

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DEPARTAMENTO DE  
GENÉTICA

**Identificação molecular de carne de cação comercializada no  
Rio Grande do Sul**

**FERNANDA ALMERÓN DE SOUZA**

Orientador: Prof. Dr. Nelson Jurandi Rosa Fagundes

Trabalho de Conclusão de Curso a ser apresentado  
ao Instituto de Biociências - UFRGS, como requisito  
parcial para obtenção do título de bacharel do curso  
de Ciências Biológicas.

Porto Alegre

2016

## **Artigo Científico**

Em preparação para submissão na revista *Fisheries Research* (FI=2.230)

## **Identificação molecular de carne de cação comercializada no Rio Grande do Sul**

Fernanda Almerón de Souza<sup>a</sup>, Pedro Ivo Campani de Castro Figueiredo<sup>a</sup>, Nelson Jurandi Rosa Fagundes<sup>a</sup>

### **Afiliação dos Autores**

<sup>a</sup> Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

### **Autor correspondente:**

Dr. Nelson Jurandi Rosa Fagundes

Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS

Avenida Bento Gonçalves, 9500, prédio 43312, sala 113, Agronomia, Porto Alegre, RS, Brasil CEP: 91501-970 - Caixa-postal: 15053

Email: [nelson.fagundes@ufrgs.br](mailto:nelson.fagundes@ufrgs.br)

Telefone: +55 (51) 3308-9826

## Resumo

A valorização de carne e subprodutos de tubarões tem aumentado gradativamente a pesca desses animais em todo o mundo. Tubarões são capturados por sua carne, fígado e, principalmente, por suas nadadeiras, consideradas o produto mais valioso dos oceanos. A prática de sobrepesca é um dos principais motivos da diminuição das populações desses animais, fazendo com que diversas espécies figurem em listas de espécies ameaçadas. No Brasil, o termo comercial “cação” é popularmente utilizado para a venda de diversas espécies de tubarões, dificultando, assim, a identificação precisa das espécies comercializadas no país. A utilização de ferramentas moleculares para identificação de espécies permite uma fiscalização efetiva da pesca ilegal de tubarões. O objetivo deste estudo foi utilizar o “código de barras de DNA” (*DNA Barcode*) para identificar as espécies de tubarões que estão sendo comercializadas sob o rótulo de “cação” no estado do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil. Trinta e uma amostras de carnes de cação foram obtidas de peixarias e de supermercados em três cidades: Porto Alegre, Imbé e Tramandaí. Após a extração de DNA, foi feita a amplificação e sequenciamento do gene mitocondrial da citocromo oxidase I (COI), considerado o “*DNA barcode*” padrão para animais. Quatorze amostras resultaram em sequências de DNA de boa qualidade. A análise das sequências revelou o comércio de cinco espécies distintas: *Prionace glauca* (tubarão-azul), *Rhizoprionodon lalandii* (cação-frango), *Galeorhinus galeus* (cação-bico-doce), *Squatina guggenheim* (cação-anjo) e *Sphyrna zygaena* (tubarão-martelo). Destas, três são consideradas ameaças em nível global, e nacional, enquanto quatro delas são consideradas ameaçadas em nível regional. Os resultados deste estudo demonstraram que espécies criticamente ameaçadas estão sendo consumidas no mercado. Dessa forma, ações preventivas, como a regulamentação de legislações de pesca, educação ambiental e conscientização do consumidor são necessárias para a proteção de espécies ameaçadas. Por fim, estudos sobre as características biológicas e populacionais dessas espécies são de fundamental importância para fornecer dados suficientes para a conservação de elasmobrânquios.

**Palavras-chave:** Tubarões, *DNA barcode*, Espécies ameaçadas, Comercialização de peixes.

## **Abstract**

The appreciation of shark meat and its subproducts has gradually increased the catching of these animals worldwide. Sharks are harvested for their meat, liver and, mainly, for their fins, which are considered the most valuable product of the oceans. Overfishing is one of the main reasons why shark populations are decreasing, leading to the presence of several species in endangered species lists. In Brazil, the commercial term “caçãõ” is popularly used for the sale of several shark species, making it difficult to identify precisely which are the shark species traded in the country. The use of molecular tools for species identification allows an effective surveillance of illegal shark fisheries. The aim of this study was using DNA barcode to identify which shark species are being commercialized under the name “caçãõ” in the state of Rio Grande do Sul, in South Brazil. Thirty- one samples of shark meat were obtained from fishmongers and supermarkets in three cities: Porto Alegre, Imbé and Tramandaí. After DNA extraction, the mitochondrial cytochrome-oxidase I (COI), which is considered the standard DNA barcode for animals, was amplified and sequenced. Fourteen samples resulted in good quality DNA sequences. Sequence analysis revealed trading for five distinct shark species: *Prionace glauca* (blue shark), *Rhizoprionodon lalandii* (brazilian sharpnose shark), *Galeorhinus galeus* (school shark), *Squatina guggenheim* (angula angel shark) e *Sphyrna zygaena* (smooth hammerhead). Of these, three are endangered at the global and national level, while four are endangered at the regional level. These results demonstrate that even critically endangered species are being traded in the market. Therefore, preventive actions, such as the regulation of fishing legislation, environmental education and increasing consumer awareness are needed for the protection of endangered species. Finally, studies focusing on the biological and population characteristics of these species are fundamental to provide sufficient data for elasmobranchs conservation.

**Key-words:** Sharks, DNA barcode, Endangered species, Fish trading

## 1. Introdução

A situação atual de caça ilegal de tubarões tem tido grande repercussão ambiental devido aos diversos efeitos negativos causados nos ecossistemas marinhos ao redor do mundo (Pauly *et al.*, 2013, Worm *et al.*, 2013). A prática de sobrepesca de tubarões diminuiu consideravelmente as populações destes predadores de topo, sendo especialmente preocupante pelo fato destes animais desempenharem um papel-chave nos ecossistemas marinhos, podendo, portanto, afetar a diversidade marinha local (Bornatowski *et al.*, 2014a; Gallagher *et al.*, 2012; Heithaus *et al.*, 2008). Outros fatores de história de vida como a baixa fecundidade, longevidade e maturação tardia fazem com que os tubarões sejam especialmente suscetíveis e sensíveis a uma diminuição populacional, aumentando a possibilidade de extinção entre estes animais, tendo em vista que a capacidade de reposição populacional é bastante reduzida (Bornatowski *et al.*, 2014b).

Em 1999, a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) lançou um plano de ação internacional para a conservação e manejo de tubarões, reconhecendo o potencial de ameaça aos tubarões (Vannuccini, 1999). No entanto, uma grande parte das espécies ainda se encontra sobre-explorada ou ameaçada de exploração (Cosandey-Godin & Morgan, 2011). Isso deve-se, em parte, porque as regras de manejo de tubarões variam muito entre países, por tais regras serem consideradas como de baixa prioridade, por estarem em estágios iniciais de implantação, ou até mesmo pela sua inexistência (Camhi *et al.*, 2009). De acordo com FAO (2016), a captura mundial de tubarões no ano de 2014, por exemplo, foi de 790.000 toneladas. Desde o ano de 2000, o Brasil foi considerado um dos seis países com maior incidência de captura de elasmobrânquios (Lack & Sant, 2006). Além do mais, a pesca brasileira realizada na região costeira sul-sudeste apresentou, em 2006, um volume de pesca extrativa correspondente a 54% da produção bruta nacional, ultrapassando 280 mil toneladas de pesca extrativa marinha (Mendonça, 2010). Outro problema, além da pesca extrativa, é o chamado “bycatch”, também conhecido como pesca acidental, incidental ou acessória. De acordo com WWF (2016) a captura acidental de pescados compõe cerca de 40%

da pesca mundial, onde indivíduos sem interesse comercial são atirados de volta ao mar, mortos ou mutilados, morrendo posteriormente.

