção de tabelas de vida. O modelo de Lotka foi desenvolvido para gerar a resposta de uma população exposta a diferentes parâmetros, como mortalidade, maturação, fecundidade, crescimento, entre outros. Mudanças nos valores destes parâmetros (mortalidade, fecundidade, idade de maturação), permitem estimar as conseqüências na população sob diferentes cenários teóricos, resultando em taxas de crescimento populacional que indicam se a população está crescendo ($r>0$), em equilíbrio ($r=0$) ou em decréscimo ($r<0$). Esse procedimento ainda pode revelar a influência das mortalidades na população, as taxas de mortalidade natural (principalmente na fase juvenil) e por pesca, e a relação destas com as idades de recrutamento pesqueiro e biológico (Silva, 2001).

Análises demográficas para os elasmobrânquios vem apresentando um uso crescente nas ultimas décadas, pelo fato de modelos usualmente aplicados em peixes ósseos como Análise de População Virtual (VPA) e de coortes (Sparre *et al.*, 1989) não se ajustarem adequadamente às particularidades dos elasmobrânquios como, por exemplo, parâmetros reprodutivos, que para o grupo é mais semelhante aos répteis e mamíferos marinhos do que propriamente aos peixes ósseos. Os estudos realizados por Cailliet *et al.*, 1992 na Califórnia (*Squatina californica* e *Triakis semifasciata*); Cortés, 1995 (*Rhizoprionodon terranovae*) também na Califórnia; Cortés e Parsons, 1996; Márquez-Fariáz *et al.*, 1998 (*Sphyrna tiburo*) no Golfo do México; Sminkey e Musick, 1996 (*Carcharhinus plumbeus*) na costa oeste do atlântico norte. No Brasil destacam-se os estudos sobre *Squatina guggenheim* e *S. occulta* (Boeckman Vieira, 1996); *Galeorhinus galeus* (Peres Jr., 1998) ambos no sul; *Carcharhinus signatus* (Santana & Lessa, 2000) e *Rhizoprionodon porosus* (Montealegre-Quijano, 2002) na costa do nordeste.

A espécie estudada

A família Carcharhinidae pertencente à ordem dos Charcharhiniformes possui 12 gêneros e 50 espécies, com representantes de diferentes tamanhos. Habitam águas tropicais e subtropicais. A nomenclatura do gênero *Carcharhinus* é derivada do grego "karcharos" = afinado e "rhinos" = nariz. É a família mais representativa no litoral brasileiro, onde o gênero *Carcharhinus* é capturado por diversos tipos de pescaria (Bigelow e Schroeder, 1948; Figueiredo, 1977; Compagno, 1984).

Carcharhinus acronotus (figuras 1 e 2) foi descrito pela como *Squalus acronotus* pelo naturalista cubano Felipe Poey em 1860. Este nome foi alterado para o atual nome válido *Carcharhinus acronotus* por Poey durante o mesmo ano. Sinonímias incluem *Carcharias (Prionodon) remotus* (Duméril, 1865) e possivelmente *Prionodon curcuri* (Castelnau, 1855). O nome vernacular em língua inglesa é blacknose shark. Outros nomes incluem cação-flamengo (português), cazon amarillo (espanhol), hanagurozame (japonês), requin nez noir (francês), lombo-preto, sarda, tiburón amarillo (espanhol) e zwartsnuithaai (holandês) (Florida Museum of Natural History; <http://www.flmnh.ufl.edu>).

A distribuição de *C.acronotus* (figura 2) é limitada ao Oceano Atlântico ocidental em águas costeiras tropicais e temperadas, da Carolina do Norte (EUA) até o sul do Brasil, incluindo o Mar do Caribe, as Bahamas e o Golfo do México (Compagno, 1984). Habitam as águas da plataforma continental associados aos fundos de corais e bancos arenosos. Alguns autores relatam a existência de segregação por tamanho e sexo nesta espécie, onde indivíduos menores (jovens) são normalmente encontrados em águas rasas (em torno de 10 m), enquanto que os adultos encontram-se em profundidades maiores (acima de 10 m) (Bigelow e Schroeder, 1948; Compagno, 1984; Schwartz, 1984).



Figura 1. *Carcharhinus acronotus* capturado no litoral de Pernambuco.

São considerados como predadores seletivos por possuírem habito alimentar preferencialmente piscívoro e podem servir de presa a outros tubarões costeiros como, por exemplo, para *Carcharhinus obscurus* (Schwartz, 1984).

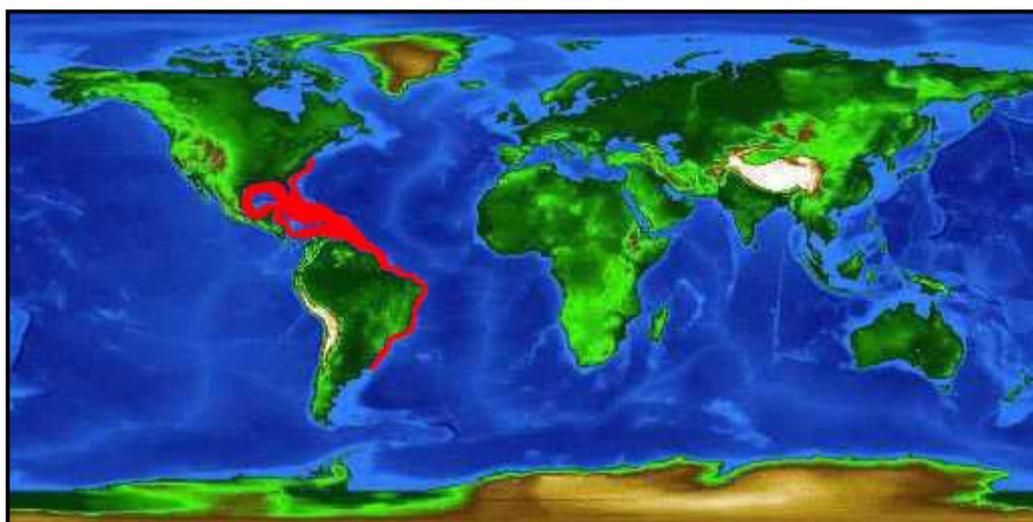


Figura 2. Distribuição mundial de *C. acronotus* (<http://www.flmnh.ufl.edu>).

É considerada uma espécie de médio porte costeira com coloração podendo variar do cinza esverdeado ao cinza escuro com manchas sobre a segunda barbatana dorsal e o lobo caudal superior. Uma mancha negra sob a ponta do focinho mais distinta em indivíduos jovens justifica o nome vulgar de *C. acronotus* (blacknose shark, figuras 3 e 4). Esta característica torna este tubarão distinto de outras espécies de carcharhinídeos com os quais compartilha o mesmo habitat (Bigelow e Schroeder, 1948; Compagno, 1984).



Figura 3. *Carcharhinus acronotus* capturado no litoral de Pernambuco com destaque para a mancha negra na ponta do focinho.

A espécie possui focinho moderadamente largo e arredondado com distancia internasal variando de 1,4 a 1,7 vezes a distancia pré-oral. Os olhos possuem formato semicircular onde o diâmetro horizontal do olho representa de 1,6 a 1,7 % da sua largura total, em indivíduos maiores de 80 centímetros de comprimento total. Os sulcos labiais superiores são relativamente curtos, as fendas branquiais também curtas com a terceira fenda representando de 2,7 a 3,2 do comprimento total e menor que um terço da medida da base da primeira dorsal (Bigelow e Schroeder, 1948; Compagno, 1984).

A origem da primeira dorsal está sobre a extremidade posterior das peitorais com margem interna curta, menor que um terço da base da mesma (figura 4). Segunda dorsal moderadamente larga com altura representando de 2,6 a 2,9% do comprimento total. A origem da segunda dorsal sobre o início da anal. As peitorais são pequenas e falcadas com a largura da margem anterior representando aproximadamente 15% do comprimento total dos indivíduos maiores de 80 cm. Não possui crista interdorsal e a primeira dorsal é relativamente pequena e também semifalcada, com ápice pontiagudo ou extremamente arredondado e margem posterior curvilínea, geralmente desde o ápice (Compagno, 1984). A espécie apresenta de 161 a 181 vértebras entre as quais 80 a 88 são pré-caudais (Compagno, 1984).

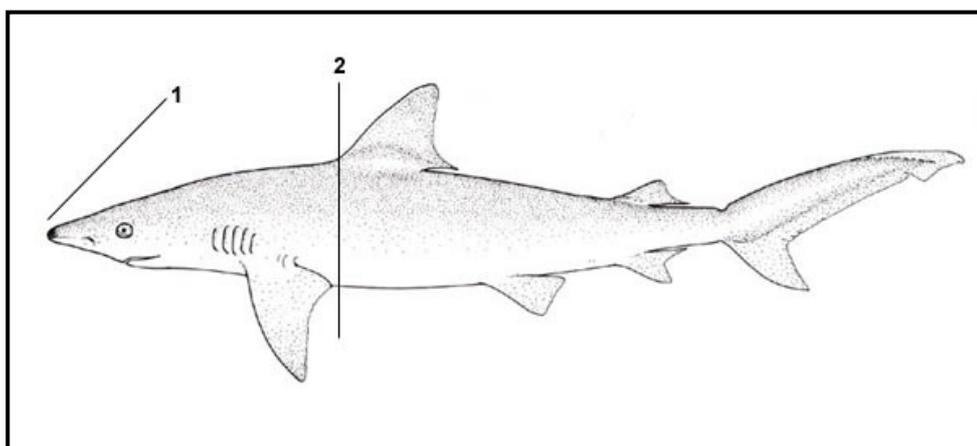


Figura 4. *Carcharhinus acronotus*: (1) mancha negra na ponta do focinho; (2) primeira dorsal está sobre a extremidade posterior das peitorais (fonte: *FAO courtesy Species Identification and Biodata*).

A dentição é composta por 12/13 fileiras de dentes em cada lado da simphysis da mandíbula superior e entre 11/12 fileiras a cada lado da mandíbula inferior com um dente sinfisial em cada mandíbula (Figura 5). Os dentes superiores possuem cúspides moderadamente estreitas, fortemente serrilhadas e marcadamente oblíquas.

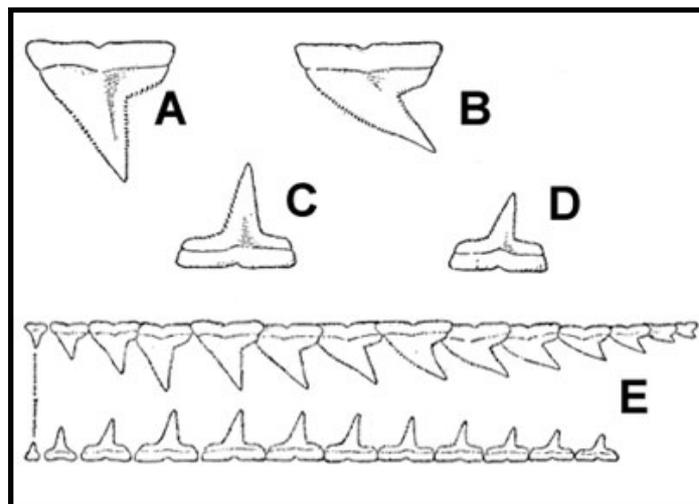


Figura 5. Dentição de *C. acronotus*: **A.** terceiro dente superior; **B.** oitavo dente superior; **C.** terceiro dente inferior, **D.** oitavo dente inferior; **E.** sinfisis superior e inferior (fonte: Bigelow e Schroeder, 1948).

Os adultos atingem tamanho máximo de 200 cm e tamanho de nascimento entre de 38-50 cm de comprimento total (CT). A maturidade sexual ocorre em torno de 97 a 106 cm nos machos e em fêmeas em torno de 103 a 137 cm (Compagno, 1984; Hazin *et al.*, 2002; Driggers *et al.*, 2004; Suikowski *et al.*, 2006). A presença desta espécie na zona costeira e sua relativa abundância tornam o cação-flamengo suscetível à pesca sendo capturado principalmente por redes de emalhe, anzol e linha de mão (Trent *et al.*, 1997; Mattos e Hazin *et al.*, 1998).

Alguns trabalhos já abordaram a biologia desta espécie destacando os estudos realizados por Springer (1938); Bigelow e Schroeder (1948); Clark e von Schmidt (1965); Dodrill (1977); Branstetter (1981); Schwartz (1984); Castro (1993); Oliveira (1998); Carlson *et al.*, (1999), Hazin *et al.*, (2002) e Driggers *et al.*, (2004a, 2004b); Carlson *et al.*, (2007); Sulikowski *et al.*, (2007); Driggers *et al.*, (2008) e Middlemiss *et al.*, (in Driggers *et al.*, 2008). Esses estudos analisam aspectos como abundância espacial e temporal, biologia reprodutiva, idade e crescimento e aspectos da dinâmica populacional.

Baseado nas análises de indivíduos coletados sudeste dos EUA, Schwartz (1984) estudou biologia reprodutiva e ciclo de vida para a espécie na Carolina do Norte, outros estudos

corroboram a maioria dos resultados encontrados em seu trabalho (Hazin *et al.*, 2002). Oliveira (1998) e Hazin *et al.*, (2002) em estudo realizado no litoral de Pernambuco também enfocaram a biologia reprodutiva de *C. acronotus*. Recentemente Driggers *et al.*, (2004) e Sulikowski *et al.*, (2007) estudaram aspectos reprodutivos da espécie em estudo na Carolina do Sul.

Segundo estes autores a vitelogênese e a gestação ocorrem consecutivamente em *C. acronotus* sendo que os ovários começam a maturar (estagio pré-ovulatório) no final do verão e desenvolvem vitelo de 2 a 3 meses antes do período de acasalamento. Em ambos os hemisférios *C. acronotus* aparentam copular durante os meses do outono e no verão ocorrem os nascimentos. O período de gestação se estende por cerca de 8 meses e todo processo reprodutivo incluindo a gestação e a vitelogênese é de cerca de 10/11 meses. Ainda não é certo que todo o ciclo reprodutivo seja anual ou se existe um período de “repouso” entre gestações. A fecundidade varia entre 3 e 6 embriões, mas o número habitual é 4, dois em cada útero com a proporção sexual não diferindo estatisticamente de 1:1 (Hazin *et al.*, 2002; Driggers *et al.*, 2004; Sulikowski *et al.*, 2007).

No que se refere à idade e crescimento destacam-se os estudos realizado por Schwartz (1984); Carlson *et al.*, (1999); Driggers *et al.*, (2004), Carlson *et al.*, (2007) e Driggers *et al.*, (2008) Middlemis *et al.*, (in Driggers *et al.*, 2008). Schwartz (1984) utiliza-se da fixação de nitrato de prata nas vértebras para analisar a formação periódica de anéis e estimar os parâmetros de crescimento para indivíduos capturados na Carolina do Norte. Carlson *et al.*, (1999) com capturas do Golfo do México contou bandas em vértebras, utilizou retrocálculo e o modelo de von Bertalanffy como métodos para estimar parâmetros de crescimento.

Mais recentemente Driggers *et al.*, (2004a) apresentou um estudo no qual utiliza da análise do incremento marginal das vértebras e a validação com marcação química através da fixação de oxitetraciclina em uma única fêmea que foi mantida em cativeiro, fazendo comparações regionais

entre os parâmetros de crescimento para *C. acronotus* nos estudos realizados no Atlântico Norte e observando diferenças regionais entre os sexos para o crescimento da espécie. Recentemente, Driggers *et al.*, 2008 apresentam uma comparação entre os parâmetros de crescimento estimados para a espécie com resultados do trabalho ainda em revisão de Middlewiss (*in* Driggers *et al.*, 2008) no Golfo do México e na área da Carolina do Norte até a costa leste da Flórida. Dependendo da localização geográfica a idade máxima do cação-flamengo variou entre 10 e 16 anos para as fêmeas e entre 4,5 e 9,5 anos para os machos.

A área de estudo

O Estado de Pernambuco (Figura 6) situa-se na zona intertropical dos ventos alísios de SE, com temperaturas médias anuais de 25° C e reduzidas amplitudes térmicas (Silva, 1982). O litoral apresenta uma diversidade de ecossistemas, abrangendo segmentos de planícies recobertas por coqueirais, estuários com extensos manguezais, recifes de corais, bancos de algas, bancos arenosos de pedras, coroas, ilhas e restingas.

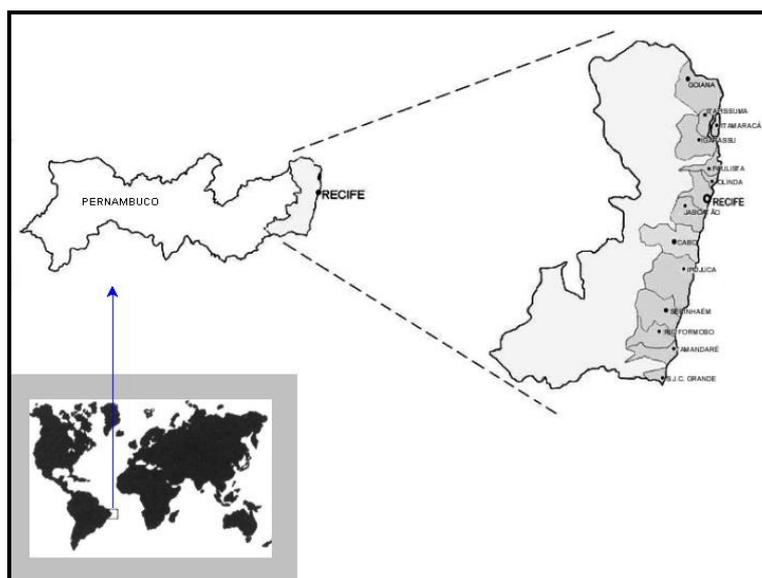


Figura 6. Localização geográfica do Estado de Pernambuco.

