

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

MARIA AMÉLIA GUIMARÃES DO PASSO

**Idade e crescimento da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*
(Bonaparte, 1832) (Pisces: Elasmobranchii), capturada no
Atlântico Sul Equatorial.**

RECIFE

2009

MARIA AMÉLIA GUIMARÃES DO PASSO

**IDADE E CRESCIMENTO DA RAIÁ-ROXA, *PTEROPLATYTRYGON*
VIOLACEA (BONAPARTE, 1832) (PISCES: ELASMOBRANCHII),
CAPTURADA NO ATLÂNTICO SUL EQUATORIAL.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Biologia Animal, do Departamento de Zoologia do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciências na área de Biologia Animal.

ORIENTADOR:

Prof^a Dra. Rosangela Paula Lessa

RECIFE

2009

Passo, Maria Amélia Guimarães do
Idade e crescimento da Raia-roxa, Pteroplatytrygon violácea
(Bonaparte, 1832) (Pisces: Elasmobranchii), capturada no Atlântico Sul
Equatorial / Maria Amélia Guimarães do Passo. – Recife: O Autor, 2009.

81 folhas: fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Pernambuco. CCB. Departamento de Zoologia, 2009.

Inclui bibliografia.

1. Elasmobranchii 2. Pteroplatytrygon violácea 3. Raia-roxa I
Título.

567.3
597.3

CDU (2.ed.)
CDD (22.ed.)

UFPE
CCB – 2009- 046

MARIA AMÉLIA GUIMARÃES DO PASSO

**IDADE E CRESCIMENTO DA RAIA-ROXA, *PTEROPLATYTRYGON*
VIOLACEA (BONAPARTE, 1832) (PISCES: ELASMOBRANCHII),
CAPTURADA NO ATLÂNTICO SUL EQUATORIAL.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Biologia Animal, do Departamento de Zoologia do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciências na área de Biologia Animal.

Aprovada em 17 / 02 / 2009

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª. Dra. Rosângela Paula Teixeira Lessa (Orientadora)

Prof^ª. Dra Maria Elisabeth Araújo (Titular)

Prof. Dr. Jose Roberto Botelho de Souza (Titular)

Prof. Dr. Francisco Marcante de Santana (Titular)

Prof^ª. Dra. Sigrid Neumann Leitão (Suplente)

Prof. Dr. Paulo Jorge Parreira Santos (Suplente)

Aos dois homens da minha vida, meu querido Avô Lafayette que onde quer que esteja sempre estará torcendo por mim e ao meu Amado esposo Guilherme, que sempre me apóia e incentiva em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao meu marido Guilherme Gondolo pelo carinho, compreensão, apoio, incentivo e amor.

À minha mãe querida, meus Avós e meus irmãos, cunhados (as) e sobrinhos pelo apoio, carinho e por acreditarem em mim. E à minha nova família Gondolo também.

À Profa Dra Rosângela Lessa, minha orientadora, por ter me aceitado como aluna, pela sua orientação e pelo exemplo de pesquisadora.

Ao casal de professores Dra. Rosa de Lima e Sr. Walter pela amizade e conselhos, servindo como exemplo de profissionais.

A Chico Marcante, pelos puxões de orelha e conselhos valiosos.

A Dr. Teodoro Vaske pelas contribuições.

Ao Dr. Wade Daniel Smith, ao Dr. Henry Mollet, Dra. Patrícia Charvet-Almeida e a Dra. Andréa Espínola pelas sugestões e pelo envio de separatas fundamentais ao desenvolvimento deste trabalho.

À Marcela Sátyro pela ajuda em todos os momentos.

Aos colegas de curso Adriane Mendes, Taciana, Débora e Mônica, e a Turma 2008, vocês são uns amores.

Aos meus queridos amigos Ju Gomes, Mayra, Juli Gaby, Priscilla, Paulinha Leite, Paulinha Sátyro, Mauricio, Leandro, Ana Lia.

À Sueny pelo incentivo e amizade ao longo desses 11 anos.

À Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) pela bolsa concedida.

A colegas do DIMAR: Lucio (Bob) Bezerra, Kaio, Sérgio, Felipe Lucena, Lula, Marcos, Renato, Herdras, Carlos McGyver, Camila KK, Panda, Paulo Duarte que colaboraram de alguma forma.

Aos professores do curso: Simão, Paulo Santos, Carlos Perez e Paula, Cleide, Maria Eduarda, Ralf, e os colaboradores, Milena e Deoclécio.

Ao curso de Biologia Animal que tornou esse estudo possível.

E a todo mundo que com certeza me ajudou muito, mas eu acabei esquecendo de citar.

"Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu. Para um dia plantar as suas árvores e dar-lhes valor. Conhecer o frio para desfrutar o calor. E o oposto. Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser; que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver".

Amir Klink

RESUMO

A raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, é o único membro da família Dasyatidae com hábitos totalmente pelágicos. O principal objetivo deste estudo foi avaliar a periodicidade de formação dos anéis etários e à estimação dos parâmetros de crescimento, através do exame da deposição de marcas de crescimento nas vértebras desta espécie. No total, foram capturados 348 espécimes entre maio de 2005 e maio de 2008, sendo 120 fêmeas e 228 machos, como fauna acompanhante na pesca dos atuns e afins no atlântico Sul equatorial. A análise do incremento marginal apontou para a formação de uma banda de crescimento por ano. As larguras do disco (LD) variaram entre 30,6 cm e 63,2 cm para as fêmeas e entre 26,6 cm e 59,6 cm para os machos. A composição etária da amostra de machos é de indivíduos que variam desde 0 a 9 anos e fêmeas de 0 a 10 anos. Os três parâmetros derivados do modelo de crescimento de von Bertalanffy foram para fêmeas: L_{∞} (cm) = 91,53, k = 0,073, t_0 = -5,26; para machos: L_{∞} (cm) = 78,53, k = 0,10, t_0 = -4,16. Estes valores são um dos mais baixos reportados para raias Myliobatiformes e indicam taxas de crescimento lento na comparação com elasmobrânquios em geral.

Palavras-chave: Dasyatidae, Vértebra, Idade e Crescimento, von Bertalanffy

ABSTRACT

The *Pteroplatytrygon violacea* known as pelagic stingray, is the only specie Dasyatidae family with pelagic habits. The objective of this study was to evaluate the frequency of formation of growth rings and the estimation of the age parameters of growth, by examining the deposition of growth marks in vertebrae of this species. In total, 348 specimens were captured between May 2005 and May 2008 as by-catch of the tuna fishery at the Equatorial South Atlantic. With 120 females and 228 males. The analysis of marginal increment showed the formation of a new band once a year. The width of the disk (LD) ranged between 30,6 cm and 63,2 cm for females and between 26,6 cm and 59,6 cm for males. The age composition of males range from 0 to 9 years and females 0 to 10 years. The parameters derived from the growth model of von Bertalanffy for females were: L_{∞} (cm) = 91,53, k = 0,073, t_0 = -5,26 and for males: L_{∞} (cm) = 78,53, k = 0,10, t_0 = -4,16. These values are among the lowest reported for Myliobatiformes skates and show slow growth rates in comparison with elasmobranches in general.

Keywords: Dasyatidae, vertebra, Age and growth, von Bertalanffy

LISTA DE FIGURAS

- Figura. 1.** Área de ocorrência de desembarque mundial da raia *Pteroplatytrygon violacea* (Bonaparte, 1832)..... **6**
- Figura. 2.** *Pteroplatytrygon violacea*, macho 420 mm LD: a) vista dorsal e b) vista ventral. Exemplar capturado em Cabo Frio, Brasil..... **7**
- Figura. 3.** Área de atuação da frota atuneira arrendada pelo Brasil, de 2005 a 2008, onde foram capturados exemplares da raia *Pteroplatytrygon violacea*. Os pontos mais escuros indicam as áreas com maior esforço de pesca..... **9**
- Figura. 4.** Esquema de medidas para da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. **18**
- Figura. 5.** À direita o modelo da máquina politriz utilizada no corte das vértebras. À esquerda a representação gráfica de uma vértebra da raia-roxa com plano de corte longitudinal ou sagital. **20**
- Figura. 6.** Distribuição de frequências de comprimento por sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. **27**
- Figura. 7.** Relação entre a largura do disco (LD) e o comprimento do disco (CD) para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial..... **28**
- Figura. 8.** Distribuição de frequências de pesos totais por sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. **29**
- Figura. 9.** Relações entre o peso-eviscerado (PE) e a Largura do disco (LD) para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial..... **30**
- Figura. 10.** Relações entre o peso total (PT) e a Largura do disco (LD) para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. **31**
- Figura. 11.** Corte sagital utilizando luz transmitida (20x) na vértebra de *P. violacea* de um espécime com 2 anos e 38,5 cm de LD. **32**
- Figura. 12.** Média do raio da vértebra (mm) para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.. **33**

- Figura. 13.** Regressões linear entre o raio da vértebra (RV) e a largura do disco (LD) da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, segundo o embasamento teórico da proporcionalidade da estrutura (SPH) proposto Fraser-Lee (1940 apud Francis, 1990).. **34**
- Figura. 14.** Variação mensal média do incremento marginal relativo (IMR) no crescimento vertebral da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. Os números indicam o numero de indivíduos capturados de cada mês e as barras o desvio padrão.. **36**
- Figura. 15.** Caracterização da borda das vértebras da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. A: Borda com pequeno fecho de luz (IM – 0,1 a 0,5); B: Borda restrita de luz ou escura (IM – 0)..... **37**
- Figura. 16.** Caracterização mensal da borda das vértebras da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. O IMR=0 agrupa os indivíduos que marcaram anel ou estão prestes a fazê-lo; o IMR=0,1-0,5 agrupa os que apresentam uma banda clara estreita e o IMR=0,6-0,9 agrupa aqueles com uma banda larga e clara na borda **37**
- Figura. 17.** Análise do incremento marginal por trimestre da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. Primeira coluna os indivíduos que apresentaram de 0 a 2 bandas. Segunda coluna os indivíduos que apresentaram 8 ou mais bandas (N = 49)..... **39**
- Figura. 18.** Comparação entre as curvas de crescimento ajustadas aos modelos de von Bertalanffy e Gompertz a partir dos comprimentos observados para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.. **41**
- Figura. 19.** Curvas de crescimento segundo modelo de von Bertalanffy, geradas a partir dos comprimentos observados e retrocalculados, para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial..... **44**
- Figura. 20.** Composição de idades da amostra para as fêmeas e machos da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. **46**

LISTA DE TABELAS

- Tabela. I.** Variação da Largura do disco (LD) e dos pesos total (PT) e eviscerado (PE) da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.. **29**
- Tabela. II.** Variação do Índice de Erro Médio (IAPE) entre as duas últimas leituras para cada grupo de idade (t) e o total Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. O número de exemplares em cada grupo de idade está representado na coluna n..... **35**
- Tabela. III.** Largura do disco retrocalculados ($\pm$ d. p.) e média das larguras do disco observadas para as fêmeas da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. t = idade; n = tamanho da amostra.. **41**
- Tabela. IV.** Largura do disco retrocalculados ($\pm$ d. p.) e média das larguras do disco observadas para os machos da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. t = idade; n = tamanho da amostra. **41**
- Tabela. V.** Critérios de Akaike para escolha do melhor modelo de crescimento para Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. Onde k = numero de parâmetros do modelo; AIC = Critério de Akaike; Δi = diferença de Akaike.. **42**
- Tabela. VI.** Parâmetros de crescimento obtidos pelos modelos de crescimento de von Bertalanffy e Gompertz, com sexos grupados a partir da análise das vértebras da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. Onde L_{∞} (cm) = comprimento assintótico, k (ano) = coeficiente de crescimento, t_0 (dias)= idade de formação do primeiro incremento, a e b = parâmetros estimados, SQE = soma doas quadrados dos erros..... **42**
- Tabela VII.** Parâmetros de crescimento obtidos pelo modelo de crescimento de von Bertalanffy, a partir das larguras de disco observadas para fêmeas e machos da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. **44**
- Tabela VIII.** Parâmetros de crescimento obtidos pelo modelo de crescimento de Von Bertalanffy, a partir das larguras de disco retrocalculadas para

fêmeas e machos da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial..... **45**

Tabela. IX. Intervalo de confiança dos parâmetros (95% de probabilidade) de crescimento obtidos pelo modelo de crescimento de Von Bertalanffy, a partir das larguras de disco retrocalculadas para fêmeas e machos da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial... ..**45**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	4
2. 1. Objetivo Geral.	4
2. 2. Objetivos específicos.	4
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.	5
3.1 A Espécie	5
3. 2. A Pesca.....	8
3.3. Idade e Crescimento.....	11
4. MATERIAIS E MÉTODOS	16
4. 1. Características da Área de Estudo.	16
4. 2. Composição Amostral.....	18
4. 3. Idade e Crescimento.....	19
5. RESULTADOS	27
6. DISCUSSÃO.....	48
7. CONCLUSÕES	55
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1. INTRODUÇÃO

Os Elasmobrânquios (tubarões e raias) são um grupo de cerca de 1.100 espécies de peixes (500 espécies de tubarões, e 600 espécies de raias), sendo a maioria de espécies marinhas (Compagno, 1999). Apresentam uma estratégia de vida do tipo K-estrategista, caracterizado pelo crescimento lento, alta longevidade, maturação sexual tardia e baixa fecundidade (Holden, 1974). A estratégia de vida dos elasmobrânquios faz com que esse grupo seja extremamente suscetível a sobrepesca, levando-os a rápidos declínios populacionais (Holden, 1974; Pratt & Casey, 1990; Stevens *et al.*, 2000). O tempo necessário para o restabelecimento de uma população impactada pode ser de décadas (Hoening & Gruber, 1990; Stevens *et al.*, 2000). Camhi *et al.* (1998) comentam que, além da estratégia de vida, várias populações de elasmobrânquios em todo mundo têm sofrido depleção devido a fatores antrópicos, como a captura acidental, o aumento gradual do esforço de pesca e a degradação de ambientes costeiros e estuarinos.

No Brasil, várias espécies de elasmobrânquios são exploradas comercialmente caracterizando-se as pescarias pela falta de informação básica a respeito da biologia das espécies, o que dificulta o desenvolvimento de uma prática de conservação e manejo (Lessa *et al.*, 1999).

Na região do Atlântico Sul Equatorial operam embarcações da frota atuneira sediadas em Natal/RN, Cabedelo/PB e Recife/PE que atuam entre 09°N e 028°S de latitude e 018°W a 053°W de longitude, utilizando, principalmente, como aparelho de pesca o espinhel pelágico (Hazin, 2006). O alvo da pesca inclui os atuns da família Scombridae, os agulhões das famílias Istiophoridae e Xiphiidae, e os tubarões, principalmente da família Carcharhinidae. As raias da espécie *Pteroplatytrygon vioalcea* são capturadas de forma acidental (*by catch*)

As Myliobatiformes compreendem uma das maiores ordens de elasmobrânquios e incluem aproximadamente 160 espécies conhecidas atualmente, que representam cerca de 36% de todas as raias (Compagno, 1990). Pouco se sabe sobre a história de vida das Myliobatiformes, apesar da diversidade e prevalência deste grupo. Muitas

raias desta ordem são temidas em áreas costeiras, devido à presença do espinho caudal nocivo e por predação bancos comerciais de bivalves (Dulvy & Reynolds, 2002).

As Dasyatidae, umas das principais famílias dentro das Myliobatiformes, são comumente bentônicas, habitantes das águas costeiras tropicais e subtropicais, ambientes pelágicos e de água doce (Nelson, 2006).

A Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea* (Bonaparte, 1832), pertence à família Dasyatidae que compreende nove gêneros e cerca de 38 espécies (Santos, Gomes & Charvet-Almeida, 2004). É a única espécie do gênero *Pteroplatytrygon* Fowler, 1910 e a única espécie da família que apresenta hábitos totalmente pelágicos (Wilson & Beckett, 1970) embora Nakaya (1982) tenha registrado capturas entre 330 e 381 metros de profundidade, comentando que subam ocasionalmente até a superfície.

É uma raia relativamente pequena, que chega a 160 cm de comprimento total e 80 cm de largura de disco (Compagno 1987). Possui uma coloração violeta escuro ou verde azulado no dorso e purpúreo-acizentado no ventre. Tem focinho arredondado com projeções espinhosas na linha central do dorso e de 1 a 3 espinhos na base da nadadeira caudal. A boca apresenta dentes triangulares ou cônicos em fileiras sucessivas (Nishida & Nakaya, 1990).

É uma espécie vivípara lecitotrófica, ou seja, o embrião depende exclusivamente uma substância histotrófica ou leite uterino, que é absorvida para o desenvolvimento que ocorre em um período de gestação entre 2 e 4 meses (Bester *et al.*, 2005). Alimentam-se de lulas, medusas, crustáceos e peixes (Vaske *et al.* 2005; Wilson e Beckett, 1970).

Sua distribuição ainda não está definida adequadamente, porém é sugerido ocorrer mundialmente, em mares e oceanos tropicais e subtropicais, além de águas temperadas na Austrália e Tasmânia, sendo, rara em regiões costeiras (Mollet, 2002).

P. violacea foi incluída em fevereiro de 2007 na lista de espécies vulneráveis e ameaçadas da IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*), na categoria “baixo risco”. A cada ano aumenta o número de capturas acidentais desses indivíduos (*by-catch*) por barcos pesqueiros, sendo, portanto, de suma importância pesquisas a respeito da sua biologia, no intuito de assegurar a

conservação de suas populações, pois existem escassos registros na literatura e a maioria se refere a registros de ocorrências (Mazzoleni & Schwingel, 1999)

O estudo da idade e do crescimento é uma etapa essencial para o conhecimento da dinâmica de uma população, pois permite estimar as idades, além da estimativa da longevidade e das taxas de crescimento da espécie, parâmetros essenciais para o manejo de estoques pesqueiros (Hoff e Musick, 1990). Estes estudos têm possibilitado a comparação das condições gerais dos peixes de diferentes localidades e de peixes do mesmo estoque, em distintas épocas do ano (Bond, 1996). Segundo Fonteles-Filho (1989), informações sobre a estrutura etária podem ser usadas para facilitar o entendimento sobre variações no crescimento e na sobrevivência, no ambiente, ajudando a compreender fatores que afetam o sucesso no recrutamento. Além disso, a estimativa da taxa de crescimento permite avaliar a renovação de um determinado estoque.