Pode-se dizer que o início da caça de tubarões foi em grande parte devido ao extenso uso de suas nadadeiras, consideradas os produtos mais valiosos dos oceanos (Gallagher & Hammerschlag, 2011). De 2000 a 2011, o comércio de carne de tubarão aumentou 42% (Dent & Clark, 2015), sendo, em 2011, o Brasil o maior importador de carne de tubarão do mundo (FAO, 2015). Atualmente, carcaças de tubarões, já desprovidas de nadadeiras, acabam sendo comercializadas no mercado de alimentos de forma fraudulenta, chegando irregularmente às prateleiras de supermercados e mesas de restaurantes (Holmes *et al.*, 2009).

A detecção de substituição de espécies tornou-se de fundamental importância dentro da indústria de alimentos, havendo uma crescente necessidade de testes rápidos, confiáveis e baratos para a verificação de espécies de peixes comerciais (Rasmussen & Morrissey, 2008). A identificação de espécies também assegura que informações corretas cheguem ao consumidor, de forma que este possa realizar trocas comerciais honestas e regulamentadas (Martinez *et al.*, 2005; Moretti *et al.*, 2003). A semelhança morfológica entre diferentes espécies de tubarões dificulta sua correta identificação, já que durante o processo de pesca esses animais são descabeçados e eviscerados ainda no mar (Kotas *et al.*, 2008). Desta forma, o uso de ferramentas moleculares de identificação de espécies mostra-se extremamente útil como ferramenta de controle e fiscalização do mercado pesqueiro, principalmente na análise de filés vendidos em estabelecimentos comerciais.

### **1.1. Utilização do termo “cação”**

No Brasil, o termo popular “cação” é comumente utilizado para a venda de diversas espécies de tubarões. De acordo com Neto (2013), 21 espécies podem ser vendidas com o nome comum “cação”, entre elas algumas conhecidas como: tubarão martelo, tubarão azul, tubarão tigre, tubarão cabeça-chata, tubarão de galápagos e tubarão-galha-preta. A carne de “cação” é muito popular, principalmente pelo seu baixo preço, além de chamar atenção por ser um “peixe sem espinho”. Adicionalmente, denominações como “filé de anjo” e “caçonete”

também são comumente utilizadas para a venda de carnes de tubarões (Bornatowski, 2007).

Segundo Bornatowski *et al.* (2015), consumidores de frutos do mar frequentemente não têm conhecimento de que carne de cação é um sinônimo para carne de tubarões em geral ou até mesmo de raias. Pessoas comumente denominam “cação” como “alguma espécie de peixe”, ou “uma raça específica de tubarão” ou até “uma raça de tubarão de porte pequeno” (Bornatowski *et al.*, 2015). O termo já é tão comumente utilizado no país, que supermercados, peixarias e restaurante rotulam carnes de tubarão como “cação”.

Confusões como estas dificultam que os efeitos negativos do consumo de pesca de tubarões sejam mitigados (Bornatowski *et al.*, 2015). Torna-se mais difícil informar ao consumidor se o produto que está sendo comprado pertence a uma espécie que é ameaçada ou ilegal. E isso ocorre, principalmente, no caso da venda de carne de “cação”, que além de poder ser uma variedade de espécies, na maioria das vezes, o produto é fatiado antes de ser vendido, dificultando a identificação morfológica (Bornatowski *et al.*, 2015).

## **1.2. Utilização do DNA Barcode para identificação de espécies**

O DNA Barcode é uma ferramenta que tem sido amplamente utilizada para autenticação, avaliação de segurança de frutos do mar e identificação da vida selvagem e conservação (Rodrigues-Filho *et al.*, 2012). Estudos com diferentes tipos de animais já estabeleceram a eficácia desta ferramenta na identificação de espécies (Meyer & Paulay, 2005).

O conceito de “código de barras de DNA” (DNA barcode) se baseia na possibilidade de identificar espécies a partir da utilização de um pequeno fragmento de DNA de uma região padronizada do genoma (Hebert *et al.* 2003). Na prática a região escolhida como código de barras para animais foi um trecho de 650 pares de bases da extremidade 5' do gene mitocondrial Citocromo Oxidase subunidade I (COI ou Cox 1), (Meyer & Paulay, 2005); Hajibabaei *et al.*, 2007). A vantagem desta técnica está no aumento da eficiência, velocidade e objetividade na identificação de táxons (Meyer & Paulay, 2005).

Este instrumento tem possibilitado identificar possíveis fraudes na indústria de alimentos ao redor do mundo (Galimberti *et al.*, 2013). De acordo com Lowenstein *et al.* (2010), por exemplo, esta ferramenta foi extremamente importante e precisa para revelar a presença de espécies ilegais em sushis de diferentes restaurantes dos Estados Unidos. Outro exemplo é o estudo de Carvalho *et al.* (2011), no qual 80% das amostras analisadas revelaram uma rotulagem incorreta para produtos de pesca vendidos em Belo Horizonte sob o nome comum *surubim*. Finalmente, o estudo realizado por Ussami (2015) revelou 11 espécies diferentes de tubarões capturadas e comercializadas na região do Litoral de São Paulo graças à utilização do gene mitocondrial COI.

Desta forma, o presente estudo tem por objetivo identificar, em nível de espécie, amostras de carne de “caçãõ” comercializadas em três municípios do estado do Rio Grande do Sul, na região sul do Brasil, através da utilização do “código de barras de DNA”, bem como discutir a implicação desses achados para sua conservação.

## **2. Metodologia**

### **2.1. Coleta de Dados e Extração de DNA**

Trinta e uma amostras de carnes de caçãõ foram obtidas de pequenas peixarias e de grandes redes de supermercados das cidades de Porto Alegre, Imbé e Tramandaí, no estado do Rio Grande do Sul, sendo coletadas em agosto e em outubro de 2016. Uma pequena porção de cada amostra (cerca de 25 µg) foi removido e preservado em etanol 95%. Produtos denominados como “caçãõ”, “caçonete” e “filé anjo” foram incluídos na coleta. O nome da espécie como declarado no rótulo e/ou o nome da espécie designado pelo vendedor foram anotados, quando informados, juntamente com o tipo de amostra (fresca ou congelada). Comentários gerais dos vendedores sobre a procedência das amostras também foram registrados.

As amostras de tecido foram maceradas e em seguida foi realizada a extração do DNA através do método *CTAB* (Doyle, 1987). Para verificar a qualidade da



extração, a concentração e a pureza do DNA das amostras foram quantificadas em espectrofotômetro NanoDrop 8000.

## 2.2. Amplificação por PCR e Sequenciamento do DNA

As amplificações foram realizadas através da técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), utilizando os pares de *primers* específicos para “peixes” FishF2 - 5' TCGACTAATCATAAAGATATCGGCAC 3' e FishR2 - 5' ACTTCAGGGTGACCGAAGAATCAGAA 3' (Ward *et al.* 2005), desenhados para amplificar *um fragmento* de aproximadamente 650pb do gene mitocondrial COI.

