



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**ESTUDO MORFOFISIOLÓGICO DA ESTRATÉGIA REPRODUTIVA EM  
DUAS ESPECIES DE *RHIZOPRIONODON* SP CAPTURADOS NA COSTA DO  
BRASIL.**

**Leonardo Silveira**

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

**Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira.**

Orientador

**Profa. Dra. Mariana Gomes do Rêgo.**

Co-orientador

**Recife, Fev/2019**

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S587e Silveira, Leonardo Morais da  
Estudo morfofisiológico da estratégia reprodutiva em duas espécies de *Rhizoprionodon* sp capturados na costa do Brasil / Leonardo Morais da Silveira. – 2019.  
35 f. : il.

Orientador: Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira.  
Coorientadora: Mariana Gomes do Rêgo.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Recife, BR-PE, 2019.  
Inclui referências e apêndice(s).

1. Condrictes (Peixe) – Brasil 2. Peixe – Fisiologia 3. Peixe – Morfologia 4. Peixe – Reprodução I. Oliveira, Paulo Guilherme Vasconcelos de, orient. II. Rêgo, Mariana Gomes do, coorient. III. Título

CDD 639.3

SILVEIRA, L. Morais. Estudo morfofisiológico da estratégia reprodutiva...

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**ESTUDO MORFOFISIOLÓGICO DA ESTRATÉGIA REPRODUTIVA EM  
DUAS ESPECIES DE *RHIZOPRIONODON* SP CAPTURADOS NA COSTA DO  
BRASIL.**

**Leonardo Morais da Silveira.**

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 22/02/2019 pela seguinte Banca Examinadora.

---

**Prof. Dr. Paulo Guilherme V. de Oliveira.**

Departamento de Pesca e Aquicultura - UFRPE

---

**Prof. Dr. Fabricio Bezerra de Sá.**

Departamento de Morfologia e Fisiologia animal - UFRPE

---

**Prof. Dr. Paulo Travassos**

Departamento de Pesca e Aquicultura - UFRPE

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho a Bento R. M. Silveira, meu filho.

## **Agradecimentos**

Primeiramente a divindade, por ter me dado à oportunidade de vivenciar mais essa conquista em minha vida e de compartilhar esse espaço-tempo com pessoas fantásticas, que sem elas certamente não chegaria aqui.

A minha família de sangue (Pai, mãe e irmãos) por todo o apoio, que mesmo que a distancia, foi de fundamental importância durante toda a trajetória.

A minha família pernambucana (sogra e cunhados) que desde meu início aqui em Recife, me acolheu de forma única e tanto me ajudou (e ajuda até hoje!!) em todos os momentos que precisei, de qualquer coisa que fosse. Foi e é fundamental para nós.

A minha companheira, Mariana Rêgo, por ser esse pilar em minha vida, minha inspiração profissional, minha maior incentivadora e quem mais acreditou que eu seria capaz, (mais até que eu), devo muito do meu crescimento pessoal e profissional a ela! Obrigado por tudo! (N> S2 Tuu).

Aos amigos de infância, que se fazem presentes até hoje, (galera da barra! Caio, JP, Renato e Wesley) por todo o apoio, palavras de incentivo e momentos de descontração. Vocês são essenciais mesmo sem saber.

Ao meu orientador, prof. Dr. Paulo G. V. de Oliveira, que é uma pessoa sem igual, desde que eu o conheço (minha graduação) tem me ajudado sem medir esforços, para que eu conseguisse atingir todos meus objetivos profissionais.

Aos professores da banca, Prof. Paulo Travassos e Fabricio Bezerra, são profissionais que admiro muito, obrigado por aceitar dar suas contribuições e conselhos no trabalho.

Aos amigos que a rural trouxe, da graduação, da pós – graduação, a todos da “família Rural”, funcionários do R.U e servidores da rural.

A todos dos laboratórios de histologia/ DMFA, do LOP, LEP e LATEP/DEPAQ em especial aos amigos (Claudio pinto, Poly, Sara, Paulo, Ale, Sidney e etc...) por todos os momentos de aprendizado, de troca e descontração.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, (mãe Rural), que foi de fundamental importância na construção do profissional que sou hoje e ao programa de Pós – Graduação em Recursos pesqueiros e aquicultura e a todos os professores que contribuíram para meu crescimento profissional na obtenção desse título.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado ao longo desses dois anos e pelo financiamento do projeto de pesquisa.

## Resumo

A reprodução e a morfofisiologia dos órgãos reprodutivos de elasmobrânquios tornaram-se mais bem compreendidas nos últimos anos do século passado. Ainda pouco se sabe sobre a morfologia da reprodução de várias espécies. O objetivo deste estudo foi determinar a estratégia reprodutiva das espécies de *Rhizoprionodon porosus* e *Rhizoprionodon lalandii* do litoral brasileiro. O espécime capturado foi caracterizado morfometricamente, onde Comprimento Total (CT) e Comprimento Pré-Caudal (PC) foram medidos em cm junto com seus pesos. Os animais foram classificados e eviscerados, os testículos foram obtidos para determinar seu peso, comprimento e largura. Para as análises histológicas, esses órgãos foram fixados e posteriormente submetidos ao protocolo de processamento para análise histológica. A descrição macroscópica foi determinada de acordo com a escala maturacional para espécies vivíparas (ICES, 2013). Dos 46 machos capturados, 15 foram classificados como imaturos, 5 em desenvolvimento, 6 capazes de se reproduzir, 20 machos ativos e não foi observado estágio em regressão. Esta espécie possui testículo do tipo diamétrico, o indivíduo imaturo, foi caracterizado pela presença de testículos delgados com largura variando de 0,3 a 1,6 cm e clasper flexível. Histologicamente espermatogônias tipo I e espermátocitos estavam presentes. Para os espécimes classificados como “em desenvolvimento”, os testículos estavam desenvolvidos, apesar de não preencherem toda a superfície do órgão epigonal, a largura variou de 0,5 a 1,2cm. O clasper desses animais foi parcialmente calcificado. A zona germinativa bem definida foi observada, desenvolvendo de uma parede para outra, com espermatogônias, espermátocitos I e II e espermátides e com espermatozóides presentes. Os machos que eram capazes de reproduzir, tinham claspers totalmente calcificados que em comprimento já tinham passado pela nadadeira pélvica. Os testículos desenvolvidos e bem irrigados apresentaram variações de 0,5 a 0,8 cm de largura. Microscopicamente, os testículos nessa fase apresentavam uma boa quantidade de cistos seminíferos, juntamente com a presença de espermatozóides cuja cabeça estava voltada para a periferia e para a cauda, de frente para o lúmen.

**Keywords:** Reproduction, spermatogenesis, sharks.

## **Abstract**

Reproduction and morphophysiology of the elasmobranch reproductive organs became better understood in the last years of the past century. Still little is known about the reproduction morphology of several species. The objective of this study was to determine the reproductive strategy of *Rhizoprionodon porosus* and *Rhizoprionodon lalandii* species from the coast of Brazil. The captured specimen was morphometrically characterized, where Total Length (CT) and Pre-Caudal length (PC) were measured in cm along with their weights. The animals were sorted and viscerated, the testicles were obtained to determine their weight, length and width. For the histological analyses these organs were fixed in 10% formaldehyde for 48 hours, however, they were cleaved within the first 24 hours and then returned to the fixative solution. Subsequently, they were transferred to 70% ethanol and then submitted to the processing protocol for histological analysis. The macroscopic description classified the reproductive stage of each specimen according to the ICES 2013 reference. Of the 46 capture males, 15 was classified as immature, 5 in development, 6 capable of reproducing, 20 active and regressing males were not observed. This species has the diametric type testicles, the immature individual, was characterized by the presence of thin testicles with a width ranging from 0.3 to 1.6 cm and flexible clasper. Histologically, type I spermatogonia and spermatocytes were present. For the specimens labelled as “in development”, the testes were developed, although they did not fill the entire surface of the epigonal organ, the width ranged from 0.5 to 1.2cm. The clasper of these animals was partially calcified. The well-defined germinative zone was observed, with spermatozoa growing from one wall to the other, with spermatogonia, spermatocytes I and II and spermatids present. The males that were capable of breeding, had fully calcified claspers which in length had already passed the pelvic fin. The developed and well-irrigated testis had variations of 0.5 to 0.8 cm in width. Microscopically the testis at this stage had a good amount of seminiferous cysts along with the presence of spermatozoa whose head was facing the periphery and tails facing the lumen.