A escolha da estrutura é a primeira etapa nesse processo. A determinação da idade por meio de estruturas calcificadas vem sendo amplamente utilizada nas ciências pesqueiras desde o início do século XX, sendo as escamas, otólitos e espinhos as estruturas calcificadas mais utilizadas para a determinação da idade em peixes teleósteos (Caillet *et al.*, 1983). Atualmente, nos elasmobrânquios, a vértebra é considerada a melhor estrutura permitindo identificar e interpretar os anéis de crescimento (Campana, 2001).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estimar a idade, o crescimento, a longevidade e a estrutura etária da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea* capturada no Atlântico Sul Equatorial (Bonaparte, 1832).

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a estrutura de tamanho, idade e proporção de sexos na área estudada.
- Examinar a viabilidade de estimar a idade e crescimento da espécie mediante leituras dos anéis etários nas vértebras.
- Estimar a idade de ambos os sexos.
- Comparar os modelos de crescimento de von Bertalanffy e Gopertz afim de observar o modelo que descreve melhor o crescimento da espécie.
- Comparar o crescimento entre os sexos.
- Validar a formação dos anéis etários

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A Espécie

Os primeiros estudos ecológicos sobre raias datam de 1926 quando Clark (1926) determinou a composição específica desse grupo nas águas das Ilhas Britânicas, incluindo aspectos da história de vida, morfologia e biologia geral (Ellis, J. *et al.*, 2005). Estudos posteriores sobre raias foram empreendidos por Steven (1943), que analisou e estudou aspectos da ecologia alimentar, biologia reprodutiva e migrações (Ellis, *et al.*, 2005).

Durante a década de 1960 e 1970 Holden foi pioneiro ao destacar a susceptibilidade dos elasmobrânquios a sobreexploração (Holden, 1974). Segundo Ellis *et al* (2005), este período de pesquisa resultou em inúmeras publicações relativas à idade, crescimento, biologia reprodutiva e hábitos alimentares de uma variedade de raias e grande parte dos conhecimentos biológicos adquiridos a partir destes estudos.

A Raia raia-roxa é uma espécie relativamente pequena, largura de disco máxima (LD) 80 cm, pertencente a família Dasyatidae, diferindo das outras espécies da família por apresentar hábitos pelágicos (Compagno, 1987). É difundida nos mares tropicais e subtropicais, incluindo os oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (Mollet, 2002). Nakaya (1982) registrou capturas entre 330 a 380 metros de profundidade. No Brasil, o primeiro registro foi feito por Sadowski & Amorim (1977) na região sul. Zavala-Camin (1990) menciona como uma das espécies capturadas por espinhel no sudeste e Menni *et al.* (1995) fizeram o primeiro registro para o Atlântico Sul equatorial com um exemplar capturado em frente ao Estado de Pernambuco.

A literatura registra ocorrências em diversas regiões: EUA (Radovich, 1961); Atlântico nordeste (Scott & Tibbo, 1968); Atlântico (Wilson & Beckett, 1970); Gibraltar e Grécia (Ondrias, 1971); Águas de Cantábria, na Espanha (Iribar & Ibañez 1977); Tunísia (Capapé 1977); Golfo de México (Branstetter & McEchran 1983); Easter Island, no Chile (Lamilla & Melendez 1989); Baía de la

Paz (Mariano & Villavicencio 1998); Colômbia Britânica (Peden & Jamieson 1988); Mossel Bay, África do Sul (Compagno, 1987); Arquipélago da Madeira (Biscoito & Wirtz 1994); Golfo de Gascogne (Bañón, R. 2000); Uruguai (Domingo *et al.*, 2005); Taiwan (Joung *et al.*, 2005); Mar do Norte (Oceano Atlântico) (Ellis, 2007) (Fig 01). Siqueira & Sant'Anna (2007) registraram ocorrências na costa do Rio de Janeiro, sendo este o único registro para uma região costeira. Os autores atribuíram o fato ao fenômeno da resurgência que ocorre todos os anos na região de Cabo Frio (Fig 02).

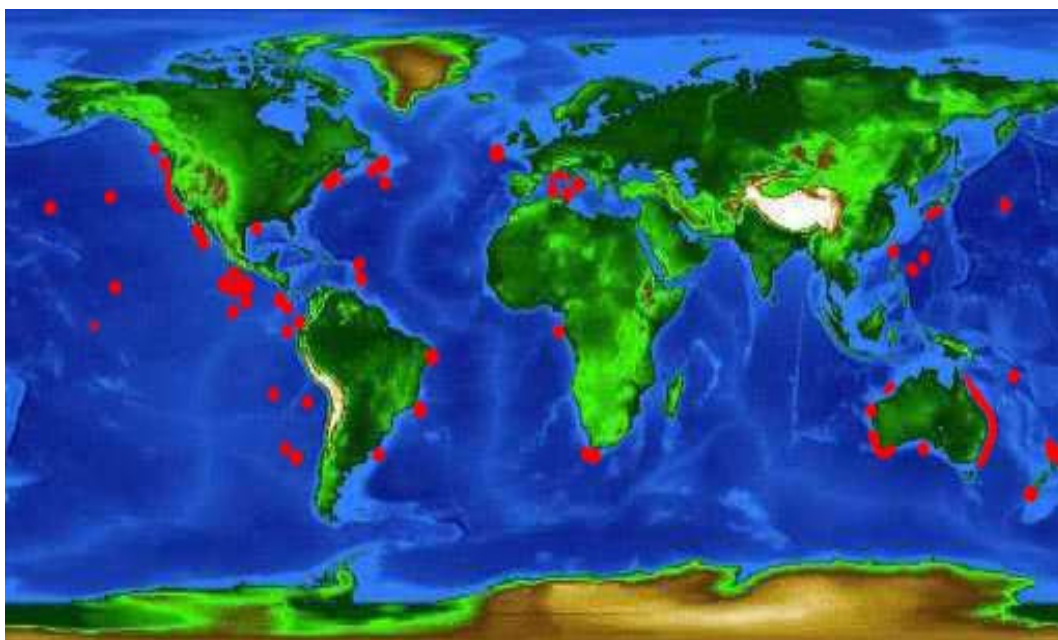


Figura 1. Área de desembarque da raia *Pteroplatytrygon violacea* (Bonaparte, 1832). (Fonte: www.fishbase.org / acesso:2008).

Fêmeas da espécie foram capturadas prenhes, com embriões em avançado estágio maturacional, durante o verão na Baía de Nápoles, onde, a partir de então, foi estimado um período gestacional de oito semanas (Ranzi & Zezza, 1936, *apud* Mollet, 2002). Hemida *et al.* (2003) e Bester *et al.* (2005) também estudaram aspectos da biologia reprodutiva, estimando os tamanhos de nascimento de 15 a 25 cm de largura de disco. Mollet *et al.* (2002) estimou o crescimento de dois espécimes de *P. violacea* em cativeiro, na Califórnia. Através desse estudo, estimou-

se que a espécie pode atingir ate nove anos. Neer (2008), usando vértebras para leitura dos anéis, estimou as idades variando entre 2 a 10 anos.

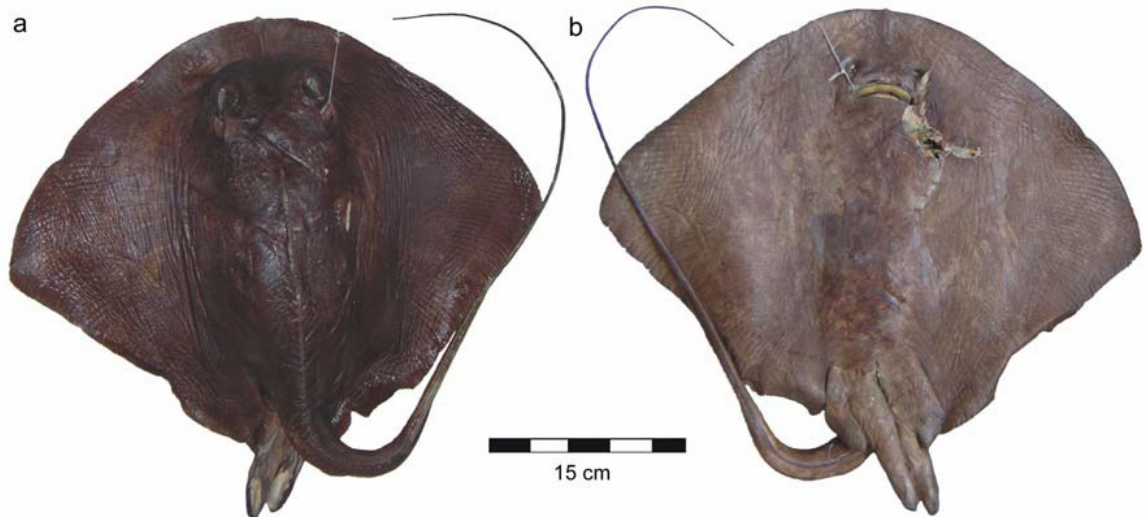


Figura 02. *Pteroplatytrygon violacea*, macho 420 mm LD: a) vista dorsal e b) vista ventral. Exemplar capturado em Cabo Frio, Brasil (Cortesia da Dra. Andréa Espínola).

O hábito alimentar, a biologia reprodutiva, e estruturas populacionais são conhecidas para algumas espécies do gênero *Dasyatis*, como *D. chrysonota*, *D. centroura*, *D. guttata*, *D. lata*, *D. longus*, *D. pastinaca*, *D. sabina*, *D. sayi*, *D. americana*, *D. marmorata* (Bullis & Struhsaker, 1961; Hess, 1961; Struhsaker, 1969; Thorson, 1983; Schmid, 1988; Snelson *et al.*, 1988, 1989; Capapé, 1992, 1993; Snelson & Jonhson, 1996; Kajiura *et al.*, 2000; Ismen, 2003; Chapman *et al.*, 2003).

3.2 A Pesca

O esgotamento dos recursos pesqueiros tradicionais na costa do Brasil tem levado à diversificação das pescarias. O maior desafio para o setor pesqueiro nacional é explorar de forma eficiente às águas oceânicas, onde há potencial de desenvolvimento de novas pescarias.

A pesca comercial com espinhel pelágico no Brasil teve início na região nordeste em torno de 1956, sendo a frota composta por barcos estrangeiros, principalmente japoneses, e tinham como espécies-alvo os atuns (Manzzoleni & Schwingel, 2000). Em 1958, os espinheleiros passaram a operar com base no porto de Santos (SP) até 1961 e duram até os dias de hoje, sendo que a frota é composta por embarcações nacionais e arrendadas (Amorim, 1992). Atualmente, os principais portos que abrigam a frota espinheleira no Brasil estão localizados na região Nordeste nas cidades de Natal (RN), Cabedelo (PB) e Recife (PE), na região Sudeste em Santos (SP) e na região Sul em Itajaí (SC) e Rio Grande (RS).

A pesca com espinhel (multifilamento), no Nordeste, é desenvolvida por embarcações nacionais ou por barcos arrendados, de médio e grande porte e com diferentes autonomias e poder de pesca. Em 2000, já existiam 34 atuneiros atuando no nordeste, enquanto, em 2002, a frota era composta de 29 barcos nacionais e 69 barcos arrendados (Hazin *et al.*, 2004).

Em 1999, o Departamento de Pesca e Aqüicultura (DEPAq) da SEAP/PE instituiu, no nordeste, um Programa de Observadores de Bordo para atuar na frota estrangeira arrendada, mas os embarques dos observadores só se iniciaram no final de 2002 e apenas em 10% do total de embarcações arrendadas (Travassos & Hazin, 2005).

Entre outras, a função dos observadores a bordo das embarcações arrendadas é registrar dados de descartes, cujas informações fazem parte da versão do Mapa de Bordo, em vigor desde outubro de 2003 (Instrução Normativa SEAP/PR nº 05, 27/05/2004) (Travassos & Hazin, 2005).

As amostragens de desembarques dos barcos nacionais operando com o espinhel tradicional, multifilamento, tipo japonês, no Rio Grande do Norte, indicaram a ocorrência de *Prionace glauca*, *Carcharhinus longimanus*, *Carcharhinus spp.*, *Isurus spp.*, *Pseudocarcharias kamoharai*, *Galeocerdo cuvier* e *Sphyrna spp.*, registrando-se, ainda, a ocorrência de *Alopias superciliosus* e da raia *Pteroplatytrygon violacea*. Essas duas última espécies, que não apareciam nos registros de desembarques por serem descartadas no mar à bordo (Hazin *et al.*, 1991).

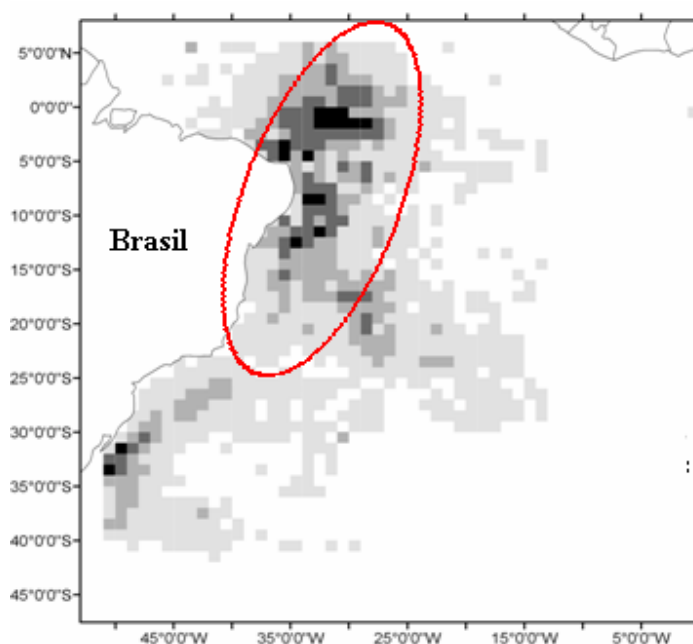


Figura 03 - Área de atuação da frota atuneira arrendada pelo Brasil, de 2005 a 2008, onde foram capturados exemplares da raia *Pteroplatytrygon violacea*. Os pontos mais escuros indicam as áreas com maior esforço de pesca. Fonte: modificado de Hazin (2006).

Elasmobrânquios são explorados na pesca comercial, pois deles são aproveitados a carne, fígado, barbatanas, dentes, mandíbulas, além da importância de algumas espécies para aquário-filia, pesca recreativa e ecoturismo (Dulvy *et al.*, 2008)

Preocupação internacional com a sustentabilidade da pesca dos elasmobrânquios começou no final dos anos 1980 e início dos anos 1990, devido à

expansão mundial da pesca, em resposta ao lucrativo mercado no sudeste da Ásia que consome a barbatana de tubarão (Bonfil, 1994).

Alguns elasmobrânquios são extremamente valiosos, como o tubarão Azul (*Prionace glauca*), por possuírem valiosas barbatanas, que são negociados internacionalmente para atender a crescente demanda por uma iguaria apreciada por países orientais como China e Japão, a “sopa de barbatana” (Clarke *et al.*, 2007). Outros têm um baixo valor e são descartados na pesca comercial. Os dados de capturas e de desembarques são geralmente de má qualidade.

Recentemente, Dulvy *et al.*, (2008) publicaram um trabalho com a lista das 21 espécies oceânicas de raias e tubarões, presentes na lista vermelha da IUCN, ameaçados em decorrência da pesca. Entre as raias ameaçadas, além da *P. violacea*, encontram-se na lista 4 espécies pertencentes à família Mobulidae. Entre os tubarões oceânicos, encontram-se ameaçados os pertencentes às famílias Rhincodontidae, Odontaspidae, Pseudocarchariidae, Megachasmidae, Alopiidae, Cetorhinidae Lamnidae e Carcharhinidae.

3.3 Idade e Crescimento

O aumento da exploração sobre os elasmobrânquios levou recentemente a um interesse mundial na gestão destes recursos valiosos (Hoff & Musick, 1990; Musick *et al.*, 1993). Entre outros fatores, a falta de dados sobre idade e crescimento dificulta os esforços no sentido de determinar a capacidade de resistência dos estoques de elasmobrânquios frente à mortalidade por pesca (Hoff & Musick, 1990). As estimativas de idade, bem como os parâmetros de crescimento são essenciais para estimar o crescimento, a mortalidade, sobrevivência, longevidade, e de rendimento por recruta (Campana, 2001). Por conseguinte, um melhor conhecimento dos parâmetros biológico dos elasmobrânquios é necessário para facilitar a gestão adequada, a fim de que a biodiversidade venha a ser mantida, e que a pesca comercial e de lazer para elasmobrânquios possam ser desenvolvidas de forma sustentável (Cortés, 2000).

Os métodos usados para estimar a idade dos peixes podem ser divididos em indiretos: dados de marcação e recaptura, crescimento em cativeiro, análise de distribuição de frequência de comprimentos e diretos: baseados na interpretação das camadas depositadas nas estruturas calcáreas (vértebras, escamas, otólitos, espinhos ou ossos), como consequência de processos sazonais associados com fatores ambientais ou intrínsecos, responsáveis pelo crescimento, reprodução ou atividade metabólica (Campana & Jones, 1992; Sparre & Venema, 1997).

A determinação de idade em elasmobrânquios é realizada, na grande maioria das vezes, através de análise de vértebras que apresentam bandas ou anéis de crescimento (Campana, 2001). Em algumas espécies tem sido possível a utilização de outras estruturas calcificadas como os raios de nadadeiras peitorais para algumas raia e espinhos das nadadeiras dorsais, quando presentes, em algumas espécies de tubarões (Gallagher e Nolan, 1999; Clarke *et al.*, 2002). São usados também espinhos caudais de raia (Gallagher e Nolan, 1999) e arcos neurais corados com nitrato de prata (McFarlane *et al.*, 2002).

Campana (2001) chama a atenção para a acurácia, propriedade que indica a proximidade de uma medição do valor esperado ou simplesmente refere-se à exatidão

da informação. A segunda seria o grau de variação de resultados de uma medição ou sua reprodutibilidade nos estudos de idade e crescimento de peixes. Beamish e Fournier (1981) criaram uma análise para comparar a reprodutibilidade entre as leituras, o índice de erro médio em porcentagem (IAPE).

O uso das vértebras dos elasmobrânquios teve início com os trabalhos de Ridewood (1921 *apud* Cailliet *et al.* 1983) sendo este o primeiro a descrever as zonas de calcificação. Posteriormente, Haskell (1949 *apud* Cailliet *op cit.*) sugeriu que essas zonas de crescimento poderiam ser utilizadas para determinação da idade. A partir de então vários autores utilizaram diversas técnicas para melhorar a observação das zonas de calcificação em elasmobrânquios. Para espécies de peixes com altas longevidades como os elasmobrânquios, são geralmente utilizadas as contagens de anéis etários periódicos (Campana, 2001).

