

# **PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DO TUBARÃO RABO-SECO, *Rhizoprionodon porosus* (POEY, 1861), NO LITORAL DO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL**

Growth parameters of the Caribbean sharpnose shark, *Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861), off Pernambuco State, Brazil

Sérgio Macedo Gomes de Mattos<sup>1</sup>, José Arlindo Pereira<sup>2</sup>

## **RESUMO**

O objetivo do presente trabalho foi descrever os parâmetros gerais de crescimento do tubarão rabo-seco, *Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861), através do método de distribuição de frequência de comprimento, utilizando-se a equação de crescimento de von Bertalanffy, enfocando possíveis correlações com as condições de operacionalidade da frota artesanal pesqueira no litoral do Estado de Pernambuco. A composição das capturas indica uma participação elevada de fêmeas adultas e machos juvenis, sugerindo que essa população segregasse por tamanho, sexo e estágio reprodutivo, e que a operação da frota está restringida às áreas costeiras. A análise procedida para se verificar a existência de diferenças entre os parâmetros relacionados às taxas de crescimento de machos e fêmeas indicou ser significativamente alta, mostrando que as fêmeas alcançam maiores dimensões, mas que os machos crescem mais rapidamente, estando os parâmetros  $K = 0,42$ ,  $t_0 = -1,10$  ano e  $L_\infty = 87,13$  cm para os machos; e  $K = 0,30$ ,  $t_0 = -1,12$  ano e  $L_\infty = 106,82$  cm para as fêmeas, respectivamente, próximos se comparados a outras espécies do gênero *Rhizoprionodon* e mesmo se comparado com outros tubarões de pequeno e de médio portes. As fêmeas têm um maior ganho de peso em relação ao comprimento total, como podem ser observadas nas relações entre o peso eviscerado e o comprimento total. Considerando a crescente pressão a que estão submetidos os estoques de pequenos tubarões costeiros em nosso litoral e a importância de validar os parâmetros aqui verificados, informações e estudos adicionais serão necessários para permitir uma avaliação desse estoque e facilitar a determinação de níveis aceitáveis de esforço pesqueiro.

**Palavras-chaves:** tubarão, parâmetros de crescimento, Estado de Pernambuco.

## **ABSTRACT**

The present paper aims to describe general growth parameters of the Caribbean sharpnose shark, *Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861), applying a size frequency analysis through the von Bertalanffy growth equation, focusing possible correlation with the fishing operation off Pernambuco State coast. Catch composition comprises a high percentage of adults females and young males, suggesting that such population segregate by size, sex and reproductive stage, and that such fleet operation is restricted to coastal areas. The conducted analysis to verify the existing differences between growth rates of males and females showed to be significantly high, indicated that females grow bigger, but that males grow faster, that  $K = 0.42$ ,  $t_0 = -1.10$  year and  $L_\infty = 87.13$  cm for males; and  $K = 0.30$ ,  $t_0 = -1.12$  year e  $L_\infty = 106.82$  cm for females, respectively are close if comparable to other species of *Rhizoprionodon* genus, and even if compared with other small and medium group size sharks. Females have higher increase in body weight, in relation to total length, as can be observed by the eviscerated weight and total length relationships. Given the increasing pressure on stocks of small coastal sharks off Pernambuco State and the importance to validate the parameters here verified, further information and studies are required to enable stock assessment and facilitate determination of acceptable levels of fishing effort.

**Key words:** shark, growth parameters, Pernambuco State (Brazil)

<sup>1</sup> Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE. Pç. Min. João Gonçalves de Souza, s/n. Engenho do Meio, Recife-PE. 50670-900. smattos@sudene.gov.br.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Departamento de Oceanografia.

## INTRODUÇÃO

Os tubarões, animais cartilaginosos da superordem Selaquimorpha, constituem um importante recurso pesqueiro, sendo capturados em várias partes do mundo por diversas artes de pesca. Atualmente, o objetivo principal das capturas são as barbatanas, das quais retiram-se fibras de colágeno utilizadas na culinária asiática e possuem alto valor comercial. Entretanto, algumas espécies são exploradas para a obtenção da carne, com alto teor protéico e elevado valor nutritivo, principalmente aquelas de pequeno porte.

O tubarão rabo-seco, *Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861), é uma espécie de pequeno porte típica de águas tropicais, distribuindo-se na costa oriental do continente americano, desde o Caribe até o Uruguai, sendo abundante em todo litoral brasileiro. Habita principalmente águas rasas de regiões tropicais, podendo alcançar profundidades moderadas e regiões temperadas (Springer, 1964; Compagno, 1984).

Assim como as demais espécies do gênero, *R. porosus* é freqüentemente capturado em pescarias artesanais, tais como as desenvolvidas na Região Nordeste do Brasil (SUDENE, 1983), com razoável valor comercial. Macias (1984), estudando as espécies *R. terraenovae* e *R. longurio* no México, informou que "esses pequenos tubarões desempenham um importante papel na economia do país, porque formam parte importante da dieta de um grande número de mexicanos".

A importância dos estudos de dinâmica populacional de uma determinada população de peixes, que esteja sob intensa exploração por qualquer atividade da pesca comercial, traduz-se, principalmente, no estabelecimento de parâmetros que auxiliem no adequado ordenamento pesqueiro, gestão do recurso e, conseqüentemente, perpetuação da espécie. Tais estudos enquadram-se na biologia pesqueira, definida, segundo Fonteles Filho (1989), "como o estudo do ciclo vital de espécies sujeitas a exploração pelo homem e das alterações dinâmicas que se processam no seu tamanho e estrutura etária, em decorrência da própria exploração pesqueira".

Poucos são os estudos conduzidos sobre idade e crescimento em elasmobrânquios. Até o presente trabalho não havia sido realizado nenhum estudo de crescimento com as espécies do gênero *Rhizoprionodon* que ocorrem no litoral brasileiro (*R. porosus* e *R. lalandii*). Entretanto, estudos com outras espécies do gênero já mereceram destaque. Simpfendorfer (1993), conduziu estudos dessa natureza com *R. taylori* que ocorre na Austrália. Estudos com *R. terraenovae* foram conduzidos por Parsons (1985) e por Branstetter (1987b *apud* Simpfendorfer, *op. cit.*).