O clima é diversificado variando de quente a úmido e semi-árido de baixas latitudes, devido a sua localização geográfica, com chuvas frontológicas e orológicas de outono/inverno. Essas chuvas condicionam dois períodos climáticos: o seco com precipitações abaixo de 100 mm^3 mensais, (setembro e fevereiro), e o chuvoso, com precipitações mensais acima de 100 mm^3 , (março a agosto) (Cavalcanti e Kempf, 1970; Hazin *et al.*, 1995).

No estado prevalecem os ventos de NE a S, sendo predominante NE/E (entre setembro e fevereiro) e /SE (julho e agosto). A força do vento é predominantemente fraca durante dezembro e janeiro e forte entre julho e agosto (Hazin *et al.*, 1995). Estas alterações atmosféricas resultam também em uma variação anual do índice pluviométrico, com as maiores chuvas ocorrendo entre abril e junho, exatamente no período de menor intensidade de ventos, em consequência de uma maior intensidade de evaporação oceânica e também da maior proximidade da zona de convergência intertropical, nesta época do ano.

A temperatura da superfície da água do mar varia entre 25 e 29°C , com valores mínimos no outono/inverno e máximos no verão (Hazin *et al.*, 1995). A termoclina na região situa-se em torno dos 100 m de profundidade, portanto, além da borda do talude, justificando a estabilidade das massas d'água na plataforma continental. As medidas mensais de salinidade oscilam entre 32 e 36×10^{-3} , com as maiores concentrações ocorrendo no período seco e as menores no chuvoso (Hazin *et al.*, 1995).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

BATISTA, V.S. & SILVA T.C. (1995) Age and growth of juveniles of junteiro shark, *Carcharhinus porosus* in the coast of Maranhão, Brazil. Rev. Bras. Biol. 55 (1): 25-32.

BAGENAL, T. B.; TESCH, F. W. (1978) Age and growth. In:GERKING, S. *Methods for assessment of fish production infreshwaters*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, Freshwater Res. 43:1313–1330.

BEAMISH, R.J. & FOUNIER, D.A. (1981) A method for comparing the precision of a set of age determinations. Can. J. Fish. Aquatic. Sci. 38: 982-983.

BERTALANFFY, L.VON (1938). A quantitative theory of organic growth. Human Biol. 10: 181-213.

BEVERTON, R.J.H. & HOLT, S.J. (1957). A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics.CIBA Foundation. Colloquia on agrine. v. 5.

BIGELOW, H.B., SCHROEDER, W.C. (1948) Fishes of the western north Atlantic, Lancelets, Cyclostomes, Sharks. Memoirs of Sears Foundation for Marine Research.576 pp.

BOECKMAN VIEIRA, C. E., (1996) Dinâmica Populacional e avaliação de estoques de cações-anjo, *Squatina guggenheim* Marini, 1936 e *S. occulta* Vooren e Silva, 1991 na plataforma continental do sul do Brasil. Dissertação de mestrado apresentada ao curso de pós-graduação em oceanografia biológica da Fundação Universidade do Rio Grande, 142 p.

BONFIL, R. (1994). Overview of World Elasmobranchs Fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*. 341, 119 p.

BRANSTETTER, S. (1981) Biological notes on the sharks of the north central Gulf of México. *Contr. Mar. Sci.* 24: 13-34.

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

BRANSTETTER, S. & STILES, R. (1987) Age and growth estimates of the bull shark *Carcharhinus leucas*, from northern Gulf of México. *Env. Biol. Fish.* 20: 169-181.

CAILLIET, G.M., RADTKE, R.L. & WELDEN, B.L. (1986) Elasmobranchs age determination and verification: a review. In: Uyeno, T., Arai, T., Taniuchi, T. & Matura, K. (eds.) *Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes*. Ichthyol. Soc. Japan, Tokyo.

CAILLIET, H. F. MOLLET, G. G. PITTENGER, D. BEDFORD, AND L. J. NATANSON. 1992. Growth and demography of the Pacific angel shark (*Squatina californica*), based upon tag returns off California. *Aust. J. Mar.*

CAMPANA, S. E. (2001) Accuracy, precision and quality control in age determination including a review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish. Biol.* 59: 197-242.

CARLSON, J. K., CORTES, E. & JOHNSON, A.G. (1999). Age and growth of the blacknose shark, *Carcharhinus acronotus*, in the Eastern Gulf of México. *Copeia* (3): 684-691.

CASEY, J. G., PARTT, H. L.Jr. & STILLWELL, C. E. (1983). Age and growth of the blacknose shark, *Carcharhinus plumbeus*, from the western North Atlantic. NOAA Tech. Rep. NMFS 8 : 1-17.

CASTRO, J.I. & WOURMS, J.P. (1992) Reproduction, placentation and embryonic development of the atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terranova* . J. Morphol. 218: 257-280.

CERRATO, R.M. (1990) Interperable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. V.47 (7):1416-1426

CLARK, E. & von SCHIMIDT, K. (1965). Sharks of the Central Gulf Coast of Florida. *Bulletin of Marine Science* **15**, 13–83.

COMPAGNO, L. J. V. (1984) Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species know to date. Parte 2, Carcharhiniformes. *FAO Fish. Sinop.*, 4 (125): 251-655.

COMPAGNO, L. J. V. (1990) Alternative life history of cartilaginous fishes in time and space. *Envi. Biol. Fish.* 28 (1): 35-75.

CORTES, E. & PARSONS, G.R. 1996. Comparative demography of two populations of the bonnethead shark (*Sphyrna tiburo*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 709–718.

CORTÉS, E. (1995). Demographic analysis of the atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terranova* , in Gulf of México. *Fish. Bull.* 93: 57-66.

CORTÉS, E. (1998). Demographic analysis as an aid in shark stock assessment and management. *Fish. Res.* 39: 199-208.

CORTES, E. 2002. Incorporating uncertainty into demographic modeling: application to shark populations and their conservation. *Conservation Biology*, 16: 1048–1062.

DODRILL, J. W. (1977). A hook and line survey of the sharks found within five hundred meters of shore along Melbourne Beach, Brevard .

DRIGGERS W. B. III; OAKLEY D. A.; ULRICH, G., CARLSON J. K., CULLUM, B. J., DEAN, J. M. (2004) Reproductive biology of *Carcharhinus acronotus* in the coastal waters of South Carolina *Journal of Fish Biology* 64 (6), 1540–1551.

ETEPE. (1995). Ecologia dos Tubarões no Litoral do Estado de Pernambuco. Relatório Técnico Científico. UFRPE, Dep. de Pesca. 213p.

FIGUEIREDO, J. L., (1977). Manual de Peixes marinhos do Sudeste do Brasil. Introdução. Cações, raias e quimeras. São Paulo. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo. 106p.

FONTELES F., A. A. (1989) Recursos Pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional. Fortaleza, Imprensa Oficial do Ceará, 296 p.,.

FRANCIS, R.I.C.C. (1990) Back-calculation of fish lengths: a critical review. *J. Fish. Biol.* 36: 883-902.

GAYANILO JR., F.C., SPARRE, P. & PAULY, D. 1996. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's guide. FAO Computerized Phylogeny, vol. 3. Science Publishers, Inc., EnWeld, NH, pp. 45–79

HAZIN, F. H. V., OLIVEIRA, P. G. & BROADHURST, M. K. (2002). Reproduction of blacknose shark (*Carcharhinus acronotus*) in the coastal waters off northeastern Brazil. *Fishery Bulletin U.S.* 100, 143–148.

HOENIG, J.M. & GRUBER, S.H. 1990. Life history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. In H.L. Pratt Jr, S.H. Gruber & T. Taniuchi (eds). *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of fisheries*, pp. 1–16. NOAA Technical Report NMFS 90.

HOLDEN, M.J. (1974). Problems in the rational exploitation of elasmobranch population and some suggested solutions. In *Sea Fisheries Research*. (Ed. F.R.Harden-Jones), 117-137 pp. (Halsted Press: New York).

HOLDEN, M.J. 1977. Elasmobranchs. In J.A. Gulland (ed.). *Fish population dynamics*, pp.187–215. John Wiley & Sons, London.

HOOD, G.M. (2006) POPTOOLS version 2.7.75. Available on the internet. url: <http://www.cse.csiro.au/poptools>.

KREBS, C.J. 1985. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*, 3rd ed. Harper and Row, New York. 67 pp.

MOLLET, H.F. & CAILLIET, G.M. 2002. Comparative population demography of elasmobranchs using life history tables, Leslie matrices and stage-based matrix models. *Marine and Freshwater Research*, 53: 503–516.

MUSICK, J.A. 1999. Ecology and conservation of long-lived marine animals. In J.A. MUSICK (ed.). *Life in the slow lane. Ecology and conservation of long-lived marine animals*, pp.1–10. American Fisheries Society Symposium 23, Bethesda, Maryland.

KREBS, C.J. (1989). Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance, 3rd ed. Harper and Row, New York, NY. 800 p.

LESSA, R.P., SANTANA, F.M., RINCÓN, G., GADIG, O.B.F., & 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, 119 p.

LESSA, R.P., SANTANA, F.M., 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.

LESSA, R.P., SANTANA, F.M., BATISTA, V. & ALMEIDA, Z. (2000) Age and growth of the daggernose shark *Isogomphodon oxyrinchus* , from Northern Brazil. Mar.Freshwater Res., 51: 339-347

LESSA, R.P., (1982) Biologie et dynamique des populations de *Rhinobatos horkelli* du plateau continental du Rio Grande do Sul. Tese doutorado apresentada à Faculte dès Sciences de Brest, Univesité de Bretagne Occidentale. 250 p.

LESSA, R.P. & SANTANA, F.M. (2000) Analise demográfica da população do tubarão estrangeiro. *Carcharhinus maou* (Lesson, 1830), da Zona Econômica Exclusiva Nordestina. In: 2^a reunião da Sociedade Brasileira para o estudo de Elasmobrânquios, Santos- SP. Resumos, p.09.

MARQUEZ-FARIAZ, J.F. CASTILLO-GENIZ, J.L (1998) . Fishery biology and demography of the atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terranovae*, in the Southern Gulf of México. Fish. Res. 39: 183-198.

MATTOS, S. M. G.; HAZIN, F.H.V.; WANDERLEY Jr., J.A.M. 1997. Distribuição e abundância relativa de tubarões na plataforma continental do talude dos estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas. I Reunião da Sociedade Brasileira para Estudos dos Elasmobrânquios. Res.

MUSICK, J.A., ELLIS, J.K., 2005. Reproductive evolution of chondrichthyans. In: Hamlett, W.C., Jamieson, B.G.M. (Eds.), Reproductive Biology and Information Series (Fisheries) 6:1-186.

NATANSON, L.J. CASEY, J.G. & KOHLER, N.E. (1995) Age and growth estimates for the dusky shark *Carcharhinus obscurus* in the western North Atlantic Ocean. Fish. Bull. 93: 116-126.

NELSON, J.S. (1994). FISHES OF THE WORLD. 3^a ed. New York. John Wiley & Sons, Inc. 600 p.

NOAA Technical Report NMFS (1990). Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics and the Status of the Fisheries. Harold L. Pratt, Jr, Samuel h. Gruber e Toru Taniuchi (editors). August, 1990. / U. S. Department of Commerce. Proceedings of the Second United States-Japan Workshop East-West Center, Honolulu, Hawaii, 9-14 December 1987. 518 p.

OLIVEIRA, P.G. (1998). Biologia reprodutiva do tubarão flamengo *Carcharhinus acronotus*, tubarão sucuri, *C.plumbeus* e considerações gerais de algumas outras espécies capturadas no litoral do estado de Pernambuco. Monografia de graduação apresentada ao curso de Eng. De Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 50 p.

PARSONS, G.R. (1983) An examination of the vertebral rings in the Atlantic sharpnose shark *Rhizoprionodon terraenovae*. Northeast Gulf Sci. 6: 61-73.

PAULY, D., (1980). A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fisheries Circular*, v. 729.

PERES, M.B.,(1989). Desenvolvimento sexual, ciclo reprodutivo e fecundidade do cação-bico-de-cristal *Galeorhinus galeus* no Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado apresentada ao curso de pós-graduação em Oceanografia Biológica da Fundação Universidade do Rio Grande. 65 p.

PRAGER, M. M., S. B. SAILA, and C. W. RECKSIEK. 1987. FISHPARM: a micromputer program for parameter estimation of nonlinear models in fishery science. Department of Oceanography, Old Dominion University, Norfolk, VA., *Technical Report*, **87-10**: 1–37.

QUIJANO, Santiago Montealegre. Idade, Crescimento e análise demográfica do cação *Rhizoprionodon porosus* (POEY, 1860) (ELASMOBRANCHII: CARCHARHINIDAE) no litoral do Estado de pernambuco, Brasil. UFPE, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, mestrado em biologia animal, abril, 2002. 89 pg.

RICKER, W.E., (1975). Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Canadá. 191. 409p.

RICKER, W.E., 1980. Cacul et interpréAtation des statistiques biologiques des populations de poissons. Bull. Fish. Res. Board Can., 409pp.

RIKHTER, V.A. & EFANOV, V.N. (1976) On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res. Doc. 12pp.

SANTANA, F.M. & LESSA, R.P.. (2000). Análise demográfica da população do tubarão toninha, *Carcharhinus signatus* (Poey, 1868) no Nordeste do Brasil, In: 2ª reunião da Sociedade Brasileira para o estudo de Elasmobrânquios, Santos- SP. Resumos, p 10.

SANTANA, F.M. (2001). Taxas de Crescimento Populacional Intrínseco de Tubarões: uma contribuição para o plano de manejo de elasmobrânquios no Brasil. Dissertação de mestrado apresentada ao curso de pós-graduação em Oceanografia Biológica da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife. 75 p.

SCHARTZ, F.J. (1984). Occurrence, abundance, and biology of blacknose shark, *Carcharhinus acronotus*, in North Carolina. *Env. Bull. Sci.* v. 7:29-47.

SCHNUTE, J. (1981). A versatile growth model with statistically stable parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 1128-1140.

SIMPFENDORFER, C.A., CHIDLOW, J., Mc AULEY, R., & UNSWORTH, P. (2000). Age and growth of the whiskery shark, *Furgaleus macki*, from Southwestern Australia. *Env. Biol. Fishes* 58: 335-343.

SIMPFENDORFER, C.A. (1992). Reproductive strategy of the Australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori* (Elasmobranchii: Carcharhinidae) from Cleveland Bay, Northern Queensland. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 43 (1): 67-75.

SIMPFENDORFER, C.A. 1999a. Mortality estimates and demographic analysis for the Australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori*, from northern Australia. *Fishery Bulletin*, 97: 978–986.

SIMPFENDORFER, C.A. 1999b. Demographic analysis of the dusky shark fishery in southwestern Australia. In J.A. Musick (ed.). *Life in the slow lane. Ecology and*

conservation of long-lived marine animals, pp. 149–160. American Fisheries Society Symposium 23, Bethesda, Maryland.

SMINKEY, T.R. & MUSICK, J.A. (1996) Demographic analysis of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in the Western North Atlantic. *Fish.Bull.* 94: 341-347.

SMITH, S.E., AU, D.W. & SHOW, C. 1998. Intrinsic rebound potential of 26 species of Pacific sharks. *Marine and Freshwater Research*, 48: 663–678.

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

SPARRE, P. (1989) *et al.* Introduction to tropical fish stockassessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, Rome, no. 306, p. 1- 337,

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

SPRINGER, S.,(1967). Social organization of shark populations. *In* GILBERT, P. W. MATHEWSON, R. F.;RALL, D. P. (ed.) *Sharks, Skates and Rays*. Jonh Hopkins University Press, p. 149-17.

STEVENS, J.D. (1975). Vertebral rings as a means of age determination in blue shark *Prionace glauca*. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 55: 657-665.

TRENT, L., PARSHLEY, D. E. & CARLSON, J. K. (1997). Catch and bycatch in the shark drift gillnet fishery off Georgia and East Florida. *Marine Fisheries Review* 59, 19–28.

VOOREN, C.M. & BRITO, E.N., (2000). A frota espinheira do mundo descartou cerca de 20 milhões de tubarões no ano de 1997. In: 2ª reunião da Sociedade Brasileira para o estudo de Elasmobrânquios, Santos- SP. Resumos, p 2.

VOOREN, C. M., & KLIPPEL, S. 2005. Biologia e status de conservação dos cachos anjo *Squatina guggenheim*, *S. occulta* e *S. argentina*. In *Atas para a Conservação de Tubarões e Raias no Sul do Brasil*, 57–82. Ed. by C. M. Vooren, and S. Klippel. Igaraçu, Porto Alegre. 261 pp.

WALKER, T. I.; OFFICER, R. A.; CLEMENTE, J. G. & BROWN, L. P.. 1995. Southern shark age validation: Part 1 – Project overview, vertebral structure and formation of growth-increments bands used for age determination. Final report to Fisheries Research and Development Corporation (FRDC Project 91/037). Department of Conservation and Natural Resources. 91p.

YUDIN, K.G. & CAILLIET, G.M., (1990). Age and growth of the gray smoothhound, *Mustelus californicus*, and the brown smoothhound, *M. henlei*, sharks from central California. *Copeia* 1: 191-204.

