



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

Alline Vieira Coelho

**COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA, ANÁLISE MORFOMÉTRICA E CONTAMINAÇÃO
POR METAIS EM NADADEIRAS DE TUBARÕES COMERCIALIZADOS NO
POLO PESQUEIRO DO MUNICÍPIO DE RAPOSA-MA**

SÃO LUÍS, MA

2022

Alline Vieira Coelho

**COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA, ANÁLISE MORFOMÉTRICA E CONTAMINAÇÃO
POR METAIS EM NADADEIRAS DE TUBARÕES COMERCIALIZADOS NO
POLO PESQUEIRO DO MUNICÍPIO DE RAPOSA-MA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, do Departamento de Oceanografia, da Universidade Federal do Maranhão para obtenção de título de Mestre em Oceanografia.

Orientador(a): Dr. Getulio Rincon Filho
Linha de pesquisa: Biodiversidade e Ecologia de Ecossistemas Aquáticos

SÃO LUÍS – MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Vieira Coelho, Alline.

Composição específica, análise morfológica e contaminação por metais em nadadeiras de tubarões comercializados no polo pesqueiro do município de Raposa-MA / Alline Vieira Coelho. - 2022.

62 p.

Orientador(a): Getúlio Rincon Filho.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Oceanografia/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

1. Elasmobrânquios. 2. Nadadeiras de tubarão. 3. Pesca ilegal. I. Rincon Filho, Getúlio. II. Título.

ALLINE VIEIRA COELHO

Composição específica, análise morfométrica e contaminação por metais em nadadeiras de tubarões comercializados no polo pesqueiro do município de Raposa-MA

Dissertação apresentado à Defesa do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão para obtenção de título de Mestre em Oceanografia.

Orientador(a): Dr. Getulio Rincon Filho

Linha de pesquisa: Biodiversidade e Ecologia de Ecossistemas Aquáticos

Aprovada em: 23 de Setembro de 2022

Banca examinadora

Prof. Dr. Getúlio Rincon Filho (Orientador)

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (UFMA)

Prof. Dr. Marco Valério Jansen Cutrim

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (UFMA)

1º Examinador

Prof. Dra. Patrícia Charvet

Programa de Pós-Graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade

(PPGSis-UFC)

2ª Examinadora

SÃO LUÍS – MA

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus** por me guiar para ter muito mais conhecimento na minha carreira profissional, por ser minha fortaleza em vários momentos de medo, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

A meus pais **Zélia** e **Edmilson** por acreditarem em mim, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho. A minha vitória também é de vocês e fico muito feliz por ser um orgulho em suas vidas e por nunca terem medido esforços para me proporcionar um ensino de qualidade durante todo o meu período acadêmico. E em especial a minha mãe por me ajudar várias vezes para anotações deste trabalho.

E esse agradecimento é mais que especial para meu marido **Diego Aurélio** por sempre ser um homem atencioso, amoroso e dedicado. Muito obrigada por sempre me incentivar nos estudos, ser meu parceiro, meu nerd e meu amor. Essa pesquisa sem você não sairia tão boa e com várias ideias maravilhosas.

Ao meu querido orientador **Getulio Rincon** por me acolher como sua orientanda em um momento de mudanças. O senhor foi muito mais que um orientador para mim que tenho muito respeito e admiração, assim se tornando um espelho como professor não só para mim como para todos do seu grupo de estudo. Agradeço imensamente pela compreensão, atenção, paciência e pela confiança que esse trabalho deu certo, tenho certeza que dei o meu melhor para lhe dar orgulho.

Meus amigos Jailza, Thalison, Nathan, Isadora, Raphisa, Hugo, Eloyana que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição das letras usadas nas medidas morfométricas das nadadeiras de tubarões conforme FAO (2016b) _____	32
Tabela 2. Número de nadadeiras coletadas por mês no ano de 2021 _____	35
Tabela 3. Estatística descritiva das medidas morfométricas em centímetros das nadadeiras dorsais analisadas e das nadadeiras peitorais (direita) analisadas, comercializadas no polo pesqueiro do município da Raposa-MA _____	35
Tabela 4. Identificação realizada pelo <i>software iSharkFin</i> nas nadadeiras dorsais comercializadas no polo pesqueiro do município da Raposa-MA _____	38
Tabela 5. Identificação realizada pelo <i>software iSharkFin</i> nas nadadeiras peitorais comercializadas no polo pesqueiro do município da Raposa-MA _____	39
Tabela 6. Média dos metais contaminantes encontrado no tecido muscular das nadadeiras Dorsais e Peitorais de tubarões comercializados no município da Raposa-MA, e limites máximos permitidos para o consumo pela ANVISA (Parâmetro Nacional) e CODEX ALIMENTARIUS (Parâmetro Internacional), em mg.kg ⁻¹ _____	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Caracterização do município da Raposa-MA _____	31
Figura 2. Polo Pesqueiro da Raposa-MA _____	31
Figura 3. Medidas morfométricas da nadadeira dorsal e peitoral de tubarão conforme FAO (2016b) _____	32
Figura 4. Área do usuário do <i>software iSharkFin</i> _____	34
Figura 5. Comercialização da carne de tubarão lixa (<i>Ginglymostoma cirratum</i>) no município da Raposa-MA _____	41
Figura 6. Demonstrativo da quantidade de nadadeiras dorsais (Conjunto x Aleatórias) e peitorais (Pares x Aleatórias) analisadas e comercializadas no polo pesqueiro do município da Raposa-MA _____	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
Hipótese	19
3. OBJETIVOS	19
3.1. Geral.....	19
3.2. Específicos.....	19
4. METODOLOGIA	20
4.1. Área de estudo.....	20
4.2. Coleta de amostras	20
4.3. Análise morfométrica	21
4.4. Análise de imagem.....	21
4.5. Metais Contaminantes	21
4.6. Análise estatística	22
REFERÊNCIAS	22
5. RESULTADOS	29
UTILIZAÇÃO DO iSharkFin PARA IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NADADEIRAS DE TUBARÕES COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DA RAPOSA- MA, BRASIL.....	29
DETERMINAÇÃO DE METAIS CONTAMINANTES EM NADADEIRAS DORSAIS E PEITORAIS DE TUBARÕES COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DA RAPOSA- MA, BRASIL.....	51
APÊNDICE 1 - DADOS DO ENTREVISTADO	62

RESUMO

A captura excessiva dos elasmobrânquios no mundo também ocorre impulsionada pelo comércio internacional das nadadeiras com altíssimo valor comercial. Essa prática chamada "finning" que inclui a constante remoção de nadadeiras e é uma das causas do grande declínio das populações de tubarões. A pesquisa tem como objetivo identificar as espécies de tubarões a partir das nadadeiras dorsais e peitorais removidas para comercialização no município da Raposa – MA. Além de identificar as espécies de tubarões desembarcadas no polo pesqueiro do município, pretendeu-se avaliar a variabilidade das nadadeiras ao longo do tempo como indicativo de presença/ausência de espécies na região costeira do estado, analisar a morfometria das nadadeiras de diferentes espécies, e identificar as espécies através da imagem das nadadeiras utilizando o software *iSharkFin*, e por fim, determinar os teores de metais contaminantes nestas nadadeiras comercializadas. As nadadeiras dos tubarões foram obtidas juntamente aos pescadores/feirantes. A amostragem das nadadeiras foi realizada mediante a identificação dos conjuntos (dorsal e par peitoral) e aleatórios (quando não possui par) para análises morfométricas. Assim 13 espécies de tubarões foram identificadas, entres elas, seis são de ocorrências próximas ao local do polo pesqueiro do município da Raposa-MA: *Galeocerdo cuvier*, *Prionace glauca*, *Alopias superciliosus*, *Sphyrna mokarran*, *Carcharhinus plumbeus* e *Carcharhinus longimanus*. E duas espécies foram identificadas utilizando as nadadeiras peitorais: *Sphyrna mokarran* e *Lamna nasus*. Uma excelente alternativa também poderia ser uma versão mobile, permitindo uma fiscalização mais ativa e presente. A bioacumulação de metais tóxicos nas nadadeiras peitorais e dorsais dos tubarões comercializadas no polo pesqueiro da Raposa-MA evidenciou a necessidade de preocupação quanto à saúde humana diante dos resultados de alguns metais como o cromo (Cr), zinco (Zn), chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e arsênio (As). superiores aos limites máximos diários aceitáveis pelos órgãos de segurança alimentar ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e CODEX ALIMENTARIUS.

Palavras-chaves: nadadeiras de tubarão, pesca ilegal, elasmobrânquios

ABSTRACT

The excessive capture of elasmobranchs in the world is also driven by the international fin trade very high commercial value. This practice called "finning", which includes the constant removal of fins, is one of the causes of the great decline in shark populations. The research aims to identify the species of sharks from the dorsal and pectoral fins removed for commercialization in the municipality of Raposa - MA. In addition to identifying the species of sharks landed in the fishing pole of the municipality, it was intended to evaluate the variability of fins over time as an indication of the presence/absence of species in the coastal region of the state, to analyze the morphometry of the fins of different species, and identify the species through the image of the fins using the iSharkFin software, and finally, determine the levels of contaminating metals in these commercialized fins. Shark fins were obtained from fishermen/marketers. The sampling of the fins was performed by identifying the sets (dorsal and pectoral pair) and random sets (when there is no pair) for morphometric analysis. Thus, 13 species of sharks were identified, among them, six are from occurrences close to the fishing pole of the municipality of Raposa-MA: *Galeocerdo cuvier*, *Prionace glauca*, *Alopias superciliosus*, *Sphyrna mokarran*, *Carcharhinus plumbeus* and *Carcharhinus longimanus*. And two species were identified using pectoral fins: *Sphyrna mokarran* and *Lamna nasus*. An excellent alternative could also be a mobile version, allowing for a more active and present inspection. The bioaccumulation of toxic metals in the pectoral and dorsal fins of sharks sold in the fishing pole of Raposa-MA highlighted the need for concern about human health in view of the results of some metals such as chromium (Cr), zinc (Zn), lead (Pb), mercury (Hg) and arsenic (As). higher than the maximum daily limits acceptable by the food safety agencies ANVISA (National Health Surveillance Agency) and CODEX ALIMENTARIUS

Keywords: shark fins, illegal fishing, elasmobranchs

1. INTRODUÇÃO

Os elasmobrânquios pertencem à classe Chondrichthyes, que são peixes cartilaginosos que consistem um dos mais antigos e ecologicamente de várias linhagens de vertebrados, surgindo há mais de 420 milhões de anos. Eles ocupam as camadas superiores das cadeias alimentares aquáticas e estão presentes em todos os oceanos. Muitos elasmobrânquios exercem um papel importante no controle de cima para baixo da estrutura e função do ecossistema costeiro e oceânico (EBERT et al., 2013; DULVY et al., 2014).

Neste momento a diversidade de elasmobrânquios presente no mundo é descrita em 1.286 espécies válidas, com 555 delas pertencendo ao grupo dos tubarões, 682 ao das raias e 49 espécies de quimeras (FRICKE et al., 2022a; WEIGMANN, 2016). Os tubarões estão entre os vertebrados mais afetados pelas atividades humanas e 31,2 % das espécies descritas estão, neste momento, ameaçadas de extinção (DULVY et al., 2021).

A conservação dos tubarões é um dos assuntos universais mais urgentes da biodiversidade. Bastantes populações de tubarões estão reduzindo em todo o mundo por causa da pesca (Worm et al., 2013). Dessa forma a biodiversidade dos elasmobrânquios vem sendo bastante afetada pela pesca artesanal e industrial devido à falta de reconhecimento, por parte dos pescadores, sobre a importância das espécies e os impactos causados pela sua captura (BONFIL, 1994; LESSA et al., 1999).

O aumento da captura de elasmobrânquios é devido à crescente aceitação comercial de seus produtos (nadadeiras, cartilagem e carne), associada ao esgotamento de recursos tradicionais, fazendo com que o manejo dos estoques de elasmobrânquios se torne prioritário (LESSA et al., 1999). Os tubarões são importantes para as comunidades costeiras, não só pelo comércio direto, eles também são uma das principais fontes de proteína sendo consumidos principalmente em comunidades mais pobres (ROSA et al., 2018). As capturas acessórias são a importante causa de mortalidade para tubarões, o que interage com o consumo direto por uma variedade de produtos de tubarões (por exemplo, carne, óleo de fígado, cartilagem, nadadeiras), e também a pesca acidental direcionada para os tubarões (BOOTH et al., 2019; DULVY et al., 2017).

A captura de elasmobrânquios no Brasil foi considerada por muito tempo uma pesca casual e a ocorrência de embarcações destinadas exclusivamente à pesca de tubarões, motivados pela valorização dos seus subprodutos, tanto no mercado comercial interno quanto no exterior (SBEEL, 2005), tem estimulado o crescimento dessa frota, bem como a sua manutenção. A captura de tubarões no município de Raposa ocorre há

aproximadamente 50 anos, época em que trabalhadores oriundos de diferentes partes das regiões Norte e Nordeste do país, principalmente do estado do Ceará, deram início à formação da vila de pescadores; Desde o assentamento dos pescadores até os dias atuais, a atividade de pesca na região é caracterizada como artesanal devido à elevada presença de embarcações a vela e a concentração do esforço de pesca em estuários, baías e águas costeiras pouco profundas (MARTINS, 2015).

O declínio global de diversas populações de tubarões está intensificado pela prática generalizada de remoção de nadadeiras de tubarão e descarte das carcaças ao mar, prática conhecida como “*finning*” (SPIEGEL, 2001; WORM et al., 2013). Essa prática ocorre devido a um aumento da procura do mercado asiático por nadadeiras de tubarão graças a importância da iguaria que a sopa de barbatana tem em alguns países do sudeste daquele continente (DULVY et al., 2014; DENT & CLARKE, 2015). O *finning* é considerado insustentável porque aproveita apenas as nadadeiras, que possuem massa corporal média de 5-16% (ARIZ et al., 2006), desperdiçando o resto do corpo do tubarão. Sem nadadeiras, os tubarões não são capazes de nadar e afundam até o fundo para morrer (THOMAS, 2011).

Em 2012, com a publicação do Código de Conduta Interministerial (IN1/MPA/MMA de 26 de novembro de 2012), a prática de “*finning*”, descrita como a retirar e manter as nadadeiras do tubarão enquanto o restante do animal é rejeitado, foi considerada proibida. Assim a produção de carne, é portanto, suspeita de reforçar a produção de nadadeiras, de modo que as nadadeiras ilegais são constantemente recolhidas pelas autoridades brasileiras, e em alguns casos relacionadas à captura de tubarões 80 vezes maiores do que o número de desembarques declarados de nadadeiras (BORNATOWSKI et al., 2018).

A prática do *finning* acelerou a degradação do estado de conservação das espécies de tubarões em todo o mundo, o que fez com que vários países, incluindo Estados Unidos, União Européia, Canadá, Austrália, Argentina, México, África do Sul, Brasil, Costa Rica e a província chinesa de Taiwan promulgassem leis de controle de remoção de nadadeiras de tubarões em suas águas jurisdicionais (FOWLER et al. 2005; CLARKE et al. 2006; FISCHER et al. 2012). A elevada procura por subprodutos e o altíssimo valor atribuído, principalmente às nadadeiras, trouxeram para o litoral do Maranhão pescadores e atravessadores oriundos de outras regiões do país, principalmente do estado do Ceará, com o intuito de iniciar a captura intensiva (MARTINS, 2015).

Os tubarões acumulam altos níveis de contaminantes biodisponíveis através da cadeia alimentar e o ecossistema aquático está entre os mais afetados por poluentes como

metais, metalóides e contaminantes, alterando o estado ecológico aquático (JOHNSON-RESTREPO et al., 2005; GELSLEICHTER e WALKER, 2010; BARCIA et al., 2020; TIKTAK et al., 2020). Características associadas à alta longevidade, baixa taxa metabólica, alta posição trófica e grandes fígados ricos em lipídios tornam os elasmobrânquios particularmente suscetíveis à absorção e acúmulo de contaminantes nos tecidos ao longo de sua vida (JOHNSON-RESTREPO et al., 2005; MULL et al., 2012).

Poucas nações pesqueiras registram dados precisos de capturas específicas de espécies de tubarões e seus similares, por esse motivo é difícil estimar o efeito da pesca que abastece as nadadeiras ao comércio de populações e espécies de tubarões (DENT & CLARKE, 2015). Os dados comerciais podem inserir ou complementar as informações de desembarque e pode aprimorar a compreensão e regulamentação da composição de captura na pesca (ERIKSSON & CLARKE, 2015).

Assim com essa ferramenta, os métodos morfológicos têm a vantagem de serem ágeis, claros e baratos para inserir como uma etapa de triagem, e uma série de procedimentos baseados em morfologia de guias de campo estão disponíveis para auxiliar na identificação problemática de finning de potenciais espécies listadas na CITES (BARONE et al., 2022).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os tubarões pertencem à Classe Chondrichthyes e compõem o grupo dos Elasmobranchii, peixes com estruturas cartilaginosas, sendo considerados topo de cadeia alimentar nos mares e possuem um papel considerável no controle populacional de animais marinhos, onde influenciam no ecossistema marinho (AGUIAR & VALENTIM, 2010; FRAGA, 2010; ANDRADE, 2017).

A habilidade de comercializar nadadeiras de alto valor pode conferir resistência à redução da pesca de tubarões, um dos objetivos mais importantes de diversos planos nacionais e internacionais de conservação de tubarões (de MITCHESON et al., 2018). A demanda por nadadeiras na Ásia levou à sobrepesca de várias espécies de tubarões em todo o mundo (WORM et al., 2013), mas a pressão pública e a legislação ambiental em muitos países têm modificado lentamente as tendências do mercado. Segundo esta tendência, houve um declínio de até 40% do valor de mercado das vendas de nadadeiras de tubarão (JAITEH et al., 2017; BORNATOWSKI et al., 2018). A ligação entre nadadeiras de tubarão e crenças sobre saúde e vitalidade exercem um papel importante nessa descoberta

da sopa de tubarões. Na cultura tradicional chinesa, a nadadeira de tubarão é considerada um tônico e afrodisíaco (CLARKE et al. 2007).

O aproveitamento das nadadeiras de tubarão foi bem documentado por muitos séculos na China. Na dinastia Ming (anos 1368-1644), nadadeiras de tubarão eram consideradas exóticas e possibilitavam a saúde alimentar (rejuvenescimento, aumento do apetite, nutritivo para o sangue, benéfico para a energia vital, rins, pulmões e ossos), e um dos oito alimentos preciosos do mar para o nobre imperador (VANNUCCINI, 1999).

