



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Campus Universitário de Altamira
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

PPGBC

THAIS SOUSA MARTINS

**DNA *Barcode* para rastrear o comércio de Elasmobrânquios na região
costeira amazônica**

Bragança – PA

2020

THAIS SOUSA MARTINS

DNA *Barcode* para rastrear o comércio de Elasmobrânquios na região costeira amazônica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará - *Campus* Universitário de Altamira, como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Profa. Dr^a. Grazielle Fernanda Evangelista Gomes

Bragança – PA

2020

THAIS SOUSA MARTINS

DNA *Barcode* para rastrear o comércio de Elasmobrânquios na região costeira amazônica

Orientadora:

Profa. Dr^a. Grazielle Fernanda Evangelista Gomes (Orientadora).
Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA, Bragança

Banca examinadora:

Profa. Dra. Simoni Santos da Silva- Titular
Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA, Bragança

Profa. Dra. Ivana Barbosa Veneza - Titular
Universidade Federal do Oeste do Pará, *Campus* de Monte Alegre

Profa. Dra. Janice Muriel Fernandes Lima da Cunha- Titular
Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA, Bragança

Profa. Dra. Cláudia Helena Tagliaro - Suplente
Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA, Bragança

Profa. Dra. Maria de Fátima Gomes - Suplente
Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA, Bragança

Prof. Dr. Mauro André Damasceno de Melo - Suplente
Instituto Federal do Pará- IFPA- Bragança

Bragança – PA

2020

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Maria José de Sousa e Jadir Martins de Sousa

EPÍGRAFE

*Não fui, na infância, como os outros e nunca vi como os outros viam.
Minhas paixões eu não podia tirar das fontes igual à deles;
e era outro o canto, que acordava o coração de alegria.*

Edgar Allan Poe

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a. Grazielle Fernanda Evangelista Gomes, por ter me orientado durante a construção do trabalho. A senhora sempre nos incentiva a continuar, mesmo quando achamos que não vamos conseguir. Acredito que todos que a conhecem sabem que a senhora é uma professora – mãe. É uma honra trabalhar ao seu lado, vendo as suas lutas, quantas batalhas a senhora enfrentou, mas sempre com um sorriso no rosto e sem nunca desistir.

A todos os peixeiros que fizeram com que esse trabalho fosse possível, por todo o conhecimento que compartilham bondosamente comigo. Seu Castelo, Zé Carlo, Nonato, Laucir, Aldenor, Luís e tantos outros, que sempre nos ajudaram. Serei eternamente grata a vocês.

Agradeço a toda a equipe PIBEX que sempre ajudou no trabalho, inclusive nas coletas de amostras: Nicolly Santa Brígida, Paula Santana, Ivana Veneza, Rita Martins e David Mesquita.

Papai Jadir Martins e Mamãe Maria José de Sousa muito obrigada, por sempre estarem comigo, me incentivando. Obrigada de coração, sei o quão difícil foi para vocês conseguirem me manter no mestrado, quantas coisas tiveram que deixar de fazer para que eu pudesse estar aqui hoje. Só posso dizer que sou muito grata por tê-los em minha vida.

Meu grande amigo, pai da Lilo, Raimundo da Silva, ou Everest, como você gosta, obrigada por estar ao meu lado, nos momentos bons e ruins. Obrigada pelo companheirismo, suas piadas horríveis, seus sorrisos bobos. Você é o motivo de eu agradecer ao universo todos os dias.

A minha avó Maria das Graças, muito obrigada pelas palavras de conforto, por sempre torcer por mim.

Gostaria de agradecer a minha amiga querida Paula Praxedes. Nossa, quantas coisas passamos, quantas vezes brigamos, quantas vezes choramos juntas. Minhas vitórias, tuas vitórias. Obrigada PP, por não me abandonar e ter trilhado todo esse percurso comigo, é uma pena que o certificado de amiga mais incrível não sirva em concursos, pois se aceitassem, eu tiraria o primeiro lugar sem dúvidas, graças a você e a Nicolly.

Nicolly Santa Brígida, obrigada por ser presente nos momentos que eu preciso, ter sua amizade é um dos meus maiores bens. Obrigada por sempre fazer o esforço de vim me ver e estar ao meu lado.

Ao Danillo da Silva, por todas as vezes que obriguei a ler este trabalho em busca de suas sabias contribuições.

Agradeço a Aurycéia Guimarães e a Luciana Wathanabi por toda a ajuda.

Agradeço a CAPES pelo fomento na forma de bolsa.

Agradeço à Universidade Federal do Pará, a Faculdade de Ciências Biológicas e ao Laboratório de Genética Aplicada pela infraestrutura concedida.

SUMÁRIO

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	viii
RESUMO.....	ix
LISTA DE FIGURAS E TABELA DA INTRODUÇÃO GERAL.....	x
LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO	xi
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Considerações Gerais.....	12
1.2. Classe Chondrichthyes.....	15
1.2.1. Infraclasse Elasmobranchii ou Neoselachii.....	16
1.3. Estatística de Pesca, Importância Econômica, Problemas de Nomenclatura de Comercialização.....	26
1.4. DNA Barcode: ferramenta de identificação aplicada à Ictiologia.....	28
1.5. JUSTIFICATIVA.....	29
1.6. OBJETIVO.....	31
1.6.1. Objetivo geral.....	31
1.6.2. Objetivos específicos.....	31
2. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	32
Artigo: DNA <i>Barcode</i> e o comércio de espécies ameaças de Elasmobrânquios (Tubarões e Arraias) na Amazônia costeira.....	42
Material Suplementar.....	69
Considerações Finais.....	71

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho utilizou a ferramenta molecular (DNA *Barcode*) para investigar a diversidade de tubarões e arraias comercializados na região costeira amazônica. Os resultados estão organizados em um artigo científico, que está antecedido por um capítulo de Introdução Geral. Portanto, a dissertação está composta por dois capítulos cujos títulos encontram-se descritos abaixo:

- **Capítulo I:** Introdução Geral;
- **Capítulo II:** Análise Temporal dos tubarões e raias comercializadas no Nordeste paraense, Amazônia costeira: diagnóstico utilizando o DNA *Barcode*.

O **Capítulo I** descreve o grupo alvo do estudo –Elasmobrânquios – apresentando características gerais da bioecologia, área de ocorrência, *status* de conservação, importância econômica, problemas de identificação, retirada de caracteres morfológicos e comercialização em categorias, além da importância da ferramenta molecular para identificação de espécies. Construindo assim, um arcabouço teórico para que seja possível compreender as questões abordadas no capítulo subsequente.

Para o **Capítulo II** foi utilizado o gene mitocondrial Citocromo Oxidase C – subunidade I (COI), porção *Barcode*, para mapear o comércio de tubarões e arraias, com destaque para o comércio de espécies ameaçadas de ambas as categorias.

Para finalizar, um pequeno tópico com as considerações finais do trabalho, destacando as principais conclusões.

RESUMO

A cidade de Bragança tem na atividade pesqueira uma importante fonte de capital, é o terceiro maior porto de desembarque da região Norte, além de apresentar um comércio de pescado expressivo, como o da Feira Livre do município. O comércio neste local é realizado no Mercado e na Feirinha com uma grande riqueza de espécies sendo vendidas diariamente. E embora a comercialização de peixes seja uma importante fonte de renda, é difícil ter a magnitude do quanto e o que se é comercializado de fato. Este problema se torna mais evidente para as espécies vendidas em categoria ou sem seus caracteres corporais, práticas comuns no comércio das categorias cação e arraia. A comercialização dessas categorias é frequente na Feira Livre bragantina, o que se mostra preocupante, pois espécies com diferentes *status* de conservação estão sendo comercializadas em conjunto. Em consequência desses problemas é importante utilizar alternativas eficazes que possam ser aplicadas para uma identificação precisa dos táxons, como a da ferramenta do DNA *Barcode* que tem sido aplicada com sucesso para a identificação de peixes. O presente trabalho demonstrou a eficiência da ferramenta DNA *Barcode* para a identificação inequívoca das espécies de tubarão e arraia, sendo de extrema relevância para rastrear o comércio de espécies ameaçadas.

Palavras – chaves: Bragança, Tubarões, Arraias, DNA *Barcode*, Elasmobrânquios.

LISTA DE FIGURAS E TABELA DA INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1. Espécie <i>Rhizoprionodon porosus</i> , esquematizando algumas estruturas morfológicas de tubarão da Subclasse Euselachii.....	15
Figura 2. Exemplar da família Gymnuridae (<i>G. micrura</i>) com alguns caracteres morfológicos em destaque	15
Figura 3. Exemplos das Famílias Carcharhinidae e Sphyrnidae. (A) <i>Rhizoprionodon porosus</i> ; (B) <i>C. porosus</i> (Ross Robertsons) (C) <i>C. leucas</i> (John Randall) e (D) <i>Sphyrna</i> sp.....	18
Figura 4. Exemplos das Famílias Gymnuridae e Dasyatidae. (A) <i>G. micrura</i> .; (B) <i>D. americana</i> (Tomas Willems) e (C) <i>D. guttata</i>	19
Figura 5. Volume e valor da carne de tubarão importado pelo Brasil ao longo de 2000 a 2012 (retirado de Dent e Clarke, 2015).....	27
Tabela 1. Táxons da Infraclasse Elasmobranchii distribuídos ao longo da Costa do Atlântico Ocidental, (Rodrigues-Filho et al., 2012; Portaria MMA Nº 125/2014; Portaria MMA Nº 445/2014; Froese e Pauly, 2018; IUCN, 2018). Siglas utilizadas: Ameaçada (AM); Criticamente em perigo (CR); Quase ameaçada (QA); Sobre-explotadas ou ameaçadas de sobre-explotação (SE ou ASE); Vulneráveis (VU); Em perigo (EP); Deficiência de dados (DD); Menos preocupante (MP); Ausente (AU).....	20

LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO

- Figura 1 Árvore de inferência bayesiana obtida no BEAST, a partir de sequências aqui geradas e sequências obtidas no GenBank®. As cores indicam as espécies observadas.. 62
- Figura 2A: Árvore de inferência bayesiana obtida no BEAST para as arraias. Valores nos nós indicam probabilidade *posteriori*. Valores dentro de parenteses representam distância p. As silhuetas em preto idicam as espécies não ameaçadas, a vermelha indica espécie ameaçada e a azul mostra as possíveis novas espécies de arraias..... 63
- Figura 2B: Árvore de inferência bayesiana obtida no BEAST. Valores nos nós indicam probabilidade *posteriori*. Valores dentro de parenteses representam distância p. As silhuetas em preto idicam as espécies não ameaçadas, a vermelha indicam as espécies ameaçadas de tubarões..... 64
- Figura 3A: Gráfico de tubarões, que relaciona as categorias e nomenclaturas de comercialização à identificação molecular. Foram utilizadas uma mesma cor, para indicar cada uma das espécies que apresentaram mais de um nome de comercialização. O gráfico foi gerado em RAWGraphs (<https://rawgraphs.io/>)..... 65
- Figura 3B: Gráfico de arraias, que relaciona as categorias e nomenclaturas de comercialização à identificação molecular e inferência filogenética. Espécies inseridas em diferentes categorias ou com diferentes nomes de comercialização, foram indicadas com a mesma cor. O gráfico foi gerado em RAWGraphs (<https://rawgraphs.io/>)..... 66
- Figura 4: As espécies encontradas foram submetidas as Listas Vermelha da União para a Conservação da Natureza (IUCN), representada no lado esquerdo, e Lista Vermelha Brasileira (ICMBio), mostrada no lado direito. O diagrama aluvial indica de acordo com a espessura da linha a frequência da espécie amostrada. O diagrama foi gerado em RAWGraphs (<https://rawgraphs.io/>)..... 67

Capítulo I

Introdução Geral

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Gerais

A introdução de pescados na dieta humana proporciona diversos benefícios para a saúde da população, uma vez que estes alimentos apresentam uma elevada riqueza de proteínas, contendo grandes quantidades de aminoácidos essenciais (Ogawa, 1999). O pescado apresenta também lipídios, sendo rico em ácidos graxos poliinsaturados (ômega-3 e ômega-6) (Domingo et al., 2007), apresentando também vitaminas (A, D e complexo B) e minerais (cálcio, iodo, zinco, ferro e selênio) (Ogawa, 1999; FAO, 2016).

A importância alimentar do pescado contribui para o aumento na demanda por peixes e seus derivados, como vem sendo mostrado ao se analisar os dados estatísticos de consumo de pescado *per capita*. O consumo de 9,0 Kg em 1961 cresceu para 20,2 Kg em 2015 e que segundo estimativas preliminares, esse consumo possivelmente aumentou para 20,3 Kg e 20,5 Kg nos anos de 2016 e 2017, respectivamente (FAO, 2016; FAO, 2018).

Entre as regiões brasileiras que mais consomem peixe temos a região amazônica, visto que este recurso se encontra inserido na cultura, assim como na culinária da população local (Da Costa et al., 2013), sendo o consumo da região Norte (38,1 Kg/ano *per capita*) maior do que o registrado para as outras regiões brasileiras (Sonoda, 2006; De Oliveira e Amancio, 2012).

O aumento na procura e no consumo de peixes, assim como o volume ofertado, foi possível, em parte, pelas mudanças nas preferências do público consumidor, no desenvolvimento de novas tecnologias de captura e de transporte e também nas indústrias pesqueiras que ofertam além da matéria prima, produtos diversos de pescado processado, como filés de peixe e postas congelados, peixe defumado e enlatado (FAO, 2016). Embora os produtos oriundos de pescado sejam muito procurados no mundo e seu consumo venha crescendo no Brasil (MPA, 2013), ainda é comum que os peixes sejam adquiridos em feiras, apresentando pouco ou nenhum beneficiamento (Da Costa et al., 2013; Martins, 2018).

Os peixes comercializados com algum tipo de processamento (eviscerado, posta, filé) acabam induzindo a erros de rotulagem, algumas vezes podendo ocorrer substituições de espécies de valores elevados por outras de preços inferiores, comuns na nossa região (De Brito et al., 2015; Veneza et al., 2018; Gomes et al., 2019).

A venda de peixes descaracterizados, além de implicar em prejuízos econômicos, representa também problema de monitoramento pesqueiro, podendo acarretar um aumento na vulnerabilidade de espécies ameaçadas (Ardura et al., 2010; Palmeira et al., 2013). Durante o beneficiamento ocorre a retirada de estruturas corporais que são importantes para a identificação morfológica, esta prática acaba por contribuir para a comercialização ilegal de espécies que estejam presentes em alguma categoria de extinção (Rodrigues-Filho et al., 2009; Steinke et al., 2017; Feitosa et al., 2018), já que mascara a verdadeira identidade da espécie.

A problemática em identificar produtos pesqueiros torna-se mais acentuada quando se analisa um conjunto de espécies com uma porção de caracteres em comum, como observado para os Elasmobrânquios, em que o principal problema em sua identificação é a perda de suas características morfológicas, já que tendem a ser desembarcados comumente em forma de “charuto” (Rodrigues-Filho et al., 2009; Steinke et al., 2017; Feitosa et al., 2018).

Dentre os locais que ocorre ampla comercialização de pescado, assim como problemas na identificação, temos a região costeira amazônica, que apresenta inúmeras espécies de peixes, com aproximadamente 303 espécies, 23 ordens e 86 famílias descritas apenas para os estuários (Camargo e Issac, 2001). Muitas das espécies encontradas nestes locais são comumente comercializadas em feiras e mercados, da mesma forma que espécies exclusivamente marinhas e dulcícolas (Haimovici e Klippel, 1999).

Para entender melhor como essa dinâmica de comercialização pode gerar problemas que afetam a manutenção da diversidade, podemos analisar o que ocorre em alguns municípios da região costeira amazônica, como na cidade de Bragança, que é o terceiro maior porto de desembarque da região Norte, e que apresenta uma diversidade íctica expressiva (CEPNOR, 2016; Furtado Junior et al., 2006). Entre as espécies mais desembarcadas nos portos de Bragança há alguns anos, temos: pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), uritinga (*Sciades proops*), camurim (*Centropomus* spp.), xáreu (*Caranx bippo*, *C. crysus*), gurijuba (*Sciades parkeri*), serra (*Scomberomorus* spp.), pargo (*Lutjanus purpureus*) e cação (*Charcharinidae*) (Camargo e Isaac, 2001; Barletta et al., 1998; Barletta-Bergan et al., 2002;). É muito provável que este padrão venha se mantendo, com pequenas oscilações. Já que não dispomos de estatísticas de desembarque mais recentes, não é possível afirmar com certeza.

O pescado que é desembarcado em Bragança apresenta vários destinos, entre eles a Feira Livre de Bragança, que é um importante polo de comercialização (Braga et al.,

2006; Freire et al., 2011). Neste local são vendidas aproximadamente 89 espécies de peixes, contudo algumas das espécies comercializadas encontram-se dentro de categorias/designação comercial, como por exemplo: arraia que apresenta 10 nomes populares, cação 19 e garoupa um (Martins, 2018).

A utilização de diferentes nomenclaturas de comercialização e categorização com peixes com diferentes *status* de conservação, assim como como a retirada de caracteres, acabam por possibilitar o comércio de espécies ameaçadas (Ardura et al., 2010; De Oliveira e Amancio, 2012; Da Costa et al., 2013).

Considerando as diferentes formas de comercialização (postas, filés, etc) das designações comerciais cação e arraia (Elasmobrânquios) em feiras e mercados, que impossibilitam reconhecimento visual das espécies, optou-se por investigar prioritariamente esses grupos, apresentados com maiores detalhes a seguir.

1.2. Classe Chondrichthyes

Os Chondrichthyes são peixes cartilaginosos, que incluem as Subclasses Holocephali (quimeras) e Euselachii (tubarões e arraias) e apresentam muitos grupos já extintos. Para os táxons existentes são conhecidas 16 ordens, 61 famílias, 199 gêneros e 1.188 espécies aproximadamente (Weigmann, 2016).

Os peixes dessa Classe possuem esqueleto bastante calcificado, mas não ósseo e o crânio não apresenta suturas (espécies vivas). Embora as arraias, tubarões e quimeras apresentem características morfológicas em comum como: boca ventral, normalmente não exibem dentes fundidos a mandíbula, nadadeiras não apresentam raios, apresentam também características exclusivas de cada grupo (Nelson et al., 2016).

As diferenças entre os táxons podem ser identificadas ao se observar cada Subclasse individualmente, Holocephali por exemplo, apresenta duas nadadeiras dorsais, em que a 1ª nadadeira é erguida, com a base curta e antecederida por um espinho, a 2ª nadadeira não é erétil, é menor e apresenta uma base longa e a principal forma de obtenção de água é pelas narinas (Nelson et al., 2016).

Já nos Euselachii, os tubarões apresentam corpo fusiforme, normalmente oito nadadeiras, nadadeira dorsal separada da cabeça, nadadeira caudal bem desenvolvida (heterocerca), nadadeira com raios moles, fendas branquiais (relativamente próximas ao

ventre) e com escamas placóides (Figura 1) (Bornatowski e Abilhoa, 2012; Nelson et al., 2016).

