



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

**NAYARA DE CASTRO CHAVES**

**VARIAÇÃO ONTOGENÉTICA NO FORMATO DO ROSTRO DE PEIXES-SERRA  
DO GÊNERO *PRISTIS* (CHONDRICHTHYES)**

**FORTALEZA**

**2017**

NAYARA DE CASTRO CHAVES

**VARIAÇÃO ONTOGENÉTICA NO FORMATO DO ROSTRO DE PEIXES-SERRA  
DO GÊNERO *PRISTIS* (CHONDRICHTHYES)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Prospecção de recursos marinhos.

Orientador: Vicente Vieira Faria

Co-orientador: José Louvise Gomes Júnior

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C352v Castro Chaves, Nayara de.  
VARIÇÃO ONTOGENÉTICA NO FORMATO DO ROSTRO DE PEIXES-SERRA DO GÊNERO PRISTIS (CHONDRICHTHYES) / Nayara de Castro Chaves. – 2017.  
49 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2017.  
Orientação: Prof. Dr. Vicente Vieira Faria.  
Coorientação: Prof. Dr. José Louvise Gomes Júnior.
1. Raias. 2. crescimento. 3. espécies ameaçadas. I. Título.

CDD 551.46

---

NAYARA DE CASTRO CHAVES

VARIAÇÃO ONTOGENÉTICA NO FORMATO DO ROSTRO DE PEIXES-SERRA DO  
GÊNERO *PRISTIS* (CHONDRICHTHYES)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Prospecção de recursos marinhos.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Vicente Vieira Faria (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Paulo Cascon

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Carla Ferreira Rezende

Universidade Federal do Ceará (UFC)

*Aos meus maiores inspiradores, Nasareno e Fátima.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Vicente Vieira Faria, por toda ajuda, dedicação e companheirismo durante o mestrado.

Ao meu co-orientador, José Louvise Gomes, por sua ajuda e paciência. Foi o principal responsável por minha aprendizagem na Morfometria Geométrica. Sua ajuda foi de fundamental importância para o desenvolvimento da pesquisa.

A todas as pessoas que fazem o Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), da UFC, pela receptividade.

Aos docentes com quem tive oportunidade de fazer disciplinas, pelo conhecimento compartilhado.

Aos colegas do Laboratório de Genética, Evolução e Conservação de Vertebrados Marinhos - Evolve: Inah Sátiro, Wasley Maciel, Luara Falcão, Julia Rabelo e Paola Ramos.

Aos professores membros da banca, por aceitarem o convite e pelas contribuições: membros titulares, Paulo Cascon e Carla Ferreira Rezende, e suplente Cristiane Xerez Barroso.

Aos meus familiares e amigos por todo apoio.

Aos pesquisadores que permitiram acesso às fotografias dos rostros: Dr. Vicente Vieira Faria, Dr. Matthew T. McDavitt e Dra. Patricia Charvet.

O presente estudo foi realizado com auxílio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através de bolsa de Mestrado.

“A compaixão para com os animais é das mais nobres virtudes da natureza humana.” (Charles Darwin).

## RESUMO

As raias do gênero *Pristis* são conhecidas como peixe-serra por possuírem um rostro alongado com dentes rostrais em suas margens. Estas raias estão entre os peixes cartilagosos mais ameaçados de extinção no mundo. O objetivo do presente estudo foi descrever mudanças no formato do rostro ao longo do crescimento (juvenis a adultos) com o intuito de se investigar a variação em caracteres que são úteis na identificação de peixes-serra. Para isto, foi aplicada a técnica de morfometria geométrica a 200 imagens de rostros isolados de três das quatro espécies do gênero. Mais especificamente, dois caracteres foram investigados. Quanto ao desenvolvimento do espaço interlateral de dentes rostrais nas regiões anterior e posterior do rostro, o formato observado em juvenis de *P. pristis* se mantém ao longo do crescimento. Por outro lado, o padrão observado nos juvenis de *P. pectinata* e *P. zijsron* para esse caráter muda com o crescimento. Quanto a mudança com o crescimento no formato do caráter largura do rostro nas regiões anterior e posterior do rostro, o formato observado para juvenis de *P. pristis* é mantido ao longo do crescimento. Porém, *P. pectinata* e *P. zijsron* variam no formato desse caráter ao longo de seu crescimento. O presente estudo pode ter aplicação nos esforços de conservação dos peixes-serra.

**Palavras-chave:** Raias; crescimento; espécies ameaçadas.



## ABSTRACT

The batoids in the genus *Pristis* are known as sawfish due to their expanded rostrum with rostral teeth along its lateral margins. These batoids are among the most endangered cartilaginous fish in the world. The goal of the present research was to describe sawfish rostrum shape changes through growth (juvenile to adult) in order to investigate variation in characters that are useful for sawfish identification. This was done by applying geometric morphometrics to 200 images of isolated rostra from three out of four species in this genus. More specifically, two characters were investigated. Regarding the interlateral space between rostral teeth on the anterior e posterior regions of the rostrum, the shape observed on juveniles of *P. pristis* does not change with growth. Conversely, the shape observed for this character in juveniles of *P. pectinata* and *P. zijsron* does change with growth. About the character rostrum width on the anterior e posterior regions of the rostrum, the same shape observed for juveniles of *P. pristis* is found in adults. However, *P. pectinata* and *P. zijsron* do show shape changes with growth. The findings of the present study may have applications to sawfish conservation.

**Key-words:** Batoids; growth; endangered species.

## LISTA DE SIGLAS

AMNH	American Museum of Natural History, New York
ANSP	Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia
BMNH	The Natural History Museum, London
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus
MCZ	Museum of Comparative Anatomy, Harvard University, Cambridge
MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris
MNRJ	Museu Nacional do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro
MR	Collection of Matthew McDavitt, Charlottesville
MRCA	Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren
PCA	Coleção particular da Patricia Charvet, Curitiba
RMNH	Nationaal Natuurhistorisch Museum - Naturalis, Leiden
USNM	National Museum of Natural History, Washington, D. C.
YPM	Yale Peabody Museum, Yale University, New Haven
ZMB	Zoologisches Museum der Humboldt Universität, Berlin

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Sujeito do estudo .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Espécimes .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Marcos anatômicos .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Análise de dados .....</b>	<b>24</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Crescimento do rosto .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Análise discriminante .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3 Tamanho do centróide .....</b>	<b>32</b>
<b>4.4 Alometria do rosto .....</b>	<b>32</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As raias do gênero *Pristis* são também conhecidas como peixe-serra por possuírem um rostro bastante alongado com dentes em suas margens, que serve para a captura de presas e defesa (SIMPENDORFER; SMITH; CARLSON, 2014). Os peixes-serra tem distribuição circumglobal em águas tropicais costeiras, estando restritas às áreas próximas à costa e de plataformas continentais (HARRISON & DULVY, 2014). Além disso, os peixes-serra muitas vezes entram em rios e lagos, pois toleram uma grande variedade de salinidade (SIMPENDORFER; SMITH; CARLSON, 2014).

Esses peixes fazem parte da cultura de muitos povos costeiros de áreas tropicais (McDAVITT, 2005). Apesar de sua importância ecológica e, estão criticamente ameaçados por toda sua faixa de ocorrência. Por escassez de pesquisas não se sabe ao certo quantas populações de cada espécie ainda existem. Um dos principais fatores responsáveis por sua extinção regional é a pesca (DULVY et al., 2014). São múltiplos os seus usos, incluindo coleção, uso medicinal, religioso (HARRISON e DULVY, 2014).

O estudo da morfologia de rostro torna-se necessário para um melhor monitoramento de seu comércio, além de ajudar no estudo das variações populacionais. Dentre as diferentes técnicas que podem ser usadas na busca por esse conhecimento, podem ser citadas análises morfológicas. Por exemplo, análises morfológicas já foram utilizadas para identificação de indivíduos completos (FARIA et al., 2013), bem como de rostros isolados (WHITTY et al., 2013). Ambos estudos citados utilizaram distâncias lineares. Mas uma outra técnica que pode ser útil na identificação de espécimes é a morfometria geométrica, uma técnica que não se baseia em distâncias lineares e sim em coordenadas.

A morfometria geométrica nos permite visualizar diferenças entre formas complexas, utilizando marcos anatômicos ou contornos (ROHLF & MARCUS, 1993). As ferramentas de análise de morfometria geométrica tem uma grande vantagem para o estudo de formas. Não apenas elas apresentam uma descrição precisa e exata, como também permitem análises estatísticas rigorosas (ZELDITCH et al., 2012). Essa metodologia já tem sido utilizada em diferentes grupos animais, como insetos, peixes e anfíbios, além de incluir também trabalhos com elasmobrânquios (FRANCOY & FONSECA, 2010; VIANA et al., 2006; ARAÚJO et al., 2014; ADAMS & ROHLF, 2000; CAVALCANTI, 2004; et al., 2008; BONNAN et al.,

2010; KLAESON, 2011; EKSTROM & KAJIURA 2014). Entretanto, ainda não existem trabalhos de morfometria geométrica para análise do formato de rostros de *Pristis*. Dentro desse contexto, a presente pesquisa tem como objetivo geral descrever mudanças no formato do rosto através do crescimento (juvenis a adultos) com o intuito de se investigar a variação em caracteres que são úteis na identificação de peixes-serra, do gênero *Pristis*.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### MORFOMETRIA GEOMÉTRICA

Durante a década de 1980 ocorreu uma revolução metodológica no campo da morfometria. Essas mudanças ocorreram por existir a necessidade de um embasamento teórico e filosófico, surgindo uma área de pesquisa entre a Biologia, a Estatística e a Geometria (MONTEIRO & REIS, 1999). A morfometria é definida como o estudo da forma e do tamanho e de como estas variáveis se relacionam entre si. É uma ferramenta para entender a relação destas com diversas outras variáveis, como por exemplo, a idade, o sexo, ou as relações históricas entre os organismos estudados (MORAIS, 2003). A morfometria geométrica, diferentemente da morfometria linear, permite não apenas estudar a forma e o tamanho, como também a visualização de forma gráfica e clara destas diferenças.

A geometria de um organismo não é passível de descrição direta, no entanto pode ser gerado um espaço simplificado onde comparações relativas entre formas possam ser realizadas. Assim, a morfometria geométrica engloba um conjunto de novas técnicas no estudo da forma de estruturas biológicas onde são utilizados os marcos anatômicos (*landmarks*) ou contornos (ROHLF & MARCUS, 1993). Uma das principais etapas para realizar análises por meio dos pontos é eliminar o efeito de diferenças do tamanho, sendo necessário padronizar um tamanho geral, utilizando o tamanho do centróide. O centróide é definido como à raiz quadrada da soma dos quadrados da distância de cada marco, ou seja, é o ponto médio (MONTEIRO & REIS, 1999).

Outra técnica importante no estudo da forma por meio da morfometria geométrica é a deformação de grade. A análise de deformação (*thin plate splines*) permite análises da variação em uma ou mais amostras por meio da deformação da grade, a partir de representações gráficas (BOOKSTEIN, 1997). Essa metodologia já foi utilizada em pesquisas com elasmobrânquios, tanto em raias como tubarões, com o objetivo de estudar a morfologia (cabeça, dentes, nadadeiras e o corpo).