Em 2006 Cailliet e colaboradores elaboraram uma revisão bibliográfica dos trabalhos mais importantes sobre idade e crescimento. 28 recentes estudos que identificam pontos onde podem ser introduzidas melhorias na estimativa de idades dos elasmobrânquios, como: terminologia utilizada para descrever características do crescimento; métodos utilizados para verificar e validar as estimativas de idade, e funções usadas para produzir e descrever os parâmetros de crescimento, destacando a incorporação da idade teórica na qual o peixe tinha comprimento zero (T_0).

Panfili *et al.* (2002) observou, que os anéis de crescimento tem sido tradicionalmente utilizado para designar marcas anuais. Cailliet e Goldman (2004) e Goldman (2004) sugeriram que o termo “banda” pode ser utilizado para períodos sazonais (por exemplo, bandas opacas tende a ser depositada no verão e bandas translúcidas tende a ser depositada nos meses de inverno) e que o termo “anel” pode ser usado para os padrões de crescimento onde se assume que representam o período de um ano.

Técnicas têm sido usadas em tentativas de aumentar a visibilidade das bandas de crescimento nas vértebras de elasmobrânquios. A lista inclui imersão em álcool, a impregnação de xileno, radiografia, alizarina vermelha, nitrato de prata, cristal de

violeta e grafite (Cailliet *et al.*, 1983; Gelsleichter *et al.*, 1998; Neer & Cailliet, 2001).

O retrocálculo é um método utilizado para descrever o histórico de crescimento de cada indivíduo amostrado, que estima o comprimento por idade previa para cada indivíduo (Francis, 1990). Este método é baseado num dos requisitos para o estudo de crescimento segundo Whitney & Carlander (1957 apud Francis, 1990): a existência de proporcionalidade entre a estrutura rígida utilizada e o tamanho do indivíduo. A proporcionalidade é imprescindível, pois, se a estrutura não aumenta em proporção do tamanho do indivíduo, ela será inviável para este tipo de estudo.

O tamanho da amostra pode influenciar nas estimativas dos parâmetros de crescimento (Lessa *et al.*, 2006). É óbvio que um maior número de exemplares (isto é, maior tamanho da amostra) é benéfico para adquirir um conhecimento aprofundado do processo de idade e crescimento de qualquer espécie. Além do tamanho da amostra, o conteúdo da mesma deveria conter exemplares de ambos os sexos, para cada mês do ano. Isso pode ser difícil de obter, para muitos elasmobrânquios, mas a meta deve ser o de chegar o mais perto possível dela. O retrocálculo pode ajudar a "preencher" as lacunas de uma amostra de dimensão reduzida dos jovens e de classes de meia idade, mas deve-se lembrar que embora exista um valor considerável utilizando os dados retrocalculados, o resultado é um falso aumento na dimensão da amostra (Cailliet, 1991)

Beamish & McFarlane (1983) escreveram outro requisito imprescindível ao estudo de crescimento: a importância da validação da periodicidade na formação de cada anel ou incremento, e trata-se das verificações mais complexa.

É fundamental a validação da periodicidade na formação dos anéis etários, porque uma possível inclusão de anéis com periodicidade distinta da assumida nas leituras, pode levar a estimativas errôneas dos parâmetros da curva de crescimento (Campana, 2001).

Embora vários métodos de verificação sejam disponíveis a análise do incremento marginal que consiste na observação das zonas marginais da estrutura rígida

(otólito ou vértebra) ao longo do tempo e tornou-se o mais popular devido ao seu baixo custo (Lessa *et al.*, 2006).

A análise do incremento marginal constitui um instrumento útil, sendo uma análise semi-direta (Panfili *et al.* 2002) para validar o método de periodicidade da formação da banda. É a técnica mais comumente empregada na validação em estudos de idade e crescimento (Cailliet e Goldman 2004; Goldman 2004).

Embora a incorporação da análise do incremento marginal (AIM) em estudos de crescimento em elasmobrânquios tem aumentado acentuadamente desde Parsons (1993), a técnica vem sendo aplicada há muitos anos. Em seu trabalho pioneiro, Ishiyama (1951) foi o primeiro a apresentar uma fórmula para AIM e analisar raios de última e penúltima banda entre os meses de captura para determinar a época de formação da banda. Esta tentativa, porém, foi ignorada. Autores mais recentes (por exemplo, Simpfendorfer 1993; Natanson *et al.* 1995; Loefer e Sedberry 2003; Santana e Lessa 2004; Goldman e Musick 2006) têm aplicado AIM como uma técnica de validação. Recentemente esse método vem sendo amplamente criticado, devido aos resultados duvidosos que tem gerado para muitas espécies fruto de violações de suas exigências básicas (Campana, 2004).

A validação da periodicidade de formação dos anéis de crescimento deve ser realizada para diferentes fases de crescimento de modo a incluírem jovens e adultos (Campana, 2001), pois é sabido que a frequência de deposição das marcas de crescimento pode mudar ao longo do desenvolvimento como sugerido para *P. glauca* por (Santana e Lessa, 2004).

Uma série de modelos existem para estimar os parâmetros de crescimento, sendo a maioria deles baseada em nos modelos de von Bertalanffy (1938) e Gompertz (1825) (Ricker, 1979; Haddon , 2001). O modelo de crescimento de von Bertalanffy tem sido principalmente utilizado para descrever todas as fases do crescimento de peixes, enquanto o modelo de Gompertz é freqüentemente utilizada para descrever o crescimento larval e início da vida dos peixes. (Ricker, 1979). O tamanho da amostra pode ter uma influência considerável sobre os resultados do modelo de crescimento. Agrupando os dois sexos em uma amostra podem-se mascarar as diferenças no

crescimento específico entre os sexos, de modo que os parâmetros de crescimento devem ser estimados para os sexos separados e testados para verificar diferenças significativas (Goldman, 2005).

A função do crescimento de von Bertalanffy (1938) tem sido amplamente utilizada desde os estudos realizados por Beverton e Holt (1957) e embora tenha recebido muitas críticas ao longo dos anos, é a função de crescimento mais amplamente utilizada em da biologia pesqueira hoje (Roff, 1982; Haddon, 2001).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Características da Área de Estudo

Foram utilizados dados obtidos em coletas mensais realizadas no período de 2005 a 2008, na região equatorial do Atlântico Sul, entre 06°N, 22°S, 018°W a 037°W, em profundidades superiores a 1000 m, sempre em áreas oceânicas além da plataforma continental. Atualmente praticamente todos os barcos atuneiros que operam a partir do porto de Natal, tanto os nacionais como os arrendados. As principais espécies capturadas na pesca incluem os atuns, família Scombridae, os agulhões, Famílias Istiophoridae e Xiphiidae, e os tubarões, principalmente da família Carcharhinidae. O único aparelho de pesca empregado na captura desses peixes na região tem sido o espinhel pelágico (monofilamento).

A topografia submarina é dominada pelas Planícies Abissais do Ceará e de Pernambuco, ao norte e ao sul, respectivamente (Palma, 1984). Adicionalmente, vários grupos de ilhas e rochedos encontram-se nas águas da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do nordeste do Brasil, sendo estes o Atol das Rocas (3°52'S/ 32°24'W), o Arquipélago de Fernando de Noronha (3°52'S/ 32°24'W) e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo (00°56'N/ 29°22'W). Além das ilhas oceânicas, ao largo da plataforma continental do nordeste brasileiro existe uma série de bancos oceânicos rasos (*seamounts*), pertencentes às Cadeias Norte-brasileira e de Fernando de Noronha, notadamente em frente aos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte. Esses bancos são altamente produtivos, constituindo-se em importantes áreas de pesca (Hazin, 1995).

A climatologia na região é, em grande escala, determinada pela distribuição da pressão atmosférica no Atlântico Sul.

O ambiente oceanográfico da ZEE nordestina é dominado pela Corrente Sul Equatorial, a qual ao encontrar a massa continental do território brasileiro, bifurca-se, entre 5° e 10°S, na Corrente Norte do Brasil, que segue rumo às Guianas, e na Corrente do Brasil, se dirige ao sul.

Na área oceânica uma termoclina bastante marcada se faz presente durante todo o ano, com seu topo situando-se entre 50 e 100 m. Sua profundidade, contudo, varia com a latitude e com a estação do ano, sendo mais profunda no inverno e nas maiores latitudes. Na área de bancos oceânicos rasos, devido à turbulência provocada pelo relevo submarino, a termoclina apresenta-se comumente erodida, sendo freqüente a ocorrência de ressurgências.

Os níveis de oxigênio dissolvido são bastante elevados em toda a ZEE do nordeste, durante todo o ano. Os valores de pH flutuam muito pouco, situando-se comumente entre 8,1 e 8,3. Do ponto de vista biológico a ZEE nordestina é uma região oligotrófica, com baixa densidade de fito e zooplâncton.

4.2 Composição Amostral

Depois de coletadas acidentalmente pelo espinhel, as amostras foram transferidas ao Departamento de Engenharia de Pesca e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foram realizadas a tomada de medidas morfométricas, como largura do disco (LD) e o comprimento do disco (CD) (fig. 04), todas em centímetros, e os pesos total (PT) e eviscerado (PE), em gramas. Além dessas medidas foi registrado o sexo de cada indivíduo.

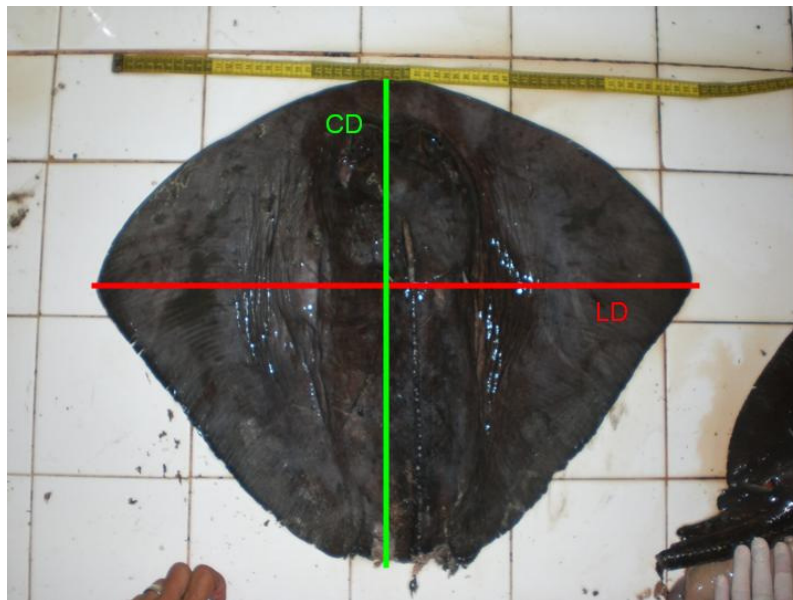


Figura 04 - Esquema representativo de medidas para da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

Foram estabelecidas as distribuições de frequência de comprimentos em para cada sexo. A relação potencial peso-comprimento foi determinada para machos e fêmeas utilizando tanto o peso total como o peso eviscerado e, comparadas mediante análises da covariância (ANCOVA).

4.3 Idade e Crescimento

As vértebras foram utilizadas como estruturas rígidas de aposição, visando à estimativa da idade pra machos e fêmeas.

A etapa de visualização das marcas de crescimento se encontra entre as varias fontes de erros que afetam a precisão e a acurácia na estimativa de idade em peixes (Campana, 2001).

A metodologia utilizada para o tratamento das vértebras foi sugerida no estudo de Cailliet *et al.* (1983), onde um bloco de aproximadamente oito vértebras foi coletado da região mediana do disco dos exemplares.

Após a remoção do excesso de tecido, as vértebras foram fixadas em formaldeído 4% por 24 h e preservadas em etanol 70% (Casey *et al.*, 1983). Posteriormente, foram emblocadas em resina poliéster transparente. A seguir as vértebras emblocadas foram lixadas em uma Politriz TegraSystem Struers de alta rotação com uma lixa d'água de 180 de gramatura (Fig 05).

De cada vértebra foram realizados dois cortes sagitais tentando atingir seções que passassem justamente pelo centro da vértebra. Cada corpo vertebral foi seccionado no plano sagital como sugerido por Cailliet *et al.* (1983), numa espessura de aproximadamente 0.3 mm. Após o corte, as vértebras seguiram para o processo de acabamento utilizando o polimento com lixas finas (1200 gramatura).

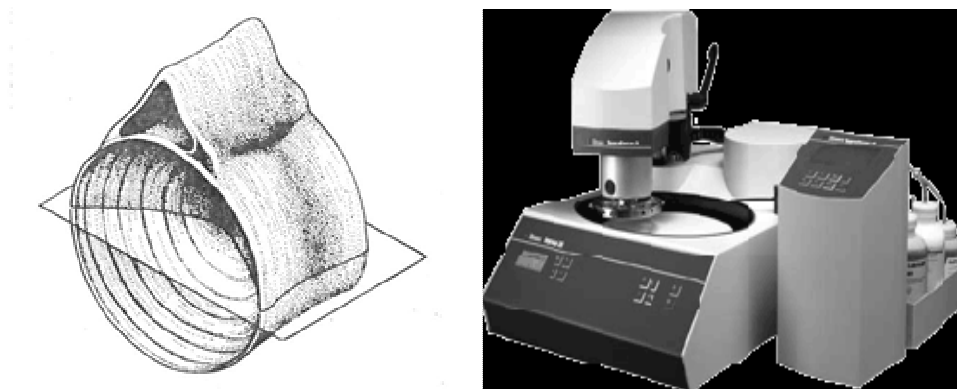


Figura 05 -. À direita o modelo da máquina politriz utilizada no corte das vértebras. À esquerda a representação gráfica de uma vértebra com plano de corte sagital. (Fonte: Casey et al., 1983).

Cada banda de crescimento, constituída de um anel translúcido (estreito) e um anel opaco (largo) (Casselman, 1983), foi observada e medida em cada corte usando um microscópio estereoscópico com ocular sob aumento de 10X e objetiva mantida em aumento 1X. A luz foi usada em forma transmitida, condição necessária para que os anéis etários apareçam translúcidos. Antes de serem submetidas à leitura as vértebras foram pinceladas com óleo mineral para melhorar a visualização das marcas. As distâncias desde o foco da vértebra à margem externa de cada anel e à borda das secções (raio da vértebra) ao longo do *corpus calcareum* foram medidas.

Casselman (1983) afirmou que critérios objetivos para análise da idade e crescimento deveriam ser estabelecidos antes do exame das estruturas etárias. No entanto, devido à extensa variabilidade entre os padrões de bandejamento vertebral, formação da marca de nascimento, e na medida da calcificação observada entre os elasmobrânquios uma avaliação preliminar para cada espécie é necessária para se estabelecer critérios objetivos (Cailliet & Goldman, 2004).

Uma base consistente para interpretação dos padrões de bandejamento vertebral de *P. violacea* foi estabelecida durante tentativas iniciais de comparar o melhor tipo de corte além da melhor técnica de visualização.

Foram realizadas duas leituras, sempre pelo mesmo autor, em tempos diferentes. Um único leitor minimiza o erro que muitas vezes é introduzido por múltiplos leitores (Cailliet & Tanaka, 1990). Após todas as leituras serem feitas, foi possível identificar quais vértebras apresentaram diferenças nas interpretações. Desta forma, uma terceira leitura foi realizada deste material para tentar achar um consenso. O grau de correspondência entre as diferentes leituras indica a precisão da contagem e reflete a objetividade e clareza da definição visual das marcas de crescimento consideradas etárias. Todas as contagens foram feitas sem conhecer o tamanho do indivíduo, a data de coleta e/ou as prévias leituras.

Somente foram consideradas marcas de crescimento aquelas formadas por zonas claras (translúcida) e uma zona escura (opaca), que tinham o espaçamento diminuído progressivamente em direção a borda da vértebra. Dessa forma as marcas que obedeceram a este critério foram considerados anéis etários e sua contagem serviu para estimar a idade do indivíduo.

O índice de erro médio em porcentagem (IAPE) proposto por Beamish e Fournier (1981) foi calculado para determinar a reprodutibilidade da idade entre as leituras. Após as leituras, o índice foi calculado para as duas últimas.

$$IAPE = 1/N \sum (1/R_j \sum (|X_{ij} - X_j| / X_j) 100,$$

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.

Considerando o ritmo sazonal de crescimento, a validação da periodicidade da formação do anel etário, foi realizada pela análise do incremento marginal (IM) mensal (Campana, 2001). Os números de anéis translúcidos e opacos nas vértebras foram contados e medidos mensalmente, com o intuito de estimar o período em que um novo anel começa a ser formado. Análises mensais das variações dos incrementos marginais foram realizadas

segundo a equação utilizada por Natanson *et al.* (1995) e testados com análises de variâncias (ANOVA, $p = 0,05$).

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

Onde:

RV é o raio da vértebra

R_n à distância do foco à última banda completa

R_{n-1} à distância à penúltima banda completa.

Das análises gerais do IM foram excluídos os indivíduos com menos de 3 anéis e aqueles próximos aos limites máximos encontrados para a espécie. Dessa forma foi possível eliminar interferências ocasionadas pela maior variação encontrada na formação dos anéis em indivíduos jovens, bem como a sobreposição dos anéis naqueles de maior idade (Campana, 2001). Estes indivíduos foram analisados por trimestre para confirmar o tempo de formação zona translúcida.

Também foi utilizada a análise da borda da vértebra para determinar o período de tempo da formação da banda. Sob luz refletida, foram observadas: uma zona restrita de luz ou escura - IM 0; uma zona com pequeno fecho de luz - IM 0.1 a 0.5; e uma ampla zona de luz - IM 0,6 a 1 (Natanson & Cailliet, 1990).

A relação entre o raio da vértebra e a largura do disco, foi calculada para os sexos em separado e comparada mediante análise da covariância (ANCOVA) (Zar, 1996).