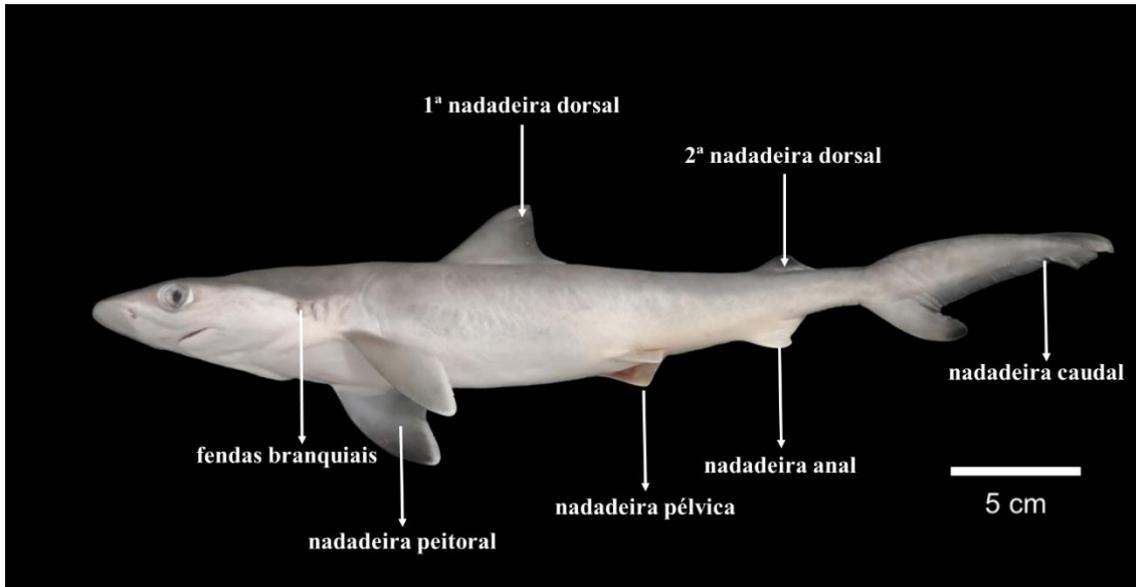


Figura 1. Exemplar da Espécie *Rhizoprionodon porosus*, esquematizando algumas estruturas morfológicas de tubarão da Subclasse Euselachii.

As arrais tem o corpo comprimido dorso-ventralmente, nadadeira peitoral fundida a cabeça, nadadeira caudal bem desenvolvida ou em forma de chicote e fendas branquiais na porção ventral do corpo (Bornatowski e Abilhoa, 2012; Nelson et al., 2016) (Figura 2).

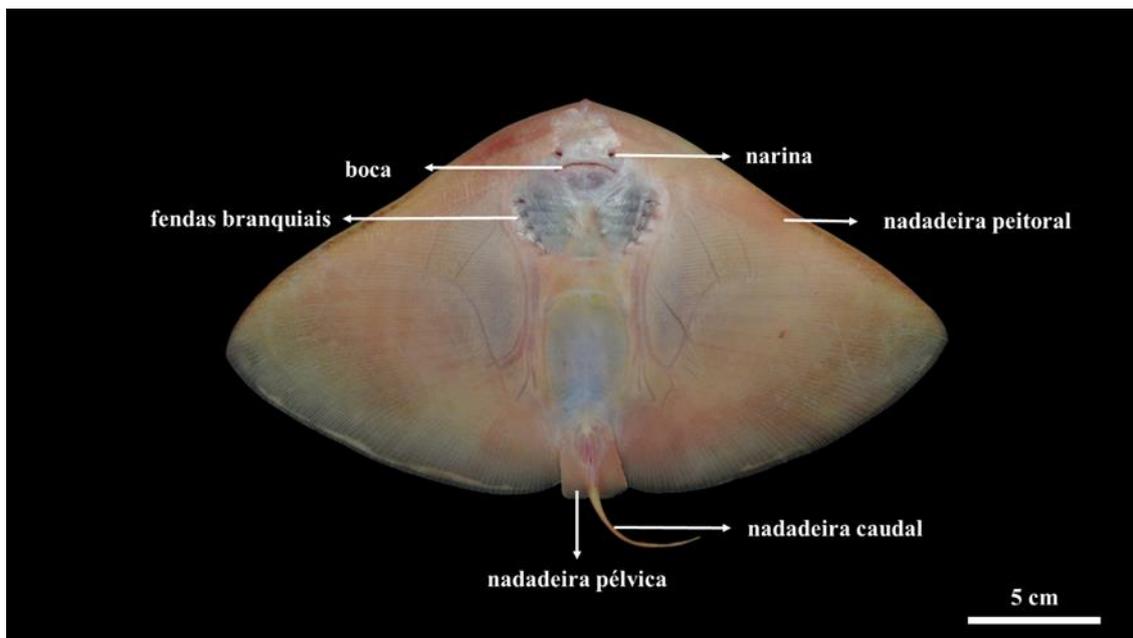


Figura 2. Exemplar da família Gymnuridae (*G. micrura*) com alguns caracteres morfológicos em destaque.

Estes organismos podem apresentar grande porte corporal, em que o maior pode medir até 15 metros (*Rhincodon typus*), enquanto alguns podem medir menos de 1 m (*Squalidae*), no caso dos tubarões, enquanto que para as quimeras, o tamanho máximo é de 1,5 metro aproximadamente (Nelson et al., 20016; Hickman et al., 2016).

Os indivíduos apresentam órgãos sensoriais bem desenvolvidos, assim como musculatura, mandíbula característica e eficiente na captura das presas. Tais fatores possibilitam a estes organismos serem bem sucedidos nos ambientes aquáticos (Hickman et al., 2016). São dioicos, apresentando geralmente fecundação interna, com padrão de viviparidade ou ovoviviparidade, cujo período de gestação pode atingir até dois anos em algumas espécies (Hickman et al., 2016; Nelson et al., 2016).

Podem apresentar hábitos bentônicos ou pelágicos (Stevens, 1984), além disso podem ser encontrados em todos os oceanos do mundo, sendo aproximadamente 50% desses organismos habitantes de águas costeiras e de plataformas continentais (~200 m), ~35% águas profundas (200-2000 m), ~5 % em águas oceânicas e ~5 % em água doce (cerca de 35 espécies) (Camhi et al, 1998; Compagno, 1990).

Os Chondrichthyes, apesar de apresentarem uma ampla distribuição e muitos serem predadores “topo de cadeia”, apresentam características biológicas que os tornam suscetíveis a sobre-exploração, como: i- lenta taxa de crescimento, ii- maturação sexual tardia, no qual tubarões que vivem mais de 32 anos, não se reproduzem até os 13 anos (Wintner et al., 2002), ou espécies que apresentam um pico reprodutivo aos 5-6 anos e outro com 15-25 anos (Goldman e Cailliet, 2004) e iii- prole pequena, uma vez que são K- estrategistas (Cortés, 2002; Fowler e Cavanagh, 2005).

As análises cladísticas realizadas com Chondrichthyes, por meio dados morfológicos, através de sinapomorfias (principalmente tecido pericondral) demonstram que este grupo é monofilético, no qual Euselachii é grupo irmão de Holocephali (Maisey, 1984).

1.2.1. Infraclasse Elasmobranchii ou Neoselachii

A Infraclasse Elasmobranchii é dividida em Selachii (tubarões) e Batomorphi (arraias), sendo descritas cerca de nove ordens, 34 famílias, 105 gêneros e 509 espécies de tubarões e seis ordens, 24 famílias, 88 gêneros e 630 espécies de arraias (Weigmann, 2016). Grande parte da diversidade de espécies está inserida nas ordens Rajiformes (285 espécies), Squaliformes (119 espécies), Carcharhiniformes (284 espécies) e

Myliobatiformes (210 espécies), não sendo difícil encontrar famílias monotípicas (Nelson et al., 2016; Weigmann, 2016).

Das 1.139 espécies globais, 136 (81 tubarão e 55 arraias) são descritas como ocorrentes para a costa do Brasil, em que 16 espécies de tubarão apresentam dados de ocorrência para a costa norte brasileira, com nove de arraias, contudo os dados de distribuição para as arraias são insuficientes, podendo o número de espécies ser diferente do apresentado (Bornatowski e Abilhoa, 2012; Nelson et al., 2016; MMA, 2014; Weigmann, 2016, IUCN, 2018). Alguns gêneros e espécies que ocorrem na costa Norte encontram-se nas Figura 3 e 4. Na Tabela 1 estão dispostos espécies das famílias que ocorrem no Atlântico Ocidental, mostrando também as espécies encontradas na costa Norte do Brasil.

Estas espécies são conhecidas como tubarões, cações, arraias e *skates* e estão distribuídos em todos os oceanos, em águas tropicais, subtropicais, temperadas e polares, podendo ser encontrados de áreas costeiras à mar aberto (Camhi et al, 1998; Bornatowski e Abilhoa, 2012; Nelson et al., 2016; Bornatowski et al., 2018), com espécies sendo encontradas em água doce (Potamotrygonidae) (Rosa, 1985), recifes de coral e estuários, nos mais diversos segmentos da coluna d'água (Bornatowski e Abilhoa, 2012).

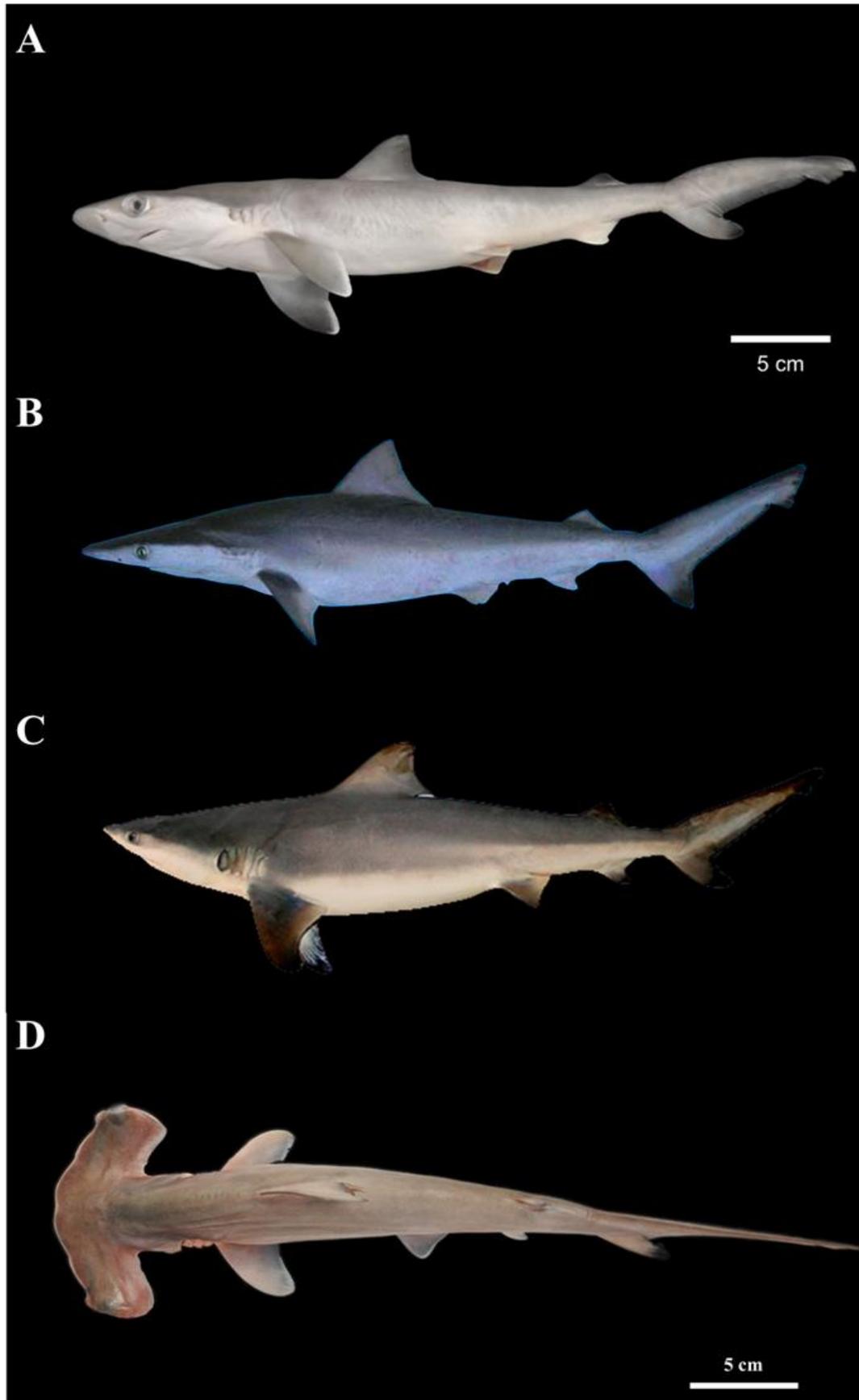


Figura 3. Exemplos das Famílias Carcharhinidae e Sphyrnidae. (A) *Rhizoprionodon porosus*; (B) *C. porosus* (Ross Robertstone) (C) *C. leucas* (John Randall) e (D) *Sphyrna* sp.

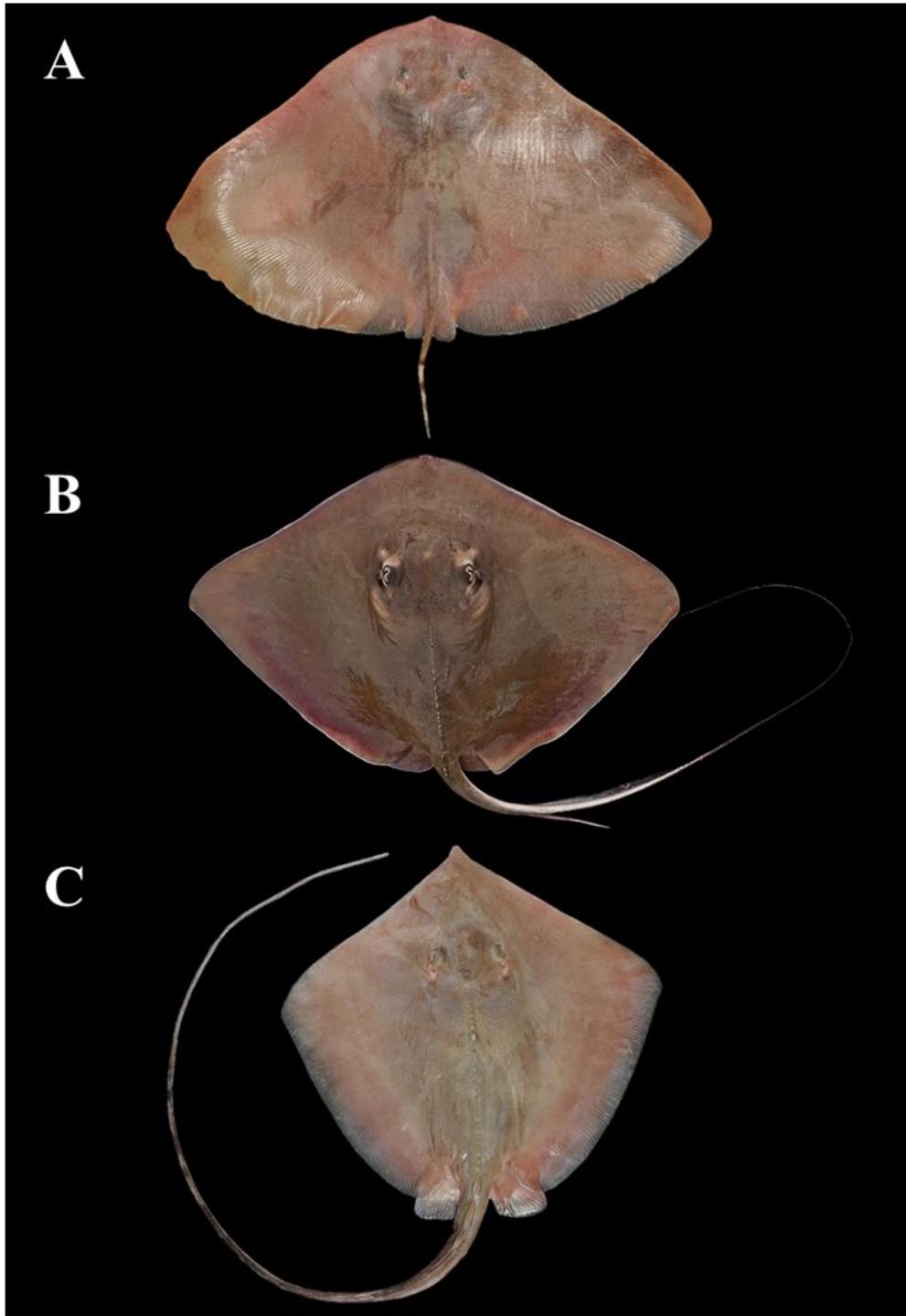


Figura 4. Exemplos das Famílias Gymnuridae e Dasyatidae. (A) *G. micrura*.; (B) *D. americana* (Tomas Willems) e (C) *D. guttata*.

Tabela 1. Táxons da Infraclasse Elasmobranchii distribuídos ao longo da Costa do Atlântico Ocidental (Rodrigues-Filho et al., 2012; Portaria MMA N° 125/2014; Portaria MMA N° 445/2014; Froese e Pauly, 2018; IUCN, 2018). Siglas utilizadas: Ameaçada (AM); Criticamente em perigo (CR); Quase ameaçada (QA); Sobre-explotadas ou ameaçadas de sobre-explotação (SE ou ASE); Vulneráveis (VU); Em perigo (EP); Deficiência de dados (DD); Menos preocupante (MP); Ausente (AU).

FAMÍLIAS	ESPÉCIES	NOME COMERCIAL Português/Inglês	CATEGORIA DE AMEAÇA 125/445/IUCN
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus galapagensis</i> Snodgrass e Heller, 1905	Tubarão-de-galápagos/Galapagos shark	AM/CR/QA
	<i>Carcharhinus longimanus</i> Poey, 1861*	Tubarão-galha-branca/ Oceanic whitetip shark	SE ou ASE/VU/VU
	<i>Carcharhinus obscurus</i> Lesueur, 1818*	Cação-fidalgo/Dusky shark	AM/EP/VU
	<i>Carcharhinus perezi</i> Poey, 1876*	Tubarão-dos-recifes	AM/VU/VU
	<i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1827)	Tubarão-galhudo/Sandbar shark	AM/CR/VU
	<i>Carcharhinus porosus</i> Ranzani, 1839*	Cação-azeiteiro/Smalltail shark	SE ou ASE/CR/DD
	<i>Carcharhinus signatus</i> Poey, 1868	Cação-noturno/Night shark	SE ou ASE/VU/VU
	<i>Isogomphodon oxyrinchus</i> Müller e Henle, 1839*	Cação-quati/Daggernose shark	AM/CR/CR
	<i>Negaprion brevirostris</i> Poey, 1868*	Tubarão-limão/Lemon shark	AM/VU/QA
<i>Rhizoprionodon porosus</i> Poey, 1861*	Cação-frango/Caribbean sharpnose	AU/AU/MP	
Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i> Griffith e Smith, 1834*	Tubarão-martelo/Scalloped hammerhead	SE ou ASE/CR/EN
	<i>Sphyrna media</i> Springer, 1940*	Tubarão-martelo-de-abacurta/Scoophead	AM/CR/DD
	<i>Sphyrna mokarran</i> Rüppell, 1837*	Tubarão-martelo-grande/ Great hammerhead	AM/EP/EP
	<i>Sphyrna tiburo</i> Linnaeus, 1758*	Tubarão-martelo/ Bonnethead	SE ou ASE/CR/MP

*Espécies descritas como ocorrentes na costa Norte brasileira.

Tabela 1. Táxons da Infraclasse Elasmobranchii distribuídos ao longo da Costa do Atlântico Ocidental (Rodrigues-Filho et al., 2012; Portaria MMA N° 125/2014; Portaria MMA N° 445/2014; Froese e Pauly, 2018; IUCN, 2018). Siglas utilizadas: Ameaçada (AM); Criticamente em perigo (CR); Quase ameaçada (QA); Sobre-explotadas ou ameaçadas de sobre-explotação (SE ou ASE); Vulneráveis (VU); Em perigo (EP); Deficiência de dados (DD); Menos preocupante (MP); Ausente (AU) (Cont.).