A morfometria geométrica foi utilizada em alguns trabalhos visando analisar aspectos dentários em tubarões vivos e em fósseis. Foi realizada uma pesquisa com *Etmopterus baxteri* (tubarão lanterna gigante) com o objetivo de analisar as diferenças dentárias entre

jovens e adultos e entre os sexos, para fins taxonômicos. Os resultados indicaram que a morfologia de dentes de tubarões squaliformes tem alto potencial para fins filogenéticos (STRAUBE et al., 2008). Outro trabalho com dentes de tubarão também foi realizado com o objetivo de avaliar se as técnicas analíticas quantitativas (morfometria geométrica) fornecem uma base mais objetiva para as classificações taxonômicas do que as técnicas qualitativas, utilizando tubarões vivos e fósseis do gênero *Isurus*. Os resultados mostram que as técnicas morfométricas geométricas podem diferenciar entre as duas espécies existentes, bem como as duas espécies extintas, tendo potencial de ser bem aplicada a outras espécies de tubarão fóssil (WHITENACK & GOTTFRIED, 2010).

Estudos foram realizados tanto com tubarões como com raias visando estudar a forma das nadadeiras. Pesquisa com morfometria geométrica e linear em *Squalus acanthias* foi realizada com o objetivo principal de verificar alterações ontogenéticas e de sexo, relacionadas na forma da nadadeira caudal, testando a hipótese de que existe mudanças significativas de forma na nadadeira com o tamanho e entre os sexos. Os dados resultantes sugerem que combinação de morfologia na nadadeira caudal com outros aspectos da morfologia corporal seria melhor para elucidar os fatores hidrodinâmicos (se houver) que são responsáveis pela forma (REISS & BONNAN, 2010). Outro estudo foi realizado utilizando a morfometria geométrica para quantificar os principais aspectos da variação na forma, focando nas barbatanas peitorais que caracterizam raias (60 gêneros), para analisar as relações entre ascendência, locomoção e habitat. Os resultados enfatizaram a importância da filogenia na determinação da forma da nadadeira peitoral, no entanto, as interações com outras restrições, principalmente o estilo locomotor, também são destacadas como significativas (FRANKLIN et al., 2014).

Também foram realizados estudos com nadadeiras voltados para a locomoção e estilo de vida de raias. Uma pesquisa teve como objetivo verificar a independência da forma da nadadeira peitoral em raias, avaliando as implicações de forma à diversidade na locomoção e estilo de vida, em Rajoidei e Myliobatoidei, com a morfometria geométrica. Os resultados indicaram que a maior parte da evolução da forma peitoral em raias ocorreu ao longo de um eixo morfológico de característica funcional relacionada com a locomoção. A manipulação dos marcos verificou a necessidade de uma definição consistente e precisa de homologia para o resultado e eficácia das análises de forma peitoral e função em raias (MARTINEZ et al., 2016).

Foram realizados até mesmo estudos com foco em fazer a ligação da morfologia em raias com outros vertebrados. Foram analisadas as ordens: Torpediniformes, Rajiformes e Myliobatiformes, em que foi utilizada a morfometria geométrica e linear para investigar se as regiões pélvicas exibiam características de forma semelhantes as dos vertebrados terrestres, em relação à filogenia e modo locomotor. Por meio dos resultados foi possível verificar que a correlação entre o estilo locomotor e a forma da cintura pélvica fornece evidências para a evolução convergente das características morfológicas que suportam tanto o deslocamento terrestre quanto o deslocamento aquático de fundo (EKSTROM & KAJIURA, 2014).

Também foi realizada pesquisa com morfometria geométrica para diferenciar características morfológicas entre espécies. Em um estudo com duas espécies de raias, *Sympterygia acuta* e *S. bonapartii*, foi verificado diferentes aspectos por meio de duas metodologias morfométricas (linear e geométrica): diferenças interespecífica entre as duas espécies, que habitam águas argentinas; o caráter dos coeficientes alométricos das variáveis morfométricas (medidas lineares e distâncias entre pontos) em ambas as espécies; as relações peso/comprimento para ambas as espécies; o valor taxonômico de espinhos e dentes dérmicos para diferenciar as duas. Em conclusão, as duas análises morfométricas permitiram a discriminação de ambas as espécies de *Sympterygia*. O método da morfometria geométrica mostrou uma cobertura adequada da forma e, portanto, permitiu uma descrição detalhada das diferenças de forma entre as duas espécies (ORLANDO et al., 2015).

Diante os trabalhos mencionados, percebe-se a eficiência da morfometria geométrica na detecção de diferenças morfológicas. Mesmo com trabalhos já realizados por meio da morfometria geométrica em elasmobrânquios, ainda não há pesquisas utilizando essa técnica com a família Pristidae.

## **FAMÍLIA PRISTIDAE Bonaparte, 1838**

As raias da família Pristidae são também conhecidas como peixes-serra. São caracterizadas por possuírem um rostro que representa de 20% a 28% do comprimento total desses animais. O rostro é usado para encontrar, atordoar e capturar presas, incluindo: peixes, camarões e outros invertebrados que habitam o fundo (SIMPENDORFER; SMITH; CARLSON, 2014). Habitam águas costeiras rasas, com menos de 100 metros de



profundidade. Toleram grandes variações de salinidade, podendo ser encontradas em água doce, estuários ou no mar, e sua distribuição global varia de acordo com as espécies (HARRISON & DULVY, 2014).

A família é composta por dois gêneros: *Anoxypristis* e *Pristis*. Uma das diferenças refere-se à forma dos dentes rostrais. Em adultos de *Anoxypristis*, o dente rostral apresenta margens afiadas, já em *Pristis*, a margem do dente rostral é mais plana. As narinas de *Anoxypristis* são relativamente mais estreitas, que as de *Pristis*. Finalizando as diferenças, o primeiro gênero apresenta uma nadadeira caudal em forma lunada, enquanto o lobo inferior é relativamente pequeno ou ausente em *Pristis* (FARIA; McDAVITT; CHARVET; WILEY; SIMPFENDORFER; NAYLO, 2013).

Os dois gêneros também apresentam distribuição diferenciada. O gênero *Anoxypristis* inclui uma única espécie: *Anoxypristis cuspidata* (Latham, 1794). Ela está distribuída no Indo-Oeste do Pacífico, com exceção da África Oriental e do Mar Vermelho. Populações desta espécie parecem estar subestruturadas geograficamente em pelo menos quatro haplótipos genéticos em toda a sua distribuição longitudinal: no norte do Oceano Índico, Indonésia, Nova Guiné e Pacífico Ocidental (FARIA et al., 2013).

O gênero *Pristis* inclui quatro espécies: *Pristis pristis* (Linnaeus, 1758), *Pristis clavata* Garman, 1906, *Pristis pectinata* Latham, 1794 e *Pristis zijsron* Bleeker, 1851. Apresentam uma distribuição circumtropical geograficamente subestruturada. *Pristis pristis*, apresenta quatro populações de haplótipos genéticos: Pacífico Oriental, Atlântico Oeste, Atlântico Leste e Indo-Oeste do Pacífico (FARIA et al., 2013). A seguir serão descritas as principais características de cada espécie de acordo com o manual elaborado pela Sawfish Conservation Society (Figura 1).

Em *Anoxypristis cuspidata* as nadadeiras peitorais e caudal são largas. Quanto ao rosto, essa espécie não possui dentes na quarta parte inferior. O número de dentes rostrais varia entre 16 e 33, desigualmente espaçados em cada lado da serra. Os dentes rostrais são planos e triangulares, sem sulco na borda traseira. O rosto é longo e estreito.

*Pristis pristis* possui a nadadeira caudal ligeiramente bifurcada e as nadadeiras peitorais, largas. Quanto ao rosto, essa espécie possui entre 14 e 24 dentes uniformemente espaçados em cada lado, com dentes alinhados e afilados. A ranhura na extremidade posterior

dos dentes estende-se até a base da ponta, apresentando fenda entre os dois últimos dentes. O rostró é curto e largo.

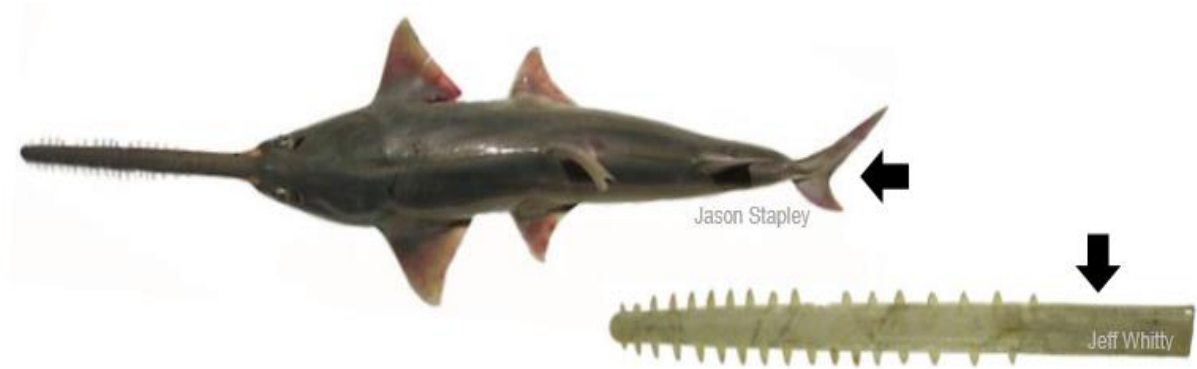
*Pristis clavata* possui nadadeira caudal não bifurcada, com as nadadeiras peitorais mais compridas do que largas. Quanto ao rostró, essa espécie possui entre 18 e 27 dentes uniformemente espaçados em cada lado. Os dentes são afilados com ranhura na extremidade posterior que geralmente não se estende para a base (ocorre raramente em adultos). O rostró é curto e largo.

*Pristis pectinata* possui nadadeira caudal não bifurcada e nadadeiras peitorais mais compridas do que largas. Quanto ao rostró, essa espécie possui entre 20 e 32 dentes desigualmente espaçados em cada lado. Os dentes são afilados com ranhura na extremidade posterior que se estende para a base da ponta, são mais curtos próximos da base do rostró que aqueles próximos da ponta. A serra é longa estreita.

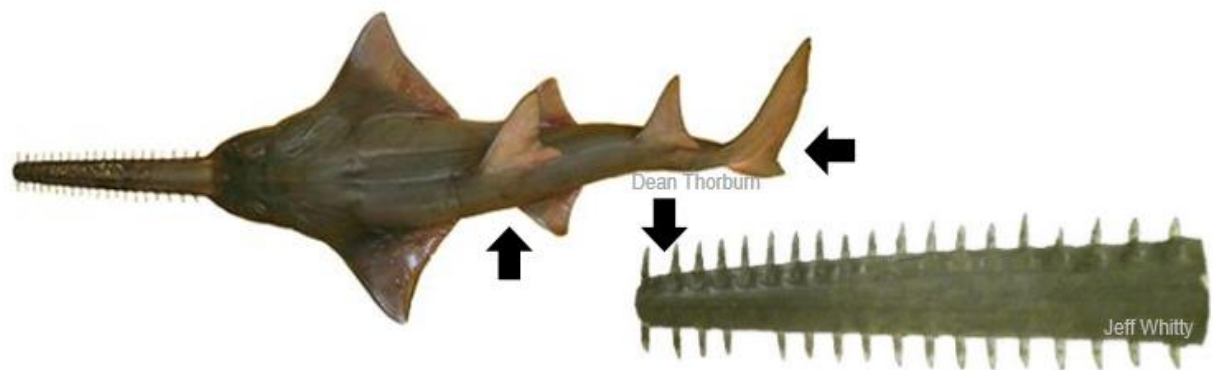
Em *Pristis zijsron* a nadadeira caudal não é bifurcada e as nadadeiras peitorais são mais longas do que largas. Quanto ao rostró, essa espécie possui entre 23 e 37 dentes desigualmente espaçados em cada lado. Os dentes são afilados e alinhados com ranhura na extremidade traseira que tipicamente estende-se para a base dos dentes próximo da base do rostró. Os dentes próximos da base são mais curtos do que aqueles próximos da ponta do rostró. O rostró é longo e estreito.

