

RAFAEL SANTIAGO VIEIRA

**ESTRUTURA POPULACIONAL (IDADE E TAMANHOS) E  
CRESCIMENTO DA RAIA-LIXA *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider,  
1801), CAPTURADA NO NORDESTE DO BRASIL.**

**RECIFE,  
2013.**



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

**ESTRUTURA POPULACIONAL (IDADE E TAMANHOS) E  
CRESCIMENTO DA RAIA-LIXA *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider,  
1801), CAPTURADA NO NORDESTE DO BRASIL.**

**Rafael Santiago Vieira.**

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

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosângela Paula Teixeira Lessa**

Orientadora

**Prof. Dr. Francisco Marcante Santana da Silva**

Co-orientador

**RECIFE,  
agosto/2013.**

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE

Rafael Santiago Vieira

Estrutura populacional (idade e tamanhos) e crescimento da raia-lixá *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801), capturada no Nordeste do Brasil.

74 folhas.: il.

Orientador: Rosângela Paula Teixeira Lessa

Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura).

Departamento de Pesca e Aquicultura.

Inclui bibliografia

CDD [N°]

1. Elasmobrânquios

2. Crescimento

I. Rosângela Paula Teixeira Lessa

II. Estrutura populacional (idade, tamanho e sexos) e crescimento da raia-lixá *Dasyatis guttata* (Bloch and Schneider, 1801), capturada no Nordeste do Brasil.

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

**ESTRUTURA POPULACIONAL (IDADE E TAMANHOS) E CRESCIMENTO DA  
RAIA-LIXA *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801), CAPTURADA NO NORDESTE  
DO BRASIL.**

**Rafael Santiago Vieira**

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 30/08/2013 pela seguinte Banca Examinadora:

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rosângela Paula Teixeira Lessa**  
(Orientadora)  
[Departamento de Pesca e Aquicultura]  
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

---

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

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Lúcia Araújo**  
[Departamento de Pesca e Aquicultura]  
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

---

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

---

**Prof. Dr. Paulo José Duarte Neto** (Suplente)  
[Departamento de Estatística e Informática]  
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

*“...pra quem tem o pensamento forte, o impossível é só questão de opinião...”*

*Aos meus “pais-avós” Berenice e Vieira,  
por serem meu porto seguro na longa  
jornada da vida.*

## **Agradecimentos**

Primeiramente à Deus por ter me dado forças e coragem quando mais precisei.

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

À CAPES por ter concedido a bolsa de mestrado.

À minha orientadora, Rosângela Lessa, por me aceitar como mais um de seus orientandos, por dividir comigo um pouco de todo seu conhecimento como pesquisadora, agradeço pelas cobranças e pela compreensão nos momentos difíceis.

Ao meu co-orientador Francisco Marcante (o Chico) por toda força nas correções e sugestões de análises e por todas suas considerações que engrandeceram este trabalho.

Aos meus pais por todo apoio, compreensão, paciência e amor gratuito dado ao longo do percurso, por todas as alegrias e conquistas divididas como se fosse uma só pessoa.

À minha família que sempre esteve torcendo por mim, me apoiando em todas as horas, sem deixar que eu perdesse o foco no objetivo final.

À Maria Carolina Monteiro de Frias, por ter vivido comigo os bons e os maus momentos dessa jornada sem que nada pudesse abalar nossa ligação e sim nos deixar ainda mais próximos. Por ter perdido várias horas me dando apoio psicológico, teórico e até prático na dissertação. Agradeço por todo o companheirismo, toda cumplicidade, todo amor, toda amizade, todo carinho e principalmente toda paciência nesses últimos meses.

À todos os meus companheiros do DIMAR, Marcela, Dante, Kaio, Jonas, Maria Lúcia, Tiago e, em especial, Rodrigo e Jones por toda parceria e amizade construída durante esses anos, pelas palavras positivas e por toda força dada para que esse trabalho pudesse ter um ponto final. Foi muito gratificante poder dividir várias e várias horas nessa “segunda casa” que é o Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas.

Aos meus amigos-irmãos Thiago e Bruno pela amizade incondicional, por sempre estarem ao meu lado, desejando meu crescimento e que eu alcance meus objetivos. Sem o apoio de vocês as coisas seriam mais difíceis, obrigado boys.

E a todas as pessoas que me ajudaram e me influenciaram direta ou indiretamente para que eu conquistasse mais essa vitória na vida, meu muito obrigado.

## Resumo

Entre 1995 e 2013, 262 espécimes de *Dasyatis guttata* foram capturados no Nordeste do Brasil nos estados do Maranhão e Pernambuco; 59 provenientes do Maranhão (37 machos com largura de disco - LD variando entre 11,6 e 70,6cm e 22 fêmeas entre 22,8 e 63,9cm) e 203 de Pernambuco capturados em dois períodos: 30 em 1995 (26 machos entre 25,0 e 59,0cm de LD e 4 fêmeas entre 29,6 e 76,5cm) e 173 entre 2011 e 2013 (84 machos de 12,4 a 62,3cm e 89 fêmeas entre 12,6 e 69,5 cm de LD). O índice de porcentagem de erro médio (IAPE) apresentou média de 3,78%, 5,29% e 2,79% para a amostra do Maranhão, e Pernambuco nos dois períodos, respectivamente. A relação LD x raio da vértebra (RV) não apresentou diferenças entre os sexos. A análise de incremento marginal relativo (IMR) não possibilitou a identificação do período de formação de um novo anel, porém uma caracterização de borda das vértebras indicou a formação anual dos anéis, acontecendo no último trimestre. Os parâmetros de crescimento foram estimados por 4 modelos, sendo os menores valores do critério de informação de Akaike (AIC) referente ao modelo de von Bertalanffy, o que melhor representou o crescimento da espécie. Os parâmetros estimados para o Maranhão foram  $L_{\infty} = 62,08\text{cm}$ ;  $k = 0,2$ ;  $t_0 = -2,93$ . Para Pernambuco foram  $L_{\infty} = 66,01\text{cm}$ ;  $k = 0,18$ ;  $t_0 = -1,64$ . As idades que a espécie atinge 95% do  $L_{\infty}$  foram de 21,1 anos no Maranhão e 24,1 em Pernambuco.

**Palavras-chave:** Idade e crescimento, *Dasyatis guttata*, Maranhão, Pernambuco.

## Abstract

Between 1995 and 2013, 262 specimens of *Dasyatis guttata* were captured in northeastern Brazil in the states of Maranhão and Pernambuco; 59 from Maranhão (37 males with width disk, WD, ranging between 11.6 and 70.6 cm and 22 females between 22.8 and 63.9 cm) and 203 from Pernambuco captured in two periods: 30 in 1995 (26 males between 25.0 and 59.0 cm of WD and 4 females between 29.6 and 76.5 cm) and 173 between 2011 and 2013 (84 males from 12.4 to 62.3 cm and 89 females between 12.6 and 69.5 cm of WD). The index of average percent error (IAPE) showed an average of 3.78%, 5.29% and 2.79% for the sample of Maranhão and Pernambuco, in the two periods, respectively. The ratio LD x radius of the vertebrae (RV) did not differ between sexes. The marginal increment relative analysis (MIR) did not allow identification of the period of formation of a new ring, but a characterization of the edge of the vertebrae indicated the formation of annual rings, going in the last quarter. Growth parameters were estimated by four models, with the lowest value of the Akaike information criterion (AIC) for the von Bertalanffy model, best represented the growth of the species. The estimated parameters for the Maranhão were  $L_{\infty} = 62.08\text{cm}$ ,  $k = 0.2$  and  $t_0 = -2.93$ . To Pernambuco were  $L_{\infty} = 66.01\text{cm}$ ,  $k = 0.18$  and  $t_0 = -1.64$ . Ages that the species reaches 95% of the  $L_{\infty}$  were 21.1 and 24.1 years for Maranhão and Pernambuco, respectively.

**Key words:** Age and growth, *Dasyatis guttata*, Maranhão, Pernambuco.



## Lista de figuras

	Página
Figura 1- Espécime de um macho adulto de <i>Dasyatis guttata</i> , com 51 cm de LD, capturado no litoral de Pernambuco .....	16
Figura 2- Distribuição da raia-lixá <i>Dasyatis guttata</i> . Fonte : IUCN.....	16
Figura 3- (A) representação de embarcação de pesca utilizada na pesca de arrasto com portas. (B) rede de arrasto com portas. Fonte: adaptado de FYSON (1991).. ....	36
Figura 4- Mapa geográfico do Brasil. Os estados da região Nordeste onde a <i>D. guttata</i> foi analisada encontram-se em destaque (as áreas em vermelho indicam os locais de coleta em seu respectivo estado).....	37
Figura 5- Vértebra de <i>Dasyatis guttata</i> (RV = raio da vértebra; ZT = zona translúcida; ZO = zona opaca; MN = marca de nascimento; 1,2,3...= anéis etários).....	38
Figura 6 – Distribuições de frequência de largura de disco da raia lixa, <i>Dasyatis guttata</i> capturada no Nordeste do Brasil. Notar diferentes escalas (A = Maranhão, período de 1997/98; B = Pernambuco período de 1995 e C = Pernambuco período entre 2011 e 2013).....	43
Figura 7 – Comparação de leituras independentes (leitura 1 e leitura 2) das secções das vértebras de <i>D. guttata</i> capturada na região nordeste do Brasil. Notar diferentes escalas (A = Maranhão 1997/98; B = Pernambuco 1995; C = Pernambuco 2011/2012/2013).....	44
Figura 8 – Relação entre o raio da vértebra e a largura do disco da raia lixa, <i>Dasyatis guttata</i> , capturada na região Nordeste do Brasil (A = Maranhão 1997/98; B = Pernambuco 1995 e C = Pernambuco de 2011 a 2013).....	45
Figura 9 – Relação entre a taxa de crescimento e a largura do disco de <i>D. guttata</i> capturada em Pernambuco em 1995 (pontos cinzas) e 2011-2012-2013 (pontos pretos)....	48

Figura 10 – Relação entre a taxa de crescimento e a largura do disco de <i>D. guttata</i> capturada no Maranhão (pontos cinzas) e Pernambuco (pontos pretos).....	48
Figura 11 – Incremento marginal relativo (IMR) da raia-lixia, <i>D. guttata</i> , capturada no litoral de Pernambuco.....	49
Figura 12 – Proporção mensal de indivíduos de <i>D. guttata</i> , capturados no litoral de Pernambuco, que apresentaram anel translúcido na borda de sua vértebra (os números indicam a quantidade de indivíduos coletados).....	50
Figura 13 – Distribuição de frequência mensal para raias-lixia, <i>D. guttata</i> , capturadas no litoral de Pernambuco; barras pretas = neonatos; barras brancas = idade 1+; barras cinza = idade 2+.....	51
Figura 14 – Composição de idade para toda amostra da raia-lixia, <i>D. guttata</i> , capturada no Maranhão (linha tracejada divide a amostra em jovens e adultos, de acordo com GIANETI, 11).....	54
Figura 15 – Composição de idade para toda amostra da raia-lixia, <i>D. guttata</i> , capturada em Pernambuco (linha tracejada divide a amostra em jovens e adultos de acordo com GIANETI, 2011).....	55
Figura 16 – Curvas de crescimento estimadas para a raia-lixia, <i>D. guttata</i> , capturada no estado do Maranhão em 1997/98.....	56
Figura 17 – Curvas de crescimento estimadas para a raia-lixia, <i>D. guttata</i> , capturada no estado de Pernambuco.....	56

## Lista de tabelas

	Página
Tabela 1 – Valores de IAPE para os indivíduos coletados no Maranhão em 1997/98. (L1 = grupos etários identificados; N = número amostral por grupo etário).....	46
Tabela 2 – A: valores de IAPE para os indivíduos de Pernambuco coletados no período de 1995; B: valores de IAPE para os indivíduos do Maranhão coletados no período entre 2011 e 2013. (L1 = grupos etários identificados; N = número amostral por grupo etário).....	47
Tabela 3 – Média dos comprimentos observados e retrocalculados para machos e fêmeas de <i>D. guttata</i> capturada no Maranhão em 1997/98.....	52
Tabela 4 – Média dos comprimentos observados e retrocalculados para machos e fêmeas de <i>D. guttata</i> capturada em Pernambuco.....	53
Tabela 5 – Valores dos parâmetros estimados para cada modelo, por período (MA e PE). $L_{\infty}$ = comprimento máximo assintótico, $k$ = taxa de crescimento, $t_0$ = idade de nascimento, $a$ e $b$ = parâmetros da regressão; Intervalos de confiança (ic) limites inferiores e superiores (-/+ ).....	57
Tabela 6 – Modelos de crescimento ranqueados a partir do critério de informação de Akaike (AIC) para os locais de coleta e seus respectivos períodos (Var = variância; $K$ = número de parâmetros do modelo; $w_i$ = peso de Akaike).....	61

## Sumário

	Página
Dedicatória.....	5
Agradecimentos.....	6
Resumo.....	7
Abstract.....	8
Lista de figuras.....	9
Lista de tabelas.....	11
1- Introdução .....	13
2- Revisão de literatura .....	18
3- Referência bibliográfica.....	22
4- Artigo científico .....	33
4.1- Normas da Revista Brasileira de Ciências Agrárias... ..	69

## 1- Introdução

Os elasmobrânquios constituem um grupo de cerca de 1100 espécies composto por aproximadamente 500 espécies de tubarões e 600 espécies de raias, das quais apenas 26 a 31 espécies (cerca de 2,5%) passam a maior parte de sua vida em oceano aberto (COMPAGNO, 1999, 2008). Estão entre os vertebrados mais antigos, tendo sobrevivido por mais de 400 milhões de anos como predadores de topo na cadeia trófica marinha, exercendo assim um papel muito importante no controle de populações de peixes e invertebrados (ELLIS *et al.*, 1996; CAMHI *et al.*, 1998; CAMHI *et al.*, 2008). No Brasil, são conhecidas 85 espécies de tubarões, descritas ou em revisão taxonômica, e 55 espécies de raias, incluindo as que se encontram em processo de descrição ou revisão (SBEEL, 2005).

Esse grupo em geral, segue uma estratégia de vida do tipo k, caracterizada por um crescimento lento, maturação sexual tardia, alta longevidade e baixa fecundidade - características biológicas que tornam esse grupo extremamente susceptível a sobrepesca, levando, mais rapidamente, ao declínio de suas populações (HOLDEN, 1974; HOENIG e GRUBER 1990; MUSICK, 1999; STEVENS *et al.*, 2000). Camhi *et al.*, 1998, comentam que várias populações de elasmobrânquios têm sofrido depleção em todo o mundo devido a fatores antrópicos, como a captura acidental, o aumento gradual do esforço de pesca, além da degradação dos ambientes costeiros e estuarinos.

A captura de tubarões e raias ocorre, predominantemente, na pesca artesanal e industrial, sendo a maioria das espécies capturadas como fauna acompanhante (*bycatch*), sofrendo forte pressão da pesca decorrente do aumento do esforço sobre as espécies-alvo das frotas pesqueiras (HOENIG & GRUBER, 1990). O baixo nível de conhecimento sobre a biologia básica e dinâmica de suas populações dificulta o manejo dos estoques, e o equilíbrio e a saúde do ecossistema marinho dependem da integridade das populações desses animais (SBEEL, 2005). Stevens *et al.*, 2000, abordam os efeitos da pesca de

tubarões e raias e as implicações para o ecossistema marinho, onde a abundância, a estrutura de tamanho e idade e as mudanças nos parâmetros populacionais são afetadas diretamente.

A ordem Myliobatiformes é uma das mais especiosas entre as ordens de elasmobrânquios, incluindo cerca de 160 espécies conhecidas, o que representa 36% de todas as raias (COMPAGNO, 1990). Apesar da diversidade deste grupo específico de raias, pouco se sabe sobre sua história de vida. Algumas espécies desta ordem são temidas em regiões costeiras, por conta de seu espinho caudal nocivo e, em outras áreas, não são bem vindas por predação bancos comerciais de bivalves (DULVY & REYNOLDS, 2002).

As raias da família Dasyatidae, uma das principais dentro das Myliobatiformes, são, em sua grande maioria, bentônicas, de médio a grande porte, variando sua largura de disco de 30 a 200 cm, possuem ampla distribuição, ocorrendo em águas tropicais a temperadas em todo mundo, sendo geralmente encontradas em águas costeiras rasas e estuários (BIGELOW & SCHROEDER, 1953; McEACHRAN & CARVALHO, 2002).

A família Dasyatidae é representada por seis gêneros (COMPAGNO, 1999), sendo o gênero *Dasyatis* mais numeroso com suas 39 espécies reconhecidas (SANTOS & CARVALHO, 2004). Segundo SANTOS *et al* (2004), seis espécies do gênero *Dasyatis* foram reportadas para o Atlântico Sul ocidental (em águas brasileiras), dentre essas, a raia *D. guttata* (Figura 1) ocorre desde o México até Santos (SP) e possui ampla distribuição na costa do Brasil (NOBREGA & LESSA, 2007; BIGELOW & SCHROEDER, 1953; THORSON, 1983; McEACHRAN & CARVALHO, 2002) incluindo o Nordeste brasileiro onde a espécie é registrada desde o Maranhão (LESSA, 1986) até à costa da Bahia (NOBREGA *et al.*, 2009) (Figura 2). Nessa região utiliza as áreas costeiras rasas para seu desenvolvimento nas fases jovens tendo a região de Caiçara do Norte – RN como um berçário primário (YOKOTA & LESSA, 2006).