ZAR, J.H. (1996) *Biostatistical analysis*, Third ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 622 p.

ANEXO

Artigo submetido- *Environmental Biology of Fishes*

IDADE, CRESCIMENTO E ANÁLISE DEMOGRÁFICA DO CAÇÃO – FLAMENGO *Carcharhinus acronotus* NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE PERNAMBUCO, BRASIL.

Rodrigo Risi Pereira Barreto^a, Rosangela Paula Lessa^a, Francisco Marcante Santana^a

^a*Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas (DIMAR) - Departamento de Pesca e Aqüicultura - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Recife, PE, CEP 52171-900. Fone: 81-3320-6518. Fax: 81- 3320-6502*

Corresponding author: rodrigorpbarreto@yahoo.com.br

Palavras-chave: crescimento, mortalidade, blacknose-shark

Resumo

Entre 1994 e 2008, foram capturados 369 indivíduos de *Carcharhinus acronotus* (43,5-146 cm de comprimento total, CT) oriundos da pesca com redes de emalhar e prospecções na plataforma continental do estado de Pernambuco, Brasil (07° 15' 45'' S e 09° 28' 18'' S). Secções vertebrais de 109 machos (43,5-124 cm CT) e 141 fêmeas (46-146 cm CT) foram analisadas. O índice do erro médio (IAPE) variou entre 1,17 a 13,33 % (média 6,13 %) entre 0-15 anéis etários. A análise de incremento marginal relativo (MIR) não foi conclusiva embora tenha apresentado uma tendência de formação do anel entre os meses do outono e inverno. Não foram detectadas diferenças significativas entre o comprimento individual (CT, cm) e o raio da vértebra (RV). Os parâmetros de crescimento foram estimados através da utilização dos modelos de von Bertalanffy (VBGF a), von Bertalanffy modificado, (VBGF b) Gompertz e Schnute. O modelo de von Bertalanffy foi o que melhor representou o crescimento para a espécie. Os parâmetros obtidos para os comprimentos observados para os sexos agrupados foram: L_{∞} = 142,06 cm CT, k = 0,12, t_0 = -3,66. Não foram detectadas diferenças significativas entre as curvas de crescimento para os sexos ($p > 0,05$). Machos e

fêmeas maturam em torno dos 105 cm CT quando apresentam 5 anéis etários. O maior espécime cuja idade foi estimada foi uma fêmea que apresentou 15 anéis (132 cm CT). Adultos foram capturados somente no espinhel. As taxas de mortalidades foram determinadas a partir das informações disponíveis na literatura e dos parâmetros de crescimento obtidos. Os valores estimados por esses métodos indiretos foram: $M = 0,275$; $Z = 0,709$ (emalhe), $0,310$ (espinhel), $F = 0,434$ (emalhe) e $0,044$ (espinhel); $Z_0 = 0,063$ e $Z' = 0,349$. As taxas de exploração calculadas para o emalhe e o espinhel foram $0,61$ e $0,130$ respectivamente. Em cenário de equilíbrio a população teria condições de aumentar em aproximadamente $8,3\%$ a cada $8,5$ anos ($R_0 = 1,971$ $G = 8,43$; $r = 0,080$). No entanto, considerando o nível de pesca atual, a população se apresenta sobre-explorada, diminuindo em $13,6\%$ a cada $8,3$ anos ($R_0 = 0,3$ $G = 8,23$; $r = -0,041$).

Key words: Growth, mortality, blacknose shark

Synopsis

Between 1994 and 2008, 369 blacknose sharks, *Carcharhinus acronotus* (43,5-146 cm total length, TL) were collected from gill nets and surveys carried out on Pernambuco's continental shelf, Brazil (07° 15' 45'' S and 09° 28' 18'' S). Vertebral sections of 109 males (43,5-124 cm TL) and 141 females (46-146 cm TL) were analyzed; the index of average percentage of error (*IAPE*) ranged from 1:17 to 13:33% (mean 6,13%) in vertebrae displaying between 0 to 15 growth rings (GR). The marginal increment relative analysis (MIR) was not conclusive showing only a tendency of ring deposition between autumn and winter months. Significant differences were not found between the individual length (TL, cm) and the vertebra radius (VR, mm). Growth parameters were derived using von Bertalanffy function (VBGF a), von Bertalanffy modified (VBGF b), Gompertz and Schnute models. The von Bertalanffy growth model was that which best represented growth for the species. Parameters estimated for both sexes were: $k = 0.12$, $t_0 = -3.66$, $L_\infty = 142.06$ cm. Male and female maturity was reached at 105 cm TL, presenting about 5 growth rings (GR's). The largest specimen whose age was observed had 15 growth rings (132 cm TL). Adults were only caught in longlines. Mortality was estimated from the biological information of the species according literature. Mortality values obtained were: $M = 0,275$; $Z = 0,709$ (gillnets), 0,31 (longline); $F = 0,43$ (gillnets) 0,04 (longline) $Z_0 = 0,06$ and $Z' = 0,349$. The Exploitation rates calculated for gillnets were 0,61 and 0,130 respectively. Considering a scenario of equilibrium, the population would increase by approximately 8,3% per 8,5 years ($R_0 = 1,971$; $G = 8,43$; $r = 0,080$). However, taking into account the current level of exploitation, the population appears to be over-exploited, decreasing 13,6% in 8,3 years ($R_0 = 0,3$; $G = 8,3$; $r = -0,041$).

Key words: Growth, mortality, blacknose shark

Introdução

Carcharhinus acronotus (POEY, 1860), conhecido como cação flamengo, é caracterizado por uma mancha escura na ponta do focinho moderadamente largo e arredondado, corpo fusiforme e relativamente delgado. É um tubarão de porte médio com tamanho de nascimento entre 38-50 cm e tamanho máximo de 200 cm de comprimento total (CT), tipicamente costeiro, associado a recifes e bancos arenosos em profundidades em torno de 10 m a 30 m. Distribui-se no Atlântico Ocidental, desde a Carolina do Norte até o sudeste do Brasil (Bigelow e Schroeder, 1948; Compagno, 1984).

A informação sobre a biologia da espécie está disponível nos estudos realizados por Springer (1938); Bigelow e Schroeder (1948); Clark e von Schmidt (1965); Dodrill (1977); Branstetter (1981); Schwartz (1984); Castro (1993); Oliveira (1998); Carlson *et al.* (1999), Hazin *et al.*, (2002) e Driggers *et al.*, (2004), Carsol *et al.*, (2007), Driggers *et al.*, (2008). Esses estudos abordaram aspectos como abundância espacial e temporal, biologia reprodutiva, idade e crescimento e outros aspectos da dinâmica populacional.

Baseado nas análises de indivíduos coletados sudeste dos EUA, Schwartz (1984) estudou biologia reprodutiva e ciclo de vida para a espécie na Carolina do Norte, outros estudos corroboram a maioria dos resultados de seu trabalho (Hazin *et al.*, 2002). Oliveira (1998) e Hazin *et al.*, (2002) em estudo realizado no litoral de Pernambuco também enfocaram a biologia reprodutiva de *C. acronotus*. Recentemente Driggers *et al.*, (2004) e Sulikowski *et al.*, (2007) abordam aspectos reprodutivos da espécie em estudo na Carolina do Sul. No que se refere à idade e crescimento destacam-se os estudos realizado por Schwartz (1984); Carlson *et al.*, (1999); Driggers *et al.*, (2004), Carlson *et al.*, (2007) e Driggers *et al.*, (2008) Middlemis *et al.*, (in Driggers *et al.*, 2008).

Schwartz (1984) utiliza-se da fixação de nitrato de prata nas vértebras para analisar a formação periódica de anéis e estimar os parâmetros de crescimento para indivíduos capturados na Carolina do Norte. Carlson *et al.*, (1999) com capturas do Golfo do México contou bandas em vértebras, e utilizou retrocálculo e o modelo de von Bertalanffy como métodos para se estimar parâmetros de crescimento. Mais recentemente Driggers *et al.*, (2004a) apresentou um estudo onde utiliza da análise do incremento marginal das vértebras e a validação com marcação química através da fixação de oxitetraciclina em uma única fêmea que foi mantida em cativeiro, fazendo comparações regionais entre os parâmetros de crescimento para *C. acronotus* nos estudos realizados no Atlântico Norte observando diferenças regionais e entre os sexos para o crescimento da espécie. A maturidade sexual ocorre em torno de 97 a 106 cm CT nos machos e em fêmeas em torno de 103 a 137 cm CT, com fecundidade variando entre 3 e 6 embriões mas usualmente 4 (Compagno, 1984, Sulikowski, 2007).

A presença desta espécie na zona costeira e sua relativa abundância torna o cação flamengo suscetível à pesca sendo capturado principalmente por redes de emalhe e anzol e linha (Trent *et al.*, 1997; Mattos e Hazin, 1997). O fato de *C. acronotus* representar um recurso pesqueiro para diversas pescarias costeiras no Atlântico assim como particularidades dos carcharhinídeos como, por exemplo, baixos valores de aumento populacional tornam os estudos que subsidiem informações sobre a espécie fundamentais ao adequado manejo dos estoques. Devido à ausência de estudos idade, crescimento e demografia para a espécie no Atlântico Sul e a lacuna no que diz respeito à informação sobre o “*status*” populacional para a espécie, o presente estudo tem como objetivo contribuir com informação sobre a espécie no Atlântico Sul.

Material e Métodos

Durante o período de janeiro de 1994 a dezembro de 2008 foram realizados acompanhamentos dos desembarques de pescado capturados por embarcações que utilizam a rede de emalhe em diferentes pontos do litoral do estado de Pernambuco ($07^{\circ}15'45''$ S e $09^{\circ}28'18''$ S, Figura 1). Uma embarcação equipada com espinhel de fundo operando entre 15 e 20 metros de profundidade na plataforma continental do estado (aprox. $7^{\circ}30'$ a $9^{\circ}30'$ S, próximo a cidade do Recife) também serviu como fonte amostral.

A amostra total foi composta por 369 indivíduos (43,5 – 146 cm CT). Durante este período o emalhe capturou somente indivíduos jovens (< 105 cm CT) e o espinhel capturou adultos e jovens, segundo tamanhos de maturidade para ambos os sexos acima de 105 cm. Um bloco de 5 a 6 vértebras foi retirado de 250 indivíduos desta amostra e registrado o comprimento total (CT) e o sexo de cada um.

As vértebras foram limpas e fixadas em formaldeído 4% durante 24 horas, quando então foram armazenadas em álcool 70%. Posteriormente foram inclusas em resina poliéster (Cailliet *et al.*, 1983); cada vértebra foi seccionada numa espessura de aproximadamente 0,3 mm usando uma serra metalográfica em baixa velocidade BUEHLER®. O polimento foi realizado com lixas finas (180 gramatura).

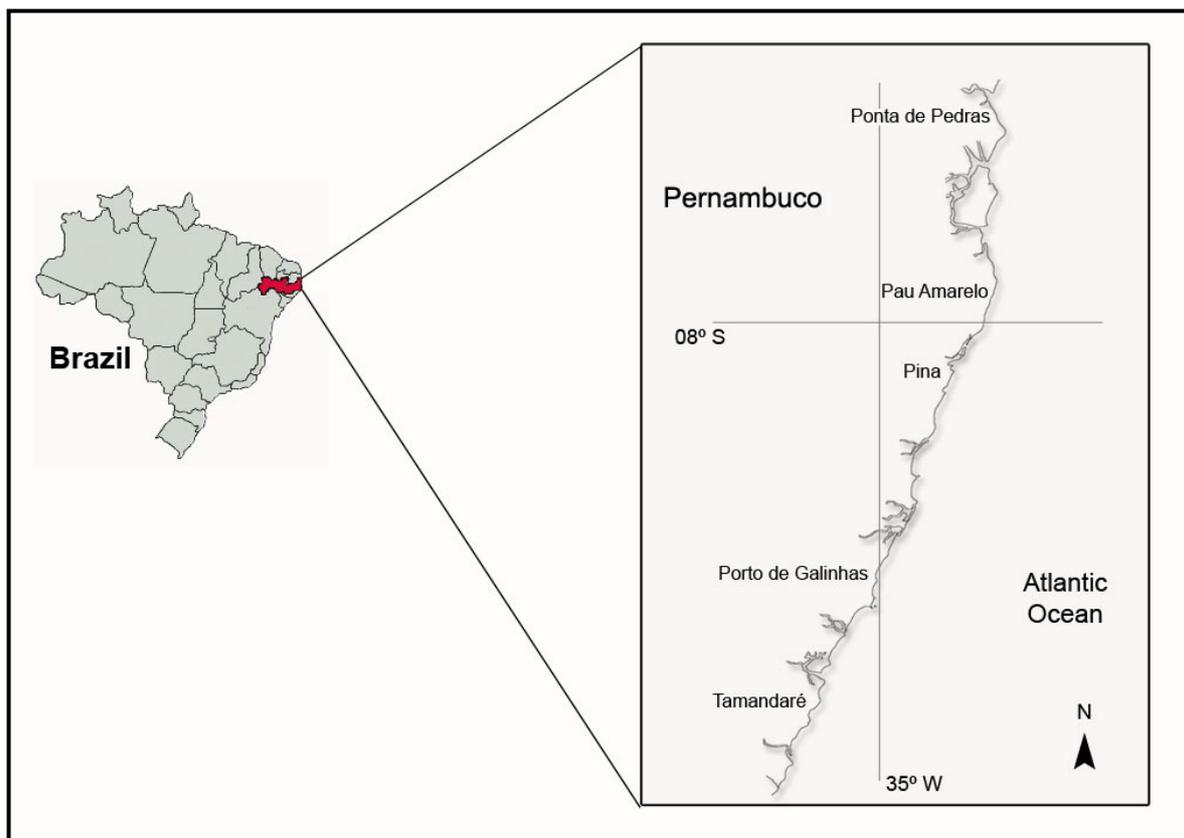


Figura 1. Localização geográfica do Estado de Pernambuco. Destaca-se a área litoral onde foram realizadas as amostragens (espinhel, ao longo da costa do estado entre 30 e 60 m de prof..) e os pontos onde o acompanhamento dos desembarques da pesca de emalhe.

Cada banda de crescimento, constituída de um anel translúcido (estreito) e um anel opaco (largo) (Casselman, 1983), foi observada e medida em cada corte usando um microscópio estereoscópico sob aumento de 10X e objetiva aumento 1X. Foram considerados anéis de crescimento aquelas formadas por zona translúcida e zona opaca, que tinham o espaçamento diminuído progressivamente em direção a borda da vértebra. Dessa forma os anéis que obedeceram a este critério foram considerados anéis etários e sua contagem serviu para estimar a idade do indivíduo. A luz foi usada em forma transmitida, condição necessária para que os anéis etários apareçam translúcidos. As distâncias do foco da vértebra à margem externa de cada anel, e à borda das secções (raio da vértebra) ao longo do corpus calcareum foram tomadas.

O índice de porcentagem do erro médio (*IAPE*) (Beamish e Fournier, 1981) foi calculado para comparar a reprodutibilidade da determinação dos grupos etários entre as leituras:

$$I A P E = 1 / N \sum (1 / R j \sum (| X i j - X j | / X j) 100 ,$$

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

Foram realizadas duas leituras independentes, por dois leitores distintos sem conhecimento prévio do comprimento do animal em uma amostra de 109 vértebras. Quando as contagens diferiram entre os leitores foi realizada uma terceira leitura buscando o consenso. O critério para a terceira leitura foi estabelecido nas vértebras que apresentaram *IAPE* maior que 10 %.

A relação entre o raio da vértebra e o comprimento total, foi calculada para os sexos em separado e comparada mediante análise da covariância com nível de significância para rejeição da hipótese de nulidade estipulado em 0,05 (ANCOVA) (Zar, 1996).

A validação da periodicidade da formação do anel etário foi realizada pela análise do incremento marginal (*MI*) mensal onde o número de anéis nas vértebras foi contado e medido, com o intuito de estimar o período em que um novo anel começa a ser formado, através da equação:

$$I M = R V - R n$$

Onde: RV é o raio da vértebra e Rn é o raio até ultimo anel completo.

A média \pm S.D. foi calculada mensalmente para diferentes períodos (1994-2000; 2002-2008; 1994-2008); por tipo de amostragem (emalhe/pesca artesanal-espinhel/prospecção) e por

grupos etários (0-5 GR1, 6-10 GR2, 11-<15). O teste de *Kruskal-Wallis* foi aplicado no intuito de identificar diferenças significativas entre os meses com nível de significância para rejeição da hipótese estipulado em 0,001 (Zar, 1996).

Adicionalmente foi utilizada a análise de incremento marginal relativo (Natanson *et al.*, 1995) buscando acrescentar informação sobre o possível período de deposição, somente para o período total (1994-2008) através da equação:

$$IMR = (RV - R_n) / (R_n - R_{n-1})$$

Onde: RV é o raio da vértebra, R_n à distância do foco à última banda completa e R_{n-1} à distância da penúltima banda completa. As médias \pm S.D para os meses foram analisadas mediante o teste de *Kruskal-Wallis* com nível de significância para rejeição igual 0,001 (Zar, 1996).

A relação entre o raio da vértebra e o comprimento total, foi calculada para os sexos separados e testadas mediante ANCOVA (Zar, 1996).

