



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

**LUANA HOLANDA VANDERLEI**

**RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS DE CARCAÇAS DE TUBARÕES-LIXA**  
**(*Ginglymostoma cirratum*) E TUBARÕES-TIGRE (*Galeocerdo cuvier*) DO**  
**NORDESTE DO BRASIL**

**FORTALEZA**  
**2025**

LUANA HOLANDA VANDERLEI

RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS DE CARCAÇAS DE TUBARÕES-LIXA  
(*Ginglymostoma cirratum*) E TUBARÕES-TIGRE (*Galeocerdo cuvier*) DO  
NORDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar - Labomar, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestra em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: prospecção, manejo e conservação de recursos costeiros oceânicos.

Orientador: Dr. Vicente Vieira Faria.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

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

---

H669r Holanda Vanderlei, Luana.  
RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE CARCAÇAS DE TUBARÕES-LIXA (*Ginglymostoma cirratum*) E TUBARÕES-TIGRE (*Galeocerdo cuvier*) DO NORDESTE DO BRASIL / Luana Holanda Vanderlei. – 2025.  
51 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2025.  
Orientação: Prof. Dr. Vicente Vieira Faria.

1. Conservação. 2. Elasmobrânquios. 3. Monitoramento pesqueiro. I. Título.

CDD 551.46

---

LUANA HOLANDA VANDERLEI

RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS DE CARCAÇAS DE TUBARÕES-LIXA  
(*Ginglymostoma cirratum*) E TUBARÕES-TIGRE (*Galeocerdo cuvier*) DO  
NORDESTE DO BRASIL

Documento de dissertação submetido à Coordenação do Curso de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestra em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: prospecção, manejo e conservação de recursos costeiros oceânicos.

Aprovada em 19/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Vicente Vieira Faria (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. José Augusto Negreiros Aragão  
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)

Dr. Jorge Iván Sánchez Botero  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Luana do passado que sempre sonhou  
em fazer mestrado e pesquisa no Instituto  
de Ciências do Mar – Labomar da  
Universidade Estadual do Ceará – UFC e  
à Luana do futuro, que este seja só um  
pequeno passo da sua grande jornada!

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Primeiramente à Deus por toda força, zelo, paciência e resiliência que me concedeu durante esta jornada.

À minha família por todo o suporte dado nessa trajetória.

A todos os amigos que sempre deixavam meus dias mais leves, a todos os conselhos dados, ajuda na caminhada, risadas compartilhadas e histórias vividas: Mari Lima, Pedro Arruda, Iracilda Lima, Tamia Cabasgango, Laís Regis, Bárbara Oliveira, Rayanne Rolim, Joyce Frota, João Pedro Castelo-Branco, Bárbara Pinheiro, Deryk Souza, Rafael Araújo, Yara Silva, Ailson de Farias, Viviane Cândido, Brendon Silva, Gabrielly Sousa, Amanda Souza, Yasmin Moura, Thaís Frota, Salomão Cabral, Gabriel Sant’Ana, Francisco e Mariany Oliveira.

Ao meu orientador, Dr. Vicente Vieira Faria, por todo acolhimento, compreensão e ensinamentos durante o mestrado.

Ao Bruno Jucá-Queiroz, profundo conhecedor da fauna de peixes marinhos do Ceará, pela oportunidade de analisar os dados de carcaça de tubarões por ele coletados.

Ao Dr. Ronaldo César Gurgel Lourenço por toda ajuda e parceria na análise dos dados utilizando-se o *software* R.

Agradeço a todos os membros do Laboratório de Evolução e Conservação de Vertebrados Marinhos – Evolve, que sempre estavam dispostos a ajudar.

Agradeço a todos os colegas da pós-graduação que tornaram meu aprendizado mais completo.

Agradeço aos professores membros da banca que aceitaram me auxiliar nesta jornada: Dr. José Augusto Negreiros Aragão, Dr. Jorge Iván Sánchez Botero e Dra. Mayra Bezerra Vettorazzi.

Agradeço a todos os servidores e funcionários terceirizados da UFC que tornaram esse sonho possível.

“Afina, aquilo que amamos sempre será  
parte de nós.”

(Sirius Black – J. K. Rowling)

## RESUMO

Tubarões e raias são essenciais aos oceanos em função de seu papel ecológico. De um modo geral, estes organismos têm uma baixa fecundidade e maturação sexual tardia. Isto os torna particularmente suscetíveis à sobrepesca, o que por sua vez faz necessário monitorar a captura destes organismos. O desembarque da pesca de tubarões de grande porte pode se dar na forma de carcaça (sem cabeça, vísceras e nadadeiras). Neste contexto, uma relação peso–comprimento (RPC) pode ser útil para determinar o peso de carcaça quando há apenas dados de comprimento disponíveis. Relações entre comprimentos tomados em carcaça, incluindo o comprimento interdorsal (ID), também podem ser úteis para o monitoramento e fiscalização pesqueiros, sendo estas relações de natureza comprimento–comprimento (RCC). O objetivo do presente estudo foi determinar a RPC de carcaças e RCCs para os tubarões *Ginglymostoma cirratum* (tubarão–lixa) e *Galeocerdo cuvier* (tubarão–tigre) capturados ao largo da costa do Nordeste do Brasil. As capturas foram realizadas por pescarias comerciais utilizando espinhel na plataforma continental, do leste do Maranhão ao norte da Bahia, de novembro de 2004 a fevereiro de 2007. Carcaças de exemplares de *G. cirratum* (n = 83) e de *G. cuvier* (n = 26) foram analisadas após o desembarque. No cálculo da RPC de carcaças, para os tubarões–lixa, foi obtida a equação:  $P = 5,461 \cdot 10^{-5} \cdot CC^{2,72}$  ( $R^2 = 0,947$ ), representando um aumento de crescimento com alongamento do corpo, um crescimento alométrico negativo; e para os tubarões–tigre a equação foi:  $P = 4,16 \cdot 10^{-5} \cdot CC^{2,78}$  ( $R^2 = 0,983$ ), apresentando um crescimento isométrico, ou seja, sua forma corporal e condição não muda com seu crescimento. Já para o cálculo da RCC, gerou-se a equação para exemplares de *G. cirratum*: BP =  $-1.60 + 0.94 \cdot ID$  (N = 10) e AP =  $-1.89 + 1.02 \cdot ID$  (N = 11); e para indivíduos de *G. cuvier*: BP =  $-0.70 + 0.98 \cdot ID$  (N = 20) e AP =  $-0.82 + 1.02 \cdot ID$  (N = 21). A análise dos dados sugere que a maioria dos tubarões capturados eram juvenis ou subadultos, indicando que a pressão pesqueira pode estar reduzindo as chances de reprodução dessas espécies na região. O tubarão–lixa, classificado como vulnerável pela IUCN, apresenta baixa taxa de crescimento e reprodução, tornando-se particularmente sensível à pesca. Já o tubarão–tigre, apesar de sua alta fecundidade, sofre impacto significativo devido à captura excessiva. As equações



obtidas no presente estudo são potencialmente úteis para estimar o peso de carcaças, que é um dado pesqueiro essencial, além de permitir a estimativa de medidas morfométricas complementares, contribuindo para a caracterização de carcaças destas espécies desembarcadas. Isto pode ser útil para programas de monitoramento e regulação da pesca. A presente pesquisa aborda o 'Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14', um dos 17 ODS estabelecidos pelas Nações Unidas em 2015, e que trata da conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** conservação; elasmobrânquios; monitoramento pesqueiro.

## ABSTRACT

Sharks and rays are essential to the oceans due to their ecological role. In general, these organisms have low fecundity and late sexual maturation. This makes them particularly susceptible to overfishing, which in turn makes it necessary to monitor the capture of these organisms. The landing of large sharks can be in the form of carcasses (without head, viscera, and fins). In this context, a length-weight relationship (LWR) can be useful for determining carcass weight when only length data are available. Relationships between lengths taken from shark carcass, including the interdorsal length (ID), can also be useful for monitoring and fisheries enforcement, as these relationships are length-length relationships (LLR). The goal of the present study was to determine the LWR of carcasses and LLRs for the sharks *Ginglymostoma cirratum* (Nurse shark) and *Galeocerdo cuvier* (Tiger shark) captured off the coast of Northeastern Brazil. The captures were made by commercial fisheries using longlines on the continental shelf, from eastern Maranhão to northern Bahia, from November 2004 to February 2007. Carcasses of *G. cirratum* (n = 83) and *G. cuvier* (n = 26) specimens were analyzed after landing. For the LWR of carcasses, for nurse sharks, the equation obtained was:  $W = 5,461 \cdot 10^{-5} \cdot CL^{2.72}$  ( $R^2 = 0,947$ ), representing an increase in growth with body elongation, a negative allometric growth; and for tiger sharks the equation was:  $W = 4.16 \cdot 10^{-5} \cdot CL^{2.78}$  ( $R^2 = 0,983$ ), showing isometric growth, i.e., their body shape and condition do not change as they grow. To calculate the LLR, the equation for specimens of *G. cirratum* was generated: BP =  $-1.60 + 0.94 \cdot ID$  (N = 10) and AP =  $-1.89 + 1.02 \cdot ID$  (N = 11); and for individuals of *G. cuvier*: BP =  $-0.70 + 0.98 \cdot ID$  (N = 20) and AP =  $-0.82 + 1.02 \cdot ID$  (N = 21). The data analysis suggests that most of the sharks captured were juveniles or subadults, indicating that fishing pressure may be reducing the chances of reproduction for these species in the region. The nurse shark, classified as Vulnerable by the IUCN, has a low growth and reproduction rate, making it particularly sensitive to fishing. The tiger shark, despite its high fecundity, suffers significant impact due to excessive capture. The equations obtained in this study are potentially useful for estimating carcass weight, which is essential fishery data, as well as enabling the estimation of complementary morphometric measurements, contributing to the characterization of carcasses of these species landed. This could be useful for monitoring and fisheries regulation

programs. This research addresses 'Sustainable Development Goal (SDG) 14,' one of the 17 SDGs established by the United Nations in 2015, which focuses on the conservation and sustainable use of oceans, seas, and marine resources for sustainable development.

**Keywords:** conservation; elasmobranchs; fisheries monitoring.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. OBJETIVO.....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos específicos .....	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	16
4. RESULTADOS .....	22
5. DISCUSSÃO .....	30
6. CONCLUSÕES .....	37
REFERÊNCIAS.....	38
APÊNDICE A – IMAGEM REPRESENTATIVA DE UM TUBARÃO-LIXA ( <i>Ginglymostoma cirratum</i> ) .....	43
APÊNDICE B – IMAGEM REPRESENTATIVA DE UM TUBARÃO-TIGRE ( <i>Galeocerdo cuvier</i> ).....	44
ANEXO A – SURINAME.....	45

## 1. INTRODUÇÃO

Os tubarões desempenham um papel vital na manutenção da biodiversidade marinha como predadores de topo da cadeia alimentar em diferentes ecossistemas (ICMBIO, 2016). Esses animais são capturados, como espécie alvo (principalmente para o consumo de suas barbatanas) ou como fauna acidental (*bycatch*) em pescarias dirigidas a outras espécies de maior valor comercial (Colloca *et al.*, 2020; Dulvy *et al.*, 2021; ICMBIO, 2016).

Contudo, esses animais são suscetíveis à sobrepesca, levando décadas para se recuperarem dos impactos, devido às características de seu ciclo de vida, como taxas de crescimento baixas, maturidade sexual tardia, baixa fecundidade, crescimento lento e número reduzido de descendentes (ICMBIO, 2016). O já conhecido declínio das populações de tubarões mundialmente gerou uma demanda por pesquisas em técnicas de avaliação rápida, de forma a determinar quais são as espécies que estão em risco e para fornecer informações para o gerenciamento de estoques pesqueiros o mais rápido possível (Walker, 2007).

No Brasil, a pesca de elasmobrânquios é realizada por diversas pescarias, sejam elas acidental, acessória ou intencional, sendo executadas por espinheiros (atuneiros), arrasteiros-de-parelha (peixes demersais) e arrasteiros-de-portas (camaroeiros) (Almeida; Nunes; Paz, 2006). Quando a espécie alvo é um elasmobrânquio, é mais comum o uso de espinhel e redes de espera (redes de emalhe) lançados na zona costeira e em alto mar (Almeida; Nunes; Paz, 2006). No Nordeste do Brasil essa pesca é caracterizada pelo uso de redes de emalhar de deriva, com uso registrado no estado do Maranhão (Lessa, 1988) e redes de arrasto de camarão, nos estados de Alagoas, Bahia e Rio Grande do Norte (Oliveira *et al.*, 2021).

Mais especificamente no Ceará é habitual a utilização de linha para a captura de cações (linha mais resistente de nylon 250, com 300m de comprimento, anzol de 0 a 1, estropo de fio de aço 28 e chumbada de 5 kg), linha chumbada (linha secundária de nylon 60 ou 70, um anzol de números 7 ou 8, e chumbada de 50g a 100g, e linha de fundo de nylon 100 a 120, anzol de 4 ou 5, chumbada entre 200 g e 1 kg), linha de ponta ou linha de ponta solta (nylon 150 a 200 e anzol de 3 a 5) (Silva; Verani; Ivo,

2004) e redes de emalhar de deriva, sendo comum que essas pescarias sejam feitas pela frota artesanal com barcos motorizados e jangadas (Santander-Neto; Faria, 2020).

A relação peso–comprimento é muito útil para determinar o peso e a biomassa quando há apenas dados de comprimento disponíveis, indicando a condição em que o animal se encontra, permitindo comparações de crescimento entre as espécies de diferentes regiões e complementando os estudos de reprodução e alimentação específicos da espécie estudada (Froese; Tsikliras; Stergiou, 2011; Koutrakis; Tsikliras, 2003; Petrakis; Stergiou, 1995). Desse modo, essa relação é muito importante para a biologia pesqueira (Froese; Tsikliras; Stergiou, 2011; Koutrakis; Tsikliras, 2003) e, quando calculada de forma adequada, pode ser muito útil para o gerenciamento pesqueiro (Froese; Tsikliras; Stergiou, 2011).

No entanto, as medidas de peso total e comprimento total são muito difíceis de se obter nos portos, pois os elasmobrânquios são frequentemente desembarcados sem cabeça, sem nadadeiras (Tagliafico; Rangel; Rago, 2017) e eviscerados (desembarcados como carcaças). Além disso, outras medidas de comprimento são mais precisas que o comprimento total (Kohler; Casey; Turner, 1996), devido à subjetividade de definição de alguns pontos, principalmente associados à nadadeira caudal de algumas espécies de tubarão (Natanson *et al.*, 2022). Ademais, em alguns portos, espécimes de grandes tamanhos são geralmente cortados em dois ou três pedaços para facilitar o transporte e a venda, justificando a necessidade de usar outras medidas que permitam a elaboração de equações obtidas a partir de relações comprimento–comprimento menos comuns (Tagliafico; Rangel; Rago, 2017).

Dessa forma, é necessário o desenvolvimento de outras equações além da relação peso–comprimento, como relações entre comprimento de carcaça, comprimento pré-caudal e comprimento total, e relação entre peso total e peso das nadadeiras (Pleizier *et al.*, 2015), relação entre comprimento total e comprimento da carcaça (Lessa, 1988), e relação entre comprimento interdorsal e comprimento total (Santander-Neto *et al.*, 2011). Essas relações também podem ser úteis para pesca, para entender sobre a biologia da espécie estudada e para o gerenciamento pesqueiro.

Nesse contexto, o presente estudo traz equações inéditas de relações peso–comprimento de carcaças e duas relações morfométricas também para carcaças de duas relações morfométricas: (a) relação de comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal – comprimento interdorsal e (b) de comprimento da axila da peitoral ao espaço pré-caudal – comprimento interdorsal de carcaças de tubarões–lixa (*Ginglymostoma cirratum*) (Apêndice A) e de tubarões–tigre (*Galeocerdo cuvier*) (Apêndice B) da costa Nordeste do Brasil. Apenas outras relações de comprimento–comprimento (Santander-Neto *et al.*, 2011; Branstetter; Musick; Colvocoresses, 1987; Holmes *et al.*, 2015; Kohler; Casey; Turner, 1996; Meíja; Briones-Mendoza, 2024; Wysiecki; Braccinii, 2017; Tagliafico; Rangel; Rago, 2017) e peso–comprimento total (Castro, 2000; Natanson *et al.*, 2022; Bohnsack; Harper, 1988; Branstetter; Musick; Colvocoresses, 1987; Holmes *et al.*, 2015; Jatmiko; Nugroho, 2020; Lelono, *et al.*, 2021; Kohler; Casey; Turner, 1996) estão disponíveis para estas duas espécies, em diferentes partes do mundo.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Determinar relações morfométricas de carcaças dos tubarões *Ginglymostoma cirratum* (tubarão–lixa) e *Galeocerdo cuvier* (tubarão–tigre) capturados ao largo da costa da região Nordeste do Brasil.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar a relação peso de carcaça – comprimento de carcaça.
- Determinar a relação entre comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal – comprimento interdorsal.
- Determinar a relação do comprimento da axila da nadadeira peitoral ao espaço pré-caudal – comprimento interdorsal.