O crescimento consiste num processo de mudanças irreversíveis que ocorrem desde o momento em que

se forma o óvulo até a morte do indivíduo, o qual existe por metabolismo, isto é, tomando elementos no meio ambiente em que vivem e nele descarregando seus produtos. O crescimento é a expressão quantitativa do desenvolvimento (Fonteles Filho, 1989).

Normalmente, as espécies de elasmobrânquios de grande porte, consideradas aquelas que atingem mais de 2,0 m de comprimento total, possuem crescimento lento ( $K < 0,1$ ), enquanto que as espécies de médio e pequeno portes, com menos de 2,0 m de comprimento total, crescem mais rapidamente ( $K > 0,1$ ). As espécies de pequeno porte, com menos de 1,0 m de comprimento total, são aquelas que apresentam maior taxa de crescimento, muitas vezes atingindo a fase adulta no primeiro ano de vida.

A determinação da idade em peixes e, conseqüentemente, a determinação das taxas de crescimento e mortalidade, é parte componente das modernas ciências pesqueiras. Uma grande variedade de técnicas são empregadas e continuam a ser desenvolvidas, e discrepâncias entre diferentes autores continuam a acontecer. Essa situação acontece porque taxas de crescimento de uma mesma espécie podem variar temporal e geograficamente. Os procedimentos de validação são complexos, não sendo, portanto, possível sua utilização em qualquer tipo de estudo (Paul, 1992).

Cailliet *et al.* (1986a *apud* Cailliet, 1990) informam sete métodos para os estudos de idade e crescimento: (1) contagem dos anéis etários, incluindo retrocálculo; (2) análise da freqüência de comprimento; (3) dimensão da margem do *centrum* ou do espinho, características histológicas e/ou análise da composição elementar; (4) análise radiométrica; (5) estudos de crescimento em laboratório; (6) estudos de marcação e recaptura no ambiente natural; e (7) marcação por tetraciclina tanto em estudos no laboratório quanto no ambiente natural.

De acordo com Cailliet (1990), nos estudos para a determinação da idade e crescimento em elasmobrânquios, vários autores tem discutido as necessárias abordagens para a verificação e validação dos resultados obtidos. Mesmo considerando que uma avaliação qualitativa de como uma curva calculada através da equação de crescimento de von Bertalanffy se ajusta às informações de freqüência de comprimentos coletadas, esta não permite obter valores precisos para a validação dos resultados, podendo servir apenas para a verificação desses parâmetros quando outras técnicas não são possíveis. Ainda de acordo com esse autor, a análise de freqüência de comprimento em elasmobrânquios ainda é possível, especialmente com espécies de pequeno porte e classes de indivíduos jovens de outras espécies de maior porte.

O objetivo do presente trabalho foi verificar e descrever os parâmetros gerais de crescimento do tubarão rabo-seco, enfocando possíveis correlações com as condições de operacionalidade da frota artesanal pesqueira no litoral do Estado de Pernambuco.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares de *Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861) foram adquiridos através da compra direta em localidades pesqueiras ao longo do litoral do Estado de Pernambuco. O universo amostral da presente pesquisa foi composto por um total de 272 indivíduos, sendo 166 fêmeas e 106 machos.

Para a determinação da estrutura populacional de *R. porosus* que ocorre na plataforma continental do Estado de Pernambuco, que é dada em termos da proporção entre machos e fêmeas, foi estabelecida uma frequência bimensal por classe de comprimento e por cada sexo, aplicando-se o teste  $\chi^2$ , com o objetivo de detectar eventuais diferenças significativas entre essas proporções (Centeno, 1981). Para melhor análise da distribuição de frequência entre machos e fêmeas, foi aplicado o mesmo teste em grupos proporcionais de dados bimestrais, visando estabelecer correlações sazonais, ao nível de 5% de significância.

Para a determinação da curva de crescimento em comprimento, foi utilizado o método de distribuição de frequência de comprimento, com 5,0 cm de amplitude de classe, tanto para machos quanto para fêmeas. Para uma melhor visualização das modas e recrutamento, os dados de comprimento foram agrupados por bimestre e as curvas de distribuição dos comprimentos foram obtidas segundo metodologia descrita em Gulland (1969), Ricker (1971) e Santos (1978), tomando-se por base o método de von Bertalanffy (1938). Como auxílio a essa metodologia, utilizou-se a análise de progressão modal, através do Método de Bhattacharya, inserido dentro do programa para computadores FISAT - FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (Gayanillo Jr. *et al.*, 1996).

Segundo von Bertalanffy (1938), a expressão matemática da curva de crescimento em comprimento é a seguinte:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t - t_0)}], \text{ onde:}$$

$L_t$  = comprimento total médio dos indivíduos com idade  $t$ ;

$L_\infty$  = comprimento total máximo que, em média, os indivíduos podem atingir, correspondendo ao valor assintótico da curva;

$e$  = base do logaritmo neperiano (constante);

$K$  = parâmetro relacionado com a taxa de crescimento;

$t$  = idade do indivíduo;

$t_0$  = parâmetro relacionado com o comprimento total médio dos indivíduos no instante do nascimento ( $L_0$ ).

Para se verificar a validade dessa expressão para a espécie em questão, utilizou-se a transformação de Ford-Walford (Walford, 1946), que relaciona o comprimento total do indivíduo no instante  $t$ , com esse mesmo comprimento no instante  $t + \Delta t$ , considerando-se  $\Delta t$  constante. Com a confirmação da validade da expressão, foram estimados, pelo método dos mínimos quadrados, os parâmetros  $a$  e  $b$  dessa relação linear:

$$L(t + \Delta t) = a + b L_t, \text{ onde:}$$

$L(t + \Delta t)$  = comprimento total médio no instante  $(t + \Delta t)$ ;

$L_t$  = comprimento total médio no instante  $t$ ;

$a$  = coeficiente linear da reta;

$b$  = coeficiente angular da reta.