Os parâmetros de crescimento foram estimados utilizando diferentes funções:

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

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

- b) modelo de Gompertz (1875 *apud* Campana e Jones , 1992):

$$L_t = L_\infty e^{-a \text{Exp}(-kt)}$$

- c) modelo de Richards (1959):

$$L_t = \frac{L_\infty}{[1 + e^{(-k \times t + b)}]^m}$$

- d) modelo Schnute (1981):

$$L_t = \left\{ L_1^b + [L_2^b - L_1^b] \left[\frac{1 - e_1^{-a(t-\tau)}}{1 - e_1^{-a(t-\tau)}} \right] \right\}^{(1/b)}$$

Onde: L_t = comprimento na idade t , L_∞ = comprimento máximo assintótico, k = coeficiente de crescimento e t_0 = idade teórica na qual o peixe tem comprimento zero; L_1 e L_2 são os comprimentos estimados nas idades τ ; a e b = parâmetros da regressão; m = constante.

Os resultados dos modelos foram avaliados segundo o AIC (critério de informação de Akaike) de acordo com a seguinte equação:

$$AIC = 2\text{Log}(\theta) + 2K$$

Onde: θ = mínima verossimilhança; K = número de parâmetros do modelo;

Foram estabelecidos os limites superiores e inferiores para os intervalos de confiança de cada parâmetro de crescimento estimado utilizando verossimilhança e análise de Monte Carlo (bootstrap), ambos com 1000 iterações como rotina do PopTools/ Excel (Hood, 2006). O critério para a escolha do melhor modelo baseou-se naquele que apresentou estimativas próximas aos parâmetros biológicos conhecidos para a espécie.

Após a determinação do modelo melhor ajustado aos comprimentos observados, os comprimentos dos indivíduos em idades prévias foram retrocalculados a partir das medidas das vértebras ($n=250$) usando o método de *Fraser-Lee*, que assume uma relação do tipo linear, na proporcionalidade entre as duas variáveis, (Francis, 1990), descrito pela a fórmula de retrocálculo:

$$L_t = (Rt / RV) (Lc - a) + a,$$

L_t = tamanho retrocalculado da raia quando o anel “t” foi formado; RT = distância entre o foco e cada anel na idade “t”; RV = o raio da vértebra; Lc = o comprimento ao momento da captura; “a” = coeficiente linear da relação entre o RV e o CT.

Para efeitos de comparação, após a determinação do modelo, optou-se por ajustar a curva de crescimento que melhor descreveu o crescimento da espécie separada entre sexos. O

teste para comparação entre as curvas foi baseado em Kimura (1990) com nível de rejeição da hipótese nula estipulado em 0,05.

A longevidade (ω), o tempo necessário para atingir 95% de L_{∞} , também foi calculada segundo Taylor in Sparre e Vanema (1997).

$$\omega = T_0 + \log(1-0.95)/k$$

T_0 = idade teórica quando o comprimento do animal é 0; k = constante de crescimento.

Foram estimadas diferentes taxas de mortalidades utilizando métodos distintos. A taxa de mortalidade para as classes etárias iniciais (Z_0) foi estimada pelo método de Krebs (1989), considerada equivalente à mortalidade natural. A mortalidade natural (M) foi calculada pelos métodos de:

Hewitt & Hoenig (2005);

$$M = 4,22/T_{max}$$

M = mortalidade natural; T_{max} = idade máxima observada entre os indivíduos da amostra.

O modelo de Holden (1974) foi utilizado para calcular a taxa de mortalidade de equilíbrio (Z') que é interpretada como o valor da mortalidade natural na população virgem ou não explorada, através da equação:

$$Z' = mx (e^{-ZT_{mat}}),$$

Onde: mx = Natalidade em número de embriões fêmeas por fêmea adulta; T_{mat} = Idade de primeira maturação sexual.

A curva de captura da população (Ricker, 1975), foi utilizada para estimar a taxa de mortalidade instantânea total Z . A declividade da reta de regressão linear entre as duas variáveis, utilizando unicamente a porção descendente da curva, indica o valor desta taxa (Z)

= -b). O modelo pressupõe que o recrutamento permanece constante durante todos os anos, bem como a mortalidade por pesca (F) e a natural (M) (Sparre e Venema, 1997).

O modelo de Beverton e Holt (1959) foi utilizado para estimar a taxa instantânea de mortalidade total (Z), a partir dos comprimentos e das idades para identificar o tamanho no qual o 100% estão recrutados à pescaria (L') e o comprimento meio dos indivíduos na captura (Lm):

$$Z = K (L_{\infty} - Lm) / (Lm - L')$$

Os valores de sobrevivência (S) para cada taxa de mortalidade foram estimados pela fórmula de Ricker (1980):

$$S = e^{-Z}$$

A taxa de exploração foi calculada segundo Sparre & Venema pela equação:

$$e = F/Z$$

Onde: e = taxa de exploração com nível crítico acima de 0,5; F = mortalidade por pesca e Z = mortalidade total,

A tabela de vida que descreve o crescimento de populações combinando a mortalidade e a reprodução foi construída utilizando os seguintes parâmetros:

$$lx = nx/n_0;$$

$$R_0 = \sum l_x m_x;$$

$$G = \sum l_x m_x X / R_0.$$

$$r = \ln R_0 / G$$

$$1/b = \sum l_x e^{-rX}$$

Onde: X = Idade em anos; lx = proporção de fêmeas sobreviventes; nx = número de indivíduos sobreviventes no início do intervalo de tempo x ; n_0 = número inicial de

indivíduos; R_0 = taxa de multiplicação por geração; G = tempo de geração; r = Taxa instantânea de crescimento populacional; er = taxa anual de crescimento populacional; b = taxa instantânea de nascimento; M_x = número de embriões fêmeas por fêmea adulta;

Resultados

Foi coletado um total de 369 cações sendo 205 (55,5 %) fêmeas e 164 (44,5%) machos. Os comprimentos totais variaram entre 44 e 146 cm para as fêmeas e 43,5 e 128 para os machos. As distribuições de frequências por classes de comprimento para os sexos e total estão representadas na Figura 1. A distribuição de comprimentos da amostra total (ambos os sexos) apresentou duas modas, uma composta por indivíduos jovens (entre 40-80 cm CT) capturados em redes de emalhar e outra por indivíduos adultos ou próximos a maturidade (acima de 80 cm CT). Os indivíduos jovens foram capturados exclusivamente pela pesca de emalhe (5-10 m profundidade) enquanto que os adultos exclusivamente pelo espinhel de fundo com profundidades entre 10 e 30 m.

Para o estudo de crescimento foram analisadas 250 vértebras sendo 141 fêmeas (44 a 146 cm CT e 109 machos 43,5 a 128 cm CT). Vértebras de embriões foram examinadas e nenhuma marca pré-parto foi observada. O primeiro anel translúcido distal a zona do foco, foi interpretado como a marca de nascimento com idade 0 (MN) (Figura 3).

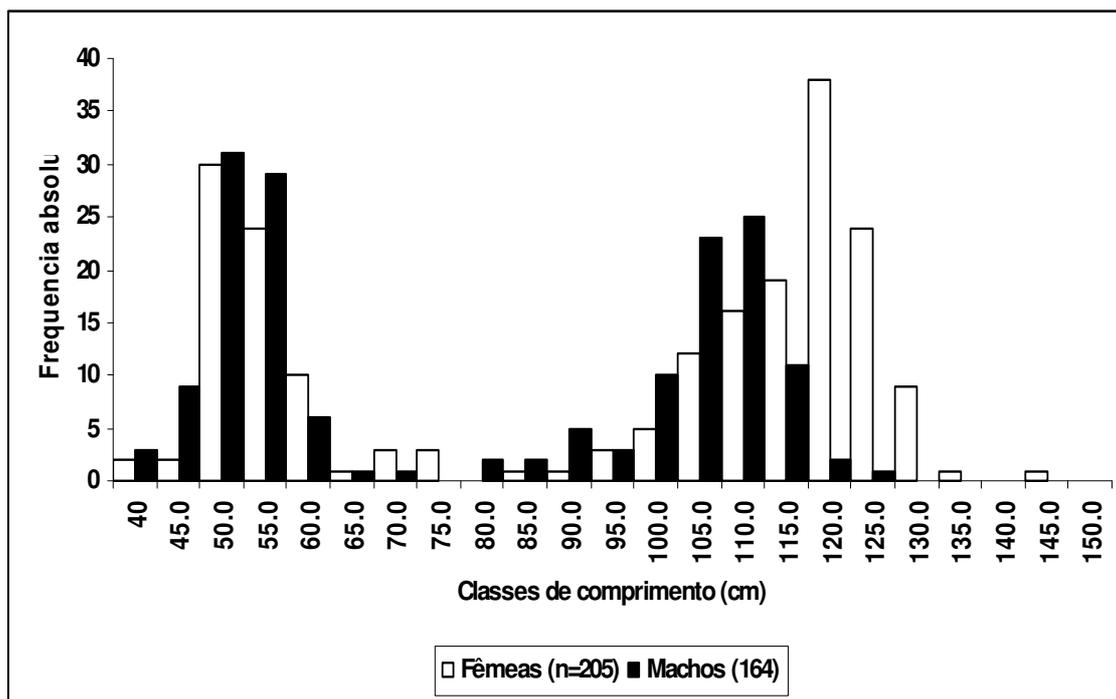


Figura 2. Distribuição de freqüência por classes de comprimentos para machos e fêmeas de *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco.

A distância do foco da vértebra até a marca de nascimento corresponde ao período de desenvolvimento do embrião. Não foram observadas diferenças significativas nas regressões entre o raio da vértebra (*RV*) e o comprimento total (*CT*) entre os sexos (ANCOVA, $F = 2471$ e $249 \text{ g.l.}; p = 0,3911$) (Figura 4). Foram identificados 15 grupos etários e o raio da vértebra variou entre os sexos de 2,3 a 9,7 mm.

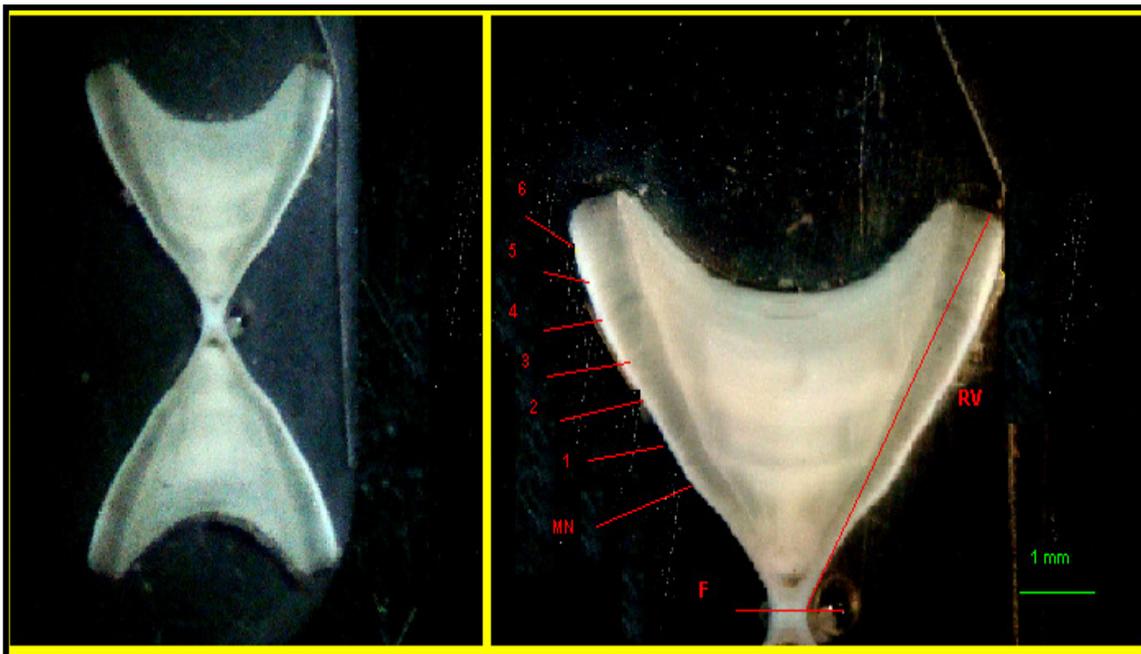


Figura 3. Vértebra de *C. acronotus*. *F*= foco da vértebra; *RV*= raio da vértebra; *MN*= marca de nascimento ; 1,2,3... = anéis etários (escala: 1mm , em verde).

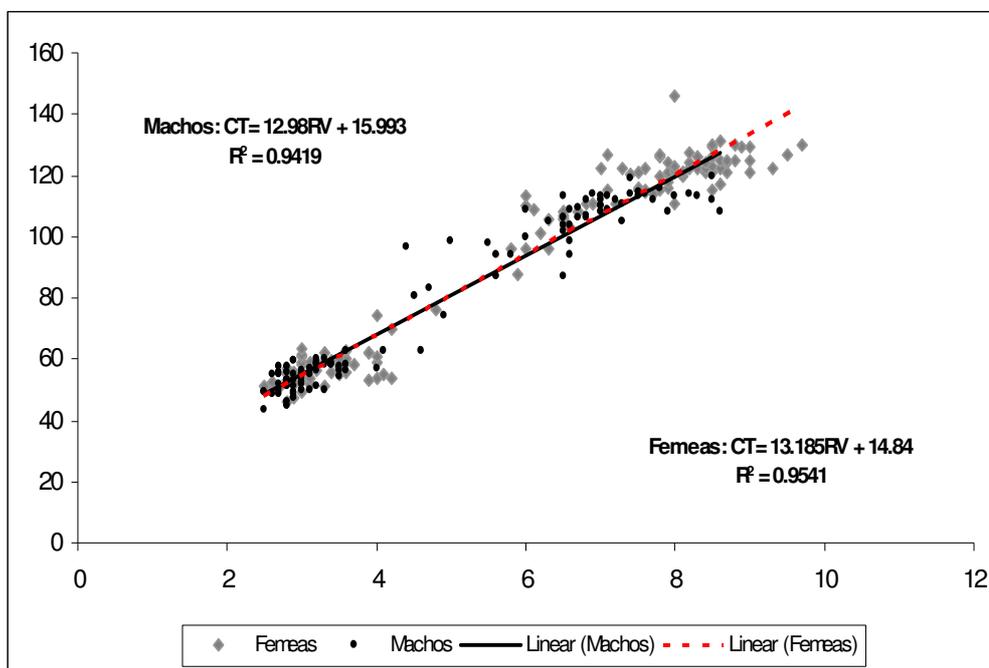


Figura 4. Relação entre raio da vértebra (*RV*) e comprimento total (*CT*) para machos e fêmeas de *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco.

Quando analisado para o período total (fig. 6A) os maiores valores de incremento marginal na vértebra foram obtidos entre os meses de agosto a abril, com exceção de janeiro quando o baixo numero amostral pode ter subestimado o valor para este mês, os valores tenderam a diminuir nos meses subsequentes. A análise do incremento marginal absoluto (IM) para o período total, não apresentou diferenças significativas para todo período (Tabela 1, Figura 6A), no entanto a análise do incremento marginal relativo (IMR) para o mesmo período detectou diferenças significativas entre os meses de março, junho e setembro (Tabela 1, Figura 7). Estas diferenças podem sugerir que *C. acronotus* começaria a formar novo anel a partir de meados do outono (abril) estendendo-se durante o inverno (meses subsequentes até setembro) quando a partir de setembro altos valores voltam a ser encontrados até o mês de maio.

Tabela 1. Valores dos testes de *Kruskal Wallis* (*H*), e ANOVA (*F*) para as análises (IM e IMR), em negrito análises que apresentaram diferenças significativas nos períodos ($p > 0.001$) entre parênteses: o numero de meses em que *C. acronotus* esteve presente na análise e os graus de liberdade.

	<i>H</i>	<i>p</i> (<i>H</i>)
IM total	(n=11, 53) = 37.18	<0,001
IMR total	(11, 241) = 13.49	0,262
IM (1994-2000)	(11, 75) = 0	<0,001
IM(2002-2008)	(11, 51) = 0	<0,001
IM emalhe	(8, 117) = 0	<0,001
IM espinhel	(11, 106) = 0	<0,001
IM GR 1	(8, 131) = 11.36	0,18
IM GR 2	(11, 68) = 0	<0,001
IM GR 3	(11, 48) = 0	<0,001

O método direto de estimação de idades em vertebras mostrou-se apropriado para estimar idades utilizando leitura de vertebras em *C. acronotus*, entretanto por não ter sido completamente demonstrada a periodicidade anual de deposição dos anéis de crescimento, assumiu-se como para a maioria das espécies estudadas a periodicidade anual (Cailliet, 1990).

Analisadas entre os anos de 2002 a 2008 o IM apresentou o menor valor no mês de dezembro, portanto com anéis recentemente formados (Fig. 6B). No entanto, o baixo número de indivíduos amostrados tendem a enfraquecer a tendência observada para este período. Para o período de 1994 a 2000 (fig. 6C) os valores do incremento oscilaram em valores médios entre os meses com nenhuma evidencia de um possível período de marcação.