Figura 1- Morfologia do corpo e do rostró da família Pristidae. Em A) *Anoxypristis cuspidata*; B) *Pristis pristis*; C) *Pristis clavata*; D) *Pristis pectinata*; E) *Pristis zijsron*.

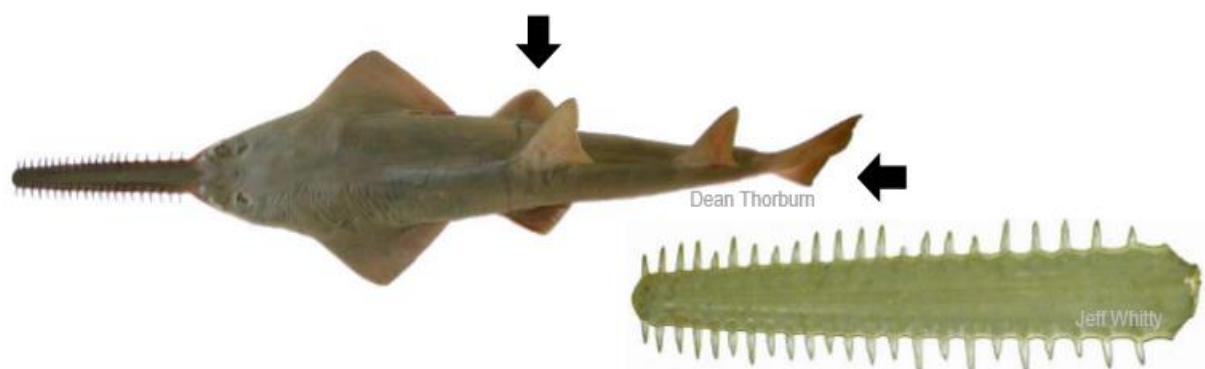
A)



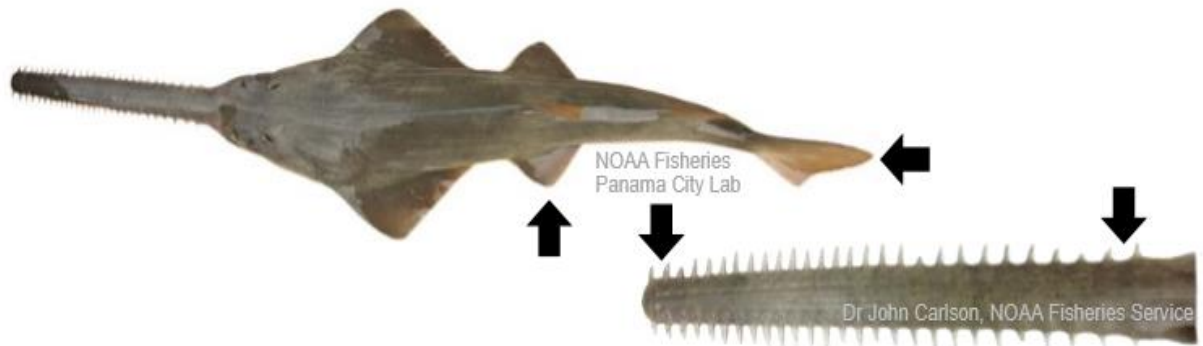
B)



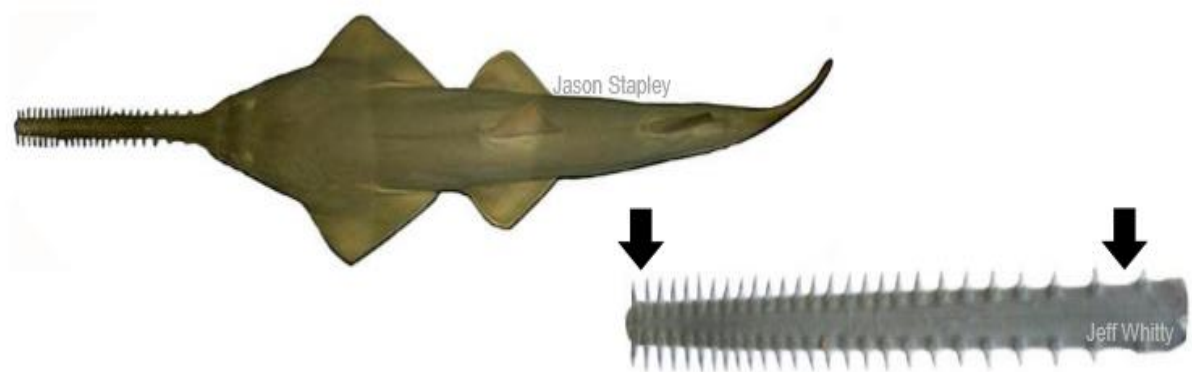
C)



D)



E)



Fonte: SAWFISH CONSERVATION SOCIETY, s. d.

Os peixes-serra são considerados os elasmobrânquios mais ameaçados do mundo. Existem diferentes fatores responsáveis pelo declínio das espécies, como mortalidade por captura acidental, exploração direta e perda de habitat (PEVERELL, 2005; SIMPFENDORFER, 2000). Além disso, as próprias características biológicas dos indivíduos que fazem parte do grupo dos elasmobrânquios como maturidade tardia e pequeno número de filhotes, influencia no declínio de espécies.

Todas as cinco espécies da família Pristidae são consideradas ameaçadas pela União Mundial para a Conservação (IUCN, 2006). Todas são protegidas pela Conservação sobre o

Comércio Internacional das Espécies de Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES).

Os peixes-serra fazem parte da cultura milenar de muitos povos, sendo considerados símbolos de força, espiritualidade e admiração. Alguns clãs entre as sociedades aborígenes na Austrália acreditam que seres sobrenaturais assumindo a forma de peixe-serra criaram a terra que seu povo habita. Tais crenças simbolizam a ligação da tribo à terra e ao mar. De acordo com o povo Anindilyakwa do Território do Norte da Austrália, seres ancestrais surgiram de terras, mares e céus durante a criação da terra. Certos ancestrais em forma animal, incluindo o peixe-serra, vagaram pela terra à procura de um lugar adequado para viver. Antes que os animais ancestrais desaparecessem, eles entregavam a terra aos humanos. As sociedades que residem nessas paisagens enxergam os peixes-serra como seres respeitados que são modelos de valores e comportamentos humanos (McDAVITT, 2005).

Na costa atlântica do Panamá, para o povo Kuna, os peixes-serra representam uma força positiva, são considerados amigos da humanidade, colocados no mundo pelo criador para proteger fisicamente a humanidade, patrulhando as costas e rios, repelindo animais perigosos como tubarões, crocodilos e baleias. Além disso, os espíritos poderosos de *Pristidae* podem ser chamados pelos xamãs para ajudá-los a combater os espíritos malévolos da doenças que flagelam a humanidade (McDAVITT, 2002).

Os nativos que vivem ao longo do rio Sepik, em Papua, na Nova Guiné, acreditam que os espíritos do peixe-serra "punirão pessoas que desrespeitam a pesca desencadeando tempestades destrutivas". Eles também acreditam que o peixe-serra controla a abundância de peixes nos rios (McDAVITT, 1996).

Valores culturais envolvendo animais ameaçados não são o componente principal de planejamento de conservação, mas são importantes pois, muitas vezes, sustentam, motivam e capacitam a ação de conservação (MCCLLENACHAN et al., 2012).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Sujeito do estudo

O presente estudo aborda três espécies do gênero *Pristis*: *Pristis pristis* (Linnaeus, 1758), com distribuição circumtropical, *Pristis pectinata* Lathan, 1794, com distribuição no Atlântico, e *Pristis zijsron* Bleeker, 1851, com distribuição no Pacífico Oeste. Dentro do gênero *Pristis* as três espécies foram escolhidas por apresentarem número significativo de imagens.

#### 3.2 Espécimes

Fotografias de 200 rostos das três espécies foram obtidas com Vicente Faria (arquivo pessoal). As fotos foram tomadas pelo referido pesquisador em coleções públicas de museus localizados nos EUA, Brasil e países da Europa (Anexo) ou obtidas pelo mesmo com os pesquisadores Patrícia Charvet e Matthew McDavitt, que tomaram fotos de rostos que compõem suas respectivas coleções particulares: *Pristis pristis*, N=139 (Figura 2), *Pristis pectinata*, N= 32 (Figura 3) e *Pristis zijsron*, N= 29 (Figura 4).

Figura 2-Rostro de *Pristis pristis*



Fonte: FARIA, 2003.

Figura 3- Rostro de *Pristis pectinata*



Fonte: MCDAVITT, 2001.

Figura 4- Rostro de *Pristis zijsron*



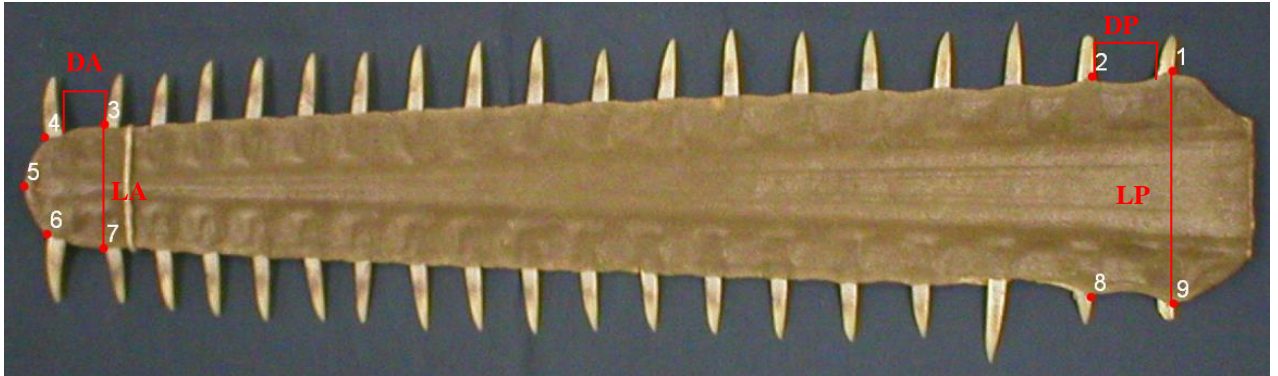
Fonte: MCDAVITT, 2001.