O valor do parâmetro  $L_\infty$  foi estimado pela fórmula:

$$L_\infty = \frac{a}{1 - b}$$

Para estimar os valores respectivos de comprimento às idades correspondentes, foram atribuídas idades relativas, através da expressão matemática:

$$L_t^* = \frac{\text{Ln}(L_\infty - L_t)}{L_\infty}$$

sendo  $L_t^*$  = comprimento correspondente a idade relativa ( $t^*$ )

Uma vez verificada a relação linear entre  $t^*$  e  $L_t^*$ , gráfica e analiticamente através do coeficiente linear de Pearson, os coeficientes  $a'$  e  $b'$  da regressão  $L_t^* = a' + b't^*$  foram estimados através do método dos mínimos quadrados. Com esses valores foram calculados os parâmetros:

$$K = -b'$$

$$t_0 = \frac{1}{K} \left[ \frac{\text{Ln}(L_\infty - L_0)}{L_\infty} \right]$$

Para a confirmação dos parâmetros de  $L_\infty$  e  $K$ , utilizou-se os programas ELEFAN<sup>3</sup> e LFDA<sup>4</sup>, os quais estão inseridos no FISAT. Foram utilizadas, principalmente, as etapas "Response Surface Analysis" (análise de respostas superficiais) e "Scanning of K-values" (procura dos valores de  $K$ ).

De acordo com o método descrito por Santos (1978), estabeleceu-se os parâmetros da relação entre o

<sup>3</sup> Electronic Length Frequency Analysis (Análise eletrônica da frequência de comprimento).

<sup>4</sup> Length-based Fish Stock Assessment (Avaliação de estoques de peixes baseado no comprimento).

peso eviscerado e o comprimento total ( $W_e/L_t$ ). Isto permitirá descrever a relação entre as duas variáveis envolvidas e indicar a condição dos indivíduos através dos valores estimados do fator de condição ( $\phi$ ) constituindo-se também numa das premissas básicas do método dedutivo para a obtenção da curva de crescimento em peso eviscerado dos indivíduos.

A tendência dos pontos empíricos sugeriu que essa relação fosse do tipo:

$$W_e = \phi L_t^\theta$$

$W_e$  = peso eviscerado dos indivíduos no instante  $t$ ;  
 $L_t$  = comprimento total dos indivíduos no instante  $t$ ;  
 $\phi$  = fator de condição, relacionado com o grau de engorda do indivíduo; e  
 $\theta$  = constante relacionada com o tipo de crescimento dos indivíduos.

Numa transformação logarítmica a expressão fica como segue, com os valores de  $\phi$  e  $\theta$  estimados pelo método dos mínimos quadrados aplicado à relação linear:

$$\ln W_e = \ln \phi + \theta \cdot \ln L_t$$

Denomina-se curva de crescimento em peso de uma população, a relação entre o peso eviscerado médio ( $W_e$ ) dos indivíduos e a idade  $t$ . O modelo matemático dessa curva foi obtido através do método dedutivo proposto por Santos (1978), a partir da expressão matemática da curva de crescimento em comprimento total e da relação peso eviscerado / comprimento total:

$$W_e = W_\infty [1 - e^{-K(t - t_0)}]^\theta, \text{ sendo:}$$

$W_\infty$  = peso máximo que, em média, os indivíduos podem atingir (valor assintótico de  $W_e$ ).

Foi verificada a diferença significativa nas curvas de crescimento, ou seja, se o padrão de crescimento é ou não diferenciado. Para tal fim, foi utilizada a Análise de Covariância - ANCOVA (Sokal & Rohlf, 1981) e o teste  $t$  de Student.

## RESULTADOS

O comprimento total (CT) dos indivíduos da amostra de *R. porosus* analisada variou de 33,5 a 100,5 cm para as fêmeas e de 33,5 a 80,0 cm para os machos. A distribuição de frequência de comprimento possibilitou caracterizar a população, verificando-se que os maiores valores foram obtidos nas classes entre 60 e 70 cm CT, tanto para machos (48,1%) quanto para fêmeas (49,4%) (Figura 1).

Os resultados obtidos apresentam uma proporção entre machos e fêmeas de 1:1,57 e quando confrontados com os valores tabelados de  $\chi^2$  demonstraram

que existe diferença altamente significativa entre as proporções de machos e fêmeas, tanto para os cálculos efetuados com toda a população ( $\chi^2 = 13,24$ ;  $P < 0,05$ ) quanto agrupados por bimestre ( $\chi^2 = 16,60$ ;  $P < 0,01$ ). A análise efetuada para cada bimestre demonstrou que não existe diferença significativa entre as proporções dos sexos ( $P > 0,05$ ), para o 1º ( $\chi^2 = 2,13$ ), 2º ( $\chi^2 = 1,26$ ), 3º ( $\chi^2 = 3,24$ ) e 4º ( $\chi^2 = 2,00$ ) bimestres, enquanto que observou-se diferença significativa nos 5º ( $\chi^2 = 7,78$ ;  $P < 0,01$ ) e 6º ( $\chi^2 = 16,79$ ;  $P < 0,05$ ) bimestres. Empregando-se o ajustamento de curva normal à distribuição binomial e adotando-se o nível de significância de 5% a um teste bilateral, houve igualmente diferença significativa entre machos e fêmeas ( $z = 3,64$ ).

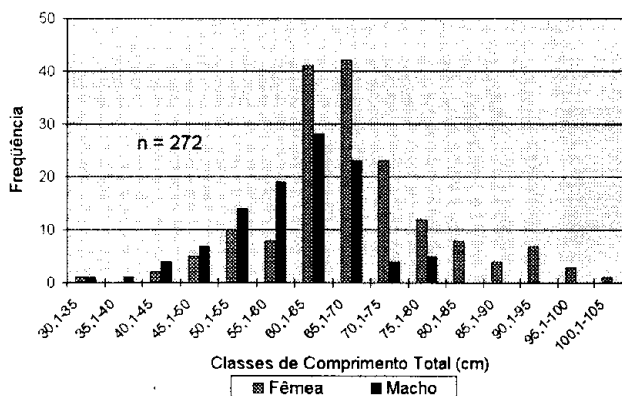


Figura 1 - Distribuição de frequência por classe de comprimento, de machos e fêmeas de *Rhizoprionodon porosus*.