FAMÍLIAS	ESPÉCIES	NOME COMERCIAL Português/Inglês	CATEGORIA DE AMEAÇA 125/445/IUCN
Sphyrnidae	<i>Sphyrna tudes</i> Valenciennes, 1822*	Tubarão-martelo/Smalleye hammerhead	AM/CR/VU
	<i>Sphyrna zygaena</i> Linnaeus, 1758	Tubarão-martelo-liso/ Smooth hammerhead	SE ou ASE/CR/VU
Triakidae	<i>Galeorhinus galeus</i> Linnaeus, 1758	Caçã-bico-doce/Tope shark	AM/CR/VU
	<i>Mustelus canis</i> Mitchill, 1815	Boca-de-velha/Dusky smooth- hound	AM/EP/NP
	<i>Mustelus fasciatus</i> Garman, 1913	Caçã-listrado/ Striped smooth- hound	AM/CR/CR
	<i>Mustelus schmitti</i> Springer, 1939	Tubarão-bico-doce-pintado/ Narrownose smooth-hound	AM/CR/EP
Hexanchidae	<i>Notorynchus cepedianus</i> Péron, 1807	Caçã-bruxa/Broadnose sevengill shark	AM/CR/DD
Alopiidae	<i>Alopias superciliosus</i> R. T. Lowe, 1840	Tubarão-raposa/Bigeye thresher shark	AM/VU/VU
	<i>Alopias pelagicus</i> Nakamura, 1935*	Tubarão-raposa/Pelagic thresher	AM/VU/VU

*Espécies descritas como ocorrentes na costa Norte brasileira.

Tabela 1. Táxons da Infraclasse Elasmobranchii distribuídos ao longo da Costa do Atlântico Ocidental (Rodrigues-Filho et al., 2012; Portaria MMA N° 125/2014; Portaria MMA N° 445/2014; Froese e Pauly, 2018; IUCN, 2018). Siglas utilizadas: Ameaçada (AM); Criticamente em perigo (CR); Quase ameaçada (QA); Sobre-explotadas ou ameaçadas de sobre-explotação (SE ou ASE); Vulneráveis (VU); Em perigo (EP); Deficiência de dados (DD); Menos preocupante (MP); Ausente (AU) (Cont.).

FAMÍLIAS	ESPÉCIES	NOME COMERCIAL Português/Inglês	CATEGORIA DE AMEAÇA 125/445/IUCN
Cetorhinidae	<i>Cetorhinus maximus</i> Gunnerus, 1765	Tubarão-peregrino/ Basking shark	AM/CR/VU
Lamnidae	<i>Carcharodon carcharias</i> Lineu, 1758*	Tubarão-branco/Great white shark	AM/CR/VU
	<i>Carcharias taurus</i> Rafinesque, 1810	Caçõ-mangona/Sand tiger shark	SE ou ASE/CR/VU
Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i> Bonnaterre, 1788*	Tubarão-lixã/Nurse shark	AM/VU/DD
Rhincodontidae	<i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828*	Tubarão-baleia/Whale shark	AM/VU/EP
Pristidae	<i>Pristis pectinata</i> Latham, 1794*	Peixe-serra/Smalltooth sawfish	AM/CR/CR
	<i>Pristis pristis</i> Linnaeus, 1758*	Peixe-serra/Common sawfish	AU/CR/CR
Squalidae	<i>Squalus acanthias</i> Linnaeus, 1758	Caçõ-bagre/Picked dogfish	AM/CR/VU
	<i>Squatina argentina</i> Marini, 1930	Caçõ-anjo-da-asa-longa/ Argentine angelshark	AM/CR/EP
	<i>Squatina guggenheim</i> Marini, 1936	Caçõ-anjo-espinhudo/ Angular angel shark	AM/CR/EP

*Espécies descritas como ocorrentes na costa Norte brasileira.

Tabela 1. Táxons da Infraclasse Elasmobranchii distribuídos ao longo da Costa do Atlântico Ocidental (Rodrigues-Filho et al., 2012; Portaria MMA N° 125/2014; Portaria MMA N° 445/2014; Froese e Pauly, 2018; IUCN, 2018). Siglas utilizadas: Ameaçada (AM); Criticamente em perigo (CR); Quase ameaçada (QA); Sobre-explotadas ou ameaçadas de sobre-explotação (SE ou ASE); Vulneráveis (VU); Em perigo (EP); Deficiência de dados (DD); Menos preocupante (MP); Ausente (AU) (Cont.).

FAMÍLIAS	ESPÉCIES	NOME COMERCIAL Português/Inglês	CATEGORIA DE AMEAÇA 125/445/IUCN
Squatinae	<i>Squatina occulta</i> Vooren e da Silva, 1992	Cação-anjo-de-asa-curta/ Hidden angel shark	AM/CR/EP
Arhynchobatidae	<i>Atlantoraja castelnaui</i> Miranda Ribeiro, 1907	Raia-chita/Spotback skate	AM/EN/EP
	<i>Rioraja agassizii</i> Müller e Henle, 1841*	Raia-santa/ Rio skate	AM/EP/VU
	<i>Sympterygia acuta</i> Garman, 1877	Raia-emplastro/Bignose fanskate	AM/EP/VU
	<i>Sympterygia bonapartii</i> Müller e Henle, 1841	Emplastro-amarelo/ Smallnose fanskate	AM/EP/DD
Dasyatidae	<i>Dasyatis centroura</i> Mitchill, 1815	Raia-prego-de-cáuda- aspera/Roughtail stingray	AM/CR/MP
	<i>Dasyatis colarensis</i> Santos, Gomes e Charvet- Almeida, 2004*	Raia/Colares stingray	AM/VU/VU
Gymnuridae	<i>Gymnura altavela</i> Linnaeus, 1758	Raia-manteiga/Spiny butterfly ray	AM/CR/VU
Myliobatidae	<i>Manta birostris</i> Walbaum, 1792*	Raia-manta/Giant manta	AM/VU/VU

*Espécies descritas como ocorrentes na costa Norte brasileira.

Tabela 1. Táxons da Infraclasse Elasmobranchii distribuídos ao longo da Costa do Atlântico Ocidental (Rodrigues-Filho et al., 2012; Portaria MMA N° 125/2014; Portaria MMA N° 445/2014; Froese e Pauly, 2018; IUCN, 2018). Siglas utilizadas: Ameaçada (AM); Criticamente em perigo (CR); Quase ameaçada (QA); Sobre-explotadas ou ameaçadas de sobre-explotação (SE ou ASE); Vulneráveis (VU); Em perigo (EP); Deficiência de dados (DD); Menos preocupante (MP); Ausente (AU) (Cont.).

FAMÍLIAS	ESPÉCIES	NOME COMERCIAL Português/Inglês	CATEGORIA DE AMEAÇA 125/445/IUCN
Myliobatidae	<i>Myliobatis freminvillei</i> Lesueur, 1824*	Raia-amarela/ Bullnose eagle ray	AM/EP/DD
	<i>Myliobatis goodei</i> Garman, 1885*	Raia-sapo/ Southern eagle ray	AM/CR/DD
	<i>Myliobatis ridens</i> Ruocco, Lucifora, Díaz de Astarloa, Mabragaña e Delpiani, 2012*	Raia-manteiga/ Shortnose eagle ray	AM/CR/AU
	<i>Rhinoptera brasiliensis</i> Müller, 1836	Raia-beiço-de-boi/ Brazilian cownose ray	AM/CR/EP
Mobulidae	<i>Mobula hypostoma</i> Bancroft, 1831*	Raia-manta/Lesser devil ray	AM/VU/DD
	<i>Mobula japanica</i> Müller e Henle, 1841*	Raia-manta/Spinetail mobula	AM/VU/QA
	<i>Mobula rochebrunei</i> Vaillant, 1879	Raia-manta/Lesser Guinean devil ray	AM/VU/VU
	<i>Mobula tarapacana</i> Philippi, 1892	Raia-manta/Chilean devil ray	AM/VU/VU
	<i>Mobula thurstoni</i> Lloyd, 1908	Raia-manta/Smoothtail mobula	AM/VU/QA
Potamotrygonidae	<i>Paratrygon aiereba</i> Müller e Henle, 1841**	Arraia-aramaçá/Discus ray	AU/CR/DD

*Espécies descritas como ocorrentes na costa Norte brasileira. **Espécie de água doce, encontrada em rios da região Norte e não na costa Norte (FREDERICO et al. 2012).

As espécies de elasmobrânquios existem há aproximadamente 400 milhões de anos e encontram-se entre os principais predadores dos mares (Compagno, 1990), porém são bastante explorados economicamente e encontram-se entre os peixes mais ameaçados de extinção, sendo a sobrepesca a principal constituinte desta ameaça (Stevens et al, 2000).

A forte pressão pesqueira ao qual os estoques de elasmobrânquios são impostos, ocorre geralmente para abastecer o mercado internacional de barbatanas, principalmente os países do sudeste asiático, não sendo descartado a demanda por óleo de fígado e placas branquiais (Steinke, 2017; Feitosa et al., 2018). Embora estes sejam os principais produtos pesqueiros de elasmobrânquios, um outro mercado que vem crescendo é o da carne de tubarão, sendo destinada principalmente para abastecer mercados em crescimento como o Brasil (Dent e Clarke, 2015).

Apesar do consumo de carne de tubarão ser importante para economia brasileira, este acaba por desenvolver problemas para a manutenção sustentável destes organismos, uma vez que as capturas fazem com que estoques sejam quase ou completamente dizimados. O problema da pesca desenfreada pode ser observado na captura de diversas espécies (*Squatina guggenheim*, *Sphyrna lewini*, *Galeorhinus galeus*, entre outros) que atingiram níveis críticos em sua captura em 1990 (Lessa et al., 1999). Um levantamento realizado entre 2010 e 2012 mostrou ainda que 33% das espécies brasileiras de elasmobrânquios encontram-se em alguma categoria de ameaça da IUCN (Bornatowski e Abilhoa, 2012).

Um exemplo de ampla captura pode ser observado para a região Norte do Brasil, em que um trabalho realizado recentemente revelou que das 17 espécies encontradas sendo comercializadas na região, nove, se encontram ameaçadas de extinção. Esse número aumenta para 13 se forem consideradas as espécies quase ameaçadas, por meio de listas nacionais e internacionais (Feitosa et al., 2018). Resultado semelhante a este foi obtido com espécies de cação comercializadas em Bragança, no qual mais da metade das amostras obtidas eram de *Carcharhinus porosus* uma espécie que segundo as portaria 125 e 445 (2014), se encontra sobre-explotada ou ameaçada de sobre-exploração e criticamente em perigo, respectivamente (Rodrigues-Filho et al., 2009).

Apesar de tubarões e arraias serem um produto importante para o mercado interno, as políticas públicas sofrem bastante entraves na hora de aplicar a lei em capturas de elasmobrânquios que estejam em alguma categoria de ameaça, uma vez que grande parte do produto desembarcado é em forma de carcaça, ou seja, sem cabeça e nadadeiras,

tornando a identificação morfológica impossível em grande parte dos casos (Field et al., 2009; Bornatowski et al., 2018; Feitosa et al., 2018).

1.3. Estatística de Pesca, Importância Econômica e Problemas de Nomenclatura de Comercialização

Elasmobrânquios são recursos pesqueiros amplamente capturados de acordo com suas áreas de ocorrência (Dent e Clarke, 2015). Esses grupos de peixes vem sendo capturados há muitas décadas. As arraias, tubarões e quimeras, por exemplo, saíram de uma captura de 270.000 t em 1950 para 810.000 t em 2004, onde o maior volume registrado neste intervalo ocorreu em 2003, cuja produção foi de 881.000 t (*Marine Resources Service - United Nations e Agriculture Organization of the United Nations*, 2005). Atualmente, a captura de elasmobrânquios se apresenta estável, variando entre 0,7 e 0,8 milhões de toneladas (FAO, 2018).

Mesmo que a captura tenha se estabilizado, nos últimos anos a demanda por carne de tubarão tem crescido, sendo o Brasil um dos países que mais compra e consome este produto (Dent e Clarke, 2015; FAO, 2018). Esse aumento pode ser notado quando se analisa a quantidade de carne de tubarão que o país passou a importar entre os anos de 2009 a 2012, neste período foi movimentando aproximadamente US 39,9 milhões, como pode ser observado na Figura 5 (Dent e Clarke, 2015). Dados similares ao disposto na Figura 5, não estão disponíveis para arraia.

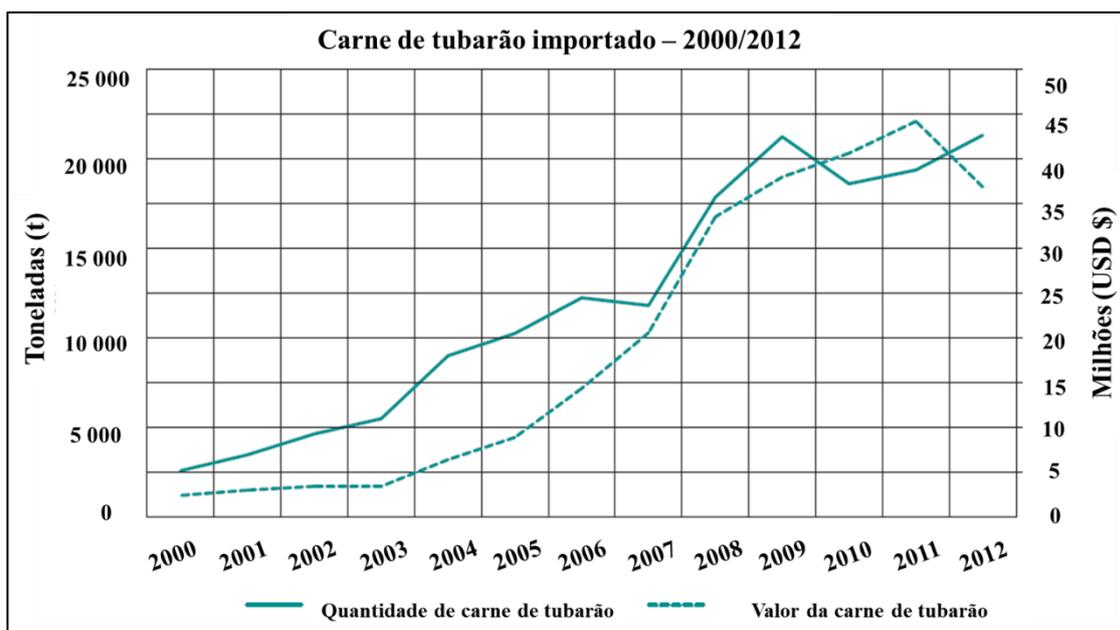


Figura 5. Volume e valor da carne de tubarão importado pelo Brasil ao longo de 2000 a 2012 (retirado de Dent e Clarke, 2015).

Ainda segundo dados estatísticos, pode ser observado que na pesca brasileira as categorias cação e arraia vem sendo frequentemente registradas nas listas de espécies capturadas pela pesca extrativa marinha, contribuindo com aproximadamente 2,5 % do volume capturado, quando comparado a captura marinha do Brasil, isso durante os anos de 2007 a 2011 (MPA, 2008-2009, 2013).

A importância dessas categorias pode ser observada quando se considera o volume comercializado destes peixes em algumas feiras da região costeira amazônica, como na Feira Livre do no município de Bragança, cidade do nordeste do Pará. Neste local as categorias cação e arraia estão entre as espécies mais frequentes e abundantes, com um volume de 6.682,20 Kg e 3.386,70 Kg respectivamente, para o comércio nos anos de 2016/2017 (Martins, 2018).

Nota-se que apesar dos dados estatísticos descreverem a produção por espécie, no caso de cação e arraia os dados são disponibilizados apenas em categorias, tornando difícil os trabalhos de monitoramento, além disso, nomenclaturas de comercialização costumam variar de acordo com a região (Ardura et al., 2010; Feitosa et al., 2018; FAO, 2018). Não é possível precisar quantas espécies compõem cada categoria. Nesse contexto, a utilização da ferramenta molecular para identificação das espécies torna-se indispensável e aliado a isso, o acompanhamento temporal desse comércio, permitirá a determinação das espécies mais comercializadas ao longo do ano, com o estabelecimento da regularidade nas espécies vendidas.

1.4. DNA *Barcode*: ferramenta de identificação aplicada à Ictiologia

A genética como ferramenta molecular passou a ser empregada na ictiologia com diferentes finalidades, a exemplo disto, podemos citar a utilização de marcadores moleculares para resolver questões de diversidade genética e subestruturação (Rodrigues-Filho et al., 2012; Mendonça et al., 2013), além de assuntos que envolvem problemas filogenéticos e de filogeografia (Aschliman et al., 2012; Da Silva et al., 2015; Da Silva et al., 2017), assim como pesquisas forenses, investigação de diversidade e de conservação (Hebert et al., 2003; Iyengar, 2014; Veneza et al., 2017; Veneza e al., 2018; Hu et al., 2018; Pazartzi et al., 2019; Do et al., 2019).

Entre as ferramentas utilizadas para pesquisas investigativas, assim como conservação, temos a porção inicial do gene mitocondrial Citocromo Oxidase C, subunidade I (COI), que tem sido habitualmente empregada como um código de barras da vida animal, discriminando com bastante eficiência as espécies (Ward et al., 2005; Ardura et al., 2010; Galimbert et al., 2013; Steinke, 2017; Bineesh et al., 2017; Feitosa et al., 2018; Patil et al., 2018; Bingpeng et al., 2018).

O DNA *Barcode* ou “código de barras do DNA” é uma ferramenta molecular que se baseia na variação interna de uma região padrão do genoma mitocondrial que apresenta um fragmento de aproximadamente 650 pares de base (pb) da primeira porção do gene Citocromo Oxidase C –Subunidade I (COI) para o processo de identificação de espécies (Hebert et al., 2003). As sequências geradas podem ser utilizadas como um sistema global de bioidentificação (Hebert et al., 2003).

Um fator que diferencia a ferramenta de DNA Barcode é a existência de uma plataforma mundial de acesso livre *Barcode of Life Database* (BOLD) que disponibiliza uma biblioteca de referência para um grande número de espécies. A plataforma apresenta alguns elementos utilizados para a identificação (BOLD-IDS) que comportam a submissão de sequências de DNA *Barcode*, resultando em uma identificação espécie específica (Ratnasingham e Hebert, 2007).

Segundo este contexto o uso de DNA *Barcode* se mostra extremamente útil para caracterizar o comércio de espécies ameaçadas, tais como mamíferos, aves, anfíbios, e peixes (Hebert et al., 2003; Ward et al., 2005; Pavan-Kumar et al., 2015; Steinke et al., 2017; Bineesh et al., 2017; Feitosa et al., 2018; Patil et al., 2018; Bingpeng et al., 2018; Tinacci et al., 2018). Dentre os peixes, elasmobrânquios são organismos bastante visados pela pesca comercial, além de serem comercializados com suas características corporais

retiradas, tornando impossível a identificação morfológica, já que eles são comercializados sem cabeça e barbatanas, em postas e/ou filetes (Martins, 2018; Pavan-Kumar et al., 2015; Bineesh et al., 2017; Feitosa et al., 2018; Zeng et al., 2018).

1.5. JUSTIFICATIVA

Entre os peixes mais ameaçados encontram-se os elasmobrânquios (Stevens et al., 2000; Davidson e Dulvy, 2017), apresentando um declínio em suas populações, uma vez que são bastante vulneráveis aos efeitos da sobrepesca devido a algumas de suas características biológicas como: vida longa, maturidade sexual tardia e reduzidas taxas de fecundidade (Stevens et al., 2000; Rodrigues-Filho et al., 2009).