Um grande número de tubarões foram mortos para satisfazer as necessidades de consumo das nadadeiras em uma vã crença nas suas propriedades afrodisíacas e medicinais. Em muitos países da Ásia a caça e pesca permanecem não regulamentadas, e em águas internacionais, ocorrem em importantes áreas marinhas protegidas como as Ilhas Galápagos (JACQUET et al. 2008; CARR et al. 2013). Espera-se que o rápido crescimento da economia chinesa aumente a demanda por sopa de nadadeira de tubarão, já que muitas pessoas da classe alta poderão comprá-la (CLARKE et al. 2006).

O uso crescente de carne de tubarão como fonte de alimento no Brasil é preocupante, impactando ações conservacionistas em todo o mundo na medida em que aumentam a demanda por esse tipo de proteína considerada de baixo valor (TAYLOR et al., 2014; ONG & GAN, 2016; MCKINNEY et al., 2016; RANGEL et al., 2021). As nadadeiras são os principais subprodutos de tubarões comercializados para o mercado asiático (SEBASTIAN et al., 2008). O negócio de nadadeiras é impulsionado nomeadamente pelo litígio por sopa de nadadeira de tubarão de alto valor, particularmente na China e Cingapura (DENT & CLARKE, 2014; WU, 2016), desse modo por ela ser tradicional e conceituada como um dos pratos de frutos do mar mais caros, a média do valor das importações e exportações globais de barbatana de tubarão continuou aumentando, com 286 e 216 milhões de dólares declarados no ano de 2018, nessa ordem (FAO, 2019a).

As nadadeiras têm baixo valor nutricional e o consumo de carne de tubarão é desencorajado por sua alta concentração de metais tóxicos (BORNATOWSKI, BRAGA, & BARRETO, 2018). Identificados como predadores de ápice na cadeia alimentar nutricional (CARTAMIL et al., 2011), os tubarões são sensíveis à bioacumulação/biorremediação de metais tóxicos no ambiente marinho e parecem ser um caminho com grande potencial para a exposição humana por meio do consumo de sua carne. No entanto, por apresentarem risco de toxicidade para seus consumidores, pode

haver a necessidade de orientação no seu consumo e de monitoramento das diferentes espécies utilizadas como alimento (BOISCHIO & HENSHEL, 2000).

Ao longo do último século, os sistemas marinhos têm sido muito suscetíveis a cargas metálicas geradas por diversas atividades humanas (ALVES et al., 2016). Poluentes podem entrar no ambiente aquático através da atmosfera por deposição, erosão, descarga urbana, combustão e emissões industriais (WANG et al., 2004; MORRISON & MURPHY, 2010; MEGSON et al., 2013). O mercúrio (Hg) originado pelas atividades humanas quase triplicou nos oceanos nas últimas décadas (KIM et al., 2019), enquanto a infiltração de metais de transição (por exemplo, Cd, Co, Cu, Ni) é rigidamente carregadas por fluxos de rios, deposição atmosférica e atividades humanas (TOVAR-SÁNCHEZ et al., 2019).

Desta forma, a presença de metais tóxicos gera uma preocupação nos diversos produtos derivados de tubarões devido aos casos críticos de poluição marinha, principalmente da região costeira (ROCHA et al., 1985; SILVA & PEDROZO, 2001). Muitos grandes predadores marinhos contêm altos níveis de mercúrio e são uma fonte potencial desse contaminante para humanos (FITZGERALD & CLARKSON, 1991). Embora seja bem conhecido que a carne de tubarão contenha altos valores de mercúrio, as concentrações em outras partes do corpo do tubarão consumidas por humanos são ainda desconhecidas. As nadadeiras de tubarão secas são uma das partes de tubarão mais comercializadas e consumidas no mundo. Eles são usados para fazer sopa asiática de nadadeira de tubarão, um prato luxuoso frequentemente servido como entrada (ROSE, 1996).

Os elasmobrânquios, por causa da sua dimensão na estruturação da dinâmica dos ecossistemas (STEVENS et al., 2000; FERRETTI et al., 2010; FRISK, 2010) são altamente capazes de bioacumular/biomagnificar quantidades maiores de metais que outras espécies marinhas (ADEL et al., 2016; ENDO et al., 2016; LOPEZ et al., 2013; STORELLI et al., 2003a). Ao longo do século passado, os sistemas marinhos foram criticamente vulnerabilizados às influências de cargas de metal produzidas por diversas atividades humanas (ALVES et al., 2016). Estes metais ocorrem naturalmente no ambiente, porém seus níveis aumentaram significativamente desde o princípio da idade industrial justo às atividades antropogênicas, como: mineração, industrialização, urbanização e agricultura. Desse modo isso ocasionou em uma série de comportamentos nas águas superficiais um crescimento da condensação de mercúrio nos sistemas aquáticos e na biota das espécies marinhas (MOORE, 2000; ULLRICH et al., 2001; KIDD & BATCHELAR, 2012; HURTADO-BANDA et al., 2012).

Os tubarões são essencialmente capturados pela pesca artesanal, que é uma das atividades econômicas mais antigas do Brasil (CALDASSO et al., 2006) apresentando-se predominante ao longo de toda a costa brasileira, sendo uma importante fonte de renda e alimento (PIEVE et al., 2007). Isto se dá principalmente devido ao aumento da procura de produtos de tubarões (nadadeiras, carne, pele, cartilagem), especialmente pelos mercados asiáticos (SEBASTIAN et al., 2008; SHIVJI et al., 2005); juntamente com o declínio das populações de tubarões que estão associadas ao comércio de suas nadadeiras (FOWLER & SÉRET, 2010; HEITHAUS et al., 2010).

Um problema fundamental na gestão sustentável da pesca de tubarões é o limitado conhecimento das histórias de vida e ecologia de muitas espécies e a falta de dados adequados de suas pescarias. Os tubarões têm a maior proporção de espécies com deficiência de dados entre os peixes marinhos (DULVY et al., 2014) e o manejo incorreto pode ocorrer até mesmo para espécies relativamente bem monitoradas (BYRNE et al., 2017). Além disso, determinar a sustentabilidade da pesca requer a avaliação de seu impacto no ecossistema. Os efeitos da pesca no ecossistema são difíceis de detectar e muitas vezes ignorados nas avaliações de estoque (TRAVIS et al., 2014), mas são de extrema importância para tubarões e outros predadores cujos declínios podem causar mudanças em cascata nas teias alimentares marinhas, com impactos em outras pescarias comerciais (FERRETTI et al., 2010).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA produziu uma série de relatórios sobre a pesca no Nordeste e Norte do Brasil começando em 1990 e se estendendo até 1999, quando o mesmo IBAMA começou a publicar o STATPESCA (Sistema de Geração de Dados Estatísticos da Pesca) baseando-se em amostragens e no cálculo de estimativas de captura (ARAGÃO, 2008). O STATPESCA perdurou até 2007, com a produção subsequente de boletins estatísticos entre 2008 e 2011, utilizando metodologias diferentes das aplicadas no STATPESCA. Sendo assim, o Brasil não sabe qual a composição de captura de tubarões e raias na região costeira do Maranhão desde o ano de 2011, mas amostragens pontuais evidenciam que espécies ameaçadas de extinção, tanto por critérios do IBAMA como por critérios da União Internacional para a Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature - IUCN), estão presentes no comércio de pescados da região (RODRIGUES-FILHO et al., 2009; PALMEIRA et al., 2013; FEITOSA et al., 2018), inclusive no comércio de nadadeiras (CARVALHO & FREITAS, 2013).

Portanto, há evidências generalizadas de indivíduos de tubarões e raias que diminuíram (DAVIDSON et al. 2016), e começo de 2021, ao menos 37,5% todas as espécies de tubarões foram listadas como altamente ameaçada de extinção ou risco (Vulnerável, Em Perigo ou Criticamente em Perigo, respectivamente) (DULVY et al., 2021), de acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional (IUCN, 2021). Mesmo com uma busca atual mostrou que ao menos 9% está presente na apreensão de tubarões que é biologicamente sustentável (SIMPENDORFER e DULVY, 2017), indícios crescentes apontam que o apex de algumas populações de tubarões estão mais suscetível à exploração do que se pensava anos atrás e quedas contínuas são de enorme preocupação (ROFF et al., 2018; MACNEIL et al., 2020).

No Brasil, nenhuma licença específica é necessária para capturar tubarões, e o país está agora entre as principais nações pesqueiras de elasmobrânquios e pode ser considerado o maior importador mundial de carne de tubarão (BARRETO et al., 2015; DENT e CLARKE, 2015; DULVY et al., 2014; RANGEL et al., 2021). Esse progresso, segundo a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), o número de importações desses animais justificou ao Brasil o status de “Major Shark Fishing State” principal estado de pesca de tubarão, se tornando o principal entre seis países que mais capturam elasmobrânquios no mundo (ALVES, 2013a; DENT & CLARKE, 2015; BORNATOWSKI et al., 2018). No Brasil, as atividades sugeridas pelo Plano de Ação Nacional para a Conservação de Tubarões e Raias-marinhas Ameaçados de Extinção (PAN-tubarões)(ICMBio, 2021) foram fundamentadas em informações disponíveis de publicações em estudos e relatórios, e contam com ações específicas para evoluir a gestão da pesca no território, assim reduzir os impactos sobre as espécies ameaçadas e esclarecer aos pescadores e sociedade civil sobre o interesse da conservação do elasmobrânquio.

A costa maranhense é reconhecida pela alta biomassa de peixes, sendo destacada a diversidade de espécies de tubarões, proveniente da riqueza de nutrientes transportados pelos rios e pela ampla e recortada área de manguezais, o que resulta em abundância de recursos alimentares e alta produtividade na plataforma continental (NUNES & SANTOS, 2006). Desta forma, estas águas costeiras rasas fornecem condições favoráveis para a pesca de tubarões e raias de pequeno a médio porte como *Rhizoprionodon porosus* (Poey 1861), *Carcharhinus porosus* (Ranzani 1839), *Isogomphodon oxyrinchus* (Müller & Henle 1839), bem como neonatos e juvenis de peixes-serra *Pristis pristis* (Linnaeus, 1758) (LESSA, 1997; LESSA et al., 1999a, b).

A elevada procura por subprodutos e o altíssimo valor atribuído, principalmente às nadadeiras, trouxeram para o litoral do Maranhão pescadores e atravessadores oriundos de outras regiões do país, principalmente do estado do Ceará, com o intuito de iniciar a captura intensiva (MARTINS, 2015). A pesca de elasmobrânquios é um setor altamente lucrativo, tanto na pesca artesanal quanto na industrial, exibindo o primeiro pico entre meados dos anos 30 e o final dos anos 40 (WALKER, 1998). Diversas pescarias de tubarão se desenvolveram em resposta ao mercado de vitamina A extraída do fígado na década de 40, e recentemente, as pescarias têm como alvo principal os condrichtyes: por sua carne, nadadeiras, fígados e outros subprodutos (STEVENS et al., 2000).

Na última década, o consumo de carne de tubarão em países emergentes como o Brasil, onde é vendida como “cação” (BORNATOWSKI et al., 2013, 2018), aumentou de forma preocupante, e atualmente o país é o maior consumidor de carne de tubarão. A pesca nacional visa tubarões para o comércio interno, complementado pela importação de países como Taiwan, Espanha, Uruguai, Argentina, Japão, Costa Rica, Panamá e Estados Unidos (DENT e CLARKE, 2015), e tais países são os mais representativos no comércio internacional de nadadeiras (BORNATOWSKI et al., 2018).

Aliada ao colapso de várias populações de tubarões em todo o mundo, a pressão popular para a proibição do finning levou à conscientização governamental, e a várias legislações nacionais e internacionais que estão sendo discutidas e implementadas para supervisionar a prática (CLARKE et al., 2007). A maioria das legislações atuais exige o uso do animal como um todo, ou pelo menos sua retenção inteira a bordo (WOSNICK et al., 2019). Por esse motivo, vários países se autodenominam nações livres, só que a extração de nadadeiras após o desembarque e o posterior comércio em países como Brasil, Uruguai e Índia, ainda são permitidos, e conseqüentemente, aumentando consideravelmente o comércio de carne de tubarão como forma de realizar o *finning* de maneira justa, sob a justificativa de que as carcaças estão sendo desembarcadas e comercializadas (WOSNICK et al., 2019).

O alto nível das capturas de tubarões trouxe à tona a preocupação internacional sobre a sustentabilidade dessas pescarias, visto que, em sua maioria, ocorrem em países que superexploram as suas populações com pouco e/ou nenhum plano de manejo em vigor, e que, conseqüentemente, quase nada sabem sobre a situação dos seus estoques pesqueiros (CLARKE et al., 2007; DENT e CLARKE, 2015; BARRETO et al., 2016).

No Brasil, a regulamentação para a pesca de elasmobrânquios é escassa, além do monitoramento e manejo serem apontados como insuficientes (BARRETO et al., 2016). A

primeira Portaria sobre regulamentação de capturas para o grupo foi publicada em 1998 (IBAMA nº 121/98). Em 2012, a Portaria foi atualizada pela Instrução Normativa nº 14 proibindo o desembarque de animais sem as nadadeiras aderidas naturalmente ao corpo (Instrução Normativa MPA/MMA nº 14/2012) e, apesar da proibição, tal legislação fornecia suporte legal para evisceração e decapitação antes do desembarque (WOSNICK et al., 2019).

Hipótese

Considerando a captura de tubarões na costa maranhense e o comércio de suas nadadeiras, é possível se utilizar o programa *iSharkFin* para identificar as espécies envolvidas nesse comércio? E ainda, considerando as diversas fontes de contaminação ambiental decorrentes das atividades mineradoras, de transporte aquaviário e o elevado grau de urbanização costeira, estariam esses animais apresentando níveis de contaminação por metais tóxicos que oferecem risco para o consumo humano de suas nadadeiras?

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Identificar as espécies de tubarões a partir das nadadeiras removidas e os níveis de contaminação por metais tóxicos para comercialização no município da Raposa – MA.

3.2. Específicos

- Identificar as espécies de tubarões desembarcadas no polo pesqueiro do município da Raposa – MA;
- Avaliar a variabilidade das nadadeiras ao longo do tempo como indicativo de presença/ausência de espécies na região costeira do Estado;
- Analisar a morfometria das nadadeiras de diferentes espécies;
- Avaliar a aplicabilidade do software *iSharkFin* na identificação das espécies comercializadas;
- Determinar os teores de metais contaminantes nas nadadeiras comercializadas no município da Raposa – MA.
- Caracterizar a dinâmica da comercialização de barbatanas em Raposa-MA

4. METODOLOGIA

4.1. Área de estudo

A pesquisa foi realizada no município da Raposa – MA, no período de junho/2021 a dezembro de 2021, o qual possui um importante local de desembarque, com localização na Mesorregião da Aglomeração Urbana de São Luís–MA, demarcada pelas coordenadas geográficas lat. 2°24'S e 2°28'S long. 44°01'W e 44°06'W. A região apresenta clima úmido e temperatura média anual superior a 27° (MARANHÃO, 2002). O estado do Maranhão apresenta o segundo maior litoral do Brasil e um extenso litoral pesqueiro (SUDENE, 1976; FEITOSA *et al.*, 2018) com 640 km de linha de costa onde grande parte da pesca é artesanal, atividade econômica e culturalmente importante e com alta produção de pescado (STRIDE, 1988; ALMEIDA, 2008).

4.2. Coleta de amostras

O procedimento das coletas de dados foi por meio de entrevistas utilizando como base questionários sobre questões relativas à vida pessoal e profissional do próprio pescador entrevistado, assim como alíneas direcionadas às artes de pesca e embarcações utilizadas, tendências de captura, seu conhecimento sobre elasmobrânquios, espécies de elasmobrânquios conhecidas e capturadas. Dessa forma, fornecendo dados para a elaboração de inferências sobre a composição da captura, comercialização, status de conservação e percepção ambiental e ecológica.

Os exemplares de nadadeiras de tubarões foram obtidos juntamente aos pescadores entrevistados, principalmente com os pescadores mais dispostos a compartilhar essas amostras com a pesquisa, ou adquiridos por meio de compra do material após análise das nadadeiras disponibilizadas para esse fim pelo pescador. As amostragens das nadadeiras foram feitas mediante a identificação dos conjuntos de nadadeiras dispostos ao se contar o número de nadadeiras peitorais direita e dorsais de tamanhos aproximados. As nadadeiras foram doadas e separadas pelo feirante em conjunto ou aleatórias. Assim, podemos ter um forte indicativo de que as nadadeiras foram removidas de um exemplar (ou não) de tubarão. Essas nadadeiras adquiridas foram utilizadas para a identificação, morfometria e amostragem de contaminantes. Após as análises, essas nadadeiras foram depositadas em coleção ictiológica da UFMA.

4.3. Análise morfométrica

As descrições das principais medições técnicas nas nadadeiras dorsais e peitorais foram seguidas de acordo com o guia do *iSharkFin* (FAO, 2016b) e estão descritas na Tabela 1. As nadadeiras foram medidas com paquímetro digital (marca e modelo) e as medidas foram anotadas em planilha e transferidas para o programa de análise e identificação *iSharkFin*.

4.4. Análise de imagem

A análise de imagem foi realizada com auxílio do *software iSharkFin*, que é um sistema especialista que usa aprendizado de interferência artificial para identificar espécies de tubarões a partir das formas de suas nadadeiras. O *software* foi desenvolvido pela FAO, em colaboração com a Universidade de Vigo (Espanha), sendo de grande importância para a identificação de espécies de tubarões com uma foto da nadadeira, permitindo uma abordagem interativa no processo. Os usuários utilizam uma foto padrão, selecionam as características da nadadeira e escolhem pontos na forma da nadadeira, em poucos minutos o *iSharkFin* automaticamente analisa as informações e identifica a espécie de tubarão da qual pertence a nadadeira (FAO, 2016b).