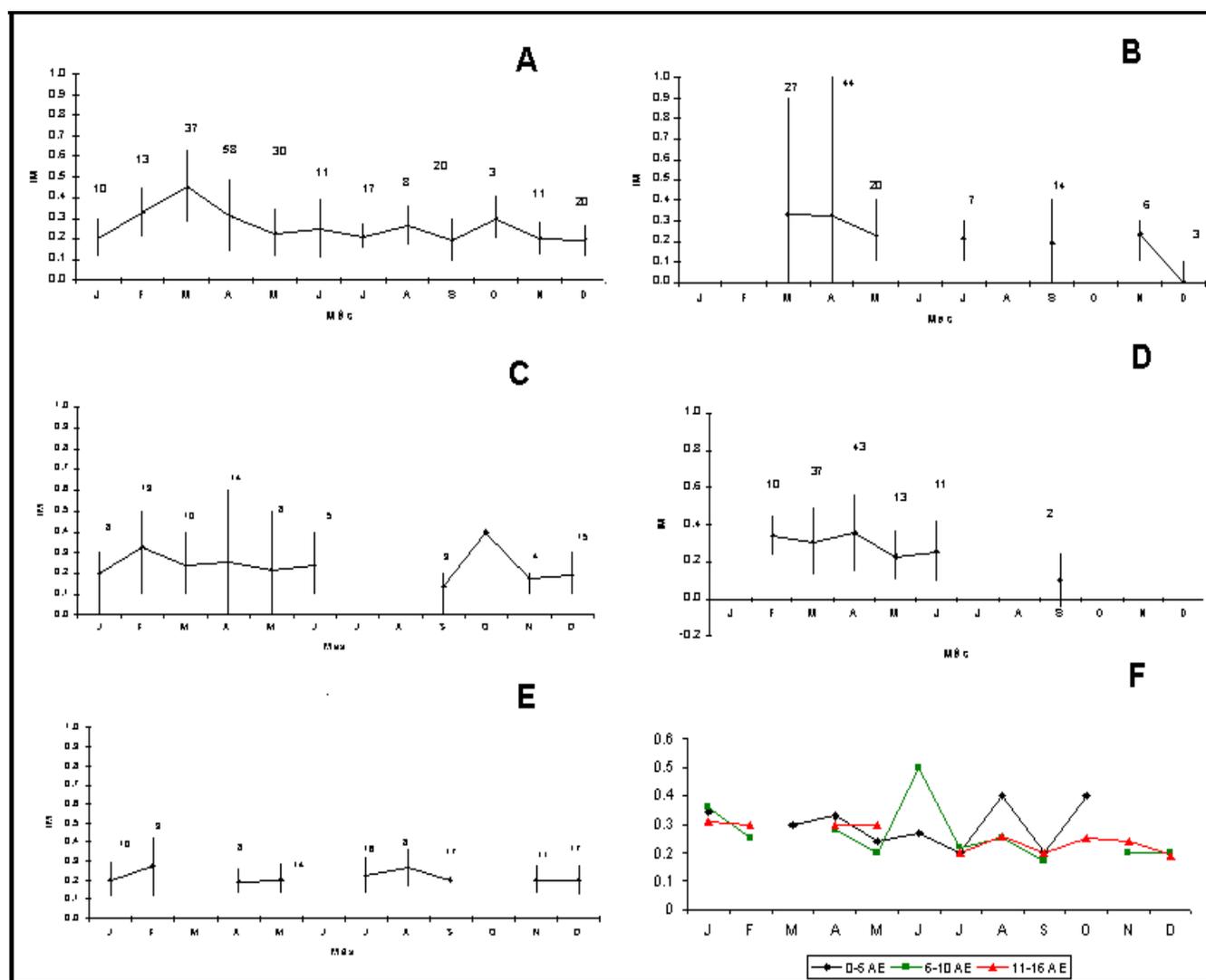


Figura 6 A-F. Média do incremento marginal (IM) por mês para *C. acronotus*. Barras verticais representam o desvio padrão das médias: (A) 1994-2008 amostra total n = 166; (B) 2002-2008 n= 123; (C) 1994-2000 n= 81 (D) emalhe n =116 (E) espindel n = 106 (F) GE's: preto= 0-5; verde= 6-10; vermelho = 11-16 GR.

Separando a amostra em emalhe (jovens) e espinhel (adultos) também não foram encontradas diferenças significativas para os meses no período total (1994-2008, figuras 6D e 6E). Na figura 6E foi possível identificar valores intermediários (entre 0,1 e 0,6 de IM) em todos os meses, esta parte de indivíduos na amostra foi composta por indivíduos maiores e mais velhos e capturados em prospecções. Este comportamento mostra que durante o ano todo ocorreram indivíduos que formaram ou estão próximos a formar novo anel.(fig. 6E; Tab. 1).

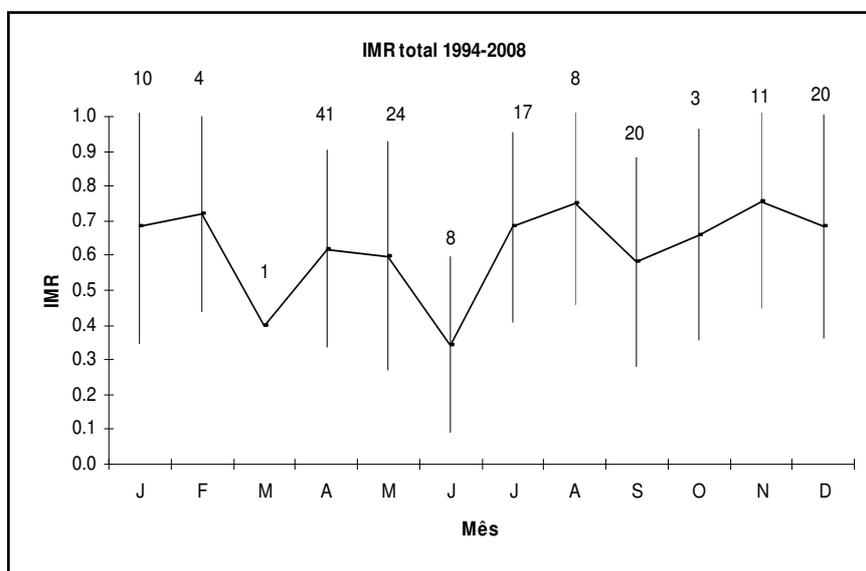


Figura 7. Variação mensal do incremento marginal relativo (*IMR*) ($n=166$) durante o período de 1994 a 2008 em *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco.

Analisado em grupos etários o *IM* apresentou diferenças somente para os indivíduos entre 0 e 5 anéis (GE 1, Fig. 6F), entre os meses do primeiro semestre. Este comportamento indicaria que os jovens começariam a formar um novo anel entre o final do outono e o início do inverno. Este comportamento não foi observado nos outros GE's (adultos), sugerindo que *C. acronotus* pode não marcar anéis etários em uma só época. O grande período amostral e a baixa frequência de indivíduos para alguns meses são fatores que contribuem a análises inconclusivas.

Foram ajustados aos comprimentos observados os modelos de VBGF, Richards, Schnute e Gompertz. Os parâmetros dos modelos assim como os limites de confiança (+/-) estimados através da verossimilhança e bootstrap/ Monte-Carlo estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores dos parâmetros estimados para cada modelo, L_{∞} = comprimento Máximo assintótico, k = taxa de crescimento, t_0 = idade de nascimento, r^2 = índice de correlação, a e b = parâmetros da regressão; Intervalos de confiança (ic) limites inferiores e superiores e negativos (+/-) e análise de **Monte Carlo**, com respectivos limites.

Parâmetros	Modelo	ic (+/-)	Monte Carlo(+/-)
VBGF			
L_{∞}	150,51	141,60 / 163,64	140,76 / 163,05
K	0,1	0,08 / 0,12	0,08 / 0,12
t_0	-4,03	-3,56 / -4,58	-3,49 / -4,54
r^2	0,93	-	-
Richards			
L_{∞}	124,04	121,11 / 128,08	121,04 / 128,55
k	0,45	0,32 / 0,63	0,30 / 0,68
t_0	-	-	-
B	0,26	0,17 / 0,48	0,155 / 0,604
M	3,18	1,71 / 4,94	1,25 / 5,3
r^2	0,93	-	-
Gompertz			
L_{∞}	138.07	134.57 / 141.72	134.46 / 141.42
k	0.17	0.15 / 0.18	0.1576 / 0.1891
t_0	-	-	-
r^2	0.9389	-	-
Schnute			
L_{∞}	130.01	-	73.42 / 432.76
k	-	-	-
t_0	-1.82	-	-5.3 / -2
A	-0.58	-	-0.08 / 0.03
B	8.39	-	3.87 / 8.46
r^2	0.92	-	-

O menor valor de AIC foi estimado para o modelo de Richards (tabela 3) e os modelos de Gompertz e VBGF foram o segundo e terceiro menor valor de AIC respectivamente (Tab.3). Estes modelos com menor valor de AIC apresentaram na estimação dos parâmetros de crescimento valores para o comprimento máximo teórico (L_{∞}) inferior ao comprimento de indivíduos encontrados na amostra. O modelo de VBGF para os comprimentos observados (Fig.6F, em verde) foi o que apresentou resultados mais próximos aos observados na amostra.

Não foram observadas diferenças entre os modelos de von Bertalanffy observados e retrocalculados ($\chi^2 = 12.11$, 249 g.l, $p < 0.05$) (Kimura, 1990).

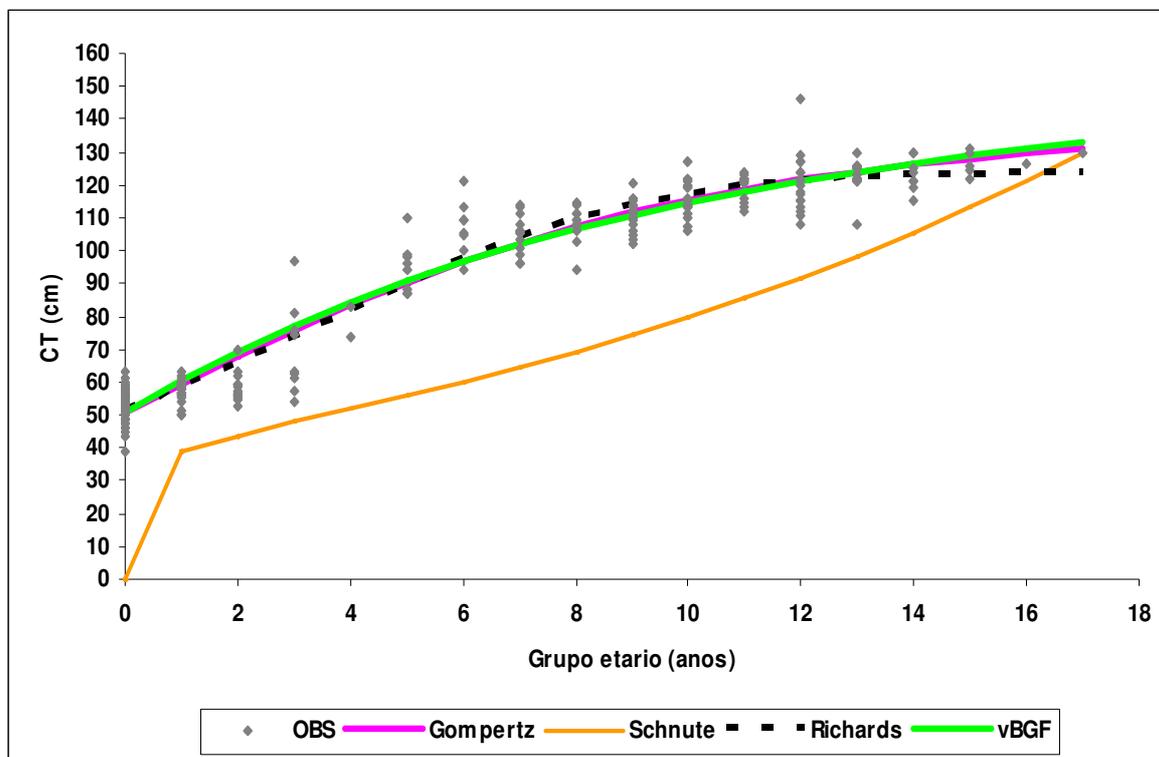


Figura 8. Comprimentos observados e ajustados aos modelos de crescimento.; Comprimentos observados em cinza; em lilás modelo de Gompertz; em laranja Schnute; tracejado Richards; em verde VBGF aplicado aos comprimentos observados;

Tabela 3. Valores do *AIC*= critério de informação de Akaike (Akaike's Information Criterion); *K*= numero de parâmetros do modelo; *Ai* = diferença de Akaike.

MODELO	SQ	K	AIC
<i>VBGF</i>	12843	3	1720,4
<i>Richards</i>	12033	4	1680,94
<i>Gompertz</i>	382842	2	1701,82
<i>Schnute</i>	10987	4	2831,2

Os comprimentos retrocalculados, as respectivas médias para as classes etárias e as médias para os comprimentos observados estão representados na Tabela 5. A Tabela 6 representa os parâmetros estimados para os comprimentos observados e retrocalculados ao modelo que melhor descreveu o crescimento para *C.acronotus*.

Tabela 4. Parâmetros de crescimento estimados para comprimentos observados e retrocalculados de *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco L_{∞} = comprimento máximo assintótico, k = taxa de crescimento, t_0 = idade de nascimento.

	VBGF (obs)	VBGF(retro)
Linf	150,51	140.00
k	0,11	0.11
t₀	-4,03	-2.99
r²	0,93	0.93

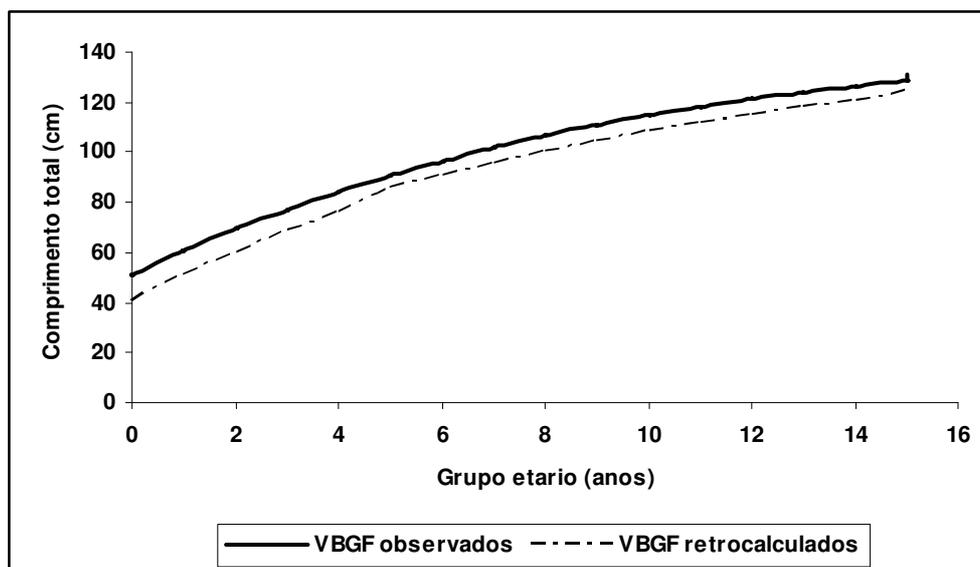


Figura 9. Comprimentos observados e ajustados ao modelo de von Bertalanffy (VBGF) para machos (linha sólida) e fêmeas (tracejado) de *C. acronotus* (n=250).

Tabela 5. Média dos comprimentos observados e retrocalculados (\pm d. p.) para as fêmeas e machos de *C. acronotus* capturado no litoral de Pernambuco.

Anéis Etários	n =250	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+
0	72	47,18															
1	29	42,62	52,8														
2	13	37,32	43,62	55,72													
3	9	38,4	48,43	57,41	64,16												
4	2	41,24	50,04	57,98	65,96	74,81											
5	8	41,53	52,2	61,76	70,26	80,2	98,86										
6	9	44,27	54,96	65,91	76,51	84,99	92,05	99,58									
7	13	40,91	52,27	62,34	72,53	80,22	89,23	95,8	101,4								
8	13	40,76	53,48	62,66	71,31	77,05	87,44	93,94	99,85	105,03							
9	16	39,79	49,55	58,98	68,38	79,27	84,34	90,49	96,92	102,11	107,12						
10	16	41,4	52,53	62,19	71,39	77,49	86,14	92,82	99,21	105	109,8	114,4					
11	12	40,05	51,34	60,74	69,49	74,23	84,12	90,4	96,05	101,45	106,33	111	115,24				
12	15	39,15	49,29	57,74	66,26	72,11	82,56	88,21	93,97	99,43	104,09	108,5	112,12	116,57			
13	11	38,34	49,43	57,47	64,8	71,38	80,35	82,17	91,97	97,27	102,32	107,1	111,83	115,91	119,58		
14	7	37,42	52,53	57,06	65,02	72,91	77,75	83,77	89,45	94,76	99,19	103,4	108,24	113,9	116,92	120,47	
15	5	36,41	51,34	58,39	66,08	72,44	79,79	85,85	91,03	96,18	100,79	105,4	109,98	113,73	117,49	121,2	124,38
Média		40,42	50,92	59,74	68,63	76,43	85,69	90,30	95,54	100,15	104,23	108,31	111,48	115,03	118,00	120,84	124,38
d.p		2,67	2,61	2,78	3,54	3,99	5,80	5,19	3,96	3,65	3,48	3,60	2,34	1,24	1,14	0,37	
Observados																	
Média		53,07	57,55	58,47	66,48	78,90	94,81	106,30	105,93	107,92	110,56	117,13	119,25	120,52	122,50	123,12	126,2
d.p		3,86	3,12	4,47	6,29	7,79	8,03	5,88	5,21	4,86	9,50	4,18	9,01	5,24	5,08	3,58	

Feita a escolha do modelo, foram testadas mediante verossimilhança as curvas de VBGF para os comprimentos observados entre os sexos encontrando diferenças significativas (logverossimilhança ($\chi^2 = 129,95$ $p > 0.05$, Fig. 8, Tabela 4), (Kimura, 1990).