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

As espécies de tubarões amostradas foram os tubarões-lixia (*Ginglymostoma cirratum*) da família Ginglymostomatidae e os tubarões-tigre (*Galeocerdo cuvier*) da família Galeocerdonidae. A coleta de dados foi realizada de novembro de 2004 a fevereiro de 2007 a partir de desembarques em Fortaleza-CE de exemplares capturados na plataforma continental do Nordeste do Brasil, do leste do Maranhão ao norte da Bahia (latitudes de 1° 00' S a 12° 00' S), conforme indicado na Figura 1.

Figura 1 – Localização das pescarias de espinhel realizadas entre o leste do Maranhão e o norte da Bahia, entre novembro de 2004 e fevereiro de 2007, que capturaram tubarões-lixia, *Ginglymostoma cirratum*, e tigre, *Galeocerdo cuvier*. O ponto médio de cada pescaria está representado por um quadrado branco.



Fonte: Jucá-Queiroz, 2008.

A população de *G. cirratum* foi representada por 83 exemplares e a população de *G. cuvier* por 25 espécimes, todos desembarcados em forma de “charuto” (como é chamado localmente) ou carcaça, ou seja, sem cabeça, sem nadadeiras e já

eviscerados (Jucá-Queiroz, comunicação pessoal). Essa prática é bastante comum e recomendada nas pescarias para evitar a degradação do animal (Lessa, 1988). De acordo com esta autora, o corte em carcaça, transformando o exemplar em “charuto”, segue o seguinte padrão: primeiro, o animal é decapitado, a cabeça é cortada em média entre a quinta e a última fenda branquial, próximo da ligação da primeira vértebra com o condrocrânio, com incisões laterais e dorsal; segundo, o animal é eviscerado com um corte no abdome, entre as nadadeiras pélvicas em sentido à cabeça, e; terceiro, a cauda é cortada à altura entre a última vértebra corporal e à primeira vértebra caudal (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – Exemplo de tubarão lixa sendo comercializado na forma de carcaça (à esquerda da foto) em Fortaleza-CE.



Fonte: Faria, 2024.

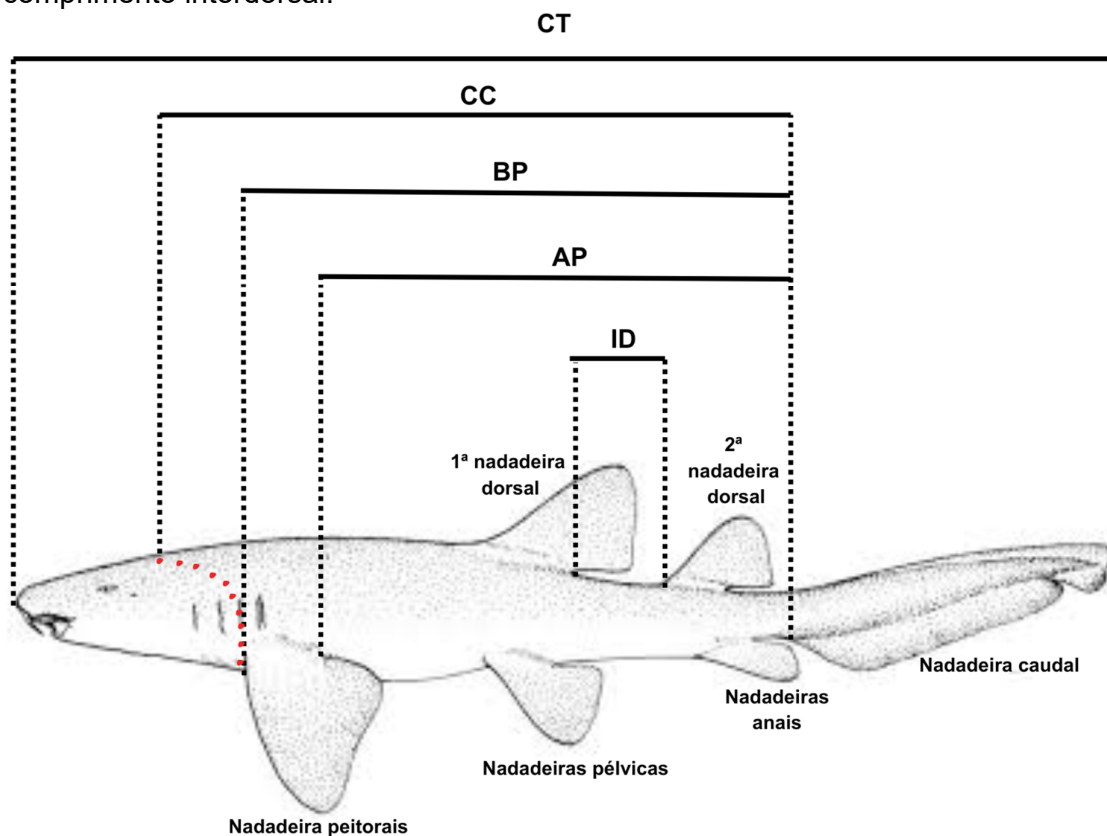
A captura dos exemplares estudados aconteceu da seguinte maneira, segundo Jucá-Queiroz (dados não publicados): um mestre de pesca oriundo de uma frota espinheira do estado do Espírito Santo conduziu todas as 27 operações de pesca comercial, totalizando 231 dias de pesca ativa, durante os quais foram realizados 546 lançamentos de espinhel. O método de captura com espinhel ainda não era usado na costa do Nordeste brasileiro, sendo esse método introduzido pela primeira vez nesta região. Ainda segundo Jucá-Queiroz (dados não publicados), o método utilizado foi o espinhel de fundo, com uma linha principal de monofilamento de PA Ø250; as linhas secundárias tinham 2,0 m de comprimento, sendo 1,5 m de nylon PA 200 Ø e 0,5 m

de estropo revestido de aço inox Ø 200; essas linhas secundárias eram conectadas à linha principal por meio de *snipes* com destorcedor; o espaçamento entre os anzóis era de 12 m; os anzóis variavam em tamanho, entre 0,5 e 2,0, do tipo *tuna circle* da marca Mustard; em cada extremidade do espinhel, a 50 m da linha principal, eram fixadas garatêias pesando entre 10 e 20 kg para ancorar o equipamento no fundo da plataforma externa. Jucá-Queiroz (com. pess.) monitorou todas as operações de pesca feitas por esse mestre na costa nordestina brasileira.

À medida que os tubarões eram trazidos para a embarcação, suas nadadeiras, cauda, cabeça e vísceras eram removidas. As nadadeiras eram secas e, posteriormente, armazenadas em caixas térmicas; a cauda, cabeça e vísceras eram descartadas no mar, enquanto as carcaças limpas eram acondicionadas em caixas térmicas com gelo e/ou câmaras frigoríficas. Após o desembarque em Fortaleza-CE, as carcaças de elasmobrânquios eram identificadas segundo-se Compagno (1984) e Compagno *et al.* (2005), pesadas pelos compradores em balanças (kg) e medidas com fita métrica (cm) (Jucá-Queiroz, dados não publicados).

Foram registrados: peso da carcaça, comprimento da carcaça (CC), comprimento interdorsal (ID), comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal (BP) e comprimento da axila da peitoral ao espaço pré-caudal (AP) (Figura 3). Todas as medidas de comprimento se deram em centímetros (cm) e o peso foi registrado em quilograma (kg).

Figura 3 – Medidas principalmente associadas a cortes feitos durante o processo de remoção da cabeça e nadadeira caudal, transformando o tubarão em carcaça, e as medidas registradas de comprimento em campo. O padrão segue o mesmo descrito por Lessa (1988) e por Tagliafico, Rangel e Rago (2017). Legenda: CT: comprimento total; CC: comprimento da carcaça; BP: comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal; AP: comprimento da axila da peitoral ao espaço pré-caudal; ID: comprimento interdorsal.



Fonte: imagem adaptada do tubarão-lixo da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO; esquema de corte a partir de Lessa (1988) e medidas a partir de Tagliafico, Rangel e Rago (2017).

A partir dos dados obtidos, foram estimados: média, desvio padrão, comprimento máximo e mínimo e peso máximo e mínimo para cada espécie. Após isso, os valores das variáveis peso e comprimento foram transformados em log naturais (logaritmo na base “e”, sendo  $e = 2,718$ ) para normalizar a distribuição das variáveis, ou seja, eliminar diferenças na simetria das variáveis, viabilizando o uso de uma equação linear, um pré-requisito fundamental para a análise de regressão (Ivo & Fonteles-Filho, 1997). Com os valores logaritmizados, a fim de verificar se havia correlação entre as variáveis (peso e comprimento), o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) foi calculado.

Ademais, para entender o quanto da variabilidade dos dados pôde ser explicada pelo modelo da presente pesquisa, foi estimado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Após isso, foram calculados os parâmetros “a” e “b” que determinam a equação de relação entre as variáveis. O coeficiente linear “a” é o intercepto da reta sob o eixo Y e o coeficiente angular “b” é o acréscimo ou decréscimo em Y a cada acréscimo de X, ou seja, é o valor que determina a inclinação da reta em um gráfico de dispersão, expressando um crescimento alométrico (Ivo & Fonteles-Filho, 1997).

Por fim, tendo esses parâmetros calculados e estabelecidos, para avaliar a relação entre as duas variáveis, foi realizada uma análise de regressão não-linear com a seguinte fórmula:

$$P = a \cdot CC^b;$$

na qual, P representa o peso da carcaça e CC o comprimento da carcaça.

A relação de regressão não-linear é frequentemente encontrada no campo de estudo da Engenharia de Pesca quando as variáveis que não são simétricas entre si e não conseguem ser retratadas em uma regressão linear (Ivo & Fonteles-Filho, 1997). Segundo estes autores, no caso da relação peso–comprimento, a variável peso é assimétrica e o comprimento é simétrico. Dessa forma, traçando-se um modelo de dispersão, pode-se verificar que tipo de relação existe entre as variáveis, que no caso da relação peso–comprimento, o modelo é geométrico (Ivo & Fonteles-Filho, 1997). Essa relação é útil para determinar o peso quando há apenas dados de comprimento disponíveis, sendo importante para a biologia pesqueira (Froese, Tsikliras & Stergiou, 2011; Koutrakis & Tsikliras, 2003) e útil para o gerenciamento pesqueiro (Froese, Tsikliras & Stergiou, 2011).

Para a relação entre os comprimentos BP, ID e AP, foi realizada uma análise de regressão linear com a seguinte fórmula:

$$BP \text{ ou } AP = a + b \cdot ID;$$

em que, BP representa o comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal, AP o comprimento da axila da peitoral ao espaço pré-caudal e ID o comprimento interdorsal.

A regressão linear é o método mais simples e funcional de relacionar duas variáveis de uma população, analisando a forma da relação entre as duas variáveis e sua aderência (Ivo & Fonteles-Filho, 1997). Segundo este autor, uma regressão linear perfeita seria se todos os pontos (pares de comprimento–comprimento de cada indivíduo) no modelo de dispersão ficassem sobre a reta, porém o que de fato ocorre são pontos próximos à uma reta de melhor ajuste. A relação comprimento–comprimento permite estimar o comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal e o comprimento da axila da peitoral ao espaço pré-caudal quando há apenas dados de comprimento interdorsal disponíveis, sendo útil para o gerenciamento pesqueiro, pois muitos espécimes de tubarões são cortados em 2 ou 3 pedaços por causa de seu grande tamanho, ficando inviável obter o comprimento total do animal.

As associações entre a variável dependente (peso da carcaça) e a variável independente (comprimento da carcaça), e entre os comprimentos ID (variável independente) e BP e AP (variáveis dependentes) foram feitas quantitativamente a partir de gráficos de dispersão. Para fazer a análise de regressão, para determinar os coeficientes “a” e “b” e para os cálculos do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi utilizado o *software* R, sendo empregado um script desenvolvido por Lourenço *et al.* (2017).

Em todas análises, não houve diferenciação entre os sexos e idades de maturação. Isto se deveu pelo fato de se tratarem de carcaças. Dessa forma, a condição dos exemplares impossibilitou esse tipo de determinação.

#### 4. RESULTADOS

No total, foram analisados dados de 108 tubarões pertencentes a duas espécies, *Ginglymostoma cirratum* e *Galeocerdo cuvier*, todos desembarcados como carcaças. As medidas (máximos e mínimos de peso e comprimento da carcaça, média e desvio padrão), parâmetros da relação peso–comprimento de carcaça e comprimento–comprimento de carcaça estão descritos na Tabela 1.

A correlação entre as variáveis peso e comprimento de carcaça de ambas as espécies é direta, sendo  $r = 0,973$  para os tubarões-lixia e  $r = 0,991$  para os tubarões-tigre. Sendo ambos valores de  $r$  tão próximos a 1, a correlação pode ser considerada quase perfeita (Ivo & Fonteles-Filho, 1997). Além disso, o grau de correlação entre as variáveis, como verificado pelo cálculo do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), representa que 95% em *G. cirratum* e 98% em *G. cuvier* da correlação entre peso da carcaça e comprimento da carcaça se deve ao fator causal (o comprimento da carcaça). Por consequência, apenas 5% e 2%, respectivamente, se deve a outros fatores. Estes podem incluir a condição física dos animais, fatores ambientais, tamanho da população (Ivo & Fonteles-Filho, 1997), estações do ano, populações de regiões diferentes, poluição ambiental, fatores de reprodução e alimentação (Ma, Jiao & Ren, 2017). Com esses valores satisfatórios de  $r$  e  $R^2$ , foi possível determinar relações de regressão não-linear para as duas espécies.

Ademais, as correlações entre as variáveis comprimento da axila da peitoral ao pedúnculo caudal (AP) e comprimento da interdorsal (ID) e entre as variáveis comprimento da quinta fenda branquial ao pedúnculo caudal (BP) e ID também são diretas e quase perfeitas (valor de  $r$  muito próximo a 1). Mais especificamente, ambas as relações tiveram  $r = 0,99$  para os tubarões-lixia, ao passo que, para os tubarões-tigre, estas foram de  $r = 0,968$  (ID X AP) e  $r = 0,972$  (ID X BP). Para *G. cirratum*, sobre o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), 98,1% do comprimento AP se deve ao comprimento ID (fator causal) e 98,2% do comprimento BP se deve ao comprimento ID (fator causal), e apenas 1,9% e 1,8%, respectivamente, se devem a outros fatores. Já para *G. cuvier*, 93,7% do comprimento AP se deve ao comprimento ID e 94,5% do comprimento BP se deve ao comprimento ID, e apenas 6,3% e 5,5%, respectivamente, se devem a outros fatores. Devido aos valores também satisfatórios



de  $r$  e  $R^2$  para essas relações, foi possível estabelecer relações de regressão linear para ambas as espécies.

Para 83 exemplares de *G. cirratum*, foi gerada a equação da relação peso–comprimento de carcaça:  $P = 5,461 \cdot 10^{-5} \cdot CC^{2,72}$ , em que  $P$  é o peso da carcaça,  $CC$  o comprimento da carcaça, o coeficiente linear “a” é  $5,461 \cdot 10^{-5}$  e o coeficiente angular “b” é 2,72, com tendência a crescimento alométrico negativo. Já para as relações de comprimento–comprimento dessa espécie, temos que:  $BP = 1,29 + 0,14 \cdot ID$  ( $n = 11$ ), na qual  $ID$  é o comprimento interdorsal, “a” é 1,29, “b” é 0,14 e  $BP$  é o comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal;  $AP = -0,4 + 0,17 \cdot ID$  ( $n = 11$ ), onde “a” é -0,4, “b” é 0,17 e  $PP$  é o comprimento da axila da peitoral ao espaço pré-caudal.