### 3.3 Marcos anatômicos

Para a criação de um único arquivo de imagens, incluindo todas as fotos do estudo, foi utilizado o programa tpsUtil (TPS Utility Program), versão 1.38 (ROHLF, 2006). Já para a digitalização dos marcos anatômicos e para a obtenção das coordenadas homólogas utilizou-se o Programa tpsDIG2 (ROHLF, 2006). Foram utilizados nove marcos anatômicos nos rostros que foram estabelecidos em função de dois caracteres: distância interlateral dos dentes rostrais nas regiões anterior e posterior, e largura dos rostros nas regiões anterior e posterior. Estes marcos foram: oito nas interseções dos dentes e um no ponto médio da curvatura anterior do rostro (Figura 5).

Para a determinação das coordenadas e geração das grades de deformações, a partir de flexão das placas finas (“Relative Warps”), foi utilizado o programa tpsRELW, versão 1.44 (ROHLF, 2006).

Figura 5- Marcos anatômicos no rostro. Pontos de DA (distância interlateral dos dentes rostral anterior); DP (distância interlateral dos dentes rostral posterior); LA (largura do rostro na porção anterior); LP (largura do rostro na porção posterior).



Fonte: FARIA, 2003.

### 3.4 Análises de dados

Para analisar a proximidade entre as espécies de acordo com o formato dos rostros foi realizada uma análise discriminante com as duas principais deformações relativas do rostro. Já para verificar a diferença no tamanho do centróide do rostro foi feita uma análise de variância e uma representação gráfica pelo *box plot*. Por fim, para verificar a significância da alometria nas espécies foi feita uma análise de covariância e representação através do gráfico de dispersão.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 Crescimento do rostro

Em juvenis de *Pristis pristis*, o espaço interlateral dos dentes rostrais foi o mesmo em ambas as regiões, anterior e posterior (Figura 6: B). À medida que o tamanho do centróide dos rostros aumentou, aumentou também o espaçamento entre estes dentes nas duas regiões (Figura 6: C à F). Ainda assim, a equidistância do espaço interlateral dos dentes rostrais foi mantida nas regiões anterior e posterior ao longo do crescimento (Figura 6).

O rostro de juvenis de *P. pristis* teve um formato mais estreito na região anterior do que na região posterior (Figura 6: B). De um modo geral, com o aumento do tamanho do centróide, foram observadas mudanças apenas sutis. Houve um leve estreitamento da porção anterior. Por outro lado, observou-se um leve alargamento da porção posterior (Figura 6: C à F).

Em juvenis de *Pristis pectinata*, o espaço interlateral entre os dentes rostrais foi menor na região anterior (Figura 7: B). À medida que o tamanho do centróide dos rostros aumentou, aumentou também o espaçamento entre estes dentes rostrais na região anterior (Figura 7: D à F); notar a expansão da grade de deformação na região anterior. Porém, ocorreu o contrário na região posterior (Figura 7: D à F); notar retração da grade de deformação na região posterior.

O rostro de juvenis de *P. pectinata* teve um formato mais estreito na região anterior do que na região posterior (Figura 7: B). Com o aumento do centróide, a região anterior do rostro de *P. pectinata* mudou sua forma. Mais especificamente, houve um alargamento da região anterior. Esse alargamento se deu primeiramente na altura do segundo dente rostral mais anterior, em ambos os lados do rostro. Isto ficou evidenciado pela deformação na grade a partir dos marcos anatômicos 3 e 7 (Figura 7: C). Com o aumento do centróide, houve um alargamento na altura do primeiro dente rostral mais anterior, em ambos os lados do rostro. Isto também ficou evidenciado a partir de deformações na grade, a partir dos marcos anatômicos 4 e 6 (Figura 7: D). Dessa forma, considerando que os marcos anatômicos 3 a 7 fornecem o contorno da porção anterior do rostro, pode-se inferir que a região do rostro

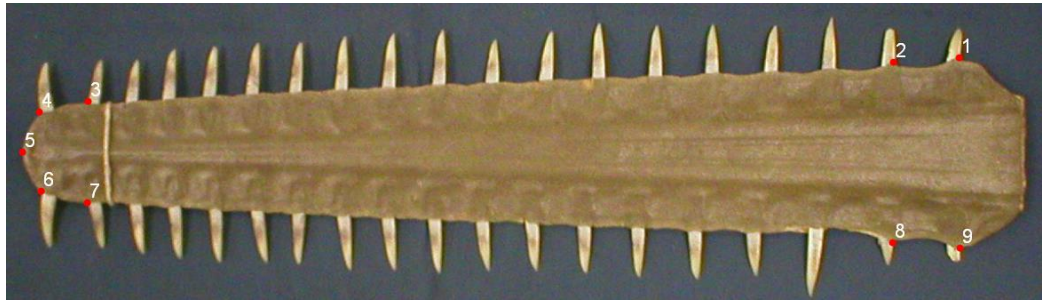
mudou o seu formato. Por outro lado, com o crescimento do centróide, a região posterior passou por um estreitamento (Figura 7: B à F).

Finalmente, em *Pristis zijsron*, o espaço interlateral entre os dentes rostrais foi, relativamente menor na região anterior ao longo de todas as fases de desenvolvimento (Figura 8: B à F). À medida que o tamanho do centróide dos rostros aumentou, aumentou também o espaçamento entre estes dentes rostrais na região anterior (Figura 8: B à F). Porém, não houve variação desse espaçamento entre os dentes rostrais da região posterior (Figura 8).

O rosto de juvenis de *P. zijsron* teve um formato mais estreito na região anterior do que na região posterior. Porém, com o aumento do centróide do rosto houve um alargamento da porção anterior (Figura 8: B à F). Por outro lado, observou-se um estreitamento da porção posterior (Figura 8: B e F).

Figura 6– Grade de deformação do crescimento do rosto de *Pristis pristis*. A primeira imagem representa os pontos escolhidos para as análises. Os pontos de número 1, 2, 8, 9 encontram-se na região posterior do rosto e os números 3, 4, 6, 7 encontram-se na região anterior. O ponto de número 5 encontra-se na curvatura do rosto. As outras imagens representam a grade de deformação de acordo com o crescimento.

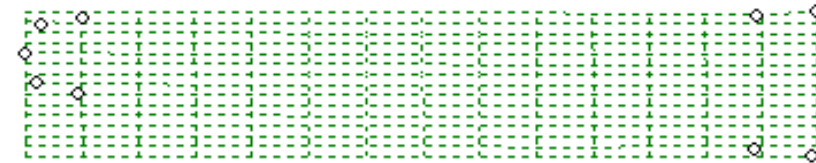
**A**



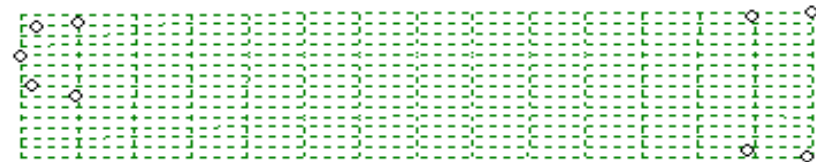
**B**



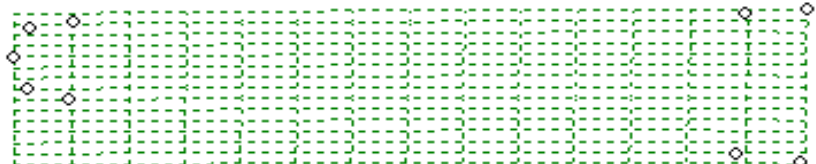
**C**



**D**



**E**



**F**

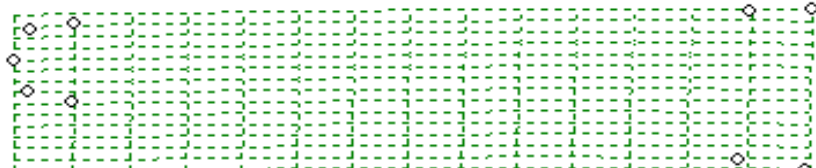


Figura 7– Grade de deformação do crescimento do rostro de *Pristis pectinata*. A primeira imagem representa os pontos escolhidos para as análises. Os pontos de número 1, 2, 8, 9 encontram-se na região posterior do rostro e os números 3, 4, 6, 7 encontram-se na região anterior. O ponto de número 5 encontra-se na curvatura do rostro. As outras imagens representam a grade de deformação de acordo com o crescimento.