4.5. Metais Contaminantes

As amostras do tecido muscular das nadadeiras dos animais foram coletadas e 100 mg de cada amostra foram pesados em tubos de polipropileno estéreis com capacidade de 15 mL e liofilizados. As determinações elementares foram realizadas seguindo o método EPA 6020B (EPA 2014) em um espectrômetro de massa por plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) após decomposição ácida, adicionando 1,0 mL de ácido nítrico bidestilado (HNO₃, 67% v/v, Hexis, São Paulo) e aquecendo as misturas a 100°C durante 4h. Este método não requer geração de hidreto, pois o aquecimento é realizado em recipientes fechados sem perda de elementos voláteis, ao contrário dos métodos de recipientes abertos (USP, 2013). Após o resfriamento, as amostras foram avolumadas a 10 mL com água ultrapura e diluições adequadas preparadas. A exatidão da metodologia foi verificada pela análise de materiais de referência certificados de peixes (Hauser-Davis et al. 2016). Os limites de quantificação para os elementos foram calculados de acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO 2016).

4.6. Análise estatística

As análises dos dados foram realizadas utilizando o *software SisEapro* (versão 2.5) e *Microsoft Excel* (Ano 2021). O nível de significância adotado para se rejeitar a hipótese de nulidade (H_0) foi de 5%, isto é, para um nível de significância de $p < 0,05$, será considerado efeito das variáveis classificatórias e das suas interações.

REFERÊNCIAS

- ADEL, M., OLIVERI CONTI, G., DADAR, M., MAHJOUB, M., COPAT, C., FERRANTE, M. (2016) Heavy metal concentrations in edible muscle of whitecheek shark, *Carcharhinus dussumieri* (Elasmobranchii, Chondrichthyes) from the Persian Gulf: a food safety issue. *Food Chem. Toxicol.* 97, 135–140.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.09.002>
- AGUIAR, A. A., & VALENTIN, J. L. (2010). Biologia e ecologia alimentar de elasmobrânquios (Chondrichthyes: Elasmobranchii): uma revisão dos métodos e do estado da arte no Brasil. *Oecologia Australis*, 14(02), 464–489.
<https://doi.org/10.4257/OECO.2010.1402.09>
- ALMEIDA, Z. S. (2008) Os recursos pesqueiros marinhos e estuarinos do Maranhão: biologia, tecnologia, socioeconomia, estado da arte e manejo. 286 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. Programa de Pós-Graduação em Zoologia. Recuperado de
<http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3426>
- ALVES, L. M. F.; NUNES, M.; MARCHAND, P.; BIZER, B.L.; MENDES, S.; CORREIA, J. P.; LEMOS, M. F.; NOVAIS, S.C. (2016) Blue sharks (*Prionace glauca*) as bioindicators of pollution and health in the Atlantic Ocean: contamination levels and biochemical stress responses. *Sci. Total Environ.* 563–654, 282–292.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.085>
- ANDRADE, F. R. S. (2017) Análise da estrutura e diversidade genética do tubarão tigre (*Galeocerdo cuvier*, Péron & Lesueur, 1822) na costa de Pernambuco e no arquipélago de Fernando de Noronha. Universidade Federal de Pernambuco. Recuperado de:
<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/24878/1/DISSERTA%20c3%87%c3%83O%20FI%20a1via%20Roberta%20Santos%20Andrade.pdf>
- ARAGÃO, J. A. N. (2008) Manual do Sistema de Geração de Dados Estatísticos da Pesca ESTATPESCA. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 67p.
- BOISCHIO, A. A. P.; HENSHEL, D. Fish consumption, fish lore, and mercury pollution – risk communication for the Madeira River people. *Environ Res* 2000; 84:108-26.
<https://doi.org/10.1006/enrs.2000.4035>

- BARRETO, R.; FERRETTI, F.; FLEMMING, J. M.; AMORIM, A.; ANDRADE, H.; WORM, B.; LESSA, R. (2006) Trends in the exploitation of South Atlantic shark populations. *Conservation Biology*, 30: 792-804. <https://doi.org/10.1111/cobi.12663>
- BONFIL, R. (1994) Overview of world elasmobranch fisheries. Technical paper, no 341. Rome: FAO Fisheries. Recuperado de <http://www.fao.org/3/V3210E/V3210E01.htm>
- BORNATOWSKI, H.; BRAGA, R. R.; VITULE, J. R. S. (2013) Shark mislabeling threatens biodiversity. *Science*, 340(6135): 923-923. <https://doi.org/10.1126/science.340.6135.923-a>
- BORNATOWSKI, H., BRAGA, R. R., & BARRETO, R. P. (2018) Elasmobranchs Consumption in Brazil: Impacts and Consequences. In: Rossi-Santos, M. & Finkl, C. (Eds.), *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America. Coastal Research Library (Vol 22, pp. 251–262)*. Cham: Springer International Publishing. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-56985-7_10
- BYRNE, M. E., CORTÉS, E., VAUDO, J. J., HARVEY, G. C. M., SAMPSON, M., WETHERBEE, B. M., & SHIVJI, M. (2017). Satellite telemetry reveals higher fishing mortality rates than previously estimated, suggesting overfishing of an apex marine predator. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1860), 20170658. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0658>
- CALDASSO, L. P.; COSTA, A. A.; ABDALLAH, P. R.; TAGLIANI, P. R. A. (2006) Análise benefício-custo: uma contribuição à pesca artesanal no extremo sul do Brasil – Rio Grande, RS. Cadma, Rio de Janeiro.
- CARVALHO, C. B. V. & FREITAS, J. M. (2013) The use of DNA barcoding to identify illegally traded shark fins in Brazil. *Saúde, Ética & Justiça* 18, 50–4. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2770.v18ispep50-54>
- CLARKE, S.; MILNER-GULLAND, E. J.; BJØRNDAL, T. (2007) Social, economic, and regulatory drivers of the shark fin trade. *Marine Resource Economics*, 22(3): 305–327. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/42629561>
- COMPAGNO, L. J. V. (2002) FAO Species Catalog. Tubarões do mundo. Um catálogo anotado e ilustrado de espécies de tubarões conhecidas até o momento. Heterodontiformes, Lamniformes e Orectolobiformes. Food and Agriculture Organization, FAO Species Catalog for Fisheries Purposes No.1, Vol.2. Roma. 269 p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/x9293e/x9293e00.htm>
- CORTÉS, E. (1999) Standard diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES J. Mar. Sci.* 56, 707–719.

DENT, F.; CLARKE, S. (2015) State of the global market for shark products. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 590. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i4795e/i4795e.pdf>

DULVY, N. K., FOWLER, S. L., MUSICK, J. A., CAVANAGH, R. D., KYNE, P. M., HARRISON, L. R., CARLSON, J. K.; DAVIDSON, L. N. K.; FORDHAM, S. V.; FRANCIS, M. P.; POLLOCK, C. M.; SIMPFENDORFER, C. A.; BURGESS, G. H.; CARPENTER, K. E.; COMPAGNO, L. J. V.; EBERT, D. A.; GIBSON, C.; HEUPEL, M. R.; LIVINGSTONE, S. R.; SANCIANGCO, J. C.; STEVENS, J. D.; VALENTI, S.; WHITE, W. T. (2014) Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife*, 3(e00590). <https://doi.org/10.7554/eLife.00590.001>

EBERT, D.A., FOWLER, S.L., CAMPANGO, L.J., 2013. *Sharks of the World: A Fully Illustrated Guide*. Wild Nature Press.

ENDO, T., KIMURA, O., OHTA, C., KOGA, N., KATO, Y., FUJII, Y., HARAGUCHI, K. (2016) Metal concentrations in the liver and stable isotope ratios of carbon and nitrogen in the muscle of silvertip shark (*Carcharhinus albimarginatus*) culled off ishigaki island, Japan: changes with growth. *PLoS One* 11, e0147797. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147797>

FABINYI, M.; LIU, N. (2014) Seafood banquets in Beijing: consumer perspectives and implications for environmental sustainability. *Conservat. Soc.* 12, 218–231. <https://doi.org/10.4103/0972-4923.138423>

FAO - Food And Agriculture Organization of the United Nations (2016) *SharkFin Guide: identifying sharks from their fins*, by Lindsay J. Marshall and Monica Barone. Rome, Italy. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i5445e/i5445e.pdf>

FEITOSA, L. M.; MARTINS, A. P. B.; GUIARRIZZO, T.; MACEDO, W.; MONTEIRO, I. L. P.; GEMAQUE, R.; GOMES, F.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I.; SOUZA, R. F. C.; SALES, J. B. L.; RODRIGUES-FILHO, L. F. S.; TCHAIKA, L.; CARVALHO-COSTA, L. F. (2018) DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot. *Scientific Reports*, v. 8, p. 1-11.

FERRETTI, F., WORM, B., BRITTEN, G. L., HEITHAUS, M. R., & LOTZE, H. K. (2010). Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology Letters*, 13(8), 1055–1071. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01489.x>

FRISK, M. G. Life history strategies of batoids. In: **Sharks and Their Relatives II**. CRC Press, 2010. p. 290-323.

FOWLER, S.; SÉRET, B. (2010) Shark fins in Europe: implications for reforming the EU finning ban. In European Elasmobranch Association and IUCN Shark Specialist Group. Recuperado de: http://66.112.194.141/shark_fin_report_final.pdf

- FRAGA, M. G. (2010) Análise da reprodução de raias: microscopia de ovário. Universidade Federal do Paraná. Recuperado de:
<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/51138/R%20-%20E%20-%20MORGANA%20FERNANDES%20FRAGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- JAITEH, V. F.; LONERAGAN, N. R.; WARREN, C. (2017) Te end of shark finning? Impacts of declining catches and fin demand for coastal community livelihoods. *Mar. Policy* 82, 224–233. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.03.027>
- HEITHAUS, M. R.; WIRSING A. J.; DILL L. M. (2012) The ecological importance of intact top-predator populations: a synthesis of 15 years of research in a seagrass ecosystem. *Marine and Freshwater Research* 63, 1039-1050.
<https://doi.org/10.1071/MF12024>
- LESSA, R. (1997). Sinopse dos estudos sobre elasmobrânquios da costa do Maranhão. *Boletim Laboratório Hidrobiologia* 10, 19–36. Recuperado de
<http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/blabohidro/article/view/2004/7887>
- LESSA, R.; SANTANA, F. M.; RINCÓN, G.; GADIG, O. B.F.; EL-DEIR, A. C. N. (1999a) Biodiversidade de Elasmobrânquios no Brasil. Recife: Ministério do Meio Ambiente – Projeto de Conservação e utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), 155 p. Recuperado de
https://www.researchgate.net/publication/296694279_Biodiversidade_de_Elasmobranquios_do_Brasil?channel=doi&linkId=56d85e5308aeb4638b73719&showFulltext=true
- LESSA, R., BATISTA, V. & ALMEIDA, Z. (1999b). Occurrence and biology of the daggernose shark: *Isogomphodon oxyrinchus* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) off the Maranhão Coast (Brazil). *Bulletin of Marine Science* 64, 115–128. Recuperado de
https://www.researchgate.net/publication/233693743_Occurrence_and_biology_of_the_daggernose_shark_Isogomphodon_oxyrinchus_Chondrichthyes_Carcharhinidae_off_the_Maranhao_Coast_Brazil
- LOPES, C. A.; ARAUJO, N. L. F.; ROCHA, L.; MONTEIRO, F.; ROCHA, R. C. C.; SAINT'PIERRE, T. D.; LUTFI, D. S.; VIANNA, M.; & HAUSER-DAVIS, R. A. (2019) Toxic and essential metals in *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Narcinidae): A baseline ecotoxicological study in the Southeast Atlantic and preliminary maternal transfer implications. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110606.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110606>
- LOPEZ, S.; ABARCA, N.; MELÉNDEZ, R. (2013) Heavy metal concentrations of two highly migratory sharks (*Prionace glauca* and *Isurus oxyrinchus*) in the southeastern Pacific waters: comments on public health and conservation. *Trop. Conserv. Sci.* 6, 126–137. <https://doi.org/10.1177/194008291300600103>
- MARANHÃO. (2002) Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento - UEMA. São Luís; GEPLAN.

- MARTINS, A. P. B. (2015) Cadeia produtiva e status de conservação das espécies de tubarão (Chondrichthyes: Elasmobranchii) do Estado do Maranhão com base no conhecimento tradicional dos pescadores. 70 p. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação. Universidade Federal do Maranhão, São Luís.
Recuperado de https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/526/1/DISSERTACAO_ANA%20PAULA%20BARBOSA%20MARTINS.pdf
- MCKINNEY, M. A.; DEAN, K.; HUSSEY, N. E.; CLIFF, G.; WINTNER, S. P.; DUDLEY, S.; ZUNGU, M. P.; FISK, A. (2016) Global versus local causes and health implications of high mercury concentrations in sharks from the east coast of South Africa. *Science of The Total Environment*, 541, 176-183.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.074>
- MINISTÉRIO DE ESTADO DA PESCA E AQUICULTURA - MPA/Ministério do Meio Ambiente - MMA. (2012) Instrução Normativa n. 14, de 26 de novembro de 2012. *Diário Oficial da União*, 1: 34-35.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. (1998) Portaria n. 121-N, de 24 de agosto de 1998. *Diário Oficial da União*.
- NUNES, J. L. S.; SANTOS, N. B. (2006) Dos Tubarossauros aos modernos tubarões: história evolutiva. In: ALMEIDA, Z. S.; CARVALHO-NETA, R. N. F. *Elasmobrânquios da costa maranhense*. São Luís: UEMA, 2006. Recuperado de <https://labaqua.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Dos-tubassauros-aos-modernos-tubaroes-historia-evolutiva.pdf>
- ONG, M. C.; GAN, S. L. (2016) Heavy metals concentration in four landed elasmobranchs from Kuala Terengganu waters, Malaysia. *International Journal of Applied Chemistry*, 12(4), 761-772. Recuperado de: https://www.ripublication.com/ijac16/ijacv12n4_26.pdf
- PAINE, R. T. (1966). Food web complexity and species diversity. *The American Naturalist*, 100(910), 65-75. <https://doi.org/10.1086/282400>
- PALMEIRA, C. A. M.; RODRIGUES-FILHO, L. F. S.; SALES, J. B. L.; VALLINOTO, M.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I. (2013) Commercialization of a critically endangered species (*Largetooth sawfish, Pristis perotteti*) in fish markets of northern Brazil: authenticity by DNA analysis. *Food Control* 34(1), 249–252.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.04.017>
- PIEVE, S. M. N. MIURA, A. K. RAMBO, A. G. (2007) A pesca artesanal na colônia São Pedro (Z3), Pelotas, RS. XLV Sober-Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Londrina PR.
- RANGEL, B. S.; BARRETO, R.; GIL, N.; MAR, A. D.; CASTRO, C. (2021) Brazil can protect sharks worldwide. *Science*. Vol. 373, Issue 6555, pp. 633.
<https://doi.org/10.1126/science.abj9634>

ROCHA, A. A.; PEREIRA, D. N.; PÁDUA, H. B. (1985) Produtos de pesca e contaminantes químicos na água da Represa Billings, São Paulo (Brasil), Rev. Saúde Públ., São Paulo, v. 19, p. 401- 410. <https://doi.org/10.1590/S0034-89101985000500003>

RODRIGUES-FILHO, L. F. S.; ROCHA, T. C.; RÊGO, P. S.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I.; VALLINOTO, M. (2009) Identification and phylogenetic inferences on stocks of sharks affected by the fishing industry off the Northern coast of Brazil. Gen. Mol. Biol. **32**(2), 405–413. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572009005000039>

ROSA, R.; BAPTISTA, M.; LOPES, V.M.; PEGADO, M.R.; RICARDO PAULA J.; TRÜBENBACH, K.; LEAL, M.C.; CALADO, R.; REPOLHO, T. (2014) Early-life exposure to climate change impairs tropical shark survival. Proceedings of the Royal Society, 281: 1793-1798. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1738>

SEAFOOD BRASIL. (2021) 6º Anuário Seafood Brasil Nº35 1) Artigos 2) Estatísticas 3) Guia de Fornecedores. Fonte de consulta de dados estatísticos, de opiniões mercadológicas e de fornecedores de toda a cadeia produtiva de pescado. Parceria da Projepesca Consultoria e a Seafood Brasil, com base na tecnologia de mineração e automação de dados Jubart. Recuperado de https://issuu.com/seafoodbrasil/docs/seafood_brasil_anuario_35_digital__1

SEBASTIAN, H.; HAYE, P. A.; SHIVJI, M. S. (2008) Characterization of the pelagic shark-fin trade in north-central Chile by genetic identification and trader surveys. Journal of fish biology, 73: 2293-2304. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02016.x>

SBEEL – Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios. (2005) Plano Nacional de ação para a conservação e o manejo dos estoques de peixes elasmobrânquios no Brasil. Recife: SBEEL, 99 p. Recuperado de http://www.sbeel.org.br/wp-content/uploads/2017/02/Plano-de-A%C3%A7%C3%A3o-Nacional_2005.pdf

SHIVJI, M. S.; CHAPMAN, D. D.; PIKITCH, E. K.; RAYMOND, P. W. (2005) Genetic profili reveals illegal international trade in fins of the great white shark, *Carcharodon carcharias*. Conserv Genet, v. 6, p.1035-1039. <https://doi.org/10.1007/s10592-005-9082-9>

SILVA, C. S.; PEDROZO, M. F. M. (2001) Ecotoxicologia do cromo e seus compostos, Série Cadernos de Referência Ambiental, v. 5, Salvador: NEAMA/CRA/ Governo da Bahia. Recuperado de <https://docplayer.com.br/1224290-Ecotoxicologia-do-cromo-e-seus-compostos.html>

STEVENS, J. D.; BONFIL, R.; DULVY, N. K.; WALKER, P. A. (2000) The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES Journal of Marine Science, 57: 476–494. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0724>