Figura 1 – Macho adulto de *Dasyatis guttata*, com 51 cm de LD, capturado no litoral de Pernambuco.



Figura 2 – Distribuição geográfica da raia-lixá *Dasyatis guttata* (área hachurada em vermelho). Fonte : IUCN, 2010.

*D. guttata* é uma espécie demersal comumente encontrada em regiões estuarinas. Espécimes de grande porte podem alcançar uma largura de disco máxima entre 180 e 200 cm (McEACHRAN & CARVALHO, 2002).

Apesar de existir uma pescaria dirigida às raias no litoral norte de Pernambuco, próximo a Ilha de Itamaracá, não existe uma atividade pesqueira voltada apenas para a captura dessa espécie, porém indivíduos jovens são capturados como fauna acompanhante na pesca de arrasto com portas para a captura de camarão em vários estados do nordeste do Brasil como Bahia, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Maranhão (MENNI & LESSA, 1998; GADIG *et al.* 2000; ROSA & FURTADO, 2004; YOKOTA & LESSA, 2006).

Algumas informações estão disponíveis acerca da biologia desta espécie, as quais se referem às contribuições de CARQUEIJA *et al.* (1995) e CARVALHO NETA & ALMEIDA (2001) acerca da alimentação, SILVA *et al.* (2001) que abordam sobre a morfologia, SILVA *et al.* (2007) sobre maturidade sexual, LEÃO VAZ *et al.* (2006) fazem menção as relações filogenéticas, SANTOS *et al.* (2010) acerca da reprodução e alimentação e GIANETI (2011) sobre reprodução, alimentação e idade e crescimento. Entretanto, em conformidade com o escasso conhecimento da biologia das raias ao longo da costa atlântica da América do Sul (MENNI, 1986; MENNI & STEHMANN, 2000; McEACHRAN & CARVALHO, 2002), apenas GIANETI (2011), estudou a idade e o crescimento da espécie.

A espécie está presente na lista vermelha da IUCN (International Union for Conservation of Nature) onde é citada como espécie apresentando dados deficientes para a avaliação de seu estado de conservação (ROSA & FURTADO, 2004). Considerando a fragilidade dos elasmobrânquios perante a pesca e o atual declínio de diversas populações (STEVENS *et al.*, 2000; BAUM *et al.*, 2003; MYERS & WORM 2003), faz-se necessário o estudo de idade e crescimento de *D. guttata*, pois somente com base em informações



biológicas mais detalhadas será possível estimar parâmetros populacionais consistentes e confiáveis a serem utilizados em modelos de conservação e manejo dos estoques (CORTÉS, 2004).

As estimativas de idade, assim como os parâmetros de crescimento, são importantes para calcular a taxa de crescimento, estimar a mortalidade, sobrevivência, longevidade e produtividade de uma espécie (CAMPANA, 2001). A adição desses parâmetros em modelos de avaliação permite determinar o nível de exploração de um estoque, permitindo assim um embasamento para a implementação de medidas de administração e manejo para um aproveitamento sustentável (CORTÉS, 1998).

Tendo em vista a exploração de *D. guttata* no Nordeste do Brasil nos últimos anos, o presente trabalho tem como objetivo fornecer informações sobre a composição de idades, sexos e de tamanhos, bem como sobre o crescimento de *D. guttata*, gerando, assim, informações essenciais para auxiliar na gestão desse recurso pesqueiro.

## 2- Revisão de literatura

Muitos métodos de avaliação de mananciais trabalham essencialmente com dados de composição de idades e o estudo do crescimento, basicamente, determina o tamanho do corpo em função da idade, gerando parâmetros essenciais para os modelos de avaliação de estoques e manejo pesqueiro (SPARRE e VENEMA, 1997). A determinação da idade dos peixes a partir de suas estruturas calcificadas é de fundamental importância na investigação pesqueira e para as decisões de gestão (CASSELMAN, 1982; GOLDMAN, 2005). Informações precisas sobre a estrutura e composição etária de uma população permitem estimativas de taxa de crescimento e de outras taxas vitais, tais como mortalidade natural, longevidade e produtividade (CAMPANA, 2001).

A crescente mortalidade por pesca, o atual declínio das diversas populações e a escassez de dados disponíveis na literatura sobre idade e crescimento dos elasmobrânquios, são fatores que dificultam a determinação da capacidade de resistência dos estoques de tubarões e raias (HOFF & MUSICK, 1990; LESSA *et al*, 1999; STEVENS, 2000). Conseqüentemente, um melhor entendimento acerca desses parâmetros populacionais faz-se necessário para serem utilizados, visando a conservação e manejo de estoques (CORTÉS, 2004).

Para determinar a idade dos peixes são utilizados, basicamente, dois métodos: (A) indiretos, baseados em dados de crescimento em cativeiro e análise de distribuição de frequência de comprimentos, onde os comprimentos dos indivíduos de mesma idade tendem a apresentarem uma distribuição normal, e (B) diretos, baseados na interpretação de anéis de crescimento que são marcas depositadas em estruturas calcárias como vértebras, escamas, otólitos, espinhos ou ossos, como conseqüência de processos sazonais associados a fatores ambientais ou intrínsecos, responsáveis pelo crescimento, reprodução ou atividade metabólica (SPARRE & VENEMA, 1997; MONTEALEGRE-QUIJANO, 2002).

As estruturas calcificadas têm um potencial para crescer ao longo da vida dos peixes e agir como um registro permanente de uma escala regular de tempo, cuja definição varia de uma estrutura para outra em relação aos seus processos de biomineralização e papel funcional (PANFILI, 2002). Apesar de existirem estudos utilizando estruturas como espinhos das nadadeiras dorsais, quando presentes, em algumas espécies de tubarões (CLARKE & IRVINE, 2006; TOVAR-ÁVILA *et al*, 2011), espinhos caudais de raias (GALLAGHER *et al*, 2005, 2006) e arcos neurais (McFARLANE *et al*, 2002), a determinação da idade em elasmobrânquios é realizada, na grande maioria das vezes, através da interpretação das marcas de crescimento conhecidas como bandas ou anéis etários registradas nas vértebras (CAMPANA, 2001; CAILLET, 1990).

Entretanto, estudos de crescimento com estruturas rígidas possuem duas premissas: 1) a existência da proporcionalidade entre a estrutura analisada e o comprimento total do indivíduo e 2) o conhecimento da periodicidade com que as marcas de crescimento se depositam na estrutura, sendo esses passos críticos quando se usa estrutura rígida para determinar a idade (BROTHERS, 1983).

O retrocálculo, técnica baseada na primeira premissa, é utilizado para descrever o histórico de crescimento de cada indivíduo amostrado e permite estimar o tamanho do indivíduo em qualquer idade (FRANCIS, 1990). Segundo WHITNEY & CARLANDER (1957 *apud* FRANCIS, 1990) essa técnica é baseada num dos requisitos para o estudo do crescimento: a existência de proporcionalidade entre a estrutura analisada e o tamanho do indivíduo. Esta proporcionalidade é essencial, pois a estrutura se torna inviável para o estudo se a mesma não aumenta em proporção ao tamanho do indivíduo.

O processo para se obter sucesso na segunda premissa é conhecido como validação que constitui a confirmação da periodicidade de deposição das marcas de crescimento na estrutura, representando a forma de avaliar a acurácia das estimativas de idade, sendo um

requisito básico para estudos que utilizam estruturas rígidas (CASSELMAN, 1983; CAMPANA, 2001; CAILLET & GOLDMAN, 2004).

Entre outros métodos de validação como marcação e recaptura, validação química e análise de frequências de classes de comprimento, CAMPANA (2001) destaca a análise do Incremento Marginal (IM) como o método mais barato e comumente usado, onde assume-se que cada incremento de crescimento é formado com uma periodicidade conhecida o que é demonstrado por uma curva sinusoidal que atinge valores próximos de zero, quando um novo anel começa a se formar e próximos a um, quando se completa.

No entanto, os resultados da análise do incremento marginal podem não ser completamente conclusivos e isso pode estar associado a diferentes épocas de formação dos incrementos nos indivíduos da mesma classe de idade ou a limitações no tamanho da amostra. (LESSA *et al.* 2006). Como estratégia para resolver essa problemática LESSA *et al.*, 2000 e CRABTREE & BULLOCK (1998) utilizaram a caracterização de borda da estrutura para inferir no período de formação das bandas de crescimento e expressaram a distância do último anel à borda da estrutura como uma porcentagem da distância entre os dois últimos anéis formados, respectivamente.

Vários modelos de crescimento são utilizados em biologia pesqueira, podendo-se citar como principais os de von BERTALANFFY (1938), GOMPERTZ (1825), RICHARDS (1959) e SCHNUTE (1981). O modelo de von Bertalanffy, entre todos, é o mais comumente utilizado, sendo ajustado para diversos grupos em razão do seu embasamento biológico e devido a seus parâmetros constituírem-se em dados de entrada para os modelos de avaliação de estoques (PANFILI, 2002; CAMPANA, 2001)

Trabalhos sobre idade e crescimento de espécies do gênero *Dasyatis*, utilizando vértebras foram realizados com sucesso para *Dasyatis chrysonota chrysonota* (COWLEY, 1997), *D. dipterura* (SMITH *et al.*, 2007), *D. fluviorum* (PIERCE & BENNET, 2010),

*D. pastinaca* (ISMEN, 2003) e *D. guttata* (GIANETI, 2011). Essas espécies apresentam uma grande variação em relação aos seus parâmetros de crescimento, assim como sugerido por LESSA *et al* (2008) para algumas espécies do gênero *Rhinobatos*, essa variação pode estar correlacionada com as diferentes estratégias adaptativas que essas espécies do gênero *Dasyatis* apresentam nas diferentes regiões onde ocorrem.

Sendo assim a hipótese do presente estudo é que a idade da raia *D. guttata*, capturada no Nordeste do Brasil, pode ser estimada a partir da análise dos incrementos nas vértebras desta espécie, permitindo conhecer a composição etária e, por conseguinte determinar o padrão de crescimento.

## **OBJETIVO**

O objetivo principal foi estimar a idade e o crescimento da raia *D. guttata*, capturada no Nordeste do Brasil, através de análises dos anéis etários contidos em suas vértebras. Os objetivos específicos foram: estimar os parâmetros de crescimento segundo os modelos de von Bertalanffy (1938); um modelo modificado de von Bertalanffy baseado no tamanho de nascimento estimado através da média entre o maior embrião e o menor indivíduo de vida livre reportado por GIANETI, 2011 (VBGMb; SIMPFENDORFER *et al.*, 2002); Richards (1959) e Gompertz (1825) para a raia *D. guttata*; e determinar a composição etária das capturas obtidas na região Nordeste utilizando dados de análise de anéis etários contidos em sua estrutura rígida.

### 3- Referências bibliográficas

BEAMISH, R.J.; FOURNIER, D.A. A method for comparing the precision of a set of age determinations. **Can. J. Fish. Aquatic. Sci.**, 1981. 38:982-983

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

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

CAILLIET, G. M., MARTIN, K.L.; KUSHER, D.; WOLF, P.; WELDEN, B. A. In: Prince, E. D. and L. M. Pulos. Techniques for enhancing vertebral bands in age estimation of California elasmobranchs. In: Prince, E. D. and L. M. Pulos (Eds.), Proceedings of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. **NOAA Technical Report NMFS**, 1983. 8: 157 – 165.

CAILLIET, G.M. Elasmobranch age determination and verification: An update review. **NOAA Technical Report NMFS**, 1990. 90: 157-165.

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.

CAMHI, M.D.; PIKITCH, E.K.; BADCOCK, E.A, editors. Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation. **Blackwell Publishing**, Oxford, UK, 2008. 536 p.

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

CARQUEIJA, C. R. G.; SOUZA FILHO, J. J. de; GOUVÊA, E. P. de; QUEIROZ, E. L. de. Decápodos (CRUSTACEA) utilizados na alimentação de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider) (ELASMOBRANCHII, DASYATIDAE) na área de influência da estação ecológica Ilha do medo, Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia.** 1995. 12 (4): 833-838.

CARVALHO NETA, R. N. F.; ALMEIDA, Z. da S. de. Aspectos alimentares de *Dasyatis guttata* (ELASMOBRANCHII, DASYATIDAE) na costa maranhense. Bol. Lab. Hidrobio., 2001/2002. 14/15: 77-98.

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

CASEY, J.G.; PRATT, H.L; STILLWELL, C.E. In: Prince, E. D. and L. M. Pulos. Age and growth of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, from the western North Atlantic. In: Prince, E. D. and L. M. Pulos (Eds.), Proceedings of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. **NOAA Technical Report NMFS**, 1983. 8: 1 – 17.

CLARKE, M.W.; IRVINE, S.B. Terminology for the ageing of chondrichthyan fish using dorsal-fin spines. **Environmental Biology of Fishes.** 2006. vol. 77:273–277.

COMPAGNO, L.J.V. Alternative life history of cartilaginous fishes in time and space.

**Environmental Biology of Fishes**. 1990. 28(1): 35-75.

COMPAGNO, L.J.V. Checklist of living elasmobranchs. In Hamlett W.C. Ed. **Sharks, Skates and Rays: the Biology of Elasmobranch Fishes** (Johns Hopkins University Press, Baltimore), 1999. pp. 471-498. 515 pp.

COMPAGNO, L.J.V. Pelagic elasmobranch diversity. In: **Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation** (eds. M. D. Camhi, E. K. Pikitch and E. A. Babcock). Blackwell Publishing, Oxford, UK. 2008.

CORTÉS, E. Demographic analysis as an aid in shark stock assessment and management. **Fisheries Research**. 1998. 39: 199-208.

CORTÉS, E. Life history patterns, demography, and population dynamics. In: **Biology of Sharks and their Relatives**. Carrier, J. C.; Musick, J. A. & Heithaus, ed. CRC Press – Florida, US. 2004. pp. 449 – 469

COWLEY P.D. Age and growth of the blue stingray *Dasyatis chrysonota chrysonota* from the South-Eastern Cape coast of South Africa. **South African J. of Marine Science**. 1997. 18, 31–38.

CRABTREE, R.E. & BULLOCK, L.H. Age, growth and reproduction of black grouper, *Micropogonias undulatus*, in Florida waters. **Fish. Bull.** 1998. 96: 735-753.



DULVY, N.K.; REYNOLDS, J.D., Predicting extinction vulnerability in skates. **Conservation Biology**. 2002. 16, 440-45.

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

GADIG, O.B.F.; BEZERRA, M.A.; FEITOSA, R.D.; FURTADO-NETO, M.A. Ictiofauna marinha do Estado do Ceará, Brasil: I. Elasmobranchii. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza. 2000. 33:51-56.

GALLAGHER, M. J.; NOLAN, C.P.; JEAL, F. The Structure and Growth Processes of Caudal Thorns. **J. Northw. Atl. Fish. Sci.** 2005. 35: 125-129.

GALLAGHER, M.J.; GREEN, M.J.; NOLAN, C.P. The potential use of caudal thorns as a non-invasive ageing structure in the thorny skate (*Amblyraja radiata* Donovan, 1808). **Environmental Biology of Fishes**. 2006, vol. 77: 265-272.

GIANETI, M.D. Reprodução, alimentação, idade e crescimento de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) (Elasmobranchii; Dasyatidae) na região de Caiçara do Norte – RN. **Tese (Doutorado)**. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil. 2011.

GOLDMAN, K.J. Management techniques for elasmobranch fisheries. **FAO Fisheries Technical Paper**. No. 474. Rome, FAO. 2005. 251 p, Chapter 6: 76-102.

GOMPERTZ, B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on the mode of determining the value of life contingencies. **Phil. Trans. Royal Soc.** London, 1825. 115:513-585.

HOENIG, J.M.; GRUBER, S.H. 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*. 1990. pp. 1–16. **NOAA Technical Report NMFS 90**

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

ISMEN, A. Age, growth, reproduction and food of common stingray (*Dasyatis pastinaca* L., 1758) in Iskenderun Bay, the eastern Mediterranean. **Fisheries Research**. 2003. 60, 169–176.

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

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

LEÃO VAZ, L. de A.; CARREIRO, C. R. P.; GOULART-FILHO, L. R.; FURTADO-NETO, M. A. A. Relações filogenéticas em raias (*Dasyatis*, ELASMOBRACHII) do estado do Ceará, Brasil. **Arq. Ciên. Mar.** Fortaleza, 2006. 39: 86 – 88.

LESSA, R.P. Biologie et dynamiques des populations de *Rhinobatos horkelii* (Müller & Henle, 1841) du plateau continental du Rio Grande do Sul (Bresil). **Tese (Doutorado)**. Université de Bretagne Occidentale, Brest, França. 1982. 238 p.