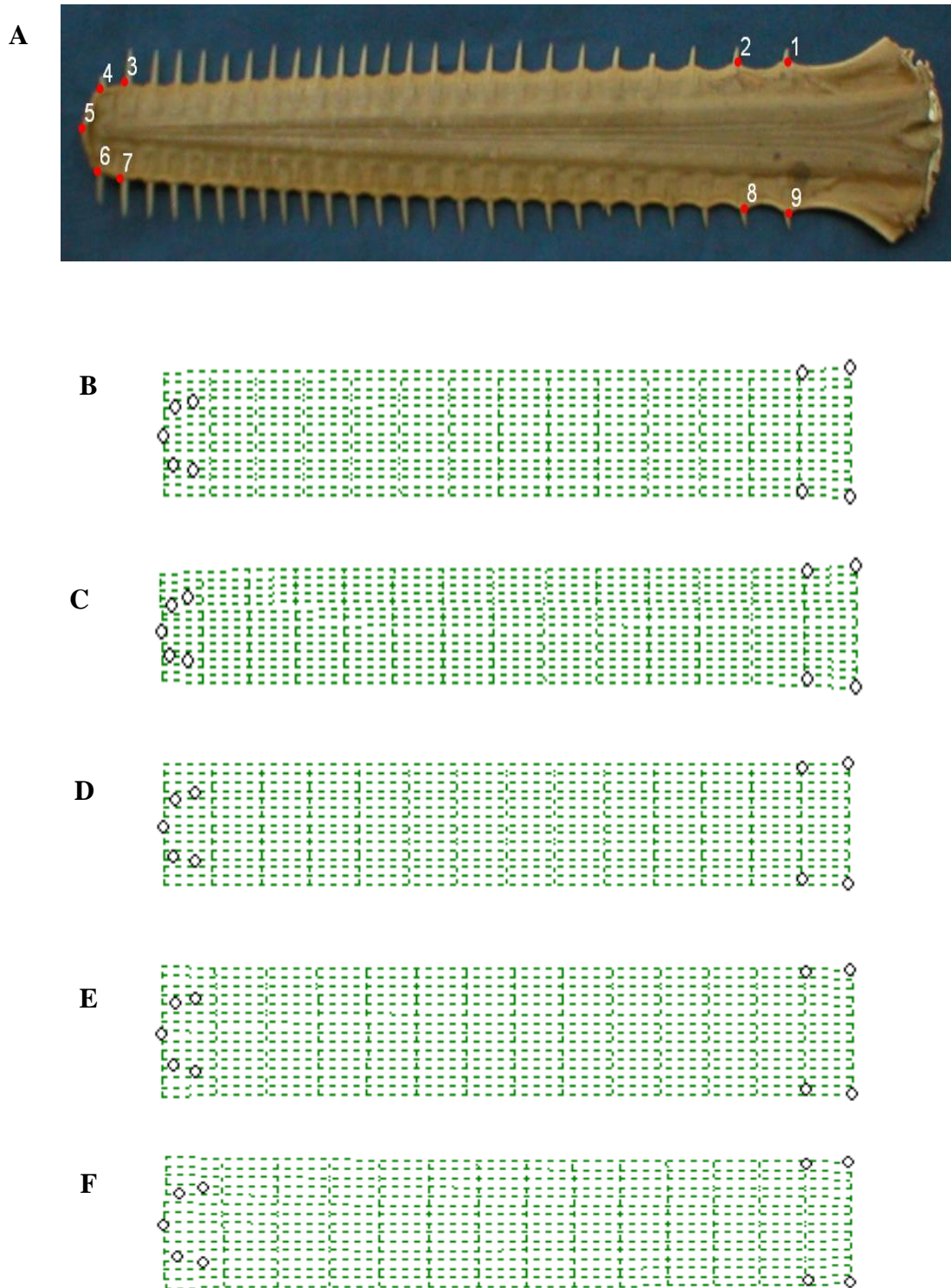
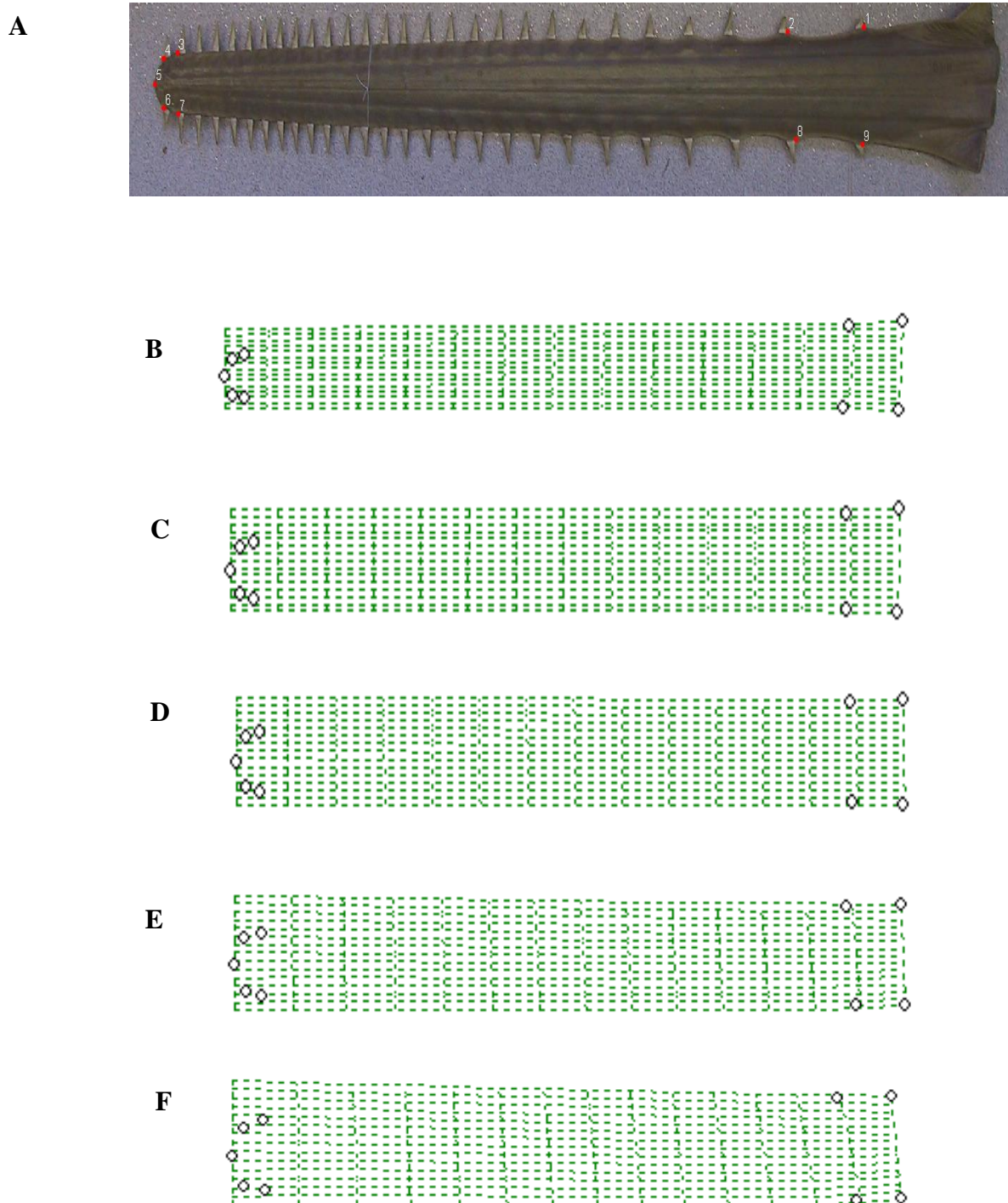


Figura 8– Grade de deformação do crescimento do rosto de *Pristis zijsron*. A primeira imagem representa os pontos escolhidos para as análises. Os pontos de número 1, 2, 8, 9 encontram-se na região posterior do rosto e os números 3, 4, 6, 7 encontram-se na região anterior. O ponto de número 5 encontra-se na curvatura do rosto. As outras imagens representam a grade de deformação de acordo com o crescimento.

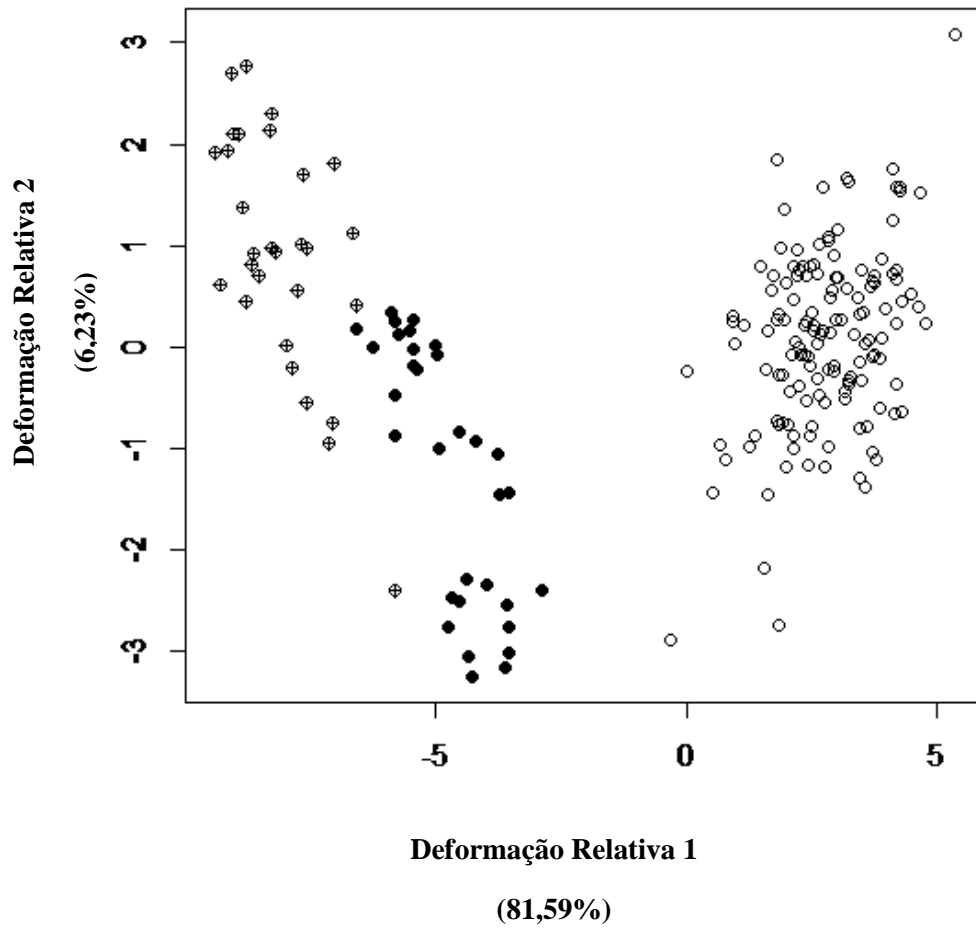


## 4. 2 Análise discriminante

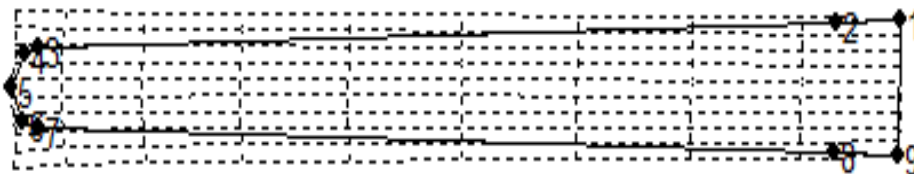
A representação gráfica da análise discriminante linear mostrou uma maior proximidade entre *P. pectinata* e *P. zijsron*, com um distanciamento destas em relação a *P. pristis*. A deformação relativa 1 representou o eixo com maior variação de forma entre as amostras de análises discriminante, com mais de 80%, já a deformação relativa 2 representou apenas 6% de variação (Figura 9).

O gráfico representando a mudança de forma do rosto no sentido negativo (A) apresenta-se mais afilado que a representação do sentido positivo (B). É possível perceber que na primeira representação, o rosto é mais afilado que na segunda representação.

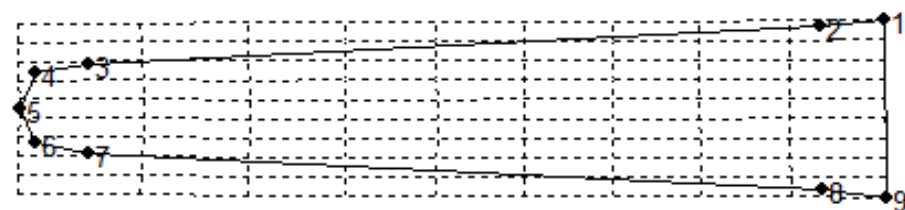
Figura 9- Representação gráfica da análise discriminante das três espécies, em relação ao rostro: *Pristis pristis* (○); *Pristis pectinata* (●); *Pristis zijsron* (⊕). Em A) mudança de forma do rostro associado ao sentido negativo e em B) mudança de forma associada ao sentido positivo.



A



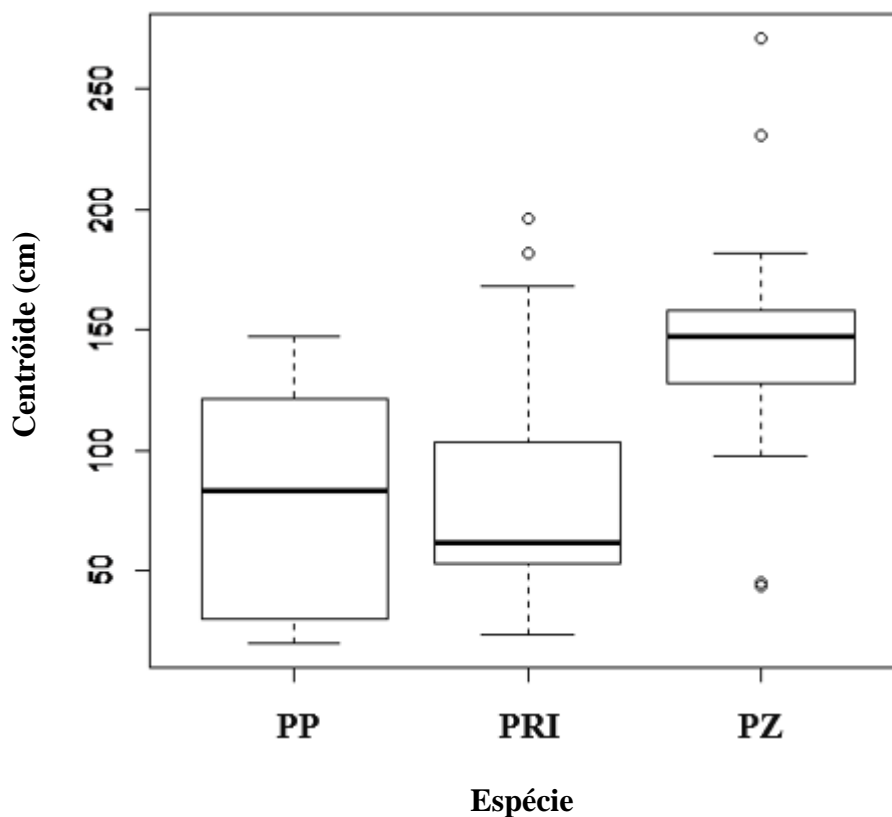
B



### 4.3 Tamanho do centróide

As espécies diferiram quanto ao tamanho do centróide ( $F=29,765$  e  $p < 5,069^{-12}$ ). A espécie com menor variação do tamanho do centróide foi *P. pristis* e a espécie que apresentou maior centróide foi *Pristis zijsron* (Gráfico 1).