**Key words:** Reproduction, spermatogenesis, sharks.

## Lista de figuras

Página

### 1. Introdução

#### 1.1 Contextualizações da pesquisa.

Figura 1. <i>Rhizoprionodon lalandii</i> (Muller & Henler, 1839) macho adulto .....	12
Artigo I: Análise morfológica do trato reprodutivo masculino dos tubarões <i>Rhizoprionodon porosus</i> (Poey, 1861) e <i>R. lalandii</i> (Muller & Henle, 1839) capturados na costa do Brasil.	
Figura 1. Mapa do Brasil, evidenciando as divisões da costa, e destacando os locais de coleta do presente estudo (Sudeste e Nordeste). Adaptado de (Gadig, 2001).....	19
Figura 2- Foto dos testículos dos tubarões <i>Rhizoprionodon porosus</i> .....	23
Figura 3- Fotomicrografia 2: A- Testículo do tipo diamétrico da espécie <i>R. Porosus</i> . B- Testículo da espécie <i>R.Lalandii</i> .....	24
Figura 4- Foto e fotomicrografia dos testículos dos tubarões <i>Rhizoprionodon porosus</i> e <i>R. lalandii</i> em todos os estágios maturacionais observados .....	26
Figura 5- Fotomicrografia do Epididimo de tubarão <i>Rhizoprionodon porosus</i> e <i>lalandii</i> maduro.....	27

## **Lista de tabelas**

	Página
Tabela 1. Classificação Maturacional dos Machos para espécies Vivíparas .....	19

## Sumário

Página

Dedicatória.....	04
Agradecimento.....	05
Resumo.....	
06 Abstract.....	
07 Lista de figuras.....	
08 Lista de tabelas.....	
09	
1- Introdução.....	11
1.2- Objetivos.....	14
Objetivo geral.....	14
Objetivos específicos.....	14
2-Título do Artigo Científico.....	15
3- Considerações finais.....	32
4- Referências bibliográficas.....	33

## 1- Introdução

### 1.1 Contextualizações da pesquisa

A classe Chondrichthyes se divide em duas subclasses: Holocephalii (quimeras), que habita águas temperadas e profundas; e Elasmobranchii (tubarões e raias), grupo com representantes em todos os oceanos (BONFIL, 1994). Dispõem de grande sucesso evolutivo, compreendendo 1.188 espécies, sendo 509 tubarões, 630 batóides e 49 quimeras, que adotaram distintas histórias de vida, explorando diversos nichos no ambiente aquático (WEIGMANN, 2016). Possuem fertilização interna e certamente esta característica é a mais significativa das adaptações dos peixes cartilagosos, pois estes animais já nascem plenamente desenvolvidos e ativos, de forma similar aos adultos (CASTRO, 1983).

O genero *Rhizoprionodon* (Carcharhinidae) atualmente está sendo representado por sete espécies relativamente pequenas, com duas ocorrendo em águas brasileiras: *R. lalandii* (Muller & Henle, 1839) e *R. porosus* (Poey, 1861)(Fig. 01 e 02). Essas duas espécies habitam a plataforma continental até 70 m de profundidade (Gadig, 2001). Três espécies são encontradas no oceano Atlântico: *R. terraenovae*, conhecida do oeste do Atlântico Norte, mas provavelmente também no oeste tropical do Atlântico Sul; *R. porosus*, do centro dos EUA para o Uruguai e o Brasil; e *R. lalandii*, do oeste do Panamá ao Uruguai e ao Brasil (Figueiredo, 1977; Compagno, 1984).

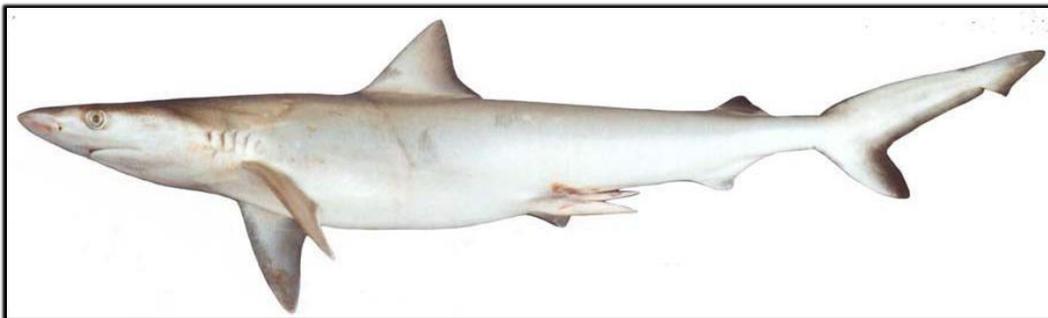


Fig.01 *Rhizoprionondon porosus* (Poey, 1861) macho adulto. Foto: R. C. Namora.

Um ponto importante da biologia dos elasmobrânquios é a sua diversidade de estratégias reprodutivas, que podem ser classificadas, quanto ao desenvolvimento do embrião, em oviparidade e viviparidade, dentro dos quais são descritas várias modalidades. As espécies vivíparas representam cerca de 56% dos Chondrichthyes, sendo mais comum nos tubarões, enquanto a oviparidade (44%) é mais comum entre as raias. As formas mais ancestrais de viviparidade são a lecitotrófica e a ovofágica, enquanto as formas mais evoluídas derivadas são a placentotrófica e a histotrófica, também conhecidas por viviparidade matotrófica, no qual a ligação entre a mãe e o embrião é maior (DODD, 1983; CARRIER; PRATT, JR; CASTRO, 2004; HAMLETT, 2007).

Um dos pontos negativos da reprodução dos tubarões é que algumas espécies apresentam, em geral, baixa fecundidade, maturação sexual tardia, características estas que os tornam bem mais suscetíveis à sobrexploração pesqueira, apresentando uma baixa recuperação populacional a medida que são esgotadas (HOLDEN, 1974; VOOREN & KLIPPEL, 2005). Muitas espécies precisam de um longo tempo para atingir a maturação, como no caso do tubarão lixa, que demora cerca de 15 a 16 anos. Além disso, algumas espécies produzem poucos filhotes a cada gestação, como o tubarão branco (*Carcharodon carcharias*), que pode apresentar de 2 a, no máximo, 14 embriões (KLIMLEY e AINLEY, 1997.), e o tubarão raposa (*Alopias* sp.), com uma média de 2 embriões por gestação (COMPAGNO, 2001).

A reprodução e a morfofisiologia dos órgãos reprodutores dos elasmobrânquios passou a ser melhor entendido com trabalhos realizados com o por Matthews em 1950, observa nos tubarões peregrino, *Cetorhinus maximus*, que os testículos são dispostos dentro do órgão epigonal e são compostos de numerosos lóbulos distintos, separados por tecido conjuntivo. Por, Pratt (1988) que classificou os ovários em internos e externos e os testículos em diamétrico, radial e composto; e de Hamlett (1985), que relacionou a morfologia uterina com o tipo de reprodução; e além de trabalhos mais específicos como o de Stanley (1966) que definiu os espermatocistos como unidade funcional do testículo e trabalhos como os de Teshima (1981) Maruska, et al. (1996) sobre a caracterização da espermatogênese.

No Brasil, ainda hoje o conhecimento acerca da morfofisiologia reprodutiva dos tubarões é parco. Na costa do Estado de Pernambuco, foram realizados trabalhos de descrição da morfologia ovariana de *Carcharhinus falciformes* (RÊGO et al., 2013), descrição do desenvolvimento testicular e espermatogênese do *Gynglimostoma*

*cirratum* (RÊGO et al., 2014) e comparação da morfologia e histomorfometria da espermatogênese em 3 espécies de tubarões com testículos diamétricos (RÊGO et al., 2016). Diante destas informações sobre a diversidade reprodutiva dos Chondrichthyes e a nutrição dos embriões, necessita-se um estudo mais aprofundado sobre o conhecimento da morfologia reprodutiva das espécies de *Rhizoprionodon* sp., pois estes animais, são livremente comercializados em peixarias, bares, restaurantes e feiras em praticamente toda a costa brasileira e sem maiores fiscalizações. Outro ponto de suma importância, é compreender o porquê durante o processo da espermatogênese da espécie, *Rhizoprionodon lalandii*, os espermátocitos II são maiores que os espermátocitos I, segundo trabalho realizado por Rêgo et al. (2016), indo de contra ao fluxo normal da espermatogênese nos vertebrados.

## 1.2 Objetivos

### I. Objetivo Geral

- Estudar a morfofisiologia da estratégia reprodutiva em *Rhizoprionodon* sp. capturados na costa brasileira.

### II. Objetivos Específicos

- Determinar a estratégia reprodutiva de duas espécies de *Rhizoprionodon*; *R. lalandii* e *R. porosus*.
- Analisar morfológicamente os testículos e epidídimos das espécies de *Rhizoprionodon* na Costa brasileira;
- Analisar a morfologia espermática e epidídimos das espécies de *Rhizoprionodon* na Costa do Brasil.