- STORELLI, M. M.; CECI, E.; STORELLI, A.; MARCOTRIGIANO, G. O. (2003a) *Polychlorinated biphenyl*, heavy metal and methylmercury residues in hammerhead sharks: contaminant status and assessment. *Mar. Pollut. Bull.* 46, 1035–1039. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(03\)00119-X](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00119-X)
- STRIDE, R. K. (1988) Diagnóstico da pesca artesanal no litoral do Maranhão. O. D. A. FINEP. 131p.
- SUDENE. (1976) Pesquisas dos recursos pesqueiros da plataforma continental maranhense. Recife: SUDENE, 67 p. (Série Estudos de Pesca, 6).
- TAYLOR, D. L.; KUTIL, N. J.; MALEK, A. J.; COLLIE, J. S. (2014). Mercury bioaccumulation in cartilaginous fishes from Southern New England coastal waters: Contamination from a trophic ecology and human health perspective. *Marine Environmental Research*, 99, 20-33. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.05.009>
- THOMAS, N. (2011). The Impact of Seafood Consumption on Endangered Marine Species on Hong Kong. *International Journal on Environmental Sciences*, 1, 2048-2085. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1067.3108&rep=rep1&type=pdf>
- TRAVIS, J.; COLEMAN, F. C.; AUSTER, P. J.; CURY, P. M.; ESTES, J. A.; ORENSANZ, J.; PETERSON, C. H.; POWER, M. E.; STENECK, R. S.; WOOTTON, J. T. (2014) Integrating the invisible fabric of nature into fisheries management. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(2), 581– 584. <https://doi.org/10.1073/pnas.1305853111>
- USP, Second Supplement to USP 35-NF 30;<232>Elemental Impurities – Limits, Update January 2013. Recuperado de <https://www.usp.org/sites/default/files/usp/document/our-work/chemical-medicines/key-issues/c232-usp-39.pdf>
- VANNUCCINI, S. (1999). Shark utilization, marketing and trade. Rome, Italy: FAO.
- VÉLEZ-ZUAZO, X.; AGNARSSON, I. (2011) Shark tales: a molecular species-level phylogeny of sharks (Selachimorpha, Chondrichthyes). *Mol Phylogenet Evol*, 58(2): 207-17. <https://doi.org/10.1016/j.ympcv.2010.11.018>
- VOOREN, C. M.; KLIPPEL, S. (2005) Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Porto Alegre: Igaré, 262 p.
- WALKER, T. I. (1998) Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. *Marine and Freshwater research*, 49(7): 553-572. <https://doi.org/10.1071/MF98017>
- WORM, B. DAVIS, B.; KETTEMER, L.; WARD-PAIGE, C. A.; CHAPMAN, D.; HEITHAUS, M. R.; KESSEL, S. T.; GRUBER, S. H. (2013) Global catches, exploitation

rates, and rebuilding options for sharks. *Mar. Policy.* 40, 194–204.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.12.034>

WOSNICK, N.; PRADO, A. C.; GIARETA, E. P.; CRUZ, I. D. C.; SANTOS, I. H.; LEITE, R. D. (2019) Does legislation affect elasmobranch conservation and research in Brazil? A case study from Paraná State. *Revista Nordestina de Biologia.* Volume 27, número 1, 158 - 170. <https://doi.org/10.22478/ufpb.2236-1480.2019v27n1.47132>

5. RESULTADOS

UTILIZAÇÃO DO *iSharkFin* PARA IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NADADEIRAS DE TUBARÕES COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DA RAPOSA-MA, BRASIL

USE OF *iSharkFin* FOR IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF SHARK FINS SOLD IN THE MUNICIPALITY OF RAPOSA-MA, BRAZIL

Introdução

A biodiversidade dos elasmobrânquios vem sendo bastante afetada pela pesca artesanal e industrial devido à falta de reconhecimento, por parte dos pescadores, sobre a importância das espécies e os impactos causados pela sua captura (BONFIL, 1994; LESSA et al., 1999). O aumento da captura de elasmobrânquios é devido à crescente aceitação comercial de seus produtos (nadadeiras, cartilagem e carne), associado ao esgotamento de recursos tradicionais, fazendo com que o manejo dos estoques de elasmobrânquios se torne prioritário (LESSA et al., 1999).

A captura de elasmobrânquios no Brasil foi considerada por muito tempo uma pesca casual, mesmo com os registros da renda comercial de sua carne e subprodutos. Hoje já se pode observar a ocorrência de embarcações destinadas somente à pesca de tubarões devido à valorização dos subprodutos, tanto no mercado comercial interno quanto no exterior (SBEEL, 2005).

A demanda por nadadeiras na Ásia levou à sobrepesca de várias espécies de tubarões em todo o mundo (WORM et al., 2013), mas a pressão pública e a legislação ambiental em muitos países têm modificado lentamente as tendências do mercado. Como resultado, houve um declínio de até 40% do valor de mercado das vendas de nadadeiras de tubarão (JAITEH et al., 2017; BORNATOWSKI et al., 2018).

As nadadeiras têm baixo valor nutricional e o consumo de carne de tubarão é desencorajado por sua alta concentração de metais pesados (BORNATOWSKI et al.,

2018). Por apresentarem risco de toxicidade para seus consumidores, pode haver necessidade de orientação no consumo e de monitoramento das diferentes espécies utilizadas como alimento (BOISCHIO e HENSHEL, 2000). Os metais pesados, denominação genérica de uma série de elementos que ocupam as colunas centrais da classificação periódica, podem ter propriedades tóxicas ao homem, tanto no estado elementar como quando combinados. Desta forma, a presença de metais pesados gera uma preocupação toxicológica nos diversos produtos de pescado de tubarões devido aos casos críticos de poluição marinha, principalmente da região costeira (ROCHA et al., 1985; SILVA & PEDROZO, 2001).

Desse modo, o presente estudo tem como propósito analisar a morfometria das nadadeiras de diferentes espécies comercializadas no polos pesqueiros do município da Raposa-MA, além de também analisar e identificar as espécies através da imagem das nadadeiras peitorais e dorsais, utilizando o *software iSharkFin*.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no município da Raposa – MA (Figura 1), os locais de captura dos elasmobrânquios estão localizados dentro de uma área natural onde possui um importante local de desembarque (Figura 2), com localização na Mesorregião da Aglomeração Urbana de São Luís–MA, demarcada pelas coordenadas geográficas lat. 2°24’S e 2°28’S long. 44°01’W e 44°06’W. O estado do Maranhão apresenta o segundo maior litoral do Brasil e um extenso litoral pesqueiro (SUDENE, 1976; FEITOSA *et al.*, 2018) com 640 km de linha de costa onde grande parte da pesca é artesanal, atividade econômica e culturalmente importante e com alta produção de pescado (STRIDE, 1988; ALMEIDA, 2008).

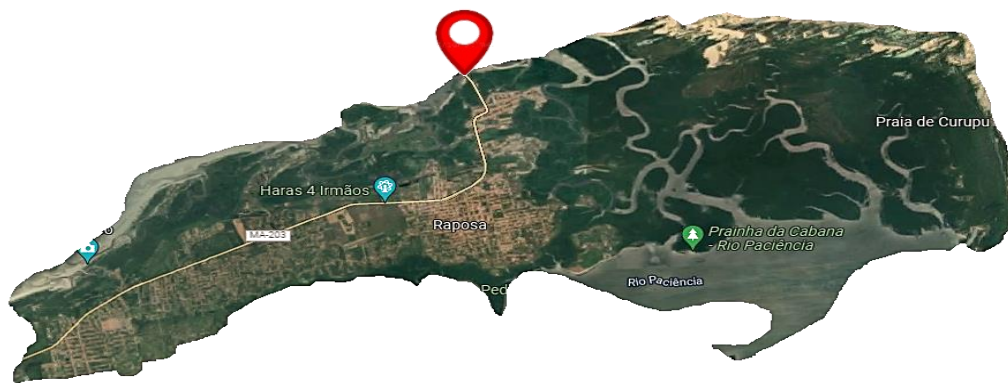
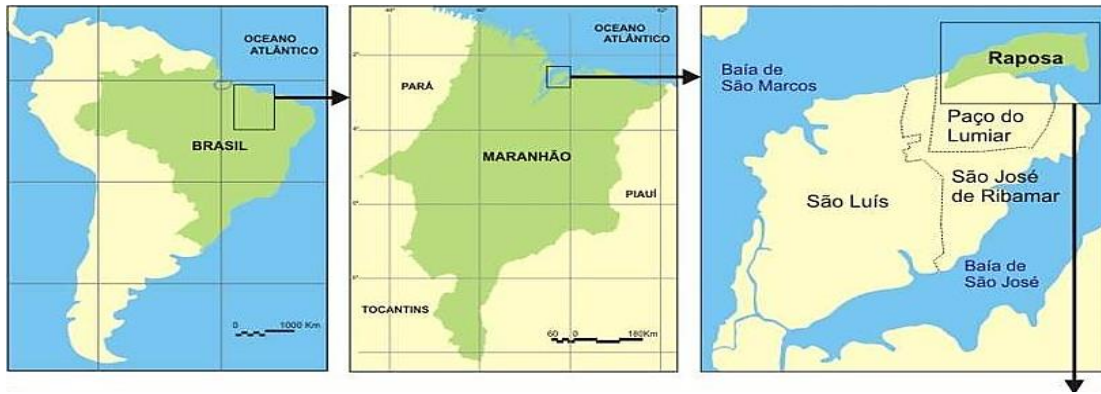


Figura 1. Mapa de Caracterização do município da Raposa- MA;

Fonte: Montelles et al. 2009; Google Maps



Figura 2. Polo Pesqueiro da Raposa-MA

Fonte: Montelles et al. 2009; Google Maps (2022); Google Earth (2022).

Nas análises morfométricas foi utilizada a metodologia de FAO (2016), evidenciada na Figura 3 e na Tabela 1.

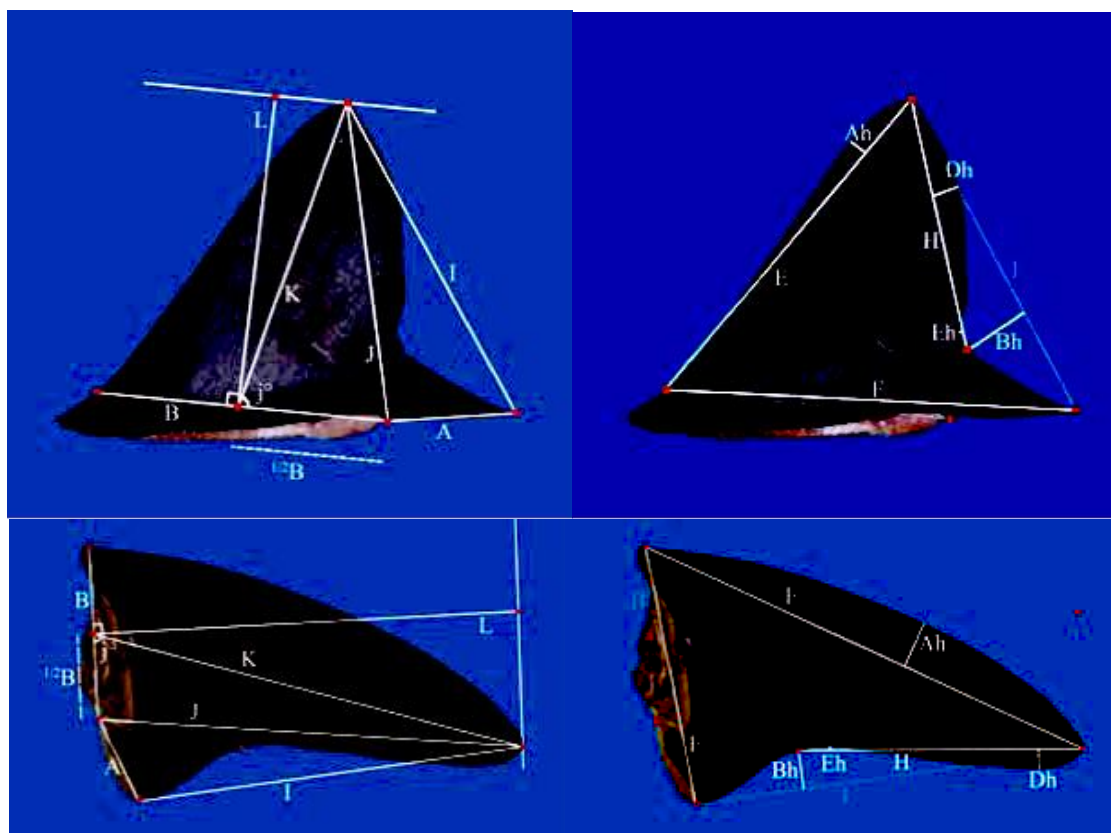


Figura 3. Medidas morfométricas da nadadeira dorsal e peitoral de tubarão conforme FAO (2016).

Após o recebimento, foram identificadas as nadadeiras dispostas aleatoriamente representadas pela letra A e em conjunto (nadadeiras peitorais e dorsal de um mesmo indivíduo – que o próprio feirante já nos repassava desta forma por nossa própria solicitação) representadas pela letra C.

Tabela 1. Descrição das letras correspondentes às medidas das nadadeiras de tubarão, traduzido pelo autor conforme FAO (2016).

Iniciais	Especificações	Descrição
A	Comprimento da margem livre	A distância da inserção da nadadeira até o ponto extremo da margem livre.
B	Base da nadadeira	A distância da origem da nadadeira peitoral até a sua inserção, i.e. o comprimento da base da nadadeira dorsal, ou “comprimento da base da nadadeira”. Este é o ponto onde a nadadeira é cortada quando removida.

E	Margem anterior	A distância entre a origem da nadadeira peitoral e a ponta da nadadeira.
F	Amplitude total da nadadeira	A distância entre a origem da nadadeira peitoral e a ponta da margem livre.
H	Margem posterior superior	A distância entre a ponta da nadadeira peitoral e o ponto mais profundo da curva côncava da margem posterior. O ponto mais profundo da curva é onde apresenta a maior distância perpendicular entre a linha I e a margem posterior da nadadeira (veja Bh).
I	Margem posterior	A distância entre a ponta da nadadeira peitoral e a ponta da margem livre.
J°	Ângulo da nadadeira	O ângulo entre a altura (direta) da nadadeira (K) e o meio da base da nadadeira ($1/2 B$).
K	Altura da nadadeira (direta)	Distância do ponto médio da base da nadadeira ($1/2 B$) até a ponta da nadadeira.
L	Altura da nadadeira (absoluta)	Distância perpendicular da base da nadadeira ($1/2 B$) até a ponta da nadadeira.
Ah	Altura da margem anterior	A maior distância (perpendicular) entre a linha E e a margem anterior da nadadeira, anterior à linha E.
Bh	Profundidade da Margem posterior	A maior distância (perpendicular) entre a linha I e a margem posterior da nadadeira, anterior à linha I.
Dh	Profundidade convexa da margem posterior superior	A maior distância (perpendicular) entre a linha H e a margem posterior da nadadeira, posterior à linha H.
Eh	Profundidade da concavidade da margem posterior superior	A maior distância (perpendicular) entre a linha H e a margem posterior da nadadeira, anterior à linha H.

Após mensurarmos todas as nadadeiras com paquímetro digital (Vernier Caliper de 300 mm), as fotos foram registradas com a câmera do celular (*Samsung*, A32), para cada nadadeira com o seu código de classificação, que posteriormente foi analisada com o uso do *software iSharkFin* (Figura 4) para identificação das espécies capturadas.

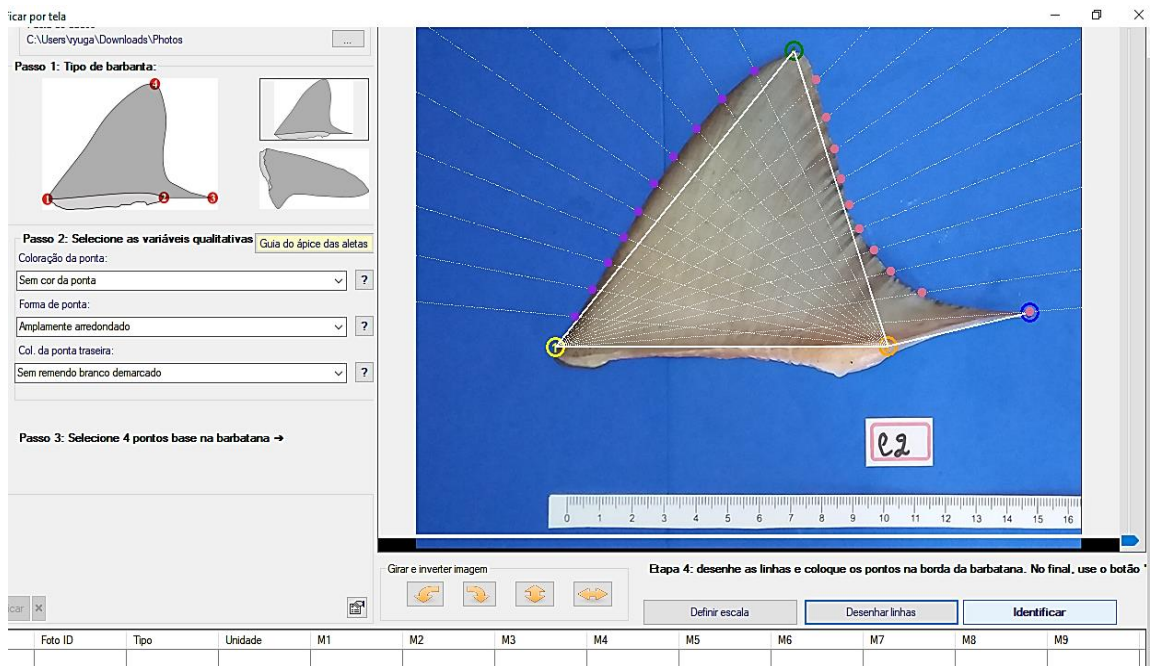


Figura 4. Área do usuário do *software iSharkFin* identificando uma nadadeira dorsal (fonte: FAO, 2016).

O primeiro passo foi a identificação do tipo da nadadeira: dorsal, peitoral, anal, pélvica ou lóbulo inferior do caudal. Somente as nadadeiras dorsal e peitoral foram consideradas para a identificação utilizando o programa *iSharkFin*. O segundo passo foi a seleção das variáveis qualitativas: Coloração da ponta (Sem cor da ponta; Barbatana descolorida; Branco), Forma da ponta (Não amplamente arredondado; Amplamente arredondado) e Coloração da ponta traseira (Sem remendo branco demarcado; Remendo branco demarcado óbvio). O terceiro passo foi a seleção dos quatro pontos base na barbatana. O quarto passo foi o desenho das linhas e a colocação dos pontos na borda da barbatana e finalmente, após todos estes passos, clicar no botão “Identificar”.

A amostragem consistiu de aferir as medidas morfométricas (Tabela 3 e 4) com sua estatística básica descritiva, fazendo uso da metodologia da FAO (2016), das nadadeiras coletadas mensalmente por sete meses, entre junho e dezembro de 2021, com um único atravessador de nadadeiras de tubarões como fornecedor, no polo pesqueiro de Raposa, Maranhão.