A Figura 2 mostra as frequências absolutas bimestrais de indivíduos e a progressão modal. Utilizando-se o Método de Bhattacharya, identificou-se as seguintes modas:

MODAS			
Machos		Fêmeas	
40	53,9	47,5	51,4
53,9	57,5	51,4	53,3
57,5	62,7	53,3	63,3
62,7	64,2	63,3	65
62,5	65,5	65	65,6
65,5	73,4	65,6	69
		69	75
		73,2	77,5

Frequência de indivíduos nas amostras bimestrais

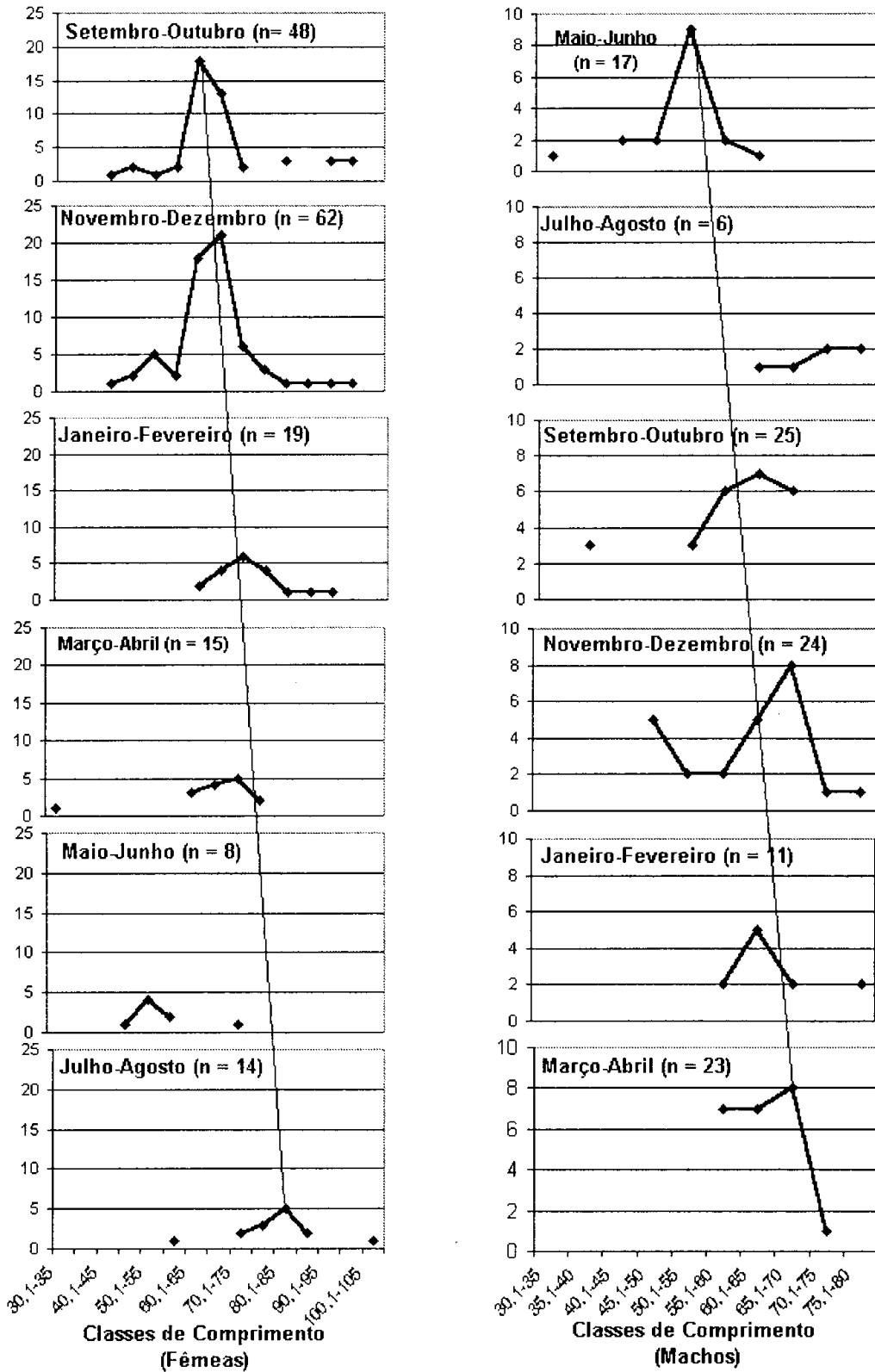


Figura 2 – Frequências absolutas bimestrais de indivíduos e progressão modal de machos e fêmeas de *Rhizoprionodon porosus*.

As curvas de crescimento obtidas, através da expressão matemática descrita por von Bertalanffy (1938), foi a seguinte:

Machos:  $L_t = 87,13 [1 - e^{-0,42(t + 1,10)}]$  (Figura 3)

Fêmeas:  $L_t = 106,82 [1 - e^{-0,30(t + 1,12)}]$  (Figura 4)

A transformação Ford-Walford demonstrou a validade da expressão para a espécie em questão ( $r = 0,9239$ , para os machos – Figura 3; e  $r = 0,939$ , para as fêmeas – Figura 4). Através da relação linear entre os comprimentos e as idades relativas encontrou-se valores de K iguais a 0,42 para os machos e 0,30 para as fêmeas, parâmetro este relacionado com a taxa de crescimento. Para o parâmetro relacionado com a idade relativa no comprimento zero ( $t_0$ ), encontrou-se, para os machos, um valor de  $t_0 = -1,10$  e, para as fêmeas, um valor de  $t_0 = -1,12$ . Evidenciou-se haver diferença altamente significativa entre as curvas de crescimento em comprimento de machos e fêmeas, tanto utilizando-se a ANCOVA ( $F = 16,5314$ ;  $P < 0,01$ ), quanto utilizando-se o teste t de Student ( $t = 4,20$ ;  $gl. = 6$ ;  $P < 0,05$ ).