## 2 Artigo

### **Análise morfológica do trato reprodutivo masculino dos tubarões *Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861) e *R. lalandii* (Muller & Henle, 1839) capturados na costa do Brasil.**

### **Morphology analyses of the male reproductive tract of the Brazilian Sharpnose shark *Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861) and *R. lalandii* (Muller & Henle, 1839) captured on the Brazilian coast.**

#### **Resumo**

A reprodução e a morfofisiologia dos órgãos reprodutivos de elasmobrânquios tornaram-se mais bem compreendidas nos últimos anos do século passado. Ainda pouco se sabe sobre a morfologia da reprodução de várias espécies. O objetivo deste estudo foi determinar a estratégia reprodutiva das espécies de *Rhizoprionodon porosus* e *Rhizoprionodon lalandii* do litoral brasileiro. O espécime capturado foi caracterizado morfometricamente, onde Comprimento Total (CT) e Comprimento Pré-Caudal (PC) foram medidos em cm junto com seus pesos. Os animais foram classificados e eviscerados, os testículos foram obtidos para determinar seu peso, comprimento e largura. Para as análises histológicas, esses órgãos foram fixados em formaldeído a 10% por 48 horas, no entanto, foram clivados nas primeiras 24 horas e retornaram à solução fixadora. Posteriormente, foram transferidos para etanol a 70% e então submetidos ao protocolo de processamento para análise histológica. A descrição macroscópica foi determinada de acordo com a escala maturacional para espécies vivíparas (ICES, 2013). Dos 47 machos capturados, 16 foram classificados como imaturos, 5 em desenvolvimento, 5 capazes de se reproduzir, 19 machos ativos e não foi observado estagio em regressão. Esta espécie possui o tipo diamétrico testículo, o indivíduo imaturo, foi caracterizado pela presença de testículos delgados com largura variando de 0,1 a 0,3cm e clasper flexível. Histologicamente espermatogonias e espermatócitos tipo I estavam presentes. Para os espécimes classificados como “em desenvolvimento”, os testículos estavam desenvolvidos, apesar de não preencherem toda a superfície do órgão epigonal, a largura variou de 0,3 a 0,5cm. O clasper desses animais foi parcialmente calcificado. A zona germinativa bem definida foi observada, desenvolvendo de uma parede para outra, com espermatogônias, espermatócitos I e II e espermátides e com espermatozóides presentes. Os indivíduos que eram capazes de reproduzir e ativo, tinham claspers totalmente calcificados que em comprimento já tinham passado pela nadadeira pélvica. Os testículos desenvolvidos e bem irrigados apresentaram variações de 0,5 a 0,7 cm de largura. Microscopicamente, os testículos nessa fase apresentavam uma boa quantidade de cistos seminíferos, juntamente com a presença de espermatozóides cuja cabeça estava voltada para a periferia e para a cauda, de frente para o lúmen.

**Keywords:** Reprodução, espermatogênese, tubarão

## Introdução

Os elasmobrânquios possuem um aparelho reprodutor duplicado, dois testículos, que são presos na parte superior dianteira da cavidade abdominal; dois epidídimos, que passam por trás e logo abaixo da coluna vertebral, na parede superior da cavidade abdominal, dois ductos deferentes, vesícula seminal, glândula de Leydig e órgãos copuladores chamados de “cláspers”, e que são, na verdade, uma modificação da margem interna da nadadeira pélvica (Hammett, 2005; Pratt, 1988).

A reprodução e a morfofisiologia dos órgãos reprodutores dos elasmobrânquios passou a ser melhor entendido com trabalhos realizados por Matthews (1950) com estudo do aparelho reprodutor de *Cetorhinus maximus*, onde a organização estrutural dos testículos estão dispostos dentro do órgão epigonal e são compostos de numerosos lóbulos distintos, separados por tecido conjuntivo. Em 1966, Stanley, definiu os espermatocistos como unidade funcional dos testículos, assim como Grier (1992), define que os testículos podem atuar tanto na função espermatogênica quanto esteroidogênica. Teshima (1981) e Maruska, et al. (1996) descrevem a caracterização da espermatogênese. Pratt (1988) determinou que os Elasmobrânquios possuem três tipos morfológicos testiculares: diamétrico, radial e composto.

Todo o processo da espermatogênese ocorre dentro dos testículos em estruturas denominadas espermatocistos, que são folículos esféricos situados no final de um sistema radial de túbulos, divididos em bandas concêntricas, uma estrutura esférica que contem muitos espermatoblastos compostos por células de Sertoli e células germinativas associadas (MELLINGER, 1965, STANLEY, 1966; DODD, 1983; PARSONS e GRIER, 1992; CARRIER et al., 2004 E HAMLETT et al., 2007).

Nos tubarões, foi observado por Hara, Tanaka, (1990) e Brancato (1999) que durante a espermatogênese as células germinativas e as de Sertoli, migram da região central (lúmen) do espermatocisto, em direção à periferia do mesmo. Posteriormente, os espermatozoides são transferidos através de um longo e fino túbulo eferente, e transportados para o epidídimo através de uma região membranosa denominada de mesórquio.

No Brasil, ainda hoje o conhecimento acerca da morfofisiologia reprodutiva dos tubarões é parco. Na costa do Estado de Pernambuco, foram realizados trabalhos de descrição do desenvolvimento testicular e espermatogênese do *Gynghimostoma cirratum*

(RÊGO et al., 2014) e Comparação da morfologia e histomorfometria da espermatogênese em 3 espécies de tubarões com testículos diamétricos (RÊGO et al., 2016). Uma das espécies mais consumidas no litoral brasileiro são do gênero *Rhizoprionodon* (Carcharhinidae) que possui uma ampla distribuição ao longo das costas de quase todos os continentes, está sendo representado por sete espécies relativamente pequenas, atingindo usualmente no máximo 110 cm, CT, adultos, com as espécies *R. acutus* e *R. longurio* chegando a comprimento total de 178 cm e 154 cm respectivamente (COMPAGNO et al. 2005). Duas destas ocorrendo em águas brasileiras: *R. lalandii* (MULLER; HENLE, 1839) e *R. porosus* (Poey, 1861). Essas duas espécies habitam a plataforma continental até 70 m de profundidade. No Atlântico, três espécies foram registradas: *R. terraenovae*, encontrada no oeste do Atlântico Norte, mas provavelmente também no Atlântico ocidental tropical; *R. porosus*, dos EUA central para o Uruguai e Brasil; e *R. lalandii*, do oeste do Panamá ao Uruguai e ao Brasil (FIGUEIREDO, 1977; COMPAGNO, 1984; Gadig 2001).

Devido o alto consumo e a venda desordenada dessas espécies, torna-se justificado a importância de realizar um estudo detalhado, uma vez que estas espécies estão na lista atual da IUCN, sobre a morfologia testicular e caracterização da espermatogênese das espécies *R. porosus* e *R. lalandii*, permitindo compreender o desenvolvimento reprodutivo dos machos, comparando esse processo da espermatogênese com o ciclo reprodutivo das fêmeas destas espécies.

## Material e métodos

### *Área de amostragem*

Os exemplares foram provenientes de desembarques realizados por embarcações da frota artesanal que opera com rede de emalhar e linha de mão na ilha de Itamaracá litoral Norte Pernambuco e litoral de São Paulo, especificamente São Vicente, Guarujá e praia Grande (Fig. 01). As amostragens foram realizadas mensalmente totalizando 12 meses.

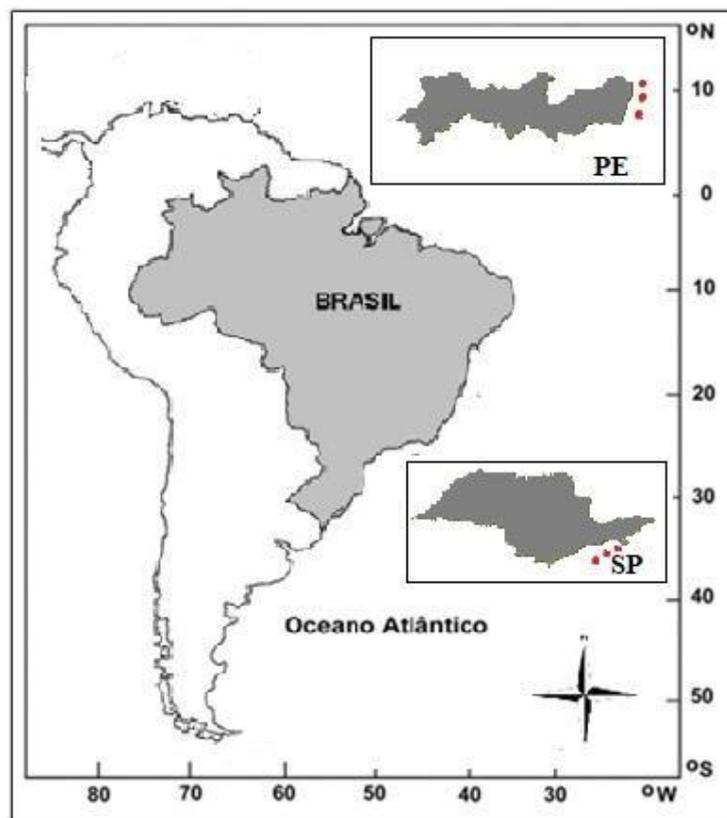


Fig.01- Mapa do Brasil, evidenciando as divisões da costa, e destacando os locais de coleta do presente estudo (Sudeste e Nordeste). Adaptado de (Gadig, 2001).