Com relação à *G. cuvier*, foi desenvolvida a equação da relação peso–comprimento de carcaça a partir de 25 espécimes:  $P = 4,16 \cdot 10^{-5} \cdot CC^{2,78}$ , na qual o coeficiente linear “a” é  $4,16 \cdot 10^{-5}$  e o coeficiente angular “b” é 2,78, com tendência a crescimento isométrico. Também foram geradas as seguintes relações de comprimento–comprimento para essa espécie:  $BP = 1,94 + 0,44 \cdot ID$  ( $n = 20$ ), onde “a” é 1,94 e “b” é 0,44;  $AP = 0,75 + 0,48 \cdot ID$  ( $N = 21$ ), na qual “a” é igual a 0,75 e “b” é igual a 0,48.

A maior carcaça registrada de *G. cirratum* tinha 200 cm de comprimento, pesando 82 kg, e a menor possuía 48 cm de comprimento, com peso de 3,9 kg (peso mínimo observado). A carcaça mais pesada desta espécie tinha 96 kg, medindo 192 cm. A média para o comprimento da carcaça desta espécie foi estimada em  $142,7 \text{ cm} \pm 26,6 \text{ cm}$ , e para o peso  $42,4 \text{ kg} \pm 18,5$ . Já para *G. cuvier*, a maior carcaça registrada possuía 247 cm, pesando 205 kg (peso máximo registrado) e a menor possuía 81 cm, com peso de 8,8 kg (peso mínimo observado). A média do comprimento de carcaça desta espécie foi de  $163 \text{ cm} \pm 49,9 \text{ cm}$  e do peso de carcaça foi de  $72,9 \text{ kg} \pm 55,5 \text{ kg}$ .

Nas tabelas 2 e 3 há comparação entre o estudo atual e estudos da literatura disponíveis de tubarões lixa e tigre com relação entre as RCC, RPC, parâmetros dessas relações, peso máximo e mínimo, tamanho máximo e mínimo, e desvio padrão e média.



Tabela 1 – Relações de peso (P)–comprimento de carcaça (CC) e de comprimento–comprimento de 83 tubarões-lixia (*Ginglymostoma cirratum*) e de 25 tubarões-tigre (*Galeocerdo cuvier*) capturados ao longo da costa do nordeste do Brasil (entre os estados de Maranhão e Bahia), de novembro de 2004 a fevereiro de 2007. Legenda: N: número de exemplares para cada equação de relação (RCC e RPC); BP: comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal; AP: comprimento da axila da peitoral ao espaço pré-caudal; ID: distância interdorsal; Min: mínimo; Máx: máximo; DP: desvio padrão; a: coeficiente linear; b: coeficiente angular; IC: intervalo de confiança; r: coeficiente de correlação de Pearson; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação.

Espécies	N	Equações	Comprimento da carcaça (cm)		Peso da carcaça (kg)		Parâmetros das relações						Crescimento
			Min–Máx	Média ± DP	Min–Máx	Média ± DP	a	IC 95% a	b	IC 95% b	r	R <sup>2</sup>	
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	83	$P = 5,46 \cdot 10^{-5} \cdot CC^{2,72}$	48 – 200	142,7 ± 26,6	3,9 – 96	42,4 ± 18,5	$5,46 \cdot 10^{-5}$	$2,39 \cdot 10^{-5} - 1,24 \cdot 10^{-4}$	2,72	2,56 – 2,88	0,973	0,947	Alométrico negativo
	11	$BP = 1,29 + 0,14 \cdot ID$					1,29	-0,31 – 2,90	0,14	0,13 – 0,15	0,99	0,982	
	11	$AP = -0,4 + 0,17 \cdot ID$					-0,4	-2,22 – 1,43	0,17	0,15 – 0,19	0,99	0,981	
<i>Galeocerdo cuvier</i>	25	$P = 4,16 \cdot 10^{-5} \cdot CC^{2,78}$	81 – 247	163 ± 49,9	8,8 – 205	72,9 ± 55,5	$4,16 \cdot 10^{-5}$	$1,23 \cdot 10^{-5} - 1,29 \cdot 10^{-4}$	2,78	2,57 – 3,01	0,991	0,983	Isométrico
	20	$BP = 1,94 + 0,44 \cdot ID$					1,94	-3,37 – 7,24	0,44	0,39 – 0,49	0,972	0,945	
	21	$AP = 0,75 + 0,48 \cdot ID$					0,75	-5,14 – 6,62	0,48	0,42 – 0,54	0,968	0,937	

Fonte: elaborada pela autora.

Tabela 2 – Comparação do estudo atual com outras pesquisas encontradas na literatura do tubarão -lixa, levando em consideração as Relações de peso (PC)–comprimento de carcaça (CC), peso total (Pt)–comprimento total (Ct ou TL) e de comprimento–comprimento (RCC). Legenda: N: número de exemplares para cada equação de relação; Min: mínimo; Max: máximo; DP: desvio padrão; a: coeficiente linear; b: coeficiente angular; IC: intervalo de confiança; r: coeficiente de correlação de Pearson; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; T<sub>Lotb</sub>: relação entre o comprimento forcal sobre o corpo; FL: comprimento forcal do tubarão (medida da ponta do focinho ao sulco caudal, espaço entre o lobo inferior e superior da cauda).

Autor(es)	Ano de publicação (ano da pesquisa)	Local	N	CTmax-min cm	CTmédia ± DP cm	PTmax-min kg	Ptmédia ± DP kg	a	ICa	b	ICb	r	R <sup>2</sup>	RPC	Crescimento	RCC
ESTUDO ATUAL	A publicar (2004-2007)	Leste do Maranhão ao Norte da Bahia - Nordeste do Brasil	83	CC: 48 - 200	CC: 142,7 ± 26,6	PC: 3,6 - 96 kg	PC: 42,4 ± 18,5 Kg	$5,46 * 10^{-5}$	$2,39 * 10^{-5} - 1,24 * 10^{-5}$	2,72	2,56 - 2,88	0,973	0,947	$P = 5,461 * 10^{-5} * CC^{2,72}$	Alométrico negativo	BP = $1,29 + 0,14 * ID$ (n = 11); AP = $-0,4 + 0,17 * ID$ (n = 11)
CASTRO, J. I.	2000	Daytona Beach, Florida - EUA	217	91-265	-	Máx: 114,5 kg	-	$9,006 * 10^{-6}$	-	2,911	-	-	0,988	$Pt = (9,006 * 10^{-6}) * CT^{2,911}$	-	-
GARLA; GADIG; GARRONE-NETO	2016 (2000-2003)	Fernando de Noronha - PE, BR	93	82-265	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HACOHEN-DOMENÉ et al.	2020 (2015-2017)	El Quetzalito - Guatemala	7	171,0–230,0	197,1 ± 21,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NATANSON e al.	2022	Canadá, EUA e Golfo do	58	FL: 58,5–263,0	-	1,7–120 kg	-	0,000861	-	2,085	-	-	-	$Pt = (8,61E-04) * T_{Lotb}^{2,085}$	-	-
ROBINSON; MOTTA	2002	Florida - EUA	12	33-254	98,39 ± 67,09	0,6 - 112,8 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SANTANDER-NETO et al.	2011 (2006 - 2008)	Ceará - BR	189 (116 inteiros e 73 carcaças)	73-274	154,6 + 7,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TL = $12,606ID + 14,24$ (R <sup>2</sup> = 0,9505)
BOHNSACK; HARPER	1988	Florida - EUA	16	16,9-107	-	-	-	0,0135	-	2,89	-	-	0,93	$Pt = 0,0135 * CT^{2,89}$	-	-

Fonte: elaborada pela autora.

Tabela 3 – Comparação do estudo atual com outras pesquisas encontradas na literatura do tubarão-tigre, levando em consideração as Relações de peso (PC)–comprimento de carcaça (CC), peso total (Pt)–comprimento total (Ct ou TL) e de comprimento–comprimento (RCC). Legenda: N: número de exemplares para cada equação de relação; Min: mínimo; Max: máximo; DP: desvio padrão; a: coeficiente linear; b: coeficiente angular; IC: intervalo de confiança; r: coeficiente de correlação de Pearson; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; Tlotb: relação entre o comprimento forcal sobre o corpo; FL: comprimento forcal do tubarão (medida da ponta do focinho ao sulco caudal, espaço entre o lobo inferior e superior da cauda).

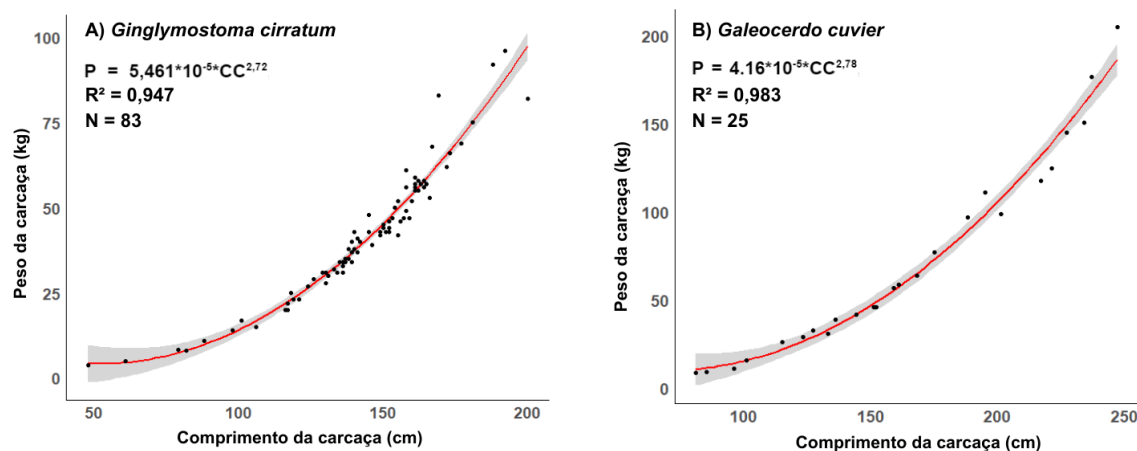
Autor(es)	Ano de publicação (ano da coleta de dados)	Local	N	CTmax-min cm	CTmédia ± DP	PTmax-min kg	PTmédia ± DP	a	Ica	b	ICb	r	R <sup>2</sup>	RPC	Crescimento	RCC
<b>ESTUDO ATUAL</b>	A publicar (2004 - 2007)	Leste do Maranhão ao Norte da Bahia - Nordeste do Brasil	25	CC: 81 - 247	163 ± 49,9	8,8 - 205	72,9 ± 55,5	$4,16 * 10^{-5}$	$1,23 * 10^{-5} - 1,29 * 10^{-4}$	2,78	2,57 - 3,01	0,991	0,983	$P = 4,16 * 10^{-5} * CC^{2,78}$	Isométrico	
BRANSTETTE R; MUSICK; COLVOCORESSES	1987 (1977-1984)	Virginia - EUA e Golfo do México	120	91-381	-	-	-	$1,41 * 10^{-6}$	-	3,24	-	0,944	-	$Pt = 1,41 * 10^{-6} * Ct^{3,24}$	-	TL = 14,72 CR + 51,15 (n = 64, r = 0,972); FL = 0,860(TL) - 11,5 (n = 99; r = 0,996)
BRIONES-MENDOZA; MEJÍA; CARRASCO-PUIG	2022 (2019)	Manta-Ecuador (Pacífico)	10	119–398	248 ± 23,03	7–373	104,4 ± 31,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FISHER et al.	2008 (2004-2007)	Pernambuco - BR	20	87-346	-	2,20 - 21,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GALLAGHER et al.	2014 (2012-2013)	Ilha grand bahama- Bahamas; Florida - EUA	28	177-380; *FL:138-323	305,64 ± 58,85 (*FL: 254,5 ± 52,31)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HACOHEN-DOMENÉ et al.	2020 (015-2017)	El Quetzalito - Guatemala (Pacífico)	22	116–270	204,9 ± 37,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HOMES et al.	2015 (1997-2011)	Costa leste da Austrália	239	71-430	-	-	-	$1,42 * 10^{-7}$	-	3,669 ± 0,063	-	-	0,98	$Pt = 1,42 * 10^{-7} * Ct^{3,669}$ (R <sup>2</sup> = 0,98, p<0,05) $Pt = 2,748 * 10^{-6} * FL^{3,245}$ (R <sup>2</sup> = 0,99, p<0,05)	-	LT = 22,607 + 1,096 * LF (R <sup>2</sup> = 0,99, p<0,05); LF = - 18,812 + 0,903 * LT (R <sup>2</sup> = 0,99, p<0,05); LPC = - 16,219 + 0,795 * LT (R <sup>2</sup> = 0,92, p<0,05); LT = 34,321 + 1,159 * LPC (R <sup>2</sup> = 0,92, p<0,05); LT = 14,314 * Centrum radius + 35,293 (R <sup>2</sup> = 0,957)

JATMIKO; NUGROHO	2020 (2018)	Sonda Ocidental - Indonésia	696	117-400	248,4	-	-	$1 * 10^{-6}$	-	3,15	-	-	0,91	$Pt = 1 * 10^{-6} * Ct^{3,15}$	Alométrico positivo	-
KOHLER; CASEY; TURNER	1996 (1961- 1989)	Golfo do México a Flórida - EUA	187	145-375; FL: 116-318 (n:44); FL: 92- 339 (n:187)	247 ; FL: 203	5 - 499	110	$2,5281 * 10^{-6}$	-	3,2603	-	-	0,955	$Pt = 2,5281 * 10^{-6} * FL^{3,2603}$	-	FL = $0,8761 * TL + (-13,3535)$ ( $R^2 = 0,9887$ )
LELONO et al.	2021 (2019- 2020)	Banyuwangi, Ilha de Java-Indonésia	68	148-437	251	-	-	$2,13 * 10^{-3}$	-	1,557	-	-	0,744	$Pt = 2,13 * 10^{-3} * Ct^{1,557}$	Alométrico negativo	-
MEÍJA; BRIONES- MEDONZA	2024 (2019)	Manta - Equador	10	119-398	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TL = $28,15(\pm 8,2) + 3,59 (\pm 0,13) * IDL$ ( $R^2 = 0,99$ ); PCL = $10,06 (\pm 7,48) + 2,79 (\pm 0,12) * IDL$ ( $R^2 = 0,99$ ; $p < 0,05$ )
MEYER et al.	2014 (1993- 2013)	Havaí (Pacífico)	420	88-464	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NATANSON; MCCANDLESS; KOHLER	2023 (1963–2018)	Grand Banks de Newfoundland - Canadá ao sul do Brasil, de águas costeiras a águas offshore e no leste do Oceano Atlântico Norte	10516	*FL: 40,1–457,2	*FL: 120,2 $\pm 51,1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TLstr = $11,90 + 1,18 * FLoth$ ( $R^2 = 0,996$ , $n = 605$ )
TAGLIAFICO; RANGEL; RAGO	2017 (2006- 2007)	Margarita Island- Venezuela	18	80,8–265	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TL = $1,779 (\pm 1,742) + 1,830 (\pm 0,0229) * PF$ ( $R^2 = 0,998$ ); TL = $11,733 (\pm 2,211) + 1,892 (\pm 0,0322) * PP$ ( $R^2 = 0,995$ ); TL = $- 15,575 (\pm 38,905) + 5,754 (\pm 1,6290) * PelvP$ ( $R^2 = 0,926$ ; $n = 3$ )
VEAN; WALKER; FANNING	2006 (2001- 2002)	Soalara e Maromena - Madagascar	105	100-400	197	*PT dos 105: 16931	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WYSIECKI; BRACCINI	2017 (1993- 2015)	Oeste da Austrália	348	87–420 *FL: 69–361	236,8 *FL: 201,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TL = $11,214 (\pm 1,78) + 1,120 (\pm 0,01) * FL$ ( $R^2 = 0,982$ )

Fonte: elaborada pela autora.

