

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

**MARIANA MELO MOREIRA LIMA**

**CARACTERIZAÇÃO DAS INTERAÇÕES ENTRE O TUBARÃO-CHARUTO (*Isistius*  
*spp.*) E CETÁCEOS AO LONGO DE UMA COSTA SEMIÁRIDA NO ATLÂNTICO  
EQUATORIAL OCIDENTAL (1984 A 2024)**

**FORTALEZA**

**2025**

MARIANA MELO MOREIRA LIMA

CARACTERIZAÇÃO DAS INTERAÇÕES ENTRE O TUBARÃO-CHARUTO (*Isistius*  
spp.) E CETÁCEOS AO LONGO DE UMA COSTA SEMIÁRIDA NO ATLÂNTICO  
EQUATORIAL OCIDENTAL (1984 A 2024)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestra em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Prospecção, Manejo e Conservação de Recursos Costeiros e Oceânicos.

Orientador: Dr. Vicente Vieira Faria.  
Coorientador: Dr. Vitor Luz Carvalho.

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)

---

M836c Moreira-Lima, Mariana Melo.  
Caracterização das interações entre o tubarão-charuto, (*Isistius brasiliensis* Quoy & Gaimard, 1824) e cetáceos ao longo de uma costa semiárida no Atlântico Equatorial Ocidental (1984 a 2024) / Mariana Melo Moreira-Lima. – 2025.  
64 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.

Coorientação: Prof. Dr. Vitor Luz Carvalho.

1. lesões epidérmicas. 2. ectoparasitismo. 3. elasmobrânquios. 4. baleias. 5. golfinhos. I. Título.

CDD 551.46

---

MARIANA MELO MOREIRA LIMA

CARACTERIZAÇÃO DAS INTERAÇÕES ENTRE O TUBARÃO-CHARUTO (*Isistius*  
spp.) E CETÁCEOS AO LONGO DE UMA COSTA SEMIÁRIDA NO ATLÂNTICO  
EQUATORIAL OCIDENTAL (1984 A 2024)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestra em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Prospecção, Manejo e Conservação de Recursos Costeiros e Oceânicos.

Orientador: Dr. Vicente Vieira Faria.

Coorientador: Dr. Vitor Luz Carvalho.

Aprovada em 11/01/2025.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Vicente Vieira Faria (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Vitor Luz Carvalho

ONG Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (Aquasis)

Dra. Larissa Rosa de Oliveira

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)

ONG Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (Aquasis)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Aos meus pais, Thereza e Eduardo, por ser  
minha inspiração.

À minha irmã Clara, por tudo.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio de uma bolsa de mestrado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, do Ministério de Educação do Brasil.

Ao Dr. Vicente Vieira Faria pela orientação e paciência nessa caminhada. Aos membros do Laboratório de Evolução e Conservação de Vertebrados – Evolve pelo acolhimento e apoio.

Ao Dr. Vitor Luz Carvalho e à equipe técnica da ONG Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos – Aquasis, pela disponibilização do material analisado neste estudo. Ainda, por todos os aprendizados, experiências e amizades durante o voluntariado nesta instituição.

Aos meus pais, Eduardo Lima e Thereza Damasceno, que sempre acreditaram em mim e me dão todo o suporte, amor e carinho que um filho poderia ter. Amo vocês.

Aos meus colegas de pós-graduação que tornaram esse processo muito mais leve. Aos meus amigos por todo o companheirismo e carinho, em especial à Bia (Beou) Alves, Loran Hemlock, Iracilda Lima, Luana Holanda, Laís Belmino, Sâmila Lima, e tantos outros. E também a todas as amizades espalhadas pelo país: vocês me ensinaram muito, mesmo que não saibam.

À minha avó Marlene Damasceno e ao meu tio Melo Júnior, *in memoriam*, por todo o amor e saudade que deixaram.

À minha irmã-caçula, Clara, a quem considero ser minha irmã “gêmea”, só que com cinco anos de diferença. Ela é minha cara-metade.