Os comprimentos da raia-roxa em idades prévias foram retrocalculados a partir das medidas das vértebras usando o método de Fraser-Lee, que assume uma relação do tipo linear, na proporcionalidade entre as duas variáveis, (Francis, 1990), descrito pela fórmula de retrocálculo:

$$L_t = (R_t / RV) (L_c - a) + a,$$

Onde:

Lt: é o tamanho retrocalculado da raia quando o anel “t” foi formado

Rt: distância entre o foco e cada anel na idade “t”

RV: o raio da vértebra

Lc: o comprimento ao momento da captura

“a”: Coeficiente linear da relação entre o RV e a LD

Vários modelos podem ser utilizados para descrever o crescimento dos peixes, tais como Gompertz ou von Bertalanffy. O mais utilizado é o de von Bertalanffy (1938), principalmente devido ao embasamento biológico e pela facilidade com que pode ser incorporado a modelos matemáticos, destinados à determinação da captura máxima de equilíbrio biológico (Fonteles, 1989). Ademais, descreve bem o crescimento observado na maioria das espécies de peixes (Sparre & Venema, 1997).

O modelo de von Bertalanffy baseia-se na premissa de que a variação de tamanho de um animal, ao longo do tempo, é o resultado dos processos de anabolismo e catabolismo. Segundo ele, um organismo é um sistema químico aberto, que depende de processos fisiológicos responsáveis por sua massa, de modo a se considerar a taxa de anabolismo proporcional à taxa de absorção de material nutritivo e, conseqüentemente, à área das superfícies absorventes. Por sua vez, a taxa de catabolismo pode ser considerada proporcional à massa total decomposta. Duas premissas básicas permitiram a von Bertalanffy definir seu modelo: (1.) o catabolismo é proporcional à massa corporal (m), e (2.) o anabolismo é proporcional à superfície (s) do organismo; segundo a proporcionalidade da síntese em relação às superfícies de absorção e consumo de energia. Uma terceira premissa assumida pelo modelo é que o crescimento é isométrico.

Quando o comprimento de um indivíduo for plotado contra sua idade, o resultado é uma curva convexa cuja inclinação decresce gradualmente, tendendo para uma assíntota superior, paralela ao eixo dos X (tempo), que corresponde ao comprimento máximo teórico (L_{∞}). Isto significa que a taxa de

crescimento diminui à medida que o indivíduo cresce. Se a taxa de crescimento é relacionada com o comprimento, o resultado é uma linha reta cortando o eixo dos X num ponto no qual $L_t = L_\infty$, além do qual o indivíduo, teoricamente, não cresceria mais (Fonteles, 1989).

O modelo que descreve o crescimento segundo von Bertalanffy (1938):

$$L_t = L_\infty [1 - \text{Exp}(-K (t - t_0))]$$

Onde:

L_t é o comprimento estimado na idade t ;

L_∞ , o comprimento máximo ou assintótico;

K , o coeficiente de crescimento.

t_0 , a idade teórica na qual o animal apresentaria comprimento zero.

A comparação de curvas de crescimento, entre os sexos, pelo modelo de von Bertalanffy foi realizado através do método descrito por Cerrato (1990), que utiliza método de máxima verossimilhança. Neste método são testadas possíveis diferenças entre os parâmetros; L_∞ , k e t_0 , quando calculados para cada sexo e testados independentemente.

As curvas de crescimento semelhantes permitem que todas as etapas anteriores fossem também realizadas para os sexos agrupados. Porém suas representações foram dispostas concomitante com as do sexo separado, apenas para manter uma sequência lógica das análises.

A fim de escolher o melhor modelo que descreve o crescimento desta espécie, os dados foram ajustados também ao modelo de crescimento descrito por Gompertz (1875 apud Campana & Jones, 1992), na equação abaixo:

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

Onde:

L_t = Comprimento do individuo na idade t ;

t = Idade;

L_∞ = Comprimento assintótico;

k = coeficiente de crescimento;

a = parâmetros das equações;

Através do programa PopTools v. 2.5 (Hood, 2003) foi calculado a verossimilhança da função, para obtenção dos parâmetros de crescimento de cada modelo. Em seguida, foram calculados intervalos de confiança dos parâmetros (95% de probabilidade) usando-se um Bootstrap com 1000 interações, para cada sexo e modelos de crescimento. O programa STATISTICA 7.0 software, StatSoft, Inc, 1984-2004, foi utilizado para o calculo da ANOVA e ANCOVA.

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 do Log da verossimilhança e no número de parâmetros que cada modelo utiliza para descrever o crescimento, sendo aquele com o menor valor AIC (AIC_{menor}) o melhor modelo. Para quantificar a plausibilidade de cada modelo, uma segunda análise, a diferença de Akaike (Δi), foi realizada, sendo o melhor modelo aquele que apresentar o menor valor de Δi . Segundo Burnham & Anderson (2002), o modelo com $\Delta i < 2$ tem apoio substancial, modelos com $\Delta i > 10$ podem ser descartados e modelos com $4 < \Delta i < 7$ são aceitáveis porem com pouca credibilidade.

$$AIC = -2 \log(L(\hat{\theta} | \text{data})) + 2K,$$

onde:

$\log(L(\hat{\theta} | \text{data}))$: é o valor do Log de verossimilhança

K: é o numero de parâmetros de cada modelo

$$\Delta i = AIC_{\text{melhor}} - AIC_{\text{menor}}$$

Onde:

AIC_{melhor} = AIC do melhor modelo

AIC_{menor} = AIC do menor modelo

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

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

Onde:

T_0 = idade teórica quando a largura do disco é 0

k = constante de crescimento

5.0 Resultados

5.1 Composição Amostral

5.1.1 Freqüência, tamanhos e sexo

No total, foram coletadas 386 raias entre maio de 2005 e maio de 2008 (Figura 5), sendo 228 (59,06%) machos, 120 (31,08%) fêmeas e 38 indivíduos (9,84%) não tiveram o sexo identificado, e tinham largura do disco variando de 26,6 cm a 63,2 cm. O teste Qui-quadrado empregado para verificar diferenças na proporção entre machos e fêmeas, apresentou um resultado de 2:1, ou seja, dois machos a cada fêmea.

As larguras do disco (LD) variaram entre 30,6 cm e 63,2 cm para as fêmeas (média $48,4 \pm 5,8$ cm) e entre 26,6 cm e 59,6 cm para os machos (média $46,8 \pm 3,5$ cm). As distribuições de freqüência de comprimentos, em porcentagem (%), para cada sexo são apresentadas na figura 06. Foi estabelecida a relação entre a largura do disco (LD) e o comprimento do disco (CD) entre os sexos. A análise de Covariância apontou diferença significativa entre os sexos ($P = 0,042$) (Fig. 07)

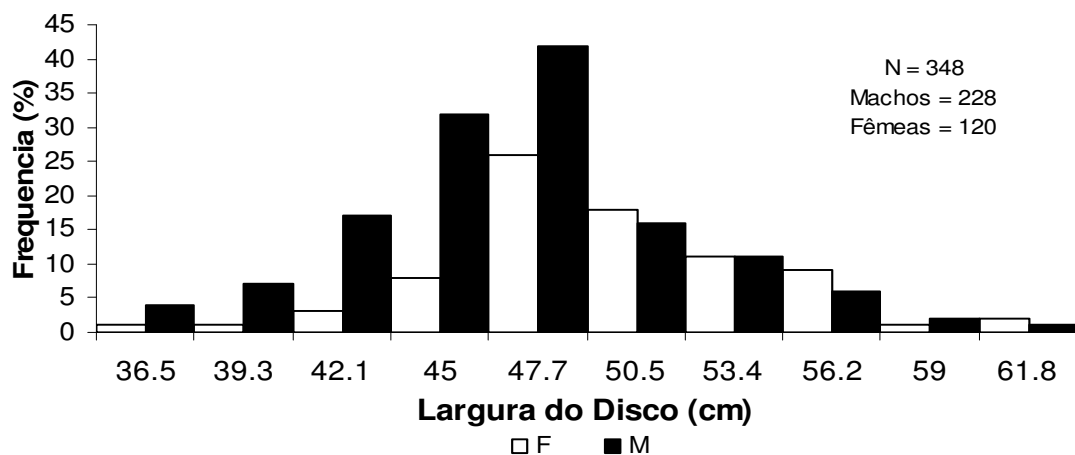


Figura 06. Distribuição de freqüências de comprimento por sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

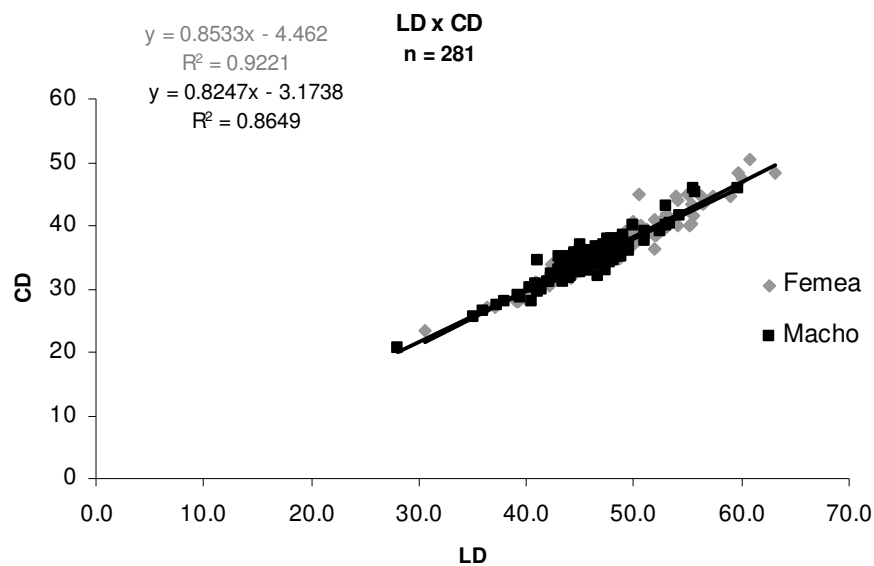


Figura 07. Relação entre a largura do disco (LD) e o comprimento do disco (CD) para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

5.1.2 Pesos Total e Eviscerado

O peso total (PT) foi obtido de 348 exemplares, sendo 120 fêmeas e 228 machos. A variação de peso pra as fêmeas foi entre 581g e 4680g (média $2717g \pm 903g$) e entre 680g e 4110g para os machos (média $2073 \pm 546g$) (Fig. 08).

O peso eviscerado (PE) foi obtido de 260 animais (152 fêmeas e 147 machos) variando entre 348g e 3330g para as fêmeas (média $1.138 \pm 521,5g$) e entre 470 e 3.082,4g para os machos (média $824.5 \pm 282g$). Na Tabela I são apresentados os valores mínimos, máximos e médios ($\pm$ desvio padrão) dos tamanhos e pesos total e eviscerado por sexo.

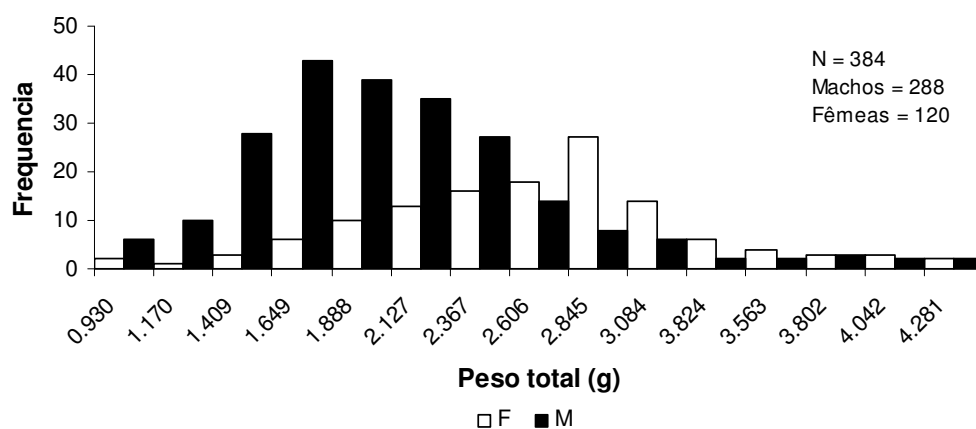


Figura 08. Distribuição de freqüências de pesos eviscerado por sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

A relação entre o peso eviscerado (PE) e a largura do disco (LD), comparado mediante análise da covariância, não apresentou diferenças significativas entre os sexos (ANCOVA: $F=2,753$; $p=0,0994$). Da forma contrária, a relação entre o peso total (PT) e a largura do disco (LD) apresentou diferenças significativas entre os sexos (ANCOVA: $F = 8,565$; $p= 0,00374$) (Figs. 09 e 10).

Tabela I. Variação da Largura do disco (LD) e dos pesos total (PT) e eviscerado (PE) da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.d.p (desvio padrão)

		Mínimo	Máximo	Média	d.p.	n
Fêmeas	LD (cm)	30,6	63,2	48,4	5,8	120
	PT (g)	581	4680	2717	903	120
	PE (g)	348	3330	1138	521.5	152
Machos	LD (cm)	26.6	59,6	46,8	3,5	228
	PT (g)	680	4110	2073	546	228
	PE(g)	470	3082	824.5	282	147

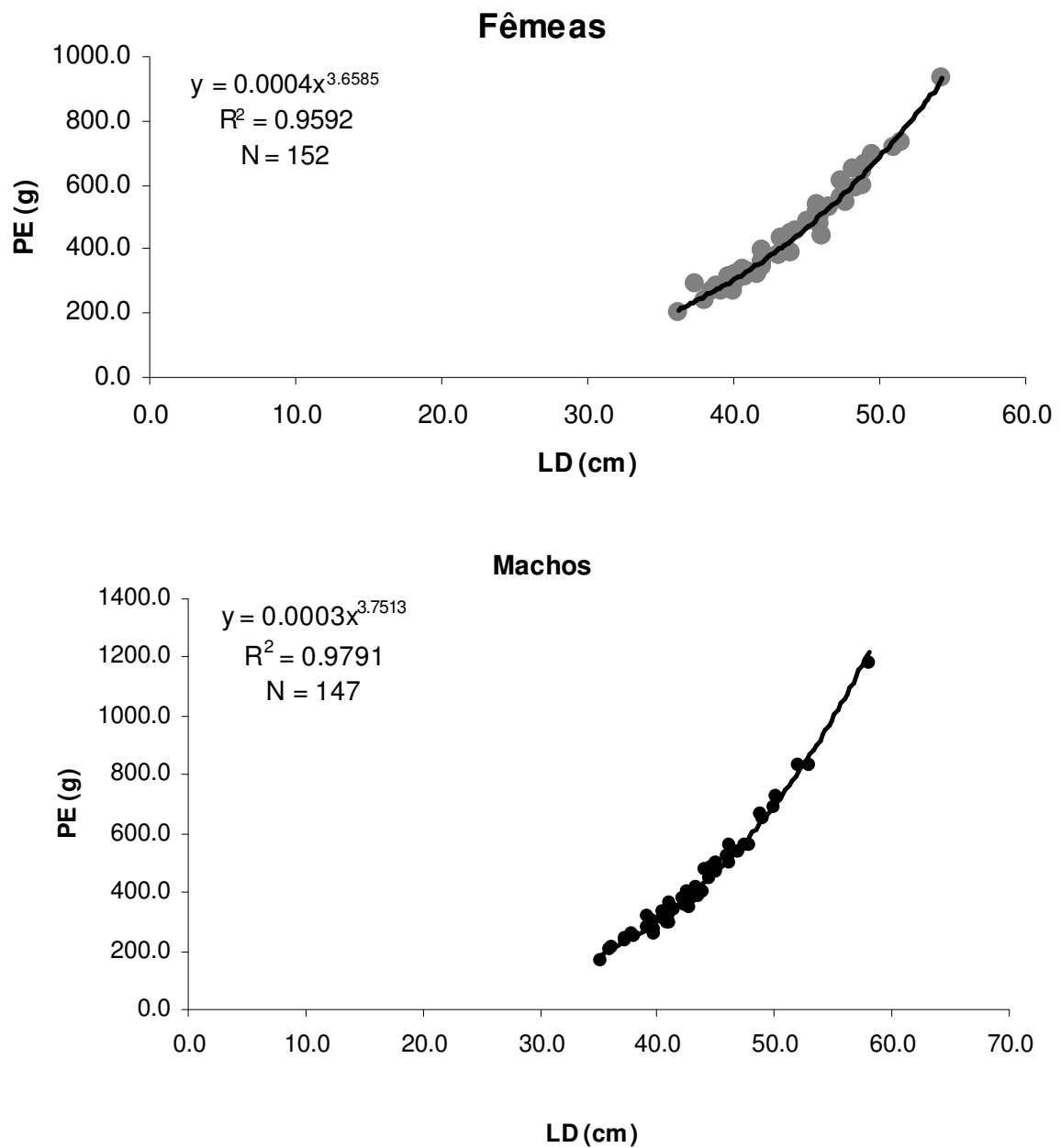


Figura 09. Relações entre o peso-eviscerado (PE) e a Largura do disco (LD) para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

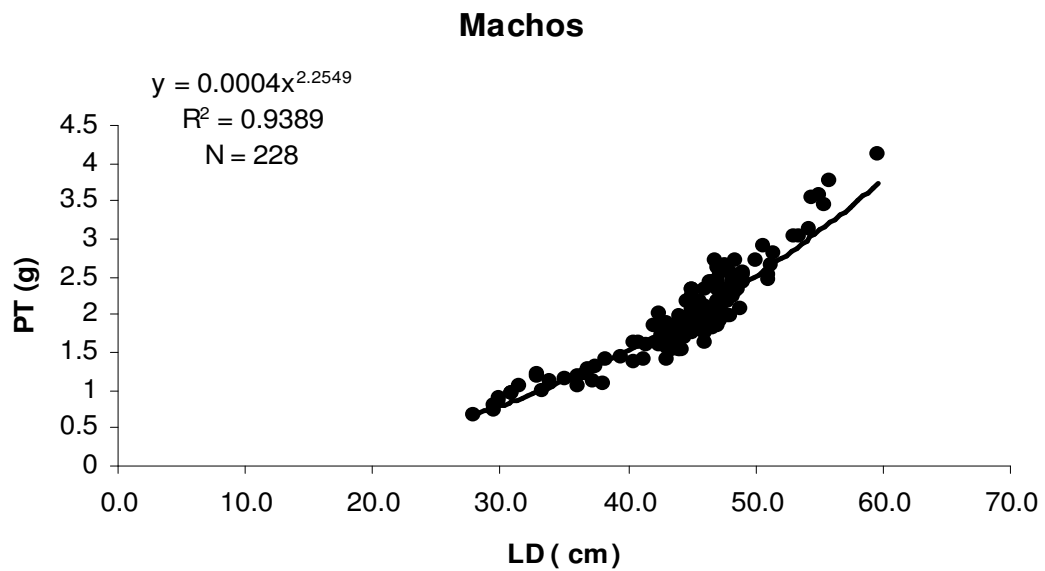
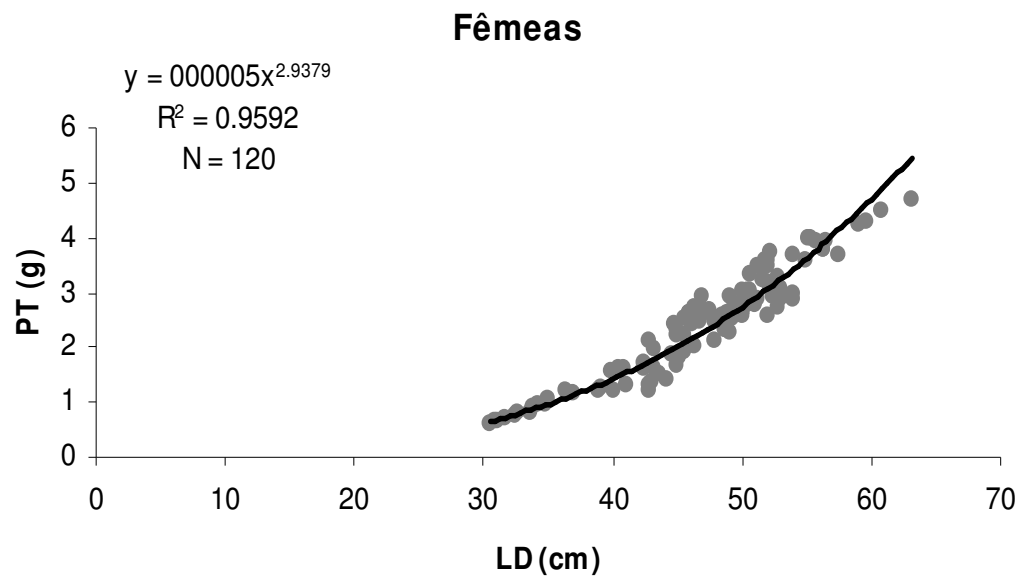


Figura 10. Relações entre o peso total (PT) e a Largura do disco (LD) para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

5.2 Idade de Crescimento

Para o estudo de crescimento foram utilizadas 348 vértebras, sendo 120 de fêmeas e 148 de machos. O diâmetro das vértebras e o corte no plano sagital no centro dessa definir o padrão de nitidez das marcas. Elas se apresentaram de forma nítida e clara, dispensando o tratamento de técnicas para melhorar a visualização das bandas.