A preocupante situação desses organismos é intensificada pela captura predatória que em se tratando de elasmobrânquios é muito intensa, já que estes são capturados pela pesca artesanal, industrial e *bycatch* (Stevens et al., 2000; Feitosa et al., 2018).

Um exemplo expressivo de captura não sustentável encontra-se na costa Norte brasileira, onde segundo Feitosa et al. (2018), de 17 espécies de tubarões que ocorrem nesta região, 13 estão com status de conservação ameaçado, como por exemplo: *C. porosus* (Criticamente em perigo) (Ranzani, 1839), *G. cirratum* (Vulnerável) (Bonaterre, 1788), entre outras (MMA, 2014). Além disso, temos ainda um compilado de trabalhos que mostram que 42 espécies encontram-se em alguma categoria de ameaça a nível nacional e internacional, (Tabela 1) (Rodrigues-Filho et al., 2012; Portaria MMA N° 125/2014; Portaria MMA N° 445/2014; Froese e Pauly, 2018; IUCN, 2018), assim como a portaria N° 125/2014, que mostra que 55 espécies de elasmobrânquios que ocorrem no Brasil, estão inseridas em alguma categoria de ameaça (MMA, 2014).

Ao analisar a costa Norte em relação ao comércio de peixes, assim como a sua importância para a economia, podemos investigar o comércio bragantino, visto que a cidade de Bragança se encontra como o terceiro maior porto de desembarque de pescado da região Norte, ficando atrás apenas de Belém e Vigia (CEPNOR, 2005; Furtado Junior et al., 2006).

A cidade de Bragança além de ser um importante local de desembarque é também um importante polo de comercialização, com locais de vendas por toda a cidade, em especial a Feira Livre de Bragança que abriga a maior parte do peixe comercializado no município (Braga et al., 2006; Freire et al., 2011; Martins, 2018). Neste local, entre as espécies mais frequentes e abundantes temos a categoria cação, o segundo grupo mais

comercializado no Mercado e o nono na Feirinha e a categoria arraia, a sétima mais comercializada na Feirinha (Martins, 2018).

O comércio de elasmobrânquios além ocorrer em categorias é realizado de forma descaracterizada, em que suas estruturas corporais são retiradas, sendo comum a venda de cação apenas em postas, files ou apenas os charutos expostos nos locais de venda, enquanto que as arraias são comercializadas em filetes, ou seja, suas nadadeiras peitorais são retalhadas (Martins, 2018).

Em decorrência da retirada de caracteres que permitam a identificação taxonômica das espécies comercializadas, torna-se necessário a utilização de outras abordagens, entre elas a ferramenta de DNA *Barcode*, já que o gene COI tem sido amplamente empregado para a identificação de peixes, muitos com os mesmos problemas para serem identificados apenas por meio da taxonomia (Ward et al., 2005; Pavan-Kumar et al., 2015; Steinke et al., 2017; Bineesh et al., 2017; Feitosa et al., 2018).

Logo, esta parcela irregular de comércio de pescado que possivelmente está ocorrendo na Feira Livre de Bragança, pode fornecer subsídios fundamentais para a diminuição da comercialização ilegal, contribuindo diretamente para a conservação destes organismos. Portanto, para o presente trabalho, foi realizado uma caracterização temporal e qualitativa do que está sendo comercializado na Feira Livre de Bragança, sob a denominação cação e arraia, utilizando para isso a ferramenta do DNA *Barcode*.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo geral

- Investigar a diversidade de Elasmobrânquios comercializada na Feira Livre de Bragança, utilizando a ferramenta de DNA *Barcode*.

1.6.2. Objetivos específicos

- Identificar as espécies de Elasmobrânquios comercializadas na forma processada (filé/posta) sob as denominações cação e arraia;
- Registrar o comércio das espécies, assim como a regularidade de oferta, a partir de uma análise temporal;
- Avaliar as categorias utilizadas para cada grupo e identificar o número de espécie(s) em cada categoria;
- Verificar o *status* de conservação de cada espécie identificada e avaliar a ocorrência de comércio ilegal.

2. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Ardura, A.; Linde A. R.; C. Moreira, C. J. e Garcia-Vazquez, E. DNA barcoding for conservation and management of Amazonian commercial fish. *Biological Conservation*, v. 143, n. 6, p. 1438-1443, 2010.

Aschliman, N. C., Nishida, M., Miya, M., Inoue, J. G., Rosana, K. M., e Naylor, G. J. Body plan convergence in the evolution of skates and rays (Chondrichthyes: Batoidea). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 63, n. 1, p. 28-42, 2012.

Barletta, M. Barletta-Bergan, A. E Saint-Paul, U. Description of the fisheries structure in the mangrove-dominated region of Bragança (STATE OF PARA, NORTH BRAZIL). *Ecotropical*, 1998. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/256293920_Description_of_the_fishery_structure_in_the_mangrove_dominated_region_of_Braganca_State_of_Para-North_Brazil> Acesso em: 27 de outubro de 2017.

Barletta-Bergan, A., Barletta, M. E Saint-Paul, U. Community structure and temporal variability of ichthyoplankton in North Brazilian mangrove creeks. *J. Fish Biol.*, p. 33-51, 2002.

Bineesh, K. K., Gopalakrishnan, A., Akhilesh, K. V., Sajeela, K. A., Abdussamad, E. M., Pillai, N. G. K., Basheer, V. S.; Jena, J. K e Ward, R. D. DNA barcoding reveals species composition of sharks and rays in the Indian commercial fishery. *Mitochondrial DNA Part A*, v. 28, n. 4, p. 458-472, 2017.

Bingpeng, X., Heshan, L., Zhilan, Z., Chunguang, W., Yanguo, W., e Jianjun, W. DNA barcoding for identification of fish species in the Taiwan Strait. *PloS one*, v. 13, n. 6, p. e0198109, 2018.

Bornatowski, H. e Abilhoa, V. Tubarões e Raias Capturados pela Pesca Artesanal no Paraná: guia de identificação. *Câmara Brasileira do Livro*, n. 1, p. 11-42, 2012.

Bornatowski, H.; Braga, R. R. e Barreto, R. P. Elasmobranchs consumption in Brazil: impacts and consequences. In: *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America*. Springer, Cham, Elasmobranchs consumption in Brazil: impacts and consequences. In *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America*. p. 251-262, 2018.

Braga, C. F.; Espírito Santo, R. V.; Silva, B. B.; Giarrizzo, T.; E Castro, E. R. A. Considerações sobre a comercialização do pescado no município de Bragança - PA. *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR*, v. 6, p. 105-120, 2006.

Camargo, M. E Isaac, V.J. Os peixes estuarinos da região Norte do Brasil: Lista de espécies e considerações sobre sua distribuição geográfica. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia*, v. 17, n.2, p. 133-157, 2001.

Camhi, M.; Fowler, S.; Musick, J.; Bräutigam, A. e Fordham, S. *Sharks and their relatives: ecology and conservation*. IUCN, 1998.

CEPNOR- Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Norte. Produção pesqueira do estado do Pará. 2004. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br>> Acesso em: 20 Mar. 2016.

Compagno, L. J. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. *Environmental Biology of Fishes*, v. 28, n. 1-4, p. 33-75, 1990.

Cortés, E. Incorporating uncertainty into demographic modeling: application to shark populations and their conservation. *Conservation biology*, v. 16, n. 4, p. 1048-1062, 2002.

Da Costa, T. V., dos Santos Silva, R. R., de Souza, J. L., de Souza Batalha, O., e Hoshiba, M. A. Aspectos do consumo e comércio de pescado em Parintins. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 63-75, 2013.

Da Silva, R., Veneza, I., Sampaio, I., Araripe, J., Schneider, H., e Gomes, G. High levels of genetic connectivity among populations of yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*

(Lutjanidae–Perciformes), in the Western South Atlantic revealed through multilocus analysis. *PloS one*, v. 10, n. 3, p. e0122173, 2015.

Da Silva, R. D., Silva, D., Veneza, I., Sampaio, I., Schneider, H., e Gomes, G. Development of EPIC-PCR Markers for *Lutjanus purpureus* (Lutjanidae-Perciformes) and their Potential Applicability in Population Analyses. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 89, n. 3, p. 2095-2100, 2017.

Davidson, L. N. e Dulvy, N. K. Global marine protected areas to prevent extinctions. *Nat. Ecol. Evol.* v. 1, n. 0040, p. 1-6 2017.

De Brito, M. A., Schneider, H., Sampaio, I., e Santos, S. DNA barcoding reveals high substitution rate and mislabeling in croaker fillets (Sciaenidae) marketed in Brazil: The case of “*peçada branca*” (*Cynoscion leiarchus* and *Plagioscion squamosissimus*). *Food Research International*, v. 70, p. 40-46, 2015.

De Oliveira, S. A. G., e Amancio, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança alimentar e nutricional*, v. 19, n. 2, p. 83-93, 2012.

Dent, F., e Clarke, S. State of the global market for shark products. *FAO Fisheries and Aquaculture technical paper*, n. 590, p. I, 2015.

Domingo, J. L., Bocio, A., Falcó, G., e Llobet, J. M. Benefits and risks of fish consumption: Part I. A quantitative analysis of the intake of omega-3 fatty acids and chemical contaminants. *Toxicology*, v. 230, n. 2-3, p. 219-226, 2007.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. p. 200, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>> Acessado em: 07 agosto de 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. p. 227, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/I9540EN/i9540en.pdf>> Acessado em: 25 agosto de 2019.

Feitosa, L. M.; Martins, A. P. B.; Giarrizzo, T.; Macedo, W.; Monteiro, I. L.; Gemaque, R. e Souza, R. DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot. *Scientific reports*, v.8(1), p. 1-12, 2018.

Field, I. C., Meekan, M. G., Buckworth, R. C., e Bradshaw, C. J. Susceptibility of sharks, rays and chimaeras to global extinction. *Advances in marine biology*, 56, 275-363, 2009.

Fowler, S. L., e Cavanagh, R. D. International conservation and management initiatives for chondrichthyan fish. Fowler, SL, Cavanagh, RD, Camhi, M., Burgess, GH, Cailliet, GM, Fordham, SV, Simpfendorfer, CA and Musick, JA (comp. and ed.), p. 58-69, 2005.

Furtado Junior, I.; Tavares M. C. S.; E Brito C. S. F. Estatísticas das produções de pescado estuarino e marítimo do estado do Pará e políticas pesqueiras. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc*, v. 1, 2006, 95-111p.

Frederico, R.G., Farias, I.P., Araújo, M.L.G., Charvet-Almeida, P. e Alves-Gomes, J. Phylogeography and conservation genetics of the Amazonian freshwater stingray *Paratrygon aiereba* Muller e Henle, 1841 (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). *Neotropical Ichthyology*. 10(1): 71-80, 2012.

Freire, J. L.; Silva, B. B.; Souza, A. Aspectos econômicos e higiênico-sanitários da comercialização do pescado no município de Bragança (PA). *Biota Amazônia*, v. 1, p. 17-28, 2011.

Froese, R.; Pauly, D. FishBase World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. 2018.

Gemaque, R., Monteiro, I. L. P., Gomes, F., Sodr e, D., Sampaio, I., Sales, J. B. L., e Rodrigues Filho, L. F. S. Why implement measures to conserve the diversity of Elasmobranchs? The case of the northern coast of Brazil. *Revista da Biologia*, v. 17, n. 2, p. 1-7, 2017.

Goldman, K., e Cailliet, G. Age determination and validation in chondrichthyan fishes. *Biology of sharks and their relatives*, p. 399-447, 2004.

Gomes, G., Correa, R., Veneza, I., da Silva, R., da Silva, D., Miranda, J., e Sampaio, I. Forensic analysis reveals fraud in fillets from the “Gurijuba” *Sciades parkeri* (Ariidae–Siluriformes): a vulnerable fish in Brazilian Coastal Amazon. *Mitochondrial DNA Part A*, 30(5), p. 721-729, 2019.

Haimovici, M. E Klippel, S. Diagnóstico da biodiversidade dos peixes teleósteos demersais marinhos e estuarinos do Brasil. 1999. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267691116_Diagnostico_da_Biodiversidade_dos_Peixes_Teleosteos_Demersais_Marinhos_e_Estuarinos_do_Brasil> Acesso em: 27 de outubro de 2017.

Hebert, P. D., Cywinska, A., Ball, S. L., e DeWaard, J. R. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v. 270, n. 1512, p. 313-321, 2003.

Hickman, C. P.; Roberts, L. S.; Keen, S. L.; Eisenhour, D. J.; Larson, A. e I'Anson, H. *Princípios integrados de zoologia*. n. 16. 2016.

Hu, Y., Huang, S. Y., Hanner, R., Levin, J., e Lu, X. Study of fish products in Metro Vancouver using DNA barcoding methods reveals fraudulent labeling. *Food Control*, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150170&search=para/braganca>> Acesso em: 27 de junho de 2018.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species 2017. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/195409/0/>>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

Iyengar, A. Forensic DNA analysis for animal protection and biodiversity conservation: a review. *Journal for Nature Conservation*, v. 22, n. 3, p. 195-205, 2014.

Maisey, J. G. Chondrichthyan phylogeny: a look at the evidence. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 4, n. 3, p. 359-371, 1984.

Marine Resources Service (United Nations), e Agriculture Organization of the United Nations. Marine Resources Service. Review of the state of world marine fishery resources. Food e Agriculture Org., 2005.

Martins, T. S. Inventário da ictiofauna comercializada na Feira Livre do município de Bragança-PA, região costeira amazônica Trabalho de conclusão de curso (TCC) – Universidade Federal do Pará (UFPA), *campus* Bragança. 66 pg., 2018.

Mendonça, F. F., Oliveira, C., Gadig, O. B. F., e Foresti, F. Diversity and genetic population structure of the Brazilian sharpnose shark *Rhizoprionodon lalandii*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 23, n. 6, p. 850-857, 2013.

MMA. Ministério de Estado do Meio Ambiente e ICMBio Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade PORTARIA Nº 125, DE 04 DE DEZEMBRO DE 2014. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-tubaroos/portaria-125-2014-aprovacao-tubaroos.pdf>> Acesso em: 13 de novembro de 2018.

MMA. Ministério de Estado do Meio Ambiente. PORTARIA MMA Nº 445, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_445_2014_lista_peixes_amea%C3%A7ados_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso em: 11 de julho de 2018.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico de pesca e aquicultura 2008-2009. p. 101, 2010.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico de pesca e aquicultura 2011. p. 60, 2013.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico de Pesca e aquicultura Disponível em: <
http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol__bra.pdf> Acesso em: 19 de novembro de 2018.

Nelson, J. S., Grande, T. C., e Wilson, M. V. *Fishes of the World*. John Wiley e Sons, 2016.

Ogawa, M. *Química do pescado. Restraint. Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado*. Varela, 1999.

Palmeira, C. A. M., da Silva Rodrigues-Filho, L. F., de Luna Sales, J. B., Vallinoto, M., Schneider, H., e Sampaio, I. Commercialization of a critically endangered species (largetooth sawfish, *Pristis perotteti*) in fish markets of northern Brazil: authenticity by DNA analysis. *Food Control*, v. 34, n. 1, p. 249-252, 2013.

Patil, T. S., Jamdade, R. A., Patil, S. M., Govindwar, S. P., e Muley, D. V. DNA barcode based delineation of freshwater fishes from northern Western Ghats of India, one of the world's biodiversity hotspots. *Biodiversity and Conservation*, v. 27, n. 13, p. 3349-3371, 2018.

Pavan-Kumar, A., Gireesh-Babu, P., Suresh Babu, P. P., Jaiswar, A. K., Prasad, K. P., Chaudhari, A., Raje, S. G.; Chakraborty, S. K.; Gopal Krishna e Lakra, W. S. DNA barcoding of elasmobranchs from Indian Coast and its reliability in delineating geographically widespread specimens. *Mitochondrial DNA*, v. 26, n. 1, p. 92-100, 2015.

Pazartzi, T., Siaperopoulou, S., Gubili, C., Maradidou, S., Loukovitis, D., Chatzisprou, A., Griffiths, A.M.; Minos, G. e Imsiridou, A. High levels of mislabeling in shark meat—Investigating patterns of species utilization with DNA barcoding in Greek retailers. *Food Control*, v. 98, p. 179-186, 2019.

Ratnasingham, S. e Hebert, P. D. N. BOLD: the barcode of life datasytem (www.barcodinglife.org). *Molecular Ecology Notes*, v. 7, p. 355–364, 2007.

Rodrigues-Filho, L. F. D. S.; Rocha, T. C. D.; Rêgo, P. S. D.; Schneider, H.; Sampaio, I. e Vallinoto, M. Identification and phylogenetic inferences on stocks of sharks affected by the fishing industry off the Northern coast of Brazil. *Gen. Mol. Biol.*, v. 32, n. 2, p. 405-413, 2009.

Rodrigues-Filho, L. F., Pinhal, D., Sodr , D., e Vallinoto, M. Shark DNA forensics: Applications and impacts on genetic diversity. In *Analysis of Genetic Variation in Animals*. InTech. p. 2-21, 2012.

Rosa, R.S. A systematic revision of the South American freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). PhD thesis, The College of William and Mary, Williamsburg. 1985.

Silva-Oliveira, G. C.; Rêgo, P. S. D.; Schneider, H.; Sampaio, I., e Vallinoto, M. Genetic characterisation of populations of the critically endangered Goliath grouper (*Epinephelus itajara*, Serranidae) from the Northern Brazilian coast through analyses of mtDNA. *Genetics and Molecular Biology*, v. 31, n. 4, p. 988-995, 2008.

Sonoda, D. Y. Demanda por pescados no Brasil entre 2002 e 2003. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de S o Paulo.

Steinke, D., Bernard, A. M., Horn, R. L., Hilton, P., Hanner, R., e Shivji, M. S. DNA analysis of traded shark fins and mobulid gill plates reveals a high proportion of species of conservation concern. *Scientific reports*, v. 7, n. 1, p. 9505, 2017.

Stevens, J. D. Life-history and ecology of sharks at Aldabra Atoll, Indian Ocean. *Proc. R. Soc. Lond. B*, v. 222, n. 1226, p. 79-106, 1984.

Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K., e Walker, P. A. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, v. 57, n. 3, p. 476-494, 2000.

Szpilman, M. Peixes marinhos do Brasil: guia pr tico de identifica o. MAUAD Editora Ltda, p. 142-160, 2000.

Tinacci, L., Stratev, D., Vashin, I., Chiavaccini, I., Susini, F., Guidi, A., e Armani, A. Seafood labelling compliance with European legislation and species identification by DNA barcoding: A first survey on the Bulgarian market. *Food Control*, v. 90, p. 180-188, 2018.

Veneza, I., da Silva, R., Sampaio, I., Schneider, H., e Gomes, G. Molecular protocol for authentication of snappers (Lutjanidae-Perciformes) based on multiplex PCR. *Food chemistry*, v. 232, p. 36-42, 2017.

Veneza, I., Silva, R., Freitas, L., Silva, S., Martins, K., Sampaio, I., Schneider, H., e Gomes, G. Molecular authentication of Pargo fillets *Lutjanus purpureus* (Perciformes: Lutjanidae) by DNA barcoding reveals commercial fraud. *Neotropical Ichthyology*, v. 16, n. 1, 2018.

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

Weigmann, S. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology*, v. 88, n. 3, p. 837-1037, 2016.