*Coleta de dados*

Para este estudo, os animais obtidos mediante o desembarque foram acondicionados em caixas de isopor 120l (Dimensões: 495mm x 355mm) com gelo em escama, posteriormente, levados ao Laboratório de Etologia de Peixes no Departamento de Pesca na Universidade Federal Rural de Pernambuco. De cada indivíduo foram aferidos os comprimentos total (CT), pré-caudal (CP), furcal (CF) e interdorsal (ID) até os centímetros (cm) mais próximos, e pesados quanto ao seu peso total (PT) e peso eviscerado (PE) em gramas (g).

Após as aferições, os tubarões foram dissecados, retirando o aparelho reprodutor, fixado em solução de formol neutro tamponado a 10% por 24 horas, em seguida o material foi clivado e refixado por mais 24 horas. O aparelho reprodutor foi classificado macroscopicamente em cinco estágios: Imaturo, em desenvolvimento, capaz de reproduzir, ativo e regredindo de acordo com os critérios estabelecidos pela ICES (2013) (Tabela 1). Os testículos e epidídimos coletados foram analisados de acordo com a condição de desenvolvimento e seus comprimentos (cm), largura (cm) e peso (g) verificados.

Tabela 1- Classificação maturacional dos Machos para espécies vivíparas.

<b>Estágio</b>	<b>Clássper</b>	<b>Testículo</b>	<b>Epidídimo</b>
<b>Imaturo</b>	Flexíveis, não calcificados e geralmente mais curtos do que as nadadeiras pélvicas	Finos e delgados	Finos
<b>Em desenvolvimento</b>	Flexíveis, parcialmente calcificados e passando das nadadeiras pélvicas	Desenvolvidos, mas não ocupando toda a superfície do órgão epigonal	Desenvolvidos
<b>Capaz de se reproduzir</b>	Rígidos, totalmente calcificados e passando das nadadeiras pélvicas	Totalmente desenvolvidos e bem irrigados	Bem enovelados e cheio de esperma
<b>Ativo</b>	Rígidos e totalmente calcificados	Totalmente desenvolvidos	Com presença de esperma
<b>Regredindo</b>	Rígidos e totalmente calcificados e passando das nadadeiras pélvicas	Flácidos	Vazio e flácido. Vesícula seminal desenvolvida, mas vazia.

### *Análise histológica*

No Laboratório de Técnicas Histopatológicas do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, após 24 horas de fixação as amostras são clivadas e refixadas em formol neutro tamponado a 10% por mais 24 horas, sendo, em seguida, transferidos para álcool a 70%, para conservação. Posteriormente os testículos e epidídimos foram então desidratados em etanol, em concentrações crescentes de 80%, 90%, 95% e etanol absoluto, diafanizados em álcool butílico, impregnados e incluídos em paraplast.

Os blocos de paraplast foram então cortados em micrótomo tipo Minot (Leica), ajustado para 5 micrometros ( $\mu\text{m}$ ) de espessura, com os cortes sendo, em seguida, colocados em lâminas, que foram mantidas na estufa a 37 °C durante 24 horas para a secagem. Os cortes são então corados com hematoxilina/eosina-floxina. As imagens dos cortes histológicos foram obtidas usando um microscópio biológico Trinocular NIKON 50i, acoplado a um sistema de câmera digital usado para capturar imagens microscópicas.

## **Resultados**

### *Descrição macroscópica e caracterização do aparelho reprodutor masculino*

O aparelho reprodutor masculino para as duas espécies analisadas neste estudo, *Rhizoprionodon porosus* (N=32) e *R. lalandii* (N=15) foi constituídos por dois testículos (associados ao órgão epigonal), dois epidídimos, dois cláspers, dois ductos deferentes, vesícula seminal e glândula de Leydig. Sendo analisados histologicamente os testículos e epidídimos.

Para ambas as espécies os testículos se encontravam presos na parte dorsal cranial da cavidade corpórea, os epidídimos se localizam, posterior aos testículos e ventralmente a coluna vertebral, na parede dorsal da cavidade corporal.

O desenvolvimento testicular foi observado da porção cranial – caudal, na superfície do órgão epigonal, caracterizando o tipo de testículo como diamétrico.

Do total de indivíduos coletados de *Rhizoprionodon porosus* foi observado: 8 imaturos, 4 em desenvolvimento, 1 capaz de reproduzir e 19 machos ativos e não foi observado o estágio regredindo.

O estágio imaturo foi caracterizado por apresentar testículos finos e delgados (Fig. 2A), com grande presença do órgão epigonal, com larguras que variavam de 0,3 a 1,6 cm e os cláspers se apresentavam flexíveis. Os epididimos estavam delgados, variando entre 0,1 a 0,2cm, com ausência de fluido seminal.

Para os machos em desenvolvimento (Fig. 2B), os testículos se apresentaram desenvolvidos, apesar de não ocupar toda a superfície do órgão epigonal, com larguras que variavam de 0,6 a 1,2cm. O cláspers desses animais estava parcialmente calcificado. Os epidídimos estavam evidentes, com largura de 0,2cm, nesse estágio, foi possível a extração de fluidos seminais.

Os machos capazes de reproduzir (Fig. 2C) tinham cláspers calcificados, e estes já ultrapassavam a nadadeira pélvica. O testículo se apresentava bem desenvolvido e irrigado, com variações da sua largura de 0,8 a 1,5cm.

No estágio ativo (Fig. 2D), os cláspers já ultrapassavam a nadadeira pélvica e assim como observado nos machos no estágio capaz de reproduzir, estes se encontravam totalmente calcificados. Os testículos maduros ocupavam toda a superfície do órgão epigonal, e estavam intensamente vascularizados e mais largos que o estágio anterior com amplitude entre 1,5 a 2,0cm.

Para ambos os estágios, os epidídimos estavam bastante espiralados e largos, variando entre 0,5 a 0,7 cm. Além de abundância de fluido seminal.