Os cortes sagitais finos (0,3 mm) obtiveram os melhores resultados, havendo uma diferença significativa (ANOVA: $p= 0,037$) das quantidades de marcas observadas nos cortes semi-finos (0.6 mm).

Os anéis foram distinguíveis, sendo translúcidos no primeiro caso e opacos no segundo (fig. 11). Foi realizada a contagem e medição do raio de cada anel. No máximo, 11 grupos de idade foram estabelecidos segundo as marcas encontradas, sendo a primeira marca interpretada como a marca de nascimento (M.N.) cujo raio corresponde ao raio da vértebra de embriões prestes a nascer. As marcas de nascimento foram identificadas e medidas, e mediam 1,5 mm ($\pm 0,2$ mm) de raio.

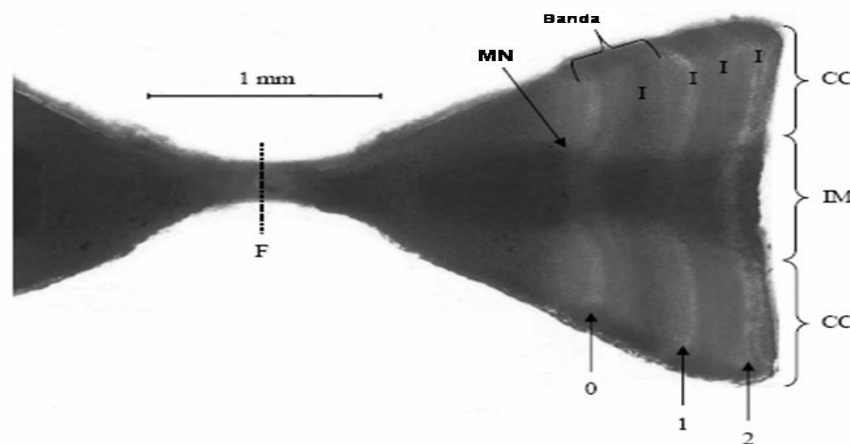


Figura 11 – Corte sagital utilizando luz transmitida (20x) na vértebra de *P. violacea* de um espécime com 2 anos e 38,5 cm de LD. Abreviações - F: Foco; MN: Marca de nascimento; I: Incremento formado por zonas opacas e translúcidas; CC: *Corpus Calcareum*; IM: *Intermedialia*.

Para machos e fêmeas foi constatado uma diminuição do espaçamento entre os anéis quanto mais próximos da borda. O comprimento do raio médio da vértebra também aumentou progressivamente em relação ao avanço da idade, não havendo diferença significativa entre os sexos (ANCOVA: $p = 0,0741$) (fig. 12).

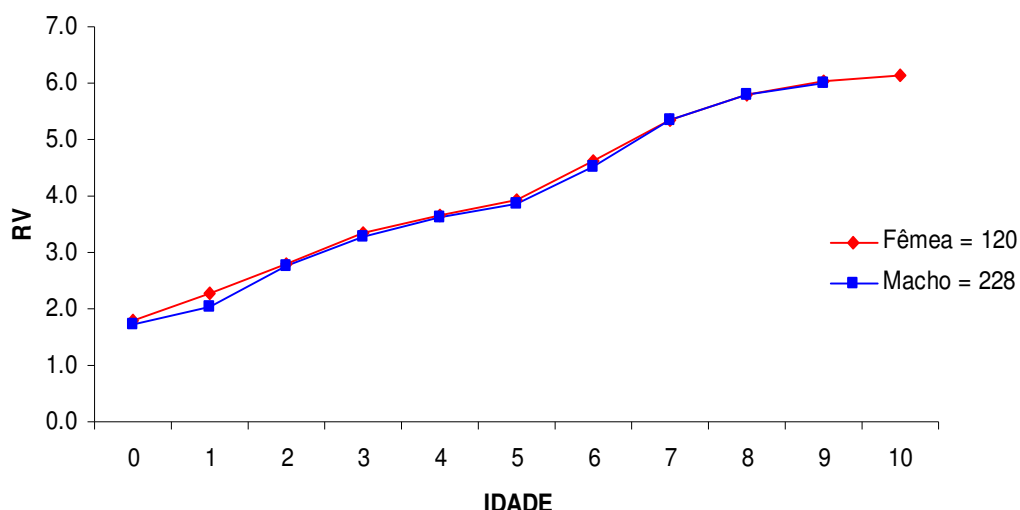


Figura 12. Média do raio da vértebra (mm) para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

5.2.1 Relação entre o RV e o CT

A análise da relação entre o Raio da Vértebra (RV) e a Largura do Disco (LD) mostrou-se significativamente positiva para ambos os sexos, indicando um crescimento isométrico entre a vértebra e a largura do disco. Diferença nas regressões entre a largura do disco (LD) e o raio da vértebra (RV) não foram significativas entre os sexos (ANCOVA (0,05) $p = 0,056$) (Fig. 13, Tab II).

A hipótese do modelo linear proposto por Fraser-Lee (1940 *apud* Francis, 1990), baseado na estrutura proporcional (SPH) se mostrou apropriado para realizar o retrocálculo dos comprimentos às idades prévias com os parâmetros abaixo:

Hipótese	Modelo	n	Equação	F	p (0,01)	r ² (%)
SPH	Linear	348	$RV = 0.1377LD - 2.5188$	561,627	<0,01	94.88

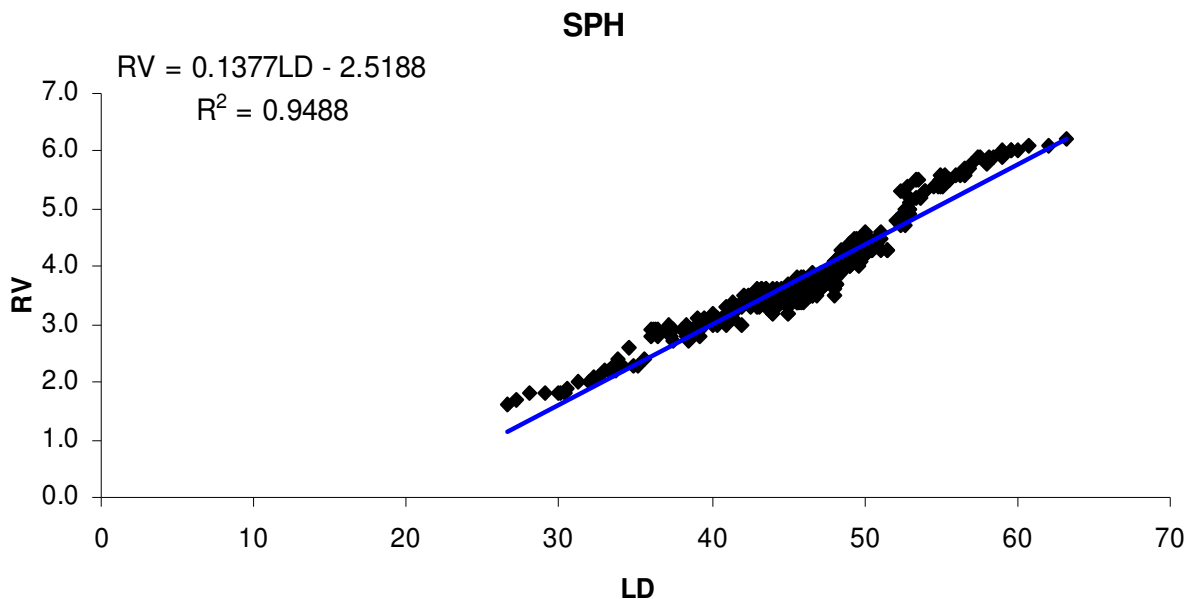


Figura 13. Regressões linear entre o raio da vértebra (RV) (mm) e a largura do disco (LD) (cm) da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, segundo o embasamento teórico da proporcionalidade da estrutura (SPH) proposto Fraser-Lee (1940 *apud* Francis, 1990)

5.2.2 O erro das leituras

Após duas leituras independentes, o número de anéis de crescimento foi determinado para uma amostra de 348 secções vertebrais. As leituras variaram entre 1 e 11 grupos de idade, sendo o primeiro grupo formado pelos indivíduos que apresentaram apenas a marca de nascimento (idade 0) e o ultimo grupo formado pelos indivíduos com idade 10. O percentual do erro médio, calculado entre a primeira e segunda leitura, indicou 16,5% de discrepância entre elas, e a variação entre as classes de idade foi de 0% nas classes zero, um e dez a 4% na classe de idade cinco, sendo a média IAPE para a amostra total de 1,5%. (Tabela III).

Tabela II. Variação do Índice de Erro Médio (IAPE) entre as duas últimas leituras para cada grupo de idade (t) e o total Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. O número de exemplares em cada grupo de idade está representado na coluna n .

IDADE	IAPE %	n
0	0	6
1	0	12
2	1	29
3	1.9	60
4	3.5	88
5	4	81
6	2.9	31
7	2.4	26
8	0.6	8
9	0.2	5
10	0	2
TOTAL	16.5	348

5.2.3 A Periodicidade

A análise do Incremento Marginal Relativo Mensal (IMR), para o conjunto da amostra (N = 178), indicou os valores médios mais elevados no mês de julho. Estes valores são seguidos pela menor média IMR em agosto, indicando que as novas zonas translúcidas formam-se a partir desse ponto. As médias do IMR variaram de 0,2 a 0,6, com média geral de 0,4. As médias do IMR apresentaram diferenças significativas entre os meses do ano (ANOVA: $p = 0.049$) (Fig. 14).

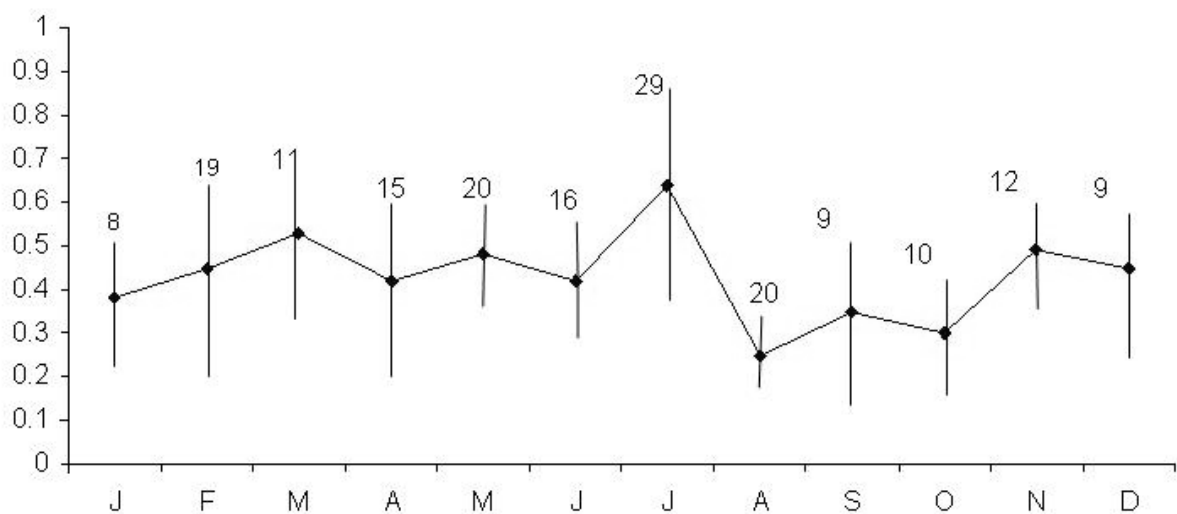


Figura 14. Variação mensal média do incremento marginal relativo (IMR) no crescimento vertebral da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. Os números indicam o número de indivíduos capturados de cada mês e as barras o desvio padrão.

A caracterização da borda das vértebras, para a amostra total ($n = 227$) indicou que a maior frequência de luz ampla nas arestas ($MI = 0,6-1$) aparece a partir de fevereiro e bordas escuras ($MI = 0$) a partir de agosto, sendo este mês identificado como período de marcação também na análise do incremento marginal relativo (IMR) (Fig. 15 e 16).

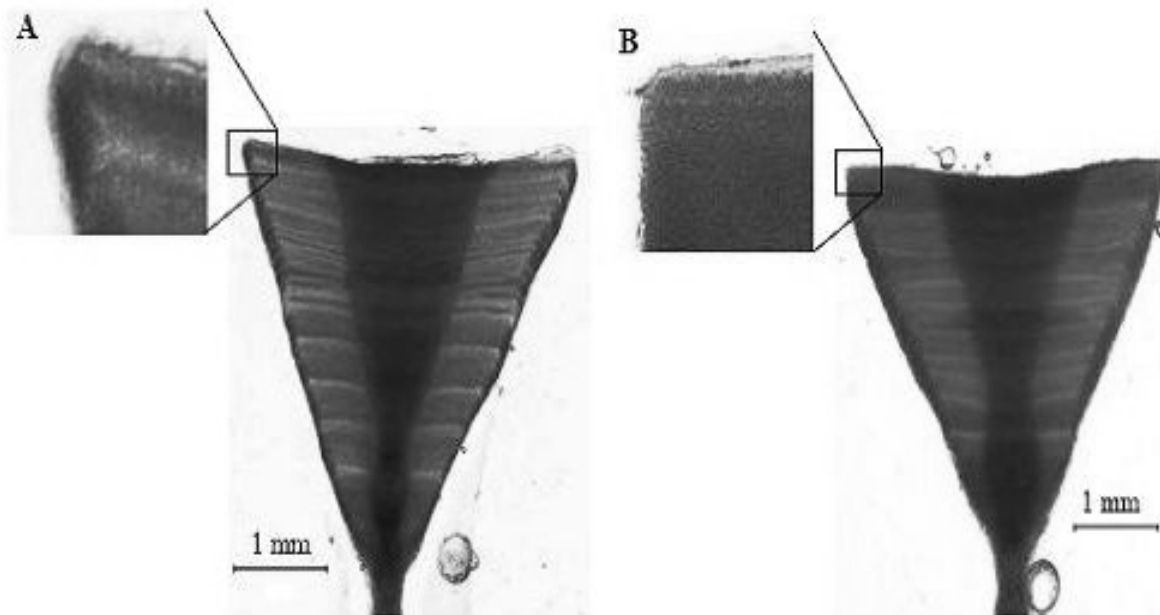


Figura 15. Caracterização da borda das vértebras da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. A: Borda com pequeno fecho de luz (IM – 0,1 a 0,5); B: Borda restrita de luz ou escura (IM – 0).

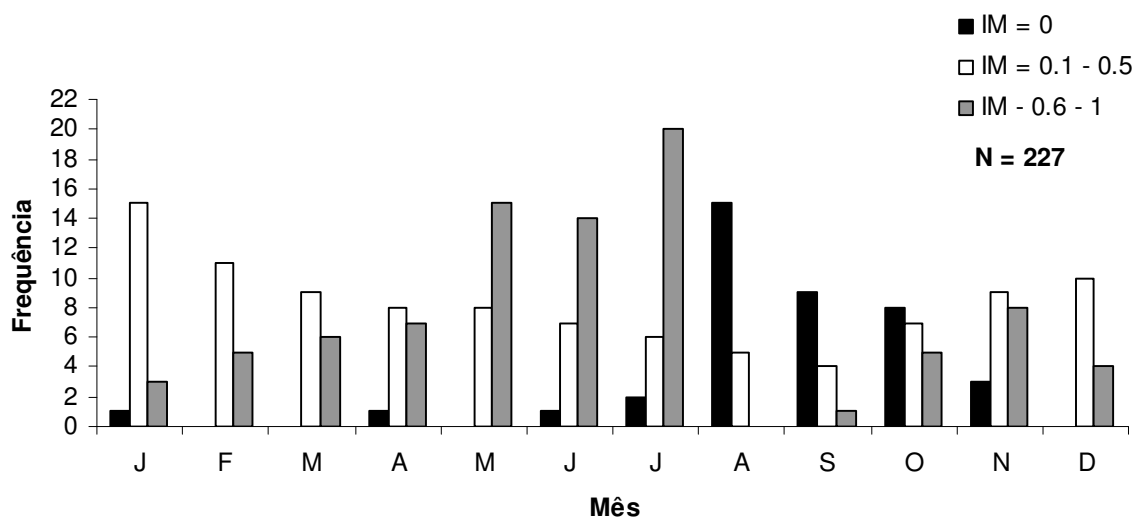


Figura 16. Caracterização mensal da borda das vértebras da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. O $IMR=0$ agrupa os indivíduos que marcaram anel ou estão prestes a fazê-lo; o $IMR=0,1-0,5$ agrupa os que apresentam uma banda clara estreita e o $IMR=0,6-0,9$ agrupa aqueles com uma banda larga e clara na borda.