A análise dos dados foi realizada com auxílio do *software SisEapro* versão 2.5 e *Microsoft Excel* (2021). O nível de significância adotado para caso não seja aceito H_0 (hipótese de nulidade) foi de 5%, isto é, para um nível de significância de $p < 0,05$, foi considerado efeito das variáveis classificatórias e das suas interações.

Resultados e Discussão

As nadadeiras dos tubarões foram adquiridas *in natura* com um feirante que recebia/comprava de pescadores e repassou o material durante os meses da pesquisa, em média por R\$ 83,33/kg. As nadadeiras foram adquiridas todo mês através do pescador, sem nenhuma quantidade pré-estabelecida, seguindo a disponibilidade de mercado, como evidencia com os valores diferentes em cada mês da pesquisa da Tabela 2.

Tabela 2. Número de nadadeiras coletadas por mês no ano de 2021.

	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Nadadeiras (dorsais e peitorais)	33	48	55	68	65	88	262

As alturas das nadadeiras dorsais variaram de 3,10 cm – 19,20 cm, com média de 6,90 cm \pm 2,44 cm e a altura das nadadeiras peitorais foi de 5,40 cm – 17,90 cm, com média de 9,41 cm \pm 2,51 (Tabela 3). Assim ficou evidente que estes são tubarões muito pequenos comparados com os resultados das aferições das medidas das alturas das nadadeiras dorsais e as nadadeiras peitorais com o mínimo de 3,10 cm e de 5,40 cm, respectivamente. No Brasil, dados sobre a captura de tubarões, composição e tamanho são escassos (LESSA et al.,1999). Os tubarões são extremamente sensíveis à sobrepesca, e dessa forma vêm apresentando redução do seu tamanho de captura, como podemos observar com os dados mensurados com a estatística descritiva.

Tabela 3. Estatística descritiva das medidas morfométricas em centímetros da nadadeira dorsal e da nadadeira peitoral (direita), analisadas e comercializadas no pólo pesqueiro do município da Raposa-MA.

Nadadeiras Dorsais									
MM	AMP	CVA	DPA	EPM	Max	Média	Min	VA	ND
A	7,40	35,44	1,06	0,07	7,90	2,99	0,50	1,12	192
B	9,00	30,28	1,95	0,14	12,10	6,43	3,10	3,79	192
E	18,70	36,27	2,86	0,20	21,30	7,89	2,60	8,19	192
F	13,30	29,54	2,73	0,19	16,80	9,23	3,50	7,43	192

H	13,50	40,32	1,99	0,14	14,90	4,95	1,40	3,98	192
I	17,20	32,75	2,25	0,16	19,80	6,88	2,60	5,08	192
J°	0,44	5,49	0,06	0,004	1,27	1,01	0,83	0,003	192
K	16,10	35,35	2,44	0,17	19,20	6,90	3,10	5,96	192
L	16,00	34,37	2,40	0,17	19,30	6,97	3,30	5,74	192
Ah	8,50	107,74	0,76	0,05	8,60	0,71	0,10	0,58	192
Bh	3,80	55,12	0,70	0,05	3,90	1,27	0,10	0,49	192
Dh	0,80	50,95	0,12	0,008	0,90	0,23	0,10	0,014	192
Eh	1,10	61,05	0,13	0,009	1,10	0,21	0,00	0,02	192

Nadadeiras Peitorais

MM	AMP	CVA	DPA	EPM	Max	Média	Min	VA	ND
A	4,60	27,00	0,89	0,057	6,60	3,29	2,00	0,79	222
B	6,00	27,64	1,18	0,075	8,50	4,28	2,50	1,40	222
E	14,00	29,43	2,87	0,184	18,40	9,77	4,40	8,26	222
F	9,20	25,90	1,87	0,119	12,60	7,21	3,40	3,49	222
H	9,20	31,27	1,81	0,115	12,30	5,78	3,10	3,26	222
I	11,00	30,95	2,47	0,158	15,20	7,97	4,20	6,09	222
J°	0,30	4,24	0,04	0,003	1,20	1,02	0,90	0,002	222
K	12,50	26,64	2,51	0,16	17,90	9,41	5,40	6,28	222
L	11,70	26,90	2,58	0,165	17,40	9,61	5,70	6,68	222
Ah	2,40	47,03	0,47	0,03	2,60	0,99	0,20	0,22	222
Bh	2,20	44,37	0,47	0,03	2,50	1,07	0,30	0,22	222
Dh	0,90	50,73	0,14	0,009	1,00	0,28	0,10	0,02	222
Eh	2,00	58,00	0,15	0,01	2,00	0,26	0,00	0,02	222

Nota: MM – Medidas Morfométricas; AMP – Amplitude; CVA – Coeficiente de Variação Amostral; DPA – Desvio Padrão Amostral; EPM – Erro Padrão Médio; SQ – Soma dos Quadrados; Max – Máximo; Min – Mínimo; VA – Variação Amostral; ND – Número de nadadeiras analisadas.

Inicialmente o *software iSharkFin* apresentou resultados de identificação difusos, onde, com a mesma imagem, apareciam como resultado duas espécies distintas. Verificou-se que seus bancos de dados se encontravam desatualizados, e após a atualização, o campo de identificação do banco de dados do *software* foi aumentado.

Segundo Barone et al. (2022), existem dois componentes no sistema *iSharkFin*, o software e o algoritmo, que trabalham juntos na produção de uma identificação prevista da espécie. O procedimento de identificação descrito no Manual do Usuário do *iSharkFin*, afirma que o *software* produz uma matriz em que as linhas representam os conjuntos de medidas fornecidos pelos usuários e as colunas representam as 35 variáveis morfométricas, que são calculadas da seguinte forma: M1–M24 representam distâncias entre pontos de referência e dependem da posição dos 24 pontos de referência alocados pelo usuário no contorno das nadadeiras (Fig. 2); M25–M29 são variáveis calculadas automaticamente com os valores das três primeiras variáveis, M1-M3; M30-M35 são características qualitativas de nadadeiras atribuídas pelos usuários, tomando o valor 1, quando selecionadas, ou zero, quando não selecionadas (FAO, 2016a).

No *iSharkFin*, uma nadadeira é identificada primeiro no nível de ordem, posteriormente no nível de família, no nível de gênero e, finalmente, dentro do gênero no nível de espécie (MARSHALL, 2011). Este programa foi desenvolvido com o objetivo de permitir que não especialistas identifiquem peixes com alto grau de precisão após apenas um curto período de tempo (FISCHER et al., 2013).

Algumas espécies identificadas pelo *iSharkFin* utilizando as nadadeiras dorsais (Tabela 4) são de ocorrências próximas ao local do pólo pesqueiro do município da Raposa-MA, mas outras espécies identificadas não ocorrem na região e não são reportadas por nenhum estudo de avaliação da composição da chodrofauna do estado do Maranhão ou estados vizinhos, como *Lamna nasus* (ALMEIDA et al., 2006; ALMEIDA et al., 2011; MARCENIUK et al., 2013; MARCENIUK et al., 2019; FEITOSA et al., 2018), ou até mesmo em águas brasileiras, como *Rhizoprionodon taylori*, *Rhizoprionodon oligonix*, *Rhizoprionodon acutus*, *Carcharhinus cautus* e *Carcharhinus amblyrhynchoides* (BIGELOW & SCHROEDER, 1948; LESSA et al., 1999; SOTO, 2001).

Com base no programa *iSharkFin* foram identificadas nadadeiras de 13 espécies (Tabela 4) de diferentes ambientes e ecomorfotipos segundo Compagno (1990), o que caracteriza a pesca desses animais como abrangente em termos espaciais e com uma multiplicidade de apetrechos que permitiriam a captura de animais de diferentes habitats:

- O tubarão tigre, *Galeocerdo cuvier*, ocorre em toda a costa brasileira, sendo mais frequente nas regiões Norte e Nordeste (FERREIRA e SIMPFENDORFER, 2019);
- *Prionace glauca* está presente em toda a zona costeira do Brasil (DIAS et

al., 2008), mas se distribuindo na região oceânica (VASKE & RINCON-FILHO, 1993);

- A espécie *Alopias superciliosus* possui distribuição circunglobal, sendo encontrados em águas tropicais e temperadas (COMPAGNO, 2001);
- *Sphyrna mokarran* ocorre ao longo do globo, em mares tropicais e águas costeiras mais quentes de mares temperados (RIGBY et al., 2019);
- *Carcharhinus plumbeus* é uma espécie de distribuição circunglobal com registros de ocorrência para toda a costa brasileira (RIGBY et al., 2021);
- *Carcharhinus longimanus* é um tubarão de grande porte, é uma das espécies de maior distribuição em águas tropicais e subtropicais oceânicas, com ocorrência em toda zona oceânica pelágica do Brasil (RIGBY et al., 2019).

Tabela 4. Identificação realizada pelo *software iSharkFin* nas nadadeiras dorsais comercializadas no pólo pesqueiro do município da Raposa-MA.

Mês de coleta	Número	%A	%C	Identificação <i>iSharkFin</i> (Dorsal)
Junho	10	20,0	40,0	<i>Rhizoprionodon taylori</i>
		---	40,0	<i>Carcharhinus longimanus</i>
		40,0	20,0	<i>Galeocerdo cuvier</i>
		40,0	---	<i>Rhizoprionodon oligolinx</i>
Julho	14	78,6	---	<i>Carcharhinus longimanus</i>
		7,1	---	<i>Carcharhinus cautus</i>
		7,1	---	<i>Prionace glauca</i>
		7,1	---	<i>Rhizoprionodon acutus</i>
Agosto	18	100,0	---	<i>Carcharhinus longimanus</i>
Setembro	28	37,0	---	<i>Sphyrna lewini</i>
		7,4	---	<i>Sphyrna mokarran</i>
		3,7	---	<i>Alopias superciliosus</i>
		37,0	7,4	<i>Carcharhinus longimanus</i>
		3,7	---	<i>Rhizoprionodon acutus</i>

		3,7	---	<i>Rhizoprionodon oligolinx</i>
		5,3	---	<i>Carcharhinus amblyrhynchoides</i>
Outubro	19	---	5,3	<i>Rhizoprionodon oligolinx</i>
		5,3	---	<i>Sphyrna mokarran</i>
		21,1	---	<i>Alopias superciliosus</i>
		21,1	42,1	<i>Carcharhinus longimanus</i>
		21,1	31,6	<i>Carcharhinus longimanus</i>
Novembro	19	---	5,3	<i>Carcharhinus plumbeus</i>
		---	5,3	<i>Carcharhinus cautus</i>
		31,6	---	<i>Sphyrna mokarran</i>
		5,3	---	<i>Lamna nasus</i>
		90,5	---	<i>Carcharhinus longimanus</i>
Dezembro	84	1,2	---	<i>Carcharhinus cautus</i>
		8,3	---	<i>Sphyrna mokarran</i>

Nota: Número - Número de nadadeiras analisadas; %A – Percentual de Nadadeiras dorsais sem pares; %C - Percentual de Nadadeiras dorsais em pares.

A identificação das nadadeiras dorsais nos meses de setembro 37,0% A; 7,4%C, outubro 21,1% A; 42,1%C e novembro 21,1% A; 31,6%C, obteve percentuais de aleatórias e conjuntos próximos das espécies. Nos meses de julho, agosto e dezembro apenas aleatórias foram classificadas. Também notamos que a espécie *Carcharhinus longimanus* apareceu todos os meses da coleta por ser de águas tropicais. Na identificação das nadadeiras peitorais todos os meses de junho até dezembro tivemos percentuais próximos de aleatórias e conjuntos de apenas duas espécies.

As espécies identificadas pelo *iSharkFin* utilizando as nadadeiras peitorais, foram *Sphyrna mokarran*, com ocorrência próxima ao local do pólo pesqueiro, e *Lamna nasus*, espécie encontrada no sul do Brasil (STEVENS et al., 2006), contrastando com o resultado do *iSharkFin* (Tabela 5), que identificou a espécie eventualmente na costa maranhense.

Tabela 5. Identificação realizada pelo *software iSharkFin* nas nadadeiras peitorais comercializadas no pólo pesqueiro do município da Raposa-MA.

Mês de coleta	Número de nadadeiras analisadas	%A	%C	Identificação <i>iSharkFin</i> (Peitoral)
Junho	15	---	13,3	<i>Sphyrna mokarran</i>
		40,0	46,7	<i>Lamna nasus</i>
Julho	26	100,0	---	<i>Lamna nasus</i>
Agosto	23	56,5	34,8	<i>Lamna nasus</i>
Setembro	17	5,9	5,9	<i>Sphyrna mokarran</i>
		23,5	70,6	<i>Lamna nasus</i>
Outubro	32	84,4	15,6	<i>Lamna nasus</i>
Novembro	32	43,8	53,1	<i>Lamna nasus</i>
		3,1	---	<i>Sphyrna mokarran</i>
Dezembro	77	21,0	75,0	<i>Lamna nasus</i>
		24,0	---	<i>Sphyrna mokarran</i>

Nota: %A – Percentual de Nadadeiras peitorais sem pares; %C - Percentual de Nadadeiras peitorais em pares.

A primeira portaria sobre regulamentação de capturas para os indivíduos de qualquer espécie pertencente à subclasse Elasmobranchii, que foi publicada em 1998 (IBAMA nº 121/98) e, portanto, proibindo o desembarque, a comercialização, a conservação, o beneficiamento e o transporte de nadadeiras do qual o peso seja desproporcional ao peso das carcaças desembarcadas, e o peso total das nadadeiras não poderá exceder a 5% do peso total das carcaças. Em 2012, com a publicação do Código de Conduta Interministerial (IN1/MPA/MMA de 26 de novembro de 2012) fica proibida a prática do finning no Brasil de tubarões dos quais tenham sido removidas as nadadeiras e/ou separadas do corpo dos animais. A Instrução Normativa nº 2, de 19 de fevereiro de 2014 define os procedimentos para o controle do desembarque de tubarões capturados em alto-mar. E a Instrução Normativa nº 16 de 29 de setembro de 2015 (Instrução Normativa MPA/MMA nº 14/2012) sendo retificada, ela tem todo apoio para a fiscalizar toda essa ação.

O Brasil emitiu em 2004 e revisou em 2014, a portaria MMA Nº 445/2014, uma lista de espécies em que a pesca é proibida e nela foram incluídas algumas espécies de tubarões, no entanto, ainda há relatos de vendas de espécies de tubarões proibidas,

indicando que a fiscalização é baixa e a extração ilegal ocorre (ALMERÓN-SOUZA et al., 2018), como podemos ver na figura 3, a comercialização da carne de tubarão lixa no município da Raposa, informação assegurada pelos feirantes. Embora os pescadores sabendo que essa espécie está categorizada como ameaçada, a venda da carne de tubarão lixa tornou-se comum no dia a dia por ser muito apreciada pela população, os feirantes sempre deixam a carne de tubarão exposta ao ar livre sem nenhuma preocupação de contaminação cruzada ou de que seja apreendida por autoridades responsáveis pela fiscalização.



Figura 5. Comercialização da carne pertencente ao tubarão lixa (*Ginglymostoma cirratum*) no município da Raposa-MA.
Fonte: Registro do Autor, 21/04/2022.

Essas regulamentações limitam o comércio das nadadeiras no mercado interno, juntamente com o declínio de alguns estoques de atuns e espadartes explorados por frotas no Brasil. De forma semelhante, o aumento da demanda doméstica incentiva os pescadores a capturar e desembarcar tubarões (PINCINATO et al., 2022). Importante destacar, que esses recursos foram capturados como *bycatch*, tanto pela pesca de pequena escala quanto pela pesca industrial usando espinhel, rede de emalhar e arrasto (DIAS NETO, 2011). No entanto, o alto valor dos produtos de tubarão nos mercados asiáticos, como as nadadeiras, têm incentivado a prática de *finning* (FONG, 2000; 2002). Este processo visa maximizar o valor da produção dos pescadores, dada a capacidade limitada da embarcação (PINCINATO et al., 2022).

A procura por nadadeiras de tubarões nesse polo pesqueiro está cada vez mais crescente, pois elas ainda continuam sendo um produto útil como uma alternativa de lucro.

O comércio das nadadeiras está ocorrendo também em alto mar pelos pescadores e assim nem todos os tubarões capturados são desembarcados inteiros. Muitos tubarões chegam no polo pesqueiro sem cabeça e nadadeiras para que não possam ser facilmente identificados. Na figura 4, pode ser observada um crescente aumento das nadadeiras aleatórias direita (já que o próprio feirante separava as nadadeiras em conjuntos ou em aleatórias), logo, podemos deduzir que o *finning* está sendo realizado pelos pescadores do município da Raposa-MA, com os tubarões capturados. Desse modo o número de nadadeiras dorsais aleatórias aparecem em maior quantidade no mês de dezembro e em seguida as nadadeiras peitorais estão mas próximas tanto em pares quanto em aleatórias em todos os meses da pesquisa .