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

LESSA, R.; SANTANA, F.M.; HAZIN, F.H. Age and growth of the blue shark *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) off northeastern Brazil. **Fisheries Research** **66** (2004) 19–30.

LESSA, R.P.; BARRETO, R.R.; QUAGGIO, A.C.; VALENÇA, L.R.; SANTANA, F.; YOKOTA, L.; GIANETTI, M.D. Levantamentos das espécies de elasmobrânquios capturados por aparelhos de pesca que atuam no berçário de Caiçara do Norte (RN). **Labomar Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, 2008, 41(2): 58 - 64

McEACHRAN, J.D.; CARVALHO, M.R. Dasyatidae. In: CARPENTER, K.E. (Ed.) **The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic**. Volume 1: Introduction, Molluscs, Crustaceans, Hagfishes, Sharks, Batoid fishes and Chimaeras. Rome: FAO, 2002. p.562-571.

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

MENNI, R. C. Shark biology in Argentina: a review. In: **Indo-Pacific Fish Biology**. Ichthyology Society of Japan, Tokio. 1986. pp. 425-436.

MENNI, R.C.; LESSA, R.P. The chondrichthyan community off Maranhão (northeastern Brazil). II Biology of species. **Acta Zoológica Lilloana**, 1998. 44 (1): 69-89

MENNI, R.C.; STEHMANN, M.F.W. Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguai and Brazil. A review. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernadino Rivadavia**. 2000. n.s., 2(1): 69-109

MUSICK, J.A. 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**., American Fisheries Society Symposium 23, Bethesda, Maryland. 1999. pp.1-10.

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

NOBREGA, M.F.; LESSA, R.P. Descrição e composição das capturas da frota pesqueira artesanal da região nordeste do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 40. 2007. p. 64-74.

PANFILI, J.; PONTUAL, H. (de).; TROADEC, H.; WRIGHT, P.J. (eds). **Manual of fish sclerochronology**. Brest, France: Ifremer-IRD coedition, 2002. 464 p.

PIERCE, S.J.; BENNETT, M.B. Destined to decline? Intrinsic susceptibility of the threatened estuary stingray to anthropogenic impacts. **Marine and Freshwater Research**, 2010. 61: 1468-1481.

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

ROSA, R.S.; FURTADO, M. 2004. *Dasyatis guttata*. In: IUCN 2010. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2010.4. Disponível em: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 23 May 2011.

SANTOS, H.R.S.; GOMES, U.L.; CHARVET-ALMEIDA, P. A new species of whiptail stingray of the genus *Dasyatis* Rafinesque, 1810 from the Southwestern Atlantic Ocean (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Dasyatidae). **Zootaxa**, 2004. V. 492, p. 1-12.

SANTOS, H.R.S.; CARVALHO, M.R. Description of a new species of whiptailed stingray from the southwestern atlantic ocean (CHONDRICHTHYES, MYLIOBATIFORMES, DASYATIDAE). **Bol. Mus. N. S. Zool.** Rio de Janeiro, 2004. V. 516, p. 1 – 24.

SANTOS, D. da S.; BATISTA, V. da S.; MACEDO, M. M.; SANTOS, T. L. S.; FABRÉ, N. N.; ALENCAR, H. Aspectos da bioecologia de elasmobrânquios marinhos: biologia reprodutiva e alimentação da arraia chapéu de couro *Dasyatis guttata* Bloch & Schneider (1801) no litoral de Maceió e Paripueira, Alagoas. In: 62ª Reunião Anual da SBPC, 2010. Natal. **Anais**. Natal/RN. SBPC, 2010. Resumo 6468.

SBEEL (Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios). **Plano Nacional de Ação para a Conservação e o Manejo dos Estoques de Peixes Elasmobrânquios no Brasil**. Recife, 2005. 100 pp.

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

SILVA, G. B. da; VIANA, M. S. R.; FURTADO-NETO, M. A. A. Morfologia e alimentação da raia *Dasyatis guttata* (CHONDRICHTHYES:DASYATIDAE) na enseada do Mucuripe, Fortaleza, Ceará. **Arq. Ciên. Mar.** Fortaleza, 2001. 34: 67 – 75.

SILVA, G. B. da; BASÍLIO, T. H.; NASCIMENTO, F. C. P.; FONTELES-FILHO, A. A. Tamanho na primeira maturidade sexual das raias *Dasyatis guttata* e *Dasyatis americana* no litoral do estado do Ceará. **Arq. Ciên. Mar.** Fortaleza, 2007. 40(2): 14 – 18.

SILVA, G. B. da; BASÍLIO, T. H.; NASCIMENTO, F. C. P. Distribuição de comprimento das raias *Dasyatis guttata* e *Dasyatis americana* no litoral do estado do Ceará, em função do aparelho de pesca. **Arq. Ciên. Mar.** Fortaleza, 2007. 40 (1): 38 – 42.

SMITH, W.D.; CAILLIET, G.M.; MARIANO-MELENDZ, E. Maturity and growth characteristics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura*. **Marine and Freshwater Research.** 2007. 58: 54-56

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. **Biometry**: the principles and practice of statistics in biological research. New York: W. H. Freeman and Company, 1995. 850p

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

STEVENS, J.D., BONFIL, R., DULVY, N. K. & WALKER, P. A. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. **ICES Journal of Marine Science**, 2000. 57: 476-494.

TOVAR-ÁVILA, J.; IZZO, C.; WALKER, T.I.; BRACCINI, J.M.; DAY, R.W. Dorsal-fin spine growth of *Heterodontus portusjacksoni*: a general model that applies to dorsal-fin spines of chondrichthyans? Published on the web 10 April 2011. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**.

THORSON, T. B. Observations on the morphology, ecology and life history of the euryhaline stingray, *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801). **Acta Biologica Venezuelana**, 1983. 11(4): 95-125.

WALKER, T.I.; OFFICER, R.A.; CLEMENTE, J.G.; BROWN, L.P. **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. 1995. 91p.

YOKOTA, L.; LESSA, R. P. A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, 2006. V. 75, p. 349-360.

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

662 p.



#### 4- Artigo científico

### **ESTRUTURA POPULACIONAL (IDADE E TAMANHOS) E CRESCIMENTO DA RAIA-LIXA *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801), CAPTURADA NO NORDESTE DO BRASIL.**

Rafael Santiago Vieira<sup>a</sup>, Francisco Marcante Santana<sup>b</sup>, Rosangela Paula Lessa<sup>a</sup>.

<sup>a</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq); Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas (DIMAR); Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife – PE, CEP 52171-900; +55 81 33206523.

<sup>b</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST); Caixa postal 063, Fazenda Saco, Serra Talhada – PE, CEP 56903-970.

#### **RESUMO**

Entre 1995 e 2013, 262 espécimes de *D. guttata* foram capturados no Nordeste do Brasil nos estados do Maranhão e Pernambuco; 59 provenientes do Maranhão (37 machos com largura de disco - LD variando entre 11,6 e 70,6cm e 22 fêmeas entre 22,8 e 63,9cm) e 203 de Pernambuco capturados em dois períodos: 30 em 1995 (26 machos entre 25,0 e 59,0cm de LD e 4 fêmeas entre 29,6 e 76,5cm) e 173 entre 2011 e 2013 (84 machos de 12,4 a 62,3cm e 89 fêmeas entre 12,6 e 69,5 cm de LD). O índice de porcentagem de erro médio (IAPE) apresentou média de 3,78%, 5,29% e 2,79% para a amostra do Maranhão, e Pernambuco nos dois períodos, respectivamente. A relação LD x raio da vértebra (RV) não apresentou diferenças entre os sexos. A análise de incremento marginal relativo (IMR) não possibilitou a identificação do período de formação de um novo anel, porém uma caracterização de borda das vértebras indicou a formação anual dos anéis, acontecendo no último trimestre. Os parâmetros de crescimento foram estimados por 4 modelos, sendo os menores valores do critério de informação de Akaike (AIC) referente ao modelo de von Bertalanffy, o que melhor representou o crescimento da espécie. Os parâmetros estimados para o Maranhão foram  $L_{\infty} = 62,8\text{cm}$ ;  $k = 0,2$ ;  $t_0 = -2,93$ . Para Pernambuco foram  $L_{\infty} = 78,0\text{cm}$ ;  $k = 0,15$ ;  $a = 1,08$ . As idades que a espécie atinge 95% do  $L_{\infty}$  foram de 21,1 anos no Maranhão e 24,1 em Pernambuco.

Palavras chave: Idade, crescimento, *Dasyatis guttata*, Maranhão, Pernambuco

## INTRODUÇÃO

A raia-lixá, *Dasyatis guttata*, tem ampla distribuição na costa leste do continente americano, ocorrendo desde o México até Santos (SP) no Brasil (BIGELOW & SCHROEDER 1953; THORSON 1983; McEACHRAN & CARVALHO 2002; NOBREGA & LESSA 2009), incluindo o Nordeste brasileiro onde a espécie é registrada desde o Maranhão (LESSA 1986) até à costa da Bahia (NOBREGA *et al.* 2009). Nessa região utiliza as áreas costeiras rasas para seu desenvolvimento nas fases jovens tendo, entre outras, a região de Caiçara do Norte como um berçário primário (YOKOTA & LESSA 2006) possivelmente entre outros ainda a determinar. Ocupa o ambiente demersal, sendo comumente encontrada em regiões estuarinas e espécimes podem alcançar uma largura de disco máxima entre 180 e 200 cm (McEACHRAN & CARVALHO 2002).

Apesar de existir uma pescaria dirigida às raias no litoral norte de Pernambuco, próximo a Ilha de Itamaracá, não existe uma atividade pesqueira voltada apenas para a captura dessa espécie. Indivíduos jovens são capturados como fauna acompanhante na pesca de arrasto com portas para camarão em vários estados do Nordeste do Brasil como Bahia, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Maranhão (MENNI & LESSA 1998; GADIG *et al.*, 2000; ROSA & FURTADO 2004; YOKOTA & LESSA 2006).

Algumas informações estão disponíveis sobre alguns aspectos da biologia desta espécie, (CARQUEIJA *et al.*, 1995; CARVALHO NETA & ALMEIDA 2001; SILVA *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2007; LEÃO VAZ *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2010 e GIANETI 2011). Entretanto, em conformidade com o escasso conhecimento da biologia das raias ao longo da costa atlântica da América do Sul (MENNI & STHEMANN 2000; McEACHRAN & CARVALHO 2002), apenas GIANETI (2011) analisou o crescimento da espécie no litoral oeste do Rio Grande do Norte.

A raia-lixá está presente na lista vermelha de espécies ameaçadas da IUCN (International Union for Conservation of Nature) classificada como uma espécie deficiente de dados (DD), o que impede a avaliação precisa de seu estado de conservação (ROSA & FURTADO 2004). Considerando a fragilidade dos elasmobrânquios perante a pesca e o atual declínio de diversas populações (STEVENS *et al.*, 2000; BAUM *et al.*, 2003; MYERS & WORM 2003), faz-se necessário o estudo de idade e crescimento de *D. guttata*, pois somente com base em informações biológicas mais detalhadas será possível estimar parâmetros populacionais consistentes e confiáveis a serem utilizados em modelos de conservação e manejo dos estoques (CORTÉS, 2004).

Tendo em vista a exploração desta espécie no Nordeste do Brasil nos últimos anos, tanto como *by-catch* como comercializada para alimentação, o presente trabalho tem como objetivo fornecer informações sobre a composição de idades, sexos e de tamanhos, bem como sobre o crescimento de *D. guttata*, gerando, assim, informações essenciais para auxiliar na gestão desse recurso pesqueiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes de *D. guttata* amostrados foram provenientes da pesca de arrasto com portas (Figura 3) para captura de camarão efetuada no litoral de Jaboatão dos Guararapes e no litoral do município de Serinhaém, litoral sul de Pernambuco, e da pesca de linha de mão no litoral norte do estado, próximo à ilha de Itamaracá. Foram realizadas coletas mensais nestas localidades nos municípios de Jaboatão dos Guararapes, Serinhaém e Itapissuma, litoral central, sul e norte, respectivamente, (Figura 4A) através do desembarque do pescado no término da operação de pesca, cobrindo então uma parte do desembarque da espécie no litoral do estado. A coleta dos indivíduos se deu de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2013.

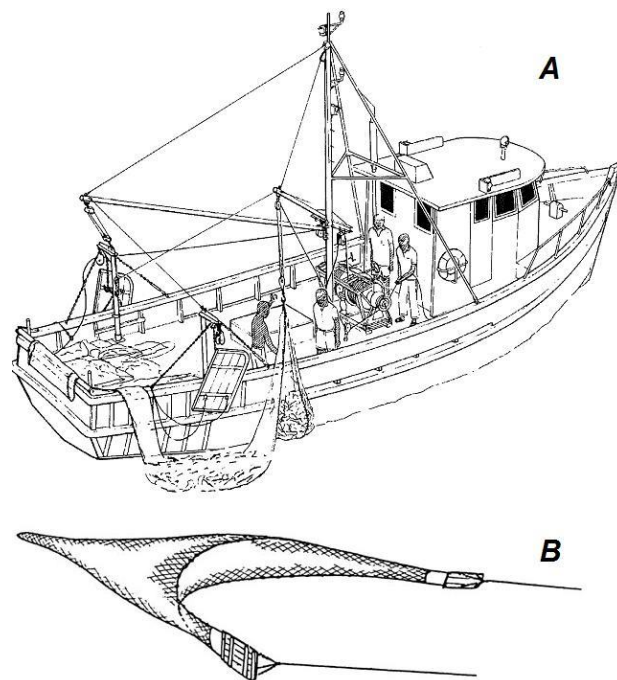


Figura 3 – (A) Representação da embarcação de pesca utilizada na pesca de arrasto com portas. (B) Rede de arrasto com portas. Fonte: adaptado de FYSON (1991).

Também foram disponibilizadas, pelo Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas (DIMAR) do Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), vértebras de indivíduos capturados no ano de 1995, também em Pernambuco. Tais vértebras foram coletadas de espécimes capturados na pesca de espinhel de superfície direcionada para a captura de tubarões próximo à costa do estado realizada pelo projeto de Ecologia de tubarões no litoral do estado de Pernambuco (ETEPE 1995).

Por fim, também disponibilizadas pelo DIMAR, foram analisadas vértebras de espécimes capturados como fauna acompanhante da pesca de rede de emalhar flutuante, voltada para a captura do peixe serra (*Scomberomorus brasiliensis*), na costa ocidental do Maranhão (Figura 4B) entre 1997 e 1998.

Informações sobre o crescimento de *D. guttata* (GIANETI 2011) capturada na região de Caiçara do Norte – RN também foram utilizadas para comparações com os espécimes analisados provenientes de Pernambuco e Maranhão, o que permitiu analisar o crescimento da espécie em toda região Nordeste do Brasil.

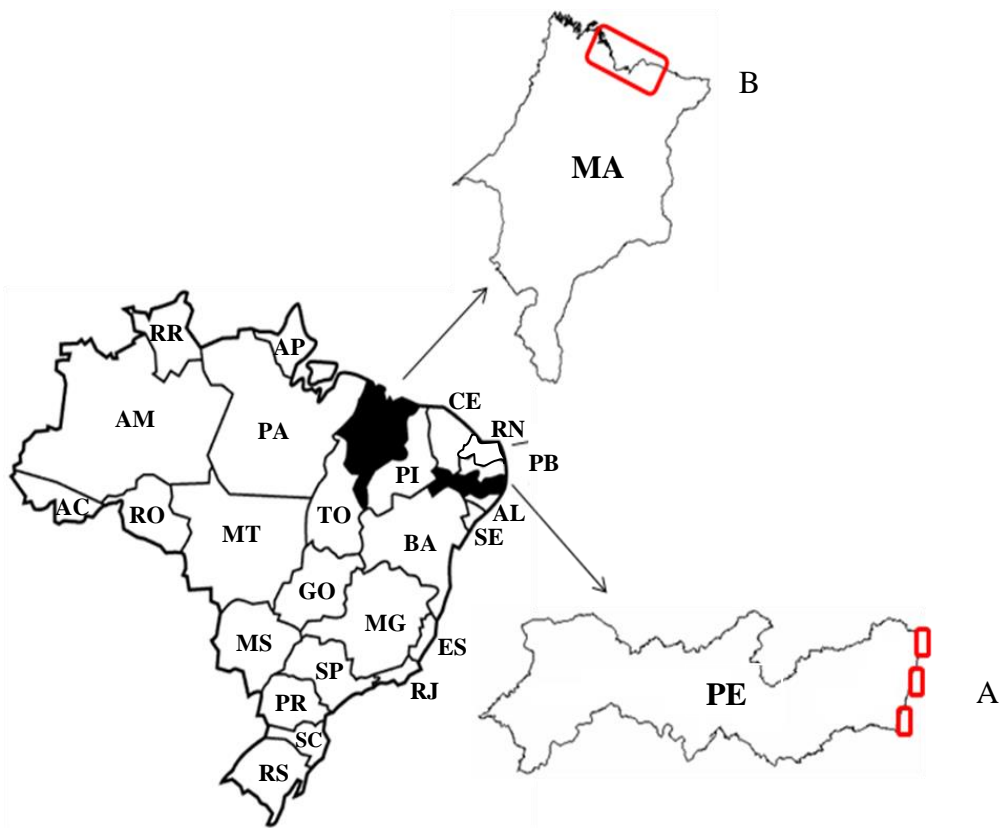


Figura 4 – Mapa do Brasil, com destaque para os estados da região Nordeste de onde foram obtidos os exemplares de *D. guttata* analisados (as áreas em vermelho indicam os locais de coleta em seu respectivo estado).