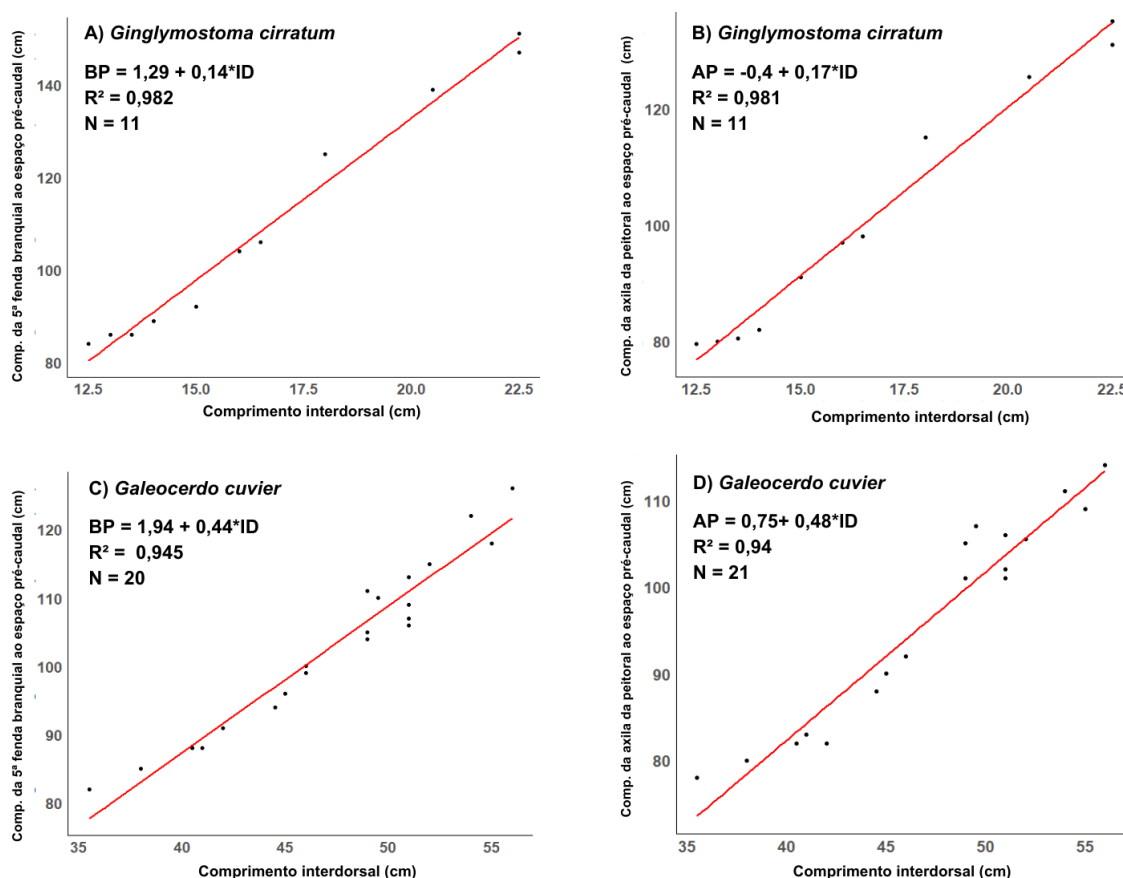
O coeficiente de correlação de Pearson, que determina o grau de relacionamento entre as variáveis “comprimento de carcaça” e “peso de carcaça” das espécies estudadas, foi positivo, sendo  $r = 0,973$  para os tubarões-lixia e  $r = 0,991$  para os tubarões-tigre. A partir do valor desse coeficiente, foi calculado o coeficiente de determinação, que teve  $R^2 = 0,947$  para os tubarões-lixia e  $R^2 = 0,983$  para os tubarões-tigre. Já para o coeficiente de correlação de Pearson para as relações de comprimento e comprimento das espécies estudadas,  $r = 0,968$  (ID X AP) e  $r = 0,972$  (ID X BP) para os tubarões-tigre, e  $r = 0,99$  (ambas as relações) para os tubarões-lixia, sendo  $r$  positivo para as duas espécies. O coeficiente de determinação é  $0,937$  (ID X AP) e  $0,945$  (ID X BP) (*G. cuvier*), e  $0,981$  (ID X AP) e  $0,982$  (ID X BP) (*G. cirratum*). A Figura 4 representa os diagramas de dispersão destas variáveis das duas espécies estudadas e a Figura 5 mostra os diagramas de dispersão para as RCCs dessas espécies.

Figura 4 – Dois diagramas de dispersão entre as variáveis comprimento da carcaça (cm) e peso da carcaça (kg) de 83 tubarões-lixia (*Ginglymostoma cirratum*), indicado como diagrama A, e de 25 tubarões-tigre (*Galeocerdo cuvier*), indicado como diagrama B, capturados de novembro de 2004 a fevereiro de 2007 ao longo da costa nordestina brasileira (entre os estados de Maranhão e Bahia). Linha de tendência indicada em vermelho.



Fonte: elaborada pela autora.

Figura 5 – Quatro diagramas de dispersão entre as variáveis comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal (BP), comprimento da axila da peitoral ao espaço pré-caudal (AP) e comprimento interdorsal (ID) de tubarões-lixia (*Ginglymostoma cirratum*), indicados como diagramas A (BP-ID) e B (AP-ID), e de tubarões-tigre (*Galeocerdo cuvier*), indicados como diagramas C (BP-ID) e D (AP-ID), capturados de novembro de 2004 a fevereiro de 2007 ao longo da costa nordestina brasileira (entre os estados de Maranhão e Bahia). Linha de tendência indicada em vermelho.



Fonte: elaborada pela autora.

## 5. DISCUSSÃO

Este estudo examinou relações entre peso e comprimento de charutos de tubarões lixa e tigre da costa do nordeste brasileiro, mas como na literatura não foram encontrados estudos que examinaram essa mesma relação de charutos em outras partes do mundo, pode-se comparar com os parâmetros de RPC e os coeficientes  $a$  e  $b$ , de espécimes inteiros de forma a demonstrar como os resultados encontrados são sólidos. Diferenças entre os coeficientes de espécimes inteiros e de charutos são esperadas, mas antecipa-se que haja uma compatibilidade mínima entre estes parâmetros quanto a escala de variação ou intervalo de confiança.

Quanto ao intervalo de confiança do coeficiente  $b$ , para indivíduos inteiros de tubarão-lixo, foi encontrado uma variação de 2,85 – 3,31 (Froese; Thorson; Reyes-Junior, 2014), sendo um valor bem próximo e na mesma escala para o intervalo de confiança de  $b$  indicado no presente estudo para charutos da mesma espécie: 2,56 – 2,88. Um valor de  $b$  de 2,89 foi definido a partir de indivíduos inteiros ( $N = 16$ ) na Flórida – EUA (Bohnsack; Harper, 1988), bem próximo do valor de  $b$  definido no presente estudo: 2,72. Valores de  $b$  relativamente mais destoantes a este foram encontrados, também a partir de espécimes inteiros ( $N = 58$ ) do Oceano Atlântico Noroeste (Canadá, EUA e Golfo do México), sendo  $b = 2,085$  (Natanson *et al.*, 2022), e em uma baseada em indivíduos inteiros ( $N = 217$ ), também da Flórida - EUA, sendo  $b = 2,911$  (Castro, 2000).

Para o coeficiente  $a$  de espécimes inteiros de *G. cirratum*, foi encontrado um valor de  $9,006 \times 10^{-6}$  de uma população da Flórida-EUA ( $N=217$ ) (Castro, 2000) e um valor de  $8,61 \times 10^{-4}$  de populações do Canadá, EUA e Golfo do México ( $N=58$ ) (Natanson *et al.*, 2022), que se encontram na mesma escala de variação do intervalo de confiança do coeficiente  $a$ , de charutos da mesma espécie, obtido no presente estudo (Oceano Atlântico Sul):  $2,39 \times 10^{-6} - 1,24 \times 10^{-4}$ .

Já para os tubarões-tigre, o intervalo de confiança do coeficiente  $b$  de espécimes inteiros varia de 2.87 – 3.31 (Froese; Thorson; Reyes-Junior, 2014), estando na mesma escala e sendo um valor próximo do obtido para charutos da mesma espécie: 2.57 – 3.01. O coeficiente de  $b$  definido para uma população do Oceano Índico (Sonda Ocidental – Indonésia),  $b = 3,15$  para  $N = 696$  (Jatmiko;

Nugroho, 2020), está próximo ao limite do intervalo de confiança definido neste estudo: 3,01. Este valor difere um pouco do encontrado para populações do Noroeste do Oceano Atlântico (Virginia – EUA e Golfo do México)  $b = 3.24$ , sendo  $N = 120$  (Branstetter; Musick; Colvocoresses, 1987), e difere do intervalo de confiança de  $b$  para indivíduos inteiros ( $N = 239$ ) do Oceano Pacífico Sul (Costa leste da Austrália), sendo entre 3,606 – 3,732 (Holmes *et al.*, 2015).

Quanto ao intervalo de confiança do coeficiente  $a$  de espécimes inteiros de *G. cuvier*, foi documentado uma variação de  $2,83 \times 10^{-3}$  –  $1,852 \times 10^{-2}$  (Froese; Thorson; Reyes-Junior, 2014) que se encontram no mesmo grau de variação do intervalo de confiança do coeficiente  $a$ , de charutos da mesma espécie, obtido no presente estudo:  $1,23 \times 10^{-5}$  –  $1,29 \times 10^{-4}$ . Já para as populações de tigre do Oceano Atlântico Norte (Virginia – EUA e Golfo do México), do Oceano Pacífico Sul (Costa leste da Austrália) e do Oceano Índico (Sonda Ocidental – Indonésia), os valores do coeficiente  $a$  diferem quanto a escala, sendo respectivamente:  $1,41 \times 10^{-6}$  (Froese; Thorson; Reyes-Junior, 1987),  $1,42 \times 10^{-7}$  (Holmes *et al.*, 2015) e  $1 \times 10^{-6}$  (Jatmiko; Nugroho, 2020).

A partir do valor do coeficiente  $b$ , foi possível definir o padrão de crescimento das espécies estudadas. O intervalo de confiança de  $b$  de *G. cirratum* é de 2,56 – 2,88, representando um aumento de crescimento com alongamento do corpo, o que segundo Froese (2006) é característico de um crescimento alométrico negativo. Este mesmo autor diz que quanto mais o valor de  $b$  diferir de 3,0, maior será a diferença na condição ou forma do animal. Já quanto a *G. cuvier*, com o valor de  $b$  podendo alcançar o máximo de 3,01, pode-se definir que seu crescimento é isométrico, o que, também segundo Froese (2006), sugere uma forma corporal e condição que não muda com seu crescimento.

O presente estudo também traz equações baseadas em relações de comprimento–comprimento, envolvendo comprimento interdorsal, ID; comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal, BP; e comprimento da axila da peitoral ao espaço pré-caudal, AP, de 63 indivíduos das espécies estudadas (*G. cirratum* e *G. cuvier*). Estas equações permitem estimar comprimento de carcaças e se baseiam em cortes de carcaças desembarcadas e comercializadas em portos e mercados de pescado do Nordeste do Brasil.



Estas relações são potencialmente úteis para a fiscalização destas espécies no desembarque em portos, pois os espécimes de grande tamanho são frequentemente cortados em 2 ou 3 pedaços para facilitar o transporte e a venda (Tagliafico; Rangel; Rago, 2017). Desta forma, tendo o comprimento interdorsal é possível estimar o comprimento da axila da peitoral ao espaço pré caudal ou o comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré caudal, obtendo um tamanho aproximado da carcaça do animal. Assim, a partir da carcaça do animal, com a equação de peso-comprimento da carcaça, pode-se estimar o peso das carcaças desembarcadas. É importante salientar que uma constante coleta de dados das espécies de elasmobrânquios em portos e mercados de peixe é relevante para acrescentar ainda mais as informações em toda a faixa de tamanho de cada espécie (Tagliafico; Rangel; Rago, 2017), informações que são úteis para o conhecimento da biologia da espécie estudada.

O número de espécimes estudados neste estudo nas relações de peso e comprimento (N de lixa = 83, N de tigre = 25) é compatível com os números de indivíduos estudados em várias pesquisas: 58 (Natanson *et al.*, 2022), 16 (Bohnsack; Harper, 1988), 68 (Lelono *et al.*, 2021). E quando são avaliadas relações entre comprimentos das espécies (neste estudo: N de lixa = 11, N de tigre = 21 e 25), esses números também são compatíveis: 10 (Meíja; Briones-Mendoza, 2024), 18 e 3 (Tagliafico; Rangel; Rago, 2017). Dessa forma, o n amostral do presente estudo pode ser considerado suficiente.

As relações de peso-comprimento e comprimento-comprimento são ferramentas úteis para a avaliação do estoque pesqueiro e para analisar a vulnerabilidade da população daquela área. Ainda, essa metodologia é potencialmente aplicável localmente, regionalmente, e até mesmo mundialmente, onde carcaças dessas espécies também sejam desembarcadas e comercializadas (Tagliafico; Rangel; Rago, 2017).

O número exato de indivíduos adultos de tubarões-lixas e de tubarões-tigre incluídos no presente estudo não pôde ser determinado. Porém, o tubarão-lixas nasce com 30 cm de comprimento total (CT) (Castro, 2000) e atinge a maturidade sexual entre 214 (Castro, 2000) e 240 cm de CT (FISHBASE, 2024a). Como na pesquisa foi observado que o maior charuto tinha 200 cm de comprimento e o menor tinha 48 cm,

com média 142,7 cm, é possível concluir que a análise incluiu adultos, subadultos e juvenis. Além disso, analisando a tabela 2, também pode-se afirmar que a faixa de variação de comprimento do charuto é compatível com a de comprimentos totais de outras populações da costa nordestina brasileira, como a de Fernando de Noronha (Pernambuco) que varia de 82 a 265 cm de CT (Garla; Gadig; Garrone-Neto, 2016) e do Ceará que varia de 73 a 274 cm de CT (Santander-Neto *et al.*, 2011).

Já o tubarão-tigre tem tamanho de nascimento entre 51 e 104 cm (Myers, 1991) e atinge a maturidade sexual entre 210 e 350 cm de CT (FISHBASE, 2024b). Dessa forma, pode-se inferir que a análise incluiu adultos, subadultos e juvenis, pois a menor carcaça media 81 cm e a maior possuía 247 cm de CC, com média de 164,8 cm. A partir destas medidas também é possível concluir, a partir da tabela 3, que esta faixa de variação de tamanho também é compatível com a faixa de variação dos comprimentos totais de populações de tubarões-tigre do Oceano Atlântico, como a da costa de Pernambuco (Nordeste do Brasil) que varia entre 87 e 346 cm (Fischer *et al.*, 2009), da Ilha de Margarita (Venezuela) que varia entre 80,8 e 265 cm de CT (Tagliafico; Rangel; Rago, 2017), e da Grande Baama (Ilha de Bahamas) e Flórida (Estados Unidos) que variando entre 177 e 380 cm de CT (Gallagher *et al.*, 2014). Estes valores são compatíveis com uma estimativa para a espécie em uma escala global, pois indivíduos desta espécie atingem um comprimento total entre 380 e 450 cm, sendo que um CT de 550 cm pode ser considerado incomum (Meyer *et al.*, 2014).

Ainda analisando as tabelas 2 e 3, a diferença observada no tamanho médio dos tubarões capturados no Nordeste do Brasil, em comparação aos tubarões pescados nos Estados Unidos, assim como valores do coeficiente linear e angular, pode ser atribuída, principalmente, às divergências entre os marcos legais e os mecanismos de fiscalização pesqueira adotados por ambos os países, como pode-se ver na tabela abaixo.

|

Tabela 4: Comparação da legislação e fiscalização da pesca de tubarões entre Brasil e Estados Unidos da América (EUA).

<b>Aspecto</b>	<b>Brasil</b>	<b>EUA</b>
<b>Lei principal de pesca</b>	Lei nº 11.959/2009 + IN MMA nº 12/2012	Magnuson-Stevens Act
<b>Lei específica sobre tubarões</b>	Proibição do finning (Portaria IBAMA nº 121/1998)	Shark Conservation Act (2010)
<b>Sistema de gestão pesqueira</b>	Ministério do Meio Ambiente e Pesca (centralizado)	Conselhos Regionais + NOAA Fisheries
<b>Cotas e limites de captura</b>	Ausentes ou pouco definidos	Cotas anuais por espécie
<b>Tamanho mínimo de captura</b>	Raramente especificado	Comum, por espécie
<b>Período de defeso</b>	Sim, mas irregular	Sim, com base científica
<b>Monitoramento de embarcações</b>	Não obrigatório (exceto indústria)	Obrigatório via VMS
<b>Relatórios de captura</b>	Nem sempre exigidos	Obrigatórios após cada viagem
<b>Observadores a bordo</b>	Muito raro	Comuns em alto-mar
<b>Fiscalização no mar</b>	Limitada, poucos recursos	Constante, NOAA e Guarda Costeira
<b>Resultado observável</b>	Captura de tubarões jovens	Captura de tubarões maiores

Fonte: elaborada pela autora.