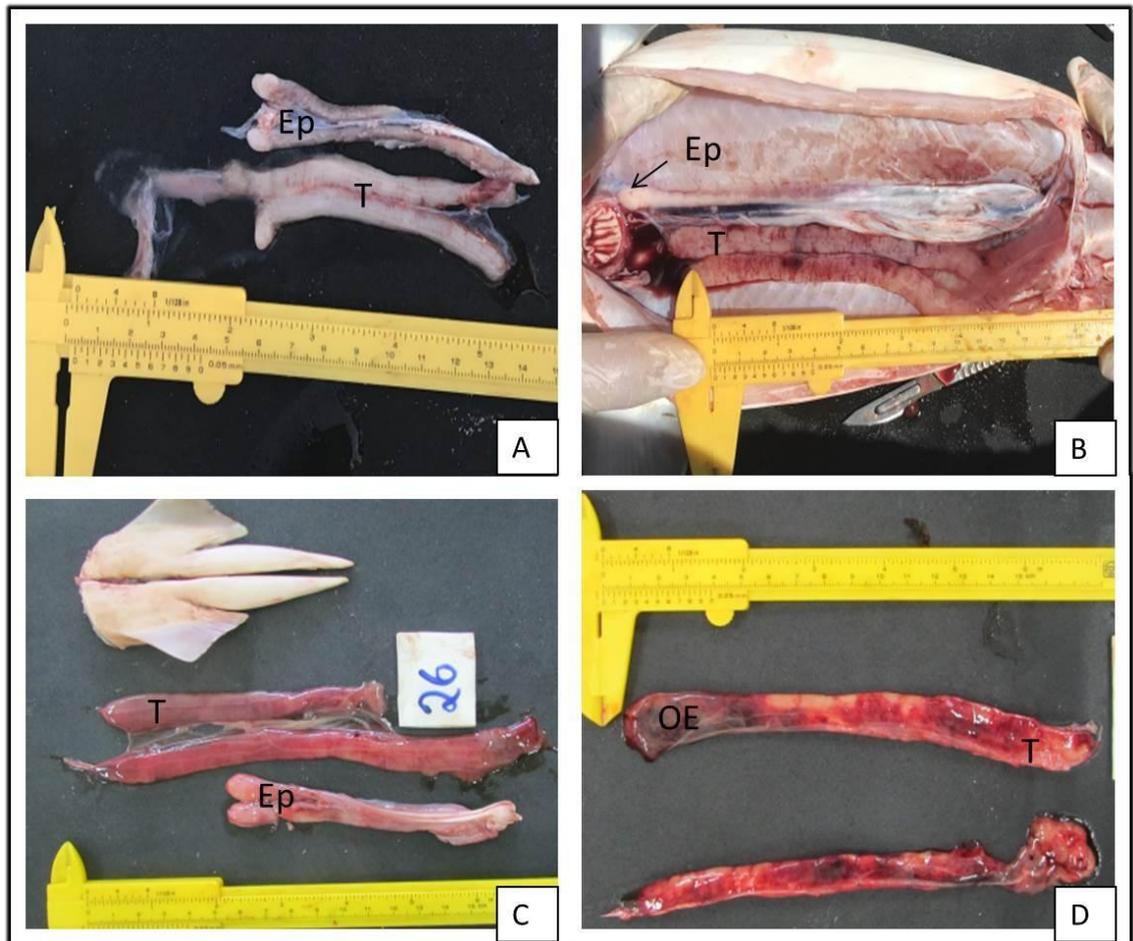


Figura 2- Foto dos testículos dos tubarões *Rhizoprionodon porosus*, A – Testículo (T) e epidídimo (Ep) imaturo. B- Testículo em desenvolvimento, evidenciando testículo (T) e epidídimo na cavidade celomática. C- Testículo capaz de reproduzir, testículo (T) e epidídimo (Ep) maduro. D- Testículo ativo, evidenciando testículo vascularizado e a pequena parte do órgão epigonal (OE) na região caudal.

Para espécie de *R. lalandii* dos quinze animais amostrados, oito se encontravam no estágio imaturo, um em desenvolvimento, quatro capaz de reproduzir e um indivíduo no estágio ativo. Assim como observado em *R. porosus*, não foram encontrado exemplares no estágio regredindo.

Nos indivíduos imaturos, os cláspers estavam finos e flexíveis, e não ultrapassavam a nadadeira pélvica. Os testículos apresentavam largura variando de 0,1 a 0,3cm. Os epidídimos estavam delgados, com amplitude de largura entre 0,1 a 0,2cm. No estágio em desenvolvimento, os cláspers estavam parcialmente calcificados, e os testículos se expandiram, mas ainda foi possível perceber a nítida presença de órgão

epigonal. A largura testicular variou entre 0,3 a 0,5 cm, Os epidídimos estavam evidentes e amplos variando entre 0,2 a 0,3 cm. Nos estágios capaz de reproduzir e ativo, os cláspers estavam completamente rígidos, testículos direitos e esquerdos com largura entre 0,5 a 0,7cm. Os epidídimos estavam bastante enovelados, e alargados variando entre 0,4 a 0,7 cm.

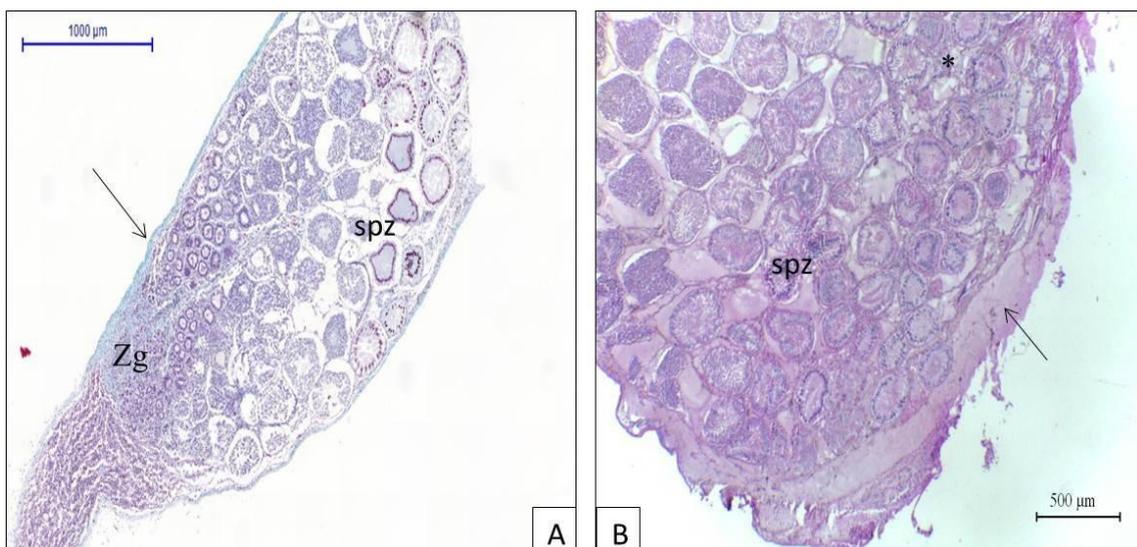
Para os exemplares de *R. lalandii*, não foi possível a verificação da presença ou ausência de fluido seminal, uma vez que, as amostra foram congeladas.

#### *Descrição microscópica e caracterização do aparelho reprodutor masculino*

Os tubarões *Rhizoprionodon porosus* e *Rhizoprionodon lalandii* possuem testículos diamétricos, com característica bem definida de desenvolvimento dos espermatocistos maturando ao longo do diâmetro do lobo testicular.

Os testículos apresentam como unidade funcional os cistos seminíferos, onde se encontram células da linhagem espermatogênica e células de Sertoli. A região intersticial observa-se a presença de tecido conjuntivo frouxo, e vasos sanguíneos. No revestimento do testículo, observa-se a túnica albugínea (Fig. 3A e B). No entanto, para espécie *R. lalandii* é possível visualizar, abaixo da túnica albugínea, uma camada de material amorfo (Fig 3B).

No padrão de desenvolvimento testicular apresentado por ambas às espécies observa-se uma porção definida de zona germinativa na região do envoltório testicular anterior, se contrapondo cistos com a presença de espermatozoides na área marginal posterior do testículo (Fig. 3A e B).



Fotomicrografia 3: A- Testículo do tipo diamétrico da espécie *R. porosus*, seta indicando a Túnica Albugínea; Zg-Zona germinativa; spz- Cistos com Espermatozóides. B- R. Testículo da espécie *R.lalandii*. Seta - indica material amorfo abaixo da túnica albugínea. spz- Cistos com Espermatozóides. Asterisco – indica zona intersticial.

Histologicamente nos testículos dos machos imaturos estavam presentes espermatocistos com espermatogônias e espermátocitos tipo 1 (Fig. 4 A e B). No estágio em desenvolvimento, foi observado o início da delimitação da zona germinativa, caracterizando o padrão de desenvolvimento testicular diâmetro. Neste estágio foi possível visualizar cistos com espermátocitos 1 e 2 e espermátides (Fig. 4 C e D). Em alguns cistos foi possível evidenciar espermátides em início de alongamento (espermogênese) e o início da formação dos “clamps espermáticos” (Fig. 4 E e F).

Nos machos capaz de reproduzir e ativo, microscopicamente, apresentavam a túnica albugínea mais espessa. Todas as células da linhagem espermática foram observadas (espermatogônia, espermátocitos 1 e 2, espermátides e espermatozóides).

Entre os estágios capaz de reproduzir e ativo, foi observado uma diferenciação histológica, onde no estágio ativo, há uma maior quantidade de espermatocistos com a presença de espermatozóides, nos quais a parte da cabeça estava em direção à periferia e as caudas voltadas para o lúmen (Fig. 4 G e H). Durante todo o período de coleta não foi observado o quinto estágio descrito pela ICES (2013) “regredindo”.

Os epidídimos, histologicamente, apresentam túbulos eferentes, ductos extremamente tortuosos (Fig. 5A), com epitélio pseudoestratificado com células basais e cilíndricas ciliadas. Para a espécie *R. porosus* foi observado que nos ductos epidemários nos estágios capaz de reproduzir e ativo, a morfologia da cabeça dos espermatozoides não diferiam entre as espécies. Em ambas as espécies a cabeça do espermatozoide possui formato liso (Fig. 5B) e *R. lalandii* (Fig. 5D). Devido à conservação muitas vezes apresentavam o epitélio despendido próximo à massa espermática (Fig. 5D).