Wintner, S. P., Dudley, S. F. J., Kistnasamy, N., e Everett, B. Age and growth estimates for the Zambezi shark, *Carcharhinus leucas*, from the east coast of South Africa. *Marine and Freshwater Research*, v. 53, n. 2, p. 557-566, 2002.

Zeng, L., Wen, J., Fan, S., Chen, Z., Xu, Y., Sun, Y., Daohai, C. e Zhao, J. Species identification of fish maw (Porcupinefish) products sold on the market using DNA sequencing of 16S rRNA and COI genes. *Food Control*, v. 86, p. 159-162, 2018.

DNA *Barcode* e o comércio de espécies ameaças de Elasmobrânquios (Tubarões e Arraias) na Amazônia costeira

Thais Martins¹, Paula Santana¹, Ítalo Lutz¹, Aurycéia Guimarães², Raimundo da Silva¹,
Iracilda Sampaio² e Grazielle Gomes^{1*}

1 Laboratório de Genética Aplicada, Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, Brasil.

2 Laboratório de Genética e Biologia Molecular, Instituto de Estudos Costeiros Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, Brasil

* Autor correspondente

Grazielle Gomes

Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará – Bragança,

Alameda Leandro Ribeiro s/n; Aldeia; Bragança – PA – Brazil; ZIP code: 68.600-000.

+55 091 3425 1593; orcid.org/0000-0001-8898-0311; ResearcherID: G-9326-2019

e-mail: graziellefeg@gmail.com;

RESUMO

Os elasmobrânquios representam um grupo de peixes bem estabelecido, com cerca de 1.150 espécies viventes, habitando os mais diversos meios aquáticos. São considerados bastante ameaçados, devido principalmente a grande pressão pesqueira à que são impostos, assim como suas características biológicas. Para a costa Norte do Brasil, das 26 espécies descritas, 13 estão sobre algum tipo de ameaça. Como Bragança é um importante centro de comercialização de pescado na Amazônia costeira, Norte do Brasil, esse local torna-se adequado para a investigação da dinâmica temporal de comercialização de elasmobrânquios. Para compreendermos melhor o comércio de elasmobrânquios, o trabalho teve como objetivo caracterizar temporal e qualitativamente as espécies comercializadas na Feira Livre de Bragança. Utilizamos a ferramenta do DNA *Barcode*, uma vez que tubarões e arraias são vendidos em categorias e descaracterizados, impossibilitando a identificação morfológica. Foram coletados ao longo de um ano, 127 amostras, correspondendo a 24 designações comerciais, sendo identificadas 20 espécies, distribuídas em quatro famílias de arraia e três de tubarão. Foi observado o comércio de possíveis novas ocorrências ou possíveis novas espécies para três táxons de arraia. A família Carcharhinidae apresentou o maior número de espécies, enquanto a família Sphyrnidae apresentou o maior número de amostras. Foram observadas nove espécies ameaçadas sendo comercializadas, entre elas *Sphyrna mokarran* e *Sphyrna lewini*, espécies ofertadas regularmente. Nossos dados mostram como o uso da ferramenta DNA *Barcode* pode ser eficiente na identificação de espécies, assim como para gerar dados que podem ser utilizados na elaboração de planos de gestão dos recursos.

Palavras-chave: Bragança, DNA *Barcode*, arraia, cação e Sphyrnidae.

Introdução

Os tubarões e arraias (Subclasse Euselachii) constituem o grupo dos elasmobrânquios, muito bem estabelecido, existindo há aproximadamente 400 milhões de anos (Compagno, 1990). Euselachii apresenta-se dividida em 13 ordens, 51 famílias, 189 gêneros, e cerca de 1150 espécies viventes. São em sua maioria de hábitos marinhos, embora existam algumas dezenas de espécies primariamente dulcícolas (Nelson et al., 2016).

Apesar de serem bem estabelecidos nos ambientes em que vivem, atualmente encontram-se entre os peixes mais ameaçados de extinção, decorrente principalmente de grandes pressões pesqueiras (Stevens et al, 2000).

O direcionamento de frotas para captura de elasmobrânquios está relacionado principalmente a exportação de nadadeiras de tubarão para os mercados asiáticos (Pough et al., 2008), sendo esta uma prática bastante comum em várias regiões do globo, assim como no Brasil, especialmente no Norte do país (Lutz et al., no prelo).

A intensa exploração pesqueira somada as características biológicas dos euselachii, como vida longa, maturidade sexual tardia e reduzidas taxas de fecundidade, estão fazendo com que muitas populações desses elasmobrânquios atualmente estejam em declínio (Stevens et al., 2000; Oliver et al., 2015).

A análise de dados globais destas espécies denota que 30 % dos elasmobrânquios avaliados mundialmente estão listados em alguma categoria de ameaça (IUCN, 2020). Apesar da escassez desse tipo de dados, esse panorama possivelmente é o mesmo para o Brasil. Por exemplo, trabalhos realizados na costa Norte brasileira mostraram que das 17 espécies de tubarões encontradas na região, 13 se encontram em algum *status* de ameaça (Feitosa et al., 2018), já em relação as arraias, das nove espécies observadas para a costa Norte, duas estão ameaçadas de extinção (Rodrigues Filho et al., 2020).

O elevado número de espécies de elasmobrânquios ameaçados que são comercializados na costa Norte serve de alerta, em especial para a cidade de Bragança, pois estes peixes chamados comumente de cação (tubarão) e arraia apresentam um comércio regular na região, sendo estas categorias uma das mais comercializadas na Feira Livre deste município, no nordeste paraense, Amazônia costeira, local que abriga um grande comércio de peixes (Freire et al., 2011; Martins, 2018).

Além das grandes pescarias industriais, o comércio local de elasmobrânquios apresenta-se como uma importante fonte de renda, mas que em muitos casos não apresenta uma fiscalização adequada, principalmente como decorrência do fato de que a

identificação morfológica destes indivíduos se torna dificultosa com a retirada de nadadeiras, o que ocorre ainda em alto mar (Rodrigues Filho et al., 2009; Feitosa et al., 2018). Além disso, a legislação brasileira não adota uma nomenclatura padronizada de comercialização dessas espécies, o que favorece o comércio ilegal, uma vez que uma categoria pode se referir a um grupo de espécies (Ardura et al., 2010; Feitosa et al., 2018).

Em decorrência da retirada de caracteres torna-se necessário a utilização de outras abordagens para garantir identificação segura e inequívoca dos táxons, com destaque para a ferramenta DNA *Barcode*, já que uma porção do gene mitocondrial Citocromo Oxidase C –Subunidade I (COI) tem sido amplamente empregada para a identificação das espécies, incluindo peixes e produtos processados, que não podem ser identificados por meio de caracteres morfológicos (Ward et al., 2005; Steinke et al., 2017; Feitosa et al., 2018).

Devido ao fato de Bragança ser um importante centro de comercialização de pescado no Norte do Brasil, esse local torna-se adequado para a investigação da dinâmica temporal de comercialização de elasmobrânquios. O presente trabalho avaliou a diversidade de elasmobrânquios através da caracterização temporal e qualitativa das espécies comercializados na Feira Livre de Bragança, sob a denominação cação e arraia, utilizando para isso, a ferramenta do DNA *Barcode*, objetivando identificação molecular dos espécimes, com vistas a investigação do grau de ameaça das espécies comercializadas.

Material e Métodos

Amostragem

Coletou-se 127 amostras de elasmobrânquios, sendo 35 com a denominação arraia e 92, tubarão. Para a categoria cação encontramos 15 nomenclaturas de comercialização: cação (n = 7), cação abudo/galha branca (n = 1), cação areia (n = 3), cação curnuda (n = 1), cação lombo preto (n = 7), cação milho verde (n = 15), cação panã (n = 47), cação prenhoca (n = 2), cação rudela (n = 1), cação sacuri (n = 5), cação tubarão (n = 1), cação urumaru (n = 1), tubarão (n = 1) e tubarão branco (n = 2). Para a categoria arraia foram observadas nove nomenclaturas: arraia baté (n = 6), arraia bicuda (n = 3), arraia da pedra (n = 7), arraia jamurana (n = 1), arraia jereba (n = 4), arraia pintada (n = 1), arraia roxa (n = 10), arraia roxa pintada (n = 1) e arraia carapirá (n = 1).

As coletas foram realizadas ao longo de um ano (fevereiro/ 2017 a janeiro/2018), por meio de incursões quinzenais à Feira Livre de Bragança, município do Estado do Pará, Brasil. As coletas seguiram o cronograma a cada 15 dias, para que fosse possível inferir quais espécies estavam sendo comercializadas, e também a regularidade de oferta.

As amostras foram coletadas em todos os boxes (Mercado) e barracas de venda (Feirinha) que estavam comercializando arraias e tubarões nos dias de coletas, tomando-se a precaução para que um mesmo indivíduo não fosse amostrado mais de uma vez, principalmente no caso de tubarões de grande porte.

A identificação das amostras *a priori*, foi realizada por meio da nomenclatura de comercialização registrada no ato da coleta, uma vez que um dos objetivos do trabalho era averiguar que espécies compõem cada nome de comercialização.

Uma grande parcela das amostras (tecido) coletadas eram de espécimes descaracterizados (cação: sem cabeça ou nadadeiras; arraia: sem cabeça, em filetes ou nadadeiras peitorais), fazendo com que a identificação com base em caracteres morfológicos não fosse possível para a maioria das amostras. Apenas uma pequena parcela da amostragem foi constituída de indivíduos inteiros.

Os indivíduos de arraias e tubarões obtidos inteiros foram identificados por meio de literatura especializada (Compagno, 1984; Gadig, 1994, 2001; Mc Eachran e Carvalho, 2002). Esses exemplares foram usados como testemunhos para compor um banco de dados com amostras referência, auxiliando o processo de identificação a partir dos bancos públicos de sequências (Genbank e BOLD). Esses indivíduos foram fixados com Formol 10% e encontram-se preservados em álcool etílico comercial 70%, na Coleção Zoológica Didática, abrigada no Laboratório de Genética Aplicada (LAGA) do Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), Universidade Federal do Pará (UFPA - Bragança), atuando como exemplares testemunhos.

Procedimentos Laboratoriais

O DNA foi extraído por meio de um kit de extração comercial (*Wizard Genomics* – PROMEGA), conforme as instruções do fabricante. O produto resultante da extração foi submetido à eletroforese horizontal em gel de agarose (1%), corado com Gel RedTM (BIOTIUM) e visualizado sob a luz ultravioleta para a detecção de material isolado. Para amplificar a porção *Barcode* do gene COI, utilizou-se os iniciadores: FishF1 (5' TCAACCAACCACAAAGACATTGGCAC 3') e FishR1 (5' TAGACTTCTGGGTGGCCAAAGAATCA 3') (Ward et al. 2005).

A amplificação foi feita por meio da reação em cadeia da polimerase (PCR), com um volume final de 15 μL , sendo: 2,4 μL de DNTP (1,25mM), 1,5 μL de solução tampão 10x (Buffer), 0,6-0,8 μL de cloreto de magnésio (MgCl_2 - 25mM), 0,4 μL de cada iniciador (5pmol/ μL), 0,1 μL de Taq Polimerase (5U/ μL), e 0,6 – 1 μL de DNA total e adição de água purificada para completar o volume final da reação. As condições de amplificação foram: desnaturação inicial a 95 °C por 3 min., 35 ciclos de desnaturação a 95 °C por 30 seg., hibridização a 56 °C por 45 seg., extensão a 72 °C por 1 min. e uma extensão final a 72 °C por 3 minutos.

As PCRs positivas foram purificadas com PEG (Polietileno Glicol) de acordo com o protocolo de Paithankar e Prasad (1991). Para o sequenciamento o método utilizado foi o didesoxiterminal, de Sanger et al. (1977), com o uso de reagentes do kit Big Dye (*ABI Prism™ Dye Terminator Cycle Sequencing Reanding Reaction – Thermo Fisher*) de acordo com as recomendações do fabricante. O produto precipitado foi submetido à eletroforese no sequenciador automático de capilar ABI 3500 (*Thermo Fisher*).

Base de Dados e Análises

As sequencias foram editadas no BioEdit v. 7.1.3.0 (Hall, 1999), sendo posteriormente alinhadas de modo automático utilizando o aplicativo CLUSTAL W (Thompson et al., 1997). Para orientar o processo de identificação dos táxons, foram definidos os haplótipos, utilizando o programa DnaSP (Librado e Rozas, 2009).

A identificação foi realizada com base na similaridade das sequências obtidas no estudo com as bibliotecas de referência *GenBank* (NCBI - *National Center for Biotechnology Information* - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) e BOLD (*Barcode of Life Data Systems* - <http://www.boldsystems.org/>), usando as sequências com maior valor de similaridade (99% -100%) para discriminar as espécies (Hebert et al., 2003). Além disso utilizou-se a identificação filogenética baseada na topologia das árvores, sendo os clados gerados correspondendo as espécies.

As sequências das espécies disponíveis no NCBI foram adicionadas as bases de dados do trabalho para a construção da árvore de Agrupamento de Vizinhos, utilizando o modelo evolucionário Kimura-2-parâmetros (Kimura, 1980), no programa MEGA v. 7 (Kumar et al., 2016), sendo a significância dos agrupamentos estimada pela análise de *bootstrap* , 1000 pseudoréplicas (Felsenstein, 1985).

As distâncias máximas e médias do *Barcode gap* das sequências foram avaliadas na plataforma BOLD Systems

(http://www.boldsystems.org/index.php/MAS_Management_DataConsole?codes=CA), por meio da ferramenta *Barcode Gap Analysis*, ainda nesta plataforma foram verificadas a existência de possíveis códons de parada.

A saturação dos dados foi testada por meio das taxas de transversão e transição dos nucleotídeos. A análise foi realizada no programa DAMBE6 (Xia, 2017).

A escolha do modelo evolutivo foi feita , utilizando o jModelTest2 (Darriba et 2012), disponível no CIPRES Science Gateway v3.3 (Miller et al. 2010), baseado no critério de informação bayesiana (BIC).

A construção da árvore de inferência bayesiana (BI) foi realizada usando o software BEAST v. 1.10.4 (Drummond e Rambaut 2007, Drummond et al. 2012). Na construção da árvore foi utilizado um relógio estrito e o processo de especiação de Yule como *prior* da árvore e o modelo evolutivo escolhido no jModelTest2 (HKY+I+G). A análise foi realizada com base em 10^9 gerações e 10% de *burn-in*. Os arquivos de log foram checados no Tracer v1.6 (Rambaut e Drummond, 2012) para avaliar a convergência e o comprimento adequado do *burn-in*. A convergência foi considerada adequada quando os parâmetros apresentaram ESS (*Effective Sample Size*) superiores a 200. As árvores geradas no BEAST foram sumarizadas no TreeAnnotator v1.10.4, para a obtenção da árvore consenso. O FigTree, v1.4.4 (Rambaut, 2018) foi usado para visualizar a árvore resultante.

A partir da identificação genética das espécies , o *status* de conservação destas foi verificado nas listas vermelhas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2020) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2018). Estes dados foram ilustrados pelos gráficos gerados na ferramenta online RAWGraphs (<https://rawgraphs.io/>).

Resultados

Similaridade genética

Foram obtidos fragmentos de 599 pares de bases, para um banco de 127 amostras (92 de tubarão e 35 de arraia), pertencentes à 24 nomenclaturas de comercialização, totalizando 31 haplótipos (Material Suplementar). Não foram encontrados códons de parada e as sequências não apresentaram saturação significativa. Foram ainda acrescentadas 17 amostras retiradas do NCBI para auxiliar na identificação a nível de espécie, além dos indivíduos inteiros, usados também como referência. A maioria das sequências

apresentou alta similaridade com sequências de referência dos bancos públicos (acima de 99%), sendo, portanto, um passo eficiente para a identificação precisa da maioria espécies (> 90 %) (Tabela 2 Material Suplementar).

Para alguns grupos, não havia sequência referência nos bancos públicos, por isso, nas comparações não apresentaram alta similaridade, sendo possível apenas sua identificação a nível de gênero (*Dasyatis* sp.) ou ordem (Myliobatiformes 1 e Myliobatiformes 2) (Figura 1).

As espécies identificadas exibiram diferentes valores de similaridade quando comparadas as amostras dos bancos públicos. A maioria apresentou 100% de similaridade: *Ginglymostoma cirratum* Bonnaterre, 1788 (cinco amostras); *Rhizoprionodon porosus* Poey, 1861 (15 amostras), *Carcharhinus plumbeus* Nardo, 1827 (três amostras), *Carcharhinus leucas* Müller e Henle, 1839 (seis amostras), *Carcharhinus porosus* Ranzani, 1839 (sete amostras), *Carcharhinus falciformis* Müller e Henle, 1839 (cinco amostras), *Carcharhinus acronotus* Poey, 1860 (duas amostras), *Sphyrna tudes* Valenciennes, 1822 (quatro amostras), *Sphyrna lewini* Griffith e Smith, 1834 (14 amostras), *Sphyrna mokarran* Rüppell, 1837 (21 amostras), *Sphyrna tiburo* Linnaeus, 1758 (três amostras), *Dasyatis americana* Hildebrand e Schroeder, 1928 (três amostras), *Dasyatis guttata* Bloch e Schneider, 1801 (uma amostra), *Rhinoptera brasiliensis* Müller, 1836 (seis amostras), *Rhinoptera bonasus* Mitchill, 1815 (três amostra) e *Aetobatus narinari* Euphrasen, 1790 (três amostras).

Algumas amostras apresentaram similaridade > 99 %, como *S. mokarran* (99,83 % para seis amostras), *C. leucas* (99,83 % para uma amostra), *R. brasiliensis* (99,82 % para uma amostra), *R. bonasus* (99,64 % para uma amostra), *D. guttata* (99,27 % para uma amostra) e *D. americana* (99,82 % para quatro amostras).

Como já mencionado, devido à ausência de sequências referência, a identificação com base em similaridade não foi possível para algumas sequências de arraias, visto que 12 amostras apresentaram similaridade < 98 %.

As amostras não identificadas com as sequências dos bancos públicos, apresentaram similaridades com: *Hypanus dipterurus* Jordan e Gilbert, 1880 (86,31 %) e *Neotrygon leylandi* Last, 1987 (86,31 %) para uma sequência; *H. dipterurus* (85,35 %), *N. leylandi* (85,35 %) e *Neotrygon picta* Last e White, 2008 (85,35 %) para três amostras; *Rhinoptera jayakari* Boulenger, 1895 (87,59 %), *R. bonasus* (88,32 %) uma amostra; *Gymnura micrura* Bloch e Schneider, 1801 (90,53 %), *Gymnura* sp. (89,98 %) para cinco sequências e duas sequências similares a *Dasyatis americana* (95,62 %) (Tabela 1).

A comparação das distâncias intra e interespecífica mostrou que os maiores valores de divergência intraespecífica foram sempre inferiores ao menor valor de distância interespecífica, dessa forma demonstrando que para o presente estudo, o critério de *Barcode Gap* foi eficiente para discriminação das espécies (Material Suplementar).

Identificação a partir de inferência filogenética

A topologia obtida utilizando 599 pb de 144 elasmobrânquios a partir de inferência bayesiana em conjunto com a identificação por meio de similaridade genética, recuperou grupos consistentes e congruentes.

A partir das inferências filogenéticas identificamos 20 táxons, sendo nove espécies de arraias, pertencentes a ordem Myliobatiformes e onze de tubarão, pertencentes as ordens Orectolobiformes e Carcharhiniformes. A ordem Myliobatiformes apresenta as famílias Rhinopteridae (duas espécies), Dasyatidae (três espécies), Gymnuridae (uma espécie), Aetobatidae (uma espécie), além dos táxons identificados como Myliobatiformes 1 e Myliobatiformes 2.