Gráfico 1- Diagrama *box plot* para variação no tamanho do rosto entre as espécies, PP: *Pristis pectinata*; PRI: *Pristis*; PZ: *Pristis zijsron*.

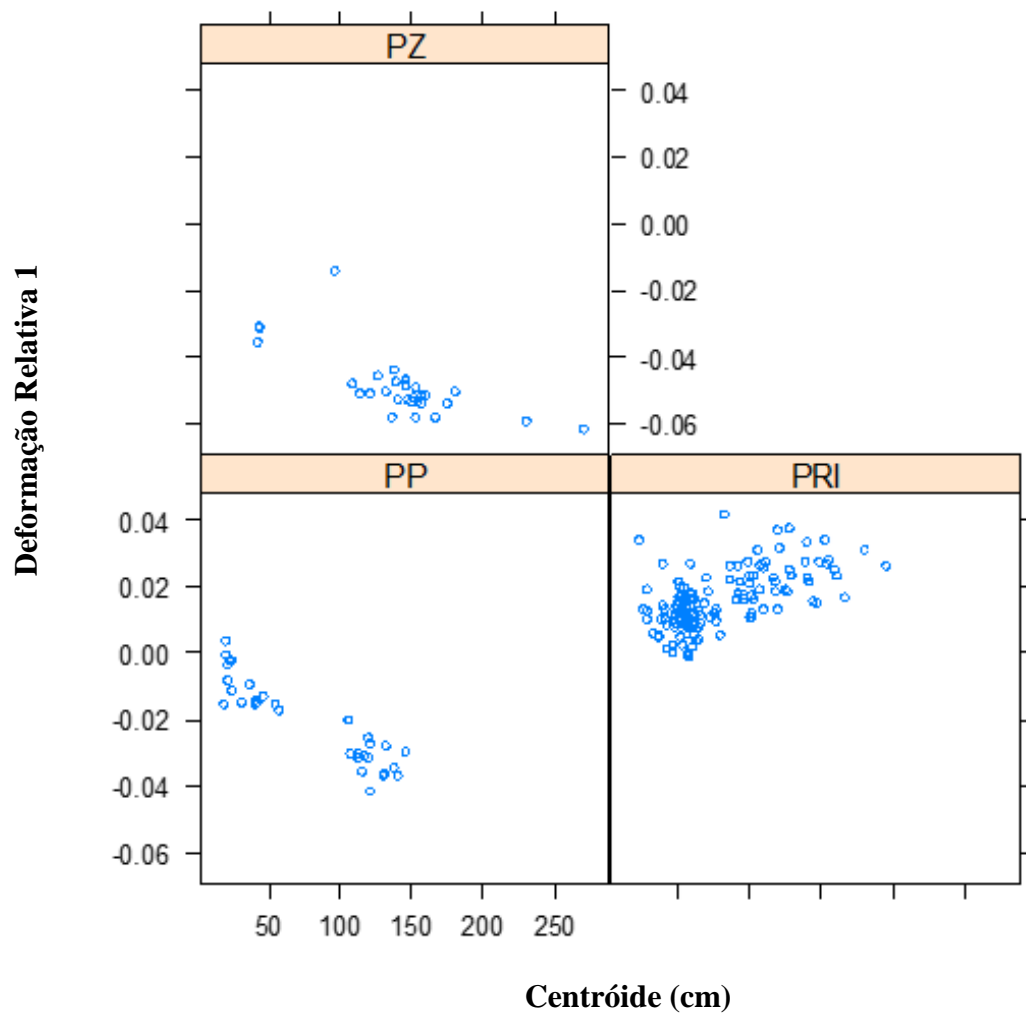


### 4.4 Alometria do rosto

As três espécies diferem significativamente com relação a mudança no formato do rosto com o crescimento ( $F=108,05$  e  $p=2,2^{-16}$ ). Nas três espécies existe uma correlação entre as variáveis (deformação relativa e centróide). No entanto, as espécies diferiram quanto ao tipo de regressão. A espécie com coeficiente de regressão positivo foi *P. pristis*, já *P. pectinata* e *P. zijsron* apresentaram coeficientes de regressão negativos (Gráfico 2).



Gráfico 2- Relação de dispersão das espécies de acordo com a primeira deformação relativa (relative warps) e o tamanho do centróide. Em que: PZ- *Pristis zijson*; PP- *Pristis pectinata*; PRI- *Pristis pristis*.



## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo é o primeiro a descrever o crescimento do rosto de espécies de peixes-serra, *Pristis*. Estudos anteriores que abordaram o rosto dos peixes-serra tiveram como ênfase a variação no número de dentes rostrais (SCHWARTZ, 2003; WILEY et al., 2008), aspectos taxonômicos (FARIA et al. 2013; WHITTY et al., 2014) e até arqueológicos (GONZALEZ, 2005). Ainda, este é o primeiro estudo a aplicar a técnica de morfometria geométrica aos peixes-serra.

As três espécies estudadas do gênero *Pristis* diferem quanto ao desenvolvimento do espaço interlateral de dentes rostrais nas regiões anterior e posterior do rosto. Em *P. pristis* não há variação alométrica na relação entre esses espaços. Dessa forma, nesta espécie, o formato observado em juvenis se mantém ao longo do crescimento. Isto tem como base os padrões de deformação da grade observados para a espécie. Uma implicação direta disso para a conservação é que padrões descritos apenas para juvenis podem ser esperados para adultos. Esse resultado simplifica e favorece uma correta identificação de rostos isolados pertencentes a essas duas espécies. Por exemplo, um recente estudo construiu uma chave de identificação para rostos isolados de peixes-serra baseado apenas em juvenis (WHITTY et al., 2014). Portanto, pode-se considerar que o padrão descrito pelo menos para o espaço interlateral de dentes rostrais, mesmo que baseado em distâncias lineares pode ser utilizado para jovens e adultos. A estabilidade das proporções desses espaços em *P. pristis* demonstrada, fornece suporte adicional a uma chave de identificação proposta para toda a família Pristidae (FARIA et al. 2013), que foi baseada em indivíduos completos.

Já em *P. pectinata* e *P. zijsron* o padrão observado nos juvenis do espaço interlateral de dentes rostrais nas regiões anterior e posterior muda com o crescimento. Nos juvenis de *P. pectinata*, as diferenças dessas distâncias nas regiões anterior e posterior do rosto são relativamente mais pronunciadas, em relação aos outros estágios de desenvolvimento. Com o crescimento, esse espaço aumenta na região anterior, em comparação a região posterior. Já em *P. zijsron*, o espaço interlateral entre os dentes rostrais foi, relativamente menor na região anterior ao longo de todas as fases de desenvolvimento, enquanto na região posterior, não apresenta variação alométrica. Essa conclusão se baseia na variação das grades de deformação

que mostraram um aumento gradativo desse espaços ao longo do desenvolvimento. O fato deste padrão ter se apresentado de forma gradativa e constante sugere que este possa ser um padrão real para as espécies, e não apenas um artefato dos resultados. Dessa forma, o resultado de rostros isolados de *P. pectinata* e *P. zijsron* pode ser utilizado como um caracter diagnóstico. *P. pectinata* está incluída na chave de identificação da família citada acima (FARIA et al. 2013), mas não na chave baseada apenas em rostros (WHITTY et al., 2014).

As três espécies também diferem quanto ao desenvolvimento da largura das regiões anterior e posterior do rostro. Juvenis de todas as três espécies têm a região anterior do rostro mais estreita, em relação a região posterior. Este formato é mantido ao longo do crescimento de *P. pristis*. Porém, o formato do rostro muda com o crescimento em *P. pectinata* e *P. zijsron*. Nestas espécies, com o crescimento, ocorre um alargamento da região anterior, ao mesmo tempo em que ocorre um estreitamento da região posterior. Portanto, em *P. pectinata* e *P. zijsron*, as diferenças nas larguras da porção anterior e posterior do rostro são atenuadas – o rostro torna-se mais retilíneo com o crescimento.

As conclusões do presente estudo para a largura das regiões anterior e posterior do rostro também têm potenciais implicações para a conservação dos peixes-serra. O fato de que *P. pristis* não varia ao longo de seu crescimento também quanto a este caráter reforça a potencial utilidade das chaves de identificação já propostas, que são baseadas em indivíduos completos (FARIA et al. 2013) e rostros isolados (WHITTY et al., 2014). Por outro lado, a conclusão sobre mudança nesse caráter ao longo do crescimento sugere atenção para uma potencial dificuldade na identificação de rostros de *P. pectinata* e *P. zijsron*, caso apenas características de juvenis seja levadas em consideração. Dentre estas duas, a situação mais preocupante é a de *P. pectinata*. Isto porque *P. pectinata* difere no crescimento em ambos caracteres aqui estudados. Além disso, informação disponível para esta espécie é mais escassa, visto que foi incluída em estudo que abordou indivíduos completos (FARIA et al. 2013), mas não foi incluída no estudo que focou apenas em rostros isolados (WHITTY et al., 2014).

A metodologia e os resultados que sustentam as conclusões apresentadas podem ser consideradas válidas. Por exemplo, quanto ao padrão de largura do rostro proposto no presente estudo, sendo este relativamente mais largo na região posterior em *P. pristis* e mais retilíneo em *P. pectinata* e *P. zijsron*. Estas duas últimas espécies fazem parte do grupo informalmente conhecido como o *smalltooth sawfish*, que apresentam um rostro mais afilado

e comprido. Já *P. pristis* está incluído no *largetooth sawfish*, que apresenta um rostro mais robusto, curto e largo. Cada um destes grupos morfológicos representa uma linhagem filogenética dentro do gênero *Pristis* (FARIA et al., 2007).

Além dessa coerência com a morfologia em geral e a história evolutiva do grupo, os padrões descritos no presente estudo também mostraram ter suporte nos outros parâmetros descritos. Os padrões descritos no presente estudo se baseiam nos resultados de deformação das grades. Os outros resultados apresentados são discriminatórios. Dessa forma, diferentemente dos resultados de deformação das grades, todas as espécies são analisadas em conjunto. Ainda assim, em todas as análises, foram observadas uma separação entre *smalltooth* (*P. pectinata* e *P. zijsron*) e *largetooth* (*P. pristis*). Isto foi demonstrado na representação gráfica da análise discriminante, que inclui os dois eixos mais informativos da deformação relativa. O mesmo padrão *smalltooth/largetooth* também foi observado a partir da relação entre a deformação relativa e o centróide, que mostrou uma relação negativa para *P. pectinata* e *P. zijsron* e positiva para *P. pristis*.