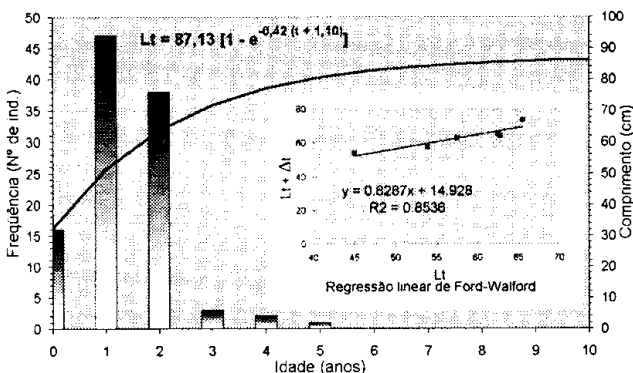


Figura 3 - Curva de crescimento em comprimento e frequência de indivíduos ajustada às idades de machos de *Rhizoprionodon porosus*.

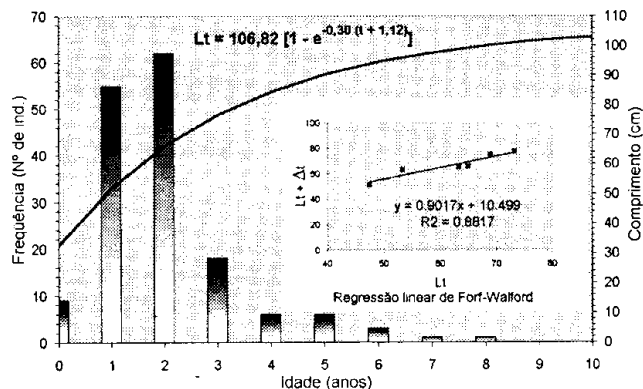


Figura 4 - Curva de crescimento em comprimento total e frequência de indivíduos ajustada às idades de fêmeas de *Rhizoprionodon porosus*.

O presente estudo possibilitou verificar que o peso médio eviscerado encontrado para toda a população de *R. porosus* estudada foi de  $945,50 \text{ g} \pm 35,80 \text{ g}$ , para uma amplitude de  $106,0 \text{ g}$  a  $5.010,0 \text{ g}$ . Nos machos essa amplitude foi de  $111,80$  a  $2.204,5 \text{ g}$ , com uma média de  $840,52 \text{ g} \pm 35,43 \text{ g}$ , enquanto que entre as fêmeas a amplitude foi de  $106,0$  a  $5.010,0 \text{ g}$ , com uma média de  $1.145,47 \text{ g} \pm 52,28 \text{ g}$ .

A Figura 5 mostra a relação entre o peso eviscerado e o comprimento total ( $W_e/L_t$ ), para machos e fêmeas separadamente, observando-se um coeficiente de correlação acentuado tanto para machos ( $r = 0,971$ ) quanto para fêmeas ( $r = 0,977$ ), encontrando-se os seguintes valores para essa relação:

Machos:  $W_e = 0,0054 L_t^{2,8993}$

Fêmeas:  $W_e = 0,0017 L_t^{3,1666}$

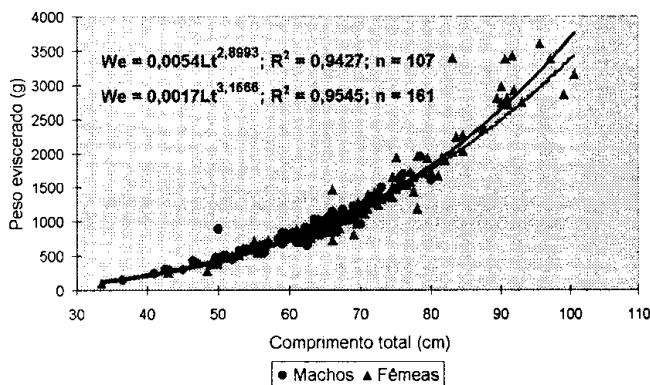


Figura 5 - Relação entre o peso eviscerado e o comprimento total de machos e fêmeas de *Rhizoprionodon porosus*.

Observou-se haver diferença significativa entre a relação peso eviscerado e o comprimento total de machos e fêmeas através da ANCOVA ( $F = 4,0966$ ;  $P < 0,05$ ), apesar de os valores estarem próximo, necessitando de estudos mais aprofundados. Entretanto, encontrou-se que esta diferença é altamente significativa através do teste "t" de Student ( $t = 22,73$ ;  $g.l. = 6$ ;  $P < 0,01$ ). As figuras 6 e 7 mostram as curvas de crescimento em peso eviscerado, para machos e fêmeas, respectivamente, através do método dedutivo (Santos, 1978).

Machos:  $W_e = 2.277,9 [1 - e^{-0,42(t + 1,10)}]^{2,8993}$  (Figura 6)

Fêmeas:  $W_e = 4.512,6 [1 - e^{-0,30(t + 1,12)}]^{3,1666}$  (Figura 7).

Na composição de frequência de comprimento ajustada às idades, observa-se que para os machos 94,4% da população analisada compõe a faixa de idade até 2 anos, sendo que 79,4% está entre 1 e 2 anos.

Para as fêmeas, 78,3% da população compõe a faixa de idade até 2 anos, sendo que 72,7% compreende a faixa entre 1 e 2 anos. De acordo com a equação de crescimento definida, estima-se que os machos no primeiro ano de vida têm um incremento médio de 1,57 cm/mês, passando de um comprimento médio ao nascer de 32,5 cm para um comprimento médio ao atingir 1 ano de vida de 51,4 cm. Para as fêmeas esse incremento é de 1,6 cm/mês, passando de 32,5 cm para 51,7 cm. No que concerne ao peso, os machos têm um ganho de peso de 30,11 g/mês, passando de um peso médio eviscerado ao nascer de 130,55 g para 491,88 g ao alcançar 1 ano de vida. No caso das fêmeas, esse ganho de peso é de 29,09 g/mês, passando de 104,22 para 453,34 g. Entre os grupos de idade 1 ano e 2 anos, os incrementos em comprimento e peso são, respectivamente: para os machos de 1,02 cm/mês, atingindo, com a idade de 2 anos, um comprimento médio total de 63,7 cm, e 35,56 g, atingindo 919,67 g, enquanto que para as fêmeas é de 1,18 cm/mês, alcançando um comprimento médio total de 65,9 cm com 2 anos, e 43,85 g/mês, alcançando 979,51 g.