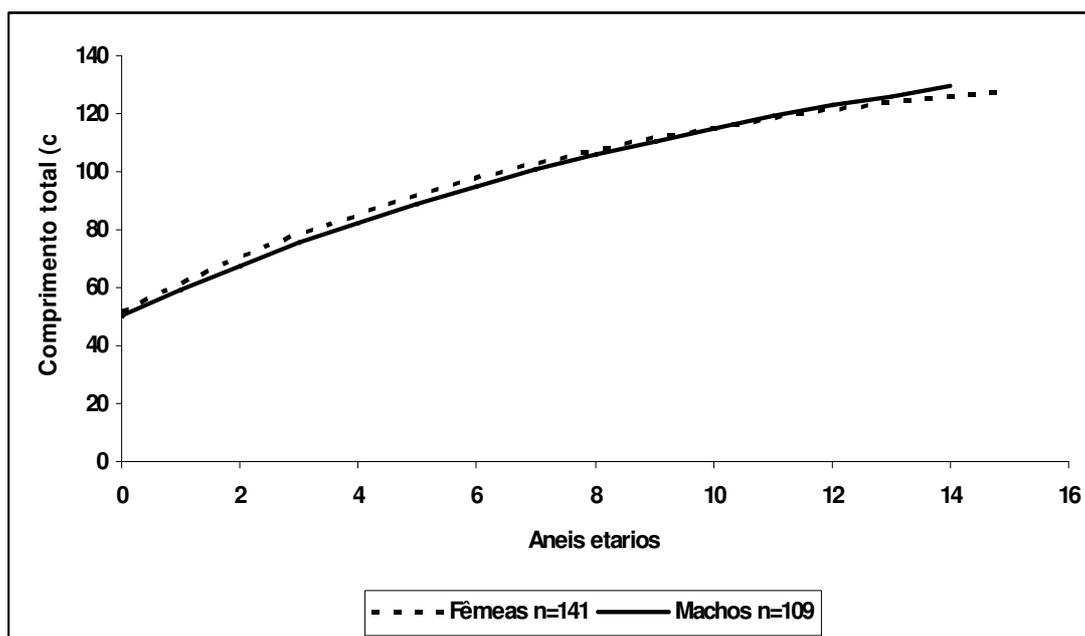


Figura 8. Comprimentos observados e ajustados ao modelo de von Bertalanffy (VBGF) para machos (linha sólida) e fêmeas (tracejado) de *C. acronotus* (n=250).

Tabela 4. Parâmetros de crescimento estimados para machos, fêmeas e agrupados de *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco L_{∞} = comprimento máximo assintótico, k = taxa de crescimento, t_0 = idade de nascimento.

Parâmetros VBGF (obs)	Machos	Fêmeas	Agrupados
L_{∞}	167,54	146,00	150,51
k	0,08	0,11	0,11
t_0	-4,44	-3,94	-4,02
T_{max}	14	15	15
Longevidade (Taylor, 1958)	32,94	22,92	23,21

As idades máximas, estimadas através da equação de VBGF invertida foram: 28,9 para uma fêmea de 1,46 cm CT e 21,2 para um macho de 1,26 cm CT. A longevidade (ω) (Taylor, 1958 apud in Sparre e Venema, 1997), tempo necessário para atingir 95% de L_{∞} , apresentou valores mais altos para os machos (32,94 anos) em relação às fêmeas (22,92 anos). Para os sexos agrupados a longevidade apresentou o valor de 23,21 anos. A Figura 9 representa a composição da frequência das idades para toda amostra (n=369), calculada através da equação de VBGF invertida, aplicada aos comprimentos (CT) observados.

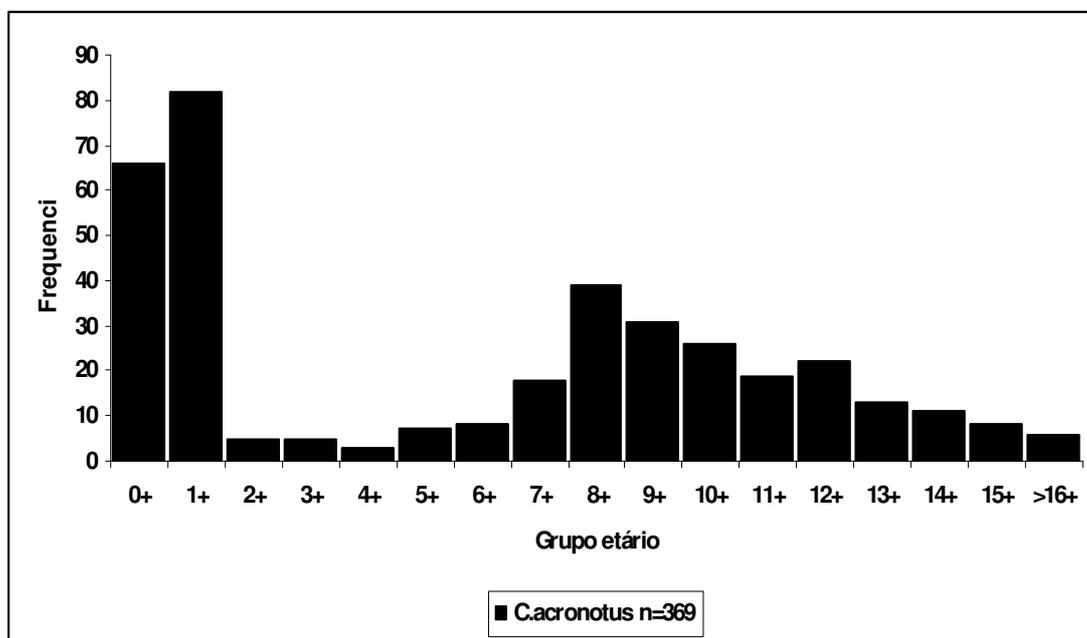


Figura 9. Distribuição de frequência absoluta por grupos etários observados de *C. acronotus* para toda amostra (n=369) construída a partir da equação de von Bertalanffy invertida.

Mortalidade

O cálculo da mortalidade natural (M) e da taxa instantânea de mortalidade total (Z), estimado unicamente para as fêmeas, e a partir de diferentes métodos. Para M geraram estimativas entre 0,268 (Pauly, 1980) e 0,281 (Hewitt e Hoenig, 2005) (Tabelas 5 e 6). Em geral, todos os métodos para estimar a taxa instantânea de mortalidade renderam valores próximos. Para Z as taxas variaram entre 0,414 e 0,866 para os indivíduos capturados pela pesca de emalhe (Tabela 5) e entre 0,164 e 0,400 para os indivíduos capturados nas prospecções (Tabela 6).

As taxas de sobrevivência (S) variaram entre 1,308 (Pauly, 1980) e 1,325 (Hewitt & Hoenig, 2005) para M (Tabelas 5 e 6). Para Z a variação foi entre 0,421 e 0,661 para o emalhe (Tabela 5), e 0,670 a 0,849 para a prospecção (Tabela 6). Foram estimadas taxas médias de $M= 0,275$ (Tabelas 5 e 6) e de $Z= 0,709$ (emalhe, Tabela 5) e $Z= 0,319$ (prospecção, Tabela 6). O método de Krebs (1989), que estima a taxa de mortalidade para as classes etárias iniciais (Z_0), considerada equivalente à mortalidade natural quando essas idades não estão recrutadas à pesca, rendeu um valor de 0,603 (Tabelas 5 e 6).

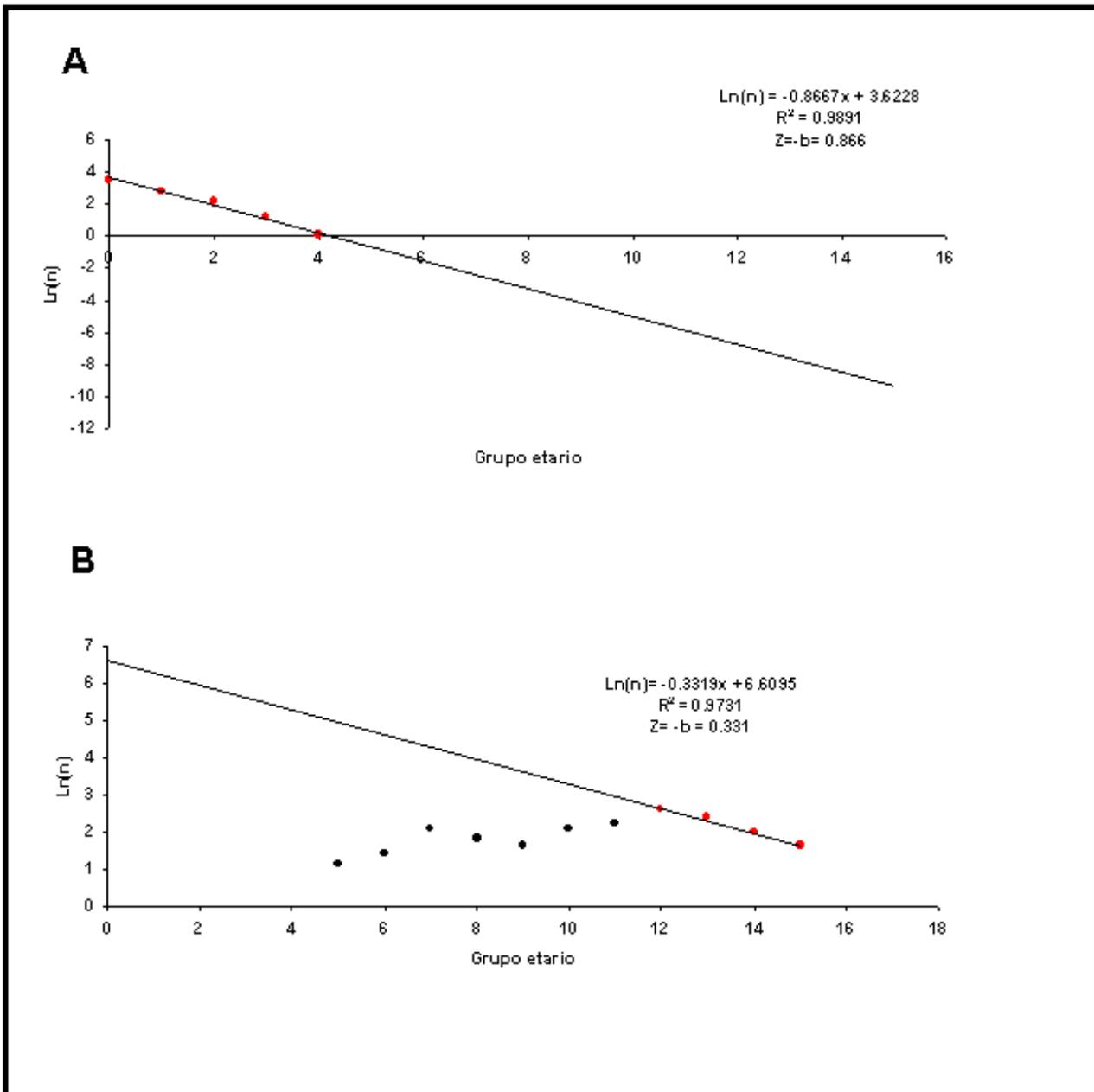


Figura 9 A e B. Curvas de captura para os grupos modais de *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco (in Sparre e Venema, 1997) (A) emalhe; (B) espinhel.

Tabela 7. Estimativa, a partir de diferentes métodos, das taxas de mortalidade natural (M), mortalidade total (Z), mortalidade inicial (Z_0) e mortalidade de equilíbrio (Z') para fêmeas de *C. acronotus* capturadas na pesca de emalhar do Estado de Pernambuco. São apresentadas também as respectivas taxas de sobrevivência (S) para cada método.

Metodo	M	S	Z	S	Z_0	Z'
Pauly (1980)	0,27	1,31	-	-	-	-
Hewitt e Hoenig (2005)	0,28	1,32	-	-	-	-
Média (M, S)	0,27	1,32				
Curva de Captura	-	-	0,87	0,42	-	-
Beverton & Holt (tamanho)	-	-	0,85	0,43	-	-
Beverton & Holt (idade)	-	-	0,41	0,66	-	-
Média (Z, S)			0,71	0,50		
Krebs (1989)	-	-	-	1,83	0,60	-
Holden (1974)	-	-	-	1,42	-	0,35

Tabela 8. Estimativa, a partir de diferentes métodos, das taxas de mortalidade natural (M), mortalidade total (Z), mortalidade inicial (Z_0) e mortalidade de equilíbrio (Z') para fêmeas de *C. acronotus* capturadas em prospecções no Estado de Pernambuco. São apresentadas também as respectivas taxas de sobrevivência (S) para cada método.

Metodo	M	S	Z	S	Z_0	Z'
Pauly (1980)	0,27	1,31	-	-	-	-
Hewitt e Hoenig (2005)	0,28	1,32	-	-	-	-
Média (M, S)	0,27	1,32				
Curva de Captura	-	-	0,40	0,67	-	-
Beverton & Holt (tamanho)	-	-	0,16	0,85	-	-
Beverton & Holt (idade)	-	-	0,39	0,68	-	-
Média (Z, S)			0,32	1,38		
Krebs (1989)	-	-	-	1,83	0,60	-
Holden (1974)	-	-	-	1,42	-	0,35

A mortalidade por pesca de equilíbrio (F') foi calculada subtraindo o valor da mortalidade natural (M) do valor da mortalidade de equilíbrio (Z'). Assim, para ambas as modas foram: $F' = 0,074$ (Tabela 10). Para a mortalidade por pesca (F) os valores foram $F = 0,434$ para o emalhe e $F = 0,044$ para as prospecções/espinhel (Tabela 7).

Tabela 9. Estimativas das taxas de mortalidade total (Z), total de equilíbrio (Z'); mortalidade natural (M); mortalidade por pesca em equilíbrio (F') e mortalidade por pesca (F); (e) é a taxa de exploração.

Coorte	Z	Z'	M	F'	F	e
Emalhe	0,7	0,34	0,27	0,07	0,43	0,61
Espinhel (Prospecção)	0,31	0,34	0,27	0,07	0,04	0,13

A taxa de exploração apresentou um valor de $e = 0,610$ para os indivíduos capturados pela pesca de emalhe; $e = 0,130$ para aqueles capturados em prospecção (Tabela 7).

No intuito de simular as condições demográficas teóricas que a população apresentaria se não houvesse pesca, foi construída uma tabela de vida onde o valor médio de mortalidade natural ($M=0.27$) atua em todos os grupos de idade. Nesta primeira tabela, são apresentados também os valores de sobrevivência (lx) e natalidade (mx) em cada classe de idade x . Esse último, estimado segundo a proporção sexual para os embriões observada por Hazin *et al.* (1998) (media de 4 embriões com proporção sexual de 1:1), foi considerado constante nos diferentes grupos de idade e utilizado para o cenário seguinte. Nesse primeiro cenário teórico a população teria condições de aumentar em 8,3 % a cada 8,47 anos (Tabela 8).

Para o segundo cenário hipotético foi utilizado na construção da tabela o valor da taxa de mortalidade de equilíbrio (Holden, 1974) $Z' = 0,3$, o que levou a população ao aumento de 1,7% a cada 8,08 anos (Tabela 8).

Para o ultimo cenário o critério foi utilizar o valor da média das taxas de mortalidade total (Z). Para a pesca de emalhe foi utilizada a média $Z = 0,7$ e para os indivíduos capturados no espinhel, a média $Z= 0,31$ (Tabela 7). Nesta situação a população decresceria em 13,6 % a cada 8,23 anos (Tabela 8). Curvas de sobrevivência (lx) para os

efeitos das mortalidades natural (M); de equilíbrio (Z') e total (Z) foram estabelecidas e os valores em % para os índices de sobrevivência anual para a espécie estão representados na Figura 10 A.

Tabela 10. Tabela de vida para a população de *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco, utilizando o valor da média mortalidade total para os diferentes métodos utilizados sendo: $Z = 0,709$ (emalhe) e $Z = 0,32$ (espinhel/prospecção). Idade de maturação = 5 a 6 anos. x = idade; l_x = sobrevivência anual; m_x = natalidade (média do número de filhotes fêmeas por cada fêmea adulta); $l_x m_x X$ = taxa reprodutiva específica para cada idade; R_0 = taxa líquida reprodutiva; G = tempo de geração; r = taxa intrínseca de crescimento populacional; er = taxa de crescimento populacional finita .

Cenário	R_0	G	r	er	%
Natural (M)	1,97	8,48	0,08	1,08	8,33
Equilíbrio (Z')	1,15	8,08	0,02	1,02	1,75
Real (Z)	0,30	8,23	-0,15	0,86	-13,60

A taxa reprodutiva ($l_x m_x$) também foi plotada contra as idades e em cada um desses casos (M , Z' e Z) foi identificada uma tendência à diminuição conforme os efeitos das diferentes taxas de mortalidade sobre a população (Figura 10 B).

Não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos para as relações entre comprimento total e raio de vértebra permitindo que a estimação dos parâmetros de crescimento e ajuste dos modelos utilizados no estudo fosse realizado para os sexos grupados.