De todos os indivíduos foi registrado o sexo e mensurada a largura do disco – LD, em centímetros. Ao longo do texto sempre que inferências sobre o tamanho forem feitas refere-se à largura do disco - LD.

## 5.1 – Idade

Foi retirado de cada indivíduo amostrado, da região mediana dorsal do disco, um bloco de seis vértebras que foram limpas para eliminar o excesso de tecido adjacente e em seguida foram fixadas em formaldeído a 4% por vinte e quatro horas e conservadas em etanol 70% (LESSA 1982; CASEY *et al.* 1983). Posteriormente, foram inclusas em resina poliéster transparente e seccionadas a, aproximadamente, 1 mm de espessura, passando pelo foco com serra metalográfica de baixa velocidade BUEHLER® (CAILLIET *et al.* 1983; LESSA *et al.* 2004). As vértebras foram lixadas em uma Politriz com uma lixa d'água de 180 de gramatura e polidas com lixas d'água finas (> 1200 de gramatura).

As bandas de crescimento, constituídas por uma zona opaca (brilhante larga) e uma zona translúcida (escura estreita) (Figura 5) (CASSELMAN 1983), foram observadas e medidas em cada secção utilizando-se um microscópio estereoscópico, em aumento de 10X, com ocular graduada, sendo medidas as distâncias do raio da vértebra – RV (desde o foco da vértebra à borda das secções ao longo do *corpus calcareum*) e dos raios das marcas de crescimento (desde o foco da vértebra a cada zona translúcida) (CAILLIET *et al.* 1983). A luz foi utilizada em forma transmitida para que as marcas de crescimento pudessem aparecer de forma translúcida.

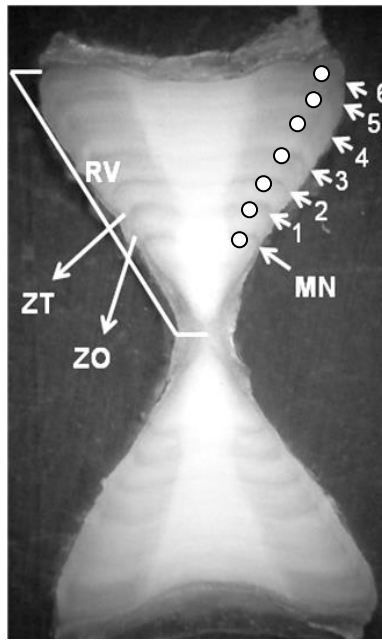


Figura 5 – Vértebra de *Dasyatis guttata* (RV = raio da vértebra; ZT = zona translúcida; ZO = zona opaca; MN = marca de nascimento; 1,2,3...= anéis etários).

Para comparar a reprodutibilidade da determinação dos grupos etários entre as leituras, foi calculado o índice de porcentagem do erro médio (*IAPE*) proposto por BEAMISH & FOURNIER (1981):

$$I A P E = \frac{1}{N} \cdot \sum \left( \frac{1}{R_j} \cdot \sum ( \frac{|X_{ij} - X_j| }{X_j} ) \right) \cdot 100$$

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

Foi verificada a existência de proporcionalidade entre o raio da vértebra (RV) e a largura do disco (LD), a partir da análise de regressão. As análises foram realizadas para machos e fêmeas separadamente, e, em seguida, comparadas através da análise de covariância (ANCOVA) com significância de  $p < 0,05$  a fim de se verificar possíveis diferenças entre sexos (SOKAL & ROHLF 1981).

Após verificar a proporcionalidade entre a vértebra e o comprimento do indivíduo, os comprimentos nas idades prévias foram estimados a partir dos comprimentos retrocalculados, através da equação proposta por Fraser-Lee (FRANCIS 1990):

$$Lt = \left( \frac{Rt}{RV} \right) (LD - a) + a,$$

Onde: Lt = tamanho retrocalculado da raia quando o anel “t” foi formado;

Rt = distância entre o foco e cada anel translúcido na idade “t”;

RV = o raio da vértebra;

LD = largura do disco no momento da captura;

a = coeficiente linear da relação entre o RV e o LD.

Diferenças no crescimento devido ao longo período de amostragem e diferentes áreas de coleta foram investigadas. Para este fim, os comprimentos médios nas idades foram retrocalculados e as taxas de crescimento foram obtidas. Para identificar diferenças entre as regressões lineares, taxas de crescimento (Y) versus o tempo médio entre os anos (X) foram relacionadas (SPARRE *et al.* 1989), em cada período e área de amostragem. As diferenças entre as regressões foram testadas através de análise de covariância (ANCOVA).

Para validação da periodicidade da formação do incremento etário, foi realizada a análise do incremento marginal relativo (IMR) 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 (NATANSON *et al.* 1995), através da seguinte fórmula:

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

Em que: RV = distância entre o núcleo e a borda da vértebra;

R<sub>n</sub> = distância entre o núcleo e a última zona translúcida;

R<sub>n-1</sub> = distância entre o núcleo e a penúltima zona translúcida.

Para testar as diferenças das medianas do IMR ao longo dos meses do ano foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis.

Também, foi utilizada a metodologia de CARLSON *et al.* (1999) para a caracterização de borda da vértebra através de observações de zonas opacas presentes. Essas observações foram plotadas mensalmente para identificar o período de maior frequência de zonas opacas na borda das vértebras, indicando, assim, o período de formação dos anéis de crescimento.

Simultaneamente, foi realizada a análise empregada por BARRETO *et al.* (2011) que realizaram uma distribuição de frequência mensal para indivíduos neonatos (exibindo apenas a marca de nascimento; (0 +) e que apresentaram uma (1 +) e duas (2 +) marcas de crescimento, com o objetivo de, também, identificar a época de deposição das mesmas, bem como a duração do período desde o nascimento e a deposição do primeiro par de banda. A idade de maturação de 4,5 anos foi baseada em GIANETI, 2011.

## 5.2 – Crescimento

SPARRE & VENEMA (1997) sugeriram que os peixes aumentam de tamanho de acordo com a idade, entretanto, o incremento do tamanho por unidade de tempo (taxa de crescimento) diminui à medida que os indivíduos envelhecem. Com base nessa informação, as taxas de crescimento dos indivíduos coletados nas diferentes regiões e períodos foram comparadas com o objetivo de avaliar se a espécie possui crescimento semelhante ou não nas diferentes regiões de coleta.

A relação da largura do disco com o número de marcas de crescimento foi ajustada aos modelos: 1) von Bertalanffy - VBGM (BEVERTON 1954); 2) um modelo modificado de von Bertalanffy - VBGMb (SIMPENDORFER *et al.* 2002) que fixa o início da curva ao tamanho de nascimento estimado ( $L_0$ , em cm), baseado na média entre o maior embrião (16,8 cm) e o menor indivíduo de vida livre (12,7 cm) reportado por GIANETI (2011); 3) Richards e 4) Gompertz (ambos em SCHNUTE 1981) para a obtenção de curvas de crescimento. Os comprimentos observados e retrocalculados foram ajustados a todos os modelos a seguir:



$$\rightarrow \text{VBGM} : L_t = L_\infty \left[ 1 - e^{-k(t-t_0)} \right] \quad (1)$$

$$\rightarrow \text{VBGMb} : L_t = L_0 + (L_\infty - L_0) [1 - e^{-(k)t}] \quad (2)$$

$$\rightarrow \text{Richards} : L_t = L_\infty / \left[ 1 + e^{(-kt+b)} \right]^m \quad (3)$$

$$\rightarrow \text{Gompertz} : L_t = L_\infty e^{[-a \text{Exp}(-kt)]} \quad (4)$$

Onde,  $L_t$  é comprimento na idade  $t$ ;  $L_\infty$  é comprimento máximo ou assintótico que o indivíduo pode atingir;  $k$  é a constante de crescimento;  $t$  é a idade do indivíduo;  $t_0$  é a idade teórica do tamanho zero;  $a$  e  $b$  são os parâmetros da regressão e  $m$  é uma constante.

Para selecionar o modelo que melhor descreve o crescimento da espécie foi utilizado o critério de informação de Akaike (AIC) (KATSANEVAKIS 2006), baseado no valor da verossimilhança e no número de parâmetros que cada modelo utiliza para descrever o crescimento, sendo aquele com o menor valor AIC o melhor modelo.

$$AIC = -2 \log\{\theta\} + 2k$$

Onde:  $\theta$  = máxima verossimilhança;

$k$  = número de parâmetros do modelo.

Para avaliar o suporte estatístico de cada modelo, foram adotadas as premissas propostas por Burnham e Anderson (2002), onde  $\Delta_i > 10$  o modelo não tem suporte estatístico e pode ser omitido;  $\Delta_i < 2$ , o modelo tem suporte substancial;  $4 < \Delta_i < 7$ , o modelo tem pouco suporte. Adicionalmente o peso de Akaike ( $w_i$ ) foi utilizado para quantificar cada modelo em relação ao ajuste de dados de acordo com a seguinte fórmula:

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

Após a determinação do modelo, ajustou-se a curva de crescimento que melhor descreveu o crescimento da espécie. O teste para comparação entre os sexos foi baseado em KIMURA (1980) com nível de rejeição da hipótese nula estipulado em 0,05. A longevidade ( $\omega$ ), o tempo necessário para atingir 95% de  $L_\infty$ , também foi calculada segundo Taylor em SPARRE & VANEMA (1997).

$$\omega = t_0 \cdot \log(1 - 0,95^k)$$

$k$

Onde:  $t_0$  = idade teórica quando o comprimento do animal é 0;

$k$  = constante de crescimento.

## RESULTADOS

### COMPOSIÇÃO DE TAMANHO E IDADES

A amostra total foi de 262 raias, em que 59 indivíduos foram coletados no Maranhão durante o período de 1997/98, sendo 37 machos variando entre 11,6 e 70,6cm de LD e 22 fêmeas entre 22,8 e 63,9cm de LD (Figura 6A).

Dos espécimes de Pernambuco, 30 foram coletados em 1995, dos quais 26 eram machos entre 25,0 e 59,0cm e 4 eram fêmeas entre 29,6 e 76,5 cm (Figura 6B). Outros 173 indivíduos foram coletados em 2011/2012/2013, dos quais 84 eram machos de 12,4 a 62,3cm e 89 fêmeas entre 12,6 e 69,5 cm (Figura 6C).

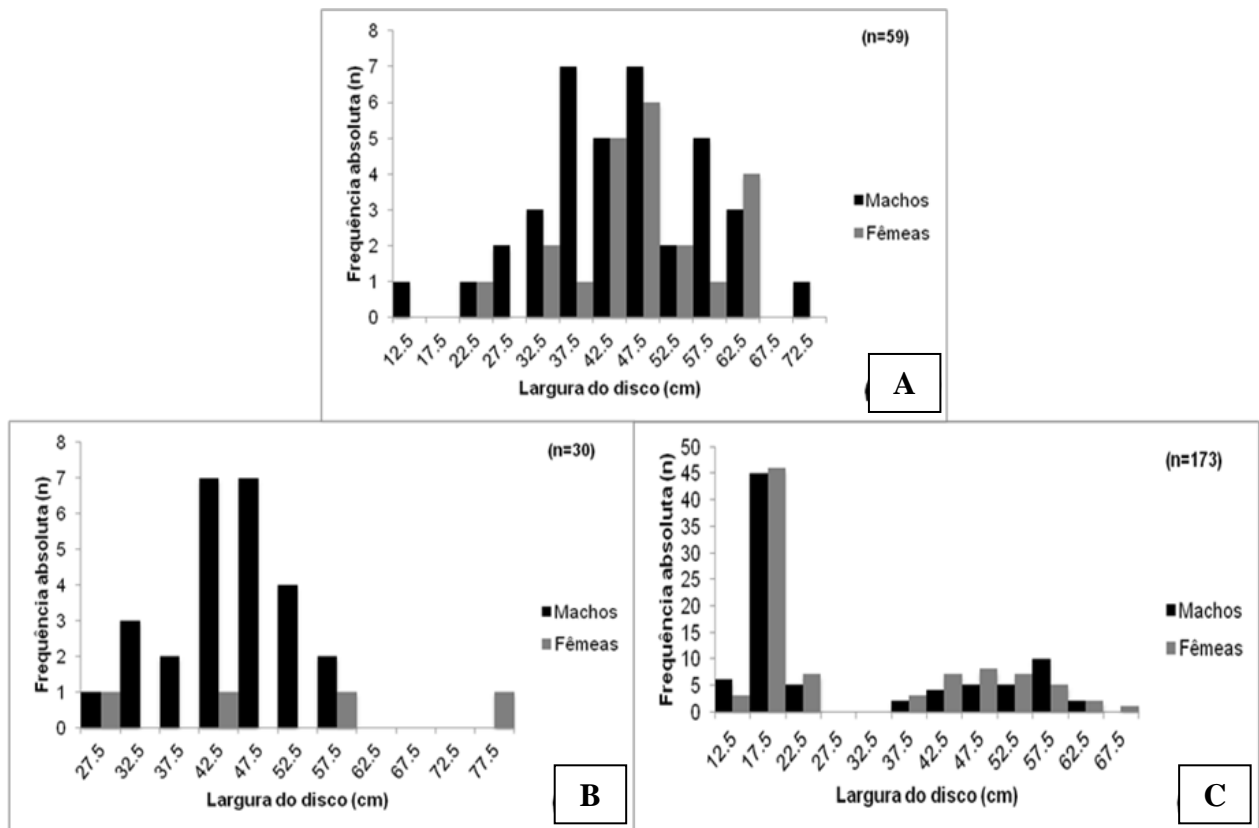


Figura 6 – Distribuições de frequência de largura de disco da raia lixa, *Dasyatis guttata*, capturada no Nordeste do Brasil. Notar diferentes escalas (A = Maranhão, período de 1997/98; B = Pernambuco período de 1995 e C = Pernambuco período entre 2011 e 2013).

Todas as vértebras foram analisadas para verificar a precisão das leituras. Nos gráficos de comparação de viés de erro para todos os períodos (Figura 7) pode-se observar que não houve diferenças significativas entre as contagens, independente da quantidade de marcas de crescimento nas secções das vértebras.

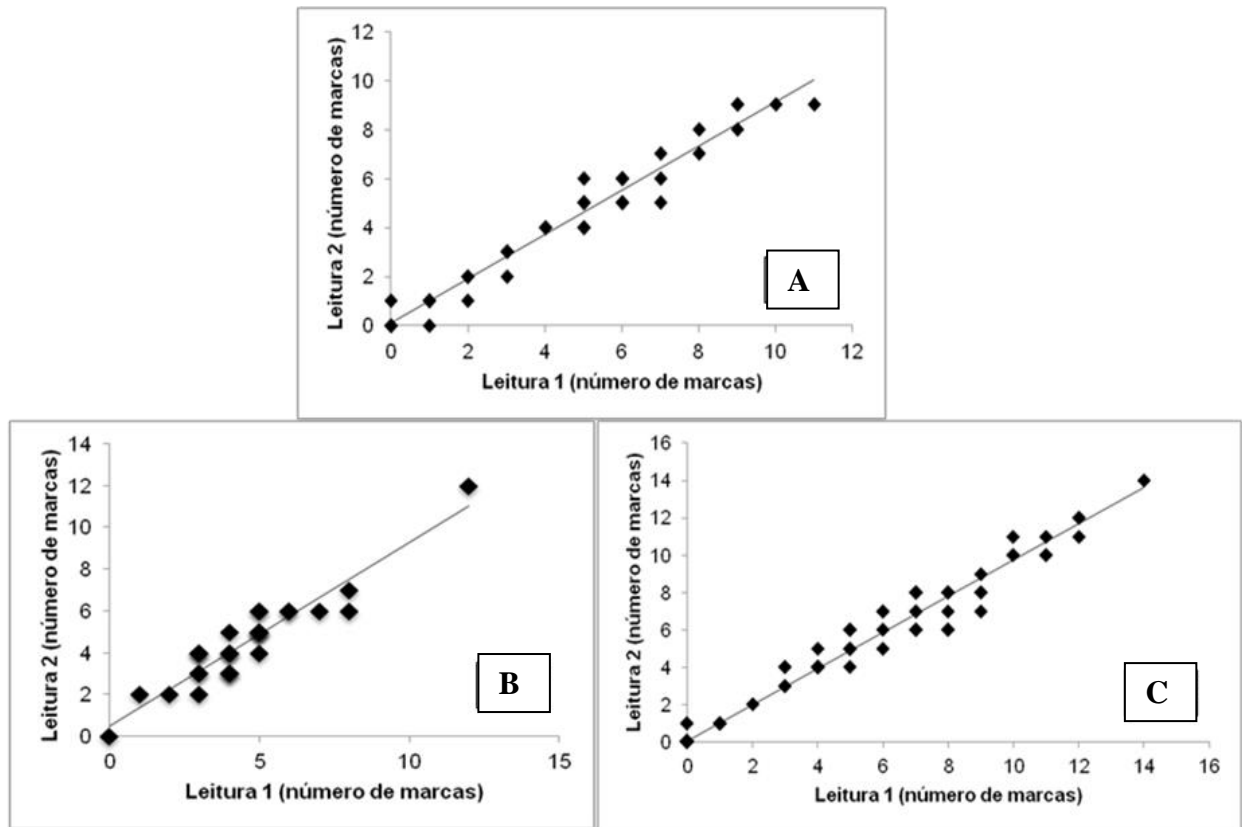


Figura 7 – Comparação de leituras independentes (leitura 1 e leitura 2) das secções das vértebras de *D. guttata* capturada na região nordeste do Brasil. Notar diferentes escalas (A = Maranhão 1997/98; B = Pernambuco 1995; C = Pernambuco 2011/2012/2013).