Trimestralmente a distribuição de frequência do incremento marginal foi realizado para indivíduos, que possuíam de zero (apenas a marca de nascimento presente) a duas bandas, e para os adultos, com oito ou mais bandas.

Para o primeiro grupo, um maior número de incrementos com maior distancia da borda foram observados no terceiro e quarto trimestres (Fig. 17). Para adultos (com 8 ou mais bandas), devido ao um pequeno tamanho de amostra, os resultados não são conclusivos. O pequeno tamanho da amostra em um determinado mês, ou para qualquer faixa etária, enfraquece IMR (Campana 2001).

Os resultados das análises realizadas apontam para o período de formação do anel de crescimento a partir nos meses de agosto setembro e outubro. Sob esse padrão, cada banda representa incrementos anuais no crescimento.

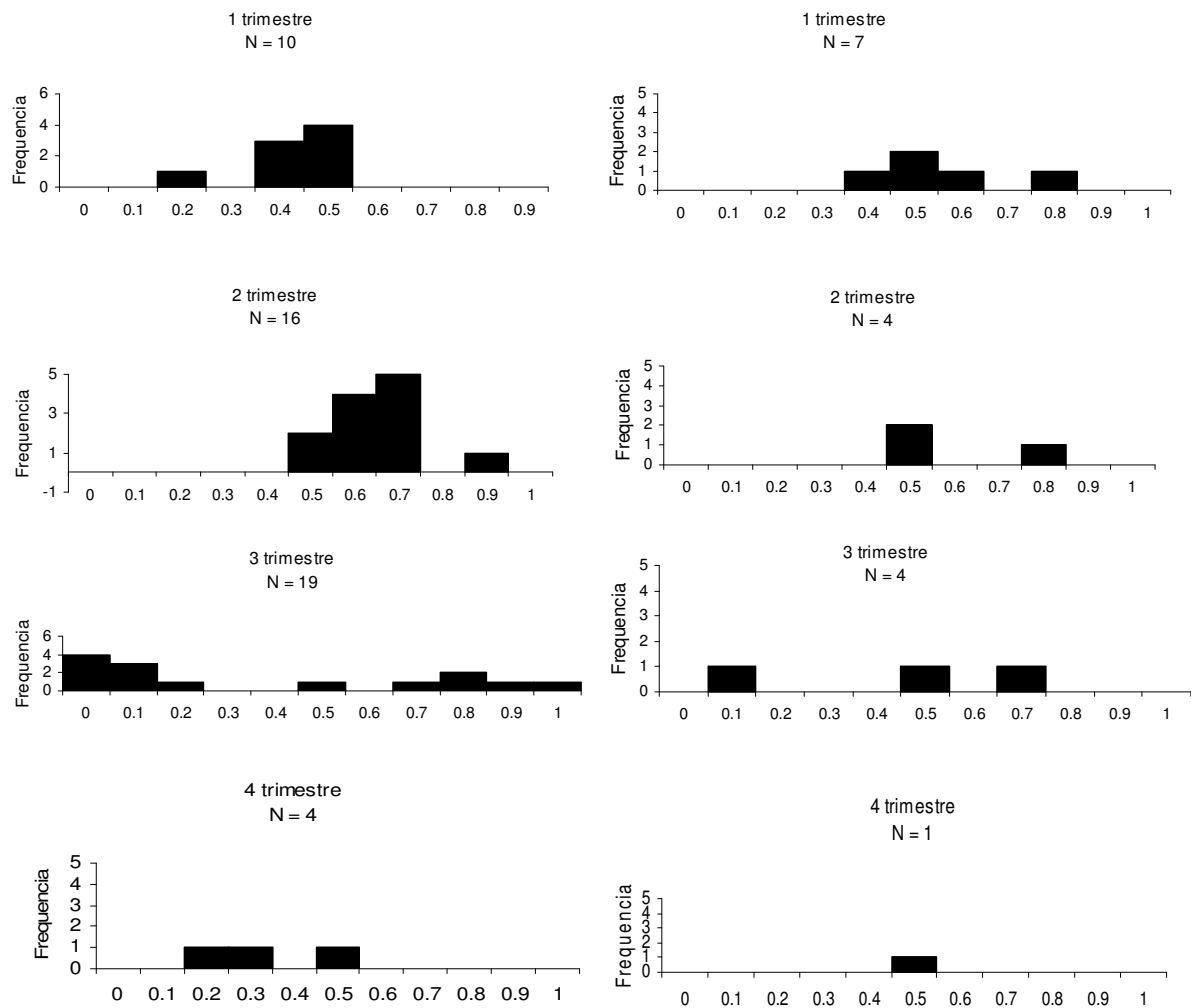


Figura 17 - Histograma do incremento marginal por trimestre da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. Primeira coluna os indivíduos que apresentaram de 0 a 2 bandas. Segunda coluna os indivíduos que apresentaram 8 ou mais bandas (N = 49).

5.2.4 O Retrocálculo

O modelo proposto por Fraser-Lee (1940 *apud* Francis, 1990) foi o mais apropriado para realizar o retrocálculo dos comprimentos às idades prévias de vida.

As médias das larguras do disco retrocalculadas para fêmeas e machos foram apresentadas por classe etária (Tab. IV). Para fêmeas foram retrocalculados larguras médias que variaram de 25.2 cm na idade 0 a 61.8 cm na idade 10 (Tab V). Nos machos as larguras médias retrocalculadas foram de 24.3 cm na idade 0 a 57.8 na idade 9 (Tab VI).

O fenômeno de Lee (Ricker, 1975), no qual comprimentos retrocalculados das idades mais jovens apresentam uma tendência a diminuir conforme o animal é mais velho, não foi evidente.

Tabela III. Largura do disco retrocalculados ($\pm$ desvio padrão) e média das larguras do disco observadas para as fêmeas da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. t = idade; n = tamanho da amostra.

Fêmea		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	n	(120)	(118)	(114)	(104)	(85)	(54)	(25)	(15)	(9)	(5)	(2)
0	2	25,2										
1	4	24,0	26,2									
2	10	22,3	24,3	35,6								
3	19	22,2	23,7	35,5	40,5							
4	31	22,5	23,1	35,8	40,6	44,7						
5	29	22,4	23,0	36,0	40,7	44,8	46,9					
6	10	21,7	22,9	36,3	40,8	44,8	47,0	49,9				
7	6	21,8	22,9	36,5	40,8	44,8	47,1	49,8	52,2			
8	4	20,5	22,0	36,7	40,9	44,9	47,1	49,7	53,2	56,3		
9	3	18,7	21,2	36,9	41,0	44,8	47,1	49,8	53,8	57,2	59,0	
10	2	18,9	20,7	36,7	41,0	44,9	47,2	50,1	54,5	57,9	59,1	61,8
Média		21,8	23,0	36,2	40,8	44,8	47,1	49,9	53,4	57,1	59,1	61,8
d.p.		1,9	1,6	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	1,0	0,8	0,0	0,0
LD												
Obs.												
Média		30,2	33,9	36,8	41,9	46,2	48,1	51,1	54,2	57,1	60,1	62,6
d.p.		0,3	0,8	2,6	2,3	1,8	1,8	1,7	1,6	0,5	0,6	0,8

Tabela IV. Largura do disco retrocalculados ($\pm$ desvio padrão) e média das larguras do disco observadas para os machos da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. t = idade; n = tamanho da amostra.

Macho											
<i>t</i>	<i>n</i>	0 (228)	1 (224)	2 (216)	3 (197)	4 (156)	5 (100)	6 (48)	7 (27)	8 (7)	9 (2)
0	4	24,3									
1	8	23,8	30,6								
2	19	23,9	30,2	32,9							
3	41	24,0	29,9	32,9	38,1						
4	56	23,9	29,5	32,7	38,1	43,7					
5	52	24,0	29,2	32,7	38,2	43,6	46,0				
6	21	23,7	28,8	32,5	38,2	43,5	46,0	48,7			
7	20	23,5	28,5	32,3	38,3	43,4	46,1	48,6	52,8		
8	5	23,0	27,8	32,3	38,3	43,4	46,1	48,6	52,9	56,8	
9	2	22,3	27,2	32,3	38,3	43,3	46,1	48,6	53,1	56,9	57,8
Média		23,6	29,1	32,6	38,2	43,5	46,1	48,6	52,9	56,9	57,8
d.p.		0,6	1,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0
LD Obs.											
Média		27,7	32,0	37,1	41,8	45,8	47,5	50,8	54,5	58,0	59,3
d.p.		1,1	1,3	2	2,0	1,5	1,6	1,2	1,2	1,0	4,0

5.2.5 Ajuste do Modelo de Crescimento de von Bertalanffy

Os dados foram ajustados aos modelos de von Bertalanffy e Gompertz. O modelo que melhor descreveu o crescimento da espécie utilizado como o critério o menor valor de Akaike (AIC) e de Δi , foi o de von Bertalanffy (Tab. VII e VIII, Fig 18).

Tabela V – Critérios de Akaike para escolha do melhor modelo de crescimento para Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. Onde k = numero de parâmetros do modelo; AIC = Critério de Akaike; Δi = diferença de Akaike.

Modelo	k	AIC	Δi
Von Bertalanffy	3	896.14	0.00
Gompertz	3	898.60	2.46

Tabela. VI. Parâmetros de crescimento obtidos pelos modelos de crescimento de von Bertalanffy e Gompertz, com sexos grupados a partir da análise das vértebras da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial. Onde L_{∞} (cm) = comprimento assintótico, k (ano) = coeficiente de crescimento, t_0 (dias)= idade de formação do primeiro incremento, a = parâmetros estimados

Parâmetros	von Bertalanffy	Gompertz
L_{∞}	83,7	72,4
k	0,09	0,16
t_0	-4.59	-
a	-	0,9187

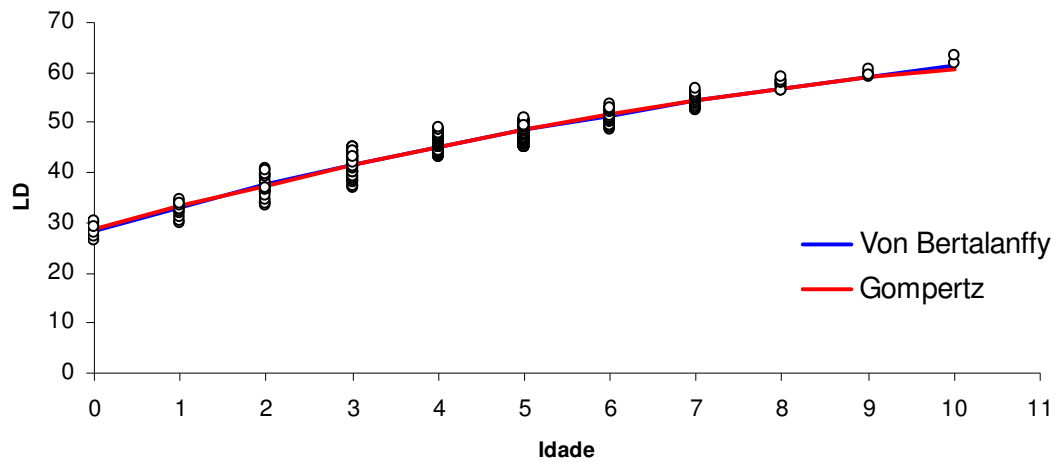


Figura 18. Comparação entre as curvas de crescimento ajustadas aos modelos de von Bertalanffy e Gompertz a partir dos comprimentos observados para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

A comparação das curvas de crescimento entre machos e fêmeas mediante ao teste de razão de verossimilhança demonstrou haver diferença significativa entre os sexos ($p < 0,05$), então foram estabelecidas curvas de crescimento separadamente para cada sexo (Figura 19 e 20, Tabela IX e X).

Na tabela XI, estão representados os intervalos de confiança (95% de probabilidade) dos parâmetros de crescimento obtidos através do Bootstrap com 1000 interações, para cada sexo.

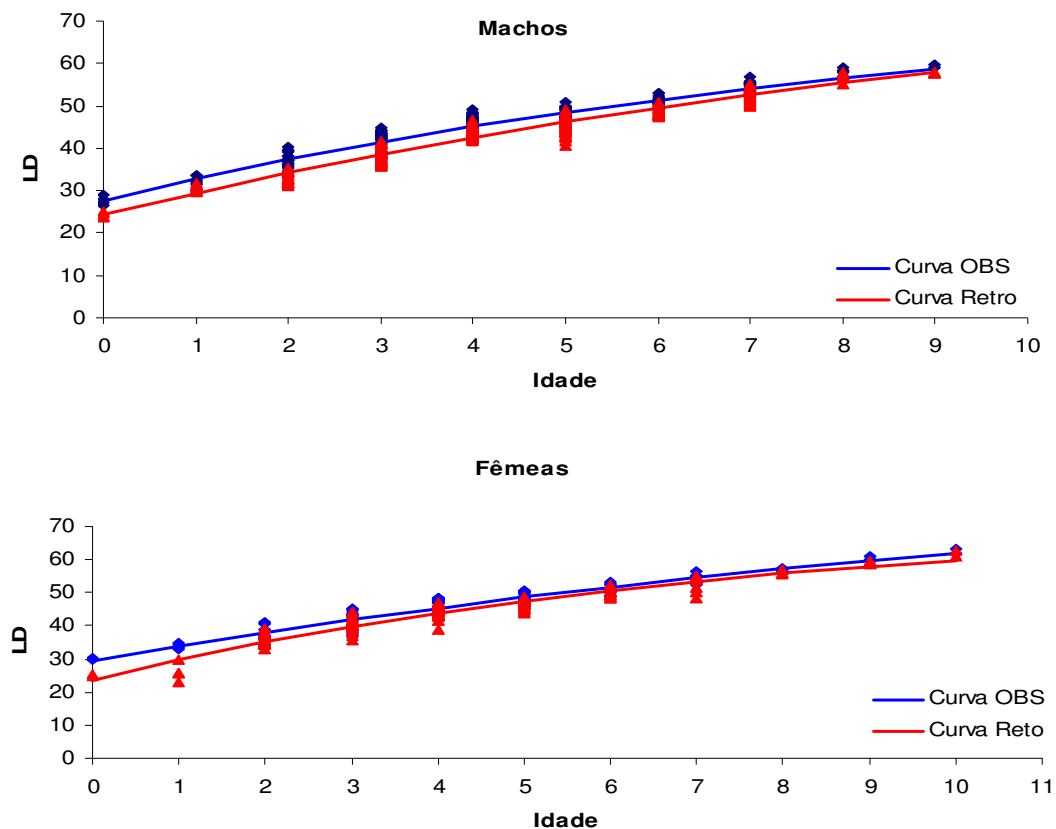


Figura 19. Curvas de crescimento segundo modelo de von Bertalanffy, geradas a partir dos comprimentos observados e retrocalculados, para cada sexo da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

Tabela VII – Parâmetros de crescimento obtidos pelo modelo de crescimento de von Bertalanffy, a partir das larguras de disco observadas para fêmeas e machos da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

Parâmetros	Fêmeas	Machos
L_{∞} (cm)	91,53	78,53
k	0.073	0.10
t_0	-5,26	-4,16
n	120	228
Equação	$y=(91.5389)*(1-\exp(-(.073756)*(x-(-5.2672))))$ $y=(78.5357)*(1-\exp(-(.104515)*(x-(-4.1685))))$	

Tabela VIII – Parâmetros de crescimento obtidos pelo modelo de crescimento de Von Bertalanffy, a partir das larguras de disco retrocalculadas para fêmeas e machos da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

Parâmetros	Fêmeas	Machos
L_{∞} (cm)	72,35	86,88
k	0.135	0.086
t_0	-2,93	-3,79
n	120	228
Equação	$y = (72.3512) * (1 - \exp(-(.13503) * (x - (2.9325))))$ $y = (86.8881) * (1 - \exp(-(.086183) * (x - (-3.793))))$	

Tabela IV – Intervalo de confiança dos parâmetros (95% de probabilidade) de crescimento obtidos pelo modelo de crescimento de von Bertalanffy, a partir das larguras de disco observadas para fêmeas e machos da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

Sexo	Parâmetro	Inferior	Observado	Superior
		I.C. 95%		I.C. 95%
Machos	L_{∞} (cm)	71,6	78,5	84,4
	k	0.07	0.10	0.13
	t_0	-5.14	-4.16	-3.39
Fêmeas	L_{∞} (cm)	76,3	91,5	94
	k	0.03	0.07	0.11
	t_0	-6.73	-5.26	-4.08
Ambos os sexos	L_{∞} (cm)	74	83.7	93.6
	k	0.06	0.09	0.11
	t_0	-5.30	-4.59	-3.89

O estudo da composição de idades apontou que a amostra de machos é composta de indivíduos que variam desde 0 a 9 anos e fêmeas de 0 a 10 anos. O grupo de idade modal indicou um completo recrutamento à pescaria na idade 4 anos para ambos os sexos, onde 87 espécimes foram localizados (Fig 21).