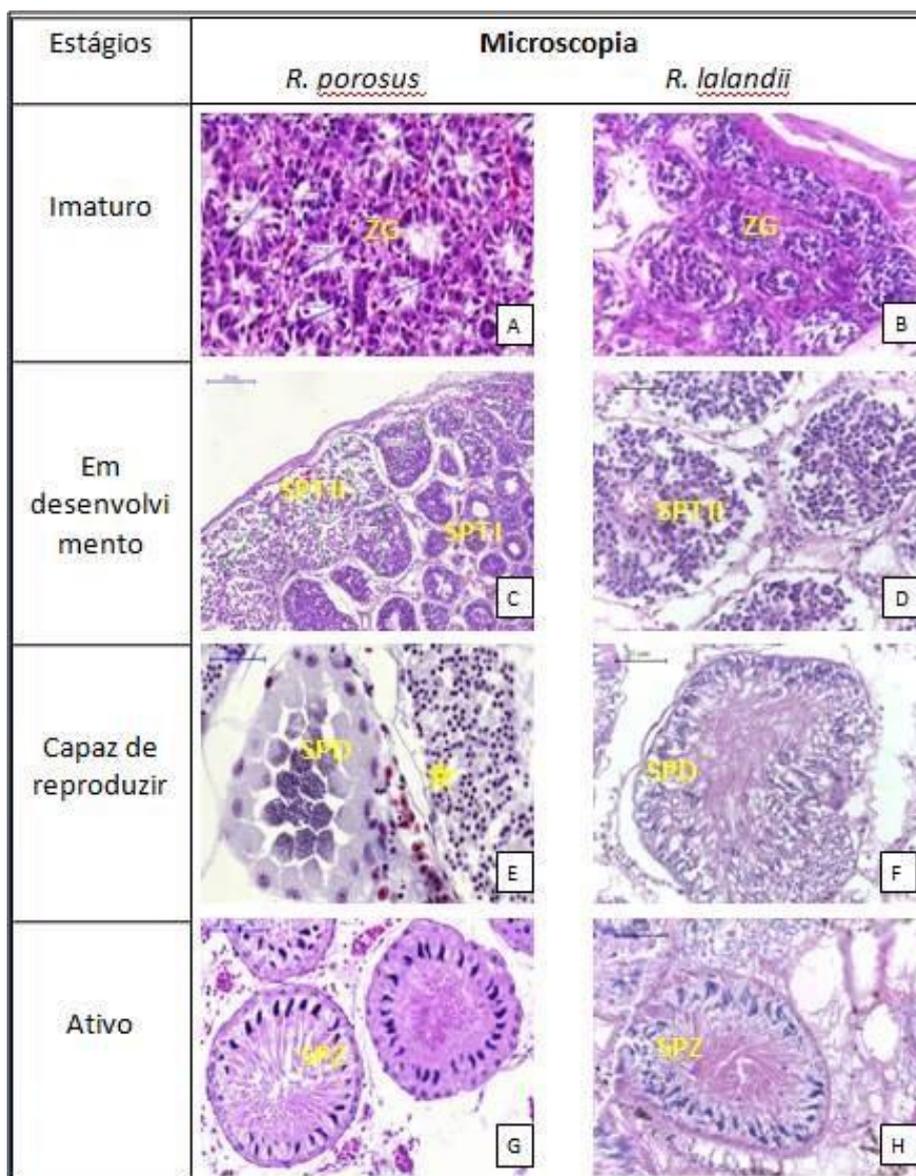


Figura 4- Fotomicrografia dos testículos dos tubarões *Rhizoprionodon porosus* e *R. lalandii*. A e B – Zona germinativa Zg (espermatogonias ). C e D – espermatócitos 1 (Spt I) e 2 (Spt II). E e F – Espermatides (Spd) e estrela (espermatides se alongando). G e H- Espermatozoides (Spz) cabeças dos espermatozoides na região periférica (seta) e caudas voltadas ao lúmen (estrela). Coloração: HE e Tricromico de Gomori.

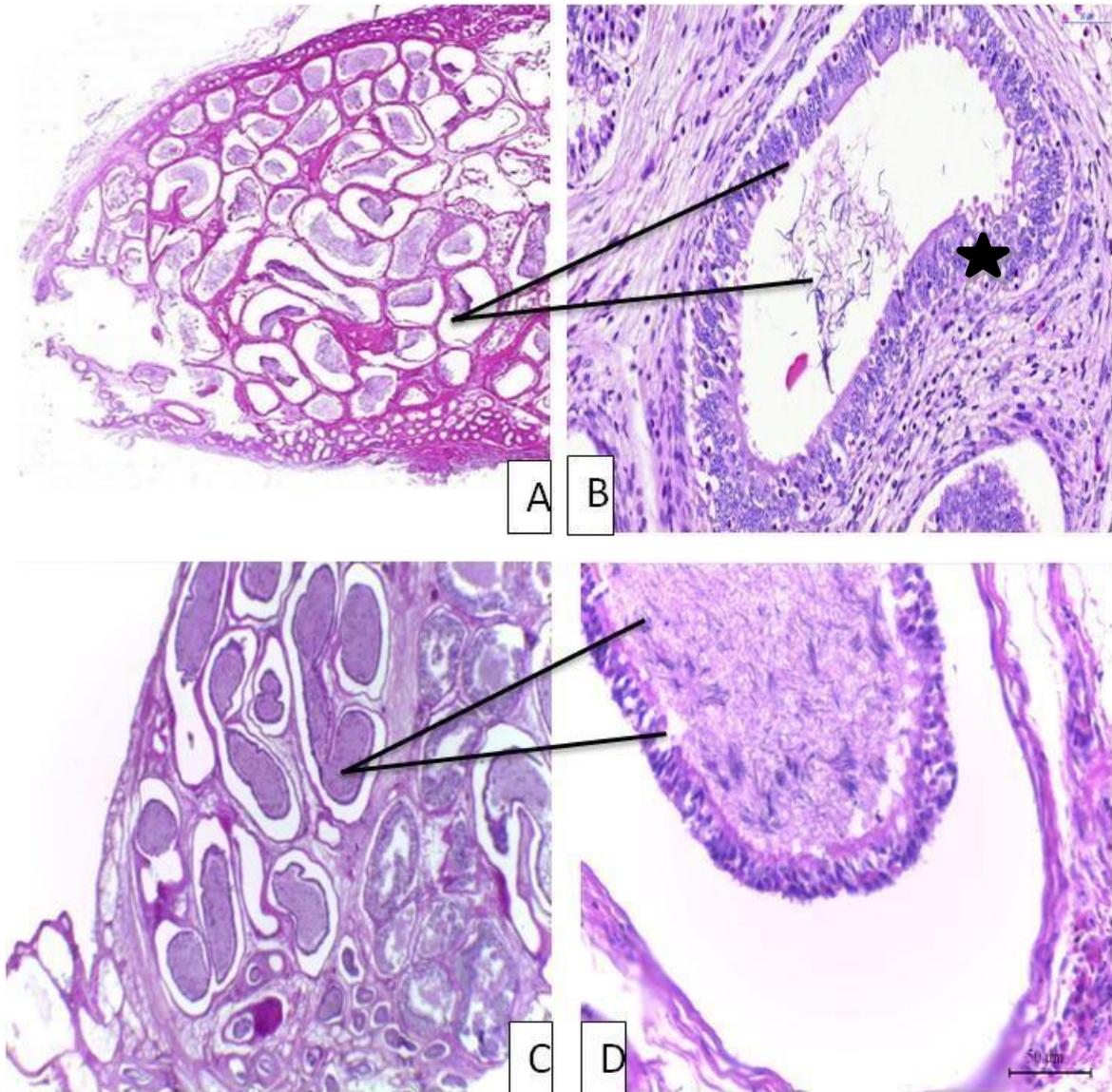


Fig 05. Fotomicrografia do Epididimo de tubarão *Rhizoprionodon porosus* e *lalandii* maduro. A- Foto geral do epididimo do tubarão *R. porosus*, seta indicando os ductos epidemários. B- zoom do espermatozoide dentro da luz do túbulo epidemário, evidenciando a cabeça alongada do espermatozoide; estrela indicando epitélio pseudoestratificado com estereocílios. C- Foto geral do epididimo do *R lalandii*. D- zoom dos espermatozoides dentro da luz do túbulo epidemário, evidenciando a cabeça longa dos espermatozoides, seta indicando epitélio solto do ducto.

## Discussão

A acomodação anatômica dos órgãos reprodutivos das espécies do gênero *Rhizoprionodon*, vai de concordância com os demais tubarões, de acordo com Dodd, (1983); Carrier; Pratt Jr.; Castro, (2004).

A disposição do desenvolvimento macroscópico do testículo nos tubarões associado ao órgão epigonal, auxilia na identificação do tipo de testículo apresentado pelas espécies. Dois padrões estão descritos, o primeiro na posição cranial-caudal que é menos comum e foi descrito por Rêgo et al (2014) para *G. cirratum*, e o padrão mais observado entre os Charcharhiformes o padrão de desenvolvimento caudal-cranial (MATTHEWS, 1950, PRATT, 1988), o mesmo foi observado para o gênero *Rhizoprionodon*. Esse tipo de desenvolvimento é característico de testículos diamétricos. A espécie *R. lalandii* já avia sido mencionado esse padrão testicular por Rêgo e et al (2016). Seguindo o mesmo padrão e *R. porosus*, entre outras famílias de tubarões também foram classificadas com testículos diamétricos como, Triakidae (ROGERS, 2013), Somniosidae, Centrophoridae (GIRARD et al., 2000) e Hemiscyliidae (KASSAB et al., 2009).