Para as vértebras coletadas no Maranhão durante o período de 1997/98 o raio da vértebra variou entre 0,4 e 4,6 mm e foram observados de 0 a 11 bandas de crescimento.

Nas vértebras coletadas em Pernambuco em 1995, o raio da vértebra variou entre 1,4 e 4,9 sendo observado de 0 a 12 banda de crescimento. No período de maior amostragem, entre 2011 e 2013, o raio da vértebra variou entre 0,7 e 4,9 mm apresentando de 0 a 14 bandas de crescimento.

Em todos os períodos analisados, não foram observadas diferenças significativas entre os sexos nas regressões entre o raio da vértebra e a largura do disco, portanto, a relação foi realizada com os sexos agrupados, mostrando-se linear para todos os períodos (Figura 8).

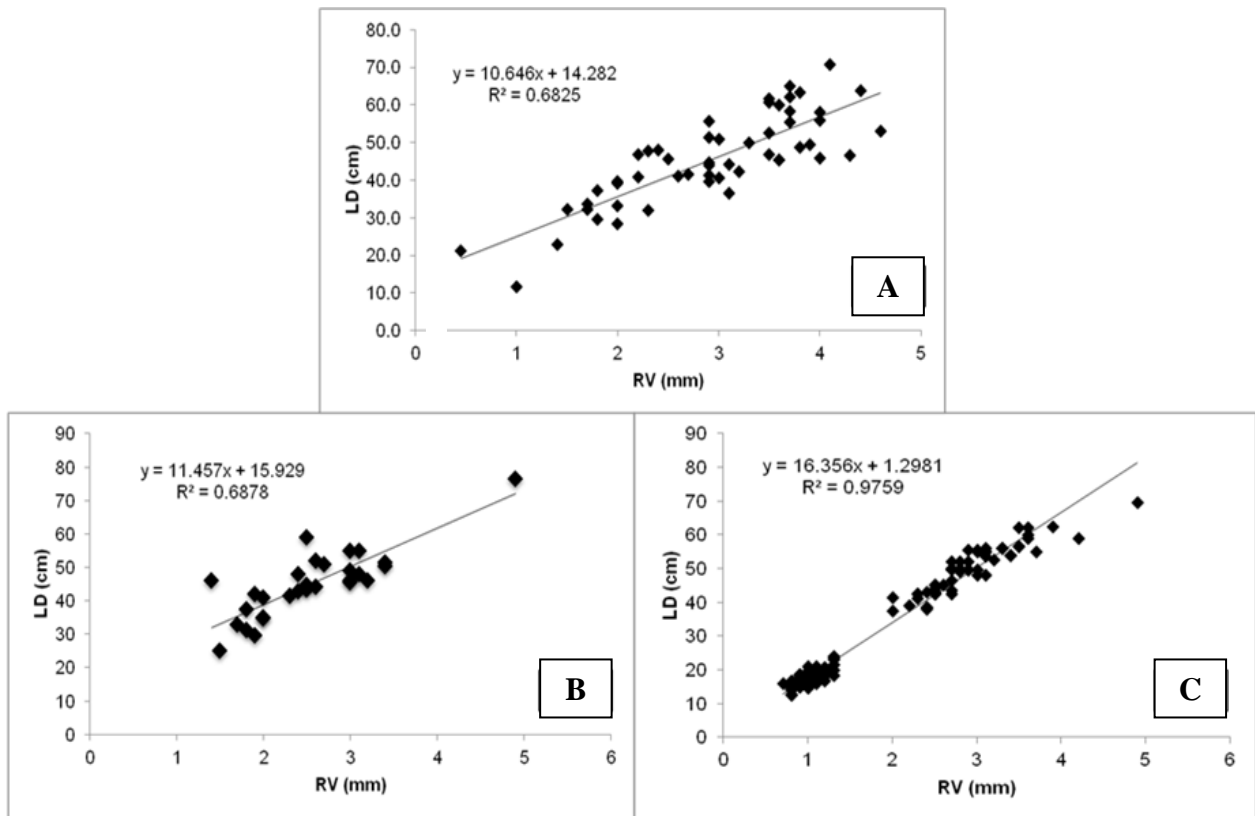


Figura 8 – Relação entre o raio da vértebra e a largura do disco da raia lixa, *Dasyatis guttata*, capturada na região Nordeste do Brasil (A = Maranhão 1997/98; B = Pernambuco 1995 e C = Pernambuco de 2011 a 2013).

Em todas as vértebras analisadas, de todos os períodos, foi possível uma ótima visualização das marcas de crescimento ao longo da estrutura.

Os índices de porcentagem de erro médio (IAPE) para a amostra do Maranhão podem ser vistos na Tabela 1 assim como os índices estimados para os grupos etários observados.

Tabela 1 - Valores de IAPE para os indivíduos coletados no Maranhão em 1997/98. (L1 = grupos etários identificados; N = número amostral por grupo etário).

<b>L1</b>	<b>N</b>	<b>IAPE (classe)</b>	<b>Desvio Padrão</b>
1	4	0,0	0,0
2	8	8,3	0,3
3	4	5,0	0,2
4	4	3,6	0,1
5	4	0,0	0,0
6	11	3,3	0,1
7	14	4,4	0,1
8	3	6,9	0,1
9	2	2,9	0,1
10	3	1,7	0,1
11	1	4,7	-
12	1	4,3	-
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>3,8</b>	<b>0,1</b>

Para as amostras dos dois períodos provenientes de Pernambuco, os índices de porcentagem de erro médio (IAPE) podem ser vistos na Tabela 2, assim como os índices estimados para os grupos etários observados para cada período analisado.

Tabela 2 – A: valores de IAPE para os indivíduos de Pernambuco coletados no período de 1995; B: valores de IAPE para os indivíduos do Maranhão coletados no período entre 2011 e 2013. (L1 = grupos etários identificados; N = número amostral por grupo etário).

A				B			
L1	N	IAPE (classe)	Desvio Padrão	L1	N	IAPE (classe)	Desvio Padrão
1	1	0,0	-	1	106	0,6	0,1
2	1	20,0	-	2	6	0,0	0,0
3	1	0,0	-	3	1	0,0	-
4	6	7,9	0,1	4	4	5,6	0,1
5	7	6,1	0,1	5	9	1,0	0,1
6	8	3,1	0,1	6	9	4,4	0,1
7	2	0,0	0,0	7	4	5,3	0,1
8	1	6,6	-	8	11	5,1	0,1
9	2	9,2	0,1	9	8	5,4	0,1
13	1	0	-	10	4	5,4	0,1
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>5,3</b>	<b>0,1</b>	11	3	1,4	0,1
				12	3	2,9	0,1
				13	4	2,0	0,0
				15	1	0,0	-
				<b>Total</b>	<b>173</b>	<b>2,8</b>	<b>0,1</b>

Através da análise da taxa de crescimento foi possível constatar que os períodos de Pernambuco não apresentaram diferença significativa (Figura 9) ( $F = 0,5800$ ;  $p = 0,5711$ ).

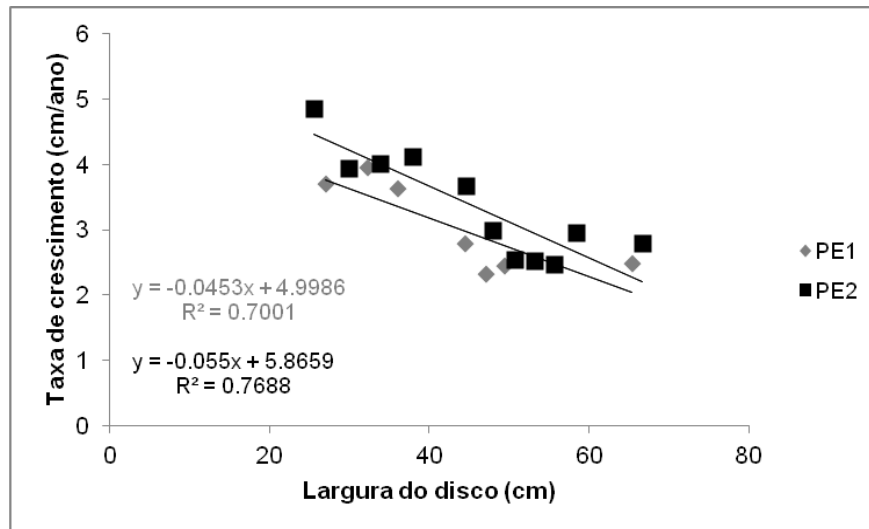


Figura 9 – Relação entre a taxa de crescimento e a largura do disco de *D. guttata* capturada em Pernambuco em 1995 (pontos cinzas) e 2011-2012-2013 (pontos pretos).

Ao realizar uma análise das taxas de crescimento entre as diferentes regiões de coleta (Figura 10), os dados observados na ANCOVA ( $F = -6,0293$ ;  $p < 0,0001$ ) indicam que existe diferença significativa entre elas.

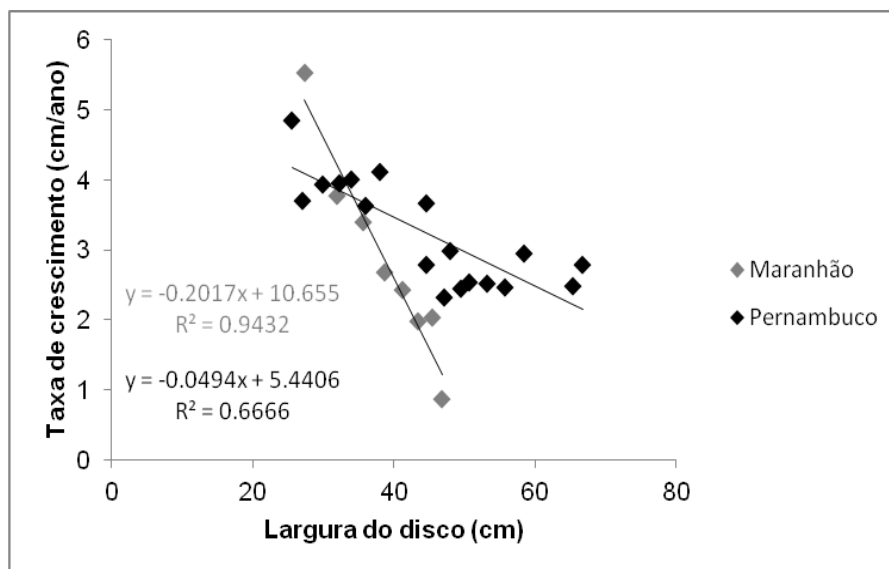


Figura 10 – Relação entre a taxa de crescimento e a largura do disco de *D. guttata* capturada no Maranhão (pontos cinzas) e Pernambuco (pontos pretos).

Em virtude do período entre 2011 e 2013 em Pernambuco ser o único com espécimes coletados em todos os meses do ano, a análise mensal do incremento marginal relativo (IMR) foi realizada apenas para esta amostra. Não houve diferenças significativas entre os meses de menor

e maior valores (Figura 11). No entanto, a baixa frequência de indivíduos em alguns meses deve ser levada em consideração, pois, é um fator que dificulta uma análise conclusiva. Assim sendo, o IMR não permitiu indicar o período de formação do anel de crescimento.

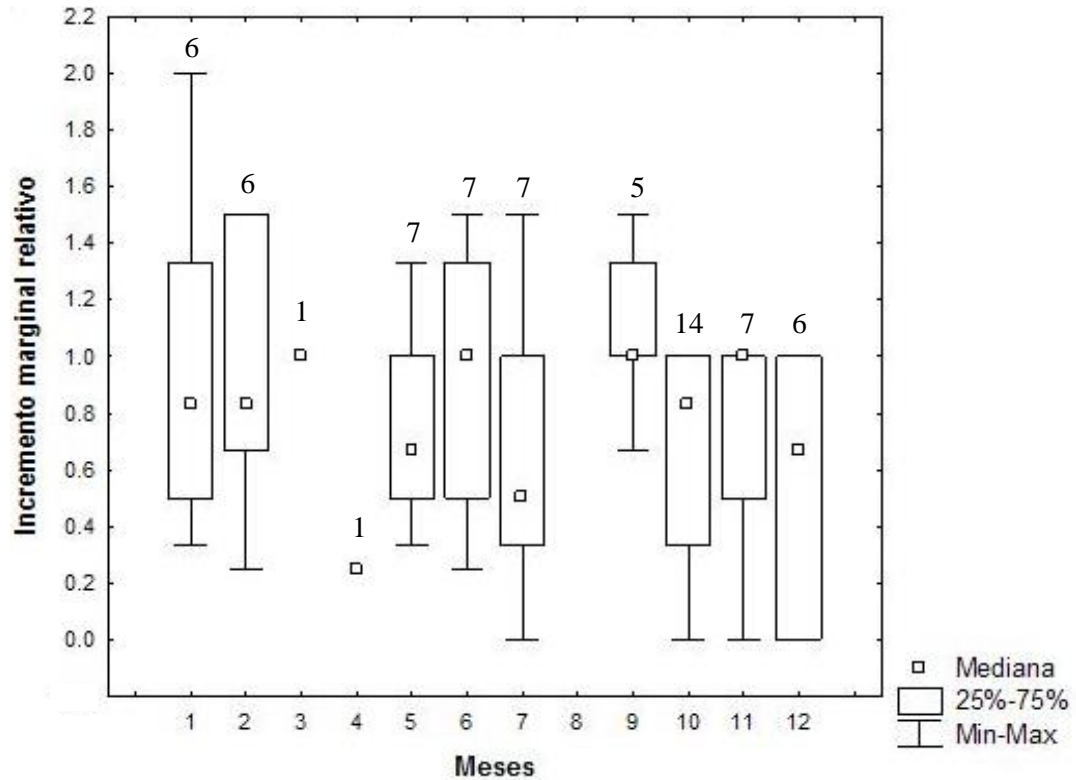


Figura 11 – Incremento marginal relativo (IMR) da raia-lixá, *D. guttata*, capturada no litoral de Pernambuco (os números indicam o “n” amostral mensal).

Devido à análise de IMR não ter apresentado diferenças significativas, foi realizada a caracterização de borda da vértebra, calculando-se o percentual de representatividade de indivíduos que possuíam marcas translúcidas na borda em relação ao mês da captura, onde os dois últimos meses do ano apresentaram os maiores valores, sendo o mês de dezembro o que apresentou o maior valor (64,3%) como pode ser observado na Figura 12. Essa tendência indica uma possível formação do anel de crescimento nos últimos meses do ano.



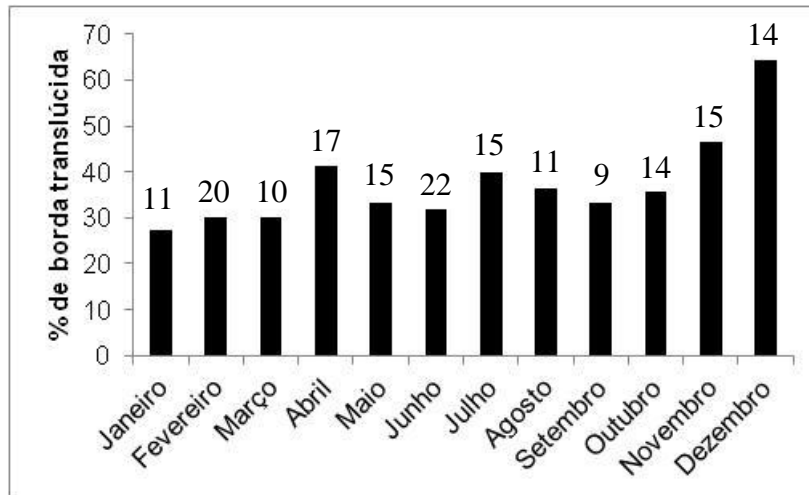


Figura 12 – Proporção mensal de indivíduos de *D. guttata*, capturados no litoral de Pernambuco, que apresentaram anel translúcido na borda de sua vértebra (os números indicam a quantidade de indivíduos coletados).