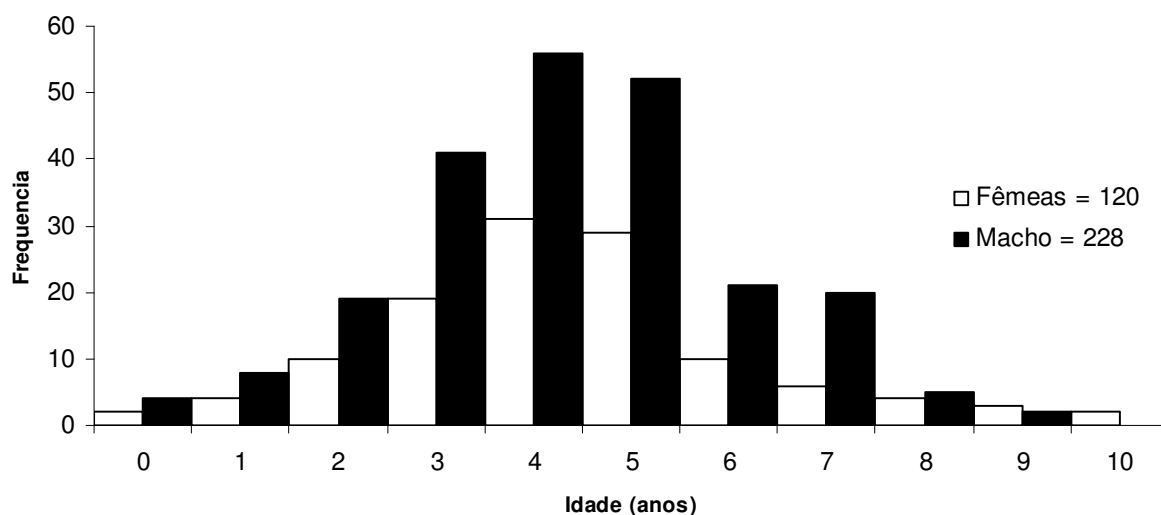


Figura 20. Composição de idades da amostra para as fêmeas e machos da Raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea*, capturada no Atlântico Sul Equatorial.

Longevidade

As idades máximas baseadas na contagem das bandas de crescimento nas vértebras foram 8 e 9 para machos e 9 e 10 para fêmeas. A longevidade (Taylor, 1958), A longevidade (ω), tempo necessário para atingir 95% de L_{∞} , mostrou-se numericamente maior para fêmeas (23 anos) do que para machos (17.1 anos). A longevidade (ω) estimada para os sexos grupados atingiu 19 anos.

6. DISCUSSÃO

As estruturas rígidas utilizadas nos estudos de crescimento em elasmobrânquios geralmente são as vértebras, espinhos, arco neural, espinho caudal (Cailliet & Goldman, 2004). A escolha da vértebra neste estudo se deve ao fato de ser a estrutura mais consistente e com maior número de réplicas. Além disso, a maior parte dos estudos sobre o assunto utilizou a vértebra para estimativa da idade e dos parâmetros de crescimento. Os cortes sagitais ao centro da vértebra, imersas em óleo mineral e sem o uso de corantes proporcionaram maior rapidez na preparação das laminais que foram utilizadas para a leitura das marcas. Esse tipo de tratamento também foi utilizado, sendo apropriado para a espécie estudada, resultando em uma relação linear positiva entre o tamanho do peixe e o diâmetro da vértebra.

A proporção sexual de *P. violacea* no presente estudou demonstrou haver um número de machos maior em relação a fêmeas (2:1). Forselledo *et al.* (2008) encontrou valores semelhantes, 1.8:1 (machos: fêmeas) em estudo com espécimes no sudoeste do Atlântico. Neer (2006), estudando a *P. violacea* no oceano pacífico, encontrou uma proporção de fêmeas maior em relação aos machos (2,4: 1). Esta diferença poderia estar relacionada com a área de estudo, profundidade, temperatura, salinidade e habitat ou ainda em função da maior vulnerabilidade de um dos sexos ao aparelho de pesca (Compagno *et al.*, 1999).

A variabilidade inerente à deposição de uma banda cria uma subjetividade associada à interpretação dos padrões de bandeamento que influenciam a exatidão e precisão da estimativa idade e conseqüentemente, nos modelos de crescimento (Cailliet *et al.*, 2006). No presente estudo, as vértebras apresentaram alto grau de clareza e a legibilidade dos padrões de bandeamento, os anéis foram facilmente distinguíveis, sendo translúcidos no primeiro caso e opacos no segundo.

As vértebras utilizadas neste estudo foram armazenadas em álcool. Vértebras, que tinham sido armazenados fora do álcool, ou secas foram geralmente mais difíceis de ler. Das 92 amostras utilizadas neste estudo que tinham sido recolhidas e armazenadas secas desde 2005, 24% das amostras (n = 21) foram descartados como um resultado de leituras inconsistentes. Wintner & Cliff (1996) e Wintner *et al.*

(2002) também observaram uma redução do contraste das bandas entre as vértebras que foram armazenadas secas.

Uma alta porcentagem de vértebras ilegíveis (21%) foi notificada a partir de um estudo de idade e crescimento do tubarão *Carcharhinus obscurus* (Natanson *et al.*, 1995). Embora esses autores não discutiram as possíveis razões para tal limitada legibilidade, é de salientar que algumas amostras foram armazenadas secas desde 1963. Em longo prazo, o armazenamento de vértebras de elasmobrânquios secas pode reduzir severamente a clareza e precisão das estimativas de idade, as estruturas devem ser armazenadas congeladas ou em álcool, sempre que possível.

Forselledo *et al.* (2008) encontrou fêmeas que foram capturadas com espinhel, e que variaram de 24–82 cm de LD (média 47 cm) e machos de 28–84 cm de LD (média de 44 cm), sendo esses o recorde de tamanho máximo encontrado para a espécie. Neer (2008) verificou que machos e fêmeas são mais frequentes na mesma classe (45.0–49.9 cm). Resultados semelhantes foram encontrados no presente estudo, com 30-63 cm para machos e 26-59 para fêmeas. O aparelho de pesca empregado nos estudos acima descritos foi o mesmo (espinhel), o que corrobora a fato dele ser seletivo, capturando com maior frequência animais numa determinada faixa de comprimento.

O menor indivíduo de vida livre de *P. violacea* (26,6 cm LD idade 0) possuía um anel opaco em desenvolvimento e um translúcido completamente formado. Outros indivíduos com LD variando de 27,2 cm a 30,4cm também apresentaram o mesmo padrão de bandejamento, com idade 0. Mollet *et al.* (2002), registrou o tamanho de nascimento de raias que nasceram em cativeiro, medindo entre 22 cm a 25 cm, tamanhos próximos aos indivíduos encontrados neste estudo com idade 0. Smith *et al.* (2007), estimou para *Dasyatis dipterura*, tamanho de nascimento variando entre 25 cm a 28 cm de largura de disco, sendo o menor espécime capturado com 25,8 cm de largura de disco. Cowley (1997) obteve indivíduos de *D. chrysonotaonata* com idade 0 medindo 25 cm de largura de disco.

Smith & Merriner (1987) concluíram que o anel forma-se anualmente, baseado na falta do incremento opaco em recém-nascidos, bem como a presença de apenas um anel opaco em raias *Rhinoptera bonasus* com idade determinada de 1 ano. Loefer &

Sedberry (2003) observaram que a marca de nascimento se forma efetivamente após o nascimento entre *Rhizoprionodon terraenovae*.

Diferenças significativas entre as médias mensais do IMR sugerem que uma única banda é formada anualmente nas vértebras de *P. violacea*. A maior média registrada é do mês de julho, procedida da menor média no mês de agosto, demonstrando que a partir de então as novas bandas começam a ser formada. Esta evidência da deposição do incremento sazonal valida a hipótese de que uma banda é equivalente a um ano para o modelo de idade e crescimento desta espécie.

No estudo de Lessa *et al.* (2004) para o *Prionace glauca*, as maiores e menores médias do IMR foram atingidos em junho e julho respectivamente. Em Lessa *et al.* (1999) para o *Carcharhinus longimanus*, as maiores e menores médias do IMR foram atingidos em julho e agosto respectivamente, assim como em *P. violacea*.

Os resultados da análise IMR fornecem validação da periodicidade na formação da banda em *P. violacea*, mas não deve ser interpretada como um método absoluto de validação nos estudos de crescimento (Cailliet & Goldman, 2004; Campana, 2001). Apesar dessa confirmação, uma validação suplementar da periodicidade anual do bandejamento, observado na raia-roxa, é necessária através de outras técnicas como a marcação química e a marcação-recaptura.

Validação deve ser aplicada a todas as idades e as análises de incremento marginal deveriam, idealmente, ser restrita a grupos de idade diferentes por vez (Beamish & McFarlane, 1983; Campana, 2001). A periodicidade da deposição do incremento observado, que se assume como válido, pode não refletir os padrões de crescimento entre todas as faixas etárias, como resultado das diferenças nas taxas de crescimento relativo, especialmente entre as classes com indivíduos mais velhos (Cailliet *et al.*, 2006).

Embora elasmobrânquios sejam geralmente considerados animais que possuem taxas de crescimento lento, as estimativas das médias de taxas de crescimento (k) englobam uma vasta gama de valores (Musick, 1999; Cailliet & Goldman, 2004).

Branstetter (1990) delinearam as taxas de crescimento entre os tubarões, sendo considerado lento se o k é estimado para ser $<0,1 \text{ ano}^{-1}$ e relativamente rápido, se $k > 0,1 \text{ ano}^{-1}$. *P. violacea* apresentou uma vida curta (10 anos) e taxa de crescimento

média, (0,09 para os sexos grupados) quando comparada a outras myliobatiformes. As fêmeas apresentaram um crescimento lento, com k inferior a 0,1 e os machos apresentaram um crescimento rápido, com k superior a 0,1. Diferenças na taxas de crescimento e tamanho máximo, entre fêmeas e macho, são comumente observadas entre raias myliobatiformes (Martin & Cailliet, 1988). No estudo de Cowley (1997), os machos de *D. chrysonota*, atingiram um k de 0.17 enquanto as fêmeas atingiram um valor igual ao da *P. violacea*, $k = 0.07$. Smith *et al.* (2007) obteve para os machos de *D. dipterura* um valor semelhante ao dos machos deste estudo com um k de 0.10, e para as fêmeas o k foi de 0.05, sendo uma das taxas mais baixas reportadas para qualquer Myliobatiforme. No entanto, as taxas de crescimento da maioria das raias estudadas até esta data são superiores a $0,10 \text{ anos}^{-1}$ (Cailliet & Goldman, 2004).

Segundo o estudo de Mollet *et al.* (2002), o modelo de Gompertz produziu um $k = 0.41$, e von Bertalanffy de 0.18 para os sexos grupados de *P. violacea*, sendo estes valores questionáveis, pois as taxas de crescimento em cativeiro e no ambiente natural diferem acentuadamente. Ainda segundo Mollet *et al.* (2002), as raias crescem em média 8,1 cm por ano, valor 2.3 vezes maior que os indivíduos encontrados no presente estudo de 3,5 cm por ano. Jones e Geen (1977) relataram que o primeiro ano de crescimento em cativeiro do tubarão *Squalus acanthias* foi 2,7 vezes maior no ambiente natural.

A avaliações do ajuste ao modelo de crescimento, devem ser uma rotina componente nos estudo de idade e crescimento. Um modelo que produz um pobre ajuste aos dados é de pouco benefício, trazendo estimativas pouco precisas (Cailliet & Goldman, 2004; Cailliet *et al.*, 2006).

Para este estudo, o modelo que melhor ajustou os dados foi o de von Bertalanffy, quando compara ao modelo de Gompertz, que obteve o maior valor do critério de informação de Akaike (AIC). Tal modelo não se ajustou bem aos dados de Mollet *et al.* (2002) devido ao fato das raias apresentarem altas taxas de crescimento perto de atingirem o tamanho máximo, além disso, o tamanho da amostra ($n = 76$) era insuficiente para se obter os três parâmetros segundo o modelo de von Bertalanffy. Tradicionalmente, a função de crescimento de von Bertalanffy tem sido aplicada para descrever o crescimento das espécies de elasmobrânquios (Cailliet & Goldman 2004).

As características de crescimento publicadas para *D. pastinaca* (Ismen, 2003) são problemáticas e não podem ser diretamente avaliadas em relação a este estudo porque o autor desenvolveu grande parte do crescimento utilizando uma medida pouco recomendada, o comprimento total, como base para o tamanho da espécie, uma vez que as caudas das raias são facilmente danificadas, além de poder sofrerem alterações ontogenéticas, resultando em uma variação significativa no comprimento total.

Os valores para a idade teórica quando o LD é nulo (t_0) atingiram valores altos, tanto para fêmeas quanto para machos (-5.26 e -4.16, respectivamente). Esse fato deve-se ao número reduzido de indivíduos na idade zero. Fato semelhante também ocorreu no estudo de Neer & Thompson (2005) estudando a *R. bonasus*, onde o valor do t_0 chegou a -5.48 e no estudo de Smith et al. (2007) com valor de t_0 igual a -7.61.

Estimativas da LD_{∞} são biologicamente razoáveis, sendo de 91,5 cm para fêmeas e de 78,5 cm para machos, excedendo o tamanho máximo observado em machos e fêmeas incluídas neste estudo. Mollet *et al.* (2002) encontraram valores semelhantes ao deste estudo para *P. violacea* estudada em cativeiro, com o LD_{∞} de 103 cm para fêmeas e de 67 cm para machos.

A idade máxima estimada para raia-roxa (10 anos para as fêmeas e 9 anos para os machos) representa uma das menores observadas dentro da ordem Myliobatiforme, junto com *U. paucimaculatus* (10 anos para fêmeas e 8 anos para machos) (Edwards, 1980) e *R. bonasus* (10 anos para fêmeas e 8 anos para machos) (Smith & Merriner, 1987). As idades máximas para Myliobatiformes foram estimadas para *D. dipterura* (28 anos para fêmeas e 19 anos para machos) (Smith *et al.*, 2007) e *M. californica* (23 anos para fêmeas e 6 anos para machos) (Martin e Cailliet, 1988).

As características de crescimento, determinadas neste estudo, indicam que a raia-roxa atinge uma alta longevidade e é uma espécie de crescimento lento.

Musick (1999) analisou as características de longevidade de espécies marinhas e concluiu que aqueles com coeficientes k iguais ou inferiores a $0,10 \text{ anos}^{-1}$ são extremamente vulneráveis a sobreexploração. Devido ao crescimento lento demonstrado por *P. violacea*, é evidente que um cuidadoso monitoramento e gestão cautelar das estratégias de pesca devem ser empregadas onde esta espécie é, acidentalmente ou não, capturada.

7. CONCLUSÕES

1. As vértebras da raia-roxa *Pteroplatytrygon violacea* foram apropriadas para estimar a idade, encontrando-se um máximo de 11 marcas, das quais a primeira constitui a marca de nascimento e, as seguintes, idades de 1 a 10 anos. A periodicidade de deposição das bandas foi anual.
2. O modelo de von Bertalanffy se ajustou ao crescimento do raia. Foram identificadas diferenças significativas no crescimento entre os sexos. As fêmeas atingem maiores tamanhos e idades.
3. As capturas acidentais da raia-roxa na pescaria comercial que atuam no Atlântico Sul Equatorial compõem-se principalmente de machos com comprimento médio de 46,6 cm (4 anos). As fêmeas são menos freqüentes e, na sua maioria, com comprimento médio 48,4 cm (4-5 anos).
4. As características de crescimento, determinadas neste estudo, indicam que a raia-roxa atinge uma alta longevidade e é uma espécie de crescimento lento.
5. Devido ao crescimento lento demonstrado por *P. violacea*, é evidente que um cuidadoso monitoramento e gestão cautelar das estratégias de pesca devem ser empregadas onde esta espécie é, acidentalmente ou não, capturada, pois o nível de exploração pesqueira atual ameaça seriamente o equilíbrio da população.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÑON, R. (2000). Presence de *Pteroplatytrygon violacea* (Myliobatiformes, Dasyatidae) dans des eaux du Golfe de Gascogne (Nord-est Atlantique). Annales de la Soci_et_e des Sciences naturelles de la Charente-Maritime (La Rochelle) 8, 1069–1074.

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

BEAMISH, R.J. AND MCFARLANE, G.A. (1983). The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. Transactions of the American Fisheries Society 112(6): 735-743.

BAGENAL T.B & TESCH F.W. (1978) Age and Growth. In: T.B. Bagenal (ed.) Methods for the Assessment of Fish Production in Fresh Waters, 3rd edn. IBP Handbook No 3. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 101–136

BESTER, C.; MOLLET, H. F.; BOURDON, J. Pelagic Stingray. [online] Disponível na Internet via:

<<http://www.flmnh.ufl.edu/fish/Gallery/Descript/PelagicStingray/PelagicStingray.html>>. Acesso em: 09 nov. 2008

BEVERTON, R.J.H. & HOLT, S.J. (1957). On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest. (Ser. 2) 19: 533 pp.

BISCOITO, M. J., AND WIRTZ, P. (1994). Two new records of stingray (Pisces: Dasyatidae) from the Archipelago of Madeira (NE Atlantic). Bocagiana 169, 1–4.

BOND, C. E. (1996). Biology of Fishes. Saunders College Publishing. Second Edition. 749p.

BONFIL, R. (1994). Overview of world elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper No. 341. Rome. 119 pp.

BRANSTETTER, S., AND MCEACHRAN, J. C. (1983). A first record of the bigeye thresher, *Alopias superciliosus*, the blue shark, *Prionace glauca*, and the pelagic stingray, *Dasyatis violacea*, from the Gulf of Mexico. Northeast Gulf Science 6: 59–61.

BULLIS, H. R & STRUHSACKER, K. P. (1961). Life history notes on the rough-tail stingray, *Dasyatis centroura*. Copeia. 2:232-234.

BURNHAM, K.P., ANDERSON, D.R., (2002). Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-theoretic Approach, 2nd ed. Springer, New York.

CAILLIET, G. M., SMITH, W. D., MOLLET, H. F., AND GOLDMAN, K. J. (2006). Age and growth studies of chondrichthyan fishes: the need for consistency in terminology, verification, validation, and growth function fitting. Environmental Biology of Fishes 77, 211–228.

CAILLIET G. M., GOLDMAN K. J. (2004) 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, pp 399–447

CAILLIET, G.M. & TANAKA, S. (1990). Recommendations for research needed to better understand the age and growth of elasmobranchs. 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 the Fisheries, pp. 505–507. NOAA Tech. Rep. NMFS 90.

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

CAMHI, M. (1998). Sharks on the Line: A State by State Analysis of Sharks and Their Fisheries. National Audubon Society, Living Oceans Program Report.

CAMPANA, S. E. & JONES, C. M. (1992). Analysis of otolith microstructure data. In Otolith microstructure examination and analysis (Stevenson, D. K. & Campana,

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

CAPAPE, C. (1977). Les espèces du genre *Dasyatis* Rafinesque, 1810 (Pisces, Rajiformes) des côtes tunisiennes. Cybium 30 Série 2, 75–105.

CAPAPE, C., (1993). New data on the reproductive biology of the thorny stingray, *Dasyatis centroura* (Mitchill, 1815), from the Tunisian coasts. Environmental Biology of Fishes, 38, 73-80.