Nos Estados Unidos, a gestão da pesca de tubarões é estruturada por legislações robustas como a Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act e a Shark Conservation Act, que estabelecem critérios rigorosos

para a captura (incluindo limites de tamanho, cotas anuais e proibições específicas), e também asseguram um alto grau de aplicação normativa. A presença de tecnologias como o Vessel Monitoring System (VMS), a exigência de relatórios detalhados de captura e o uso de observadores embarcados contribuem para um monitoramento efetivo e contínuo das atividades pesqueiras.

Por outro lado, embora o Brasil possua instrumentos legais relevantes — como a Instrução Normativa MMA nº 12/2012 e normativas complementares que regulam a pesca de elasmobrânquios — a aplicação dessas normas enfrenta desafios significativos. A fiscalização no país ainda é pontual e insuficiente, especialmente em regiões costeiras mais vulneráveis, onde predomina a pesca artesanal. A ausência de um sistema nacional de rastreamento de embarcações pesqueiras e a escassez de dados consolidados sobre as capturas dificultam a avaliação real da pressão pesqueira sobre as populações de tubarões.

Dessa forma, a fragilidade na implementação das normas no Brasil contribui diretamente para a captura precoce de indivíduos, antes que alcancem tamanhos adultos, enquanto que nos Estados Unidos, a aplicação mais rigorosa da legislação permite maior tempo de crescimento e reprodução dos tubarões antes da captura, resultando em maiores comprimentos observados.

A espécie *G. cirratum* entra no período reprodutivo acima dos 214 cm de comprimento total (Castro, 2000), a idade da fêmea na maturidade é de 25 anos e a longevidade é de cerca de 35, demora cerca de 6 meses para ter a ninhada e se reproduz apenas de 2 em 2 anos (Ebert; Fowler; Compagno, 2013). Entretanto, nem todas as chances de reprodução são bem-sucedidas, demonstrando que esta espécie possui uma certa lentidão e dificuldade para manter seu tamanho populacional. Isso se torna cada vez mais difícil com a pesca não regulamentada e não fiscalizada, pois analisando os gráficos da Figura 6 do presente estudo, infere-se que a maior parte de tubarões-lixia pescados na costa do Nordeste do Brasil eram juvenis e subadultos. Dessa forma, a maioria dos indivíduos dessa população foram pescados antes mesmo de se reproduzirem, podendo-se inferir efeitos negativos diretos no seu crescimento populacional. Essa espécie é comumente capturada pela pesca, principalmente a artesanal (e.g. Santander-Neto *et al.*, 2011; Santander-Neto; Faria, 2020), pois habita regiões costeiras, recifes de coral (Ebert; Fowler; Compagno, 2013;

Weigmann, 2016) e planícies de areia rasa (Carlson *et al.*, 2021), onde a pesca artesanal geralmente atua (Wosnick *et al.*, 2019).

Devido principalmente à pressão da pesca não gerenciada, suspeita-se que a população de *G. cirratum* do Atlântico Sudoeste tenha sofrido uma redução populacional de mais de 80% nas últimas três gerações (90 anos) (Carlson *et al.*, 2021). Essa é uma espécie ameaçada de extinção, com o status de vulnerável (A2bcd) segundo a lista vermelha de espécies ameaçadas da IUCN (Carlson *et al.*, 2021), e no Brasil é proibida a sua pesca e comercialização (Portaria MMA nº 445 de 2014 e IN MMA nº 5 de 2004). Então, mesmo depois de mais de 20 anos da publicação desta lei, por que os tubarões-lixia ainda são pescados e comercializados como “carne de cação”?

Já os tubarões-tigre possuem taxa de crescimento relativamente rápidas e grandes ninhadas (de 26 a 33 filhotes), porém sua reprodução trienal (de 3 em 3 anos) reduz sua capacidade de recuperar sua população da pressão da pesca (Ferreira; Simpfendorfer, 2019). Essa espécie é capturada pela pesca artesanal, recreativa, comercial, não regulamentada e por programas de controle de tubarões, o que a torna bastante suscetível à pressão pesqueira (Ferreira; Simpfendorfer, 2019). Por estes motivos, suspeita-se que essa espécie tenha diminuído cerca de 30% nas últimas três gerações (53-68 anos) e que continuará a reduzir ao longo das três gerações futuras (2018-2086), caso essa pressão pesqueira continue (Ferreira; Simpfendorfer, 2019).

Sabendo-se que *G. cuvier* atinge a maturidade sexual entre 210 a 350 cm (FISHBASE, 2024b) e analisando o gráfico da Figura 6, infere-se que a maioria dos indivíduos pescados eram juvenis e subadultos, ou seja, foram pescados antes mesmo de se reproduzirem, reduzindo ainda mais o seu crescimento populacional e sua capacidade de recuperar sua população da pressão da pesca. Essa espécie é considerada Quase Ameaçada pelos critérios A2bd+3d da lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção da IUCN (Ferreira; Simpfendorfer, 2019) e se essa pressão da pesca continuar sobre ela, poderá em breve chegar a ser ameaçada de extinção.

De 2004 a 2007, foram pescados e abatidos 108 tubarões no nordeste brasileiro, quantos embarcações já fizeram o mesmo ao longo de todos esses anos, de 2007 a 2025? Quantas populações de tubarões foram afetadas pela pesca não regulamentada e não fiscalizada?

## 6. CONCLUSÕES

A equação que determina a relação peso–comprimento de carcaças de tubarões-lixia (*Ginglymostoma cirratum*) capturados ao largo da costa do Nordeste brasileiro é:  $P = 5,461 \cdot 10^{-5} \cdot CC^{2,72}$ . Já para a relação comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal–comprimento interdorsal dessas carcaças, a equação determinada é:  $BP = -1,60 + 0,94 \cdot ID$ . Ainda, a relação comprimento da axila da peitoral ao espaço pré-caudal–comprimento interdorsal é:  $AP = -1,89 + 1,02 \cdot ID$ .

Com relação a carcaças de tubarões-tigre (*Galeocerdo cuvier*), também capturados ao largo da costa do Nordeste brasileiro, a equação determinada para a relação peso–comprimento é:  $P = 4,16 \cdot 10^{-5} \cdot CC^{2,78}$ . A equação que determina a relação do comprimento da quinta fenda branquial ao espaço pré-caudal–comprimento interdorsal dessa espécie é:  $BP = -0,70 + 0,98 \cdot ID$ . Por fim, a equação desenvolvida para a relação comprimento da axila da peitoral ao espaço pré-caudal–comprimento interdorsal é:  $AP = -0,82 + 1,02 \cdot ID$ .

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Z. da S.; NUNES, J. L. S.; PAZ, A. C. Elasmobrânquios no Maranhão: Biologia, Pesca e Ocorrência. *In*: SILVA, A. C.; BRINGEL, J. M. M. (Org.). **Projeto e ações em biologia e química**. São Luís: EDUEMA, 2006. p. 35-57.
- BOHNSACK, J. A.; HARPER, D. E. Length-weight relationships of selected marine reef fishes from the southeastern United States and the Caribbean. **NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-215**, 1988. 31 p.
- BRANSTETTER, S.; MUSICK, J. A.; COLVOCORESSES, J. A. A comparison of the age and growth of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, from off Virginia and from the Northwestern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, v. 85, n. 2, p. 269–279, 1987. Disponível em: <https://scholarworks.wm.edu/vimsarticles/621>.
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Portaria nº 121, de 24 de agosto de 1998**. Proíbe a prática de "finning" nas águas jurisdicionais brasileiras. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 ago. 1998.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Instrução Normativa MMA nº 12, de 30 de setembro de 2011**. Estabelece regras para a conservação e o manejo de tubarões e raias. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 out. 2011. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao\\_normativa/2011/in\\_mma\\_12\\_2011\\_tubaroos\\_raias.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2011/in_mma_12_2011_tubaroos_raias.pdf). Acesso em: 13 abr. 2025.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009**. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 jun. 2009.
- CARLSON, J. *et al.* *Ginglymostoma cirratum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021. 2021. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T144141186A3095153.en>. Acesso em: 19 jun. 2024.
- CASTRO, J. I. The biology of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, off the Florida east coast and the Bahama Islands. **Environmental Biology of Fishes**, v. 58, n. 1, p. 1–22, 2000.
- COLLOCA, F. *et al.* Using local ecological knowledge of fishers to reconstruct abundance trends of elasmobranch populations in the Strait of Sicily. **Frontiers in Marine Science**, v. 7, n. 1, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3389/fmars.2020.00508>. Acesso em: 15 mai. 2024.
- COMPAGNO, L. J. V. FAO Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the world: An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1 - Hexanchiformes to Lamniformes. **FAO Fisheries Synopsis**, v. 125, n. 4/1, p. 1–249, 1984.

DULVY, N. K. *et al.* Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. **Current Biology**, v. 31, n. 21, p. 4773–4787, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.08.062>.

EBERT, D. A.; FOWLER, S.; COMPAGNO, L. J. V. **Sharks of the World**. Wild Nature Press, 2013.

FERREIRA, L. C.; SIMPFENDORFER, C. *Galeocerdo cuvier*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2019**: e.T39378A2913541. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T39378A2913541.en>. Acesso em: 19 jun. 2024.

FISCHER, A. F. *et al.* Biological aspects of sharks caught off the coast of Pernambuco, Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 4, p. 1173–1181, 2009.

FROESE, R. Cube law, condition factor and weight–length relationships: History, meta-analysis and recommendations. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 22, n. 1, p. 241–253, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>.

FROESE, R.; THORSON, J. T.; REYES-JUNIOR, R. B. A Bayesian approach for estimating length–weight relationships in fishes. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 30, n. 1, p. 78–85, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jai.12299>.

FROESE, R.; TSIKLIRAS, A. C.; STERGIOU, K. I. Editorial note on weight–length relations of fishes. **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, v. 41, p. 261–263, 2011.

FISHBASE. ***Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788) – Nurse shark**. 2024a. Disponível em: <https://www.fishbase.se/summary/Ginglymostoma-cirratum.html>. Acesso em: 17 abr. 2024.

FISHBASE. ***Galeocerdo cuvier* (Péron & Lesueur, 1822) – Tiger shark**. 2024b. Disponível em: <https://www.fishbase.se/summary/Galeocerdo-cuvier.html>. Acesso em: 17 abr. 2024.

GALLAGHER, A. J.; WAGNER, D. N.; IRSCHICK, D. J.; HAMMERSCHLAG, N. Body condition predicts energy stores in apex predatory sharks. **Conservation Physiology**, v. 2, n. 1, cou022, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/conphys/cou022>.

GARLA, R. C.; GADIG, O. B. F.; GARRONE-NETO, D. Movement and activity patterns of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, in an oceanic marine protected area of the southwestern Atlantic. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, v. 96, n. 8, p. 1–8, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0025315416001028>.



HOLMES, B. J. et al. Age and growth of the tiger shark *Galeocerdo cuvier* off the east coast of Australia. **Journal of Fish Biology**, v. 87, n. 1, p. 422–448, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfb.12732>. Acesso em: 18 abr. 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção**. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-tubaroos>.

IVO, C. T. C.; FONTELES-FILHO, A. A. **Estatística pesqueira - Aplicação em Engenharia de Pesca**. v. 1. TOM Gráfica e Editora, 1997. 193 p.

JATMIKO, I.; NUGROHO, S. C. Biological and population parameters of tiger shark *Galeocerdo cuvier*, landed in Tanjung Luar, West Nusa Tenggara. **E3S Web of Conferences**, v. 147, 02010, The 3rd International Symposium on Marine and Fisheries Research (3rd ISMFR), 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014702010>.

KOHLER, N. E.; CASEY, J. G.; TURNER, P. A. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). **Length-length and length-weight relationships for 13 shark species from the Western North Atlantic**. NOAA Technical Memorandum NMFS-NE-110, 1996.

KOUTRAKIS, E. T.; TSIKLIRAS, A. C. Length–weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 19, n. 4, 2003.

LESSA, R. P. Biometria de tubarões costeiros aplicada ao controle de desembarques no norte do Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 40, n. 3, p. 892–897, 1988.

LELONO, T. D. et al. The biological aspect of four sharks (*Galeocerdo cuvier*, *Sphyrna lewini*, *Atelomycterus marmoratus*, *Carcharhinus melanopterus*) of land in Muncar Coastal Fishing Port Banyuwangi East Java. IOP Conference Series: **Earth and Environmental Science**, v. 718, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/718/1/012064>.

LOURENÇO, R. C. et al. Length-weight relationships for freshwater fish species from humid forest enclaves at the Brazilian semiarid. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 33, p. 1254–1257, 2017.

MA, Q.; JIAO, Y.; REN, Y. Linear mixed-effects models to describe length-weight relationships for yellow croaker (*Larimichthys Polyactis*) along the north coast of China. **PLOS ONE**, v. 12, n. 2, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171811>.

MEJÍA, D.; BRIONES-MENDOZA, J. Estimating the total and precaudal lengths of the main shark species from interdorsal measurements in the eastern-central Pacific Ocean. **Thalassas: An International Journal of Marine Sciences**, v. 40, n. 1, p.

885–896, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41208-024-00674-6>. Acesso em: 03 dez. 2024.

MEYER, C. G. et al. Growth and maximum size of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in Hawaii. **PLOS ONE**, v. 9, n. 1, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084799>.

MYERS, R. F. **Micronesian reef fishes**. 2. ed. Coral Graphics, 1991.

NATANSON, L. J. et al. **Morphometric conversions for 33 shark species from the western North Atlantic Ocean**. Marine Fisheries Review, v. 84(3-4), 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.7755/MFR.84.3-4.1>.

OLIVEIRA, C. D. L. et al. Demographic analysis reveals a population decline of the Longnose stingray *Hypanus guttatus* in Northeastern Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 41, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101554>.

PETRAKIS, G.; STERGIOU, K. I. Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. **Fisheries Research**, v. 21, n. 3–4, p. 465–469, 1995.

PLEIZIER, N. et al. Variation in whole-, landed-, and trimmed-carcass and fin-weight ratios for various sharks captured on demersal set-lines off eastern Australia. **Fisheries Research**, v. 167, p. 190–198, 2015.

SANTANDER-NETO, J.; FARIA, V. V. Sharks and rays caught by a small-scale fisheries in the western equatorial Atlantic. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 36, p. 830–833, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jai.14103>.

SANTANDER-NETO, J. et al. Population structure of nurse sharks, *Ginglymostoma cirratum* (Orectolobiformes), caught off Ceará State, Brazil, south-western Equatorial Atlantic. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 91, n. 6, p. 1193–1196, 2011.

SILVA, S. M. M. de C. e; VERANI, J. R.; IVO, C. T. C. Aparelhos e técnicas de pesca utilizados em pescarias artesanais de peixes, na costa do Estado do Ceará - Brasil. **Boletim Técnico Científico CEPENE**, v. 12, n. 1, p. 129–147, 2004.

TAGLIAFICO, A.; RANGEL, M. S.; RAGO, N. Length–length relationships of 16 Caribbean elasmobranchs. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 33, n. 5, p. 1040–1043, 2017.

UNITED STATES. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). **Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act. Public Law 94-265**, as amended through October 11, 1996. Disponível em: <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/document/magnuson-stevens-fishery-conservation-and-management-act>. Acesso em: 13 abr. 2025.

UNITED STATES. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). **Shark Conservation Act of 2010**. Public Law 111–348, Jan. 4, 2011. Disponível em: <https://www.congress.gov/111/plaws/publ348/PLAW-111publ348.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2025.

UNITED STATES. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). **Shark Management Overview**. NOAA Fisheries, 2023. Disponível em: <https://www.fisheries.noaa.gov/topic/sharks>. Acesso em: 13 abr. 2025.

WALKER, T. I. The state of research on chondrichthyan fishes. **Marine and Freshwater Research**, v. 58, n. 1, p. 1–3, 2007.

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

WOSNICK, N. et al. Does legislation affect elasmobranch conservation and research in Brazil? A case study from Paraná State. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 27, n. 1, 2019.

WYSIECKI, A. M.; BRACCINI, J. M. Shark length–length relationships: Studying morphology allows the detection of bias in routine fisheries sampling. **Regional Studies in Marine Science**, v. 16, p. 290–293, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2017.10.005>. Acesso em: 20 jun. 2024.