A distribuição de frequência mensal de marcas de crescimento para indivíduos neonatos (apenas apresentando marca de nascimento) assim como para os indivíduos que apresentaram uma e duas marcas de crescimento na amostra (Figura 13) mostrou que o grupo dos neonatos está presente nos três primeiros trimestres do ano. Os indivíduos apresentando apenas uma marca podem ser observados com baixa frequência nos primeiros meses do ano e que somente no último trimestre é possível observar uma maior frequência de espécimes com mais de uma marca.

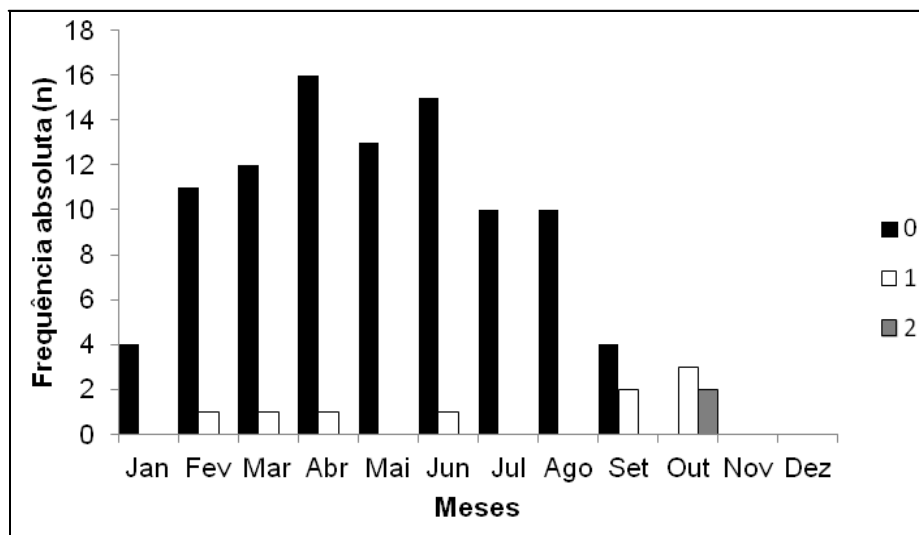


Figura 13 – Distribuição de frequência mensal para raias-lixá, *D. guttata*, capturadas no litoral de Pernambuco; barras pretas = neonatos; barras brancas = idade 1+; barras cinza = idade 2+.

Esta análise corrobora com a caracterização de borda, onde pode-se observar que esses grupos etários completam a formação do par de bandas de crescimento (anel) nos últimos meses do ano. Portanto, pode-se dizer que existe uma periodicidade de formação de um anel por ano, sendo possível que o mês de outubro seja o mês de marcação da espécie na área de estudo.

Os comprimentos retrocalculados com suas respectivas médias para as classes etárias, assim como as médias dos comprimentos observados para os indivíduos capturados no Maranhão e em Pernambuco podem ser verificados nas Tabelas 03 e 04, respectivamente.

Pode-se observar que a média dos comprimentos observados foi, em sua grande maioria, maior que a média dos comprimentos retrocalculados em todos os períodos analisados, portanto não foi identificado o fenômeno de Rosa Lee, onde os comprimentos retrocalculados dos indivíduos mais velhos nas idades iniciais são menores do que os comprimentos retrocalculados de indivíduos mais novos na mesma idade.

Tabela 3 – Média dos comprimentos observados e retrocalculados para machos e fêmeas de *D. guttata* capturada no Maranhão em 1997/98.

Idade	n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		59	54	47	43	38	29	18	9	6	5	2	1
0	5	22.49											
1	7	25.28	31.41										
2	4	24.99	29.93	34.35									
3	5	26.5	31.11	36.37	41.48								
4	9	25.8	30.56	34.59	38.81	43.51							
5	11	24.96	30.59	35.01	38.99	43.03	46.98						
6	9	23.71	29.66	33.35	37.16	40.35	43.59	46.59					
7	3	25.28	30.86	33.87	37.2	41.66	44.58	47.59	50.62				
8	1	20.46	24.14	27.82	30.03	31.51	33.72	35.93	38.13	40.34			
9	3	21.45	24.06	26.39	28.46	30.82	33.17	35.5	38.1	40.46	42.82		
10	1	22.61	30.4	33	36.46	39.05	40.78	42.52	44.25	45.98	47.71	48.57	
11	1	31.33	38.34	43.95	46.75	49.56	53.77	57.98	60.78	62.18	63.59	64.99	66.39
Média		<b>24.57</b>	<b>30.1</b>	<b>33.87</b>	<b>37.26</b>	<b>39.94</b>	<b>42.37</b>	<b>44.35</b>	<b>46.38</b>	<b>47.24</b>	<b>51.37</b>	<b>56.78</b>	<b>66.39</b>
D.P.		2.825	3.795	4.755	5.518	6.247	7.299	8.412	9.571	10.3	10.86	11.61	-
<b>Obs.</b>													
Média		<b>23.9</b>	<b>36.44</b>	<b>37.41</b>	<b>45.6</b>	<b>47.72</b>	<b>51.52</b>	<b>50.19</b>	<b>56.19</b>	<b>44.03</b>	<b>47.27</b>	<b>52.9</b>	<b>70.6</b>
D.P.		8.53	6.53	6.26	4.85	9.68	10.35	7.76	8.60	-	2.03	-	-

Tabela 4 – Média dos comprimentos observados e retrocalculados para machos e fêmeas de *D. guttata* capturada em Pernambuco.

Idade	n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		203	96	89	87	77	60	43	37	25	15	11	8	5	2	2
0	107	14.21														
1	7	15.04	19.69													
2	2	16.34	22.18	27.12												
3	10	17	23.4	28.55	33.73											
4	17	16.13	22.65	27.24	32.57	36.43										
5	17	15.92	22.63	27.17	32.79	38.48	43.09									
6	6	16.36	21.93	26.08	30.49	35.19	40.36	44.19								
7	12	15.66	22.06	26.93	31.39	36.27	40.68	44.24	47.64							
8	10	16.37	21.84	25.48	29.64	34.12	38.12	42.56	47.01	50.79						
9	4	15.97	22.18	27.57	32.53	37.07	40.82	44.59	47.49	50.41	52.94					
10	3	17.63	23.57	27.93	31.18	34.44	37.7	42.05	46.36	49.62	52.87	56.13				
11	3	17.99	21.32	24.65	27.98	31.31	35.2	37.97	41.29	45.18	49.07	52.96	56.29			
12	3	14.51	20.8	26.1	29.94	34.33	38.23	41.15	44.53	46.97	49.41	51.88	54.8	57.27		
14	2	14.44	20.29	25.45	29.14	34.22	42.22	45.91	51	53.92	56.85	59.07	62	65.69	68.61	71.54
Média		15.97	21.89	26.69	31.04	35.19	39.6	42.83	46.47	49.48	52.23	55.01	57.7	61.48	68.61	71.54
D.P.		1.141	1.131	1.146	1.172	1.986	2.484	2.493	2.995	3.069	3.168	3.254	3.799	5.955	-	-
Obs.																
Média		17.16	22.26	33.55	39.55	41.96	49.16	47.17	51.04	53.6	53.38	58.33	58.5	58.77	-	73
D.P.		2.09	2.632	5.586	4.422	4.049	2.898	3.044	4.91	3.486	2.626	3.175	4.444	3.656	-	4.95

A representação da estrutura etária para a área do Maranhão (Figura 14) revela que foram capturados indivíduos de *D. guttata* entre as classes de 0 a 11 anos de idade.

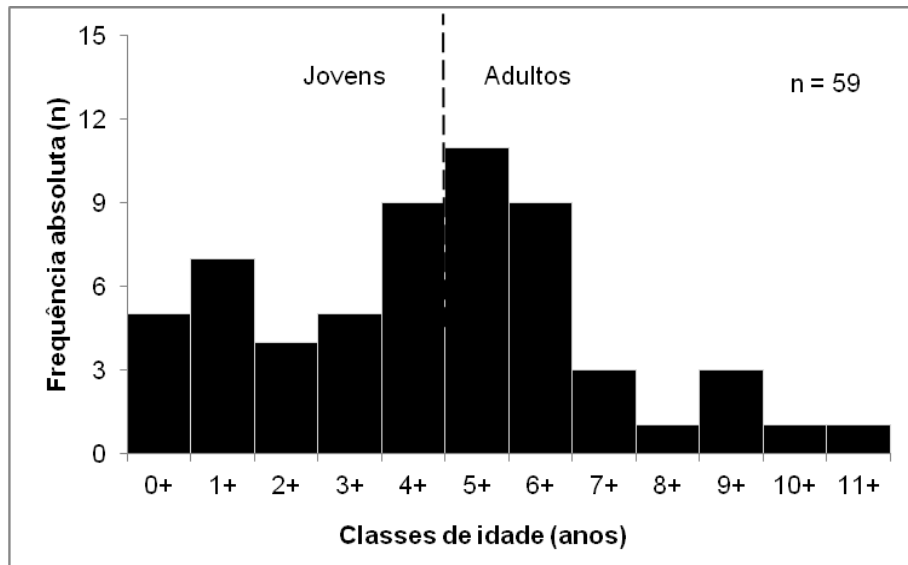


Figura 14 – Composição de idade para toda amostra da raia-lixá, *D. guttata*, capturada no Maranhão (linha tracejada divide a amostra em jovens e adultos, de acordo com GIANETI, 2011).

Já a composição etária de *D. guttata* para Pernambuco (Figura 15) demonstra que são encontrados espécimes nas classes de 0 a 14 anos de idade na área de estudo.

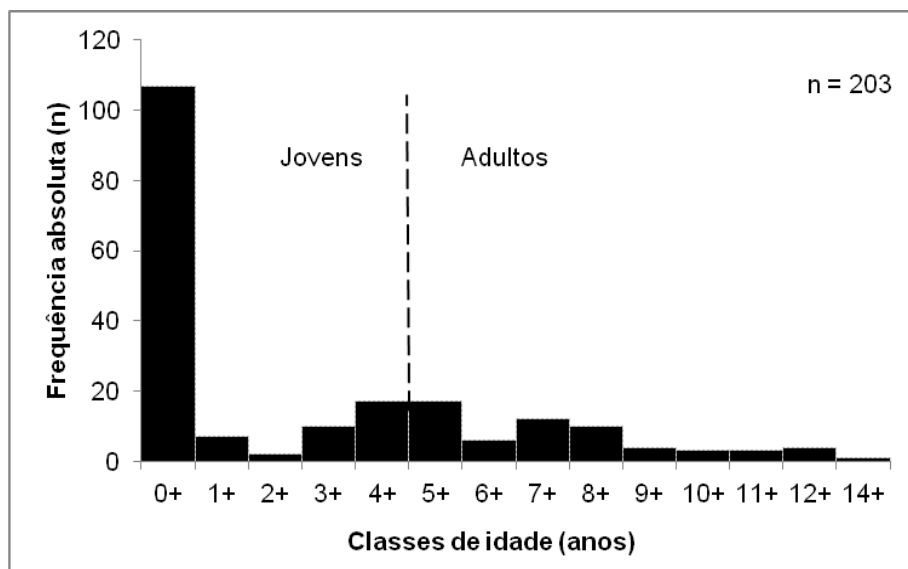


Figura 15 – Composição de idade para toda amostra da raia-lixá, *D. guttata*, capturada em Pernambuco (linha tracejada divide a amostra em jovens e adultos de acordo com GIANETI, 2011).

## CRESCIMENTO

As vértebras dos 262 indivíduos coletados foram utilizadas para as estimativas dos parâmetros de crescimento em seu respectivo período. Os modelos de VBGM, VBGMb, Richards e Gompertz foram ajustados aos comprimentos observados para a amostra do Maranhão (Figura 16) e para a amostra de Pernambuco (Figura 17). Como não houve diferenças significativas entre os sexos a partir da comparação das verossimilhanças (Maranhão:  $\chi^2 = 0,241$ ;  $p < 0,01$  e Pernambuco:  $\chi^2 = 0,750$ ;  $p < 0,01$ ) as curvas foram estimadas com os sexos agrupados para ambas as regiões..

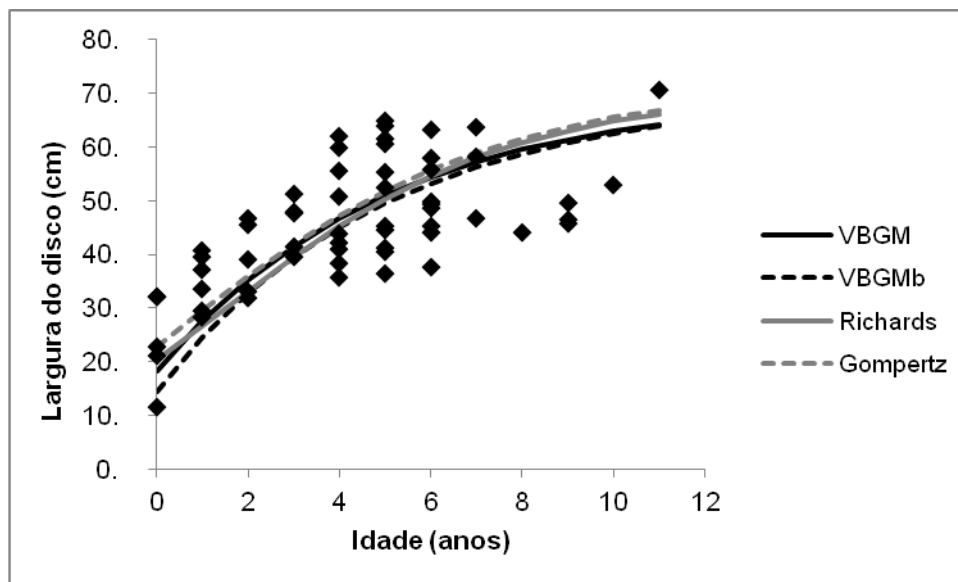


Figura 16 – Curvas de crescimento estimadas para a raia-lixá, *D. guttata*, capturada no estado do Maranhão em 1997/98.

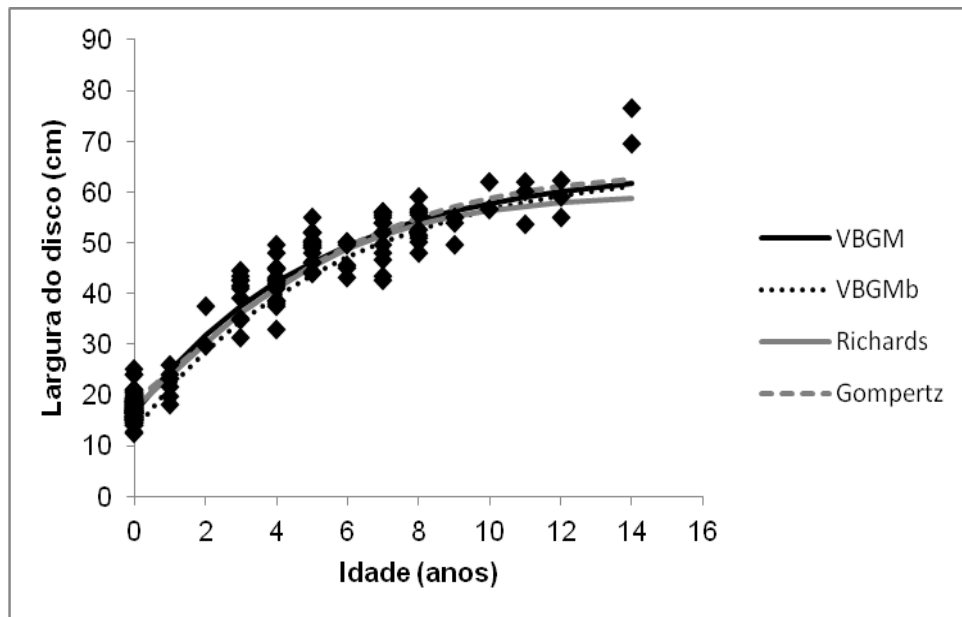


Figura 17 – Curvas de crescimento estimadas para a raia-lixá, *D. guttata*, capturada no estado de Pernambuco.

Os parâmetros dos modelos e seus intervalos de confiança (+/-) estimados por verossimilhança estão representados na tabela 5.

Tabela 5 – Valores dos parâmetros estimados para cada modelo, por região (MA e PE).  $L_{\infty}$  = comprimento máximo assintótico,  $k$  = taxa de crescimento,  $t_0$  = idade de nascimento,  $a$  e  $b$  = parâmetros da regressão; Intervalos de confiança (ic) limites inferiores e superiores (-/+).