CAPAPE, C., ZAOUALI, J., (1992). Le régime alimentaire de la pastenague marbrée, *Dasyatis marmorata* (Pisces, Dasyatidae), des eaux Tunisiennes. Vie Milieu 42 (3/4), 269–276.

CARLSON, J.K. & PARSONS, G.R. (1997). Age and growth of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, from northwest Florida, with comments on clinal variation. Env. Biol. Fishes, 50: 331–341.

CASEY, J. G.; H. L. PRATT, JR., AND E. STILLWELL. (1983). Age and growth of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, from the western North Atlantic. In: Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and status of the fisheries. H. L. Pratt, Jr., S. H. Gruber, and T. Taniuchi (eds.). U. S. Dep. Commer. NOAA, Tech. Rep., NMFS 90: 189–204.

CASSELMAN, J.M. (1983). Age and growth assessments of fish from their calcified structures – techniques and tools. In E.D. Prince & L.M. Pulos (eds). Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes and sharks, pp. 1–17. NOAA Tech. Rep. NMFS 8.

CERRATO, R.M. (1990). Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 47: 1416–1426.

CHAPMAN, D.D; CORCORANA , M. J.; HARVEYA , G. M.; MALANB, S & SHIVJIA, S. (2003). Mating behavior of southern stingrays, *Dasyatis americana* (Dasyatidae). Environmental Biology of Fishes 68: 241–245

CLARKE S, MILNER-GULLAND EJ, BJORNDAL T. 2007. Social, economic and regulatory drivers of the shark fin trade. MarineResource Economics 22: 305–327.

COMPAGNO, L. J. V. (1987). Rare pelagic stingray caught off Mossel Bay. Ichthos (13), 6.

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

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

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

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

COWLEY, P.D. (1997). Age and growth of the blue stingray *Dasyatis chrysonota* from the south-eastern cape coast of South Africa. *South African Journal of Marine Science* 18: 31-38.

DOMINGO, A., MENNI, R. C. & FORSELLEDO, R. (2005). Bycatch of the pelagic stingray *Dasyatis violacea* in Uruguayan longline fisheries and aspects of distribution in the southwestern Atlantic. *Scientia Marina* 69, 161–166.

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

DULVY, N.K., BAUM, J.K., CLARKE, S., COMPAGNO, L.J.V., CORTÉS, E., DOMINGO, A., FORDHAM, S., FOWLER, S., FRANCIS, M.P., GIBSON, C., MARTÍNEZ, J., MUSICK, J.A., SOLDÓ, A., STEVENS, J.D., AND S. VALENTI. (2008). You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*

EDWARDS, R. R. C. (1980). Aspects of the population dynamics and ecology of the white spotted stingaree, *Urolophus paucimaculatus* Dixon, in Port Phillip Bay, Victoria. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 31, 459–467.

ELLIS, J. R, *et al.* (2005). Shark, skate and ray research at the MBA and Cefas. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 85, 1021-1023

ELLIS, J. R. (2007). Occurrence of pelagic stingray *Pteroplatytrygon violacea* (Bonaparte, 1832) in the North Sea. *Journal of Fish Biology* (2007) 71, 933–937

FONTELES-FILHO, A.A. (1989). Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional. Imprensa Oficial do Ceará, XVI + 296 pgs.

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

FORSELLEDO, R.; PONS, M.; MILLER, P AND DOMINGO, A. (2008) Distribution and population structure of the pelagic stingray, *Pteroplatytrygon violacea* (Dasyatidae), in the south-western Atlantic. *Aquat. Living Resour.* 21: 357-363.

GELSLEICHTER, J., PYERCY, A. & MUSICK, J.A. (1998) Evaluation of copper, iron and lead substitutions techniques in elasmobranch age determination. *J. Fish. Biol.* 53: 465-470

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

GOLDMAN KJ (2004) Age and growth of elasmobranch fishes. In: Musick JA, Bonfil R (eds) *Elasmobranch fisheries management techniques*. Asia Pacific Economic Cooperation, Singapore, 370 pp, pp 97–132

GOLDMAN KJ, MUSICK JA (2006) Growth and maturity of salmon sharks in the eastern and western North Pacific, with comments on back-calculation methods. *Fish Bull* 104:278–292

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

GOOSEN, A.J.J. AND SMALE, M.J. (1997). A preliminary study of age and growth of the smoothhound shark *Mustelus mustelus* (Triakidae). South African Journal of Marine Science 18: 85-91.

GULLAND, J.A. & HOLT, S.J. (1959). Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. Journal du Conseil International Pour l'Exploration de la Mer, 25: 47-49.

HADDON, M. (2001). Modeling and quantitative methods in fisheries. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, FL.

HAZIN, F. H. V.; LESSA, R.; ISHINO, M.; OTSUKA, K.; KIHARA, K., (1991). Morphometric description of the blue shark, *Prionace glauca*, in the southwestern equatorial Atlantic. Journal of the Tokyo University of Fisheries. Vol. 78, nº 2, 137-144.

HAZIN, F. H. V.; LUCENA, F. M.; SOUZA, T. S. A. L., (2000(a)). Maturation of the nightshark, *Carcharhinus signatus*, in the Southwestern Atlantic Ocean. Bull. Of Mar. Scien.. 66(1): 173-185.

HAZIN, F. H. V.; PINHEIRO, P. B.; BROADHURST, M. K., (2000(b)). *Further notes on reproduction of the blue shark, Prionace glauca*, and a postulated migratory pattern in the South Atlantic Ocean.

HAZIN, F.H.V.; KIHARA, K.; OTSUKA, K.; BOECKMANN, C.E. & LEAL, E. (1994) Reproduction of the blue shark *Prionace glauca* in the south-weastern equatorial Atlantic Ocean. Fish. Sci., v.60, n.5, p.487-491.

HAZIN, H. (2006) Influencia das variáveis oceanográficas na dinâmica populacional e pesca do espadarte, *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, Capturados pela frota brasileira. Tese de doutorado, Universidade do Agrade – campus Gambelos, 202p.

HEMIDA, F., SERIDIJI, R., ENNAJAR, S., BRADAI, M. N., COLLIER, E., GUELORGET, O. & CAPAPÉ, C. (2003). New observations on the reproductive biology of the pelagic stingray, *Dasyatis violacea* Bonaparte, 1832 (Chondrichthyes: Dasyatidae) from the Mediterranean Sea. *Acta Adriatica* 44, 193–204.

HESS, P. W. (1961). Food habitat of two dasyatid rays in Delaware Bay. *Copeia*. 2:239-241.

HOENIG, J.M. AND GRUBER, S.H. (1990). Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. In *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries* (H.L. Pratt, S.H. Gruber, and T. Taniuchi, eds.), p. 828-903. NOAA Technical Report NMFS 90.

HOFF, T.B. & MUSICK, J.A. (1990). Western North Atlantic shark-fishery management problems and informational requirements. *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics and the Status of the Fisheries*, pp. 455–472. NOAA Tech. Rep. NMFS 90.

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

IRIBAR, X., AND IBAÑEZ, M. (1977). Primera cita de *Dasyatis violacea* (Bonaparte) para aguas del Cantábrico. *Munibe (Sociedad de Ciencias Aranzadi San Sebastián)* 30, 245–8.

ISHIYAMA R (1951) Studies on the rays and skates belonging to the family Rajidae, found in Japan and adjacent regions. 2. On the age-determination of Japanese black skate *Raja fusca* Garman (Preliminary Report). Bull Jpn Soc Fish 16(12):112–118

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

JOHNSON, M.R., SENELSON, F.F., (1996). Reproductive life history of the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*, in the freshwater St. Johns River, Florida. Bull. Mar. Sci. 59 (1), 74–88.

JONES, B. C., AND GEEN, G. H. (1977). Food and feeding of spiny dogfish (*Squalus acanthias*) in British Columbia waters. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 34, 2067–78.

JOUNG, S. J.; LIU, K. A. M.; LIAO, Y. Y. AND HSU, H. H. (2005). Observed by-catch of Taiwanese tuna longline fishery in the South Atlantic Ocean. J. Fish. Soc. Taiwan, v. 32, v. 1, p. 66-79.

KAJIURA, S.M., SEBASTIAN, A.P. & T.C. TRICAS. (2000). Dermal bite wounds as indicators of reproductive seasonality and behaviour in the Atlantic Stingray, *Dasyatis sabina*. Environ. Biol. Fish. 58: 23–31.

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

KING, M (1996) Fisheries Biology: assessment and management. Oxford. Fishing new books. 341p.

LAMILLA, J., AND MELENDEZ, R. (1989). First record of *Dasyatis violacea* (Bonaparte, 1832) (Myliobatiformes : Dasyatidae) from near Easter Island. *Estudios Oceanology* 8, 45–50.

LESSA, R., SANTANA, F. M., RINCÓN, G., GADIG, O. B. F. & EL-DEIR, A. C. (1999) 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.

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

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

LOEFER JK, SEDBERRY GR (2003) Life history of the Atlantic sharpnose shark (*Rhizoprionodon terraenovae*) (Richardson, 1836) off the southeastern United States. *Fish Bull* 101:75–88

MARIANO, E., AND VILLAVICENCIO, C. J. (1997). Cuatro tiburones y una raya en la costa occidental de México. *Revista de Biología Tropical* 46, 465–7.

MARTIN, L. K., AND CAILLIET, G. M. (1988). Age and growth determination of the bat ray, *Myliobatis californica* Gill, in central California. *Copeia* 1988(3), 762–773.

MAZZOLENI, R.C.; SCHWINGEL, P.R. (1999). Elasmobranch species landed in Itajaí Harbor, Southern Brazil. *Notas Técnicas da FACIMAR*. 3. 111-118

MAZZOLENI, R.C.; SCHWINGEL, P.R. (2002). Aspectos da Biologia das espécies capturadas por espinhel pelágico na região sul das Ilhas de Trindade e Martin Vaz no verão de 2001. Notas Técnicas FACIMAR, 6: 51-57

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

MENNI, R.C.; F.H. HAZIN e R.P.T. LESSA. (1995). Occurrence of the night shark *Carcharhinus signatus* and the pelagic stingray *Dasyatis violacea* off northeastern Brazil. Neotropica, 41(1056-106):105-110.

MOLLET, H.F., EZCURRA, J.M., AND O’SULLIVAN, J.B. (2002). Captive biology of the pelagic stingray, *Dasyatis violacea* (Bonaparte 1832). Marine and Freshwater Research 53: 531-541.

MOLLET, H.F. (2002). Distribution of the pelagic stingray, *Dasyatis violacea* (Bonaparte, 1832), off California, Central America, and worldwide. Mar. Freshwater Res., 2002, 53, 525–530.

MUSICK, J.A. (1999). Ecology and conservation of long-lived marine animals. In ‘American Fisheries Society Symposium 23: Life in the Slow Lane: Ecology and Conservation of Long-lived Marine Animals’. (Ed. J. A. Musick.) pp. 1–10. (American Fisheries Society: Bethesda, MD.)

NAKAYA, K. (1982). *Dasyatis violacea*. In ‘Fishes of the Kyushu-Palau Ridge and Tosa Bay’. (Eds O. Okamura *et al.*) pp. 54, 55, e 315. (JAMARC, Tosho Printing Co.: Tokyo.)

NATANSON, L.J. AND CAILLIET, G.M. (1990). Vertebral growth zone deposition in Pacific angel sharks. Copeia 1990(4): 1133-1145.

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

NEER, J. A. (2008). Ecology of the pelagic stingray, *Pteroplatytrygon violacea* (Bonaparte, 1832). In 'Shark of the Open Ocean'. (Eds M. Camhi and E. Pikitch.) (Blackwell Scientific: New York.)

NEER, J.A. & CAILLIET, G.M. (2001). Aspects of the life history of the Pacific electric ray, *Torpedo californica* (Ayers). Copeia, 2001: 842–847.

NEER, J. A., AND THOMPSON, B. A. (2005). Life history of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in the northern Gulf of Mexico, with comments on geographic variability in life history traits. Environmental Biology of Fishes 73, 321–331.

NISHIDA, K., AND NAKAYA K. (1990). Taxonomy of the genus *Dasyatis* (Elasmobranchii, Dasyatidae) from the North Pacific. In 'Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics and the Status of Fisheries'. (Eds H. L. Pratt Jr, S. H. Gruber and T. Taniuchi.) NOAA Technical Report NMFS 90, 327–46.

ONDRIAS, J. C. (1971). A list of the fresh and sea water fishes of Greece. Prak. Inst. Oceanogr. Fish. Res., Period C Xa 1971, 23–96.

PALMA, J.J.C. (1984). Fisiografia da área oceânica. Geologia do Brasil. Brasília, Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral, 501p.

PANFILI J, DE PONTUAL H, TROADEC H, WRIGHT PJ (EDS) (2002) Manual of fish schlerochronology. Ifremer-IRD coedition, Brest, France, 464 pp

PARSONS GR (1993) Age determination and growth of the bonnethead shark *Sphyrna tiburo*: a comparison of two populations. Mar Biol 117:23–31

PAULY, D. (1979). Theory and management of tropical multispecies stocks-A review, with emphasis on the southeastAsia demersal fisheries. ICLARM Studies & Review. 1:1-35

PEDEN, A. E., AND JAMIESON, G. S. (1988). New distributional records of marine fishes off Washington, British Columbia and Alaska. The Canadian Field-Naturalist 102, 491–4.

PRATT, H.L. & J.G. CASEY (1990) Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth parameters. NOAA Tech. Rep. NMFS 90:97-109.

RADOVICH, J. (1961). Relationships of some marine organisms of the northeast Pacific to water temperature. Fish Bulletin California Department of Fish and Game 112, 5–61.

RANZI, S., AND ZEZZA, P. (1936). Fegato, maturita sessuale e gestazione en *Trygon violacea*. Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli 15, 355–67.

RICKER, W.E. (1979). Growth rates and models. Fish Physiology VIII series. Chapter 11, pp. 677–743. Academic Press, San Diego, CA.

RICKER, W.E. (1992). Back-calculation of fish lengths based on proportionality between scale and length increments. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49: 1018–1026.

RICKER, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can., 191: 1–382.

ROFF, D.A. (1982). The evolution of life histories: theory and analysis. Chapman and Hall, New York, NY. S. E., eds), pp. 73–100. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic

SADOWSKI, V. and A.F. AMORIM. (1977). Primeiro registro de ocorrência da arraia pelágica *Dasyatis violacea* (Bonnaparte, 1832) nas águas do Atlântico sul ocidental. Ciência e Cultura, Supl. Resumos, 29(7):792

SANTANA, F. M. e R. LESSA. (2004). Age Determination and Growth of the Night Shark (*Carcharhinus signatus*) off the Northeastern Brazilian Coast. Fishery Bulletin, 102: 156-167.

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

SCHMID T (1988) Age, growth, and movement patterns of the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*, in a Florida coastal lagoon. MS Thesis, University of Central Florida, Orlando, Fla. Sciences 117.

SCOTT, W. B. & TIBBO, S. N. (1968). An occurrence of the pelagic stingray *Dasyatis*.

SMITH, W. D.; CAILLIET, G. M. AND MELENDEZ, E. M. (2007) Maturity and growth characteristics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura*. Marine and Freshwater Research, 58, 54–66.

SMITH, J.W. AND MERRINER, J.V. (1987). Age and growth, movements and distribution of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Chesapeake Bay. Estuaries 10(2): 153-164.

SIMPFENDORFER CA (1993) Age and growth of the Australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori*, from north Queensland, Australia. *Environ Biol Fish* 36(3):233–241

SIQUEIRA, A. S. & SANT'ANNA, V. B. (2007). Data On *Pteroplatytrygon Violacea* Caught In The Rio De Janeiro Coast. *Brazilian Journal Of Oceanography*, 55(4):323-325.

SNELSON, F. F., JR, WILLIAMS-HOOPER, W. E., AND SCHMID, T. H. (1989). Biology of the bluntnose stingray, *Dasyatis sayi*, in Florida coastal lagoons. *Bulletin of Marine Science* 45(1), 15–25.

SNELSON, F. F., JR, WILLIAMS-HOOPER, S. E., AND SCHMID, T. H. (1988). Reproduction and ecology of the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*, in Florida coastal lagoons. *Copeia* 1988(3), 729–739.

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

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

STRUHSAKER, P. (1969). Observations on the biology and distribution of the thorny stingray *Dasyatis centroura* (Pisces: Dasyatidae). *Bulletin of Marine Science* 19 (2) 456-481.

THORSON T (1983) Observations on the morphology, ecology, and life history of the euryhaline stingray, *Dasyatis guttata* (Bloch and Schneider) 1801. *Acta Biol Venez* 11:95–125

TRAVASSOS, P., HAZIN F. (2005). Report on the Brazilian tuna fisheries, presented during the 2004 Annual Meeting of the ICCAT Standing Committee on Research and Statistics – SCRS. Madrid, Espanha: ICCAT, 2005. Disponível em:

<<http://www.iccat.es>>

VASKE JUNIOR, T. ; BARBOSA, T. M. ; TRAVASSOS, M. ; TRAVASSOS, P. E. V. ; Lessa RP . (2005) Ocorrência e aspectos biológicos da arraia-roxa (*Pteropaltys violacea*, Bonnaparte, 1832) na região equatorial sudoeste do oceano Atlântico.. In: I Encontro de Biologia de Elasmobrânquios, Recife. I Encontro de Biologia de Elasmobrânquios, 2005.

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

WILSON, P. C., AND BECKETT, J. S. (1970). Atlantic Ocean distribution of the pelagic stingray, *Dasyatis violacea*. Copeia 1970, 696–707.

WINTNER, S.A. AND CLIFF, G. (1996). Age and growth determination of the blacktip shark, *Carcharhinus limbatus*, from the east coast of South Africa. Fishery Bulletin 94: 135-144.

WINTNER, S.A., DUDLEY, S.F.J., KISTNASAMY, N., AND EVERETT, B. (2002). Age and growth of the Zambezi shark, *Carcharhinus leucas*, from the east coast of South Africa. Marine and Freshwater Research 53: 557-566.

ZAR, J. H. (1996). Biostatistical Analysis. Third Edition. Prentice-Hall, Inc., London. 662p.

ZAVALA-CAMIM, L.A. & A.R.G. TOMÁS. (1990). A pesca de atuns com espinhel no Atlântico Sudoeste por barcos japoneses e brasileiros (1959-1979). B. Inst. Pesca, 17: 61- 75.