**APÊNDICE A – IMAGEM REPRESENTATIVA DE UM INDIVÍDUO DE  
TUBARÃO-LIXA (*Ginglymostoma cirratum*)**



Fonte: *Sea Life - London Aquarium*, 2024.

**APÊNDICE B – IMAGEM REPRESENTATIVA DE UM INDIVÍDUO DE  
TUBARÃO-TIGRE (*Galeocerdo cuvier*)**



Fonte: Shutterstock, 2024.

## ANEXO A – SURINAME

O documento abaixo é um capítulo de um livro “The global status of sharks, rays, and chimaeras”, que foi publicado pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) em 2024 (<https://portals.iucn.org/library/node/52102>). O capítulo é fruto de uma pesquisa conduzida em paralelo pela autora da presente dissertação, com a participação dos coautores listados abaixo.





# SURINAME

## Luana Holanda VANDERLEI

Marine Vertebrate Evolution and Conservation Lab (EvoVe), Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brazil

## Rianne Passos LOPES

Marine Vertebrate Evolution and Conservation Lab (EvoVe), Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brazil

## José Belquior GONÇALVES-NETO

Marine Vertebrate Evolution and Conservation Lab (EvoVe), Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brazil

## Vicente Vieira FARIA

Programa de Pós-Graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade (PPGSI), Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brazil; Marine Vertebrate Evolution and Conservation Lab (EvoVe), Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brazil

## INTRODUCTION

Located on the northeastern coast of South America, Suriname is bordered by the Atlantic Ocean to the north, Guyana to the west, French Guiana to the east, and Brazil to the south, and is divided into ten districts. Suriname contains an extensive forested area covering 93% of its territory, along with a vast Exclusive Economic Zone (EEZ) extending to 370 km (200 nautical miles, nm; Government of Suriname, 2019; Menke, 2016). The country has a coastline of 386 km, a continental shelf area of 54,550 km<sup>2</sup> and is primarily divided into two main geographic regions (Willems, 2016). The first of these is the northern coastal zone, where the majority of the country's population resides (86% of the total population), while the second is mainly characterised by tropical rainforest and sparsely populated savannah that stretches along the Brazilian border in the southern region (FAO, 2023; Government of Suriname, 2019; Menke, 2016).

Suriname gained its independence from the Netherlands in 1975, and is home to an estimated population of around 567,291 inhabitants (mid-year population estimate in 2015). With a population density of approximately 3.5 inhabitants per square kilometre, Suriname is recognised as a sparsely populated country, with the districts of Paramaribo and Wanica having the highest population densities.

Suriname is part of the large, highly productive marine ecosystem of the North Brazil Shelf, which extends along the northeastern coast of South America, from Brazil northward. It is significantly impacted by the discharge of freshwater from the Amazon River (Heileman, 2008). The local rivers deposit nutrients into the ocean, as well as the Amazon River, whose nutrients are carried northwest towards the Guianas by the North Brazil and Guiana Currents. This nutrient flow fosters plankton growth and other primary organic matter, creating a valuable resource for marine life that underpins the fishing industry of Suriname (Hankinson, 2019; Willems, 2016).

Currently, Suriname faces a range of threats to its biodiversity. Among the direct threats, mining stands out, an activity that has

historically played a crucial role in the national economy, along with challenges related to infrastructure, agriculture, logging, energy, and housing. Indirectly, the country is also threatened by the presence of invasive alien species, introduced through the importation of exotic animals and plants that may become pests, as well as by the overexploitation of fish populations, illegal trade, hunting and fishing, and the poaching of sea turtle eggs. Furthermore, the increased frequency of natural disasters and climate change have become threats to the country's biodiversity (Government of Suriname, 2019).

The marine area of Suriname can be subdivided into four zones: the Continental Inner Zone, the Continental Mid Zone, the Continental Outer Zone (these first three are part of the Continental Sea, a shallow region that was dry land during the glacial periods of the Ice Age), and the Deep Sea Blue-water Zone.

The Continental Inner Zone, also known as the Brown-water Zone, is characterised by waters around 30 m deep which are brown in colour due to the abundant amount of mud. Along the coast, there are extensive mud banks that move slowly to the west, along with sandbanks that also move or remain in fixed locations near the mouths of the main rivers (General Bureau of Statistics, 2020).

The Continental Mid Zone, also known as the Green-water Zone, follows on from the previous zone, with a water depth of between 30–60 m. In this region, it still contains mud, but to a lesser extent than in the previous zone. The greenish colour of the water is due to the abundant presence of algae, making it biologically very productive (General Bureau of Statistics, 2020).

The Continental Outer Zone, or Blue-water Zone, covers depths between 60–100 m. In this area, the water is clear, with no mud present, and has a bluish tone due to the limited quantity of algae, resulting in lower biological productivity than the previous zone (General Bureau of Statistics, 2020).

The Deep Sea Blue-water Zone is characterised by waters with a blue tone and greater depths compared to the previous zone. This region begins at the point where the continental slope starts, at a depth of approximately 100 meters, and extends several thousand meters below the surface of the sea (General Bureau of Statistics, 2020).

Apart from the subdivisions mentioned above, a unique habitat along the coast of Suriname is the one composed of coral reefs. These reefs are found at a depth of approximately 100 m, situated in the transition between the Continental Sea and the Deep Sea (General Bureau of Statistics, 2020).

The marine environment of Suriname was studied as part of a marine spatial planning project whose primary purpose was to identify areas of biological significance. To achieve this, data were obtained for different taxonomic groups, including pelagic cetaceans (except for estuarine/river dolphins, i.e., *Sotalia* spp.), sharks and rays, pelagic sea turtles (except for nesting turtles), and pelagic avifauna (except for coastal birds). The research was based on the premise that the kernel density maps (i.e., 50% contours) reflected the biological importance of each group in each pelagic sub-region (such as neritic waters, slope waters, the Demerara plateau, and oceanic waters) and also for marine megafauna as a whole. The resulting (preliminary) areas of biological importance for marine megafauna covered a total area of 26,231 km<sup>2</sup> (de Boer et al., 2022).

In the neritic waters sub-region, results showed that sharks and rays were more widespread and also covered the shallower

parts of these waters. In the slope water sub-region, there were only a few sightings of sharks and rays on the resulting maps. Few surveys have been carried out in shelf break waters and more research efforts are needed for this zone; a relatively small area (2,391 km<sup>2</sup>) of biological importance has been identified here (de Boer et al., 2022). In the Demerara Plateau sub-region, which covers approximately 4,608 km<sup>2</sup>, there were only a few records of sharks and rays, but none in oceanic waters. No data were recorded for the coastal zone, which already has nature reserves and multiple-use management areas (de Boer et al., 2022).

Suriname is also privileged by having freshwater stingrays as part of its native fauna. In terms of continental area, Suriname is the smallest sovereign state in South America (165,000 km<sup>2</sup>); still, its freshwater fish fauna is rich and related to the diverse fish fauna of the Amazon River (Mol, 2012). The country's main river systems are Marowijne (Maroni), Commewijne, Suriname, Saramacca, Coppename, Nickerie, and Corantijn (Corentyne; Amatali, 1993 cited in Mol, 2012). The Corantijn River drainage

includes habitat for, and is within, the distribution range of Suriname Freshwater Stingray (*Potamotrygon boesemani*; Mol, 2012). The Marowijne (Maroni) River drainage and Oyapock River drainage include the habitat for, and are within, the distribution range of the French Guiana Freshwater Stingray (*Potamotrygon marinae*; Mol, 2012). Therefore, these river basins may be considered important for shark and ray conservation.

The fishing sector is the largest component of the agricultural sector in Suriname, with more than 35% of the value of production and an export figure of between 35–40% of total exports. In 2017, aquaculture and fishing employed around 4,876 people, while in 2023 more than 5,000 people worked in the sector (FAO, 2023).

## FISHERIES

### Fleets

The fishing vessels operating in Suriname's waters are diverse in terms of species and fishing gear, including trawlers, snapper boats, pelagic longliners, open or decked wooden boats, and canoes. Globally, the sector is divided into deepwater, coastal, brackish water, and freshwater fishing. Besides that, fishing in Suriname can be categorised into artisanal and industrial sectors. Industrial fishing is carried out with shrimp trawlers, large pelagic longliners, bonelish trawlers, and snapper and mackerel handlines (McConney, et al., 2017; LVV, 2021; FAO, 2023).

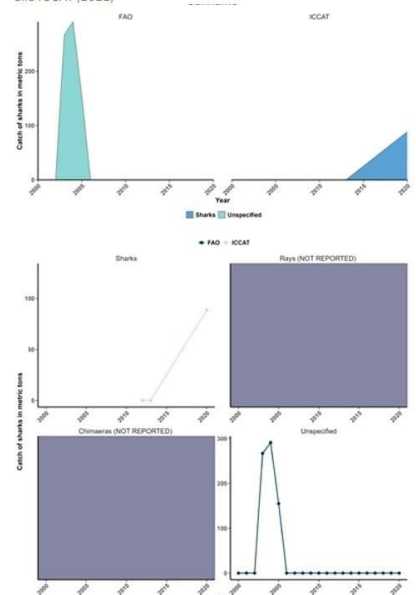
On the other hand, the artisanal fishing sector is divided into Suriname Coastal Fisheries (SK) and Inland Fisheries (BV). SK driftnet fishing is carried out with two types of vessels: wooden boats with decks called 'closed-type Guyanese boats' or inboards, which are usually 15 m long and remain at sea for two to three weeks (or up to a month in exceptional cases); and the so-called open wooden vessels ('open type Guyanese vessels' or 'cabin cruiser') are between 12–14 m long and can stay at sea for around two weeks. SK vessels are not authorised to fish in estuaries. In estuaries, BV-licensed fishers fish with lines and gillnets in canoe-type boats, such as flat-bottomed and round-bottomed boats. In addition, traps are used to catch fish, sea bass, shrimp, and white shrimp (McConney et al., 2017; LVV, 2021; FAO, 2023).

In 2016, the total number of vessels reported was 1,502; while in 2020, a total of 1,056 fishing fleet licenses were registered in Suriname. Of this total, 126 were from the industrial fleets, including 15 for shrimp trawlers, 26 for Atlantic Seabob (*Xiphopenaeus kroyeri*; small-sized white shrimp) trawlers, 45 for fishing trawlers, and 40 for tuna lines (large pelagic). Of these 1,056 licenses, 454 were registered for the coastal fleet, including 74 for Guyanese boats with decks (internal), 324 for Guyanese open boats (fitted with an outboard motor), four for SK Line, nine for SK Njawari, 42 for SK Bangamary, and one for SK Coronie. The remaining 476 licenses were issued for the inland and estuarine fleet, comprising 255 Chinese seines (BV; funnel net), eight spinners (BV; line), 54 drift gillnets (BV), 66 sports (BV), ten fixed gillnets (BV) (Spanner), 23 trawls (BV), 11 river seines (BV; sea net), and 49 lagoon gillnets (LVV, 2021; FAO, 2023).

### Gear

Fishing in the industrial sector in Suriname includes trawling for shrimp (including deepwater, large, and sea shrimps), trawling for fish, line fishing (by hand) for snapper (Lutjanidae) and mackerel (Scombridae), and line fishing for large pelagics. Fishing in the

Suriname's total catch of shark, ray, chimaera, and unspecified species reported to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the International Commission on the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT) from 2000–2020 in metric tonnes (mt) | Source: FAO (2022) and ICCAT (2022)





artisanal sector, or popular fishing, includes, among other gear, the use of driftnets, sea nets, fyke nets, set nets, gillnets, trawls, line fishing, pin seiners and bottom longliners (LVV, 2021; FAO, 2023).

Fishing methods carried out in estuaries and along mud banks near the coast include Schutbank (Njawarie) and Bangamary fishing. Both share the characteristic of using nets with relatively small meshes for their operations (LVV, 2021).

## PRODUCTION

### Overall landings

Suriname's capital, Paramaribo, is the main landing point in the country. All fish processing plants are also located here. Landing points are also located in the country's four estuaries, which run from west to east: the Corantijn-Nickerie estuary, the Coppename-Saramacca estuary, the Suriname-Commewijne estuary and the Marowijne estuary. The main inland landing sites are along rivers and in estuaries (FAO, 2023).

Important landing sites for artisanal fishing boats are on the rivers: Suriname, Nickerie, Coppename (Boskamp) in the Saramacca district, and Marowijne (Galibi) in the Marowijne district. The artisanal fishing communities transport their catches to various landing points, such as Paramaribo North (Lijn 4, the Waldring, or Clevia boat landing) or the Central Market. A significant concentration of artisanal fishers are located in Boskamp, in the district of Saramacca. These fishers take their catch to the area known as Boskamp's 'small bridge'. Individual fishers in Tonness (Coronie district) take their catch to the Tonness canal. In Nieuw Nickerie, fishers land their catch in the Zeedijk or Turtleback area, as these places are used as landing points for artisanal fishers (FAO, 2023).

Large-scale fishing vessels are predominantly (in number and percentage) owned by fish processing companies, which unload their catch for their own processing at the central fish landing port known as Centrale Visaanvoer Haven Suriname (CEVIHAS) or at their private landing sites. All of these sites are located on the Suriname River or in the vicinity of Paramaribo. The landings used for trawling operations in Paramaribo include Bethesda and CEVIHAS, while in the Para district, the boat landings are Domburg and Paraman (FAO, 2023).

Atlantic Seabob catches have shown a slight downward trend since 2000 and have fluctuated between 5,500–9,000 metric tonnes (mt) since 2008. In the fisheries sector, the artisanal fleet plays a crucial role. Three-quarters of fishing production comes from the artisanal fleet, although there has been notable development in other fisheries. Tuna catches, for example, began to be recorded in 2012, reaching 4,700 mt in 2015, but declining to 3,400 mt in 2016 and 2017 (McConney et al., 2017; General Bureau of Statistics, 2020; LVV, 2021; FAO, 2023).

In 2015, total production from capture fisheries reached around 44,500 mt, involving approximately 950 vessels, with Atlantic Seabob accounting for approximately 6,300 mt. Until 2015, landings by the trawler fleet accounted for around 30% of total fish landings, showing an increasing trend (McConnet et al., 2017; General Bureau of Statistics, 2020; LVV, 2021).

Fish landings increased sharply from 8,871 to 39,993 mt between 2008–2017 (with the production of capture fisheries being around 47,000 mt in 2017). Also in 2017, 8,587 mt of shrimp were landed, of which Atlantic Seabob, accounted for around 7,650 mt. However, they fell significantly in 2018–2019 to 6,760 mt of shrimp catches and 23,777 mt of fish. This sharp

drop is attributed to a reduction in recorded landings from artisanal fishing. Part of this decrease may be the result of under-reporting or the landing of fish from artisanal fisheries outside the registered areas in Suriname. Practically all fish and shrimp from the industrial fleet are offloaded at landing sites on the Suriname River, near or inside Paramaribo. Fishing in the country's inland waters is relatively less significant, with only around 800 mt recorded annually. The catch statistics do not identify inland species (General Bureau of Statistics, 2020; LVV, 2021; FAO, 2023).

### Species-specific

Trawling in this country includes fleets from other countries, mainly Japan and the Republic of Korea. Fishing is mainly aimed at catching Southern Brown Shrimp (*Penaeus subtilis*) and Red Spotted Shrimp (*P. brasiliensis*; Charlier et al., 2000). The main shark and ray species caught by trawling are Smooth Butterfly Ray (*Gymnura micrura*) and Longnose Stingray (*Hypanus guttatus*), while Smalleyed Round Ray (*Urotrygon microphthalmum*), Wingfin Stingray (*Fontitrygon geijskesii*), and American Cownose Ray (*Rhinoptera bonasus*) are less abundant (Willems & Hostens, 2013; Willems et al., 2016). It is estimated that around 17,562 sharks and 34,473 rays were caught in Suriname based on fishery reconstructions between 1950–2016 (Talwar et al., 2022). Blue Shark (*Prionace glauca*) is a target species for commercial fishing towards large pelagics (General Bureau of Statistics, 2020). Although there are no official statistics on population status, species such as Daggenose Shark (*Isogomphodon oxyrinchus*) are believed to be declining in areas they are known to occur, including Suriname (Lessa et al., 2016). Statistical models indicate the distribution of Smalltail Shark (*Carcharhinus porosus*) in Suriname as the habitat with the best conditions for the species across its range (Feitosa et al., 2020).