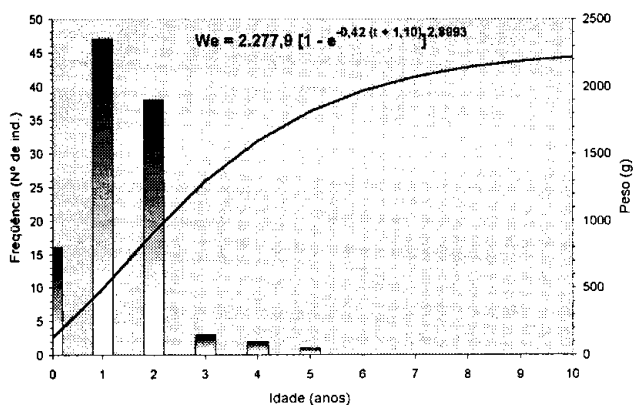


Figura 6 - Curva de crescimento em peso eviscerado e frequência de indivíduos ajustada às idades de machos de *Rhizoprionodon porosus*.

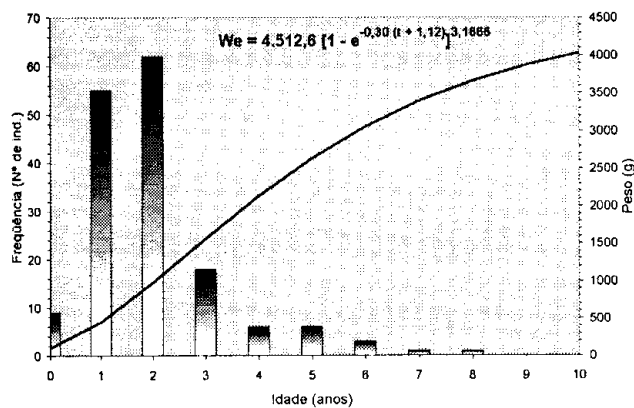


Figura 7 - Curva de crescimento em peso eviscerado e frequência de indivíduos ajustada às idades de fêmeas de *Rhizoprionodon porosus*.

## DISCUSSÃO

Para melhor compreender as respostas de um determinado recurso ao esforço pesqueiro sobre ele exercido, deve-se atentar para a condução de estudos sobre suas características biológicas e sobre as condições de operacionalidade da frota, principalmente se levarmos em consideração que muitas das espécies comercialmente exploradas possuem características distintas e susceptibilidade variada aos métodos de captura empregados. Nessas enquadraram-se a maioria das espécies de tubarões, que possuem crescimento lento, alta longevidade, maturação tardia e baixa fecundidade, o que torna os estoques mais vulneráveis a sobrepesca (Holden, 1974). O gerenciamento e a conservação de estoques e populações de tubarões tem sido extremamente difícil pela falta de conhecimento sobre seu estado atual ou mesmo as tendências de direcionamento populacional (Baum *et al.*, 2003).

No acompanhamento da dinâmica de uma população que esteja sob intenso esforço pesqueiro, observa-se que as estratégias de crescimento estão intimamente relacionadas com a condição de predador ou presa que cada espécie desempenha no meio ambiente e com o número e o tamanho de crias gerados, já que quanto mais rápido um determinado indivíduo atinge a fase adulta, diminuem as probabilidades de predação, pois, nessa fase, sua habilidade natatória e sua percepção são mais aguçadas. Todavia, sendo esta uma condição individual, o crescimento está intimamente relacionado com a alimentação, pois a abundância da mesma, principalmente nos estágios iniciais da vida, irá determinar uma maior ou menor taxa de crescimento.

Para elasmobrânquios, vários autores têm considerado que raramente são precisas as estimativas dos parâmetros de crescimento através da equação de crescimento de von Bertalanffy, pelo método de análise de frequência de comprimento, pois não permite validar a periodicidade anual na formação de bandas de crescimento, como é possível, por exemplo, através de métodos de leitura de anéis etários nas margens centrais de estruturas rígidas e de retro-cálculo. Entretanto, como enfatizado por Cailliet (1990), na impossibilidade de utilização desse ou outros métodos, a análise de frequência de comprimento em elasmobrânquios ainda é possível, especialmente com espécies de pequeno porte, como é o caso de *R. porosus*, para traçar modas de comprimento pelo tempo e comparar as taxas derivadas desse procedimento com curvas de crescimento geradas por outros métodos. Assim, a verificação dos parâmetros aqui apresentados merece estudos mais aprofundados que venham a validar os resultados obtidos, considerando-se a importância e prudência de utilização de dois ou mais métodos simultaneamente.

Parsons (1985) descreve que pouco ainda se conhece sobre os parâmetros de idade e crescimento dos elasmobrânquios, podendo-se ainda definir que as poucas informações disponíveis sugerem que as taxas de crescimento diferem entre espécies de tubarões. As taxas de crescimento para machos e fêmeas de *R. terraenovae* são similares, podendo ser provável, todavia, que possíveis diferenças de crescimento entre os sexos só apareçam depois da maturidade.

Os dados obtidos para *R. porosus* no litoral do Estado de Pernambuco possibilitaram a obtenção das curvas de crescimento em comprimento total e peso eviscerado, através do método da distribuição das freqüências de comprimento para machos e fêmeas separadamente, e a constatação de que existe diferença significativa nos padrões de crescimento entre os sexos. Provavelmente, como já foi mencionado na literatura, os padrões de crescimento só são mais visíveis em indivíduos maduros e mais velhos, quando ocorre, a partir de um determinado tamanho, um crescimento mais acentuado de um ou de outro grupo. Considerando que a frota artesanal pesqueira atua em regiões próximas à costa e captura uma maior quantidade de exemplares fêmeas adultas e machos juvenis, pode-se inferir que a população segrega-se por tamanho, sexo e estágio de maturação e que a frota não atua em toda a área de distribuição da população no litoral do Estado de Pernambuco. A amostra de machos foi composta, na sua maioria, por indivíduos jovens e sub-adultos, enquanto que a de fêmeas por indivíduos maduros, o que pode ter influenciado nos resultados finais que determinaram os padrões de crescimento, pois, provavelmente, o crescimento de fêmeas maduras é menos acentuado, principalmente se comparado com indivíduos machos imaturos.