Em relação a ordem Orectolobiformes encontramos apenas a família Ginglymostomatidae (uma espécie). A ordem Carcharhiniformes apresentou a família Carcharhinidae (seis espécies) e a família Sphyrnidae (quatro espécies) (Figura 1).

A família Sphyrnidae apresentou o maior número de amostras (N = 48) com quatro espécies, *S. mokarran* (N = 27), *S. lewini* (N = 14), *S. tudes* (N = 4) e *S. tiburo* (N = 3). A família Carcharhinidae exibiu 39 amostras, com seis espécies, *R. porosus* (N = 15), *C. porosus* (N = 7), *C. leucas* (N = 7), *C. falciformes* (N = 5), *C. plumbeus* (N = 3), *C. acronotus* (N = 2), a família Ginglymostomatidae apresentou a espécie *G. cirratum* (N = 5). Para as arraias a família mais representativa foi Rhinopteridae (N = 11) com duas espécies, *R. brasiliensis* (N = 7) e *R. bonasus* (N = 4), seguida pela família Dasyatidae (N = 9) com as espécies *D. americana* (N = 7) e *D. guttata* (N = 7). Identificamos ainda a Família Gymnuridae com a espécie *G. micrura* (N = 5) e a família Aetobatidae com a espécie *A. narinari* (N = 3) (Figura 2A e 2B).

As espécies que não foram identificadas por meio da similaridade genética, formaram grupos bem suportados a partir da inferência bayesiana, possibilitando a discriminação dos táxons Myliobatiformes 1, Myliobatiformes 2 e *Dasyatis* sp. O grupo Myliobatiformes 1 (N = 1) divergiu 13,98 % do clado de *Rhinoptera brasiliensis* e 12,62% de *Rhinoptera bonasus*, da mesma forma tivemos a formação do clado Myliobatiformes 2 (N = 4) que divergiu 13,58 % de *Dasyatis americana* e 15,15 % *Dasyatis guttata*, assim

como *Dasyatis guttata* e *Dasyatis* sp. (N = 2) que divergiram 5,05 %, estes grupamentos estão bem suportados estatisticamente (Figura 2A).

Categorias de comercialização e regularidade na oferta de espécies ameaçadas

Foram encontradas 15 nomenclaturas para tubarão, pertencentes a 11 espécies, enquanto para arraia foram obtidos nove nomes de comercialização, sendo discriminados nove táxons (seis identificados a nível de espécie, dois identificados a nível de ordem e um a nível de gênero) (Figura 2A e 2B). Deste total, nove são espécies ameaçadas de extinção e se considerarmos as cinco espécies quase ameaçadas o número sobe para 14 espécies.

Os diferentes nomes de venda encontrados se referiam, em alguns casos, a uma mesma espécie, como arraia pintada e arraia roxa pintada que são nomenclaturas utilizadas para a espécie *A. narinari*, assim como cação prenhoa e cação curnuda que se referem a *C. porosus* (Figura 3A e 3B).

A nomenclatura de comercialização de cação panã engloba seis de espécies, com diferentes *status* de ameaça: *R. porosus*, *C. porosus*, *S. tiburo*, *S. tudes*, *S. mokarran*, *S. lewini* (Figura 4).

As coletas realizadas ao longo de um ano mostraram que o comércio de espécies ameaçadas ocorre com frequência, como para as espécies de tubarão da família Sphyrnidae, em especial para *S. mokarran* e *Sphyrna lewini*, vendidas principalmente como cação panã. Os indivíduos dessa família foram comercializados em 11 dos 12 meses coletados. Enquanto as espécies ameaçadas *Rhinoptera brasiliensis*, *Carcharhinus plumbeus* apresentaram uma oferta irregular.

Discussão

Dos elasmobrânquios coletados ao longo de um ano apenas na Feira Livre de Bragança, foi possível identificar uma diversidade de 20 táxons sendo comercializados, 17 identificados a nível específico, incluindo oferta regular de espécies ameaçadas. Nos trabalhos já realizados, considerando a costa Norte, números similares vêm sendo registrados, com 26 espécies observadas desembarcadas e comercializados, sendo nove de arraia e 17 de tubarão (Rodrigues Filho et al., 2020; Ferrete et al., 2019).

Registramos uma grande variedade de designações comerciais, com um mesmo nome se referindo a mais de uma espécie, ou ainda, diferentes nomes sendo utilizados

para uma única espécie. Não observamos uma relação direta entre a quantidade de nome empregado na venda com o número de espécies.

Em relação as espécies comercializadas notamos que esse comércio é bastante dinâmico e a regularidade da oferta é maior para alguns grupos, como as espécies *S. mokarran*, *S. lewini* e *R. porosus*. Enquanto espécies como *A. narinari*, *C. falciformis*, *C. acronotus* costumam ser comercializadas esporadicamente.

Diversidade de Elasmobrânquios e comércio de espécies ameaçadas

Os resultados obtidos mostram que das 20 espécies identificadas sendo comercializadas, nove encontram-se ameaçadas e cinco quase ameaçadas, seja pela lista de espécies ameaçadas do Brasil (ICMbio, 2018) ou pela lista de espécies ameaçadas globalmente. Encontramos quatro espécies listadas como “deficiente de dados” pela IUCN e pelo ICMBio. Encontramos espécies consideradas “em perigo”, “vulnerável” e “criticamente ameaçada” sendo comercializadas (Figura 4).

O comércio de espécies ameaçadas embora preocupante acaba sendo muitas vezes mascarado, já que os elasmobrânquios tendem a ser vendidos descaracterizados e com diferentes nomenclaturas de venda, em que um nome muitas vezes atua como categoria. A falta de padronização na nomenclatura também pode facilitar com que espécies com diferentes *status* de ameaças sejam vendidas juntas. Um caso muito frequente ao longo do estudo foi o do cação panã, nome utilizado para diferentes espécies: *R. porosus*, *C. porosus*, *S. tiburo*, *S. tudes*, *S. mokarran*, *S. lewini*; outro exemplo é a nomenclatura arraia bicuda, que foi usada para as espécies *D. americana*, *D. guttata* e *Dasyatis* sp. Estes dados revalidam que nomes de comercialização acabam sendo uma fonte não confiável de identificação de espécies, como discutido em outros estudos (Clarke et al. 2006; Rodrigues-Filho et al. 2009; Domingues et al. 2013).

Comercialização de espécies de Tubarão ameaçadas

A família Carcharhinidae exibiu seis espécies sendo comercializadas (*R. porosus*, *C. porosus*, *C. leucas*, *C. falciformes*, *C. plumbeus*, *C. acronotus*), apresentando o maior número espécies, porém com uma menor frequência na amostragem, quando comparados a família Sphyrnidae.

Dentre as seis espécies de Carcharhinidae encontradas, três são tidas como ameaçadas de extinção, a exemplo de *C. porosus*, espécie considerada criticamente ameaçada e que foi observada sendo comercializada. Ainda sobre *C. Porosus*, esta espécie

apresentou uma pequena quantidade amostrada, diferindo do observado em tempos prévios, em que a espécie foi a mais abundante no desembarque e comercialização em Bragança (Rodrigues-Filho et al. 2009). A redução de volume desembarcado pode ser explicada pelo declínio dos estoques pesqueiros para muitas espécies de tubarões (Worm et al., 2013), uma vez que na região Norte do Brasil essa tendência de diminuição já foi relatada (Lutz et al., no prelo).

Quanto às espécies *C. falciformes*, *C. plumbeus* e *C. leucas*, estas são comuns no comércio de nadadeiras (Clarke et al., 2006) e embora tenham sido encontradas no presente estudo, apresentaram um pequeno número amostral, diferente do observado em um estudo realizado no Sudeste brasileiro, onde *C. falciformes* foi a espécie mais abundante (51 %) no desembarque (Domingues et al., 2013). Estes dados mostram que apesar de estas espécies serem ofertadas, isto ocorre de forma esporádica, possivelmente por serem capturadas como *bycatch* (Lessa et al., 1999).

Ainda que o número de espécies ameaçadas para o gênero *Carcharhinus* tenha sido elevado, a espécie mais abundante *R. porosus*, não se encontra ameaçada hoje. Porém, estudos populacionais devem ser priorizados, uma vez que maioria das amostras aqui coletadas são de nascituros retirados das fêmeas grávidas capturadas (comunicação pessoal). Este resultado nos mostra a importância de entendermos melhor o real *status* de conservação da espécie para que possamos trabalhar em políticas de conservação, caso necessário, algo que não pode ser feito com dados deficientes.

Em relação a família *Ginglymostomatidae*, apenas a espécie *Ginglymostoma cirratum* foi observada sendo comercializada, a espécie é considerada vulnerável pela legislação brasileira (ICMBio, 2018). Segundo dados referentes a espécie, ao longo dos últimos anos houve uma redução em seus estoques, ao longo da costa brasileira (SBEEL, 2005), sendo possível que este panorama ainda se mantenha, visto que ao longo dos 12 meses de coleta, obtivemos apenas cinco amostras de *G. cirratum*.

A partir dos nossos resultados observamos uma mudança no cenário de espécies mais comercializadas, em que a família mais amostrada foi *Sphyrnidae*, diferindo dos dados observados em outros estudos que mostram que as espécies mais comercializadas costumam ser da família *Carcharhinidae* (Rodrigues-Filho et al., 2009; Feitosa et al., 2018). Entre as espécies da família *Sphyrnidae*, *S. mokarran* foi a espécie mais frequente, dados similares foram observados em um estudo realizado para a costa Norte, em que esta espécie foi a quarta mais amostrada (Feitosa et al., 2018). Tais dados são

preocupantes, pois todas as espécies do gênero *Sphyrna* encontrados no nosso estudo encontram-se em alguma categoria de ameaça.

A espécie *S. mokarran*, no decorrer deste trabalho teve seu *status* agravado, saindo de ameaçada para criticamente ameaçada (IUCN, 2020). Estes resultados se mostram preocupantes, uma vez que estoques explorados incisivamente tendem a ter suas populações reduzidas, podendo até serem extintas (Dulvy et al., 2014).

Comercialização de espécies de Arraias ameaçadas e indícios de Especiação

Para a família Rhinopteridae foram encontradas duas espécies. A primeira delas é *Rhinoptera brasiliensis*, uma espécie considerada ameaçada, por ser suscetível a ação da pesca de recrutamento, devido principalmente a suas características biológicas (IUCN, 2020). Esta espécie não apresentou regularidade em sua oferta, mostrando que seu comércio pode ser esporádico, informação corroborada por um outro estudo que registrou um número reduzido de amostras da espécie para Bragança (Rodrigues Filho et al., 2020), diferente do observado no estudo realizado nas costas Sudeste e Sul do Brasil, em que a espécie *R. brasiliensis* foi a mais amostrada (Ferrette et al., 2019).

Ainda a respeito da família Rhinopteridae temos a espécie *Rhinoptera bonasus*, que no presente estudo também é representada por um baixo número amostral. *R. bonasus* também foi observada em um estudo realizado para a costa Norte, onde foi sugerido uma possível subestruturação em relação à população do Atlântico Ocidental Norte (Rodrigues Filho et al., 2020). De fato, após à comparação de nossas sequências com sequências da Carolina Norte e Virginia foi possível observar dissimilaridades de aproximadamente 2%, como encontrado em Rodrigues-Filho et al. (2020), o que sugere um possível cenário de especiação.

Outra espécie com possível restrição de fluxo gênico Norte/Sul do Atlântico ocidental é *G. micrura*, uma vez que há 10,10 % de divergência entre as sequências do presente estudo e sequências da mesma espécie coletadas na costa Mexicana e disponível em bancos públicos. Este resultado pode indicar a existência de dois diferentes grupos (ou espécies), como proposto por Yokota e Carvalho (2017), os quais sugerem uma revisão taxonômica para *G. micrura* na qual a espécie *Gymnura lessae* encontra-se distribuída dos EUA ao Golfo do México, enquanto *G. micrura* habita o Atlântico Ocidental (Brasil, Norte da Venezuela e Trinidad e Tobago).

A respeito da família Dasyatidae, encontramos as espécies *D. americana* e *D. guttata* sendo comercializadas, que se encontram com *status* de dados insuficientes (DD)

a nível nacional e internacional, sendo *D. guttata* considerada uma espécie menos preocupante por não apresentar ameaças significativas (ICMBio, 2018). Outras espécies do estudo também apresentam deficiência de dados, sendo elas: *G. micrura*, *C. porosus* (IUCN, 2020), *R. bonasus*, *A. narinari* e *R. porosus* (ICMBio, 2018).

Para a categoria arraia foram encontrados ainda espécies que provavelmente não possuem sequências correspondentes nos bancos públicos: Myliobatiformes 1, Myliobatiformes 2 e *Dasyatis* sp.. Estes grupos apresentaram uma divergência genética elevada, sendo que os valores de divergência de Myliobatiformes 1 de *R. brasiliensis* e *R. bonasus*, (13,98 – 12,62 %) e Myliobatiformes 2 de *D. americana* e *D. guttata* (13,58 – 15,15 %) com as sequências mais próximas foram parecidas ao observado entre diferentes famílias, como *R. brasiliensis* e *G. micrura* (16,31 %), *S. lewini* e *C. falciformes* (11,65 %), nos fazendo supor que estes táxons podem pertencer a famílias diferentes. *Dasyatis* sp. apresentou acentuada divergência genética das outras duas espécies de *Dasyatis* (5,05 – 4,47 %) aqui encontradas, a divergência foi corroborada pela topologia gerada pela árvore de inferência bayesiana. O valor de divergência apresentado para *Dasyatis* sp. foi similar ao observado entre *D. americana* e *D. guttata* (5,63 %). Estes resultados indicam que *Dasyatis* sp. é uma espécie diferente das espécies com sequências disponíveis em bancos públicos para a família Dasyatidae ou mesmo que se trata de uma espécie que ainda não foi descrita formalmente. A potencial especiação inferida a partir de dados moleculares em *Dasyatis* não é novidade, Ferrette et al. (2019), encontraram em suas amostras um grupo também identificado como *Dasyatis* sp. No entanto, a potencial espécie encontrada no presente estudo, não refere-se a mesma espécie encontrada em Ferrette et al. (2019), haja vista a similaridade entre as sequências, menor que 98 %.

Estes resultados mostram possíveis novas espécies, ou mesmo o registro de novas ocorrências das arraias identificadas como Myliobatiformes 1, Myliobatiformes 2 e *Dasyatis* sp.

Exploração: impactos nas populações de Elasmobrânquios

Ao compararmos os dados do presente estudo à literatura percebemos que há inconformidade na composição de espécies descritas para a costa Norte, em especial o município de Bragança. Por exemplo, em um trabalho realizado na Feira Livre de Bragança foram observadas sendo comercializadas as espécies: *Sphyrna zygaena*, *Rhizoprionodon terraenovae*, *Negaprion brevirostris* (Rodrigues-Filho et al., 2009). Temos ainda o trabalho desenvolvido em portos de Vigia e Bragança que mostrou que 55

% dos tubarões desembarcados correspondiam a espécie *Pristis perotteti* (Palmeira et al., 2013). A espécie *Pristis pristis* também foi observada sendo comercializada em Bragança, Belém e Vigia (Rodrigues Filho et al., 2020).

Essas espécies citadas acima não foram registradas por nós em nenhum momento do período amostrado, o que pode estar relacionado ao declínio de suas populações naturais, já que são espécies com elevado nível de ameaça devido a sua ampla exploração (IUCN, 2020). Como estes recursos apresentam uma redução em suas populações (IUCN, 2020), possivelmente suas capturas, assim como suas ofertas acabam sendo esporádicas.

O cenário de exploração de elasmobrânquios seja a nível regional ou em escalas globais nos mostram que tubarões e arraias sofrem de problemas sistemáticos. Volumes de capturas e dados estatísticos de desembarques são incompletos e superficiais (Dent e Clarke, 2015). Além da obscuridade de dados, ao mesmo tempo em que o mercado de consumo alimentar da carne de tubarão aumentava nas últimas décadas, um novo mercado, ainda mais impactante foi se desenvolvendo no cenário mundial - a exportação das nadadeiras de tubarão para os mercados asiáticos (Pough et al., 2008). Esse é um processo danoso, uma vez que os elasmobrânquios, em sua maioria são animais *k* estrategistas, sofrem uma pressão maior de captura, tornando dificultosa a recuperação por depressões pesqueiras (Stevens et al., 2000; Oliver et al., 2015).

Em vista do que foi discutido percebe-se a importância de planos de fiscalização nacional e internacional, assim como o acompanhamento rigoroso do que é capturado e desembarcado. Nesse contexto, metodologias baseadas em genética, como o uso de DNA *Barcode*, assim como enriquecimento de bancos públicos com sequências de DNA referência para vários táxons, notoriamente contribuem para obtenção de dados mais acurados, e que posteriormente podem embasar dados estatísticos confiáveis para a elaboração de planos de gestão mais eficientes (Dulvi et al., 2014; Oliver et al., 2015; Barreto et al., 2016).

Conclusões

Foram encontradas 24 nomenclaturas de comercialização na Feira Livre de Bragança, referindo-se a 20 espécies de elasmobrânquios, identificadas utilizando a ferramenta DNA *Barcode*. Deste total de espécies, observamos evidências que podem indicar possíveis cenários de especiação ou novas ocorrências para três táxons de arraia. Identificamos ainda o comércio de espécies ameaçadas, sendo este regular para as espécies da família Sphyrnidae, principalmente *S. mokarran* e *Sphyrna lewini*. Este

comércio acaba ocorrendo em grande parte devido a despadronização de nomenclatura e descaracterização das espécies, nos mostrando o quão importante é o emprego de ferramentas moleculares, em especial o DNA *Barcode*, para a identificação de espécies, assim como para gerar dados que podem ser utilizados na elaboração de planos de gestão eficiente.

Referência Bibliográfica

Ardura, A.; Linde A. R.; C. Moreira, C. J. e Garcia-Vazquez, E. DNA barcoding for conservation and management of Amazonian commercial fish. *Biological Conservation*, v. 143, n. 6, p. 1438-1443, 2010.

Clarke, S. C., Magnussen, J. E., Abercrombie, D. L., McAllister, M. K., e Shivji, M. S. Identification of shark species composition and proportion in the Hong Kong shark fin market based on molecular genetics and trade records. *Conservation Biology*, v. 20, n. 1, p. 201-211, 2006.

Compagno, L. J. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. *Environmental Biology of Fishes*, v. 28, n. 1-4, p. 33-75, 1990.

Compagno, L. J. V. (1984). *FAO species catalogue, Vol. 4, Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2, Carcharhiniformes*. *Fao Fish. Synop.* 125(4/2): 251-655.

Darriba, D.; Taboada, G.L.; Doallo, R.; Posada, D. jModelTest 2: More models, new heuristics and parallel computing. *Nat. Methods* 2012, 9, 772.

Domingues, R. D., De Amorim, A. F., e Hilsdorf, A. W. S. Genetic identification of *Carcharhinus* sharks from the southwest Atlantic Ocean (Chondrichthyes: Carcharhiniformes). *Journal of Applied Ichthyology*, v. 29, n. 4, p. 738-742, 2013.

Drummond, A.J.,j, Rambaut, A. BEAST: Bayesian Evolutionary Analysis by Sampling Trees. *BMC Evol Biol* 7: 214, 2007.

Drummond, A. J., Suchard, M. A., Xie, D., and Rambaut, A. Bayesian phylogenetics with BEAUti and the BEAST 1.7. *Mol. Biol. Evol.* 29, 1969–1973. 2012.