A reação de PCR foi realizada com 0,4µM de cada dNTP, 1,5mM de MgCl<sub>2</sub>, 0,5µM de cada *primer*, 1U de Taq polimerase, e 40ng de DNA, em um volume final de 20µL de reação. A reação de amplificação ocorreu após uma desnaturação inicial a 94°C por 5 min, seguida de 10 ciclos de 94°C por 1min, 55°C (diminuindo 0,5°C a cada ciclo) por 1 min e 72°C por 1min30s, seguido de 30 ciclos adicionais de 94°C por 1min, 50°C por 1 min e 72°C por 1min30s. Foi feito ainda um passo de extensão final por 5 min a 72°C.

A qualidade do produto de PCR foi verificada por eletroforese em gel de agarose 1% corado com GelRed. O produto de PCR foi purificado enzimaticamente com exonuclease I e *shrimp alkaline phosphatase* (ExoI e SAP). O sequenciamento do DNA foi conduzido pela empresa LudWig em ambas direções pelo método de Sanger.

## 2.3. Identificação das Espécies

Os cromatogramas foram inspecionados visualmente, e as sequências de consenso foram geradas utilizando o programa Geneious (<http://www.geneious.com/>). Para alinhamento e edição das sequências, foi utilizado o programa BioEdit (Hall, 1999). Sequências de espécies candidatas depositadas no GenBank para o gene COI também foram utilizadas no alinhamento. Para a composição do banco de dados de referência, foram utilizadas as espécies encontradas no desembarque de Imbé nos anos de 2011 e 2012 (Sampaio, 2013),

juntamente com as espécies que poderiam vir a ser encontradas de acordo com as denominações e/ou suposições anunciadas pelos vendedores de qual seria a espécie do produto vendido, ou por representarem espécies importantes na pesca industrial. No total, foram utilizadas 16 sequências do Genbank de quatorze espécies de tubarões para a comparação com as amostras obtidas, uma vez que para algumas espécies, espécimes de diferentes bacias oceânicas foram representados.

Para a identificação das espécies, foi estimada uma árvore de Neighbor-Joining (NJ) (Saitou & Nei, 1980) no programa MEGA 7.0 (Kumar *et al.*, 2016), utilizando o modelo de substituição nucleotídica Kimura-2-parâmetros (K2P), bem como a análise da matriz de distâncias K2P e distância-p par-a-par original (Barbosa, 2012). A confiança dos agrupamentos foi estimada a partir de 1000 réplicas de *bootstrap*.

### 3. Resultados

Das 31 amostras coletadas, 14 foram amplificadas com sucesso, sequenciadas e comparadas às sequências do GenBank. Todas as 14 foram identificadas em nível específico, representando cinco espécies de tubarão: *Prionace glauca* (Tubarão-azul), *Rhizoprionodon lalandii* (Cação-frango), *Galeorhinus galeus* (Cação-bico-doce), *Squatina guggenheim* (Cação-anjo) e *Sphyrna zygaena* (Tubarão-martelo) (Tabela 1, Figura 1).

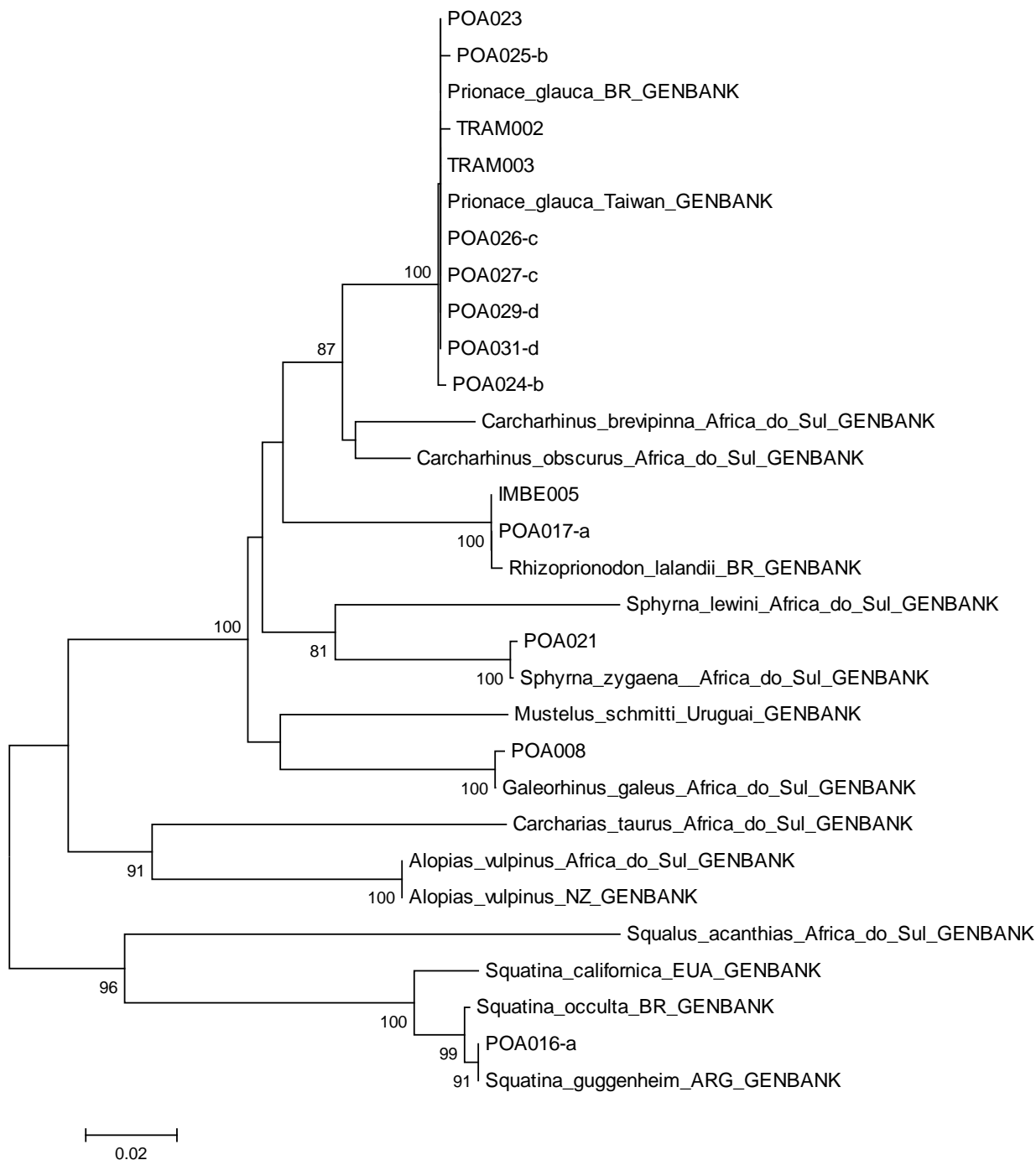
Das cinco espécies encontradas no estudo, três encontram-se em estado de ameaça segundo a IUCN: *G. galeus*: vulnerável (VU), *S. guggenheim*: em perigo (EN) e *S. zygaena*: vulnerável (VU). As mesmas três espécies estão em estado de ameaça segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio 2016), porém apresentando estados de conservação diferentes dos da IUCN, uma vez que *G. galeus*, *S. guggenheim* e *S. zygaena* constam como criticamente em perigo (CR). Finalmente, quatro espécies possuem algum estado de ameaça segundo a lista vermelha de espécies do estado do Rio Grande do Sul: *G. galeus*, *S. guggenheim* e *S. zygaena* como criticamente em perigo (CR) e *P. glauca* como vulneráveis (VU) (Tabela 2).