Os parâmetros de  $K = 0,42$ ,  $t_0 = -1,10$  ano e  $L_{\infty} = 87,13$  cm, para os machos,  $K = 0,30$ ,  $t_0 = -1,12$  ano e  $L_{\infty} = 106,82$ , para as fêmeas, respectivamente, estão bastante próximos de valores anteriormente mencionados para outras espécies do gênero, não sendo possível, por outro lado, comparações com outras populações da espécie na costa oriental do continente americano, por falta de informações sobre os mesmos. De qualquer modo, tais resultados corroboram os de Compagno (1984), segundo quem os valores máximos dos machos alcançam pelo menos 85 cm, enquanto que o das fêmeas 108 cm.

Para a espécie *R. taylori*, Simpfendorfer (1993) encontrou valores de  $K$ ,  $t_0$  e  $L_{\infty}$ , respectivamente, iguais a 0,41, 1,337 ano e 652,2 mm, para os machos, e 0,455, 1,013 ano e 732,5 mm, para as fêmeas. Essa espécie, juntamente com *R. lalandii* que ocorre no litoral brasileiro, são aquelas de menor porte do gênero *Rhizoprionodon*, tendo sido, inclusive, agrupadas como subespécies por Springer (1964). A evolução de cres-

cimento rápido, maturação precoce e baixa longevidade encontrada em *R. taylori*, diferentemente do que se encontra para a maioria dos elasmobrânquios, é provavelmente o resultado de altos níveis de predação a que a espécie está submetida. Para *R. terraenovae*, estudos conduzidos por Parsons (1983 *apud* Simpfendorfer, *op. cit.*) e Branstetter (1987b *apud* Simpfendorfer, *op. cit.*), encontraram valores de  $K$  entre 0,35 e 0,50. Essa espécie assemelha-se bastante à do presente estudo, tendo sido sugeridas como pertencentes a uma subespécie por Springer (*op. cit.*). Simpfendorfer (*op. cit.*) menciona que a pressão natural seletiva irá favorecer indivíduos que crescem rápido após o nascimento. Parsons (1985), analisando uma amostra da população de *R. terraenovae* no Golfo do México, com machos e fêmeas agrupados, encontrou que o comprimento médio de nascimento está em 32 cm,  $K = 0,45$ ,  $t_0 = -2,01$  anos e  $L_{\infty} = 92,5$  cm.

Os resultados encontrados para o grau de engorda de *R. porosus* indicaram que as fêmeas têm um maior ganho de peso que os machos, em relação às taxas de crescimento em comprimento. Essas condições já foram registradas para outras espécies do gênero, tais como os estudos conduzidos por Lessa (1988), que encontrou igualmente diferença no grau de engorda entre machos e fêmeas de *R. lalandii* que ocorrem na plataforma continental do Estado do Maranhão, registrando que as fêmeas engordariam mais rapidamente que os machos, em relação ao comprimento. Essas diferenças proporcionais parecem ocorrer mais significativamente nos tamanhos próximos à 1ª maturação sexual, como pode ser observado nas curvas das relações estabelecidas, uma vez que parece haver uma maior necessidade das fêmeas em reservas nutritivas e aumento de volume abdominal para o início da ovulação e conseqüentemente gestação.

Entretanto, analisando os incrementos corporais em comprimento total e peso eviscerado de machos e fêmeas entre os 2º e 3º anos, observa-se que enquanto há uma redução nas taxas de crescimento em comprimento, isso não parece acontecer com relação ao peso. Os incrementos médios mensais em comprimento total e peso eviscerado até atingir o 2º ano de vida foi de, respectivamente, 1,3 cm e 32,84 g para os machos e 1,39 cm e 36,47 g para as fêmeas. Nos 12 meses subsequentes, até atingir o 3º ano de vida, esses incrementos foram de, respectivamente, 0,68 cm e 31,79 g para os machos e 0,88 cm e 49,03 g para as fêmeas, o que demonstra que, principalmente, as fêmeas continuam com taxas de crescimento significativas e que o comprimento total médio aproximado de 65 cm pode ser considerado como o tamanho em que se inicia o processo maturativo.

Considerando que, segundo Mattos *et al.* (2001), o tamanho de primeira maturação sexual está em torno de 65 cm de comprimento total, observa-se que a espécie atinge esta condição próximo aos 2 anos de idade, portanto, sendo explorada muito aquém de sua capaci-



dade de renovação, e que entre os primeiro e segundo anos de vida o ganho de peso das fêmeas é mais significativo, corroborando informações de outros autores de que essas têm um maior aumento corporal quando se aproxima à maturidade sexual.

Os parâmetros de crescimento encontrados provavelmente indicam que *R. porosus* pode ser enquadrada em um grupo intermediário de Selachii, com longevidade em torno de 10 anos, crescimento relativamente rápido e baixa fecundidade, estando esses parâmetros relacionados a estratégia de vida do animal. Apesar de ser prematuro afirmar, o padrão de crescimento, tanto em comprimento quanto em peso, observado para *R. porosus* no litoral do Estado de Pernambuco, parece indicar que a espécie está submetida a uma grande pressão natural e antrópica, considerando-se a composição de frequência de comprimento ajustada às idades e os parâmetros relacionados às taxas de crescimento e engorda, aliado aos baixos índices de captura e o elevado esforço de pesca empregado.