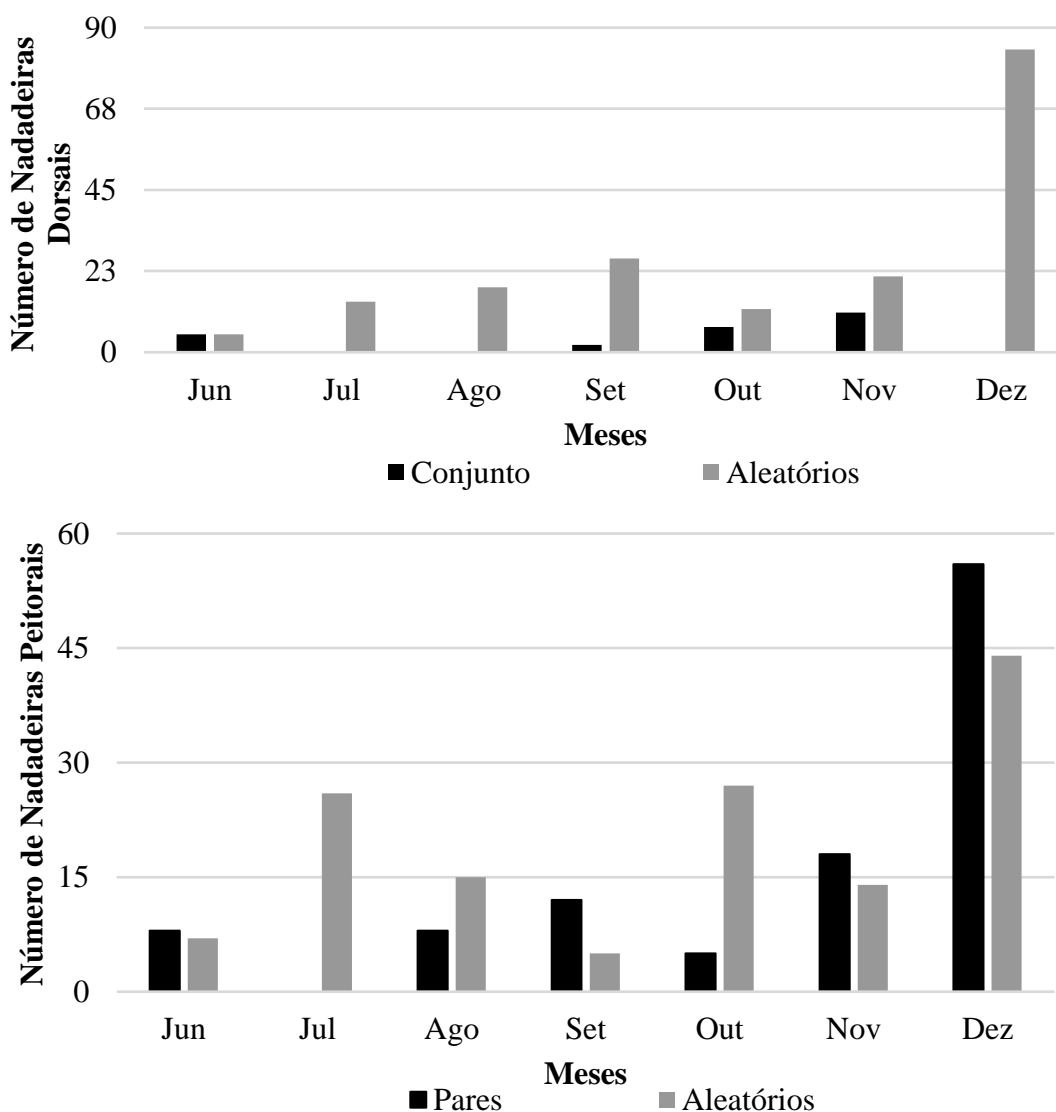


Figura 6. Demonstrativo da quantidade de nadadeiras dorsais (Conjunto x Aleatórias) e peitorais (Pares x Aleatórias) analisadas e comercializadas no pólo pesqueiro do município da Raposa-MA.

As nadadeiras de tubarão apresentam alto valor unitário nos mercados asiáticos, o

que têm incentivado os pescadores a remover as nadadeiras e a descartar carcaças de tubarão (CLARKE et al., 2007; FONG, 2002). O comércio global de carne de tubarão aumentou significativamente, nominalmente de 157 milhões de dólares no início de 2000 para 283 milhões de dólares em 2016. Ao mesmo tempo, as exportações mundiais de nadadeiras de tubarão têm se mantido relativamente estáveis em uma média nominal de 160 milhões de dólares por ano (FAO, 2021a).

Dinâmica da Comercialização de Barbatanas em Raposa-MA

A comercialização de nadadeiras dos tubarões se dá pelas encomendas das pessoas interessadas no produto, onde o valor de venda pode variar dependendo da procura. Em um dos relatos do feirante: “a procura nunca cessa. Em tempos de baixa procura, os pescadores de tubarões, capturam e retiram as nadadeiras, colocam para secar em vossas habitações, pois como costumam dizer elas *in natura* estão “verdes”, secam para “madurar”. Após a secagem, submergem as nadadeiras em água doce por 0,5 à 1,0 hora para absorção, em seguida congelam, para posteriormente serem vendidas com peso maior que o inicial, já que secas se tornam leves”.

Muitos estão realizando essa adulteração de peso para suprir a necessidade, pois segundo o feirante: “a “galinha dos ovos de ouro” da vez agora é o grude, retirado da bexiga natatória da pescada-amarela e de outras espécies de peixes como a gurijuba, que para o comércio do município da Raposa chega a preços de até R\$1.000,00/kg”. Alguns pescadores relataram que também é possível extrair o grude das nadadeiras caudais dos tubarões, mas não quis entrar em mais detalhes sobre o assunto, e afirmou que seu pai usava muito esse grude para auxiliar nos reparos das embarcações fazendo uso junto com a estopa, para uso pessoal.

A demanda global por produtos de tubarão, bem como os altos níveis de capturas acessórias, causaram declínios em muitas populações de tubarões e colocaram muitas espécies em risco de extinção (DULVY et al., 2014; IUCN, 2021; MACNEIL et al., 2020). Até 100 milhões de tubarões são mortos a cada ano, e algumas populações diminuíram mais de 95% como resultado da sobrepesca, atualmente, cerca de 36% das mais de 1.200 espécies conhecidas de tubarões e raias estão ameaçadas de extinção (NIEDERMÜLLER et al., 2021).

O valor total do comércio de tubarões e raias no período 2012-2019 excede US\$ 4,1 bilhões, o valor da carne de tubarões e raias combinados (US\$ 2,6 bilhões) excede o valor das nadadeiras de tubarão (US\$ 1,5 bilhão). Dependendo das espécies e tipos de

produtos comercializados, os preços podem variar de US\$ 0,1/kg para carne a mais de US\$ 100/kg para nadadeiras, sendo que estas últimas alcançam alguns dos preços mais altos da Ásia. O preço pode variar muito dependendo da espécie, produto e comerciante, entre outros fatores que influenciam o preço, dos principais comerciantes, a Itália paga, em média, o preço mais alto pelas importações de carne de tubarão, US\$ 4/kg, enquanto Hong Kong paga o preço mais alto pelas nadadeiras, US\$ 30/kg (DENT e CLARKE, 2015; OKES e SANT, 2019; FOWLER et al., 2021).

De acordo com dados da Comexstat, no período de janeiro/2019 à agosto/2020, o Brasil exportou tubarões e raias, que ficaram na nona posição de um ranking de produtos pesqueiros mais rentáveis no ano de 2020, chegando a vender para Hong Kong e Coréia do Sul, respectivamente, US\$ 631.783,00 e US\$ 2.778.437,00; chegando a um preço médio de US\$ 4,79/kg (SEAFOOD BRASIL, 2021).

A influência do preço interno nas importações é impulsionada pela importância global do Brasil como consumidor de carne de tubarão, essa mudança no mercado de tubarões pode sugerir um aumento na plena utilização de tubarões e uma ameaça potencialmente nova para as populações de tubarões impulsionada pela demanda por carne de tubarão (PINCINATO et al., 2022).

Considerações Finais

Portanto, o *software iSharkFin* precisa de ajustes pois está resultando em muitas espécies que não ocorrem na região e a entrada das características precisa ser revista ou a capacidade de identificação possa estar com todas as espécies no banco de dados.

Assim sugerimos que tenha um suporte para recebimento de arquivos para alimentar o banco de dados, e que não fique restrito apenas a tubarões, como também para as raias, que enfrentam as mesmas ameaças que os tubarões.

Uma excelente alternativa também poderia ser uma versão *mobile* do programa, permitindo o uso nos *smartphones* por meio de suas câmeras para identificação das nadadeiras em tempo real, dessa forma, ajudar até uma fiscalização mais assídua e presente, sem precisar ter que tirar foto para depois processá-las no notebook e/ou desktop. Assim esta ferramenta tecnológica será muito útil para o acompanhamento de fiscais ou educadores especializados nessas espécies em reconhecer as nadadeiras no ato da apreensão.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Z.S., NUNES, J.L.S. & PAZ, A.C. 2008. Elasmobrânquios no Maranhão: biologia, pesca e ocorrência. In Projeto e ações em biologia e química (A.C. Silva & J.M.M. Bringel, eds). São Luís: EDUEMA, v.1, p.35-57.

ALMEIDA, Z.S., FRÉDOU, F.L., NUNES, J.L.S., LESSA, R.P. & PINHEIRO, A.L.R. 2011. Biodiversidade de Elasmobrânquios. In Peixes marinhos e estuarinos do Maranhão (J.L.S. Nunes & N.M. Piorski, eds). São Luís: Café & Lápis. p.37-94.

ALMERÓN-SOUZA, F. et al. Molecular identification of shark meat from local markets in Southern Brazil based on DNA barcoding: evidence for mislabeling and trade of endangered species, *Front. Genet.* 9 (2018) 1–12,
<https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00138>

ANKAMAH-YEBOAH, I.; M. NIELSEN, R. NIELSEN. Price premium of organic salmon in Danish retail sale, *Ecol. Econ.* 122 (2016) 54–60,
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.11.028>

BARONE, M. et al. Performance of iSharkFin in the identification of wet dorsal fins from priority shark species, *Ecological Informatics*, Volume 68, 2022, 101514, ISSN 1574-9541, <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101514>

BIGELOW, H. B. & SCHROEDER, W. C. Sharks. In: *Fishes of the western north Atlantic*, Sears Found. Mar. Res., v. 1, n. 1, 576p., 1948.

BOOTH, H., SQUIRES, D., & MILNER-GULLAND, E. J. (2019). The neglected complexities of shark fisheries, and priorities for holistic riskbased management. *Ocean & Coastal Management*, 182, 104994. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104994>

BOISCHIO, A. A. P.; HENSHEL, D. Fish consumption, fish lore, and mercury pollution – risk communication for the Madeira River people. *Environ Res* 2000; 84:108-26.
<https://doi.org/10.1006/enrs.2000.4035>

BONFIL, R. (1994) Overview of world elasmobranch fisheries. Technical paper, no 341. Rome: FAO Fisheries. Recuperado de
<http://www.fao.org/3/V3210E/V3210E01.htm>

BORNATOWSKI, H., BRAGA, R. R., & BARRETO, R. P. (2018) Elasmobranchs Consumption in Brazil: Impacts and Consequences. In: Rossi-Santos, M. & Finkl, C. (Eds.), *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America*. Coastal Research Library (Vol 22, pp. 251–262). Cham: Springer International Publishing. Recuperado de
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-56985-7_10

COMPAGNO, L. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 2. Bullhead, mackerel, and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). No 1, Vol. 2. Rome: FAO Species Catalogue for Fishery Purposes; 2001.

- COMPAGNO, L.J.V. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. *Environ Biol Fish* 28, 33–75 (1990). <https://doi.org/10.1007/BF00751027>
- CLARKE, S. MILNER-GULLAND, E.J. TROND, B. Social, economic, and regulatory drivers of the shark fin trade, *Mar. Resour. Econ.* 22 (2007) 305–327, <https://doi.org/10.1086/mre.22.3.42629561>
- DIAS, A. C. L. et al. Mercúrio total em músculo de cação *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) e de espadarte *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, na costa sul-sudeste do Brasil e suas implicações para a saúde pública. *Cadernos de Saúde Pública* [online]. 2008, v. 24, n. 9, pp. 2063-2070. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000900012>
- DIAS NETO, J., 2011. Proposta de Plano de Gestão para o uso sustentável de elasmobrânquios sobre-explotados ou ameaçados de sobre-explotação no Brasil. Ibama, Brasília.
- DENT, F.; CLARKE, S. 2015. State of the global market for shark products. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 590. Rome, FAO. 187 pp. <http://www.fao.org/3/i4795e/i4795e.pdf>
- DULVY, N .K. et al. Extinction risk and conservation of the world’s sharks and rays, *eLife* 3 (2014) 1–34, <https://doi.org/10.7554/elife.00590>
- FAO, 2016. SharkFin Guide: identifying sharks from their fins. In: By Lindsay J. Marshall and Monica Barone. Rome, Italy.
- FAO, 2016a. Report of the fifth FAO Expert Advisory Panel for the Assessment of Proposals to Amend Appendices I and II of CITES Concerning Commercially exploited Aquatic Species, Rome, 6–10 June 2016. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1163, Rome, Italy.
- FAO, 2019. Fishery and Aquaculture Statistics. Global Fisheries Commodities Production and Trade 1976–2017 (FishstatJ). FAO Fisheries and Aquaculture Department. www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en (Accessed 20 May 2021).
- FAO, 2021a. Trade 1950–2019. FishStatJ: Universal software for fishery statistical time series [WWW Document]. URL <https://www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj/en>
- FEITOSA LM, MARTINS APB, GIARRIZZO T, MACEDO W, MONTEIRO IL, GEMAQUE R, NUNES JLS, GOMES F, SCHNEIDER H, SAMPAIO I, SOUZA R, SALES JB, RODRIGUES-FILHO LF, TCHAICKA L, CARVALHO-COSTA LF. 2018. DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot. *Scientific Reports*, 8(1):3347.
- FERREIRA, L.C. & SIMPFENDORFER, C. 2019. *Galeocerdo cuvier*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39378A2913541. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T39378A2913541.en>

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, R. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. 2022a.

<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

FISCHER, J., ERIKSTEIN, K., D'OFFAY, B., GUGGISBERG, S., BARONE, M., 2013. Review of the implementation of the international plan of action for the conservation and management of sharks. In: FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1076. Rome, FAO, 120 pp

FOWLER, S., SÉRET, B., & CLARKE, S. (2010). Shark fins in Europe: Implications for reforming the EU finning ban. European Elasmobranch Association and IUCN Shark Specialist Group.

https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/sharks_fins_in_europe_implications_for_reforming_the_eu_finning_ban.pdf

FONG, Q.S.W., ANDERSON, J.L. Assessment of the Hong Kong shark fin trade, INFOFISH Int 1 (2000) 28–32.

FONG, Q.S.W., ANDERSON, J.L. From shark fin markets to shark populations: an integrated market preference cohort analysis of the blacktip shark (*Carcharhinus limbatus*), Ecol. Econ. 40 (2002) 117–130.

FOWLER, S.; BRÄUTIGAM, A.; OKES, N.; SANT, G. Conservation, Fisheries, Trade and Management Status of CITES-Listed Sharks (BFN) Bonn, Germany, 2021.

ISBN 978-3-89624-368-3 <https://doi.org/10.19217/skr607>

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA /Ministério do Meio Ambiente-MMA. (2014) Instrução Normativa No - 2, de 19 de Fevereiro de 2014. Diário Oficial da União.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA /Ministério do Meio Ambiente-MMA. (2015) Instrução Normativa No 16 de 29 de setembro de 2015. Diário Oficial da União

IUCN - The International Union for Conservation of Nature, 2021. IUCN Red List of Threatened Species [WWW Document]. URL

<http://www.iucn.org/resources/conservation-tools/iucn-red-list-threatened-species#:~:text=IUCN>

JAITEH, V. F.; LONERAGAN, N. R.; WARREN, C. (2017) The end of shark finning? Impacts of declining catches and fin demand for coastal community livelihoods. Mar. Policy 82, 224–233. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.03.027>

LESSA, R.; SANTANA, F. M.; RINCÓN, G.; GADIG, O. B.F.; EL-DEIR, A. C. N. (1999a) Biodiversidade de Elasmobrânquios no Brasil. Recife: Ministério do Meio Ambiente – Projeto de Conservação e utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), 155 p. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/296694279_Biodiversidade_de_Elasmobranquios_do_Brasil?channel=doi&linkId=56d85e5308aeb4638b73719&showFulltext=true

MACNEIL, M.A. et al. Global status and conservation potential of reef sharks, *Nature* 583 (2020) 801–806, <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2519-y>

MARCENIUK AP, CAIRES R, WOSIACKI WB, DI DARIO, F. 2013. Conhecimento e conservação dos peixes marinhos e estuarinos (Chondrichthyes e Teleostei) da Costa Norte do Brasil. *Biota Neotropica* 13:251–259.

MARSHALL, L., 2011. The Fin Blue Line. Quantifying Fishing Mortality Using Shark Fin Morphology. Dissertation. University of Tasmania.

MINISTÉRIO DE ESTADO DA PESCA E AQUICULTURA - MPA/Ministério do Meio Ambiente - MMA. (2012) Instrução Normativa n. 14, de 26 de novembro de 2012. *Diário Oficial da União*, 1: 34-35.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. (1998) Portaria n. 121-N, de 24 de agosto de 1998. *Diário Oficial da União*

MEGSON, D., KALIN, R., WORSFOLD, P.J., GAUCHOTTE-LINDSAY, C., PATTERSON, D.G., LOHAN, M.C., COMBER, S., BROWN, T.A., SULLIVAN, O., 2013. Fingerprinting polychlorinated biphenyls in environmental samples using comprehensive two-dimensional gas chromatography with time-of-flight mass spectrometry. *J. Chromatogr. A* 1318, 276–283 Elsevier B.V.

MONTELES, J. S.; FUNO, I. C. S. A.; CASTRO, T. C. S.; VIANA, D. C. P.; CONCEIÇÃO, F. S.; FRANÇA, V. L. 2009. Percepção socio-ambiental das marisqueiras no município de Raposa, Maranhão, Brasil. *Rev. Bras. Eng. Pesca* 4(2): 34-45. Recuperado de <https://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/141/203>

MORRISON, R.D., MURPHY, B.L., 2010. *Environmental Forensics: Contaminant Specific Guide*. Elsevier.