**Tabela 1**

Espécies identificadas pelo gene mitocondrial COI a partir de sequências do GenBank (<http://www.geneious.com/>).

<b>*Amostra</b>	<b>Identificação no ato da aquisição</b>	<b>Espécie encontrada</b>
TRAM002	Cação	<i>Prionace glauca</i>
TRAM003	Cação	<i>Prionace glauca</i>
IMBE005	Caçonete	<i>Rhizoprionodon lalandii</i>
POA008	Cação-anjo	<i>Galeorhinus galeus</i>
POA016-a	Cação-anjo	<i>Squatina guggenheim</i>
POA017-a	Cação	<i>Rhizoprionodon lalandii</i>
POA021	Cação	<i>Sphyrna zygaena</i>
POA023	Cação-azul	<i>Prionace glauca</i>
POA024-b	Cação-azul	<i>Prionace glauca</i>
POA025-b	Cação-azul	<i>Prionace glauca</i>
POA026-c	Cação-azul	<i>Prionace glauca</i>
POA027-c	Cação-azul	<i>Prionace glauca</i>
POA029-d	Cação-azul	<i>Prionace glauca</i>
POA031-d	Cação-azul	<i>Prionace glauca</i>

\*Letras maiúsculas referentes ao local de amostragem, números indicando a amostra e as letras iguais referentes a amostras coletas em um mesmo local.



**Figura 1.** Árvore de neighbor-joining com distância Kimura-2-parâmetros para sequências de COI de aproximadamente 650pb e deleção completa. A confiança dos agrupamentos foi estimada com 1000 replicações de *bootstrap*. Apenas valores de *bootstrap* acima de 70% são mostrados na figura.

**Tabela 2.**

Espécies ameaçadas encontradas e respectivos estados de ameaça mundial, nacional e regional.

Espécie encontrada	Nome comum <sup>a</sup>	IUCN <sup>b</sup>	ICMBio <sup>c</sup> (2014)	RS <sup>d</sup> (2014)
<i>Galeorhinus galeus</i>	caçã-bico-doce	VU(2006)	CR	CR
<i>Prionace glauca</i>	tubarão azul, caçã azul, mole-mole	NT(2009)	NT	VU
<i>Rhizoprionodon lalandii</i>	caçã-frango	DD(2004)	NT	NA
<i>Sphyrna zygaena</i>	tubarão-martelo liso, tubarão-martelo, cambeva-preta	VU(2005)	CR	CR
<i>Squatina guggenheim</i>	caçã-anjo espinhudo, caçã-anjo, peixe-anjo	EN(2007)	CR	CR

<sup>a</sup>Lista de espécies ameaçadas (ICMBio 2016). <sup>b</sup>Estado de conservação mundial da população de acordo com os critérios da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN 2016): (CR) criticamente em perigo; (EN) em perigo; (VU) vulnerável; (NT) quase ameaçado; (DD) dados insuficientes e (NA) não aplicável. <sup>c</sup> Estado de conservação da população de acordo com a lista vermelha de espécies do Brasil (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), presente na Portaria MMA nº 445 de 2014. <sup>d</sup> Estado de conservação de acordo com a lista vermelha de espécies do Rio Grande do Sul (Fundação Zoobotânica e Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável) (Decreto N.º 51.797).

Além disso, pela denominação “caçã” se referir a várias espécies de tubarão diferentes, o nome genérico informado no ato da compra não permitiu a identificação de possíveis erros de rotulagem, apenas na amostra POA008 em que há uma variação no tipo de caçã informado pela peixaria, pois o produto foi vendido como “filé de Anjo” (caçã-anjo), porém a amostra foi identificada como caçã-bico-doce.

## 4. Discussão

### 4.1. Representatividade do banco de dados

Nossos resultados mostraram que todas amostras puderam ser associadas a alguma espécie do banco de referência com uma distância genética muito baixa (Figura 1), não havendo ambiguidades na árvore de neighbor-joining. Entretanto, algumas espécies mostraram um valor de distância baixo entre si. Por exemplo, o valor de distância entre as sequências de *S.* e a amostra POA016-a foram muito próximas. Embora a mesma tenha sido idêntica à sequência de referência de *S. guggenheim*, sendo, portanto, associada a essa espécie, sua distância com *Squatina occulta* foi de 0,004 e com *Squatina californica* 0,027. Esses valores

demonstram que o sucesso da estratégia de barcode requer uma boa representatividade de espécies de referência. Por exemplo, essa amostra poderia ser erroneamente associada a *S. occulta* caso *S. guggenheim* não estivesse no banco de dados. Esses resultados ilustram a dependência da técnica de DNA barcodes a bancos de dados representativos (Gonçalves, 2009; Ortiz, 2010)

A grande maioria das amostras identificadas como *Prionace glauca* foi adquirida congelada, enquanto que as amostras que foram identificadas como outras espécies estavam frescas no ato da aquisição, o que sugere que com exceção de *P. glauca*, as demais espécies podem ter sido capturadas na costa do estado do Rio Grande do Sul, ou em áreas próximas.

## **4.2. Espécies encontradas, populações e suas ameaças**

### **4.2.1. *Prionace glauca***

Trata-se de uma espécie de distribuição cosmopolita (Compagno, 1984). Sua principal ameaça é o mercado de nadadeiras. De acordo com Dulvy *et al.* (2003) o tubarão azul é a espécie mais frequentemente capturada no mundo, representando 56% da captura total de tubarões pelágicos (45087t), especialmente por pescas industriais em que a espécie-alvo é o atum ou o espadarte (Camhi *et al.*, 2009). O número elevado pode ser explicado pela grande demanda de suas nadadeiras no mercado asiático. *P. glauca* foi a espécie mais utilizada no ano de 2008 para este fim, estimando-se que 10,7 milhões de indivíduos sejam mortos anualmente para o comércio mundial de nadadeiras (Cosandey-Godin, 2011).

Historicamente, esta espécie não era muito utilizada na indústria alimentícia, sendo comumente descartada quando capturada por pesca acidental. (Camhi *et al.*, 2009). No entanto, depois da demanda de mercado das nadadeiras de tubarões e os altos valores pagos por elas, estes animais começaram a ser capturados com maior frequência para a retirada das mesmas, sendo os indivíduos retornados ao mar vivos ou mortos (Domingues, 2011). Embora a carne de cação-azul não seja a preferida para consumo em razão de seu sabor forte e textura, ela está entre os tubarões mais consumidos ao redor

do mundo (Rose, 1996). Esta espécie é muito encontrada à venda em supermercados brasileiros, principalmente na forma congelada. De 14 amostras analisadas neste estudo, 9 amostras foram identificadas como *Prionace glauca* (Tabela 1). Recentemente, com o propósito de cumprir os mandados de utilização completa dos indivíduos capturados, novos mercados para a carne e outros produtos de tubarão azul têm se desenvolvido (Camhi *et al.*, 2009).