Furthermore, in 2017, at a meeting bringing together members of the Western Central Atlantic Fisheries Commission (WECAFC)/Organization of the Fisheries and Aquaculture Sector of the Central American Isthmus (OSPESCA)/Caribbean Regional Fisheries Mechanism (CRFM)/Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES)/Caribbean Fishery Management Council (CFMC) for a working group on shark conservation and management, Suriname reported catches of 337 mt in 2014 and 195 mt in 2015 of Blue Shark, and 46 mt in 2014 of Blacktip Shark (*Carcharhinus limbatus*). Bycatch of rays has also been recorded in estuarine fisheries using shrimp trawls, nets, fyke nets, drift nets and purse seines. On the other hand, large-scale pelagic longline fishing has recorded bycatch of sharks, including Blue Shark and Blacktip Shark (WECAFC/COPACO, 2018).

## TRADE

### Processing

Dried shark fins as well as dried shark meat for sale has been recorded (Hankinson, 2019). In fact, shark fins are commonly sold (WECAFC/COPACO, 2018). The trade of shark liver oil has also been recorded, although is considered rare (WECAFC/COPACO, 2018). Differing from its marine counterpart, freshwater stingrays (Potamotrygonidae) are mostly traded live for aquarium purposes (mostly captured in the wild; Ross & Schäfer, 2000 cited in Mol, 2012).

### Domestic

Dried shark fins and salted shark meat from artisanal and coastal fisheries captures are consumed and traded domestically (Hankinson, 2019).

### Export

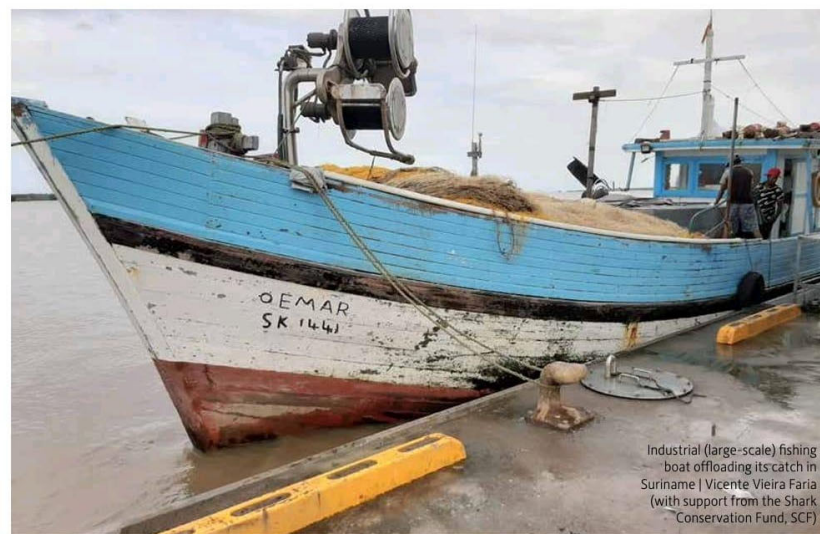
Suriname's fisheries sector is focused on exports, targeting markets with high food standards. The contribution of the fishing sector to the country's economy is ensuring an adequate supply of animal protein for the local population (estimated per capita consumption amounted to 17.7 kg in 2013, representing approximately 16% of animal protein intake); generating jobs (approximately 3,800 in the primary sector and 2,300 in the secondary sector); contributing positively to the balance of payments through the export of fish and shrimp products; representing 2.2% of the national gross domestic product (GDP); and increasing national revenues through fees and income taxes (McConney et al., 2017; FAO, 2023).

Fish exports play a significant role in Suriname's economy, accounting for 2.7% of the GDP in 2019. In 2014, seafood exports were estimated at USD 87.1 million, while imports totalled USD 4.4 million. In 2017, exports of fish and fish products were valued at approximately USD 107 million, while imports totalled around USD 5.7 million. From 2015–2019, there was a 6.1% increase in fish exports. In 2019, the total value of fish, shellfish, and mollusc exports reached SRD 282,376,000 (~USD 8.1 million; McConney et al., 2017; General Bureau of Statistics, 2020; FAO, 2023).

To guarantee total quality in the production process, the Fisheries Sector Quality Manager is trained in collaboration with

NATIN (NAT Technical Institute). Frozen marine fish and frozen shrimp are the main export items, and the main import item is canned sardines, which are important for the country's food security (FAO, 2023; LVV, 2023).

Although some fish is destined for the local market, such as supermarkets or fairs, the majority is sold to export-oriented processing companies. In the Paramaribo and Commewijne regions, where most fish landing takes place, five intermediaries play a central role in buying for export. Most of the fish is destined for the Caribbean, Europe, and Asia. Retail buyers mostly consist of stores or restaurants specializing in Afro-Caribbean/Surinamese cuisine. The fish bladder, known locally as glue, from Green Weakfish (*Cynoscion virescens*; locally known as *Kandratiki*), Acoupa Weakfish (*Cynoscion acoupa*, locally known as *Bang-bang*), and Gillbacker Sea Catfish (*Sciades parkeri*; locally known as *Jarabakka*), follows a separate supply chain and is purchased directly at the landing docks by other buyers. This bladder is exported to Hong Kong Special Administrative Region (SAR) and is mainly purchased by a South Korean company. Some fishers mentioned that the bladder of the Coco Sea Catfish (*Bagre bagre*, locally called *barbaman*), can also be traded, although it generates less revenue. Based on a receipt from a boat owner, the price of Acoupa Weakfish is SRD 35 (~USD 4.72) per kg, while that of Green Weakfish is SRD 18.5 (~USD 2.49) per kg. The bladder of Acoupa Weakfish sells for USD 180 per kg, and that of the Green Weakfish for USD 60 per kg. The sale of fish from this artisanal fleet does not involve formal contracts between the buyers and the boat owners (Hankinson, 2019).



Industrial (large-scale) fishing boat offloading its catch in Suriname | Vicente Vieira Faria (with support from the Shark Conservation Fund, SCF)



## CULTURAL SIGNIFICANCE

Suriname is home to freshwater stingrays (Potamotrygonidae). These stingrays are commonly responsible for human injuries in the neotropical region. These injuries are caused when the rays sting, most commonly, legs and arms as part of a defensive response (Mol, 2012). The wound caused by these stingrays is described as having a traumatic (puncture) component and a toxic (through the action of primarily pain-inducing venoms) component. Pain caused by stings is immediate and intense, especially if accompanied by envenomation (envenomation may not occur in some cases, due, for example, to previous rupture of a sheath that protects the venom) and that medical treatment may take weeks or months. Given this, freshwater stingrays are perceived as 'maligned' and are feared (Mol, 2012).

Another example of the shark and ray cultural importance in Suriname is the name of a river that refers to stingrays: the word *sipaliwini* from Sipaliwini River in the Upper Corantijn River system means 'water/river of stingrays' in the Carib language (Mol, 2012). Cultural values may provide information on the abundance of an organism (McDavitt, 2014). This concept precisely applies to this river name example.

## RESEARCH

Suriname has a relatively limited scientific research infrastructure, and much of the research involving sharks, rays, and chimaeras is carried out jointly with other countries, including catches, composition and population aspects of these animals in the Caribbean Sea/Western Central Atlantic (e.g., Arocha et al., 2005; Talwar et al., 2022). A few studies focused on heavy metal contamination revealed high levels of mercury for the following shark species: Blacknose Shark (*Carcharhinus acronotus*), Blacktip Shark, Dusky Smoothhound (*Mustelus canis*), and Smalleye Smoothhound (*Mustelus higman*), the latter being the species with the highest levels of contamination (Mol et al., 2001; Liesbeth et al., 2013). In terms of diversity, the Suriname coast seems to be a priority area in terms of genetic diversity for shark species since, overall, they were highly phylogenetically skewed when compared to other areas of the world (Chen & Kishino, 2015).

## MANAGEMENT

### Governance framework

The Fisheries Department of the Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries (LIV) is the overarching government entity in charge of implementing government fisheries policies and overseeing compliance with legal regulations related to fisheries. In 2007, the LIV Ministry established the Fish Inspection Institute (VKI), which is the competent authority in charge of inspecting the quality of fish products and ensuring that the fish caught comply with the food safety standards established by the Fish Inspection Act of 2000. Its main duties include setting quality standards for all fishery products, carrying out inspections and hygiene control on fishing vessels, factories, landing sites, and commercial aquaculture farms, and supervising the entire production chain of fishery products, covering packaging, labelling, storage, and transportation. The VKI is the competent authority for exports of fish products destined for the European Union (EU; FAO, 2023).

Concerning the country's legal framework, the Fisheries Decree of 1980 (S.B. 1980 N. 144), amended by Act S.B. 2001 N. 120, grants the government authority to establish regulations aimed at protecting marine fish stocks and defines the fishing zone as Suriname's territorial waters, encompassing the EEZ. According to the law of April 14, 1978, Surinamese citizens and foreigners are prohibited from fishing in the fishing zone without a valid fishing license, including the licensing and registration of all fishing vessels. A reformulation of this fishing decree was underway in 2023 (FAO, 2023).

The Territorial Sea and Continuous Economic Zone Law of 1978 (S.B. 1978 N. 26) defines the extent of Suriname's territorial sea as a radius of 12 nm from the nearest low-water mark along the coast. In addition, it establishes an EEZ, extending a maximum of 200 NM from the coast. This legislation also ensures Suriname's sovereign rights for the exploration, exploitation, conservation, and management of living and non-living resources within these zones (FAO, 2023).

The Fish Protection Act of 1961 (G.B. 1961 N. 44), amended by S.B. 1981 N. 66, prohibits the catching or disturbing of fish in Suriname's territorial waters, except during established fishing seasons. In addition, the Fisheries Act of April 7, 2017, regulates the Maritime Zones of the Republic of Suriname, introducing modifications to the Offshore Fisheries Act of 1980 and the Mining Decree (Maritime Zones Act; FAO, 2023).

As far as the regional and international legal framework is concerned, Suriname is a signatory to the 1982 United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). However, the country has not ratified the 1993 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Compliance Agreement, the 1995 UN Fish Stocks Agreement and the 2009 FAO Port State Measures Agreement. Suriname is a member of WECAFC, the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), CRFM, the International Whaling Commission (IWC), and the Commission for Inland Fisheries and Aquaculture in Latin America and the Caribbean (COPESCAL; FAO, 2023).

### Policy

As established by regulation, the Deep-Sea Zone and Shallow Zone for fishing are also associated with the permitted fishing methods. In the Shallow Sea Zone, for example, trawling is strictly prohibited. Fishing for marine shrimp is authorized at depths ranging from 10 fathoms (18.3 m) to 15 fathoms (27.4 m) to the limit of Surinamese waters. Commercial fishers, excluding those targeting Atlantic Seabob, are allowed to fish at a depth from 15 fathoms (27.4 m) to the limit of Surinamese waters. Deepwater shrimp trawlers are licensed to fish in depths from 45 fathoms (82.3 m) to the limit of Surinamese waters. Fishing for tuna and similar species is permitted from a depth of 28 fathoms (51.2 m) to the limit of Surinamese waters (FAO, 2023).

The Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS or Bonn Convention) was established in Bonn on June 23, 1979, and aims to comprehensively protect migratory species in their habitats. Key countries for the preservation of sharks in the Caribbean, such as Venezuela, Guyana, Colombia and Suriname, have chosen not to sign this treaty. The CMS lists only a few shark species in Appendices I and II. Appendix I includes species at risk of extinction, while Appendix II includes those that benefit from international cooperation (van Overzee et al., 2012).

In the government's Fisheries Management Plan for the period 2014–2018, it was planned that the authorities would reduce the



Vessel operating in the Suriname seabob shrimp fishery | MSC | Nathalie Steins | flickr.com (CC BY 2.0)

number of fishing licenses for various operations (artisanal and industrial). During the consultations carried out in this period, it was agreed that the SK fleet was excessively large and that the Bangamary and Njawarie fisheries were significantly damaging fish stocks. Despite this, in 2018, the government issued 15 additional licenses for fishing in Njawarie (Hankinson, 2019). As of 2023, 35 licenses for demersal fishing with bottom trawlers were reported (with 23 granted in 2012), although the plan highlighted the intention to prevent the growth of the fish trawling fleet.

### Enforcement and monitoring

Fish production has shown an upward trend since the 2000s. However, more than 70% of this production is categorized as 'unspecified marine fish'. Shrimp, especially Atlantic Seabob, stand out as the main product, averaging approximately 7,600 mt per year. In 2011, the Marine Stewardship Council (MSC) granted certification to this resource, with the initiative for certification coming from Europe's largest shrimp processor. In response to this certification, Suriname's fishers and government collaborated with conservation organisations, establishing a working group to oversee fishing practices. Measures were implemented to reduce bycatch, including a device that allows small and young fish to escape the net, while larger fish, rays and sea turtles can exit through a hatch. Atlantic Seabob fishing now mandatorily requires the presence of two escape panels, as stipulated by the license (FAO, 2023).

Suriname faces challenges when it comes to monitoring and control, which means that the government takes relatively simple management measures. Some protected areas prohibit

fishing, and all fishing units are subject to mandatory licensing. Limiting fishing efforts can be achieved by restricting the number of licenses issued. In contrast to BV licenses, fishers holding SK licenses face a limit on the number issued, determined by the Department of Fisheries (FAO, 2023).

Suriname's Fisheries Management Plan for the period 2014–2018 establishes the general policy, with the main goal of protecting the biological diversity of the country's fisheries resources and promoting the sustainable exploitation of these resources. Specific objectives derived from this main goal include controlling the capacity of the fishing fleet, reducing undesirable bycatch (mainly of protected species), improving the use of new fishing methods, strengthening control and monitoring measures, improving quality control concerning the export of fisheries products, improving fisheries data to support management decisions, and strengthening the resilience of stakeholders in the fisheries sector (FAO, 2023).

This plan establishes a comprehensive fisheries policy, including specific measures related to the registration of fishing vessels, licensing, Vessel Monitoring System (VMS), the obligation to land fish in Suriname, fishing areas and protected areas, and the installation of Turtle Excluder Devices (TEDs). In addition, the document defines policy measures for specific fisheries, such as fishing for large pelagics (regulated by ICCAT for tuna), the protection of sharks, line fishing for snapper and mackerel, bottom trawling for shrimp (with grid tests), bottom trawling for Atlantic Seabobs (regulation of authorisations), fishing for demersal species (regulation of authorisations), driftnet fishing for specific species (with the introduction of restrictions), and fishing in inland waters (with exclusive authorization for small vessels). The plan



also devotes a chapter to the decision-making process and the participation of stakeholders, such as category associations, to improve the organisation of fishers. Other topics covered include improvements in Monitoring, Surveillance and Control, regional cooperation and fisheries research (FAO, 2023).

The only management measure applied to inland fishing is the exclusive use of small boats. Fishers with an inland fishing license (BV) are allowed to fish in streams and rivers, extending to the mouth of the river. As the legal definition of 'river mouth' has not been established, these fishers also enter the shallow parts of the coastal zone. In some fishing techniques, such as *Jagi-Jagi* (static nets), the fishers remain at the mouth of the river due to their dependence on the tides. However, when using longlines or drift nets, the fishers explore the fertile mudflats or venture even deeper into the sea, reaching a depth of between approximately 7–11 meters (FAO, 2023).

In addition, the United Nations Development Program (UNDP) in partnership with the Global Environment Fund (GEF) is running several national projects in Suriname as part of the Caribbean Large Marine Ecosystems (CLME+) project (FAO, 2023).

#### Community involvement

In a 2019 survey of the fishing community mainly in Paramaribo, most fishers said they kept a record of the target species on board. They count the fish at sea when placing them in the ice box and weigh the fish during landing for sale. Generally, this practice is for the captain's personal use, allowing them to check the quantity of fish caught in each area. One boat owner explained that his crew counts the main species, such as *Acoupa Weakfish* and *Green Weakfish*, while giving a rough indication of the quantity of other species, such as 'a quarter of the ice box'. This approach makes it possible to check whether the captain's estimate of the quantity of a particular fish corresponds to the actual weight (Hankinson, 2019). In this way, they help government data collectors gather catch data at the landing docks. This is 'raw data' by species, which unfortunately is not analysed. An official from the Department of Fisheries stated that these statistics are a true reflection of reality.