NIEDERMÜLLER, S.; AINSWORTH, G.; DE JUAN, S.; GARCIA, R.; OSPINA-ALVAREZ, A.; PITA, P.; VILLASANTE, S. The Shark and ray meat network: a deep dive into a global affair. WWF MMI 14 de July 2021. Rome, Italy. https://sharks.panda.org/images/downloads/392/WWF_MMI_Global_shark__ray_meat_trade_report_2021_lowres.pdf

OKES, N.; SANT, G. (2019) *An overview of major shark traders, catchers and species*. TRAFFIC, Cambridge, UK. ISBN: 978-1-911646-14-3 <https://www.traffic.org/publications/reports/an-overview-of-major-shark-and-ray-catchers-traders-and-species/>

- PINCINATO, R. B. M., GASALLA, M. A., GARLOCK, T., ANDERSON, J. L. Market incentives for shark fisheries, *Marine Policy*, Volume 139, 2022, 105031, ISSN 0308-597X, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105031>
- RIGBY, C.L., et al. 2019. *Sphyrna mokarran*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39386A2920499. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T39386A2920499.en>
- RIGBY, C.L., et al. 2019. *Carcharhinus longimanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39374A2911619. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T39374A2911619.en>
- RIGBY, C.L., DERRICK, D., DICKEN, M., HARRY, A.V., PACOUREAU, N. & SIMPFENDORFER, C. 2021. *Carcharhinus plumbeus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T3853A2874370. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T3853A2874370.en>
- ROCHA, A. A.; PEREIRA, D. N.; PÁDUA, H. B. (1985) Produtos de pesca e contaminantes químicos na água da Represa Billings, São Paulo (Brasil), *Rev. Saúde Públ.*, São Paulo, v. 19, p. 401- 410. <https://doi.org/10.1590/S0034-89101985000500003>
- SBEEL – Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios. (2005) Plano Nacional de ação para a conservação e o manejo dos estoques de peixes elasmobrânquios no Brasil. Recife: SBEEL, 99 p. Recuperado de http://www.sbeel.org.br/wp-content/uploads/2017/02/Plano-de-A%C3%A7%C3%A3o-Nacional_2005.pdf
- SEAFOOD BRASIL. (2021) 6º Anuário Seafood Brasil N°35 1) Artigos 2) Estatísticas 3) Guia de Fornecedores. Fonte de consulta de dados estatísticos, de opiniões mercadológicas e de fornecedores de toda a cadeia produtiva de pescado. Parceria da Projepesca Consultoria e a Seafood Brasil, com base na tecnologia de mineração e automação de dados Jubart. Recuperado de https://issuu.com/seafoodbrasil/docs/seafood_brasil_anuario_35_digital__1_
- SILVA, C. S.; PEDROZO, M. F. M. (2001) Ecotoxicologia do cromo e seus compostos, Série Cadernos de Referência Ambiental, v. 5, Salvador: NEAMA/CRA/ Governo da Bahia. Recuperado de <https://docplayer.com.br/1224290-Ecotoxicologia-do-cromo-e-seus-compostos.html>
- SIMPFENDORFER, C. A., & DULVY, N. K. (2017). Bright spots of sustainable shark fishing. *Current Biology*, 27, R97–R98.
- SisEAPRO (Sistema de Estatística Aplicada à Produção). Versão 2,5. Recife/PE (Brasil). P. P. Mendes, 2020. <http://www.siseapro.com.br>
- SOTO, J. M. R. 2001. Annotated systematic checklist and bibliography of the coastal and oceanic fauna of Brazil. I. Sharks. *Mare Magnum*, 1(1): 51-119.
- STEVENS, J., FOWLER, S.L., SOLDI, A., MCCORD, M., BAUM, J., ACUÑA, E., DOMINGO, A. & FRANCIS, M. 2006. *Lamna nasus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2006: e.T11200A3261697. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2006.RLTS.T11200A3261697.en>

WANG, Q., KIM, D., DIONYSIOU, D.D., SORIAL, G.A., TIMBERLAKE, D., 2004. Sources and remediation for mercury contamination in aquatic systems - a literature review. *Environ. Pollut.* 131 (2), 323–336.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2004.01.010>

WEIGMANN, S., 2016. Lista de verificação anotada dos tubarões, batóides e quimeras vivos (Chondrichthyes) do mundo, com foco na diversidade biogeográfica, *J. Fish. Biol.* , vol. 88, n°. 3, pp. 837-1037. <https://doi.org/10.1111/jfb.12874>

WORM, B. DAVIS, B.; KETTEMER, L.; WARD-PAIGE, C. A.; CHAPMAN, D.; HEITHAUS, M. R.; KESSEL, S. T.; GRUBER, S. H. (2013) Global catches, exploitation rates, and rebuilding options for sharks. *Mar. Policy.* 40, 194–204.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.12.034>

**DETERMINAÇÃO DE METAIS CONTAMINANTES EM NADADEIRAS
DORSAIS E PEITORAIS DE TUBARÕES COMERCIALIZADAS NO
MUNICÍPIO DA RAPOSA-MA, BRASIL**

**DETERMINATION OF CONTAMINATING METALS IN DORSAL AND PECTORAL FINS OF
SHARKS SOLD IN THE MUNICIPALITY OF RAPOSA-MA, BRAZIL**

RESUMO

Nos últimos anos, há uma preocupação crescente com o aumento da prevalência de poluentes no ambiente marinho. Muitos poluentes se bioacumulam e biomagnificam, portanto, os predadores de ponta são geralmente expostos a altas concentrações. A presente pesquisa teve por objetivo determinar os teores de metais contaminantes nas nadadeiras de tubarões comercializadas no município da Raposa – MA. As nadadeiras dos elasmobrânquios foram obtidas por meio da compra de feirantes e pescadores. Estas nadadeiras foram secas em exposição ao sol, e amostras foram armazenadas em tubos de polipropileno estéreis e liofilizadas e encaminhadas para a análise de metais contaminantes no Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde no Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz-RJ. cromo (Cr), zinco (Zn), chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e arsênio (As) nas nadadeiras peitorais e dorsais apresentaram médias de: 4,56 mg.kg⁻¹ e 8,96 mg.kg⁻¹; 34,90 mg.kg⁻¹ e 39,73 mg.kg⁻¹; 0,16 mg.kg⁻¹ e 0,138 mg.kg⁻¹; 0,5 mg.kg⁻¹ e 0,61 mg.kg⁻¹; 1,29 mg.kg⁻¹ e 2,24 mg.kg⁻¹, respectivamente. Valores acima do permitido pelos órgãos de segurança alimentar, ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e CODEX ALIMENTARIUS. Alguns metais contaminantes não possuem restrições pelos órgãos responsáveis, mas apresentam propriedades tóxicas. Contudo, a bioacumulação de metais tóxicos nas nadadeiras peitorais e dorsais dos tubarões comercializadas no polo pesqueiro da Raposa-MA evidenciou a necessidade de preocupação quanto à saúde humana diante dos resultados superiores aos limites máximos diários aceitáveis.

Palavras-chave: Metais tóxicos; Intoxicação; Elasmobrânquios; Barbatanas; Segurança alimentar.

SUMMARY

In recent years, there has been growing concern about the increased prevalence of pollutants in the marine environment. Much pollutants bioaccumulate and biomagnify, therefore, cutting-edge predators are generally exposed to high concentrations. The present research aimed to determine the contents of contaminant metals in shark fins marketed in the municipality of Raposa - MA. The fins of the elasmobrânquios were obtained through the purchase of fairgoers and fishermen. The fins were dried in sun exposure, stored in sterile polypropylene tubes and lyophilized. They were sent for the analysis of contaminant metals at the Laboratory of Health Evaluation and Promotion at the Oswaldo Cruz Institute, Fiocruz-RJ. Chromium (Cr), Zinc (Zn), Lead (Pb), Mercury (Hg) and Arsenic (As) in pectoral fins and dorsal fins averaged: 4.56 mg. kg⁻¹ and 8.96 mg. kg⁻¹; 34.90 mg. kg⁻¹ and 39.73 mg. kg⁻¹; 0.16 mg. kg⁻¹ and 0.138 mg. kg⁻¹; 0.5 mg. kg⁻¹ and 0.61 mg. kg⁻¹; 1.29 mg. kg⁻¹ and 2.24 mg. kg⁻¹, respectively. Values above what is allowed by food safety agencies: ANVISA (National Health Surveillance Agency) and CODEX ALIMENTARIUS. Although some contaminant metals do not have restrictions on the responsible organs but have toxic properties. However, the bioaccumulation of heavy

metals in pectoral and dorsal fins of sharks commercialized in the Raposa-MA fishing pole showed health concern in the face of results above acceptable daily maximum limits with potential risks to human health.

Keywords: Toxic metals; Intoxication; Elasmobranchs; Fins; Food security.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, há uma crescente preocupação com o aumento da prevalência de poluentes no ambiente marinho, seu efeito sobre os organismos marinhos e os efeitos subsequentes sobre os seres humanos (CORSOLINI et al., 2014; JEPSON et al., 2016). Poluentes orgânicos persistentes, metais, petróleo bruto e microplásticos, representam os poluentes marinhos mais comuns globalmente (TAYLOR et al., 2014).

Muitos poluentes se bioacumulam e biomagnificam, portanto, os predadores de ponta são geralmente expostos a concentrações desproporcionalmente altas de poluentes em comparação com os níveis ambientais (BARONE et al., 2018; DESFORGES et al., 2018), e demonstraram causar efeitos adversos à saúde (LETCHER et al., 2010).

Menos atenção tem sido dada aos poluentes em elasmobrânquios em comparação com outros grupos de vertebrados, tornando especialmente preocupante à luz da alta posição trófica dos elasmobrânquios e seu contínuo declínio populacional (DULVY et al., 2014).

Os elasmobrânquios pertencem à classe Chondrichthyes, peixes cartilaginosos que compõem uma das linhagens de vertebrados mais antigas e ecologicamente diversificadas, ocupam os níveis superiores das cadeias alimentares aquáticas e estão presentes em todos os oceanos, muitos desempenham um papel crucial no controle de cima para baixo da estrutura e função do ecossistema costeiro e oceânico (EBERT et al., 2013; DULVY et al., 2014).

Estima-se que 30% de todas as espécies de Chondrichthyes estão atualmente ameaçadas de extinção, onde 21% das raias e 17% dos tubarões são classificados como ameaçados, contudo, na realidade, é provável que esse número seja maior devido à grande proporção de espécies listadas como 'deficientes em dados' e que não foram avaliadas (DULVY et al., 2008, 2014; GRAY e KENNELLY, 2018; IUCN, 2020).

Os tubarões acumulam altos níveis de contaminantes biodisponíveis através da cadeia alimentar e o ecossistema aquático está entre os mais afetados por poluentes como metais, metalóides e contaminantes, alterando o estado ecológico aquático (JOHNSON-RESTREPO et al., 2005; GELSLEICHTER e WALKER, 2010; BARCIA et al., 2020;

TIKTAK et al., 2020). Características associadas à alta longevidade, baixa taxa metabólica, alta posição trófica e grandes fígados ricos em lipídios tornam os elasmobrânquios particularmente suscetíveis à absorção e acúmulo de contaminantes nos tecidos ao longo de sua vida (JOHNSON-RESTREPO et al., 2005; MULL et al., 2012).

As concentrações de metais em tubarões variam dentro e entre espécies e as diferenças são provavelmente devido a variações no tipo de presa (MCMEANS et al., 2007; LEE et al., 2015). As concentrações de metais também variam entre os tipos de tecido (PETHYBRIDGE et al., 2010) e, tipicamente, as maiores concentrações de metais traços são preferencialmente acumulados em tecidos ricos em proteínas (CORSOLINI et al., 2014).

Os tubarões são importantes para as comunidades costeiras, não só pelo comércio direto, eles também são uma das principais fontes de proteína sendo consumidos principalmente em comunidades mais pobres (ROSA et al., 2018). Desse modo, o presente estudo tem como propósito determinar os teores de metais contaminantes nas nadadeiras de tubarões comercializadas no município da Raposa – MA.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no município da Raposa – MA, uma área natural onde possui um importante local de desembarque, com localização na Mesorregião da Aglomeração Urbana de São Luís–MA, demarcada pelas coordenadas geográficas lat. 2°24'S e 2°28'S long. 44°01'W e 44°06'W. O estado do Maranhão apresenta o segundo maior litoral do Brasil e um extenso litoral pesqueiro (FEITOSA et al., 2018) com 640 km de linha de costa onde grande parte da pesca é artesanal, atividade econômica e culturalmente importante e com alta produção de pescado (ALMEIDA et al., 2008).

As nadadeiras dos elasmobrânquios foram obtidas por meio da compra de feirantes e pescadores. As nadadeiras foram secas em exposição ao sol, posteriormente, coletou-se 100 mg de tecido muscular contidas nas nadadeiras dorsais e peitorais, com n = 54 e 59, respectivamente, armazenados em tubos de polipropileno estéreis com capacidade de 15 mL e liofilizados. Desse modo foram encaminhadas para a análise de metais contaminantes no Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde no Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz-RJ. As determinações elementares foram realizadas seguindo o método EPA 6020B (EPA 2014) em um espectrômetro de massa por plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) após decomposição ácida, adicionando 1,0 mL de ácido nítrico bidestilado (HNO₃, 67% v/v, Hexis, São Paulo) e aquecendo as misturas a 100°C durante 4h. Este método não requer

geração de hidreto, pois o aquecimento é realizado em recipientes fechados sem perda de elementos voláteis, ao contrário dos métodos de recipientes abertos (USP, 2013).

Após o resfriamento, as amostras foram avolumadas a 10 mL com água ultrapura e diluições adequadas preparadas. A exatidão da metodologia foi verificada pela análise de materiais de referência certificados de peixes (HAUSER-DAVIS et al., 2016). Os limites de quantificação para os elementos foram calculados de acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme demonstra as médias dos metais tóxicos encontrados nas nadadeiras peitorais e dorsais (Tabela 6), onde alguns apresentaram valores acima do permitido pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e pelo CODEX ALIMENTARIUS.

O cromo (Cr) apresentou média de 4,56 mg.kg⁻¹ nas nadadeiras peitorais e duplicou nas nadadeiras dorsais com 8,96 mg.kg⁻¹, onde a ANVISA permite apenas 0,1 mg.kg⁻¹ no músculo do pescado a ser consumido. Segundo Zhang et al. (2014), o cromo é um oligoelemento essencial no metabolismo da glicose, insulina e lipídios no sangue, e para a Comissão do Codex Alimentarius da Austrália, Nova Zelândia, Japão, Estados Unidos e Taiwan não tem limite estabelecido para o cromo em alimentos aquáticos.

TABELA 6. Média dos metais contaminantes encontrado no tecido muscular das nadadeiras dorsais e peitorais de tubarões comercializados no município da Raposa-MA, e limites máximos permitidos para o consumo pela ANVISA (Parâmetro Nacional) e CODEX ALIMENTARIUS (Parâmetro Internacional), em mg.kg⁻¹.

Metais contaminantes (mg.kg ⁻¹)	ANVISA	CODEX	N. P. (n = 59) (média ± dp)	N. D. (n = 54) (média ± dp)	R (%) DORM-2
Alumínio	-	-	5,08 ± 8,75	4,18 ± 5,65	-
Titânio	-	-	90,41 ± 130,43	99,06 ± 123,51	-
Vanádio	-	-	0,21 ± 0,15	0,27 ± 0,20	-
Cromo	0,1	-	4,56 ± 5,85	8,96 ± 8,86	77,18
Manganês	-	-	18,18 ± 21,44	23,23 ± 32,31	-
Ferro	-	-	204,53 ± 74,44	194,62 ± 64,95	-
Cobalto	-	0,2	0,12 ± 0,06	0,12 ± 0,07	-
Níquel	-	-	6,36 ± 5,90	6,80 ± 4,97	-

Cobre	30,0	30,0	0,78 ± 0,37	0,84 ± 0,43	75,64
Zinco	50,0	30,0	34,90 ± 11,10	39,73 ± 16,02	98,76
Arsênio	1,0	0,5	1,29 ± 2,55	2,24 ± 4,59	100,19
Selênio	-	-	1,92 ± 1,72	2,86 ± 2,44	93,21
Prata	-	-	0,003 ± 0,001	0,002 ± 0,0004	76,83
Cádmio	0,5	0,5	0,014 ± 0,02	0,013 ± 0,016	96,9
Mercúrio	1,0	0,1	0,5 ± 0,74	0,61 ± 0,71	111,26
Chumbo	0,1	0,3	0,16 ± 0,18	0,138 ± 0,132	75,38

Nota: N.P. = Nadadeiras peitorais; N.D. = Nadadeiras dorsais. R = Recuperação. * = Metais Tóxicos

O zinco (Zn) apresentou média de 34,90 mg.kg⁻¹ nas nadadeiras peitorais e nas nadadeiras dorsais com 39,73 mg.kg⁻¹, acima do permitido pelo CODEX ALIMENTARIUS que é 30,0 mg.kg⁻¹. O cobre, manganês e o zinco são essenciais, mas apresentam efeitos tóxicos quando os organismos são expostos a níveis superiores, o zinco reduz a capacidade hepática em altas concentrações, podendo ser transportado pela corrente sanguínea para outros órgãos (MURUGAN et al., 2008). De acordo com Ong e Gan (2017), o nível de zinco tende a ser muito mais concentrado no músculo e nas nadadeiras dos elasmobrânquios.

O níquel (Ni) apresentou média de 6,36 mg.kg⁻¹ nas nadadeiras peitorais e nas nadadeiras dorsais com 6,80 mg.kg⁻¹, e o cádmio (Cd) 0,014 mg.kg⁻¹ nas nadadeiras peitorais e nas nadadeiras dorsais com 0,013 mg.kg⁻¹. Apesar de não possuírem restrições nos órgãos responsáveis sobre a segurança alimentar, tais metais não desempenham nenhum papel essencial nas atividades metabólicas, mas apresentam propriedades tóxicas (HAUSER-DAVIS et al., 2016). O níquel é carcinogênico e mutagênico, e nos peixes apresentam efeitos subletais quando estes são expostos a altos níveis (NUSSEY et al., 2000). O cádmio causa lesão celular e alterações nas atividades de diversas enzimas nos peixes e apresenta alto potencial de bioconcentração e acúmulo nestes organismos (YILMAZ, 2009), podendo se acumular no corpo humano e causar disfunção renal, danos esqueléticos e deficiências reprodutivas (ULUOZLU et al., 2007) e também podem ter efeitos toxicológicos nos rins, ossos e sistema nervoso (TIKTAK et al., 2020).

O chumbo (Pb) apresentou média de 0,16 mg.kg⁻¹ nas nadadeiras peitorais e nas nadadeiras dorsais com 0,138 mg.kg⁻¹, e o mercúrio (Hg) com médias 0,5 mg.kg⁻¹ nas

nadadeiras peitorais e nas nadadeiras dorsais com 0,61 mg.kg⁻¹. A ANVISA permite apenas 0,1 mg.kg⁻¹ de chumbo, e em relação ao mercúrio, o CODEX ALIMENTARIUS permite até 0,1 mg.kg⁻¹ no músculo do pescado a ser consumido. A intoxicação por chumbo pode causar redução do desenvolvimento cognitivo e desempenho intelectual em crianças e aumento da pressão arterial e doenças cardiovasculares em adultos (CANFIELD et al., 2003; HSU e GUO, 2002; TIKTAK et al., 2020). O mercúrio causa danos ao cérebro e ao sistema nervoso central (OMS, 2019).