Apesar das populações de *P. glauca* não serem consideradas ameaçadas em sua área geral de distribuição, houve um declínio da captura por unidade de esforço (CPUE) de aproximadamente 40% em uma parcela de grande abundância desta espécie nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Segundo ICMBio (2016), este declínio estaria diretamente associado às capturas de indivíduos em áreas de berçário, podendo provocar declínios futuros significativos às populações do Atlântico Sul.

#### **4.2.2. *Sphyrna zygaena***

A espécie de ampla distribui-se em água tropicais e temperadas do mundo, ocorrendo no Brasil desde o Piauí até o sul do Brasil (Compagno, 1984). As principais ameaças envolvem as pressões de pesca que ocorrem sobre todas as fases e ciclos de vida desses animais. Pelas redes de emalhe e arrasto que capturam nascituros e juvenis na plataforma continental e pelas redes de emalhe e espinhel que capturam indivíduos adultos na plataforma continental e águas oceânicas. (Kotas, 2004; Kotas *et al.*, 2005; Vooren *et al.*, 2005). A pesca predatória de *Sphyrna* sp. tem como principal objetivo, a obtenção de nadadeiras que possuem os mais altos valores do mercado internacional (Amorim *et al.*, 2011).

Tubarões martelos estão entre as espécies atualmente mais pescadas em redes de emalhe de fundo no Sul do Brasil, sendo *S. zygaena* a terceira espécie mais pescada em Imbé nos anos de 2011 e 2012 (Sampaio, 2013). Porém, a pesca predatória do sul do Brasil costuma capturar mais espécimes de *S. lewini* do que de *S. zygaena*, sendo este último apenas 20% das capturas com “cação-martelo” ou “caçonete” como espécie-alvo (ICMBio, 2016).

#### **4.2.3. *Rhizoprionodon lalandii***

Espécie de tubarão tropical costeira que ocorre na costa leste da América do Sul, se estendendo desde a Venezuela até o sul do Brasil, em Santa Catarina, não sendo encontrada no Rio Grande do Sul (Lima *et al.*, 2010). A espécie é comumente capturada ao longo de sua distribuição, sendo a pesca incidental de redes de arrasto e sobrepesca costeira artesanal com redes de emalhe de fundo as suas principais ameaças, além de outros fatores como a poluição da água que tem destruído seu habitat (ICMBio, 2016). Possui poucos estudos populacionais, dificultando, assim, a conservação da espécie (IUCN, 2016).

Os tubarões desta espécie também foram muito pescados no estado do Maranhão na década de 80, sendo considerado um dos elasmobrânquios mais importantes na pesca artesanal do estado, porém a partir de década de 90, é raramente capturada nesta região (ICMBio, 2016), estimando-se um declínio populacional de aproximadamente 90% nesta população. Apesar de dados sobre a existência de populações abundantes em determinadas pontos da sua distribuição, acredita-se que há um declínio significativo nas populações brasileiras de *R. lalandii*, principalmente devido ao alto número de capturas de indivíduos neonatos, jovens e fêmeas prenhes ocorrendo no estado de São Paulo e outras localidades (Andrade *et al.*, 2008; Motta *et al.*, 2005)

#### **4.2.4. *Squatina guggenheim***

Espécie de tubarão endêmica do sudoeste Atlântico que habita fundos sedimentares lisos da plataforma continental (ICMBio, 2016), ocorrendo do Rio de Janeiro até a Argentina. Está listada como ameaçada no Brasil, Uruguai e Argentina, possuindo um grande interesse comercial, por ser uma carne muito apreciada para o consumo, o “filé anjo”. Populações desta espécie têm diminuído simultaneamente ao grande aumento de pesca direcionada a “cações-anjo” com redes de arrasto simples (Miranda & Vooren, 2003). A estimativa do declínio da abundância de *S. guggenheim* foi de 80 a 90% desde a década de 80, em toda a área de distribuição no Brasil e na Argentina, sendo a pesca de *Squatina* sp., na porção sul do Brasil nos anos de 1983 a 1993, a maior exploração de cações- anjos jamais registrada no



mundo (Miranda & Vooren, 2003). Embora a pesca de cações-anjo (*Squatina spp.*) seja proibida no Brasil desde 2004, as pescarias desmedidas de grandes indústrias de pesca acabam dificultando proteção dessas espécies, devido à captura incidental na pesca multiespecífica com redes de arrasto (Falcão *et al.*, 2014).

#### **4.2.5. *Galeorhinus galeus***

Espécie que apresenta distribuição global associada ao litoral e fundo de áreas temperadas (Compagno, 1984). Esta espécie é pescada em todos os locais de sua ocorrência para aproveitamento de sua carne, óleo e nadadeiras, sendo listado como ameaçado pela IUCN em quase todos os continentes (IUCN, 2016). Sua população sofreu um grande declínio entre os anos de 1936 e 1944 na porção leste do oceano pacífico norte, porém, com o desenvolvimento da vitamina A sintética, sua pesca foi rapidamente reduzida (Vannuccini, 1999).

Por mais que se saiba sobre o declínio das populações desta espécie na costa sul-americana, a população de *G. galeus* está exposta a uma pesca intensiva sem restrições (IUCN, 2016). Em locais como o Brasil e o Uruguai, os declínios tais, que a CPUE (captura por unidade de esforço) caiu para valores próximos ao zero, mostrando, assim, um grau muito baixo da abundância destes animais na parte sul oceânico atlântico (ICMBio, 2016). Com o aumento da pressão de pesca, as populações de *G. galeus* ficam altamente vulneráveis, já que pelas características de suas etapas da vida, estes tubarões acabam sendo capturados por “bycatch” pela pesca de emalhe e arrasto de fundo de “cação e caçonete”, ou também por redes de menor tamanho (ICMBio, 2016). No sul da África a pesca de tubarões está desregulada, demonstrando os motivos pelos quais esta espécie encontra-se vulnerável nesta região (Camhi *et al.*, 2009).

Das 12 espécies protegidas diretamente pelo PAN (Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção), duas foram identificadas neste estudo: *S. guggenheim* e *Galeorhinus galeus*; além de *S. zygaena* e *P. glauca* que, apesar de não protegidas diretamente pelo PAN Tubarões, beneficiam-se pelas ações previstas para espécies sobre exploradas ou ameaçadas de sobre-exploração. Outras ameaças decorrentes de efeitos globais, como a degradação de seu habitat, poluição e a elevação da temperatura dos oceanos,

também podem afetar diretamente os tubarões ao alterar, por exemplo, os padrões das correntes marinhas por onde esses animais se deslocam (Simpfendorfer *et al.*, 2011).

#### **4.3. Estado de conservação das espécies**

Apesar de atualmente não entrarem na categoria de ameaçadas segundo o ICMBio (2016), *R. lalandii* e *P. glauca* são espécies que têm potencial risco de passarem à categoria de ameaçadas num futuro próximo (NT), principalmente em função da intensa pressão de pesca em algumas regiões de suas ocorrências. No caso de *R. lalandii*, seu status é NT para o Brasil, aproximando-se da categoria VU, sob os critérios da IUCN (IUCN, 2016). Por este motivo, suspeita-se que as populações de *R. lalandii* sofreram um declínio próximo de 30% no Brasil como um todo (ICMBio, 2016).

É interessante notar que ambas espécies *R. lalandii* e *P. glauca* que não estão avaliadas na IUCN como ameaçadas, na verdade possuem dados deficientes para uma avaliação mais profunda, não refletindo, portanto, que suas populações tenham tamanhos sustentáveis a longo prazo. Segundo a própria IUCN, “uma espécie categorizada como DD não deve ser tratada como não ameaçada” (ICMBio, 2013).