A análise de incremento marginal é a metodologia mais utilizada para a validação da idade em peixes elasmobrânquios (Natanson *et al.*, 1995); apesar disso, Campana (2001) explana sobre o uso e abuso das técnicas de análise de incremento marginal-

O presente estudo não foi conclusivo em relação à periodicidade. Lessa e Santana (1998) relatam que esta ausência de diferenças significativas pode estar relacionada ao longo período de formação dos anéis no decorrer dos anos, devido, entre outros, à estabilidade de fatores abióticos como a temperatura, padrão este evidente neste estudo

onde indivíduos com baixos e altos valores de IM foram observados ao longo de toda a amostra.

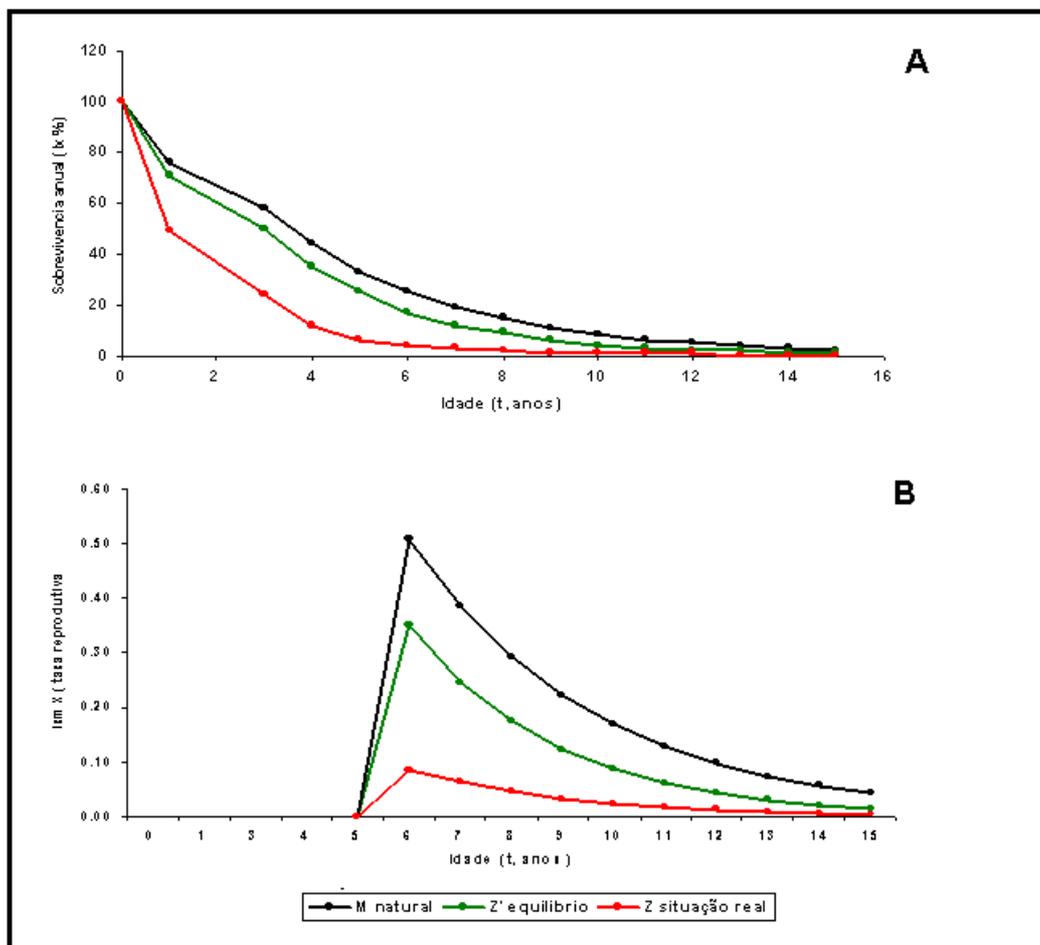


Figura 10 A e B. (A) Simulação das curvas de sobrevivência para os efeitos das mortalidades natural (M , em preto), de equilíbrio (Z' , em verde) e total (Z , vermelho) na população de *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco. (B) Simulação das taxas reprodutivas para os efeitos das mortalidades naturais (M , em preto); de equilíbrio (Z' , em verde) e total (Z , vermelho) na população de *C. acronotus* capturados no litoral de Pernambuco considerando idade de primeira maturação = 5 anos.

Discussão

Muitos autores apresentam varias razões para a ineficácia na indicação da formação do anel particularmente entre os elasmobrânquios que compartilham de características particulares entre os peixes como taxas de crescimento relativamente baixas (Brothers,

1983; Cailliet *et al.*, 1986; Campana, 2001; Natanson *et al.*, 1996 e 2002; Lessa *et al.*, 2006).

Brothers (1983) e Cailliet (1990) identificam três fontes principais na imprecisão da análise de IM associadas a pequenas amostras, períodos extensos de coleta e ausência de períodos reprodutivos estendidos, padrões presentes nesse estudo onde o período total de amostragem abrangeu cerca de 15 anos, com um n relativamente baixo. A possibilidade de formação dos anéis em épocas diferentes do ano foi observada em outros estudos como Beckman & Wilson (1995), analisando dezenas de trabalhos que utilizavam o incremento marginal como ferramenta de validação, concluíram que aproximadamente 30% das espécies estudadas apresentaram evidências de formação dos anéis em épocas diferentes.

Muito pouco ainda se conhece sobre como se dá a formação e calcificação dos anéis de crescimento nos elasmobrânquios em particular, e a grande tendência entre os autores que utilizam a análise de incremento marginal é fazer relações a particularidades da área de estudo e das condições abióticas e oceanográficas bem como sobre a história de vida da espécie, para possíveis estimativas de períodos e tendências na formação dos anéis (Cailliet, 1990; Cailliet & Goldman, 2004; Campana, 2001).

Uma fêmea de *C. acronotus* marcada em 28 de Agosto de 1997 no largo Charleston (Carolina do Sul) foi recapturada em 10 de Julho de 2001, próxima a fronteira com a Carolina do Norte. No momento da marcação a fêmea possuía 843 mm de comprimento furcal (CF) e 1006 mm (CF) quando recapturada. A estimativa do comprimento para a idade, a fêmea, segundo os autores possuía aproximadamente 3,4 anos de idade no momento da marcação e 7,8 anos quando recuperada corroborando com a tendência anual de formação das bandas anuais em carcharhinídeos costeiros.

Características da área de estudo e da biologia da espécie podem contribuir na interpretação de como se dá a formação das bandas em *C. acronotus*. Embora diferenças significativas entre as análises de incremento marginal absoluto e relativo não tenham sido conclusivas, os valores no incremento foram aparentemente maiores a partir do início do verão se estendendo até final do outono, período que coincide com a época reprodutiva relatada por Hazin *et al.*, 1998. Esse período coincide com o início do período de chuva e ventos Sul em Pernambuco que corresponde ao começo do inverno quando o novo anel começaria a se formar (Mattos *et al.*, 1997).

Driggers *et al.*, 2004, encontraram diferenças significativas entre o início do verão e o final do outono/início do inverno. Neste estudo a formação anual dos anéis de crescimento foi validada para uma classe etária (4,5 anos) através da manutenção de uma fêmea em cativeiro. A validação, entretanto, não foi realizada para todos os grupos etários como proposto por Beamish e McFarlane (1983). Considerando a época de nascimento utilizada no estudo (verão) os autores concluíram que possivelmente *C. acronotus* marcaria o primeiro anel com 6 meses de vida, período que compreende o inverno e consequentemente a marcação do anel, os anéis seguintes marcariam anualmente.

Carlson *et al.*, (1999) em estudo sobre a mesma espécie relata a inexistência de diferenças significativas entre os picos de incremento, entretanto análises, ainda que incompletas, devido à ausência de indivíduos para o verão e primavera demonstraram tendência de formação do anel entre os meses de outubro e março, inverno no hemisfério norte, corroborando com outros estudos no Atlântico norte, como relatado Natanson *et al.*, (1995) para *Carcharhinus obscurus*; Branstetter & Stiles para *C. leucas*; Branstetter (1987a), para *C. brevipinna*; e Branstetter (1987b) para *C. falciformis*.

A incapacidade de demonstrar periodicidade de formação dos anéis neste caso para indivíduos adultos também foi observada por Santana e Lessa (2004) para *C. signatus*; Winter e Cliff, (1996) para *C. limbatus*; Sminkey e Musick (1995) para *C. plumbeus*. Há necessidade de realizar um estudo de validação das estimativas da idade, apresentadas no presente trabalho, mediante o uso de técnicas mais exatas, como a manutenção em cativeiro e/ou marcação química.

Muitos modelos para estimar o crescimento individual em peixes são fundamentados em diferentes equações que fazem consideração aos processos catabólicos e anabólicos. A escolha do modelo correto é um paradigma as ciências biológicas assumindo-se que escolha do modelo baseado em informação teórica é um método efetivo para encontrar os parâmetros em estudos de crescimento (Katsanevakis, 2006). Francis (1996) relata problemas para comparar curvas de crescimento e sugere que aquele que apresenta parâmetros que mais se aproximam do tamanho assintótico seriam mais plausíveis para a escolha do modelo adequado.

O crescimento de *Carcharhinus acronotus* no noroeste da Flórida e Tampa Bay pode ser descrito pelos parâmetros apresentados na Tabela 14. (Carlson *et al.*, 1999). A função de crescimento de vBGF para machos no noroeste da Flórida foi significativamente diferente dos machos capturados em Tampa Bay, assim como para as fêmeas. A longevidade, estimada como a idade em que 95% do L_{∞} é atingido, variou de 10 a 16 anos para as fêmeas e 4,5 a 9 anos para os machos, sendo o primeiro valor para o noroeste e o segundo para Tampa Bay (Taylor, 1958; Sparre e Venema, 1997; Carlson *et al.*, 1999). O indivíduo mais velho teria 4,5⁺ anos.

No estudo de Driggers *et al.*, 2004 os parâmetros de crescimento estimados diferiram dos parâmetros estabelecidos por Schwartz (1984), em estudo realizado na

mesma região (Tabela 9). O autor relata um maior L_{∞} , menor k , e menor t_0 para ambos os sexos. Para o presente estudo os valores de L_{∞} foram mais altos que os resultados de Driggers *et al.*, (2004) e Carlson *et al.*, (1999) tanto para os machos quanto para as fêmeas, em relação ao trabalho de Schwartz (1984) os valores de L_{∞} encontrados foram inferiores (Tabela 9).

Com relação à constante de crescimento (k) os valores para as fêmeas e para sexo agrupado foram semelhantes aos do estudo de Schwartz (1984) e inferiores aos encontrados por Driggers *et al.*, (2004) e Carlson *et al.*, (1999) (Tabela 9). Para os machos o valor de k foi muito inferior ao das fêmeas refletindo um crescimento mais lento dos machos em relação às fêmeas no litoral de Pernambuco. Estes resultados ainda que incomuns também foram observados no estudo de Schwartz (1984).

Este fato poderia estar relacionado à pressão da atividade da pesca e ainda a competição onde as fêmeas tenderiam a ter um crescimento mais acelerado em virtude de necessidade de atingir a maturidade reprodutiva. Hazin *et al.*, (2002) apresentam comprimentos médios de maturação para ambos os sexos na área de estudo muito próximos para *C. acronotus* e relatam sobre a segregação entre sexo para a espécie. Este comportamento sugere que em determinado período de vida machos e fêmeas não habitam a mesma área e ainda que remota a possibilidade desta diferença entre os parâmetros para a os sexos estar relacionada a condições abióticas não deve ser descartada. As espécies de peixes diminuem seu crescimento quando atingem a maturidade, pois o crescimento acelerado nos primeiros anos de vida é uma estratégia das populações para diminuir as mortes por predação (Nikolskii, 1969). Isto poderia explicar a razão pela qual as fêmeas tenham apresentado uma taxa de crescimento mais alta que os machos em determinada fase

de vida. Parsons, (1993) sugere que este fato pode ser explicado como estratégia reprodutiva.

Alguns autores discutem sobre como testar curvas e parâmetros estimados entre populações, espécies e sexos como os estudos de Bernard (1981), Kappenman (1982); Cerrato (1990) e Wang e Milton, 2000. Muitos estudos de crescimento para comparação de curvas contribuíram para explicar esta dificuldade em comparar curvas como relatado nos estudos de Sminkey e Musick, 1995; Natanson e Kolher, 1996 e Labelle *et al.*, 1993 para *C. plumbeus*, *C. obscurus* e *Thunnus alalunga* respectivamente.

Natanson *et al.*, 1995 e Natanson e Kolher, 1996 concluem que estas diferenças estatísticas não devem ser levadas em conta quando as características biológicas entre populações e entre sexos apresentar a tendência de serem semelhantes.

Carlson *et al.*, (1999) aponta diferenças entre seus dados e os de Schwartz (1984) e atribuem disparidades para os pressupostos de cada estudo, bem como às diferentes amostras para a idade 0 + e 1 +. A falta de peixes jovens no estudo de Schwartz (1984) pode ter conduzido ao relativo alto valor para L_{∞} e os baixos valores de k encontrados para cada sexo. O presente estudo contou com forte abundância de neonatos e jovens na amostra e os valores de L_{∞} e k foram mais próximos aos encontrados por Schwartz.

As estimativas de t_0 foram superiores ao esperado assim como para os demais estudos. No entanto, taxas de crescimento intra-uterino são mais rápidas do que as do pós-parto, os elevados valores t_0 no estudo refletem a pouca aplicabilidade do modelo de von Bertalanffy ao desenvolvimento intra-uterino, também observado por outros autores. Desta forma, afirmar que o parâmetro t_0 representa o tempo de gestação não é correto.

Carcharhinus acronotus no Golfo do México apresenta um k maior do que na Carolina do Norte e Pernambuco (Tabela 9). Branstetter *et al.*, (1987) em estudo no golfo

do México Os maiores valores k no Golfo do México seguiram a mesma tendência relatada para *Galeocerdo cuvieri*, quando comparadas regionalmente. Ainda, segundo este mesmo autor estimativas de k para os grandes tubarões costeiros variam de 0,04, para machos (*e.g.* *Carcharhinus obscurus*), a 0,27 (sexos combinados, *e.g.* *C. limbatus*) (Branstetter 1987b, Natanson *et al.* 1995). Diferenças regionais nas taxas de crescimento também foram relatadas para *Carcharhinus limbatus* (Wintner e Cliff, 1995), *Squalus acanthias* (Nammack *et al.* 1985; Saunders e McFarlane 1993) e *Sphyrna tiburo* (Parsons 1993; Carlson e Parsons 1997). Estas diferenças regionais sugerem que encontrar parâmetros diferentes para populações ou sexo em áreas relativamente próximas não é um fato incomum.

Os valores de k para *C. acronotus* neste estudo aparentam tender a valores intermediários em relação aos pequenos e aos grandes costeiros como também observado por Cortés (2000) no Oceano Atlântico Norte.

No estudo o pequeno tamanho amostral, o reduzido período de coleta e a captura relacionada a duas artes de pesca distintas podem ser fontes principais de erros na estimação dos parâmetros de crescimento. O uso prolongado e intensivo de redes de emalhar pode viciar os parâmetros de crescimento e causar distorções no formato das curvas de crescimento Walker *et al.* (1998) para *Mustelus antarcticus*. Os autores relataram que tais efeitos refletem uma possível falsa mudança na taxa de crescimento, causada pela mortalidade diferencial nos tamanhos devido à pesca, conhecido como o “fenômeno da mudança aparente na taxa de crescimento” (Ricker, 1969 *apud in* Lessa e Santana, 1998). Lessa *et al.*, (2000) mencionou também o problema de se amostrar tubarões para fins biológicos, utilizando-se de redes de emalhe, pois a amostragem pode ser viciada para determinadas classes de comprimento. Em cada grupo etário, grande variação de tamanhos

tendem a estimar parâmetros de crescimento com valores que, muito provavelmente superestimam L_{∞} e t_0 e subestimam k .

Com relação à estimação da mortalidade natural para populações de tubarões, vários métodos vem sido utilizados por diferentes autores obtendo-se valores da mesma magnitude dos estimados neste estudo (Tabelas 7 e 8) (Hoenig e Gruber, 1990; Cortés, 1995; Sminkey e Musick, 1996; Simpfendorfer, 1999, Cortes, 2000; Natanson *et al.*, 2006).

Mudanças na mortalidade natural (M) são altamente sensíveis as análises demográficas e neste estudo optou-se por (Pauly, 1980) e outra recentemente apresentada (Hewitt & Hoenig, 2005) onde valores muito próximos foram encontrados a media entre estas duas metodologias foi utilizada como variável (Tabelas 5 e 6).

O modelo de Holden (1974) para estimar a mortalidade de equilíbrio (Z') utiliza a idade de primeira maturação e a fecundidade uterina média. Para *C. acronotus*, a proporção sexual é de 1:1 e a media de 4 embriões (Hazin *et al.*, 2002). Os resultados se aproximam muito aos valores encontrados para outros elasmobrânquios costeiros (Hoenig e Gruber, 1990; Cortés, 1995; Sminkey e Musick, 1996; Simpfendorfer, 1999, Cortes, 2000, Montealegre-Quijano, 2002).

A mortalidade total (Z) estimada através da média entre os métodos utilizados (Tabelas 5 e 6) forneceu valores distintos às duas modas presentes na amostra, isto certamente esta relacionado às particularidades de cada grupo modal com o artefato de pesca utilizado, frequência de comprimentos e composição etária. Fica evidente o recrutamento pesqueiro sobre jovens, a partir da idade $0+$ (Fig. 9, Tabelas 5 e 6) portanto, incapazes de se reproduzir. Em termos populacionais a retirada de indivíduos que ainda não se reproduziram pode acarretar em conseqüências drásticas considerando que valor de

Z encontrado para esta parcela da população foi muito alto quando comparado a mortalidade de equilíbrio (Z').