O arsênio (As) apresentou média de 1,29 mg.kg⁻¹ nas nadadeiras peitorais e praticamente duplicou nas nadadeiras dorsais com 2,24 mg.kg⁻¹, muito acima do permitido para ANVISA e CODEX ALIMENTARIUS, de 1,0 mg.kg⁻¹ e 0,5 mg.kg⁻¹, respectivamente. O consumo de baixos níveis de arsênico pode aumentar o risco de câncer, o que vale ainda considerar o risco potencial de câncer a longo prazo, uma vez que a ingestão de frutos do mar pode levar à geração de metabólitos envolvidos na carcinogênese induzida por arsênico (LIU et al., 2011; GU et al., 2015; OMS, 2018; TIKTAK et al., 2020).

Segundo Ong e Gan (2017), a concentração de Cu, Zn, Cd e Pb é mais acumulada nas nadadeiras do que no músculo. As nadadeiras de tubarão secas são frutos do mar de alto valor no mercado asiático e são usadas para preparar o prato delicado, a sopa de nadadeira de tubarão (DENT e CLARKE, 2015; SHEA e TO, 2017).

O mercado de nadadeiras de Hong Kong é considerado um dos maiores e mais consistentes importadores de nadadeiras de tubarão do mundo (FIELDS et al., 2018; CARDEÑOSA et al., 2018). Essas características de vida, dieta e seu alto nível trófico, permitem colocar os elasmobrânquios à maiores níveis de exposição a poluentes, onde acumulam e, em alguns casos, biomagnificam metais tóxicos, como arsênico e mercúrio (BARCIA et al., 2020; TIKTAK et al., 2020). Esses metais contaminantes apresentam potenciais efeitos tóxicos em humanos quando ingeridos acima de certos limites permitidos (HAUSER-DAVIS et al., 2016).

Considerações Finais

A bioacumulação de metais pesados nas nadadeiras peitorais e dorsais dos tubarões comercializadas no polo pesqueiro da Raposa-MA demonstrou preocupação na saúde diante dos resultados superiores aos limites máximos diários aceitáveis com potenciais riscos à saúde humana.

Os tubarões são vistos como uma carne atrativa e de baixo valor comercial pela comunidade pesqueira, desse modo, por possuir uma procura contínua, que na maioria das

vezes é por falta de conhecimento, não sabem o risco iminente ao consumir diariamente este tipo de pescado.

Os resultados obtidos sugerem que melhorem as políticas públicas do município e/ou do estado, para difundir os conhecimentos afundo já encontrados perante a segurança alimentar dos humanos e a preservação dos tubarões, diminuindo sua pesca predatória.

Referências Bibliográficas

- ALI, M. M., HOSSAIN, D., AL-IMRAN, A., KHAN, M. S., BEGUM, M., OSMAN, M. H.. Environmental Pollution with Heavy Metals: A Public Health Concern. In: NAZAL, M. K., ZHAO, H., editors. Heavy Metals - Their Environmental Impacts and Mitigation [Internet]. London: IntechOpen; 2021. <https://doi.org/10.5772/intechopen.96805>
- ALMEIDA, Z.S., NUNES, J.L.S. & PAZ, A.C. 2008. Elasmobrânquios no Maranhão: biologia, pesca e ocorrência. In Projeto e ações em biologia e química (A.C. Silva & J.M.M. Bringel, eds). São Luís: EDUEMA, v.1, p.35-57.
- ANVISA - National Health Surveillance Agency of Brazil (2013). MERCOSUL - technical regulation of maximum limits of inorganic contaminants in food, RDC n°42, August/2013, DOU N168.
- BARCIA, L. G., ARGIRO, J., BABCOCK, E.A., CAI, Y., SHEA, S.K.H., CHAPMAN, D.D., 2020. Mercury and arsenic in processed fins from nine of the most traded shark species in the Hong Kong and China dried seafood markets: the potential health risks of shark fin soup. *Mar. Pollut. Bull.* 157, 111281
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111281>
- BARONE, G., DAMBROSIO, A., STORELLI, A., GAROFALO, R., BUSCO, V. PIETRO, STORELLI, M. M., 2018. Estimated dietary intake of trace metals from swordfish consumption: a human health problem. *Toxics* 6 (22), 1–11.
<https://doi.org/10.3390/toxics6020022>
- CANFIELD, R.L., HENDERSON, C.R., CORY-SLECHTA, D.A., COX, C., JUSKO, T.A., LANPHEAR, B.P., 2003. Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 lg per deciliter. *N. Engl. J. Med.* 348, 1517–1526.
- CARDEÑOSA, D, FIELDS, AT, BABCOCK, EA, et al. CITES-listed sharks remain among the top species in the contemporary fin trade. *Conservation Letters.* 2018; 11:e12457. <https://doi.org/10.1111/conl.12457>
- CORSOLINI, S., ANCORA, S., BIANCHI, N., MARIOTTI, G., LEONZIO, C., CHRISTIANSEN, J.S., 2014. Organotropism of persistent organic pollutants and heavy metals in the Greenland shark *Somniosus microcephalus* in NE Greenland. *Mar. Pollut. Bull.* 87, 381–387. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.07.021>
- DENT, Felix; CLARKE, Shelley. State of the global market for shark products. FAO Fisheries and Aquaculture technical paper, n. 590, p. I, 2015.

DESFORGES, J.P., HALL, A., MCCONNELL, B., ROSING-ASVID, A., BARBER, J.L., BROWNLOW, A., DE GUISE, S., EULAERS, I., JEPSON, P.D., LETCHER, R.J., LEVIN, M., ROSS, P.S., SAMARRA, F., VÍKINGSON, G., SONNE, C., DIETZ, R., 2018. Predicting global killer whale population collapse from PCB pollution. *Science* 361 (6409), 1373–1376. <https://doi.org/10.1126/science.aat195>

DULVY, N.K., BAUM, J.K., CLARKE, S., COMPAGNO, L.J.V., CORTÉS, E., DOMINGO, A., FORDHAM, S., FOWLER, S., FRANCIS, M.P., GIBSON, C., MARTÍNEZ, J., MUSICK, J.A., SOLDI, A., STEVENS, J.D., VALENTI, S. 2008. You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 18, 459–582. <https://doi.org/10.1002/aqc.975>

DULVY, N.K., FOWLER, S.L., MUSICK, J.A., CAVANAGH, R.D., KYNE, P.M., HARRISON, L.R., CARLSON, J.K., DAVIDSON, L.N., FORDHAM, S.V., FRANCIS, M.P., POLLOCK, C.M., SIMPFENDORFER, C.A., BURGESS, G.H., CARPENTER, K.E., COMPAGNO, L.J., EBERT, D.A., GIBSON, C., HEUPEL, M.R., LIVINGSTONE, S.R., SANCIANGCO, J.C., STEVENS, J.D., VALENTI, S., WHITE, W.T., 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *elife* 3, 1–34. <https://doi.org/10.7554/elife.00590>

EBERT, D.A., FOWLER, S.L., CAMPANGO, L.J., 2013. *Sharks of the World: A Fully Illustrated Guide*. Wild Nature Press.

FEITOSA LM, MARTINS APB, GIARRIZZO T, MACEDO W, MONTEIRO IL, GEMAQUE R, NUNES JLS, GOMES F, SCHNEIDER H, SAMPAIO I, SOUZA R, SALES JB, RODRIGUES-FILHO LF, TCHAICKA L, CARVALHO-COSTA LF. 2018. DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot. *Scientific Reports*, 8(1):3347. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21683-5>

FIELDS, A.T., FISCHER, G.A., SHEA, S.K.H., ZHANG, H., ABERCROMBIE, D.L., FELDHEIM, K.A., BABCOCK, E.A. AND CHAPMAN, D.D. (2018), Species composition of the international shark fin trade assessed through a retail-market survey in Hong Kong. *Conservation Biology*, 32: 376-389. <https://doi.org/10.1111/cobi.13043>

GRAY, C. A., KENNELLY, S. J., 2018. Bycatches of endangered, threatened and protected species in marine fisheries. *Rev. Fish Biol. Fish.* 28 (3), 521–541 Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s11160-018-9520-7>

GELSLEICHTER, J.; WALKER, C.J., 2010. Pollutant exposure and effects in sharks and their relatives. In: Carrier, J.C., Musick, J.A., Heithaus, M.R. (Eds.), *Sharks and Their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology and Conservation*. CRC Press, Boca Raton, pp. 491–537.

GU, Y.; QIN LIN, XUE-HUI WANG, FEI-YAN DU, ZI-LING YU, HONG-HUI HUANG. Heavy metal concentrations in wild fishes captured from the South China Sea

and associated health risks, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 96, Issues 1–2, 2015, Pages 508-512, ISSN 0025-326X. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.022>

HAUSER-DAVIS, R.A., BORDON, I.C.A.C., OLIVEIRA, T.F. & ZIOLLI, R.L. 2016. Metal bioaccumulation in edible target tissues of mullet (*Mugil liza*) from a tropical bay in Southeastern Brazil. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 3638–43.

HSU, P.C., GUO, Y.L., 2002. Antioxidant nutrients and lead toxicity. *Toxicology* 180, 33–44. [https://doi.org/10.1016/S0300-483X\(02\)00380-3](https://doi.org/10.1016/S0300-483X(02)00380-3)

INMETRO. 2016. Orientação sobre validação de métodos analíticos: documento de caráter orientativo. DOQ-CGCRE-008.

IUCN, 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. 2019. [Online]. <https://www.iucnredlist.org>

JOHNSON-RESTREPO, B., KANNAN, K., ADDINK, R., ADAMS, D.H., 2005. Polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated biphenyls in a marine foodweb of coastal Florida. *Environ. Sci. Technol.* 39, 8243–8250. <https://doi.org/10.1021/es051551y>

JEPSON, P.D., DEAVILLE, R., BARBER, J.L., AGUILAR, À., BORRELL, A., MURPHY, S., BARRY, J., BROWNLOW, A., BARNETT, J., BERROW, S., CUNNINGHAM, A.A., DAVISON, N.J., TEN DOESCHATE, M., ESTEBAN, R., FERREIRA, M., FOOTE, A.D., GENOV, T., GIMÉNEZ, J., LOVERIDGE, J., LLAVONA, Á., MARTIN, V., MAXWELL, D.L., PAPACHLIMITZOU, A., PENROSE, R., PERKINS, M.W., SMITH, B., DE STEPHANIS, R., TREGENZA, N., VERBORGH, P., FERNANDEZ, A., LAW, R.J., 2016. PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters. *Sci. Rep.* 6 (January), 1–17

LEE, H.K., JEONG, Y., LEE, S., JEONG, W., CHOY, E.J., KANG, C.K., et al., 2015. Persistent organochlorines in 13 shark species from offshore and coastal waters of Korea: species-specific accumulation and contributing factors. *Ecotox. Environ. Safe.* 115, 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.02.021>

LETCHER, R. J., BUSTNES, J. O., DIETZ, R., JENSSEN, B. M., JØRGENSEN, E. H., SONNE, C., VERREAULT, J., VIJAYAN, M. M. AND GABRIELSEN, G. W. (2010) ‘Exposure and effects assessment of persistent organohalogen contaminants in arctic wildlife and fish.’ *Sci. Total Environ.* Elsevier B.V., 408 (15) pp. 2995–3043.

LIU, G., CAI, Y., O’DRISCOLL, N. (Eds.), 2011. *Environmental Chemistry and Toxicology of Mercury*. John Wiley & Sons.

MCMEANS, B.C., BORGA, K., BECHTOL, W.R., HIGGINBOTHAM, D., FISK, A.T., 2007. Essential and non-essential element concentrations in two sleeper shark species collected in arctic waters. *Environ. Pollut.* 148, 281–290. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.10.039>

- MULL, C.G., BLASIUS, M.E., O'SULLIVAN, J.B., LOW, C.G., 2012. Heavy metals, trace elements, and organochlorine contaminants in muscle and liver tissue of juvenile White Sharks, *Carcharodon carcharias*, from the Southern California Bight. In: Domeier, M.L. (Ed.), *Global Perspectives on the Biology and Life History of the White Shark*. Marine Conservation Science Institute, Fallbrook, CA, pp. 59–75.
- MURUGAN, S.S.; KARUPPASAMY, R.; POONGODI, K.; PUVANESWARI, S. Bioaccumulation pattern of zinc in freshwater fish *Channa punctatus* (Bloch.) after chronic exposure, 8 (2008) 55–59.
- NUSSEY, G.; J.H.J. VAN VUREN, H.H. DU PREEZ, Bioaccumulation of chromium, manganese, nickel and lead in the tissues of the moggel, *Labeo umbratus* (Cyprinidae), from Witbank Dam, Mpumalanga, 26 (2000) 269–284.
- ONG, M. C.; SHI LING GAN. Assessment of metallic trace elements in the muscles and fins of four landed elasmobranchs from Kuala Terengganu Waters, Malaysia, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 124, Issue 2, 2017, Pages 1001-1005, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.019>
- PETHYBRIDGE, H., COSSA, D., BUTLER, E.C.V., 2010. Mercury in 16 demersal sharks from southeast Australia: biotic and abiotic sources of variation and consumer health implications. *Mar. Environ. Res.* 69, 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2009.07.006>
- ROSA, R. F., ANDRADE, C. E. R., & PEREIRA, L. G. (2018). Perfil dos envolvidos na captura e comercialização de tubarões em um polo pesqueiro do litoral amazônico. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 5(3), 37-47. <https://doi.org/10.2312/Actafish.2017.5.3.37-47>
- SHEA, K. H.; TO, A. W. L. From boat to bowl: Patterns and dynamics of shark fin trade in Hong Kong — implications for monitoring and management. *Marine Policy*, Volume 81, 2017, Pages 330-339, ISSN 0308-597X, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.04.016>
- TAYLOR, D. L., KUTIL, N. J., MALEK, A. J. & COLLIE, J. S. (2014). Mercury bioaccumulation in cartilaginous fishes from Southern New England coastal waters: Contamination from a trophic ecology and human health perspective. *Marine Environmental Research*, 99, 20-33. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.05.009>
- TIKTAK, G. P.; DEMI BUTCHER, PETER J. LAWRENCE, JOHN NORREY, LEE BRADLEY, KIRSTY SHAW, RICHARD PREZIOSI, DAVID MEGSON, Are concentrations of pollutants in sharks, rays and skates (Elasmobranchii) a cause for concern? A systematic review, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 160, 2020, 111701, ISSN 0025-326X. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111701>
- TORRES, P.; DA CUNHA, R. T.; RODRIGUES, A. S. Mid-Atlantic elasmobranchs: Suitable metal scouts? *Marine Pollution Bulletin*, Volume 117, Issues 1–2, 2017, Pages 203-213, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.058>

ULUOZLU, O.D., TUZEN, M., MENDIL, D., SOYLAK, M., 2007. Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean Seas, Turkey. *Food Chem.* 104, 835–840. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.003>

US EPA. 2014. Method 6020B (SW-846): Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. Revision 2. Washington, DC.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2018, February 15). Arsenic. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>

WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2019, June 12). Mercury. https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/mercury/en/

YILMAZ, F. The Comparison of Heavy Metal Concentrations (Cd, Cu, Mn, Pb, and Zn) in Tissues of Three Economically Important Fish (*Anguilla anguilla*, *Mugil cephalus* and *Oreochromis niloticus*) Inhabiting Köycegiz Lake-Mugla (Turkey), 4 (2009) 7–15.

ZHANG, H.; Z. WANG, X. YANG, H. ZHAO, Y. ZHANG, A. DONG, J. J. JING WANG. Determination of free amino acids and 18 elements in freeze-dried strawberry and blueberry fruit using an Amino Acid Analyzer and ICP-MS with micro-wave digestion, *Food Chemistry*, Volume 147, 2014, Pages 189-194, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.118>

APÊNDICE 1 - DADOS DO ENTREVISTADO

Nome: _____

Onde nasceu? Município _____ Estado _____

Vive na localidade desde quando? _____

Idade _____

Estado Civil: Casado () Solteiro ()

Grau de instrução: Analfabeto () 1º Grau Incompleto ()

1º Grau completo () 2º Grau Incompleto () 2º Grau completo ()

Grau Superior ()

Tem carteira de pescador? _____ IBAMA () Ministério da Agricultura ()

Outro ()

Qual seu trabalho principal? Mestre () Pescador ()

Você trabalha em outra atividade?

Pesca () Pesca e extrativismo () Pesca e construção civil () Pesca e vigia () Pesca e artesanato () Pesca e aposentadoria ()

Quanto tempo de trabalho na pesca

10-20 () 21-30 () 31-40 () > 40 ()

Você recebe alguma ajuda de sua comunidade ou do governo? _____

Que tipo de ajuda? Cesta Básica () Bolsa escola () Subsídios para pesca ()

Quem ajuda? Prefeitura () governo estadual () governo federal ()

ONG's () Igreja () entidades filantrópicas ()

Qual o nome da embarcação que você pesca? _____

Esta embarcação possui equipamentos de auxílio navegação/pesca? _____

GPS () Ecossonda () Rádio () Bússula () Outros () _____

Espécies de tubarões mais capturados e épocas do ano em que são encontradas

Espécies de raias mais capturadas e épocas do ano em que são encontradas

Onde ocorre a captura?

Qual aparelho de pesca é utilizado para a captura de tubarões?

Qual o tamanho máximo que seu barco suporta?

Em média, quantos tubarões desembarcam por dia?

Quais partes do animal são aproveitadas para comercialização?

Qual a parte do animal mais aproveitada para a venda?

Nadadeiras () Barbatanas (), Carne fresca () Carne Congelada () Tubarão Inteiro

A maioria dos tubarões são vendidos no comércio local ou são exportados?

Quem compra?

Comunidade () Restaurantes () Atravessadores ()

Como ocorre a comercialização barbatanas e nadadeiras?

Qual a espécie de tubarão é mais capturada para remoção das barbatanas?

Qual o valor das barbatanas atual?

Para onde elas são mais vendidas?

Qual a situação da pesca atualmente?

Produção cada vez menor ()

Necessário ir pescar cada vez mais distante da costa. ()

Devido às mudanças climáticas, tem diminuído a produção de peixe, quanto menos chuva, menos peixe. ()

Peixes cada vez menores próximos à costa. ()

Como era a pesca há 10 anos?

Maior diversidade de espécies. ()

Menos tempo no mar pescando. ()

Peixes maiores eram capturados. ()

Nas pescarias atuais se vê mais ou menos raias e cações

Menos cações, pois pescamos os pequenos, aí eles não crescem para "produzir". ()

Algumas espécies sumiram como a viola e o espadarte. ()

Das raias, algumas como a jamanta e a narim vêm diminuindo. ()

Quais espécies são menos vistas nos últimos 10 anos?