Por fim, um outro valor coerente com o que já é conhecido pela ciência para estas três espécies foi o do centróide. A espécie que apresentou o maior valor do centróide do rostro foi *Pristis zijsron*, ao passo que o menor foi *P. pristis*. O tamanho do centróide é o ponto médio de todas as coordenadas de espécimes analisados. É uma medida que não apresenta relação com variáveis de forma, mas sim de tamanho. Sendo assim, o resultado demonstrou que *Pristis zijsron* é a espécie que tem o maior rostro relativo ao comprimento total do indivíduo. Da mesma maneira, *P. pristis* é a de menor rostro, dentre as três espécies estudadas (FARIA et al. 2013). Portanto, também o a variável tamanho do centróide se comportou conforme o esperado.

Em conjunto, as evidências descritas acima sugerem que a metodologia foi bem aplicada e que os resultados obtidos são coerentes. Dessa forma, pode-se inferir que o padrão descrito e proposto no presente estudo para mudanças (ou não) na forma do rostro ao longo do crescimento são reais. Portanto, aparentemente, potenciais diferenças geográficas ou de dimorfismo sexual que possam existir não foram suficientes para sobrepujar o padrão próprio de cada espécie.

A presente descrição do desenvolvimento do rostro de *P. pristis*, *P. pectinata* e *P. zijsron* pode ter aplicação nos esforços de conservação dos peixes-serra. Isso porque essa descrição se refere a caracteres diagnósticos (espaço interlateral entre os dentes rostrais e

largura do rosto). Dessa forma, a partir dessa descrição, podem ser desenvolvidas chaves de identificação mais específicas para as diferentes fases de maturação por meio dos tamanhos de rostros isolados a serem identificados.

## 6 CONCLUSÃO

*Pristis pristis*, *Pristis pectinata* e *Pristis zijsron* diferem quanto ao desenvolvimento do espaço interlateral de dentes rostrais nas regiões anterior e posterior do rostro. Em *P. pristis*, não há variação alométrica na relação entre esses espaços. Já em *P. pectinata* e *P. zijsron*, a diferença quanto a esse caráter muda de acordo com o crescimento. Em *P. pectinata* o espaçamento aumenta na região anterior e diminui na região posterior e em *P. zijsron*, o espaçamento na região anterior aumenta e na região posterior permanece sem alteração.

As três espécies também diferem quanto ao desenvolvimento da largura das regiões anterior e posterior do rostro. Juvenis de todas as três espécies têm a região anterior do rostro mais estreita, em relação a região posterior. Este formato é mantido ao longo do crescimento de *P. pristis*. Porém, o formato do rostro muda o crescimento em *P. pectinata* e *P. zijsron*.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, D. C.; ROHLF, F. J. Ecological character displacement in *Plethodon*: biomechanical differences found from a geometric morphometric study. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 97 (8): 4106-4111. 2000.

ARAÚJO, M. S.; PEREZ, S. I.; MAGAZONI, M. J. C.; PETRY, A. Body size and allometric shape variation in the molly *Poecilia vivipara* along a gradient of salinity and predation. **BMC Evolutionary Biology** 14: 251. 2014.

BOOKSTEIN, F. L. Morphometric Tools for Landmark Data. Geometry and Biology. Cambridge University Press: New York. 1997.

BONNAN, M. F.; REISS, K. L. (2010). Ontogenetic Scaling of Caudal Fin Shape in *Squalus acanthias* (Chondrichthyes, Elasmobranchii): A Geometric Morphometric Analysis with Implications for Caudal Fin Functional Morphology. **The Anatomical Record** 293:1184–1191. 2010.

CARLSON, J.; WILEY, T. & SMITH, K. 2013. *Pristis pectinata*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2013. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/18175/0>>. Acesso em: 31 de jan. 2017.

CAVALCANTI, M. J. Geometric morphometric analysis of head shape variation in four species of hammerhead sharks (Carcharhiniformes: Sphyrnidae). **Morphometrics**. p. 97-113. 2004.

D'ANASTASI, B.; SIMPFENDORFER, C. & VAN HERWERDEN, L. 2013. *Anoxypristis cuspidata*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2013. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/39390/0>>. Acesso em: 31 de jan. 2017.

DULVY, N. K.; DAVIDSON, L. N. K.; KYNE, P. M.; SIMPFENDORFER, C. A.; HARRISON, L. R.; CARLSON, J. K.; FORDHAM, S. V. Ghosts of the coast: global extinction risk and conservation of sawfishes. **Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst**. 2014.

EKSTROM, L. J.; KAJIURA, S. M. Pelvic Girdle Shape Predicts Locomotion and Phylogeny in Batoids. **Journal of morphology** 275:100–110. 2014.

FARIA, V. V.; McDAVITT, M. T.; CHARVET, P.; WILEY, T. R.; SIMPFENDORFER, C. A. and NAYLOR, G. J. P. Species delineation and global population structure of Critically Endangered sawfishes (Pristidae). **Zoological Journal of the Linnean Society** 167: 136–164. 2013.

FRANCOY, T. M. & VERA FONSECA, L. I. A morfometria geométrica de asas e a identificação automática de espécies de abelhas. **Oecologia Australis** 14(1): 317-321. 2010.

FRANKLIN, O.; PALMER, C.; DYKE, G. Pectoral Fin Morphology of Batoid Fishes (Chondrichthyes: Batoidea): Explaining Phylogenetic Variation With Geometric Morphometrics. **Journal of morphology** 275:1173–1186. 2014.

GONZALEZ, M. M. Use of *Pristis spp.* (Elasmobranchii: Pristidae) Hunter-Gatherers on the Coast of São Paulo, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 3(3):421-426. 2005.

HARRISON, L. R. & DULVY, N. K. (eds). **Sawfish: A Global Strategy for Conservation**. IUCN Species Survival Commission's Shark Specialist Group. IUCN Species Survival Commission's Shark Specialist Group, Vancouver, Canadá. 2014.

KLAESON, K. M. The Synarcual Cartilage of Batoids With Emphasis on the Synarcual of Rajidae. **Journal of Morphology** 272:1444–1463. 2011.

KYNE, P. M.; CARLSON, J. & SMITH, K. 2013. *Pristis pristis*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2013. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/18584848/0>>. Acesso em: 31 de jan. 2017.

KYNE, P. M.; RIGBY, C. & SIMPFENDORFER, C. 2013. *Pristis clavata*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2013. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/39390/0>>. Acesso em: 31 de jan. 2017.



MARTINEZ, C. M.; ROHLF, J. F.; FRISK, M. G. Re-Evaluation of Batoid Pectoral Morphology Reveals Novel Patterns of Diversity Among Major Lineages. **Journal of morphology** 277:482–493. 2016.

MCCLLENACHAN, L.; COOPER, A. B.; CARPENTER, K. E; DULVY, N. K. Extinction risk and bottlenecks in the conservation of charismatic marine species. **Conservation Letters** 5:73–80. 2012.

McDAVITT, M. T. Sawfishes in the indigenous art of Panama. **Shark News** [Newsletter of the IUCN Shark Specialist Group] 14:4. 2002.

McDAVITT, M. T. The cultural and economic importance of sawfishes. (Family Pristidae). **Shark News** [Newsletter of the IUCN Shark Specialist Group] 8:10-11. 1996.

McDAVITT, M. T. The cultural significance of sharks and rays in Aboriginal societies across Australia's top end. **Marine Education Society of Australasia**. 5 p. 2005.

MONTEIRO, L. R. & REIS, S. F. **Princípios de Morfometria Geométrica**. Ribeirão Preto: Holos, 198 p. 1999.

MORAIS, D. A. A morfometria geométrica e a “revolução na morfometria” localizando e visualizando mudanças na forma dos organismos. **BIOLETIM**. Ano III, Número 3. 2003.

ORLANDO, P.; GONZALEZ-CASTRO, M.; MABRAGANA, E. New insights to discriminate between *Sympterygia acuta* Garman 1877 and *Sympterygia bonapartii* Muller & Henle, 1841 (Rajidae) of the Southwest Atlantic Ocean: on the use of geometric morphometrics and spinulation patterns. **J. Appl. Ichthyol.** 31, 381–389. 2015.

PEVERELL, S. C. Distribution of sawfishes (Pristidae) in the Queensland Gulf of Carpentaria, Australia, with notes on sawfish ecology. **Environ Biol Fish** 73:391–402. 2005.

REISS, K. L & BONNAN, M. F. Ontogenetic Scaling of Caudal Fin Shape in *Squalus acanthias* (Chondrichthyes, Elasmobranchii): A Geometric Morphometric Analysis with Implications for Caudal Fin Functional Morphology. **The anatomical record** 293:1184–1191. 2010.

ROHLF, F. J. & MARCUS, L. F. A revolution in morphometrics. **Trends in Ecology and Evolution**, 8: 129-132. 1993.

ROHLF, F. J. **Morphometrics at suny stone brook**. 2006. Disponível em: <<http://life.bio.sunysb.edu/morph/>>. Acesso em: 20 de maio 2015.

SAWFISH CONSERVATION SOCIETY. Disponível em: <<http://www.sawfishconservationsociety.org/Index.htm>>. Acesso em: 20 de jan. 2017.

SIMPFENDORFER, C. 2013. *Pristis zijsron*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2013. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/39393/0>>. Acesso em: 31 de jan. 2017.

SIMPFENDORFER, C. A. Smalltooth sawfish: the USA's first endangered elasmobranch? **Mar Mat** 19:45–49. 2002.

SIMPFENDORFER, C. A.; SMITH, K; CARLSON, J. K. The Unusual Biology of Sawfishes. In: **Sawfish: A Global Strategy for Conservation**. IUCN Species Survival Commission's Shark Specialist Group. IUCN Species Survival Commission's Shark Specialist Group, Vancouver, Canadá. 2014.

STRAUBE, N.; SCHLIEWEN, U.; KRIWET, J. Dental structure of the Giant lantern shark *Etmopterus baxteri* (Chondrichthyes: Squaliformes) and its taxonomic implications. **Environ Biol Fish** 82:133–141. 2008.

VIANA, A. P; FRÉDOU, T; LUCENA, F. Aplicações de técnicas morfométricas no estudo da morfometria de pescada branca, *Plagioscion squamosissimus*, Heckel (1940), Perciformes, Sciaenidae, desembarcada na ilha de mosqueiro-PA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia** 19: 1-12. 2006.

WHITENACK, L. B. & GOTTFRIED, M. D. A morphometric approach for addressing toothbased species delimitation in fossil mako sharks, *Isurus* (Elasmobranchii: Lamniformes). **Journal of Vertebrate Paleontology** 30(1):17–25. 2010.

WHITTY, J. M.; PHILLIPS, N. M.; THORBURN, D. C.; SIMPFENDORFER, C. A.; FIELD, I.; PEVERELL, S. C.; and MORGAN, D. L. Utility of rostra in the identification of Australian sawfishes (Chondrichthyes: Pristidae). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 24(6): 791-804. 2013.