Também é importante perceber (Tabela 2) que o estado de conservação regional das espécies encontradas é mais rigoroso que os demais, principalmente em comparação com o estado de conservação mundial, onde todos os status de ameaça divergem entre as espécies. O principal problema da aplicação dos critérios de avaliação da conservação de elasmobrânquios é a falta de dados da população desse grupo, como, por exemplo, outras informações da biologia das espécies. Estudos científicos populacionais normalmente possuem registros pontuais ou com enfoque regional, dificultando, assim, a avaliação de suas populações em um âmbito global (ICMBio, 2016). Adicionalmente, é importante notar que tanto o status regional quanto o nacional são mais recentes que o status mundial.

#### 4.4. Pressão de pesca

Entre as principais ameaças nas zonas oceânicas, a pesca industrial é a que mais se destaca. Para capturar espécies-alvo com maior eficiência, práticas como redes de emalhe e espinhel são as técnicas mais utilizadas em alto mar, apesar de insustentáveis e predatórias (Sampaio, 2013). Pescas como emalhe de superfície, por exemplo, possuem uma grande biomassa capturada, com uma grande maioria composta por neonatos com menos de 60 cm. A maioria das capturas incidentais de tubarões em Imbé nos anos de 2011 e 2013 foi de indivíduos ainda imaturos (Sampaio, 2013). Esta sobrepesca de indivíduos jovens diminui a capacidade de resiliência desse grupo de animais devido suas características de crescimento lento, baixa fecundidade e maturação tardia (Kotas, 2004). Pescas em áreas de berçários ou de fêmeas grávidas também comprometem o recrutamento desses animais, afetando quantitativamente sua população (Kotas, 2004). Já na zona costeira, o arrasto é a técnica mais problemática em relação a capturas de espécies por “bycatch”, por incluir tubarões jovens e indivíduos sem valor comercial e degradar significativamente os substratos marinhos (ICMBio, 2016)

Todas as espécies encontradas neste estudo apresentam ameaças relativas ao consumo de pesca, principalmente pela pesca incidental (“bycatch”) de grandes embarcações. O estudo realizado por Stevens *et al* (2000) estimou que a pesca incidental ou acidental poderia ser responsável por até 50% de todos os desembarques de tubarão. Isso sem contar os inúmeros indivíduos que são eviscerados em alto mar, por conta de suas nadadeiras, e nem chegam nos portos, sendo jogados em alto mar novamente (Stevens *et al.*, 2000). Durante a amostragem do trabalho de Sampaio (2013) no município de Imbé (RS), 16,37% do total de pescados capturados foi representado por elasmobrânquios, incluindo 12 espécies de tubarões diferentes, mesmo que o esforço de pesca não tivesse elasmobrânquios como espécie-alvo. Devido a isso, além de reduzir a pesca direta dos tubarões, mostra-se de fundamental importância o foco em se reduzir também a pesca indireta desses indivíduos (Stevens *et al.*, 2000). Campanhas de pescas industriais de atum, espadarte e/ou camarão, por exemplo, estão entre as principais causas de captura acidental de tubarões (Stevens *et al.*, 2000).

No estudo de Campana *et al.* (2009), sugere-se que de 57000 toneladas pescadas no Atlântico Norte por espinhel pelágico por ano, 20000 toneladas são relativas à devolução desses animais mortos, correspondendo em um valor de cerca de 860000 tubarões azuis. Pode-se, então, perceber que a mortalidade por descarte deve ter dobrado a estimativa total de mortalidade por pesca desses animais. Evidenciando como a população de *P. glauca* pode estar diminuindo (Campana *et al.*, 2009).

#### **4.5. Legalidade e papel do consumidor**

Entre as amostras analisadas neste estudo, a grande maioria identificada como *P. glauca*, foi adquirida em supermercados de Porto Alegre. Estes resultados mostraram-se dentro do esperado, já que recentemente a Justiça Federal estabeleceu a obrigatoriedade da inclusão de nome vulgar, nome científico e local de procedência dos pescados que forem comercializados como “caçãõ” pelos supermercados Nacional Bela Vista e Carrefour Passo D’Areia desta mesma cidade (Ministério Público Federal, Processo nº 5026579-05.2011.404.7100). Assim, por questões de logística, os outros supermercados das mesmas linhas também acabam por seguir as mesmas regras estabelecidas para estes locais em específico.

Atualmente não há legislação regulamentada em vigor no Brasil sobre a ilegalidade da pesca de espécies ameaçadas devido ao conflito corrente entre a indústria da pesca e o Ministério do Meio Ambiente. Portanto, não se pode afirmar se as espécies encontradas neste estudo foram capturadas e comercializadas de modo ilegal ou não. Por exemplo, *Squatina sp.* (caçãõ-anjo) teve sua pesca estritamente proibida desde 2005, quando foi declarado seu estado de ameaça de extinção. Entretanto, esse entendimento mudou em setembro de 2016 (MMA - Deliberação CONABIO nº 37, de 30 agosto de 2005). De qualquer forma, os resultados deste estudo demonstram que a pesca atual afeta espécies criticamente ameaçadas que estão sendo consumidas no mercado, o que reitera a importância em se reestabelecer a devida proteção legal dessas espécies.

Nomear comercialmente qualquer espécie de tubarão meramente como “cação” pode impor grandes barreiras às medidas de conservação desse grupo, permitindo o consumo inadvertido de espécies protegidas (Jacquet e Pauly, 2008). Ainda assim, por mais que a legislação venha a proteger espécies ameaçadas, a demanda por produtos oriundos de tubarões é o que efetivamente movimentou o mercado consumidor. Devido a isso, é importante ressaltar a importância do papel do consumidor na proteção deste grupo vulnerável. Bornatowski *et al.* (2015) informam que em um supermercado de Curitiba, 61% dos entrevistados alegaram que comiam carne de cação, mas não de tubarão. Adicionalmente, 69% dos entrevistados falaram que não sabiam que, ao menos, ¼ dos elasmobrânquios estão sob ameaça de extinção. Visto isso, fica evidente que a população que consome estes produtos não está esclarecida tanto sobre o que está consumindo, como qual o atual status de conservação dos tubarões.

Por isso, faz-se também necessário o trabalho de educação ambiental com a população, agregando os consumidores de pescados à proteção dessas espécies vulneráveis. Ao se informar e perguntar nos locais de venda de pescados quais são as espécies que estão sendo vendidas, quais os problemas da venda e do consumo da carne de tubarão.

## **5. Limitações**

Naturalmente, o tipo de estudo realizado no presente trabalho sempre se beneficiará de um maior tamanho amostral bem como de uma maior abrangência da área de estudo ou de uma sazonalidade na rotina e coletas, o que permitiria a eventual identificação de novas espécies, bem como de uma melhor compreensão do padrão de captura de tubarões que abastece o mercado regional.

## **6. Conclusão**

O método DNA Barcorde mostrou-se uma alternativa rápida para identificação de tubarões tanto para fins de conservação e ecologia como de fiscalização de pesca ilegal desses animais. Além da conscientização dos consumidores, a curto prazo

deve-se aplicar o princípio da precaução, que estabelece tomadas de ações de forma preventiva, como a regulamentação de legislações de pesca que protejam as espécies, suspendendo a captura e comercialização de espécies ameaçadas, juntamente com a fiscalização de grandes barcos pesqueiros. No entanto, é importante ressaltar que somente impor uma lei que impede a pesca de determinadas espécies que estão sobre-exploradas, mas não fazer um trabalho ambiental com a comunidade pesqueira, principalmente com as futuras gerações, não é algo efetivo para a proteção dessas espécies.