Dulvy, N. K., Fowler, S. L., Musick, J. A., Cavanagh, R. D., Kyne, P. M., Harrison, L. R., ... e Pollock. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *elife*, v. 3, p. e00590, 2014.

Feitosa, L. M.; Martins, A. P. B.; Giarrizzo, T.; Macedo, W.; Monteiro, I. L.; Gemaque, R. e Souza, R. DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot. *Scientific reports*, v.8(1), p. 1-12, 2018.

Felsenstein, J. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution*, v. 39, n. 4, p. 783-791, 1985.

Ferrette, B. L. D. S., Domingues, R. R., Rotundo, M. M., Miranda, M. P., Bunholi, I. V., De Biasi, J. B., ... e Mendonça, F. F. (2019). DNA Barcode Reveals the Bycatch of Endangered Batoids Species in the Southwest Atlantic: Implications for Sustainable Fisheries Management and Conservation Efforts. *Genes*, 10(4), 304.

Freire, J. L.; Silva, B. B.; Souza, A. Aspectos econômicos e higiênico-sanitários da comercialização do pescado no município de Bragança (PA). *Biota Amazônia*, v. 1, p. 17-28, 2011.

Gadig, O. B. F. Fauna de tubarões da costa norte/nordeste do Brasil (Chondrichthyes, Elasmobranchii). Dissertação de Mestrado, não publicada, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p. 230, 1994.

Gadig, O. B. F. Tubarões da costa brasileira. Tese de doutorado – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro. 343p, 2001.

Hall, T. A. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. In: *Nucleic acids symposium series*. n. 41, p. 95-98, 1999.

Hebert, P. D., Cywinska, A., Ball, S. L., e DeWaard, J. R. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v. 270, n. 1512, p. 313-321, 2003.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. p. 1-459, 2018.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species 2017. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 16 de janeiro de 2020.

Kimura, M. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, v. 16, p. 111–120, 1980. <https://doi.org/10.1007/bf01731581>.

Kumar, S., Stecher, G., e Tamura, K. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, v. 33, p. 1870–1874, 2016. <https://doi.org/10.1093/molbev/msw054>.

Lessa, R.S., Rincon, G., Gadig, O.B., El-Deir, A.C.A. Biodiversidade de Elasmobrânquios no Brasil. Ministério do Meio Ambiente Projeto de Conservação e utilização da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO). 1999.

Librado, P., e Rozas, J. DnaSP v5: a software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics*, v. 25, n. 11, p. 1451-1452, 2009.

Lutz, I. A. F.; Nascimento, M. S.; Lima, W. M. G.; Nunes, Z. M. P.; Bentes, B. Analysis of fishery pattern of Elasmobranchii landed in the major fishery centers in the Brazilian Northern coast. 2020.

Martins, T. S. Inventário da ictiofauna comercializada na Feira Livre do município de Bragança-PA, região costeira amazônica Trabalho de conclusão de curso (TCC) – Universidade Federal do Pará (UFPA), *Campus Bragança*. 66 pg., 2018.

Mc Eachran, J. D.; Carvalho M. R. FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume1: Introduction, Molluscs, Crustaceans, Hagfishes, Sharks, Batoid fishes and Chimaeras. in Carpenter, K. E. e V. H. Niem (eds); Rome: FAO. p. 599, 2002.

Miller, M.A.; Pfeier,W.; Schwartz, T. Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. In 2010 Gateway Computing Environments Workshop (GCE); IEEE: Piscataway, NJ, USA, p. 1–8, 2010.

Nelson, J.S.; Grande, T. C.; Wilson, M. V. H. Fishes of the World. John Wiley e Sons, 2016.

Oliver, S., Braccini, M., Newman, S. J., E Harvey, E. S. Global patterns in the bycatch of sharks and rays. *Marine Policy*, 54, 86-97, 2015.

Palmeira, C. A. M., da Silva Rodrigues-Filho, L. F., de Luna Sales, J. B., Vallinoto, M., Schneider, H., e Sampaio, I. Commercialization of a critically endangered species (largetooth sawfish, *Pristis perotteti*) in fish markets of northern Brazil: authenticity by DNA analysis. *Food Control*, v. 34, n. 1, p. 249-252, 2013.

Paithankar, K.R. e Prasad, K.S.N. Precipitation of DNA by polyethylene glycol and ethanol. *Nucleic Acids Res.* 19:1346, 1991.

Pough, F. H.; Janis, C. M.; Heiser, J. B. A vida dos vertebrados. 4. edição. São Paulo, Atheneu,p. 699, 2008.

Rambaut, A. E Drummond, A.J. Tracer v1.5. 2009, 2012.

Rambaut, A. FigTree v1. 4.4, a Graphical Viewer of Phylogenetic Trees. 2014. Java. 2018.

Ratnasingham, S., Hebert, Paul D. N. Barcode of Life Data Systems HandbookA web-based bioinformatics platform supporting the DNA barcoding of animal, plant, and fungal

species.2019: Disponível em: <
www.boldsystems.org/index.php/MAS_Analysis2_BarcodeGapAnalysis/preprocess>.
Acesso em: 27 setembro de 2019.

Ratnasingham, S. e Hebert, P. D. N. BOLD: the barcode of life datasytem (www.barcodinglife.org). *Molecular Ecology Notes*, v. 7, p. 355–364, 2007.

Rodrigues-Filho, L. F. D. S.; Rocha, T. C. D.; Rêgo, P. S. D.; Schneider, H.; Sampaio, I. e Vallinoto, M. Identification and phylogenetic inferences on stocks of sharks affected by the fishing industry off the Northern coast of Brazil. *Gen. Mol. Biol.*, v. 32, n. 2, p. 405-413, 2009.

Rodrigues Filho, L. F. S., Feitosa, L. M., Nunes, J. L. S., Palmeira, A. R. O., Martins, A. P. B., Giarrizzo, T., ... e Souza, R. F. C Molecular identification of ray species traded along the Brazilian Amazon coast. *Fisheries Research*, 223, 105407, 2020.

Sanger, F., Nicklen, S., E Coulson, A. R. DNA sequencing with chain-terminating 744 inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 74 (12), 5463–5467, 1977.

SBEEL. Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios Plano de Ações para Conservação e Manejo dos Estoques dos Recursos Pesqueiros. p. 100, 2005.

Steinke, D., Bernard, A. M., Horn, R. L., Hilton, P., Hanner, R., e Shivji, M. S. DNA analysis of traded shark fins and mobulid gill plates reveals a high proportion of species of conservation concern. *Scientific reports*, v. 7, n. 1, p. 9505, 2017.

Stevens, J. D. Life-history and ecology of sharks at Aldabra Atoll, Indian Ocean. *Proc. R. Soc. Lond. B*, v. 222, n. 1226, p. 79-106, 1984.

Thompson, J. D.; Gibson, T. J.; Plewniak, F.; Jeanmougin, F. e Higgins, D. G. The CLUSTAL X Windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Res.* v. 25, n. 24, p. 4876-4882, 1997.

Towns, J.; Cockerill, T.; Dahan, M.; Foster, I.; Gaither, K.; Grimshaw, A.; Hazlewood, V.; Lathrop, S.; Lifka, D.; Peterson, G.D.; et al. XSEDE: Accelerating scientific discovery. *Comput. Sci. Eng.* 2014, 16, 62–74.

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

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

Xia, X.; Xie, Z.; Salemi, M.; Chen, L.; Wang, Y. An index of substitution saturation and its application. *Mol. Phylogenet. Evol.* 2003, 26, 1–7.

Yokota, L., e De Carvalho, M. R. Taxonomic and morphological revision of butterfly rays of the *Gymnura micrura* (Bloch e Schneider 1801) species complex, with the description of two new species (Myliobatiformes: Gymnuridae). *Zootaxa*, 4332(1), 1-74, 2017.

Lista de Figuras e Tabela

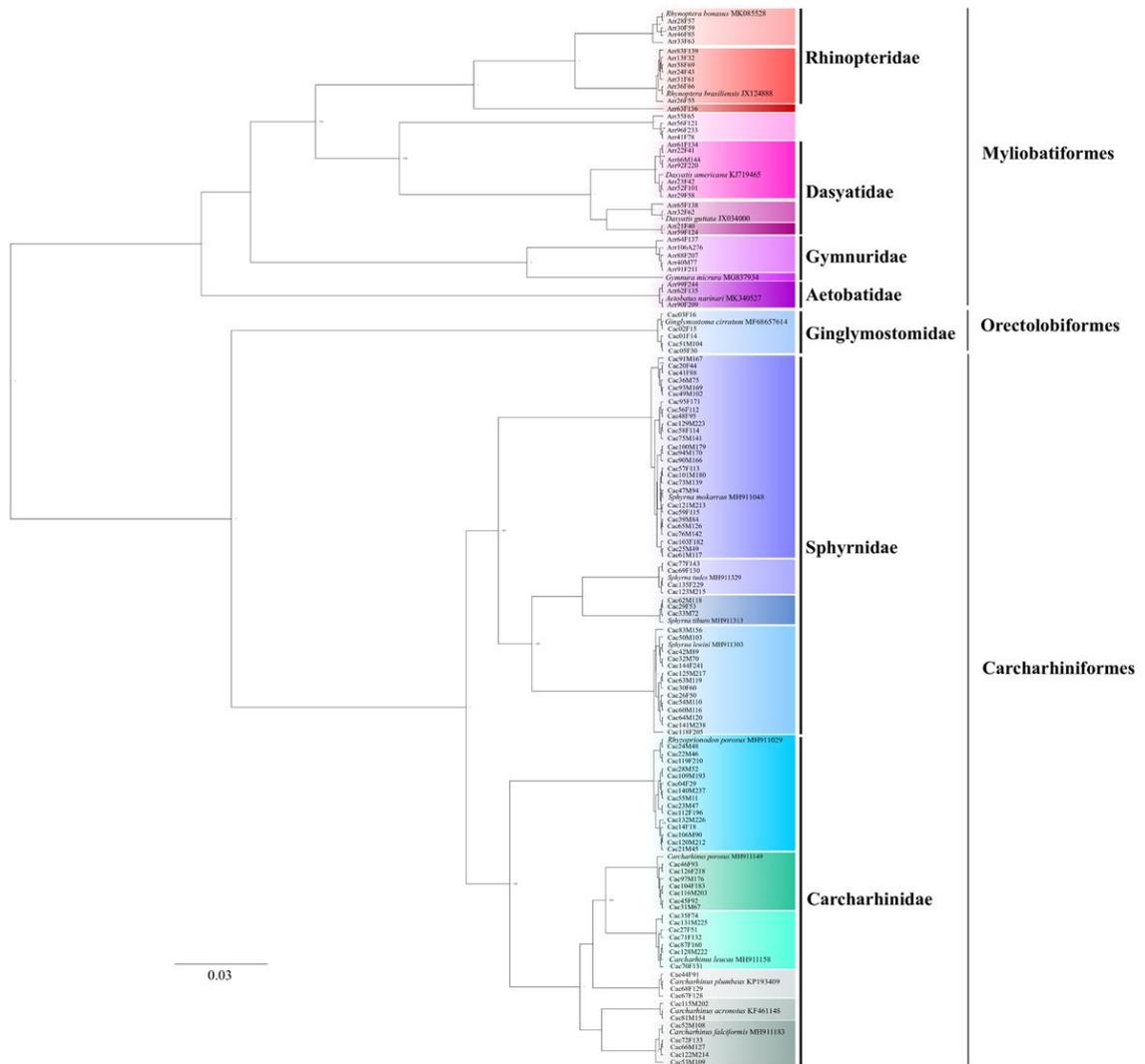


Figura 1. Árvore de inferência bayesiana obtida no BEAST, a partir de sequencias aqui geradas e sequências obtidas no GenBank®. As cores indicam as espécies observadas.

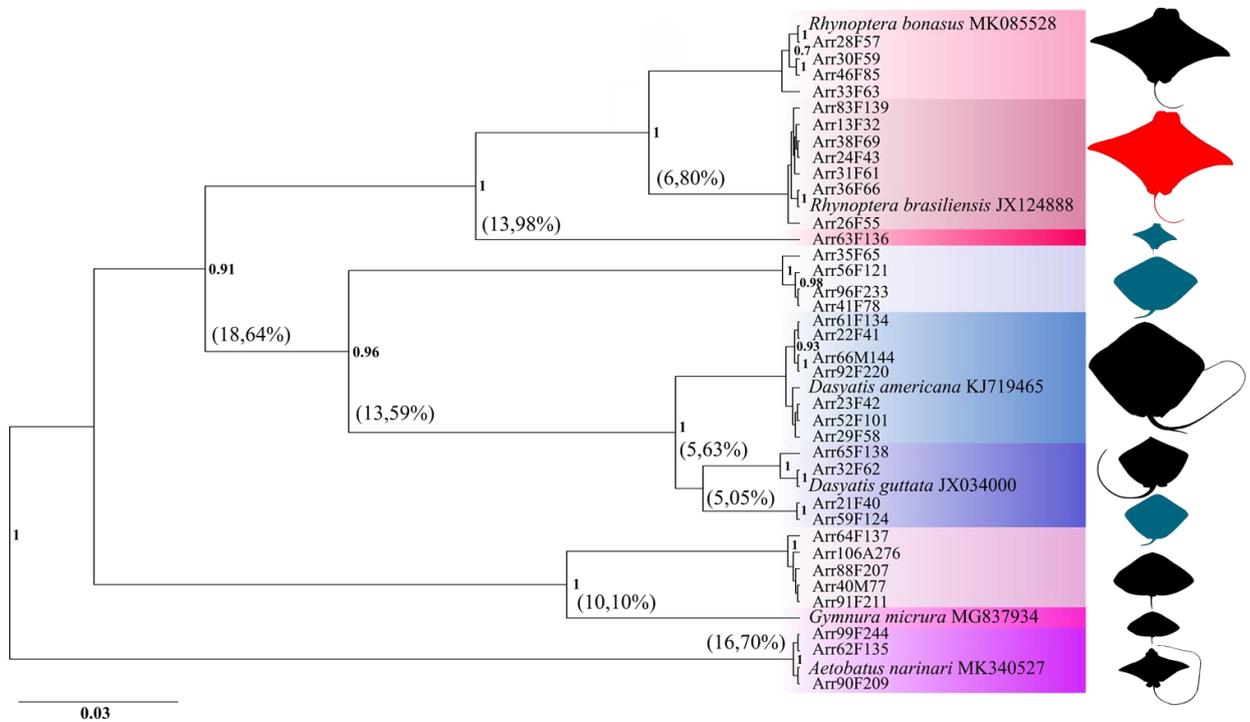


Figura 2A. Árvore de inferência bayesiana obtida no BEAST para as arraias. Valores nos nós indicam probabilidade *posteriori*. Valores dentro de parenteses representam distância p. As silhuetas em preto indicam as espécies não ameaçadas, a vermelha indica a espécie ameaçada e as azuis mostram as possíveis novas espécies de arraias.

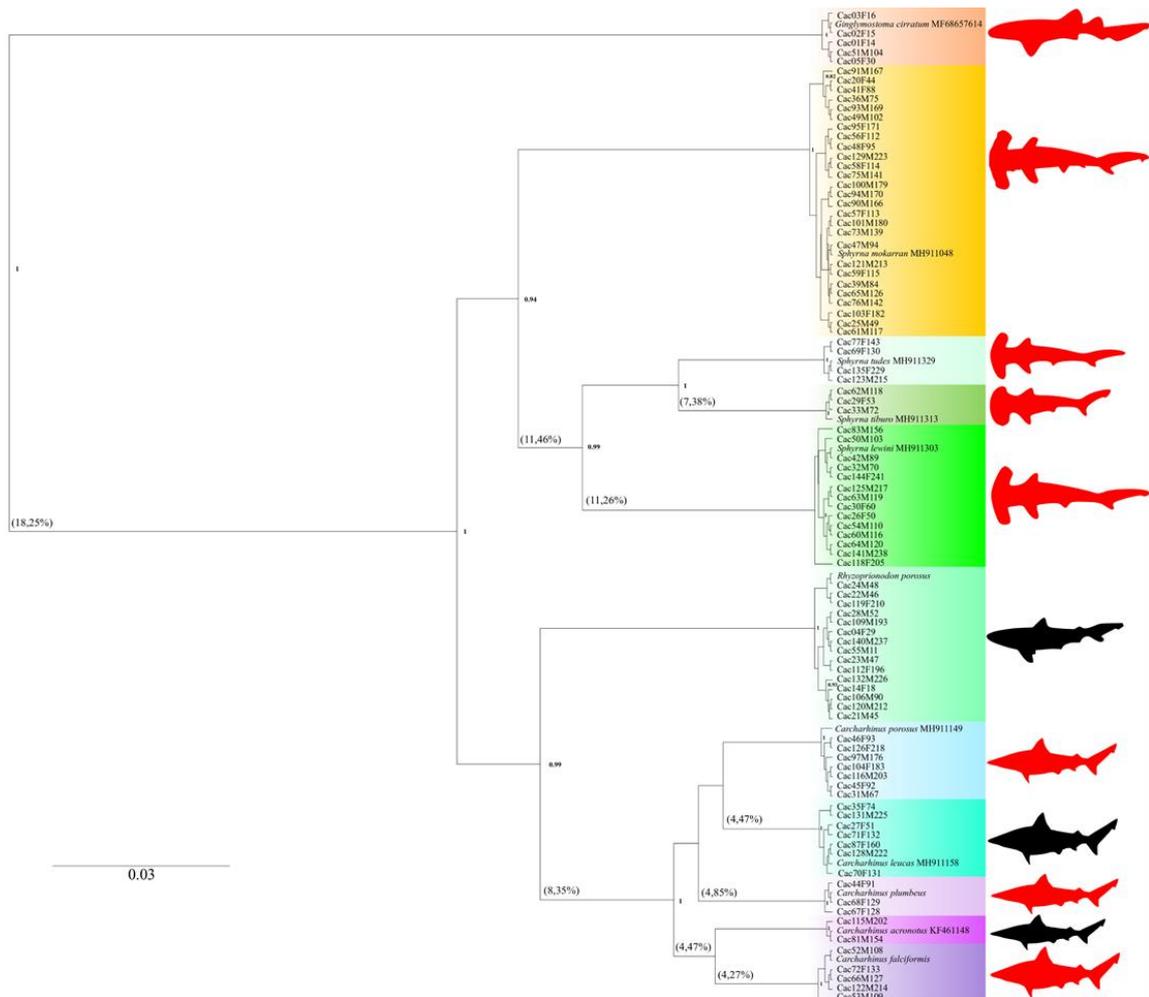


Figura 2B. Árvore de inferência bayesiana obtida no BEAST. Valores nos nós indicam probabilidade *posteriori*. Valores dentro de parenteses representam distância p. As silhuetas em preto idicam as espécies que não são ameaçadas, as vermelhas indicam as espécies de tubarões ameaçadas.