WILEY, T. R., SIMPFENDORFER, C. A.; FARIA, V. V.; MCDAVITT, M. T. Range, sexual dimorphism and bilateral asymmetry of rostral tooth counts in the smalltooth sawfish *Pristis pectinata* Latham (Chondrichthyes: Pristidae) of the southeastern United States. **Zootaxa** 1810: 51–59. 2008.

WUERINGER, B. E.; SQUIRE JR, L.; COLLIN, S. P. The biology of extinct and extant sawfish (Batoidea: Sclerorhynchidae and Pristidae). **Rev Fish Biol Fisheries** 19:445–464. 2009.

ZELDITCH, M. L.; SWIDERSKY, D. L.; SHEETS, H. D. **Geometric Morphometrics for Biologists: A primer**. Second Edition. 2012.

### Anexo – Material fotográfico examinado

*Pristis pristis* (N=139): UF 210978, rostro isolado, 9/1961, na cidade de Esmeraldas, Equador; MNHN 2003-2612, rostro isolado, 1958, Ponta Negra, Congo; MNHN 2003-2613, rostro isolado, 1958, Ponta Negra, Congo; MR 0006, rostro isolado, localidade desconhecida; MR 0027, rostro isolado, localidade desconhecida; MR 0029, rostro isolado, localidade desconhecida; MR 0035, rostro isolado, localidade desconhecida; MR 0008, rostro isolado, localidade desconhecida; MR 0010, rostro isolado, localidade desconhecida; MR 0012, rostro isolado, localidade desconhecida; MR 0013, rostro isolado, localidade desconhecida; MR 0026, rostro isolado, localidade desconhecida; MRAC A4-45-P-3, rostro isolado, localidade desconhecida; MRAC A4-45-P-4, rostro isolado, localidade desconhecida; MRAC A4-45-P-5, rostro isolado, localidade desconhecida; MRAC A4-45-P-6, rostro isolado, localidade desconhecida; MRAC A4-45-P-10, rostro isolado, localidade desconhecida; MRAC A4-45-P-12, rostro isolado, 11/20/ 1959 Banana, Congo; MRAC A4-45-P-15, rostro isolado, localidade desconhecida; MRAC A4-45-P-16, rostro isolado, localidade desconhecida; MRAC A4-45-P-18, rostro isolado, 1951, localidade desconhecida (provavelmente Oeste da África); MRAC 66639, rostro isolado, localidade desconhecida; MRAC 74723, rostro isolado, localidade desconhecida; MNRJ 25212, rostro isolado, localidade desconhecida; MNRJ 25216, rostro isolado, localidade desconhecida; MNRJ 25217, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00021789, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00232690, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00232686, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00232691, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00232698, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00111369, rostro isolado, 10/1943, Los Cocos, Nicaragua; USNM 00110174, rostro isolado, 8/1878, Rio Amazonas, Pará, Brasil; USNM 00111169, rostro isolado, 1830, Marowijne (Rio Maroni), Guiana Francesa; USNM 00111367, rostro isolado, 10/1943, Lago Nicaragua, Nicaragua; USNM 00111423 (primeiro de dois), rostro isolado, 4/10/1946, Lago Isabella (Rio Doce, Caribe), San Felipe, Guatemala; USNM 00111423 (segundo de dois), rostro isolado, 4/10/1946, Lago Isabella (Rio Doce, Caribe), San Felipe, Guatemala; USNM 00111443, rostro isolado, 1947, Lago Isabella (Rio Doce, Caribe), San Felipe, Guatemala; USNM 00146543<sup>a</sup>, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00232688, rostro isolado, 1903, Maracaibo?, Venezuela; USNM 00232689, rostro isolado, 1903, Maracaibo?, Venezuela; USNM 00232697, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00232690, rostro isolado, c. 1903, Maracaibo?, Venezuela; USNM 00111390, rostro

isolado, localidade desconhecida; USNM 00111427, rostro isolado, localidade desconhecida; MCZ-1259, rostro isolado, 1906, Cenderawasih Bay, Japão (Yapen) Ilha, Nova Guiné, Indonésia; AMNH 49527, rostro isolado, 1921, Golfo da Tailândia, Tailândia; RMNH D3051, rostro isolado, 12/12/1953, Lago Sentani, Joka, Papua, Nova Guiné, Indonésia; RMNH D3103, rostro isolado, 1960, Costa de Bagamoyo, Tanzânia; RMNH D3080, rostro isolado, 7/5/1864, Ambato, Noroeste da Costa de Madagascar; RMNH D3071, rostro isolado, localidade desconhecida; RMNH D3073, rostro isolado, localidade desconhecida; RMNH D3091, rostro isolado, localidade desconhecida; RMNH D3092, rostro isolado, localidade desconhecida; RMNH D3117, rostro isolado, localidade desconhecida; RMNH D3119, rostro isolado, localidade desconhecida; RMNH D3120, rostro isolado, localidade desconhecida; RMNH D3121, rostro isolado, localidade desconhecida; RMNH D3125, rostro isolado, localidade desconhecida; ZMB 8305, fêmea (1152 mm TL), Laguna de Bay, Ilha Luzon, Filipinas; ZMB 14882, rostro isolado, Zanzibar, Tanzânia; ZMB 32538, rostro isolado, 11/26/1909, Arquipélago Bismarck, Papua Nova Guiné; ZMB 32533, rostro isolado, Aracaju, Sergipe, Brasil; BMNH 1937.2.17.1, rostro isolado, Lago Sentani, Papua, Nova Guiné, Indonésia; BMNH 1982.9.13.7, rostro isolado, 1854, Rio Zambeze, Zâmbia; BMNH 1982.9.13.3, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 1982.9.13.4, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 2004.11.27.9, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 2004.11.27.18, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 2004.11.27.19, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 2004.11.27.20, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 2004.11.27.43, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 1864.6.28.21, rostro isolado, Rio Zambeze, ('Expedição Zambeze'), Moçambique; PCA 001, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 002, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 007, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 008, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 009, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 011, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 013, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 014, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 015, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 016, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 017, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 018, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 019, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 021, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 022, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 026, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 027, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 029, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 030, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 031, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 032, rostro isolado, localidade desconhecida; PCA 033, rostro isolado, localidade

desconhecida; PCA 035, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 037, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 039, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 040, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 041, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 042, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 043, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 046, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 047, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 048, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 049, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 050, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 053, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 054, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 056, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 057, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 058, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 059, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 060, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 063, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 064, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 065, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 066, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 067, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 069, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 070, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 071, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 074, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 075, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 077, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 078, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 079, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 080, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 081, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 082, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 083, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 085, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 086, rosto isolado, localidade desconhecida; PCA 088, rosto isolado, localidade desconhecida; INPA 1, rosto isolado, 2002 (Belém, Pará) Brazil; INPA 2, rosto isolado, 2002 (Belém, Pará) Brazil; LTOOTH 1, rosto isolado, localidade desconhecida; Spec3 Pperotteti, outro isolado, localidade desconhecida; Spec5 Pmicrodon, rosto isolado, localidade desconhecida.

*Pristis pectinata* (N= 32): MCZ 89872, rosto isolado, 2/1918, Mar do Caribe, Key West, Flórida, USA; MCZ 153665, rosto isolado, localidade desconhecida; AMNH 55558, rosto isolado, 1834, Mar do Caribe, Key West, Flórida, USA; ANSP 17401, rosto isolado, antes 1878, S. W. Atlântico; MNHN 1903-427, rosto isolado, 1900, Guiana Francesa; MR 0001, rosto isolado, localidade desconhecida; MR 0020, rosto isolado, localidade desconhecida; MR 0021, rosto isolado, localidade desconhecida; MR 0022, rosto isolado, localidade desconhecida; RMNH D3096, rosto isolado, 9/1963, Tyger bank, Suriname; RMNH D3100, rosto isolado, 1965, Atlântico; RMNH D3096, rosto isolado, 9/1963, Tyger

bank, Suriname; ZMB 16106, rostro isolado, Luanda, Angola; ZMB 16108, rostro isolado, Luanda, Angola; BMNH 1945.11.12.1, rostro isolado, Mar do Caribe, Índia Ocidental; UF 48061/Z 5677, rostro isolado, 1912, Golfo do México, Anna Maria Sound, Anna Maria, Islândia, Cidade Manatee, Flórida, USA; UF (? 90379), rostro isolado, localidade desconhecida; UF (? 16608 ou 80991), rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00110324, rostro isolado, localidade desconhecida, 7/1939 ou antes; USNM 00110176, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00110177, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00110248, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00111368, rostro isolado, 10/1943, ‘Lago Nicarágua’(?), Nicarágua; USNM 00111392, rostro isolado, 1/12/1944, localidade desconhecida; USNM 00232685 (primeiro de três), rostro isolado, Golfo do México, Tarpon Springs, USA; USNM 00232685 (segundo de três), rostro isolado, Golfo do México, Tarpon Springs, USA; USNM 00232969, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM 00260348, rostro isolado, Farol do Cabo, Carolina do Sul, USA; USNM 00260350, rostro isolado, localidade desconhecida; USNM00110176, rostro isolado, localidade desconhecida; YPM 11931, rostro isolado, antes de 1913, Golfo do México, Louisiana, USA; UNCAT ZOOARCH, rostro isolado, localidade desconhecida.

*Pristis zijsron* (N= 29): YPM 14918, rostro isolado, localidade desconhecida; MNHN 1986-1077, rostro isolado, localidade desconhecida; MNHN 1888-253, rostro isolado, 1888 ou antes, Golfo da Pérsia; MNHN 1895-3, rostro isolado, 1895-3, Golfo da Tailândia, Tailândia? - Camboja?; RMNH D3076, rostro isolado, 1/1915, Surabaia, Java, Indonésia; RMNH D3077, rostro isolado, antes de 1939, localidade desconhecida; RMNH D3111, rostro isolado, localidade desconhecida; RMNH D7418 (holótipo 2), rostro isolado, Indonésia; RMNH D7418 (holótipo 3), rostro isolado, Indonésia; RMNH D7418 (holótipo 5), rostro isolado, Indonésia; MRAC 98-082-P-0001, rostro isolado, 1897 ou antes, Mar Vermelho; MRAC A4045-P-1, rostro isolado, Congo (provavelmente um erro); MR 0019, rostro isolado, localidade desconhecida; MR 0036, rostro isolado, localidade desconhecida; MR 0038, rostro isolado, localidade desconhecida; MR 0039, rostro isolado, localidade desconhecida; MCZ - 670, rostro isolado, 1800, Ilhas Fiji; BMNH 1982.9.13.8, rostro isolado, antes de 1960, Golfo da Pérsia, Mesopotâmia, Iraque; BMNH 1982.9.13.10, rostro isolado, Golfo da Pérsia; BMNH 1982.9.13.9, rostro isolado, Golfo da Pérsia, Fao (Al-Faw), Iraque; BMNH 1950.10.3.1, rostro isolado, Mar da China; BMNH 2004.11.27.26, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 2004.11.27.28, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 2004.11.27.29, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 2004.11.27.30, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 2004.11.27.31, rostro isolado, localidade desconhecida;

BMNH 2004.11.27.34, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 2004.11.27.37, rostro isolado, localidade desconhecida; BMNH 2004.11.27.42, rostro isolado, localidade desconhecida.