Nos tubarões, na medida em que os indivíduos amadurecem, ocorre a maturação dos órgãos reprodutivos, com isso, começa o processo de vascularização, e os testículos ficam mais espessos e largos. Esse fato acontece devido a maturação das células da linhagem da espermatogênese (TESHIMA, 1981; GRIER, 1992; PARSONS, GRIER, 1992; RÊGO et al, 2016). O estudo feito por Parsons e Grier (1992), estima quatro mudanças anuais que vão de acordo com o ciclo reprodutivo, para o presente trabalho foi visto que a espécie por não apresentar estágio definido de regressão, possui o processo espermático contínuo, apresentando aumento testicular em conjunto com os dois ciclos reprodutivos descritos por Motta, et al (2007) e Mattos, et al (2001).

Outra característica utilizada para identificação de maturação dos tubarões é a rigidez do cláster, na medida em que indivíduo cresce o grau de calcificação (rigidez) dessa estrutura aumenta. Quando o cláster apresenta sustentação cartilaginosa bem desenvolvida e calcificação avançada, tornando-o mais rígido, o indivíduo é considerado adulto, e, portanto, apto à reprodução (CLARK; VON SCHIMIDT, 1965). Porém em 1979, Pratt, observou que rigidez do cláster não era critério suficiente para determinar que o animal se encontravam maduro, pois na sua pesquisa com *Prionace glauca*, ele evidenciou que essa determinação teria que está associada ao envelhecimento do vas

deferens. De acordo com os resultados amostrados, a identificação da rigidez do clasper compatível a maturidade avançada do testículo.

Os testículos *R. porosus* e *R. lalandii* possuem a mesma característica descrita por Rêgo et al (2016) para *R. lalandii* capturados no litoral de Fortaleza e para *R. Terranova* (LOEFER; SEDBERRY 2003) que observou uma forma alongada e achatada em estágios imaturos e mais cilíndricos e arredondado para estágios mais desenvolvidos.

Conforme descrito por Grier (1992), na zona germinativa dos testículos de ambas as espécies, observa-se a área de recrutamento dos cistos espermáticos, pela associação da espermatogônia e célula de Sertoli (Fig 4 A e B). Através do processo de mitose, a zona germinativa mantém, um suprimento de espermatogônia como células troncos, o que permite a continuidade da formação de cistos ao longo da vida reprodutiva do animal. Loir et al. (1995), também observou que as Espermatogonias e células de Sertoli permanecem inicialmente livres dentro do tecido intersticial do testículo e se torna embutidas por uma membrana basal para formar o espermatocisto (PARSONS E GRIER, 1992).

Corroborando com trabalho de Rêgo et al (2016) que observou que em todos os estágios maturacionais para *R. lalandii* exibiram espermatocistos com espermatogônias, espermatócitos e espermatídes, exceto o estágio imaturo. Rojas (2003), em um estudo com tubarão *Mustelus schmitti*, também observou que em testículos imaturos as espermatídes e espermatozoides estavam ausentes. No entanto, em *Centrophorus squamosus* (GIRARD et al., 2000), *Mustelus Manazo* e *Mustelus griseus* (TESHIMA, 1981), observou espermatocistos com espermatídes e espermatozoides foram observados em indivíduos imaturos.

O presente estudo observou para a espécie *R. porosus* e *R. lalandii* possuem espermatozoides com as cabeças em forma de linha reta, como observado para as espécies *Scyllium canicula* e *S. catulua*, Metten (1939) e Moore (1895) que descreveram que as cabeças dos espermatozóides são em forma de linha reta e não em forma de espiral, aspecto observado em *Mustelus manazo*, *M. griseus*, como também em *Cetorhinus maximus*, *Cacharhinus dussumieri*, *Galeorhinus japonicus*, *Rhinobatus schlegeli*, *Scylliorhinus canícula*, *Mustalus canícula* e *Prionacea glauca* (METTEN, 1939; TESHIMA 1981; RÊGO et al, 2016). Segundo Wourms (1977), para os condrichthyes, a configuração espiralada dos espermatozoides, possivelmente lhes possibilita vantagens de movimentação no meio em que vivem, como movimentos para

frente e para trás. Indivíduos em estagio regredindo não foram observados, talvez por causa do fato de que fêmeas prontas para a cópula podem ser encontradas a qualquer período do ano (MATTOS et al, 2001).

Assim sendo necessária uma busca mais detalhada com relação à ausência deste estágio com o acúmulo ou não de espermatozoide nas glândulas oviduciais. Outro ponto bem expressivo nessa pesquisa é que para o gênero *Rhizoprionodon* é quase que imperceptível à diferença entre os estágios capaz de reproduzir e ativo, levando-nos a entender que logo após seu desenvolvimento maturacional o animal já está pronto para se reproduzir. Isso pode ser bem compreendido quando comparamos trabalhos de biologia reprodutiva do gênero que afirmam que as fêmeas estão prontas para reproduzir a qualquer período do ano (MOTTA et al, 2007 e MATTOS et al, 2001).

Nos testículos do *R. lalandii* foi observado uma camada amorfa na região da túnica albugínea, que caracteriza uma lesão inflamatória por infiltrado celular e edema nesta região. Esse tipo de observação ainda não foi descrito por nenhum autor até os dias atuais.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem aos laboratórios de histologia do DMFA e laboratório de etologia de peixes do DEPAQ/UFRPE por todo apoio dedicado a realização dessa pesquisa, como também ao CNPQ pela essencial ajuda financeira que propiciou a realização desse manuscrito.

### **Referências**

BRANCATO, C.L. Morfologia funcional do aparelho reprodutor masculino do tubarão-azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758). Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 82 p. Rio Grande, RS, 1999.

CARRIER, J. C.; PRATT JR, H. L.; CASTRO, J. I. Elasmobranch Reproduction. In Carrier, J. C.; Musick, J. A.; Heithaus, M. R. (eds). *Biology of Sharks and Their Relatives*. CRC Press, LLC. Boca Raton. pp.269-286, 2004.

CLARK E, VON SCHMIDT K (1965) Sharks of the Central Gulf coast of Florida. *Bulletin of Marine Science*. 15: 13-83.

COMPAGNO, L. J. V. 1984. *FAO Species Catalogue*. 4. Sharks of the world: an

annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. FAO Fish Synopsis, 125: 251-655.

COMPAGNO, L. J. V., DANDO, M. Y FOWLER, S. L. (2005). Sharks of the world. Princeton University Press. Nueva York. 480 pp.

DODD, J. M. Reproduction in cartilaginous fishes (Chondrichthyes), in Fish Physiology, Hoar, W. S.; Randall, D. J.; Donaldson, E. M (eds.). Academic Press, New York. v. 9A, 1983.

FIGUEIREDO J. L. (1977) Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.

GADIG O. B. F. Tubarões da costa brasileira. 2001. 343p. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociencias de Rio Claro. São Paulo.

GIRARD M, RIVALAN P, SINQUIN G (2000) Testes and esperm morphology in two deep-water squaloid sharks, *Centroscyllium ceololepis* and *Centrophorus squamosus*. J Fish Biol 5: 1575-1589.

GRIER HJ (1992) Chordate testis: the extracellular matrix hypothesis. J Exp Zool 261:151-160

HAMLETT, W. C. Reproductive biology and phylogeny of Chondrichthyes: sharks, batoids and chimaeras. v. 3. p. 171- 200, 2005.

HARA, M. & TANAKA, S. An overview of Chondrichthyan seminiferous follicles using electron microscopy, p. 131-142, in Pratt, Jr., H.L.; Gruber, S.H. & Taniuchi, T. (eds.), Elasmobranchs as living resources: Advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries. NOAA Technical Report NMFS 90, 518 p. 1990.

ICES. Report of the Workshop on Sexual Maturity Staging of Elasmobranchs (WKMSSEL), 11-14 December 2012, Lisbon, Portugal. ICES cm 2012/acom. v. 59. p. 66, 2013.

KASSAB, M;YANI, T; ITO, K; SAKAI,H; MESEGI, T; YANAGISAWA, M. Morphology and Lectin Histochemistry of the testes of brow-banded bamboo shark (*Chiloscyllium punctatum*) 2009. Journal Veterinary Anatomy. Vol.2:No1 49-66. 2009

LOEFER, J. K. & SEDBERRY, G. R. (2003) Life history of the Atlantic sharpnose 332 shark (*Rhizoprionodon terraenovae*) (Richardson, 18836) of the southeastern United 333 States. Fishery Bulletin 101, 75-88.