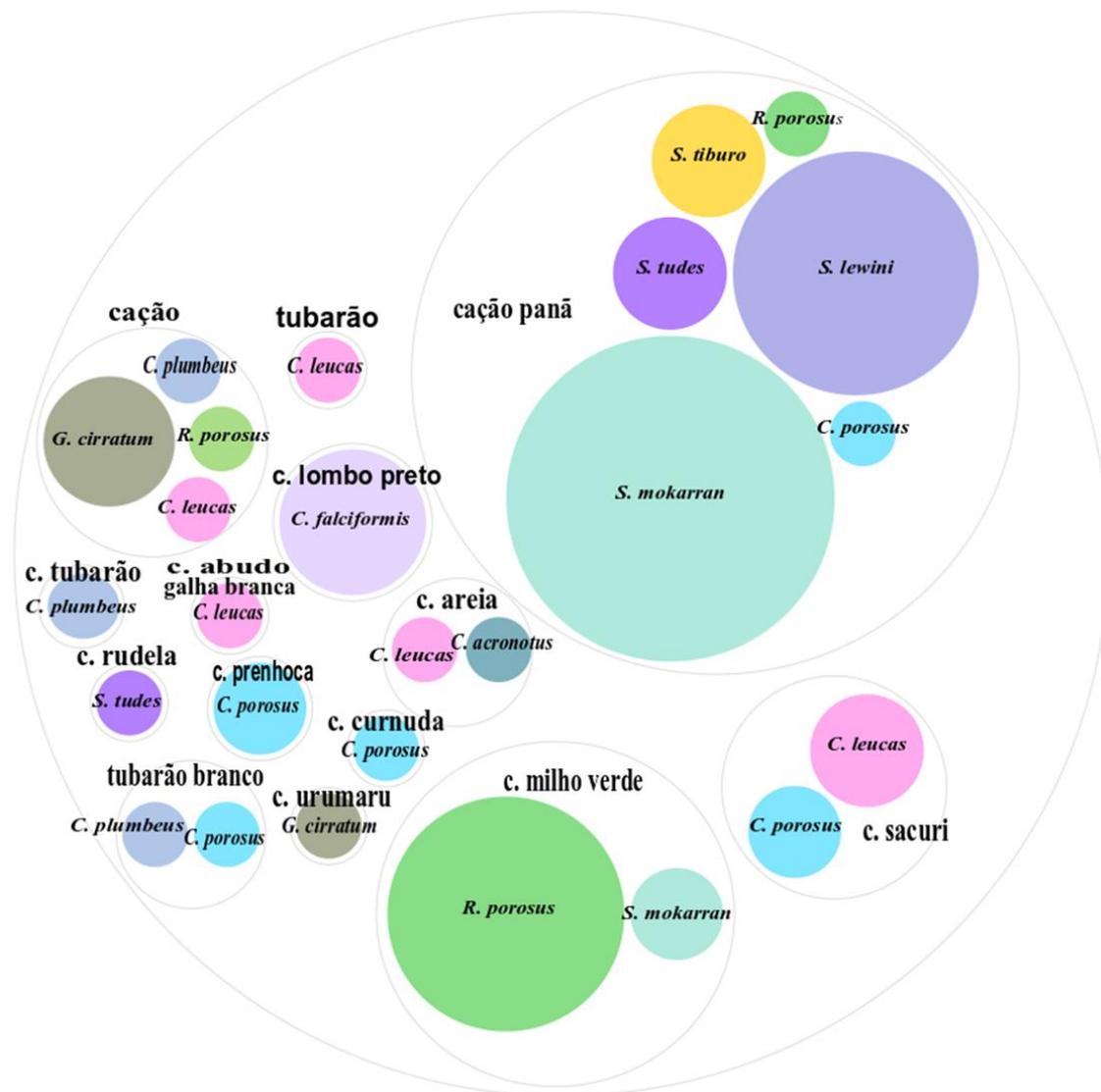


Figura 3A: Gráfico de tubarões, que relaciona as categorias e/ou nomenclaturas de comercialização à identificação molecular. Foram utilizadas uma mesma cor, para indicar cada uma das espécies que apresentaram mais de um nome de comercialização. O gráfico foi gerado em RAWGraphs (<https://rawgraphs.io/>).

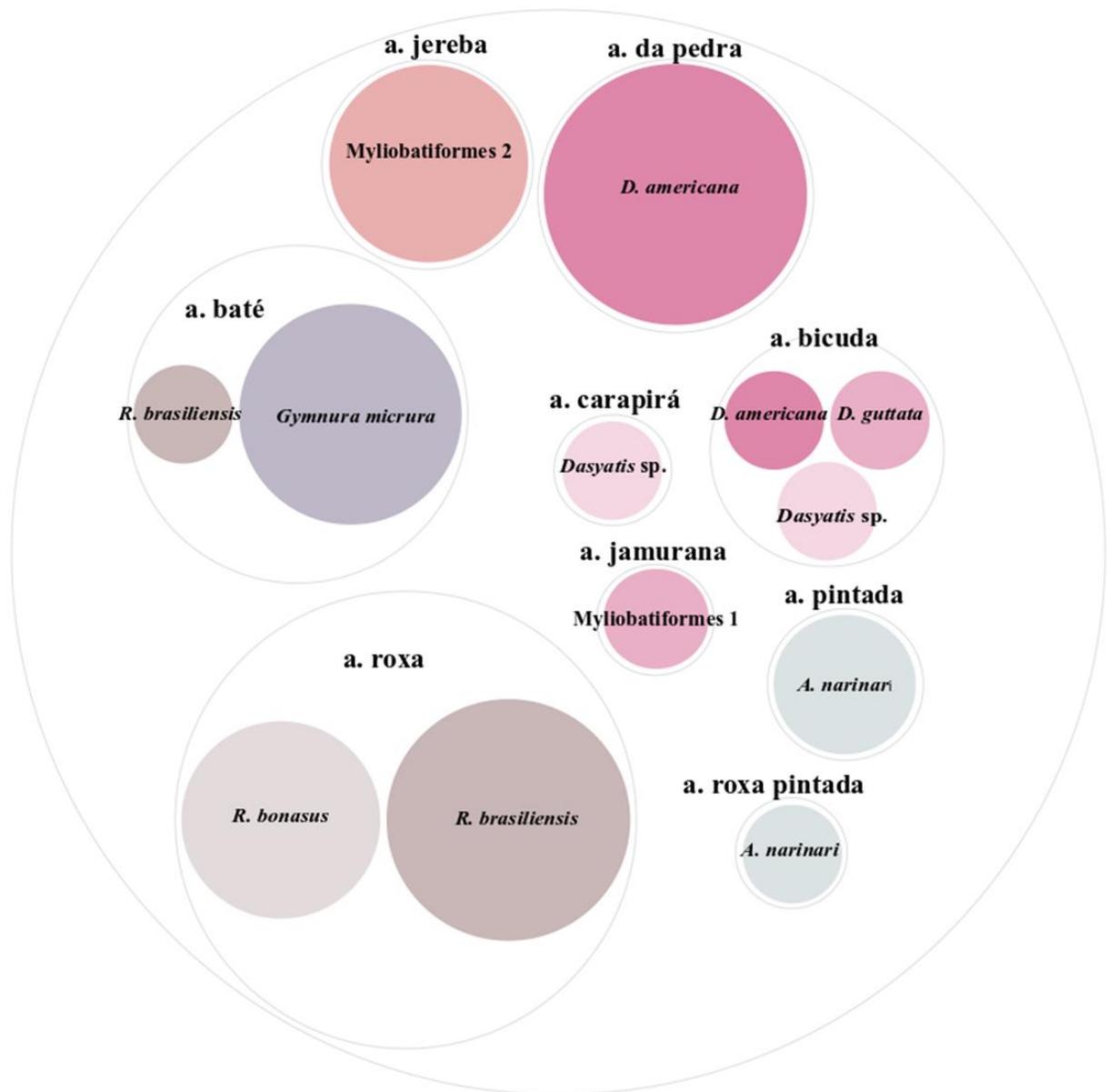


Figura 3B. Gráfico de arraias, que relaciona as categorias e/ou nomenclaturas de comercialização à identificação molecular e inferência filogenética. Espécies inseridas em diferentes categorias ou com diferentes nomes de comercialização, foram indicadas com a mesma cor. O gráfico foi gerado em RAWGraphs (<https://rawgraphs.io/>).

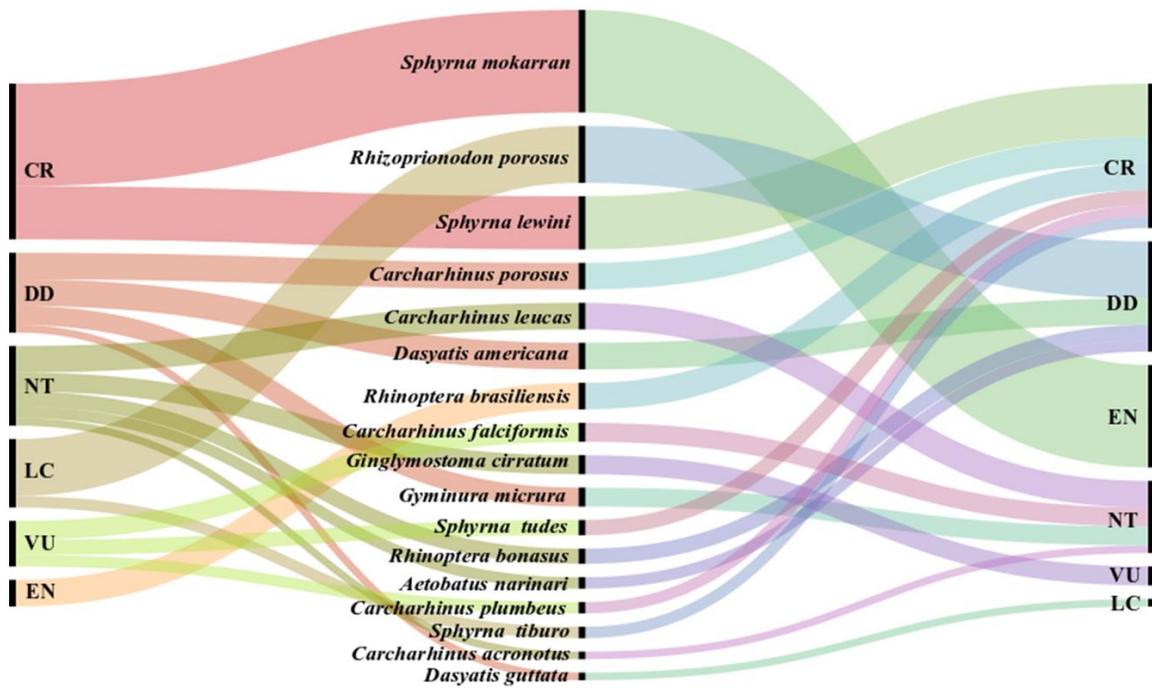


Figura 4. As espécies encontradas foram submetidas as Listas Vermelha da União para a Conservação da Natureza (IUCN), representada no lado esquerdo, e Lista Vermelha Brasileira (ICMBio), mostrada no lado direito. O diagrama aluvial indica de acordo com a espessura da linha a frequência da espécie amostrada. O diagrama foi gerado em RAWGraphs (<https://rawgraphs.io/>).

Tabela 1. Similaridade genética para os 31 haplótipos de elasmobrânquios comercializados na Feira Livre de Bragança. As sequências que não apresentam compatibilidade com o banco públicos, são representadas por (N/I: não identificada).

Nº de amostras	Família	Consensu	NCBI (%)	BOLD (%)
5	<i>Ginglymostomatidae</i>	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	<i>G. cirratum</i> (100)	<i>G. cirratum</i> (100)
4		<i>Sphyrna tudes</i>	<i>S. tudes</i> (100)	<i>S. tudes</i> (100)
14		<i>Sphyrna lewini</i>	<i>S. lewini</i> (100)	<i>S. lewini</i> (100)
3	<i>Sphyrnidae</i>	<i>Sphyrna tiburo</i>	<i>S. tiburo</i> (100)	<i>S. tiburo</i> (100)
27		<i>Sphyrna mokarran</i>	<i>S. mokarran</i> (100 - 99,83)	<i>S. mokarran</i> (100 - 99,83)
15		<i>Rhizoprionodon porosus</i>	<i>R. porosus</i> (100)	<i>R. porosus</i> / <i>R. terraenovae</i> (100)
3		<i>Carcharhinus plumbeus</i>	<i>C. plumbeus</i> (100)	<i>C. plumbeus</i> (100)
7	<i>Carcharhinidae</i>	<i>Carcharhinus leucas</i>	<i>C. leucas</i> (100 – 99,83)	<i>C. leucas</i> (100)
7		<i>Carcharhinus porosus</i>	<i>C. porosus</i> (100)	<i>C. porosus</i> (100)
5		<i>Carcharhinus falciformis</i>	<i>C. falciformis</i> (100)	<i>C. falciformis</i> (100)
2		<i>Carcharhinus acronotus</i>	<i>C. acronotus</i> (100)	<i>C. acronotus</i> (100)
7		<i>Dasyatis americana</i>	<i>D. americana</i> (100 – 99,82)	<i>D. americana</i> (100)
2	<i>Dasyatidae</i>	<i>Dasyatis guttata</i>	<i>D. guttata</i> (100 – 99,27)	<i>D. guttata</i> (100)
2		<i>Dasyatis</i> sp.	<i>Dasyatis americana</i> (95,62)	<i>Dasyatis</i> sp. (100)
7		<i>Rhinoptera brasiliensis</i>	<i>R. brasiliensis</i> (100 – 99,82)	<i>R. brasiliensis</i> (100)
4	<i>Rhinopteridae</i>	<i>Rhinoptera bonasus</i>	<i>R. bonasus</i> (100 – 99,64)	<i>R. bonasus</i> (100)
3	<i>Aetobatidae</i>	<i>Aetobatus narinari</i>	<i>A narinari</i> (100)	<i>A narinari</i> (100)
5	<i>Gymnuridae</i>	<i>Gymnura</i> sp.	<i>G. micrura</i> / <i>Gymnura</i> sp. (90,53 - 89,98)	<i>Gymnura</i> sp. (100)
1	N/I	Myliobatiformes 1	<i>R. jayakari</i> / <i>R. bonasus</i> (87,59 – 88,32)	<i>Rhinoptera</i> sp. (100)
4	N/I	Myliobatiformes 2	<i>H. dipterurus</i> / <i>N. leylandi</i> / <i>N. picta</i> (86,31/85,35 - 86,31/85,35 - 85,35)	N/A

Material Suplementar

Tabela 2. Lista de haplótipos, usando o marcador COI, avaliando a frequência haplotípica de cada espécie. (Gci: *G. cirratum*; Rpo: *R. porosus*; Cle: *C. leucas*; Cpo: *C. porosus*; Cplu: *C. plumbeus*; Cfa: *C. falciformes*; Cac: *C. acronotus*; Stu: *S. tudes*; Sle: *S. lewini*; Sti: *S. tiburo*; Dam: *D. americana*; Dgu: *D. guttata*; Rbo: *R. bonasus*; Rbr: *R. brasiliensis*; Gmi: *G. micrura*; Ana: *A. narinari*; Dsp: *Dasyatis* sp.; Myl1: Myliobatiformes 1; e Myl2: Myliobatiformes 2).

COI																				
Haplótipos	Gci	Stu	Sle	Sti	Smo	Rpo	Cpl	Cle	Cfa	Cpo	Cac	Dam	Dgu	Dsp	Rbr	Rbo	Ana	Gmi	Myl1	Myl2
Hap-1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-2	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-3	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-4	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-5	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-6	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-7	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-8	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-9	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-10	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-12	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-13	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-14	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-
Hap-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Hap-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Hap-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Hap-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Hap-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Hap-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Hap-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Hap-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Hap-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Hap-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Hap-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Hap-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Hap-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Hap-31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-

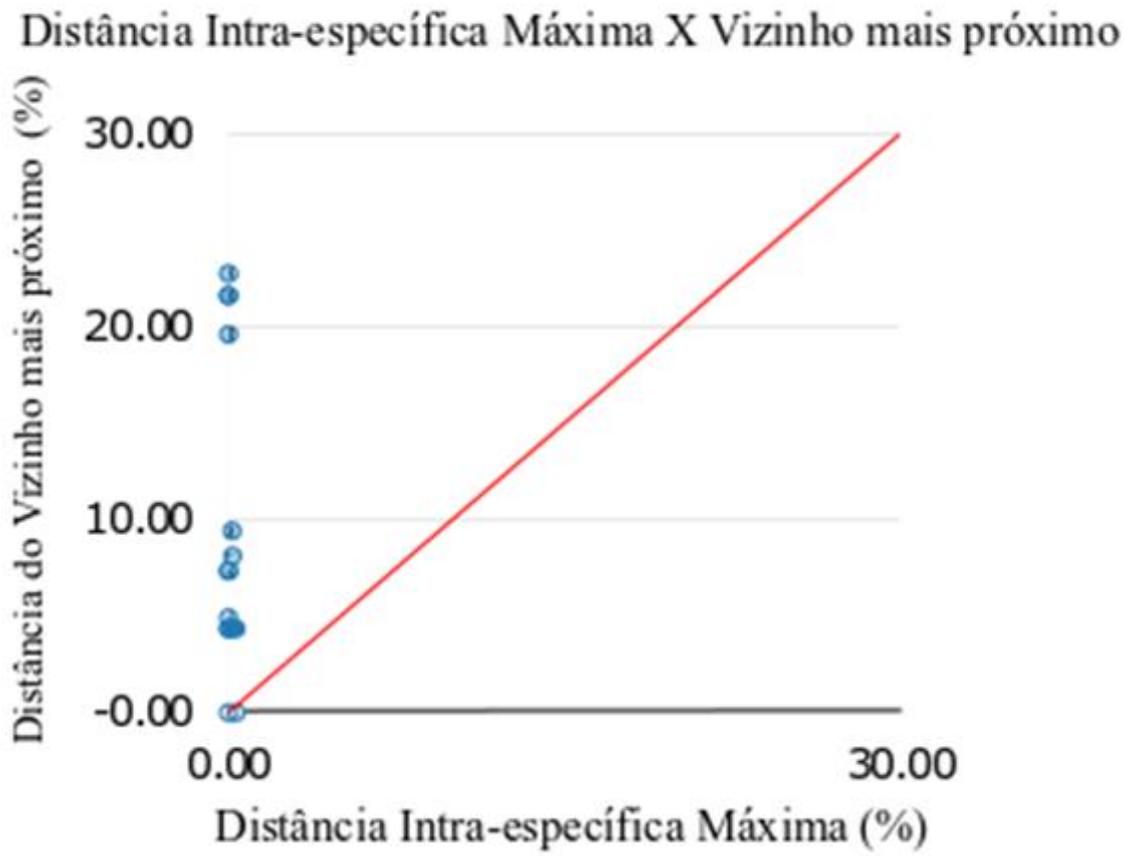


Figura 5. *Barcode Gap* calculado no BOLD Systemis, mostrando que a distribuição máxima intra específica foram inferiores as distâncias entre o vizinho mais próximo (NN).

Considerações Finais

O presente trabalho buscou investigar a diversidade de espécies de elasmobrânquios comercializados na Feira Livre de Bragança. Os dados gerados com a pesquisa tornam-se fundamentais para se compreender quais espécies estão sendo vendidas, além disso, podem ser úteis para a elaboração de políticas de gestão para as espécies de tubarão e arraia. A partir dos dados obtidos, concluímos que:

- São comercializadas três ordens, sete famílias e 20 espécies de elasmobrânquios;
- Foram encontradas 24 categorias e/ou nomenclatura de comercialização;
- O número de espécies encontradas não apresentou relação com o número de categorias, a exemplo da categoria panã que se refere a seis espécies;
- Das 20 espécies encontradas nove são consideradas ameaçadas de extinção e cinco são consideradas quase ameaçadas;
- As espécies da família Sphyrnidae, consideradas ameaçadas foram ofertadas com regularidade (em 11 dos 12 meses coletados);
- As espécies *Rhinoptera brasiliensis* e *Carcharhinus plumbeus* também ameaçadas apresentaram uma oferta irregular;
- Foi observado possíveis novas espécies, ou registro de nova ocorrência para os táxons: Myliobatiformes 1, Myliobatiformes 2 e *Dasyatis* sp.
- A ferramenta de DNA *Barcode* foi eficiente para a identificação das espécies de elasmobrânquios comercializados na Feira Livre de Bragança.