Mais estudos sobre as características biológicas e populacionais dessas espécies são de fundamental importância para fornecer dados para uma melhor conservação de elasmobrânquios. Finalmente, é de extrema importância que se tenha uma proteção efetiva de espécies ameaçadas, pois “a biodiversidade é um bem comum essencial para a sobrevivência da humanidade na Terra. E seu valor intrínseco e extrínseco tem sido amplamente reconhecido por governos e sociedade civil em diversos acordos internacionais.” (Peres *et al.* 2012).

## 7. Referências

- Andrade, A. C., Silva-Junior, L. C., & Vianna, M., 2008. Reproductive biology and population variables of the Brazilian sharpnose shark *Rhizoprionodon lalandii* (Müller & Henle, 1839) captured in coastal waters of southeastern Brazil. *Journal of Fish Biology*, 72(3), 473-484.
- Amorim, A. F., Della-Fina, N., & Piva-Silva, N., 2011. Hammerheads sharks, *Sphyrna lewini* and *S. zygaena* caught by longliners off Southern Brasil 2007-2008. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 66(5), 2121-2133.
- Barbosa, L. M., 2012. Filogenia e identificação de roedores Sigmodontinae através de marcadores moleculares: avaliação do código de barras de DNA.
- Bornatowski, H., Braga, R. R., Kalinowski, C., & Vitule, J. R. S., 2015. “Buying a Pig in a Poke”: The Problem of Elasmobranch Meat Consumption in Southern Brazil. *Ethnobiology Letters*, 6(1), 196-202. Dissertação de Doutorado pela Universidade Federal do Rio Grande de Sul.

- Bornatowski, H., Costa, L., Robert, M. C., & Pina, J. V., 2007. Hábitos alimentares de tubarões-martelo jovens, *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae), no litoral sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 7(1), 213-6.
- Bornatowski, H., Navia, A. F., Braga, R. R., Abilhoa, V., & Corrêa, M. F. M., 2014a. Ecological importance of sharks and rays in a structural foodweb analysis in southern Brazil. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 71(7), 1586-1592.
- Bornatowski, H., Braga, R. R., & Vitule, J. R. S., 2014b. Threats to sharks in a developing country: the need for effective simple conservation measures. *Natureza & Conservação*, 12(1), 11-18.
- Camhi, M. D., Valenti, S. V., Fordham, S. V., Fowler, S. L., & Gibson, C., 2009. The conservation status of pelagic sharks and rays: Report of the IUCN shark specialist group pelagic shark red list workshop. *IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group*. Newbury, UK. x+ 78p.
- Campana, S. E., Joyce, W., & Manning, M. J., 2009. Bycatch and discard mortality in commercially caught blue sharks *Prionace glauca* assessed using archival satellite pop-up tags. *Marine Ecology Progress Series*, 387, 241-253.
- Carvalho, D. C., Neto, D. A., Brasil, B. S., & Oliveira, D. A., 2011. DNA barcoding unveils a high rate of mislabeling in a commercial freshwater catfish from Brazil. *Mitochondrial DNA*, 22(sup1), 97-105.
- Compagno, L. J., 1984. FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date, pt. 2: Carcharhiniformes, v. 4: (2).
- Cosandey-Godin, A., & Morgan, A., 2011. Fisheries bycatch of sharks: options for mitigation. *PEW Ocean Science Division, Pew Environment Group*, Washington, DC.
- Decreto N.º 51.797, de 8 de Setembro de 2014. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2051.797.pdf>. (Acessado em: 15/10/16)
- Dent, F., & Clarke, S., 2015. State of the global market for shark products. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 590.

- Doyle, J. J., 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem bull*, 19, 11-15.
- Domingues, R. R. (2011). Identificação molecular, biologia e pesca de tubarões do gênero *Carcharhinus* (Chondrichthyes – Chacharhiniformes): uma contribuição para a gestão de pesca do estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado pelo Instituto de Pesca.
- Dulvy, N. K., Sadovy, Y., Reynolds, J. D., 2003. Extinction vulnerability in marine populations. *Fish and Fisheries*, 4, 25–64.
- Falcão, L. H. O., Furtado-Neto, M. A. A., Maggioni, R., & Faria, V. V., 2014. Prospective molecular markers for the identification of illegally traded angelsharks (Squatina) and dolphin (*Sotalia guianensis*). *Genetics and Molecular Research*, 13(4), 9710-9717.
- FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations, 2015. State of the global market for shark products. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4795e.pdf> (Acessado em: 15/10/16).
- FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations, 2016. International Plan of Action for Conservation and Management of Sharks. Disponível em: <http://www.fao.org/ipoa-sharks/background/sharks/em/> (Acessado em: 02/10/16).
- Galimberti, A., De Mattia, F., Losa, A., Bruni, I., Federici, S., Casiraghi, M., Martellos, S., & Labra, M., 2013. DNA barcoding as a new tool for food traceability. *Food Research International*, 50(1), 55-63.
- Gallagher, A. J., & Hammerschlag, N., 2011. Global shark currency: the distribution, frequency, and economic value of shark ecotourism. *Current Issues in Tourism*, 14(8), 797-812.
- Gallagher, A. J., Kyne, P. M., & Hammerschlag, N., 2012. Ecological risk assessment and its application to elasmobranch conservation and management. *Journal of Fish Biology*, 80(5), 1727-1748.
- Gonçalves, P. F. M., 2009. O potencial do DNA barcode na identificação de espécies de aves neotropicais. Dissertação de Doutorado pela Universidade de São Paulo.



- Hajibabaei, M., Singer, G. A., Hebert, P. D., & Hickey, D. A., 2007. DNA barcoding: how it complements taxonomy, molecular phylogenetics and population genetics. *Trends in Genetics*, 23(4), 167-172.
- Hall, T. A., 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Em *Nucleic acids symposium series* (Vol. 41, pp. 95-98).
- Hebert, P. D., Cywinska, A., & Ball, S. L., 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 270(1512), 313-321.
- Heithaus, M. R., Frid, A., Wirsing, A. J., & Worm, B., 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(4), 202-210.
- Holmes, B. H., Steinke, D., & Ward, R. D., 2009. Identification of shark and ray fins using DNA barcoding. *Fisheries Research*, 95(2), 280-288.
- Holts, D. B., 1988. Review of US west coast commercial shark fisheries. *Marine Fisheries Review*, 50(1), 1-8.
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2013. Aplicação dos critérios e categorias da UICN na avaliação da Fauna Brasileira. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/apostila\\_aplicacao\\_criterios\\_categorias\\_UICN\\_versao\\_2.0.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/apostila_aplicacao_criterios_categorias_UICN_versao_2.0.pdf) (Acessado em 16/10/16).
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2016. Avaliação do risco de extinção dos elasmobrânquios e quimeras no Brasil: 2010-2012. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/trabalhos\\_tecnicos/pub\\_2016\\_avaliacao\\_elasmo\\_2010\\_2012.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/trabalhos_tecnicos/pub_2016_avaliacao_elasmo_2010_2012.pdf) (Acessado em: 15/10/16).
- IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. 2016. Disponível em <http://www.iucnredlist.org/> (Acessado em: 01/10/16).
- Jacquet, J. L., and D. Pauly. 2008. Trade Secrets: Renaming and Mislabeling of Seafood. *Marine Policy*, 32,309-318.