A taxa de exploração foi calculada para os dois grupos modais presentes na amostra e os valores estimados para a rede de emalhar (Tabela 7) apresentam valor mais alto do que os sugerido por Sparre & Venema, 1997 como limite crítico (0,5). Este comportamento demonstra a fragilidade da espécie em relação aos níveis atuais de pesca, ainda que seja capturada como *by-catch*. *Carcharhinus acronotus* é capturado nas pescarias artesanais dirigidas principalmente a outras espécies, que utilizam redes de emalhe como artes de pesca, as quais são tipicamente pouco seletivas quanto à espécie, mas não quanto ao tamanho.

Para os indivíduos capturados em prospecção os valores encontrados para Z estão próximos aos valores da mortalidade de equilíbrio e a pesca sobre os indivíduos presentes neste grupo modal encontra-se em níveis aceitáveis de exploração, relativos aos indivíduos recrutados a pesca em sua maioria são adultos férteis. A taxa de exploração apresentou valores inferiores ao nível crítico apresentado por Sparre e Venema, 1997, $e = 0,5$ (Tabela 7). Entretanto, deve-se considerar que a pescaria para esta os indivíduos deste grupo modal foi realizada em prospecções e não deve representar as reais capturas para a espécie no litoral de Pernambuco.

O método de Krebs (1989), que estima a taxa de mortalidade para as classes etárias iniciais (Z_0) considerada equivalente à mortalidade natural rendeu um valor de 0,603 (Tabelas 5 e 6). No presente estudo indivíduos a partir da idade 0+ foram freqüentemente capturados e este padrão difere da consideração relatada por Krebs (1989) sobre Z_0 considerar apenas indivíduos não recrutados.

A construção de tabelas de vida assume pressupostos como: equilíbrio da população no tempo zero; crescimento descrito pelos parâmetros de von Bertalanffy; processos de mortalidade e fecundidade não afetados pela densidade populacional e estacionários no tempo; estrutura etária estável; sucesso reprodutivo e independência do número de machos na população. Estes pressupostos permitem comparar quantitativamente o estado da população quando relacionadas a diferentes taxas de mortalidade e fecundidade (Krebs, 1989).

Para os cenários estabelecidos neste estudo fica evidente a baixa resiliência de *C. acronotus* às mortalidades (Tabela 8). O tempo necessário para a população aumentar substancialmente pouco é muito grande (Tabela 8).

De acordo com a taxa de mortalidade de equilíbrio (Z') a simulação apresentada na Tabela 8 indica que a população teria condições de aumentar 1,7 % a cada aproximadamente 8 anos e esta análise expõe a fragilidade da espécie mesmo em situação hipotética de equilíbrio.

O terceiro cenário demonstra o perigo em potencial dos níveis de exploração sobre a espécie (Tabela 13). As taxas de mortalidade por pesca foram aplicadas para suas respectivas coortes (emalhe para indivíduos de 0+ a 4+ e espinhel para indivíduos 4+ em diante). Sob estas condições quando comparada a mortalidade de equilíbrio os valores para a crescimento populacional podem ser considerado severamente críticos visto o decréscimo de 13,6% a cada aproximadamente 8 anos (Tabela 8). Nestas circunstâncias, e considerando os resultados obtidos também para a taxa exploração a dificilmente suportará o aumento no nível de pesca atual.

As curvas de sobrevivência para os três cenários do estudo estão representadas na Figura 10 e fica evidente o perigo potencial quando a taxa de mortalidade total foi utilizada

na análise. A taxa reprodutiva também apresentou a tendência de diminuir de acordo com a mortalidade utilizada no cenário e corrobora a necessidade de atenção a pescaria de emalhe que captura acidental jovens de *C. acronotus*.

Conclusões

As vértebras de *Carcharhinus acronotus* foram apropriadas para estimar a idade individual sendo identificados 15 grupos etários para as fêmeas e 14 para os machos. Os resultados obtidos no estudo não foram conclusivos quanto ao período da marcação do anel etario. A utilização de marcas químicas e/ou o cativoiro são sugestões para validação.

Os valores dos parâmetros de crescimento ajustados ao modelo de VBGF encontrados podem estar superestimados enquanto que para as fêmeas o resultado foi muito próximo ao encontrado para sexos agrupados.

A pesca de emalhe retira exclusivamente jovens na população ameaça seriamente a sustentabilidade da espécie no litoral do estado.

Tabela 11. Parâmetros estimados através do modelo de von Bertalanffy para *C. acronotus* no oceano Atlântico, em negrito os valores encontrados utilizando o VBGF para a espécie no presente estudo.

LOCAL		Parâmetros				
		L_{∞}	k	t_0	Longevidade	n
Atlântico Norte (Driggers <i>et al.</i> , 2004)	♂	105,80	0,21	-3,90	16,40	109,00
	♀	113,50	0,18	-4,07	19,00	107,00
Atlântico Norte (Schwartz, 1984)	♂	188,70	0,12	-2,01	29,60	30,00
	♀	165,00	0,14	-2,68	25,11	42,00
Golfo do México (Carlson <i>et al.</i> , 1999)	♂	92,80	0,48	-0,95	7,20	49,00
	♀	130,50	0,21	-1,58	16,50	74,00
Norte Golfo do México (Driggers <i>et al.</i> , 2008)	♂	105,30	0,22	-2,04	15,70	72,00
	♀	136,30	0,10	-3,23	34,70	76,00
	♂♀	117,40	0,15	-2,59	23,10	150,00
Carolina do Norte a Florida (Driggers <i>et al.</i> , 2008)	♂	105,80	0,21	-3,90	16,40	109,00
	♀	113,50	0,18	-4,07	19,00	117,00
	♂♀	110,60	0,19	-4,17	18,20	226,00
Atlantico Norte Combinado (Driggers et al., 2008)	♂	97,90	0,36	-1,62	9,60	181,00
	♀	104,20	0,30	-1,71	11,60	193,00
	♂♀	101,20	0,32	-1,70	10,80	376,00
Atlantico Sul (presente estudo)	♂	167,53	0,08	-4,43	32,94	109
	♀	145,99	0,11	-3,94	22,92	141
	♂♀	150,51	0,11	-4,03	23,21	250

literatura citada:

Beamish, R.J. & Fournier, D.A. (1981) A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Can. J. Fish. Aquatic. Sci.* 38:982-983.

Beamish, R.J. & Mc Farlane, G.A. (1983) The forgotten requirements for age validation in fisheries biology. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 112:735-743.

Beckman, D.W. & Wilson, C.A.;1995. Seasonal timing of opac zone formation in fish otoliths. In Resent. Development in Fish Otolith Research (Campana, ed.), *Columbia South Carolina Press.* pp 27-43.

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

Beverton, R.J.H. & Holt, S.J.1959. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. In: G.E.W. Wolstenholme and M. O'Connor (eds.) CIBA Foundation, colloquia on ageing. Vol 5. *The lifespan of animals*, London. 142-180pp.

Bigelow, H.B. & Schroeder, W.C. (1948) Fishes of the western north Atlantic, Lancelets, Cyclostomes, Sharks. *Memoirs of Seas Foundation for Marine Research.* 576 pp.

Branstetter, S & Stiles, R. (1987) Age and growth estimates of the bull shark, *Carcharhinus leucas*, from northern Gulf of México. *Env. Biol. Fish.* 20:169-181.

Branstetter, S. 1981. Biological notes on the sharks of the north central Gulf of Mexico. *Contrib. Mar. Sci.*, 24: 13-34.

Branstetter, S. 1987a. 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. 1987b. Age, growth and reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis* and the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern gulf of México. *Environ. Biol. of Fish.* 19(3): 161-173.

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

Cailliet, G.M and K.J. Goldman. 2004. Age determination and validation in chondrichthyan fishes. *In: Biology of Sharks and Their Relatives*. Carrier, J.C., Musick, J.A. and M.R. Heithaus (eds.), CRC Press, Boca Raton, FL, 399-448.

Cailliet, G.M. 1990. Elasmobranch age determination and verification: An update review. NOAA Tech. Rep. NMFS 90: 157-165.

Cailliet, G.M., Radtke, R.L. & Welden, B.L. 1986. Elasmobranchs age determination and verification: a review. In: Uyeno, T., Arai, T., Taniuchi, T. & Matura, K. (eds.) *Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes*. Ichthyol. Soc. Japan, Tokyo.

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

Campana, S.E. and C.M. Jones. 1998. Radiocarbon from nuclear testing applied to age validation of black drum, *Pogonias cromis*. *Fish. Bull.*, U.S. 96:185-192.

Carlson, J. K., and G. R. Parsons. 1997. Age and growth of the bonnethead sharks, *Sphyrna tiburo*, from northwest Florida, with comments on clinal variation. *Environ. Biol. Fishes* 50: 331–341.

Carlson, J. K., E. Cortés, and A. G. Johnson. 1999. Age and growth of the blacknose shark, *Carcharhinus acronotus*, in the eastern Gulf of Mexico. *Copeia* 1999(3): 684–691.

Carlson, J.K. and D.M. Bethea. 2006. The directed shark gillnet fishery: catch and bycatch, 2005. Sustainable Fisheries Division Contribution No. PCB-06/01.

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

Castro, J. I. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environ. Biol. Fish.* 38:37–48.

Cerrato, R.M. 1990. Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science.* 47: 1416-1426.

Cerrato, R.M.1981. Interpretable statistical test for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 1416-1426.

Clark, E. and K. von Schmidt (1965). "Sharks of the Central Gulf coast of Florida." *Bull. Mar. Sci.* 15: 13-83.

Compagno, L.J.V. (1984) FAO species catalogue, Vol 4: Sharks of the world. Part 2; Carcharhiniforms. FAO fish. Synopsis.

Cortés, E. (1995) Demography analysis of the Atlantic sharpnose shark *Rhizoprionodon terraenovae*, in the Gulf of Mexico. *Fish. Bull.* 93: 57-66.

Cortés, E. (2000) Life history patterns and correlations in sharks. *Rev. Fish. Sci.* 8(4): 299-344.

Dodrill, J. W. 1977. A hook and line survey of the sharks found within five hundred meters of shore along Melbourne Beach, Brevard 148 Fishery Bulletin 100(1) County, Florida. M.S. thesis, Florida Institute Technology, Melbourne, FL, 304 p.

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

Driggers, W.B., Oakley, D. A., Ulrich, G., Carlson, J.K., Cullum, B.J. and Dean, J.M. 2004b. Reproductive biology of *Carcharhinus acronotus* in the coastal waters of

Francis, R.I.C. 1990. Back-calculation of fish lengths: a critical review. *J. Fish. Biol.* 36: 883-902

Hazin, F. H. V., Zagaglia, J. R., Broadhurst, M. K., Travassos, P. E. P. & 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., P.G. Oliveira and M.K. Broadhurst 2002 Reproduction of the blacknose shark (*Carcharhinus acronotus*) in coastal waters off northeastern Brazil. *Fish. Bull.* 100(2):143-148.

Hewitt, D. A. and J. M. Hoenig. 2005. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fishery Bulletin* 103(2): 433-437.

Hoenig, J. M. and S. H. Gruber. 1990. Life history patterns in the elasmobranchs: Implications for fisheries management. NOAA Tech. Rpt. NMFS 90:1-16.

Holden, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch population and some suggested solutions. In: *Sea Fisheries Research*. (Harden-Jones, F.R., ed.), 117-137 pp.

Hood, G.M. 2006. Pop Tools version 2.7.5. Available from www.cse.csiro.au/poptools.

Kappenman, R.F. 1981. A method for growth curve comparisons. *Fish. Bull.* 79:95-101.

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

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

Krebs, C.J. 1989. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance, 3rd ed. Harper and Row, New York, NY, 800 pp.

Labelle, M. 1993. A review of the South Pacific albacore troll fishery, 1985–92. Technical Report No. 32. Tuna and Billfish Assessment Programme, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia.

Lessa, R. P.; Santana, M.F.; Duarte Neto, P.; 2006. A critical appraisal of marginal increment analysis for assessing temporal periodicity in band formation among tropical sharks. *Environmental Biology of Fishes*, v. unic., p. 184-191.

Lessa, R., Santana, F. M., Batista, V. & Almeida, Z. (2000) Age and growth of the daggernose shark *Isogomphodon oxyrinchus*, from Northern Brazil. *Mar Freshwater Res.* 51: 339-347.

Lessa, R.P. & Santana, F.M. 1998. Age determination and growth of the smalltail shark, *Carcharinus porosus*, from northern Brazil. *Mar. Freshwater Res.* 49:705-711.

Mattos, S.M.G. and F.H.V. Hazin. 1997. Análise de viabilidade econômica da pesca de tubarões no litoral do Estado de Pernambuco. *Bol. Técnico-Científico do CEPENE*, 5(1):89-114.

Mattos, S.M.G., F.H.V. Hazin, J.A.M. Wanderley, Jr. 1997. Distribuição e abundância relativa de tubarões na plataforma continental do talude dos Estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas. I Reunião da Sociedade Brasileira para Estudos dos Elasmobrânquios. Resumos. Ilhéus-BA. Pg. 26.

Middlemiss, A.M., Carlson, J.K. and Neer, J.A. In review. A revised age and growth model for blacknose shark, *Carcharhinus acronotus*, from the eastern Gulf of Mexico using x-radiography.

Nammack, M.F., Musick, J.A. & Colvocoresses, J.A. (1985) Life history of spiny dogfish of the Northeastern United States. *Trans. Am. Fish. Soc.* 114:367-376.

Natanson, L.J. & Kohler, N.E. 1996. A preliminary estimate of age and growth of the dusky shark *Carcharhinus obscurus* from the south-west Indian Ocean, with comparisons to the Western North Atlantic population. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 17:217-224.

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

Natanson, L.J., Mello, J.J. & Campana, S.E.; 2002. Validated age and growth of the porbeagle shark, *Lamna nasus*, in the western North Atlantic Ocean. *Fish. Bull.* 100:266-278.

Natanson, L.J., N.E. Kohler, D. Ardizzone, G.M. Cailliet, S.P. Wintner & H.F. Mollet. 2006. Validated age and growth estimates for the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, in the North Atlantic Ocean. *Environ. Biol. of Fishes* 77: 367-383.

Nikolskii, G.V. (1969) Theory of fish population dynamics, as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. Oliver & Boyd. Edinburgh. 323 pp.

Parsons, G.R. (1993) Age determination and growth of the bonnethead shark *Sphyrna tiburo*: a comparison of two populations. *Mar. Biol.* 117(1): 23-31.

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 39(2): 175-192.

Richards, F. J. 1959. A flexible growth function for empirical use. *J. Exp. Botany* 10:290-300.

Ricker, W.E. 1980. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can.* 191:382.

Saunders, M.W. & McFarlane, G.A. (1993) Age and length at maturity of the female spiny dogfish, *Squalus acanthias*, in the Strait of Georgia, British Columbia, Canada. *Biol. Fish.* 38:49-57.

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

Schwartz, F. J. 1984. Occurrence, abundance and biology of the blacknose shark, *Carcharhinus acronotus*, in North Carolina. *Northeast Gulf Sci.* 7:29–47.

Simpfendorfer, C.A. (1999) Mortality estimates and demographic analysis for the Australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori*, from northern Australia. *Fish. Bull.* 97: 978-986.

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

Sminkey, T.R. & Musick, J.A. (1996) Demographic analysis of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in the Western North Atlantic. *Fish. Bull.* 94: 341-347.

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

Springer, S. 1938. Notes on the sharks of Florida. *Proc. Fla. Acad. Sci.* 3:9-41. 1978. Natural history of the sandbar shark. *Fish. Bull.* 61:1-38.

Sulikowski, J.A., Driggers, W.B. III, Ford, T.S., Boonstra, R. and Carlson, J.K. 2007. Reproductive cycle of the blacknose shark, *Carcharhinus acronotus*, in the Gulf of Mexico. *Journal of Fish Biology*.

Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 23:366-370.

Trent, L., D. E. Parshley, and J. K. Carlson. 1997. Catch and bycatch in the shark drift gillnet fishery off Georgia and Florida. *Mar. Fish. Rev.* 59:19-28.

Trent, L., D.E. Parshley and J.K. Carlson. 1997. Catch and bycatch in the shark drift gillnet fishery off Georgia and east Florida. *Mar. Fish. Rev.* 59(1):19-28.

Walker, T.L., Taylor, B.L., Hudson, R.J. & Cottier, J.P. (1998) The phenomenon of apparent change of growth rate in gummy shark (*Mustelus antarcticus*) harvested by gill-nets and hooks off southern australia. *Fish. Bull.* 94: 135-144.

Wang, Y.G. & Milton, D.A. 2000. On comparison of growth curves: How do we test whether growth rates differ? *Fishery Bulletin*, 98: 874–880.

Wintner, S. & Cliff, G. (1996) Age and growth determination of the black tip shark, *Carcharhinus limbatus*, from the east coast of South Africa. *Fish. Bull.* 94: 135-144 .

Wintner, S. & Cliff, G. (1999) Age and growth determination of the white shark, *Carcharodon carcharias*, from the east coast of South Africa. *Fish. Bull.* 97(1): 153-169.

Zar, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*, 3rd ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 662 p.