Os resultados do presente estudo permitiram apresentar os parâmetros de crescimento de *R. porosus* que ocorre na plataforma continental do Estado de Pernambuco. Considerando a crescente pressão a que estão submetidos os estoques de tubarões costeiros em nosso litoral e a importância de validar os parâmetros aqui verificados, informações e estudos adicionais sobre idade e crescimento e outras características sobre a história natural da espécie serão necessários para permitir uma avaliação desse estoque e facilitar a determinação de níveis aceitáveis de esforço, com o objetivo final de definir medidas de ordenamento e especificar os mecanismos regulatórios para a redução da mortalidade de tubarões acidentalmente capturados nas atividades pesqueiras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baum, K. J.; Myers, R. A.; Kehler, D. G.; Worm, B.; Harley, S. J. & Doherty, P. A. collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic. *Science*, v. 299, p. 389-392, 2003.
- Beamish, R. J. & Fourmieri, D. A. A method for comparing the precision of a set of age determination. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v. 38, p. 982-983, 1981.
- Bertalanffy, L. A quantitative theory of organic growth (inquires on growth laws II). *Hum. Biol.*, v. 10, p. 181-318, 1938.
- Beverton, R. J. H.; Holt, S. J. A review of the life spans and mortality rates of fish in nature and their relation to growth and other physiological characteristics, p. 141-180, in Woltenholm, G. E. W. & O'Connor, M. (eds.), *CIBA Foundation Colloquia on Aging - Vol. 5*, 1959.
- Branstetter, S. Early life-history implications of selected carcharhinoid and lamnoid sharks of the Northwest Atlantic. *NOAA Tech. Rep. NMFS 90*, p. 17-28, 1990.
- Branstetter, S. (org.). Conservation biology of elasmobranchs. *NOAA Tech. Rep. NMFS 115*, p. 1-99, 1993.
- Caillet, G. M. Elasmobranch age determination and verification: an updated review. *NOAA Tech. Rep. NMFS 90*, p. 157-167, 1990.
- Centeno, A. J. *Curso de Estatística aplicada à Biologia*. Editora da Universidade Federal de Goiás, Coleção Didática, 188 p., Goiânia, 1981.
- Compagno, L. J. V. Sharks of the world - An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. *Fao Species Catalogue*. vol. 4., parts ½, 655 p., 1984.
- Cortés, E. Demographic analysis of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, in the Gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, v. 93. n. 1. p. 57-66, 1995.
- Fonteles-Filho, A. A. *Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional*. Imprensa Oficial do Ceará, XVI + 296 p., Fortaleza, 1989.
- Fournier, D.; Archibald, C. P. A general theory for analyzing catch at age data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v. 39, p. 1195-1207, 1982.
- Gadig, O. B. F. *Fauna de tubarões da costa Norte e Nordeste do Brasil*. Tese de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 230 p., João Pessoa, 1994.
- Gayanilo, F. C., Jr.; Sparre, P. & Pauly, D. *FAO-ICLARM Stock Assessment Tools - User's Manual*. FAO, 126 p., 1996.
- Gulland J. A. Manual of methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis. *FAO Man. Fish. Sci.*, n. 4, 154 p., 1969.
- Holden, M. J. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions, p. 117-137, in Harden-Jones, F.R. (ed.), *Sea Fisheries Research*, 1974.
- Holden, M. J. Are long term for sustainable fisheries for elasmobranch possible? *Sustainable fisheries for elasmobranch*, p. 360-367p., 1977.
- Hoenig, J. M. & Gruber, S.H. Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. *NOAA Tech. Rep. NMFS 90*, p. 1-16, 1990.
- IUCN. *An overview of the impacts on the biological status of sharks*. Executive Summary. Tenth Meeting of CITES Conference of the Parties, 1997.
- Laevastu, T. & Favorite, F. *Fishing and stock fluctuations*. Fishing News Books Ltd., 239 p., Farnham, 1988.
- Macias, F. S. *Estudio taxonomico y biológico del genero Rhizoprionodon en el Atlantico e Pacifico de Mexico*. Tese para obtenção de título de Biólogo, Universi-

- dad Nacional Autonoma de Mexico, Facultad De Ciencias, 94 p., 1984.
- Mattos, S. M. G.; Broadhurst, M. K.; Hazin, F. H. V. & Jonnes, D.M. Reproductive biology of the Caribbean sharpnose shark, *Rhizoprionodon porosus*, from Northern Brazil. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, v. 52, p. 745-52, 2001.
- Parsons, G.R. *Growth and age estimation of the Atlantic sharpnose shark, Rhizoprionodon teraenovae: a comparison of techniques*. *Copeia*, n. 1, p. 80-85, 1985.
- Paul, L. J. Age and growth *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, v. 43, p. 879-912, 1992.
- Ricker, W.E. Effects of size-selective mortality and sampling bias on estimates of growth, mortality, production, and yield. *J. Fish. Res. Board Can.*, v. 36. n. 3. p. 479-541, 1969.
- Rose, D. A. Socio-economic importance of elasmobranch, p. 5-11. *Chondrichthyan fishes: an Action Plan for their Conservation*, 1996.
- Santos, E. P. *Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura*. HUCITEC, Editora da Universidade de São Paulo, 129 p., 1978.
- Schaeffer, M. B. Some aspects of the dynamics of populations important for the management of the commercial marine fisheries. *Bull. IATTC*. v. 1, n. 2, p. 25-26, 1954.
- Simpfendorfer, C. A. Age and growth of the Australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori*, from north Queensland, Australia. *Environ. Biol. Fish.*, v. 36.- 233-241, 1993.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F.J. *Biometry*. W.H. Freeman and Company, 2<sup>nd</sup> edition, 859 p., San Francisco, 1981
- Springer, V.G. *A revision of the carcharhinidae shark genera Scoliodon, Loxodon, and Rhizoprionodon*. *Proc. U.S. Nat. Mus.*, Washington, v. 115, n. 3493, p. 559-632, 1964.
- Stevens, J. D. & Cook, S. F. Threats faced by chondrichthyan fish, p. 12-21. *Chondrichthyan fishes: an Action Plan for their Conservation*, 1996.
- SUDENE. Avaliação do potencial de tubarões da costa nordeste do Brasil. *SUDENE. Estudos de Pesca*, Recife, n. 10, p. 1-31, 1983.
- Walford, L. A. *A new graphic method of describing the growth of animals*. *Biol. Bull.* v. 90, n. 2, p. 141-147, 1946.