- LOIR, M., SOURDAINE, P., MENDIS-HANDAGMA, S. M., & JEGOU, B. (1995) Cell-cell interaction in the testes of teleosts and elasmobranchs. *Microscopy Research and Technique* 6, 533-552.
- MARUSKA, K. P.; COWIE, E. G.; TRICAS, T. C. Periodic gonadal activity and protracted mating in elasmobranch fishes. *J. Exp. Zool.* v. 276, p.219-232, 1996.
- MATTHEWS L.H. 1950. Reproduction in the basking shark, *Cetorhinus-maximus*, (Gunner). *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 234:247–316.
- MELLINGER J. (1965) States de la spermatogenesechez *Scyliorhinus caniculus*: description, donnees histochimiques, variations normales et experimentales. *Zeitschrift Fur Zellforschung*, 67: 653-673.
- METTEN H. (1939). Studies on the reproduction of the dogfish. *Philosophical Transactions Royal Society Series B*, 230: 217-238.
- MOORE, J.E.S. ON the structural change in the reproductive cells during the spermatogenesis of elasmobranchs. *Quart. J. Micr. Sci.* v. 38, p. 275-313. 1985
- MOTTA, FABIO S.;NAMORA, RAFAEL C.; GADIG, OTTO B.F.; BRAGA, F.M.S. 2007. Reproductive biology of the Brazilian Sharpnose shark (*Rhizoprionodon lalandii*) from shoutheastern Brazil. *ICES- Journal of Marine Science*, 64:1829-1835.
- MATTOS, S. M.G.; Broadhurst, M.K.; HAZIN, F.H.V.; JONNES, D.M. Reproductive biology of the Caribbean sharpnose shark, *Rhizoprionodon porosus*, from northern Brazil. *Mar. Freshwater Res.*2001, 52,745–52. 2001
- PARSONS GR, GRIER HJ (1992) Seasonal changes in shark testicular structure and spermatogenis. *Journal of Experimental Zoology*, 261:173-184.
- PRATT, H. L. (1979) Reproduction in the Blue shark, *Prionace glauca*. *Fishery Bulletin* 77, 445-470
- PRATT JR, H. L. Elasmobranch gonad structure a description and survey. *Copeia*. p. 719– 729, 1988.
- RÊGO, M.G, FITZPATRICK J; HAZIN F.H.V; ARAUJO, M.L.G, SILVEIRA L.M, OLIVEIRA, P.G.V; EVÊNCIO-NETO J. 2014. Characterization of testicular morphology and 350 spermatogenesis in the nurse sharks *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788). *Zoomorphology*, DOI 10.1007/s00435-014-0240-9.
- RÊGO MG, FITZPATRICK J, HAZIN FHV, ARAUJO, M.L.G, MARIA EDNA GOMES BARROS, EVÊNCIO-NETO J. 2016. Comparison of the Morphology and Histomorphometry of Spermatogenic Cyst of Three Sharks Species With Diametric

Testes. The anatomical Record.

ROJAS FO (2013) Testicular histology of *Mustelus schmitti* springer, 1939 (elasmobranchii, triakidae). *BioScriba* vol. 6(1) 16-32. Septiembre 2013.

STANLEY, H. P. The structure and development of the seminiferous follicle in *Scyliorhinus caniculus* and *Torpedo marmorata* (Elasmobranchii). *Z. Zellforsch.* v. 75, p. 453–468, 1966.

TESHIMA, K. Studies on the reproduction of Japanese dogfishes, *Mustelus manazo* and *M. griseus*. *J. Shimonoseki Univ. Fish.* v. 29, p.113-199, 1981.

WOURMS, J.P. Reproduction and development in chondrichthyan fishes. *Amer. Zool.*, n. 17, p. 379-410. 1977.

### 3 Considerações finais

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os aspectos morfológicos do aparelho reprodutor de duas espécies de tubarões de pequeno porte, que são severamente exploradas na costa brasileira, com o intuito de entender melhor as estratégias reprodutivas desses animais, para que com isso seja possível uma melhor gestão desse recurso pesqueiro. Para ambas as espécies os testículos se encontravam presos na parte dorsal dianteira da cavidade corpórea, os epidídimos se localizam, posterior aos testículos e ventralmente a coluna vertebral, na parede superior da cavidade corporal.

O desenvolvimento testicular foi observado da porção cranial – caudal, na superfície do órgão epigonal, caracterizando o tipo de testículo como diamétrico.

O entendimento morfológico para essas espécies costeiras é de fundamental importância, uma vez que, esses animais, por terem baixa fecundidade e maturação sexual tardia, são mais susceptíveis a sobreexploração.

Com o entendimento da morfologia testicular dos tubarões do gênero *Rhizoprionodon* que habitam a costa brasileira, podemos observar que a diferença entre os estágios capaz de reproduzir e ativo é mínima, corroborando com os trabalhos de biologia reprodutiva das espécies que afirmam que as fêmeas após a maturação estão prontas a reproduzir qualquer época do ano.

#### 4 Referências

- BONFIL, R. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO, Rome, Italy, 119pp. 1994.
- CARRIER, J. C.; PRATT JR, H. L.; CASTRO, J. I. Elasmobranch Reproduction. In Carrier, J. C.; Musick, J. A.; Heithaus, M. R. (eds ). *Biology of Sharks and Their Relatives*. **CRC Press, LLC**. Boca Raton. pp.269-286, 2004.
- CASTRO, J. *The Sharks of North American Waters*. **Texas A&M University Press**, College Station. 1983.
- COMPAGNO, L. J. V. 1984. FAO Species Catalogue. 4. Sharks of the world: an annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. FAO Fish Synopsis, 125: 251-655.
- COMPAGNO, L. J. V. 2001. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. N.1, vol 2. Sharks of the world: an annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Vol. 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks( Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes) FAO Fish Synopsis, 125: 251-269.
- DODD, J. M. Reproduction in cartilaginous fishes (Chondrichthyes), in *Fish Physiology*, Hoar, W. S.; Randall, D. J.; Donaldson, E. M (eds.). **Academic Press**, New York. v. 9A, 1983.
- FIGUEIREDO J. L. (1977) *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- GADIG O. B. F. Tubarões da costa brasileira. 2001. 343p. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociencias de Rio Claro. São Paulo.
- HAMLETT, W.C., J.I WOURMS & J.S. HUDSON. 1985a. Ultrastructure of the full term shark yolk sac placenta. I. Morphology and cellular transport at the fetal attachment site. *J. Ultrastruct. Res.* 91: 192-206.

HAMLETT, W. C. **Reproductive biology and phylogeny of Chondrichthyes: sharks, batoids and chimaeras.** v. 3. p. 171- 200, 2007.

HOLDEN, M. J., Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. *Sea Fisheries Research*, F.R.H. Jones (Ed.), p. 117 - 137, 1974.

ICES. Report of the Workshop on Sexual Maturity Staging of Elasmobranchs (**WKMSSEL**), 11-14 December 2012, Lisbon, Portugal. ICES cm 2012/acom. v. 59. p. 66, 2013.

KLIMLEY, P. A. & AINLEY, D. G. (eds.) *Biology of White Shark.* **Academic Press**, San Diego: 347-350, 1997.

MARUSKA, K. P.; COWIE, E. G.; TRICAS, T. C. Periodic gonadal activity and protracted mating in elasmobranch fishes. **J. Exp. Zool.** v. 276, p.219-232, 1996.

PRATT JR, H. L. Elasmobranch gonad structure a description and survey. **Copeia.** p. 719– 729, 1988.

RÊGO, M.G, HAZIN, F.H.V, OLIVEIRA, P.G.V, EVÊNCIO-NETO J. SOARES, M.G., TORRES , K.R; LANA , F.; ROQUE , P. C.G., SANTOS, N. L., COELHO, R. 2013. Morphological analysis and description of the ovaries of female silky sharks, *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839). **Neotrop. ichthyol.**

RÊGO, M.G, FITZPATRICK J; HAZIN F.H.V; ARAUJO, M.L.G, SILVEIRA L.M, OLIVEIRA, P.G.V; EVÊNCIO-NETO J. 2014. Characterization of testicular morphology and 350 spermatogenesis in the nurse sharks *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788). **Zoomorphology**, DOI 10.1007/s00435-014-0240-9.

RÊGO MG, FITZPATRICK J, HAZIN FHV, ARAUJO, M.L.G, MARIA EDNA GOMES BARROS, EVÊNCIO-NETO J. 2016. Comparison of the Morphology and

Histomorphometry of Spermatogenic Cyst of Three Sharks Species With Diametric Testes. **The anatomical Record.**

STANLEY, H. P. The structure and development of the seminiferous follicle in *Scyliorhinus caniculus* and *Torpedo marmorata* (Elasmobranchii). **Z. Zellforsch.** v. 75, p. 453–468, 1966.

TESHIMA, K. Studies on the reproduction of Japanese dogfishes, *Mustelus manazo* and *M. griseus*. **J. Shimonoseki Univ. Fish.** v. 29, p.113-199, 1981.

WEIGMANN, S. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology.* V. 88, pp.837–1037. 2016.

VOOREN, C.M. & KLIPPEL, S. Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Porto Alegre, Igare. 2005, p.262.