Additionally, most fishers reported that they had never been invited to any meeting of any fisher cooperative, the Department of Fisheries, or any other organisation. A few reported that they were invited to a meeting organised by the government on fishing and shark legislation, but that took place around 2009 and they were not systematically invited to any more meetings. In general, fishers who work at sea do not feel represented by anyone, be it a union, cooperation, association, or minister. All the fishers interviewed reported that they are not involved in decision-making about fishing. One of them said that the decisions of organised meetings on fishing are not shared with them and that the laws are very fickle. Lastly, two of them said that involvement in decision-making is more geared toward boat owners, who are more experienced in this area (Hankinson, 2019).

On the other hand, members of the fishing cooperative (license holders, boat owners, fish buyers, and fish processors) report that fishers are invited through boat owners, who can invite the captains and the captains can invite the fishers, and the cooperative's meetings are publicised through social media and posters printed and hung on the landing docks. Some members of the cooperative reported that fishers are free to participate but are often not interested because they are busy with other tasks. However, some boat owners reported that they do not invite the fishers to participate in these meetings, and the announcements

and meetings are in Dutch or Surinam (most fishers are only fluent in English), and the fishing community spends days or weeks at sea, missing out on the opportunity to participate in many meetings. Furthermore, in Nickerie, the corporation's board member said that the boat owners themselves are not always interested in attending meetings (Hankinson, 2019).

There are participatory mapping sessions that use fisher's input to record where certain types of fishing operate. However, one person who organises these sessions reported that not all fishers see the need to participate, because they have the feeling that nothing will change, and some are initially hesitant to take part because they are afraid of being harmed by the police and other authorities. In addition, some fishers say that they do not know when these sessions take place, but that it should be properly announced (Hankinson, 2019).

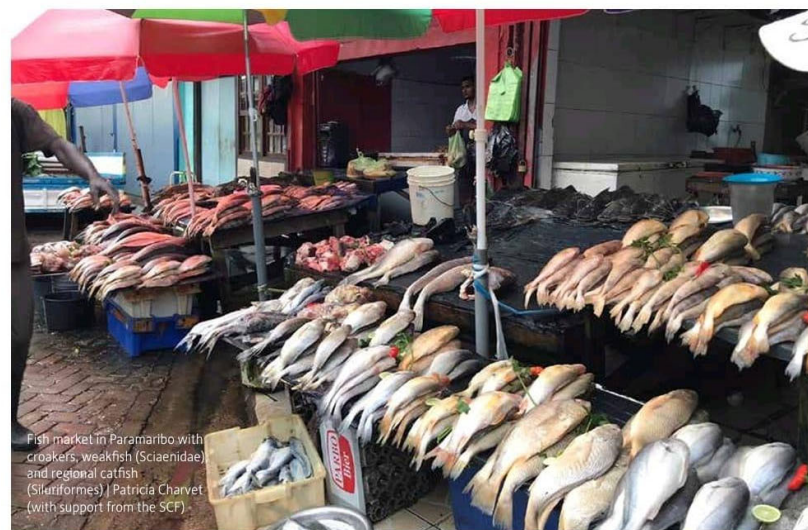
#### Gaps

Perhaps among the major limitations for enforcement and monitoring are outdated fisheries legislations and limited resources in terms of staff and budget within the Fisheries Department, despite the relative importance of the sector. Management is underdeveloped, and most of marine and inland fish catches are classified as 'unspecified', which makes sustainability and proper management of the resources difficult, if not impossible. Government policy is restricted, with an emphasis on a limited number of licenses, without a comprehensive approach to the main management issues. In addition, the lack of educational programs aimed at fishers further exacerbates this scenario (FAO, 2023). Foreign pressure for permission to perform large scale fisheries in coastal waters is also a threat (Faria, unpublished data).

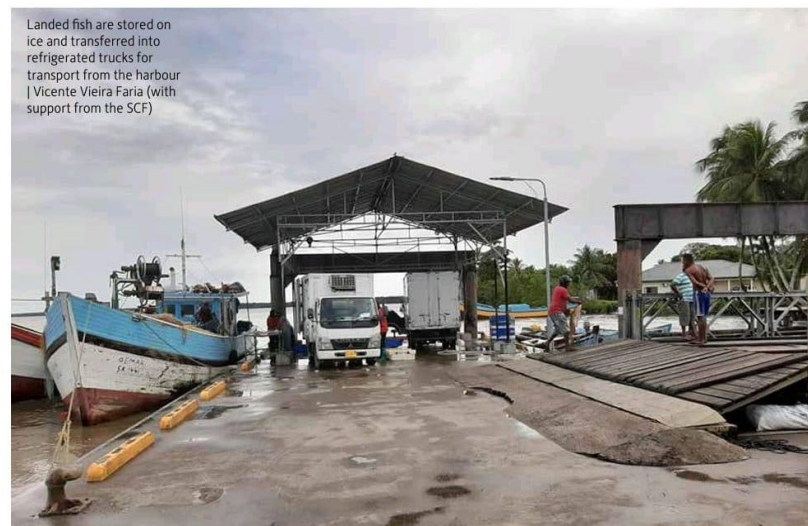
Suriname currently does not have protective laws banning any kind of fisheries that may impact shark and ray populations. The country does not ban shark finning (i.e., shark captures for the sole purpose of collecting fins). There is no regulation or law to protect any specific shark or ray species. Suriname does not have a National Plan of Action (NPOA) focused on sharks and rays. The country does not participate in the Maritime (or Marine) Spatial Planning. It has no role in CMS or the Memorandum of Understanding – Sharks (CMS MOU – Sharks; Tawlar et al., 2022).

## RECOMMENDATIONS

Based on the IUCN Red List of Threatened Species, in 2023, 75 shark, ray, and chimaera species that occur in Suriname have already been evaluated for their extinction risk. Among these, 22 have a relatively restricted distribution range (i.e., they occur in less than 15 countries). Almost half of these (ten species; 45%) are currently threatened, namely: Brazilian Cownose Ray (*Rhinoptera brasiliensis*; Vulnerable - VU), Smalleye Smoothhound (Endangered - EN), Smalleye Hammerhead (*Sphyrna tudes*; Critically Endangered - CR), Bullnose Eagle Ray (*Myliobatis freminvillei*; VU), Smalltail Shark (CR), Brazilian Sharpnose Shark (*Rhizoprionodon landii*; VU), Daggenose Shark (CR), Smalleye Round Ray (CR), Painted Dwarf Numbfish (*Diplabatis picta*; VU), and Wingfin Stingray (CR). This further reinforces the risk that those range-restricted species face in the region and how urgent their management and conservation are. Still, other species with wider ranges that also occur in Suriname, for example Largetooth Sawfish (*Pristis pristis*; Mol, 2012; Faria



Fish market in Paramaribo with croakers, weakfish (*Sciaenidae*) and regional catfish (*Siluriformes*) | Patricia Charvet (with support from the SCF)



Landed fish are stored on ice and transferred into refrigerated trucks for transport from the harbour | Vicente Vieira Faria (with support from the SCF)



et al., 2013) and Smalltooth Sawfish (*Pristis pectinata*; Faria et al., 2013), are also threatened (both as CR) and also require immediate attention so further local declines may be reversed and extirpation may be avoided.

### Policy

It is recommended that a National Plan of Action for the Conservation of Sharks in Suriname be developed and implemented. This may help identify gaps and priorities towards fisheries monitoring, which in turn may provide information on sharks, rays, and chimaeras caught by the fishing fleet operating in the country. This can be considered an essential step towards management and to minimize any risk of local population depletion or extinction. Obtaining such data for small-scale fisheries as well as working in collaboration with other countries in the region may be particularly important (Tawlar et al., 2022).

### Science/knowledge/research

Suriname is in the Western Central Atlantic. This region is a hotspot of shark, ray and chimaera biodiversity and abundance that has been historically impacted by fisheries and lack of enough data to permit efficient management and conservation (Tawlar et al., 2022). Accordingly, priority research topics include life-history, distribution, abundance, and fishery interactions for all threatened species and those with restricted distribution range.

### Management/governance/conservation

The relevance and responsibility of Suriname to shark and ray conservation has recently been shown by analyses conducted by Talwar et al. (2022) for the entire Western Central Atlantic. For each country in the region, the Conservation Responsibility (CoR), Chondrichthyan Management Responsibility (CMR), and Management Engagement (ME) was determined. Suriname had significant CMR and relatively high CoR, however, unfortunately, its ME was relatively low. Therefore, among all countries, Suriname, with Jamaica, stood out as the two countries that mostly need to improve the management of their shark and rays. In addition, with Colombia, Venezuela, Guyana, French Guiana and Brazil, Suriname is responsible for the conservation of the highest number of endemic and irreplaceable species in this region and monitoring and management of these species are recommended.

## REFERENCES

- Arocha, F., Tavares, R., Silva J., & Marciano, L.A. (2005). Blue Shark (*Prionace glauca*) length composition from the Venezuelan longline fleet in the Northwestern Atlantic: period 1994-2003. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 58(3), 942–950. [https://www.iccat.int/Documents/CVSP/ICV058\\_2005/n\\_3/ICV058030942.pdf](https://www.iccat.int/Documents/CVSP/ICV058_2005/n_3/ICV058030942.pdf)
- De Boer, M.N., Pool, M.S. & Simons, D. (2022). *Marine megafauna off Suriname – An integrated approach for knowledge and conservation using research and other sources* [Presentation]. The Important Mammal (IMMA) Workshop for the South West Atlantic Ocean, Praia do Forte, Brazil.
- Charlier, P., Uspol, M., Babb-Echteld, Y. & Booth, A. (2000). Shrimp and finfish fisheries in Suriname. In *Report of the third workshop on the Assessment of Shrimp and Groundfish Fisheries on the Brazil-Guianas Shelf*. FAO Fisheries Report. No. 628. Belém, Brazil: FAO. <https://www.fao.org/4/x9136e/x9136e10.pdf>
- Chen, H. & Kishino, H. (2015). Global pattern of phylogenetic species composition of shark and its conservation priority. *Ecology and*

- Evolution*, 5(19), 4455–4465. <https://doi.org/10.1002/eece3.1724>
- FAO. (2023). Fishery and aquaculture country profiles: Suriname. Country Profile Fact Sheets. In *Fisheries and Aquaculture Division*. Rome, Italy: FAO. Updated Jul 15, 2019. Retrieved November 18, 2023 from <https://www.fao.org/fishery/en/facp/sur?lang=en>.
- Faria, V.V., McDavitt, M.T., Charvet, P., Wiley, T.R., Simpfendorfer, C.A., & Naylor, G.J.P. (2013) Species delineation and global population structure of Critically Endangered sawfishes (Pristidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 167(1), 136–164. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2012.00872.x>
- Felton, L.M., Martins, L.P., de Souza Jr., L.A., & Lessa, R.P. (2020). Potential distribution and population trends of the smalltail shark *Carcharhinus porosus* inferred from species distribution models and historical catch data. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 30(5), 882–891. <https://doi.org/10.1002/aqc.3293>
- General Bureau of Statistics. (2020). *9th Environment Statistics Publication*. Paramaribo, Suriname: CBD. <https://statistics-suriname.org/wp-content/uploads/2021/03/Final-9th-environment-pub-2020.pdf>
- Government of Suriname. (2019). *The Sixth National Report to the United Nations Convention on Biological Diversity*. Paramaribo, Suriname: CBD. <https://docplayer.net/140653309-Republic-of-suriname.html>
- Hankinson, S.F. (2019). *Using fishers' knowledge for sustainable management in the artisanal gillnet fishery in Suriname* [Master's Thesis in Sustainable Development, Utrecht University]. <https://studenttheses.uu.nl/handle/20.500.12932/34245>
- Heileman S. (2008). North Brazil Shelf LME. In K. Sherman & G. Hempel (eds.) *The UNEP large marine ecosystems report: A perspective on changing conditions in LMEs of the world's regional seas*. United Nations Environment Programme. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/2186>
- Lessa, R., Batista, B.S. & Santana, F.M. (2016). Close to extinction? The collapse of the endemic Daggenose Shark (*Isogomphodon oxyrinchus*) off Brazil. *Global Ecology and Conservation*, 7, 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.04.003>
- Liesbeth, W., Briels, N., Adams, D., Blust, R., & Covaci, A. (2013). Shark fin soup from a toxicological perspective: eat it or leave it? In J. Mees & J. Seys (eds.) *Book of abstracts: VLIZ Young Scientists' Day* (pp. 108). VLIZ Special Publication No. 63. Oostende, Belgium: Vlaams Instituut voor de Zee – Flanders Marine Institute (VLIZ). <https://www.vliz.be/imisdocs/publications/242654.pdf#page=123>
- LVV. (2023). Visserij. *Government of Suriname*. LVV. Retrieved November 9, 2023 from <https://gov.sr/thema/visserij/>
- LVV. (2021). *Visserij management plan voor Suriname 2021–2025 (Deel A, B en C)* [Fisheries management plan for Suriname 2021–2025 (Part A, B and C)]. Directoraat Visserij, Ministerie van Landbouw, Veeteelt en Visserij. <https://insightcrime.org/wp-content/uploads/2022/03/2021-Visserij-Management-Plan-Suriname-2021-2025.pdf>
- McConney, P., Stratoudakis, Y. & Di Cintio, A. (2017). *Fishery system impacts of Marine Stewardship Council certification of the Suriname seabob shrimp fishery*. CERMES Technical Report No. 102. Barbados: Centre for Resource Management and Environmental Studies, The University of the West Indies, Cave Hill Campus. [https://www.cavehill.uwi.edu/cermes/docs/technical\\_reports/suriname\\_seabob\\_msc\\_certification\\_impacts\\_ctr\\_102.aspx](https://www.cavehill.uwi.edu/cermes/docs/technical_reports/suriname_seabob_msc_certification_impacts_ctr_102.aspx)
- McDavitt, M.T. (2014). The cultural value of sawfishes. In L.R. Harrison & N.K. Dulvy (eds.) *Sawfish: A global strategy for conservation* (pp. 30–31). Vancouver, BC, Canada: IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group.
- Menke, J. (2016). *Mosaic of the Suriname census in demographic,*

- economic and social perspective*. Paramaribo, Suriname: General Bureau of Statistics. <https://statistics-suriname.org/mozaiek-van-het-suriname-volk/>
- Mol, J.H.A. (2012). *The freshwater fishes of Suriname*. Leiden and Boston: Brill. <https://doi.org/10.1163/9789004207653>
- Mol, J.H., Ramlal, J.S., Lietar, C., & Verloo, M. (2001). Mercury contamination in freshwater, estuarine, and marine fishes in relation to small-scale gold mining in Suriname, South America. *Environmental Research*, 86(2), 183–197. <https://doi.org/10.1006/enrs.2001.4256>
- Talwar, B.S., Anderson, B., Avalos-Castillo, C.G., del Pilar Blanco-Parra, M., Briones, A., Cardeñosa, D., ... Dulvy, N.K. (2022). Extinction risk, reconstructed catches and management of chondrichthyan fishes in the Western Central Atlantic Ocean. *Fish and Fisheries*, 23(5), 1150–1179. <https://doi.org/10.1111/faf.12675>
- Van Overzee, H.M.J., van Beek, L.J., de Graaf, M., Debrat, O.A., Hintzen, N.T., Coers, A., ... Bos, O.G. (2012). *Kennisvraag haaien: Wat is er bekend over haaien voor de voor Nederland relevante gebieden?* Rapport C113/12. IMARES – Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies, Wageningen UR.
- Willems, T. & Hostens, K. (2013). By-catch in a tropical shrimp fishery: How effective are TEDs and BRDs in excluding elasmobranchs? In J. Mees & J. Seys (eds.) *Book of abstracts: VLIZ Young Scientists' Day* (pp. 110). VLIZ Special Publication No. 63. Oostende, Belgium: Vlaams Instituut voor de Zee – Flanders Marine Institute (VLIZ). <https://www.vliz.be/imisdocs/publications/242654.pdf#page=123>
- WECAFC/ICOPACO. (2018). *Report of the first meeting of the WECAFC/OSPESCA/CRFM/CITES/CFMC working group on shark conservation and management*. Bridgetown, Barbados, 17-19 October 2017. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1192. Rome, Italy: FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/8718en>

- Willems, T. (2016). *An ecosystem approach to fisheries management: The Atlantic seabob shrimp (Xiphopenaeus kroyeri) in Suriname* [Ph.D. Thesis, Ghent University]. <https://biblio.ugent.be/publication/7241058>
- Willems, T., Depestele, J., De Backer, A., Hostens, K. (2016). Ray bycatch in a tropical shrimp fishery: Do bycatch reduction devices and turtle excluder devices effectively exclude rays? *Fisheries Research*, 175, 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.11.009>