<b>Parâmetros</b>	<b>MA (ic -/+)</b>	<b>PE (ic -/+)</b>	
<b><i>VBGM</i></b>	$L_{\infty}$	62,08 (49,16/75,01)	66,01 (62,21/69,80)
	$k$	0,2 (0,04/0,35)	0,18 (0,15/0,21)
	$t_0$	-2,93 (-5,12/-0,73)	-1,64 (-1,82/-1,46)
<b><i>VBGMb</i></b>	$L_0$	14,5 (22,02/33,9)	14,5 (16,56/17,81)
	$L_{\infty}$	63,79 (48,52/79,06)	67,82 (63,54/72,10)
	$k$	0,18 (0,03/0,33)	0,17 (0,14/0,19)
<b><i>Richards</i></b>	$L_{\infty}$	62,01 (46,39/77,63)	72,1 (68,37/75,82)
	$k$	0,25 (0,02/0,48)	0,2 (0,18/0,22)
	$b$	-0,83 (-2,92/1,27)	0,001 (0,0003/0,002)
	$m$	2,0 (1,64/5,64)	1,82 (1,71/1,93)
<b><i>Gompertz</i></b>	$L_{\infty}$	60,99 (45,43/76,55)	65,00 (61,31/68,68)
	$k$	0,25 (0,01/0,48)	0,27 (0,23/0,31)
	$a$	0,74 (0,52/0,97)	1,32 (1,26/1,38)

Os menores valores de AIC foram estimados para o modelo de VBGM tanto para o Maranhão quanto para Pernambuco sendo então, considerado como melhor modelo para descrever o crescimento da raia-lixá nos respectivos locais (tabela 6).

Tabela 6 – Modelos de crescimento ranqueados a partir do critério de informação de Akaike (AIC) para os locais de coleta e seus respectivos períodos (Var = variância; K = número de parâmetros do modelo;  $w_i$  = peso de Akaike).

Local	Modelo	Var	K	AIC	$\Delta_i$	$w_i$
Maranhão	VBGM	84.14	4	422.9573	0	41.91
	VBGMb	97.42	4	423.6169	0.659	30.13
	Gompertz	92.31	4	424.0981	1.141	23.69
	Richards	85.99	5	427.5244	4.567	4.27
PE	VBGM	11,23	4	1072,636	0	60.15
	VBGMb	23,01	4	1073,460	0.824	39.84
	Gompertz	11,70	4	1090,243	17.607	0.01
	Richards	11,72	5	1251,523	178.887	> 0.0001

Por fim, a longevidade (idade com que a espécie atinge 95% do  $L_\infty$ ) foi estimada para *D. guttata* em 21,1 anos no Maranhão e 24,1 anos em Pernambuco. O tamanho de maturação, baseado na idade de 4,5 anos (GIANETI, 2011) foi estimado em 48,03 cm para o Maranhão e 44,15 cm para Pernambuco.



## Discussão

A precisão da estimativa de idade e conseqüentemente dos modelos de crescimento são influenciadas pela interpretação dos padrões de deposição das bandas (marcas), por existir uma subjetividade nessa interpretação, criada pela variabilidade de deposição dessas marcas (CAILLIET *et al.* 2006). As vértebras analisadas de *D. guttata* apresentaram uma nítida visualização das marcas de crescimento, assim como para *D. dipterura* (SMITH *et al.*, 2007) e *D. guttata* em Caiçara do Norte (GIANETI, 2011), não havendo a necessidade da utilização de técnicas de coloração no presente trabalho, diferentemente dos trabalhos realizados por ISMEN (2003) e YELDAN *et al.* (2008) que utilizaram cristal violeta e nitrato de prata, respectivamente, como corante nas vértebras de *D. pastinaca*.

Além de apresentarem uma ótima visualização dos anéis, as vértebras da espécie em estudo demonstraram excelentes índices do percentual de erro entre as leituras (IAPE), com valores médios muito abaixo dos 10%, valor sugerido por CAMPANA (2001) como aceitável na precisão das mesmas.

A validação do período de formação das marcas de crescimento é essencial quando são utilizadas estruturas rígidas na estimação de idades (BROTHERS 1983). De acordo com BEAMISH e MCFARLANE (1983) o sucesso da validação depende da clareza da formação anual das marcas de crescimento em todas as classes de idade da população. A formação única e anual dessas marcas é uma característica padrão dos batoídeos (CAILLIET e GOLDMAN 2004; JACOBSEN e BENNETT 2010).

Através da metodologia de caracterização de borda da vértebra, usada por CARLSON *et al.* (1999) e LESSA *et al.* (2000), para obter uma maior precisão do período de formação dos anéis, foi possível observar uma tendência de formação de um anel de crescimento por ano nas vértebras de *D. guttata*, coincidindo com uma característica de deposição que parece ser comum nas espécies do gênero *Dasyatis* (COWLEY 1997; ISMEN 2003; SMITH *et al.* 2007; YELDAN *et al.* 2008; PIERCE e BENNETT 2010; GIANETI, 2011).

GIANETI (2011) encontrou os menores valores do incremento marginal para *D. guttata* em meados da primavera (últimos meses do ano) bem como a deposição dos anéis de *D. fluviorum* também ocorreram próximos à primavera (PIERCE e BENNETT 2010), corroborando os resultados encontrados no presente estudo onde o mês de dezembro apresentou o maior valor percentual de representatividade de indivíduos que possuíam marcas translúcidas na borda de suas vértebras em relação ao mês de captura (64.3%).

No presente estudo, não foi possível obter o período de formação anual dos anéis etários por intermédio da análise do incremento marginal relativo, pois a mesma não apresentou

diferenças significativas ao longo dos meses. LESSA e SANTANA (1998) observaram que a ausência de diferenças significativas no incremento marginal pode ser consequência de um longo período na formação dos anéis, devido à temperatura estável da área. CAILLIET (1990) e CAMPANA (2001) também apontam o tamanho pequeno de amostras em alguns meses ou para determinadas classes de idade como fator limitante para a ausência de diferenças significativas. De acordo com BROTHERS (1983), o longo período de coleta de dados pode causar uma variabilidade na contagem das marcas anuais que, como sugerido por LESSA *et al.* (2006) não são formadas ao mesmo tempo devido aos eventos do ciclo de vida. Ambos os casos citados foram encontrados no presente estudo.

Em função da necessidade de melhores estimativas dos parâmetros de crescimento de elasmobrânquios, o uso de diferentes modelos constitui ainda uma abordagem pouco comum e apenas recentemente vem sendo utilizada (LESSA *et al.* 2004; KATSANEVAKIS 2006; THORSON e SIMPFENDORFER 2009; BARRETO *et al.* 2011). Tal abordagem requer um critério para selecionar o melhor modelo, este critério é baseado na determinação do peso dos mesmos através do critério de informação de Akaike (AIC), o qual é utilizado como indicativo de melhor ajuste do modelo (BURNHAM e ANDERSON 2002; KATSANEVAKIS 2006). O modelo o qual apresenta o menor valor de AIC é indicado para representar o crescimento da espécie.

Para este estudo foram testados quatro modelos de crescimento, dos quais o indicado como modelo que melhor descreveu o crescimento dos indivíduos provenientes do Maranhão e de Pernambuco foi o de von Bertalanffy, corroborando com a tradicional utilização desta função de crescimento para descrição do crescimento de espécies de elasmobrânquios (CAILLIET e GOLDMAN 2004).

Os parâmetros de crescimento dos modelos utilizados no presente trabalho não diferiram entre os sexos para nenhum período analisado. Alguns autores, também, não observaram esta diferença, ao contrário de outros, como pode-se observar na Tabela 7.

Tabela 7 – Parâmetros de crescimento de von Bertalanffy (VBGM) para raias do gênero *Dasyatis* em diversas regiões.

Região	Espécie	$L_{\infty}$ (cm)	k	$t_0$	Referência
Turquia	<i>D. pastinaca</i>	121,5	0,09	-1,615	Ismen (2003)
Turquia	<i>D. pastinaca</i>	249,9	0,03	-2,2	Yeldan <i>et al.</i> (2007)
África do Sul	<i>D. chrysonota</i>	53,2	0,17	-3,65	Cowley (1997) - machos
		93,1	0,07	-4,48	Cowley (1997) - fêmeas
México	<i>D. dipterura</i>	62,2	0,10	-6,80	Smith <i>et al.</i> (2007) - machos
		92,4	0,05	-7,61	Smith <i>et al.</i> (2007) - fêmeas
Austrália	<i>D. fluviorum</i>	73,39	0,10	-1,46	Pierce and Bennett (2010) - machos
		147,48	0,03	-3,93	Pierce and Bennett (2010) - fêmeas
Brasil (RN)	<i>D. guttata</i>	100,8	0,07	-2,18	Gianeti (2011) - machos
		137,6	0,06	-1,86	Gianeti (2011) - fêmeas
Brasil (MA)	<i>D. guttata</i>	62,08	0,20	-2,93	Presente estudo
Brasil (PE)	<i>D. guttata</i>	66,01	0,18	-1,64	Presente estudo

É possível dizer que existe um padrão de crescimento semelhante entre as espécies do gênero *Dasyatis*. Também, parece haver um crescimento distinto entre machos e fêmeas dentro deste gênero, apesar dos resultados do presente estudo não evidenciarem tal diferença. Mesmo com uma amostra semelhante, onde os indivíduos jovens predominaram, GIANETI (2011) encontrou valores do IAPE (10,56) e  $L_{\infty}$  bem acima dos estimados no presente estudo.

Apesar de existir uma diferença de quase 20 anos nas amostras coletadas em Pernambuco, a comparação entre as taxas de crescimento nos dois períodos não apresentou diferenças significativas, o que indica que a espécie não sofreu mudanças na sua estratégia de crescimento ao longo dos anos. Comparando as taxas de crescimento entre Pernambuco e Maranhão, foi possível observar uma diferença no crescimento dos indivíduos capturados nos dois locais.

Mesmo os tamanhos de maturação estimados para o Maranhão (48,03 cm) e para Pernambuco (44,15 cm) sendo próximos aos tamanhos encontrados por GIANETI (2011) no Rio Grande do Norte (43,5 cm machos e 51,3 cm fêmeas), quando comparados os parâmetros de crescimento de *D. guttata* encontrados por GIANETI (2011) com os parâmetros encontrados no presente estudo, percebemos que estes apresentam valores mais próximos aos de Pernambuco do que aos encontrados para os indivíduos capturados no Maranhão. Isto pode ser um indício de uma possível segregação na população de *D. guttata* que habita a região nordeste.

A causa desta segregação pode ser atribuída às correntes costeiras, pois quando não são utilizadas como meio de dispersão por algumas espécies, são barreiras naturais às quais impedem a conexão entre os indivíduos das populações, mantendo-as, de certa forma, isoladas.

De maneira geral existe um entendimento rudimentar das escalas espaciais sobre as quais as populações marinhas são conectadas via dispersão das fases iniciais de vida dos organismos. Um dos objetivos centrais da ecologia marinha é entender os fatores que regulam a abundância e distribuição das populações. Com este entendimento, podem-se gerar teorias capazes de prever os efeitos de alterações em parâmetros físicos e biológicos sobre a dinâmica das populações. Um componente crítico é quantificar as taxas de troca, ou conectividade entre subpopulações de organismos marinhos. A resolução desta questão tem impacto direto sobre nosso conhecimento de populações marinhas, ecologia de comunidades, mecanismos de divergência genética e evolução (COWEN *et al.*, 2002).

A ausência de dados empíricos sobre a conectividade de populações representa um obstáculo fundamental para qualquer compreensão abrangente da dinâmica populacional de organismos marinhos. O desafio, no entanto, é integrar esses dados em modelos espacialmente explícitos de populações marinhas. Identificar as escalas de conectividade da população e incorporar esses dados sobre as práticas de gestão de recursos exige a reunião de conhecimentos de ecologia, genética, oceanografia física, dinâmica de fluidos, matemática aplicada, ciência da computação, política e gestão.

Dentro dessa abordagem, COWEN *et al.*, (2002) recomendam a criação de Centros de Ecologia Marinha Integrados ao longo do litoral para minimizar tal problemática. Onde a integração de observações e modelagens multidisciplinares em ambientes marinhos será elevada a níveis que podem revolucionar a forma como vemos a dinâmica do oceano costeiro.

O tamanho médio de nascimento utilizado no presente estudo foi estimado por GIANETI (2011) em 14,75 cm a partir de dados de medições do maior embrião a termo e o menor neonato de *D. guttata* capturados na região de Caiçara do Norte – RN, corroborando com os valores encontrados pelos seguintes autores: BIGELOW e SCHROEDER (1953) que sugeriram um tamanho de nascimento próximo de 15 cm de largura do disco para a espécie, baseado em embriões com 13,3 cm que apresentavam ainda pequenos sacos vitelínicos; THORSON (1983) que estimou um tamanho de nascimento entre 16-17,5cm de largura de disco e YOKOTA (2005) o qual encontrou valores entre 12,3 e 15,3 cm.

Na amostra de Pernambuco para o segundo período, mais de 60% dos indivíduos eram neonatos, apresentando apenas a marca de nascimento em suas vértebras. Por conta da alta abundância de indivíduos neonatos, e pelo fato de terem sido capturados indivíduos com

tamanhos acima do tamanho de maturação a região costeira de Pernambuco pode estar sendo utilizada pela espécie como um berçário, assim como sugerido por YOKOTA e LESSA (2006) que caracterizaram a área de Caiçara do Norte como um berçário primário para a espécie. Também pode existir uma segregação de profundidade em relação aos jovens e adultos como encontrado por HOLANDA *et al.* (2008) que obtiveram uma predominância de indivíduos maiores em profundidades acima de 50m. Entretanto, as áreas mais rasas podem, eventualmente, estar sendo visitadas por indivíduos adultos com objetivo de alimentação e/ou reprodução. Sugerem-se estudos sobre a biologia reprodutiva, assim como acerca dos hábitos alimentares para que se obtenham informações precisas sobre a dinâmica populacional da espécie na região em questão.

STOBUTSKI *et al.* (2002) relataram que espécies da família Dasyatidae, incluindo congêneres de *D. guttata*, estão entre as espécies com as maiores mortalidades de indivíduos jovens e a menor capacidade de recuperação à depleção pela pesca em águas tropicais da Austrália, onde ocorre a pesca de arrasto para captura de camarão, a mesma realizada na costa do estado de Pernambuco e que, também, captura indivíduos jovens da espécie como fauna acompanhante. Tal pescaria, além de impedir a sustentabilidade, pode reduzir as possibilidades de recuperação desta e de outras espécies que sofrem com a falta de seletividade do aparelho de pesca utilizado. Portanto, é de grande importância que se dê uma atenção muito maior a essa modalidade de pesca que é extremamente danosa e apresenta um risco enorme ao ambiente marinho e conseqüentemente às espécies que nele vivem. Sugere-se um estudo para a confecção de dispositivos de exclusão de fauna acompanhante, para que exista o mínimo de seletividade nesta pesca, pois assim a atividade pode ser realizada de maneira sustentável.

Pois, a sobrevivência de indivíduos na fase juvenil é essencial para o sucesso no crescimento de espécies de vida longa (FRISK *et al.* 2001), como é o caso da *D. guttata*.

## Referências bibliográficas

BARRETO, R.R., LESSA, R.P., HAZIN, F.H. and SANTANA, F.M. Age and growth of the blacknose shark, *Carcharhinus acronotus* (Poey, 1860) off the northeastern Brazilian Coast. Fisheries Research. 2011. 110: 170-176.

BAUM, J. K.; MYERS, R. A.; KEHLER, D. G.; WORM, B. HARLEY, S. J. e DOHERTY, P. A. Collapse and Conservation of shark populations in the northwest Atlantic. Science. 2003. 299: 389-392.

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

BEAMISH, R.J. and McFARLANE, G.A. Validation of age determination estimates: The forgotten requirement. In Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks (E. D. Prince and L. M. Pulos, eds.). NOAA Technical Report NMFS circular 8. 1983. p.29–33.

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

BIGELOW, H. B.; SCHROEDER, W. C. Fishes of the Western North Atlantic. Sawfishes, Guitarfishes, Skates and Rays. Memoirs Sears Foudation for Marine Research. New Haven, v.1. 1953. 588p.

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

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

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

CAILLIET, G. M., MARTIN, K.L.; KUSHER, D.; WOLF, P.; WELDEN, B. A. In: Prince, E. D. and L. M. Pulos. Techniques for enhancing vertebral bands in age estimation of California elasmobranchs. In: Prince, E. D. and L. M. Pulos (Eds.), Proceedings of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. NOAA Technical Report NMFS, 1983. 8: 157 – 165.

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

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

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

CARLSON, J. K., CORTÉS, E., and JOHNSON, A. G. Age and growth of the blacknose shark *Carcharhinus acronotus*, in the eastern Gulf of Mexico. Copeia 1999 (3), 684–91.

CARQUEIJA, C. R. G.; SOUZA FILHO, J. J. de; GOUVÊA, E. P. de; QUEIROZ, E. L. de. Decápodos (CRUSTACEA) utilizados na alimentação de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider) (ELASMOBRANCHII, DASYATIDAE) na área de influência da estação ecológica Ilha do medo, Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. Revista brasileira de Zoologia. 1995. 12 (4): 833-838.

CARVALHO NETA, R. N. F.; ALMEIDA, Z. da S. de. Aspectos alimentares de *Dasyatis guttata* (ELASMOBRANCHII, DASYATIDAE) na costa maranhense. Bol. Lab. Hidrobiol. 2001/2002. 14/15: 77-98.

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

CASEY, J.G.; PRATT, H.L.; STILLWELL, C.E. In: Prince, E. D. and L. M. Pulos. Age and growth of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, from the western North Atlantic. In: Prince, E. D. and L. M. Pulos (Eds.), Proceedings of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. NOAA Technical Report NMFS. 1983. 8: 1 – 17.