- Kotas, J. E., 2004. Dinâmica de populações e pesca do tubarão-martelo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834), capturado no mar territorial e zona econômica exclusiva do sudeste-sul do Brasil. Dissertação de Doutorado pela Universidade de São Paulo.
- Kotas, J. E., Petrere Jr, M., Azevedo, V. D., & Santos, S. D., 2005. A pesca de amalhe e de espinhel-de-superfície na Região Sudeste-Sul do Brasil. Instituto Oceanográfico-USP.
- Kotas, J. E., Petrere Junior, M., Fiedler, F., Mastrochirico, V., & Sales, G., 2008. A pesca de amalhe-de-superfície de santa catarina direcionada à captura dos tubarões-martelo, *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith 1834) e *Sphyrna zygaena* (Linnaeus 1758).
- Kumar, S., Stecher, G., & Tamura, K., 2016. MEGA 7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular biology and evolution*.
- Lack, M., & Sant, G., 2006. World shark catch, production and trade 1990-2003. *Department of the Environment and Heritage*. Australian Government.
- Lima, G., Daros, F. A., & Mazzoleni, R., 2010. Aspectos da alimentação natural do Cação-frango *Rhizoprionodon lalandii* (Valenciennes, 1841) (Elasmobranchii Carcharhinidae) no município de Barra Velha, Santa Catarina. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 4(1), 91-96.
- Lowenstein, J. H., Burger, J., Jeitner, C. W., Amato, G., Kolokotronis, S. O., & Gochfeld, M., 2010. DNA barcodes reveal species-specific mercury levels in tuna sushi that pose a health risk to consumers. *Biology Letters*, 6(5), 692-695.
- Martinez, I., James, D., & Loréal, H., 2005. Application of modern analytical techniques to ensure seafood safety and authenticity. *FAO Fisheries Technical Paper*. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome.
- Mendonça, F. F., 2010. Filogeografia do gênero *Rhizoprionodon* (Elasmobranchii, Carcharhiniformes) no Atlântico Ocidental utilizando marcadores moleculares do DNA mitocondrial. Dissertação de Doutorado pela Universidade Estadual Paulista.

- Meyer, C. P., & Paulay, G., 2005. DNA barcoding: error rates based on comprehensive sampling. *PLoS Biol*, 3(12), e422.
- Ministério Público Federal, Processo nº 5026579-05.2011.404.7100. Disponível em:<http://cristianopacheco.com/wp-content/uploads/2012/11/jf71134213821-6108071110000000001.pdf> (Acessado em 15/10/16).
- Miranda, L. V. & Vooren, C. M. 2003. Captura e esforço de pesca de elasmobrânquios demersais no sul do Brasil nos anos de 1975 a 1997. *Frente Marítimo*, 19, 217-231.
- MMA 2014 Normativa 445 - Deliberação CONABIO nº 37, de 30 agosto de 2005. Disponível em:  
[http://www.mma.gov.br/estruturas/conabio/\\_arquivos/Delib\\_037.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/conabio/_arquivos/Delib_037.pdf).  
Acessado em: (15/10/16).
- Motta, F. S., Gadig, O. B., Namora, R. C., & Braga, F. M., 2005. Size and sex compositions, length–weight relationship, and occurrence of the Brazilian sharpnose shark, *Rhizoprionodon lalandii*, caught by artisanal fishery from southeastern Brazil. *Fisheries Research*, 74(1), 116-126.
- Moretti VM, Turchini GM, Bellagama F, Caprino F., 2003. Traceability issues in fishery and aquaculture products. *Vet Res Commun* 27, 497–505.
- Neto, D. A. P., 2013. Detecção de adulteração de espécies em pescado e derivados por meio da técnica de DNA Barcoding. Dissertação de Mestrado pela Universidade Federal de Minas Gerais.
- Ortiz, M. D. F., 2010. Validação do DNA Barcoding como identificador de espécies: um estudo de ampla amostragem com gênero *Pseudoplatystoma* (Siluriformes; Pimelodidae) na Amazônia. Dissertação de Mestrado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- Pauly, D., Hilborn, R., & Branch, T. A., 2013. Fisheries: does catch reflect abundance? *Nature*, 494(7437), 303-306.
- Peres, M. B., Vercillo, U. E. & Dias, B. F. S., 2011. Avaliação do Estado de Conservação da Fauna Brasileira e a Lista de Espécies Ameaçadas: o que significa, qual sua importância, como fazer? *Biodiversidade brasileira*.

- Portaria Nº 125, de 04 de Dezembro de 2014. Disponível em: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/bra148924.pdf> (Acessado em: 15/10/16).
- Portaria MMA Nº443, de 17 de Dezembro de 2014. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p\\_ma\\_443\\_2014\\_lista\\_esp%C3%A9cies\\_amea%C3%A7adas\\_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_ma_443_2014_lista_esp%C3%A9cies_amea%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf) Acessado em: 03/09/16)
- Rasmussen, R. S., & Morrissey, M.T., 2008. DNA-based methods for the identification of commercial fish and seafood species. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 7(3), 280-295.
- Rodrigues-Filho, L. F., Pinhal, D., Sodr , D., & Vallinoto, M., 2012. Shark DNA forensics: Applications and impacts on genetic diversity. *INTECH Open Access Publisher*.
- Rose, D. A., 1996. An overview of world trade in sharks and other cartilaginous fishes. *Traffic International*.
- Saitou, N., Nei M., 1987. The neighbor-joining method: a new method for constructing phylogenetic trees. *Molecular Biology Evolution*, 4, 406-425.
- Sampaio, G. C., 2013. Composi o da captura de elasmobrânquios pela frota de emalhe de Imbé/Tramandaí–Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. Trabalho de Conclusão de curso pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.
- Simpfendorfer, C.A., M.R. Heupel, W.T. White and N.K. Dulvy. 2011. The Importance of Research and Public Opinion to Conservation Management of Sharks and Rays: A Synthesis. *Marine and Freshwater Research*, 62,518–527.
- Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K., & Walker, P. A., 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 57(3), 476-494.
- Ussami, L. H. F., 2015. Identifica o e estimativa pesqueira de tubarões na costa de São Paulo (Província Argentina) utilizando marcadores genéticos. Disserta o de Doutorado pela Universidade Estadual Paulista.

Vannuccini, S., 1999. Shark utilization, market and trade. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 389. Rome, FAO. 470p.

Vooren, C. M., & Klippel, S.(eds.), 2005. Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Sandro Klippel.

Ward, R. D., Zemplak, T. S., Innes, B. H., Last, P. R., & Hebert, P. D., 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 360(1462), 1847-1857.

Worm, B., Davis, B., Ketteimer, L., Ward-Paige, C. A., Chapman, D., Heithaus, M. R., Kessel, S. T. & Gruber, S. H., 2013. Global catches, exploitation rates, and rebuilding options for sharks. *Marine Policy*, 40, 194-204.

WWF – Capturas acessórias (bycatch) – um tema lamentável, 2016. Disponível em <http://www.fishforward.eu/pt-pt/project/by-catch/> (Acessado em: 15/10/16).