CORTÉS, E. Life history patterns, demography, and population dynamics. In: Biology of Sharks and their Relatives. Carrier, J. C.; Musick, J. A. & Heithaus, ed. CRC Press – Florida, US. 2004. pp. 449 – 469.

COWLEY P.D. Age and growth of the blue stingray *Dasyatis chrysonota chrysonota* from the South-Eastern Cape coast of South Africa. South African J. of Marine Science. 1997. 18, 31–38.

ETEPE – Ecologia de tubarões no litoral do estado de Pernambuco. Relatório técnico científico. UFRPE, Departamento de Pesca. 1995. 231p.

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

FRISK, M. G.; MILLER, T. J.; FOGARTY, M. J. Estimation and analysis on biological parameters in elasmobranchs fishes: a comparative life history study. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2001. v.58. p. 969-981.

FYSON, J. F. Fishing boats disignes: 3. Small trawlers. FAO Fish. Tech. Pap. 1991. (188): 51p.

GADIG, O.B.F.; BEZERRA, M.A.; FEITOSA, R.D.; FURTADO-NETO, M.A. Ictiofauna marinha do Estado do Ceará, Brasil: I. Elasmobranchii. Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza. 2000. 33:51-56.



GIANETI, M.D. Reprodução, alimentação, idade e crescimento de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) (Elasmobranchii; Dasyatidae) na região de Caiçara do Norte – RN. Tese (Doutorado). Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil. 2011. 131p.

HOLANDA, F. C. A. F.; SANTOS, F. J. S.; ASANO FILHO, M. Análise da distribuição e abundância das espécies de arraia *Dasyatis geijskesi* e *Dasyatis guttata*, capturadas com rede de arrasto para peixe, em pescarias experimentais na costa norte do Brasil. Arq. Ciênc. Mar. Fortaleza. 2008. 41(2): 95-100.

ISMEN, A. Age, growth, reproduction and food of common stingray (*Dasyatis pastinaca* L., 1758) in Iskenderun Bay, the eastern Mediterranean. Fisheries Research. 2003. 60, 169–176.

JACOBSEN, I. P.; BENNETT, M. B. Age and growth of *Neotrygon picta*, *Neotrygon annotate* and *Neotrygon kuhlii* from north-east Australia, with notes on their reproductive biology. J. Fish Biol. 2010. v.77. p. 2405-2422.

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

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

LEÃO VAZ, L. de A.; CARREIRO, C. R. P.; GOULART-FILHO, L. R.; FURTADO-NETO, M. A. A. Relações filogenéticas em raias (*Dasyatis*, ELASMOBRACHII) do estado do Ceará, Brasil. Arq. Ciên. Mar. Fortaleza, 2006. 39: 86 – 88.

LESSA, R.P. Biologie et dynamiques des populations de *Rhinobatos horkelii* (Müller & Henle, 1841) du plateau continental du Rio Grande do Sul (Bresil). Tese (Doutorado). Université de Bretagne Occidentale, Brest, França. 1982. 238 p.

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

LESSA, R.; SANTANA, F. M.; BATISTA, V.; ALMEIDA, Z. Age and growth of the daggernose shark, *Isogomphodon oxyrhyncus*, from northern Brazil. Mar. Freshwater Res. 2000. 51, 339-47.

LESSA, R.; SANTANA, F.M.; HAZIN, F.H. Age and growth of the blue shark *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) off northeastern Brazil. Fisheries Research 66 (2004) 19–30.

LESSA, R.; SANTANA, F. M.; DUARTE-NETO, P. A critical appraisal of marginal increment analysis for assessing temporal periodicity in band formation among tropical sharks. Environ. Biol. Fish. 2006.

McEACHRAN, J.D.; CARVALHO, M.R. Dasyatidae. In: CARPENTER, K.E. (Ed.) The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, Molluscs, Crustaceans, Hagfishes, Sharks, Batoid fishes and Chimaeras. Rome: FAO, 2002. p.562-571.

MENNI, R. C. Shark biology in Argentina: a review. In: Indo-Pacific Fish Biology. Ichthyology Society of Japan, Tokio. 1986. pp. 425-436.

MENNI, R.C.; LESSA, R.P. The chondrichthyan community off Maranhão (northeastern Brazil). II Biology of species. Acta Zoológica Lilloana, 1998. 44 (1): 69-89.

MENNI, R.C.; STEHMANN, M.F.W. Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguai and Brazil. A review. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. 2000. n.s., 2(1): 69-109.

MYERS, R. A.; WORM, B. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. Nature. 2003. v.423. p.280-283.

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

NOBREGA, M.F.; LESSA, R.P. Descrição e composição das capturas da frota pesqueira artesanal da região nordeste do Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 40. 2007. p. 64-74.

PIERCE, S.J.; BENNETT, M.B. Destined to decline? Intrinsic susceptibility of the threatened estuary stingray to anthropogenic impacts. *Marine and Freshwater Research*, 2010. 61: 1468-1481.

ROSA, R.S.; FURTADO, M. 2004. *Dasyatis guttata*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. Disponível em: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 23 May 2011.

SANTOS, D. da S.; BATISTA, V. da S.; MACEDO, M. M.; SANTOS, T. L. S.; FABRÉ, N. N.; ALENCAR, H. Aspectos da bioecologia de elasmobrânquios marinhos: biologia reprodutiva e alimentação da arraia chapéu de couro *Dasyatis guttata* Bloch & Schneider (1801) no litoral de Maceió e Paripueira, Alagoas. In: 62<sup>a</sup> Reunião Anual da SBPC, 2010. Natal. Anais. Natal/RN. SBPC, 2010. Resumo 6468.

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

SIMPFENDORFER, C. A., McAULEY, R. B., CHIDLOW, J. and UNSWORTH, P. Validated age and growth of the dusky shark *Carcharhinus obscurus*, from Western Australian waters. *Mar. Fresh. Res.* 2002. 53, 567–573.

SILVA, G. B.; VIANA, M. S. R.; FURTADO-NETO, M. A. A. Morfologia e alimentação da raia *Dasyatis guttata* (Chondrichthyes: Dasyatidae) na Enseada do Mucuripe, Fortaleza, Ceará. *Arq. Ciênc. Mar, Fortaleza*. 2001. 34: 67-75.

SILVA, G. B.; BASILIO, T. H.; NASCIMENTO, F. C. P.; FOTELES-FILHO, A. A. Tamanho na primeira maturidade sexual das raias *Dasyatis guttata* e *Dasyatis americana*, no litoral do estado do Ceará. *Arq. Ciênc. Mar, Fortaleza*. 2007. 40(2): 14-18.

SMITH, W.D.; CAILLIET, G.M.; MARIANO-MELENDÉZ, E. Maturity and growth characteristics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura*. Marine and Freshwater Research. 2007. 58: 54-56

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. New York: W. H. Freeman and Company, 1995. 850p.

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

STEVENS, J.D., BONFIL, R., DULVY, N. K. & WALKER, P. A. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES Journal of Marine Science, 2000. 57: 476-494.

STOBUTZKI, I. C.; MILLER, M. J. HEALES, D. S.; BREWER, D. T. Sustainability of elasmobranchs caught as bycatch in a tropical prawn (shrimp) trawl fishery. Fish. Bull. 2002. v.100. p.800-821.

THORSON, T. B. Observations on the morphology, ecology and life history of the euryhaline stingray, *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801). Acta Biologica Venezuelana, 1983. 11(4): 95-125.

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

YELDAN, H.; AVSAR, D.; MANASIRLI, M. Age, growth and feeding of the common stingray (*Dasyatis pastinaca*, L., 1758) in Cilician coastal basin, northeastern Mediterranean Sea. J. Appl. Ichth. 2008. p.1-5.

YOKOTA, L. Caiçara do Norte (RN): um berçário de tubarões e raias? Dissertação de Mestrado, Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. 2005, 109 p.

YOKOTA, L.; LESSA, R. P. A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. Environmental Biology of Fishes, 2006. V. 75, p. 349-360.

#### **4.1- Normas da Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Brazilian Journal of Agricultural Sciences)**

## **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**

ISSN (on line) 1981-0997. Recife, v.8, n.1, jan.-mar., 2013

[www.agraria.ufrpe.br](http://www.agraria.ufrpe.br)

### **Diretrizes para Autores**

#### **Objetivo e Política Editorial**

A Revista Brasileira de Ciências Agrárias (RBCA) é editada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com o objetivo de divulgar artigos científicos, para o desenvolvimento científico das diferentes áreas das Ciências Agrárias. As áreas contempladas são: Agronomia, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca e Aquicultura, Medicina Veterinária e Zootecnia. Os artigos submetidos à avaliação devem ser originais e inéditos, sendo vetada a submissão simultânea em outros periódicos. A reprodução de artigos é permitida sempre que seja citada explicitamente a fonte.

#### **Forma e preparação de manuscritos**

O trabalho submetido à publicação deverá ser cadastrado no portal da revista (<http://www.agraria.pro.br>). O cadastro deverá ser preenchido apenas pelo autor correspondente que se responsabilizará pelo artigo em nome dos demais autores.

Só serão aceitos trabalhos depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados ou submetidos em publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo.

Os trabalhos subdivididos em partes 1, 2..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores. Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos.

Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.

### **Composição seqüencial do artigo**

- a. Título: no máximo com 15 palavras, em que apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula.
- b. Os artigos deverão ser compostos por, no máximo, 7 (sete) autores;
- c. Resumo: no máximo com 15 linhas;
- d. Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título;
- e. Título em inglês no máximo com 15 palavras, ressaltando-se que só a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula;
- f. Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo;
- g. Key words: no mínimo três e no máximo cinco;
- h. Introdução: destacar a relevância do artigo, inclusive através de revisão de literatura;
- i. Material e Métodos;
- j. Resultados e Discussão;
- k. Conclusões devem ser escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se nos objetivos da pesquisa;
- l. Agradecimentos (facultativo);
- m. Literatura Citada.

### **Edição do texto**

- a. Idioma: Português, Inglês e Espanhol
- b. Processador: Word for Windows;
- c. Texto: fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverá existir no texto palavras em negrito;
- d. Espaçamento: duplo entre o título, resumo e abstract; simples entre item e subitem; e no texto, espaço 1,5;
- e. Parágrafo: 0,5 cm;
- f. Página: Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,5 cm e esquerda e direita de 3,0 cm, no máximo de 20 páginas não numeradas;
- g. Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas as primeiras letras maiúsculas. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula;
- h. As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão;

**i. Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)**

- Títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos em fonte Times New Roman, estilo normal e tamanho 9;

- As tabelas e figuras devem apresentar larguras de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas pela primeira vez. Exemplo de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada sub-figura numa figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), e posicionada ao lado esquerdo superior da figura e fora dela. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Exemplo do título, o qual deve ficar acima: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, mediante análise estatística, deverá existir um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, e ser diferenciadas através de marcadores de legenda diversos e nunca através de cores distintas. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Fotografias ou outros tipos de figuras deverão ser escaneadas com 300 dpi e inseridas no texto. O(s) autor(es) deverá(ão) primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista uma boa reprodução gráfica. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis, mas, sem separação do título por vírgula.

**Exemplos de citações no texto**

- a. Quando a citação possuir apenas um autor: ... Freire (2007) ou... (Freire, 2007).
- b. Quando possuir dois autores: ... Freire & Nascimento (2007), ou... (Freire & Nascimento, 2007).
- c. Quando possuir mais de dois autores: Freire et al. (2007), ou (Freire et al., 2007).

## **Literatura citada**

O artigo deve ter, preferencialmente, no máximo 25 citações bibliográficas, sendo a maioria em periódicos recentes (últimos cinco anos). As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista. As referências citadas no texto deverão ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e conter os nomes de todos os autores, separados por ponto e vírgula. As citações devem ser, preferencialmente, de publicações em periódicos, as quais deverão ser apresentadas conforme os exemplos a seguir:

### **a. Livros**

Mello, A.C.L. de; Vêras, A.S.C.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Dubeux Júnior, J.C.B; Freitas, E.V. de; Cunha, M.V. da . Pastagens de capim-elefante: produção intensiva de leite e carne. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 49p.

### **b. Capítulo de livros**

Serafim, C.F.S.; Hazin, F.H.V. O ecossistema costeiro. In: Serafim; C.F.S.; Chaves, P.T. de (Org.). O mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília- DF: Ministério da Educação, 2006. v. 8, p. 101-116.

### **c. Revistas**

Sempre que possível o autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers).

Quando o artigo tiver a url.

Oliveira, A. B. de; Medeiros Filho, S. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de leucena, cv. Cunningham. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.7, n.4, p.268-274, 2007. <<http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=183&path%5B%5D=104>>. 29 Dez. 2012.

Quando o artigo tiver DOI.

Costa, R.B. da; Almeida, E.V.; Kaiser, P.; Azevedo, L.P.A. de; Tyszka Martinez, D. Tsukamoto Filho, A. de A. Avaliação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. na região do Pantanal, estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p.685-693, 2011. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1277>>



**d. Dissertações e teses**

Bandeira, D.A. Características sanitárias e de produção da caprinocultura nas microrregiões do Cariri do estado da Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 116p. Tese Doutorado.

**e. WWW (World Wide Web) e FTP (File Transfer Protocol)**

Burka, L.P. A hipertext history of multi-user dimensions; MUD history. <<http://www.aka.org.cn/Magazine/Aka4/interhisE4.html>>. 29 Nov. 2012.

Não serão aceitas citações bibliográficas do tipo apud ou citado por, ou seja, as citações deverão ser apenas das referências originais. Citações de artigos no prelo, comunicação pessoal, folder, apostila, monografia, trabalho de conclusão de curso de graduação, relatório técnico e trabalhos em congressos, não são aceitos na elaboração dos artigos.

**Outras informações sobre a normatização de artigos**

- 1) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a primeira letra de cada palavra maiúscula;
- 2) O nome de cada autor deve ser por extenso apenas o primeiro nome e o último sobrenome, sendo apenas a primeira letra maiúscula;
- 3) Não colocar ponto no final de palavras-chave, key words e títulos de tabelas e figuras. Todas as letras das palavras-chave devem ser minúsculas, incluindo a primeira letra da primeira palavra-chave;
- 4) No Abstract, a casa decimal dos números deve ser indicada por ponto em vez de vírgula;
- 5) A Introdução deve ter, preferencialmente, no máximo 2 páginas. Não devem existir na Introdução equações, tabelas, figuras, e texto teórico sobre um determinado assunto;
- 6) Evitar parágrafos muito longos;
- 7) Não deverá existir itálico no texto, em equações, tabelas e figuras, exceto nos nomes científicos de animais e culturas agrícolas, assim como, nos títulos das tabelas e figuras escritos em inglês;
- 8) Não deverá existir negrito no texto, em equações, figuras e tabelas, exceto no título do artigo e nos seus itens e subitens;
- 9) Em figuras agrupadas, se o título dos eixos x e y forem iguais, deixar só um título centralizado;
- 10) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada nome;

11) Nos exemplos seguintes o formato correto é o que se encontra no lado direito da igualdade: 10 horas = 10 h; 32 minutos = 32 min; 5 l (litros) = 5 L; 45 ml = 45 mL;  $1/s = L.s^{-1}$ ;  $27^{\circ} C = 27^{\circ} C$ ;  $0,14 m^3/min/m = 0,14 m^3 \cdot min^{-1} \cdot m^{-1}$ ; 100 g de peso/ave = 100 g de peso por ave; 2 toneladas = 2 t; mm/dia =  $mm \cdot d^{-1}$ ;  $2 \times 3 = 2 \times 3$  (deve ser separado);  $45,2 - 61,5 = 45,2-61,5$  (deve ser junto). A % é unidade que deve estar junta ao número (45%). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, colocar a unidade somente no último valor (Exs.: 20 e 40 m; 56,0, 82,5 e 90,2%). Quando for pertinente, deixar os valores numéricos com no máximo duas casas decimais;

12) No texto, quando se diz que um autor citou outro, deve-se usar apud em vez de citado por. Exemplo: Walker (2001) apud Azevedo (2005) em vez de Walker (2001) citado por Azevedo (2005). Recomendamos evitar essa forma de citação.

13) Na definição dos parâmetros e variáveis de uma equação, deverá existir um traço separando o símbolo de sua definição. A numeração de uma equação deve estar entre parêntesis e alinhada esquerda. Uma equação deve ser citada no texto conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eq. 4.;

14) Quando o artigo for submetido não será mais permitida mudança de nome dos autores, seqüência de autores e quaisquer outras alterações que não sejam solicitadas pelo editor.

### **Procedimentos para encaminhamento dos artigos**

O autor correspondente deve se cadastrar como autor e inserir o artigo no endereço <http://www.agraria.ufrpe.br> ou <http://www.agraria.pro.br>. O autor pode se comunicar com a Revista por meio do e-mail [agrarias@prppg.ufrpe.br](mailto:agrarias@prppg.ufrpe.br), [editorgeral@agraria.pro.br](mailto:editorgeral@agraria.pro.br) ou [secretaria@agraria.pro.br](mailto:secretaria@agraria.pro.br).