## RESUMO

A análise de feridas e cicatrizes em indivíduos *in situ* ou a investigação de carcaças encalhadas podem ser ferramentas para se estudar as relações predador-presa entre tubarões e cetáceos. Dentre as espécies de tubarões que se alimentam de cetáceos, os tubarões-charuto *Isistius brasiliensis* e *I. plutodus* são encontrados em águas epipelágicas e batipelágicas, além de possuírem hábito alimentar oportunista. Apesar do seu comprimento corporal relativamente pequeno (até 560 cm), esses tubarões podem atacar animais marinhos muito maiores, como lulas, grandes peixes ósseos, outros elasmobrânquios, pinípedes e cetáceos. Marcas de mordida do tubarão-charuto podem ser facilmente identificadas nas presas devido ao formato circular característico deixado por sua dentição particular. No entanto, devido à sua distribuição pelágica oceânica, comportamento evasivo e tamanho reduzido, os tubarões-charuto são relativamente pouco encontrados por humanos, o que resulta em lacunas sobre sua biologia e ecologia alimentar. Desse modo, este estudo buscou caracterizar as interações entre o tubarão-charuto e cetáceos na costa semiárida equatorial brasileira. Para isso, encalhes ocorridos ao longo de quarenta anos (1984 a 2024) no litoral do Ceará foram analisados quanto à espécie de cetáceo, condição de saúde do indivíduo e comprimento corporal, além de quantificar as mordidas de tubarão-charuto pelo formato e estágio de cicatrização. Estes dados foram obtidos por meio do monitoramento realizado pelo então Grupo de Estudos de Cetáceos (GECC) e pela subsequente ONG Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (Aquasis). Por fim, o comprimento corporal de indivíduos de *I. brasiliensis* foi estimado ao mensurar-se mordidas circulares e frescas. Dos 1.070 registros de cetáceos encalhados analisados, 4,86% (n = 52) apresentaram marcas causadas por tubarão-charuto. Destes, houve uma predominância de predação em espécies de hábito oceânico e que apresentam comportamento gregário e com estratégias de forrageio em águas demersais, como *Peponocephala electra*, *Stenella clymene*, *S. attenuata* e *Globicephala macrorhynchus*. A observação de mordidas frescas causadas pelo tubarão-charuto, associada à ausência de um padrão espaço-temporal claro de encalhes com marcas, pode indicar a presença permanente de tubarões do gênero *Isistius* spp. na costa Atlântica equatorial semi-árida brasileira. Ademais, por meio da estimativa de comprimento corporal de *I. brasiliensis*, houve o indicativo de predominância de indivíduos imaturos na região. Associado a isso, a identificação de espécimes abaixo de 140 mm pode indicar que a costa Atlântica semiárida equatorial seja uma área de berçário de tubarões-charuto no Brasil.

**Palavras-chave:** lesões epidérmicas; ectoparasitismo; elasmobrânquios; baleias; golfinhos.

## ABSTRACT

The analysis of wounds and scars on *in situ* individuals or the investigation of stranded carcasses can serve as tools to study predator-prey relationships between sharks and cetaceans. Among the shark species that prey on cetaceans, the cookiecutter sharks *Isistius brasiliensis* and *I. plutodus* are found in epipelagic and bathypelagic waters and exhibit opportunistic feeding behavior. Despite their relatively small body length (up to 560 cm), these sharks are capable of attacking much larger marine animals, such as squids, large bony fishes, other elasmobranchs, pinnipeds, and cetaceans. Cookiecutter shark bite marks can be easily identified on prey due to the characteristic circular shape left by their distinctive dentition. However, due to their oceanic pelagic distribution, elusive behavior, and small size, cookiecutter sharks are relatively infrequently encountered by humans, resulting in knowledge gaps regarding their biology and feeding ecology. Therefore, this study aimed to characterize interactions between cookiecutter sharks and cetaceans along the equatorial semi-arid coast of Brazil. To this end, strandings recorded over a forty-year period (1984 to 2024) along the coast of Ceará were analyzed with regard to cetacean species, health condition of the individual, and body length, in addition to quantifying cookiecutter shark bites based on shape and healing stage. These data were obtained through monitoring conducted by the former Cetacean Study Group (GECC) and the subsequent NGO Aquatic Ecosystems Research and Preservation Association (Aquasis). Finally, the body length of *I. brasiliensis* individuals was estimated by measuring fresh circular bite wounds. Of the 1,070 stranded cetacean records analyzed, 4.86% (n = 52) presented marks caused by cookiecutter sharks. Among these, predation was predominantly observed in oceanic species that exhibit gregarious behavior and forage in demersal waters, such as *Peponocephala electra*, *Stenella clymene*, *S. attenuata*, and *Globicephala macrorhynchus*. The observation of fresh bites caused by cookiecutter sharks, coupled with the absence of a clear spatiotemporal pattern of strandings with such marks, may indicate the permanent presence of sharks of the genus *Isistius* spp. along the semi-arid equatorial Atlantic coast of Brazil. Moreover, through the estimated body length of *I. brasiliensis*, the data suggest a predominance of immature individuals in the region. In addition, the identification of specimens under 140 mm in length may indicate that the equatorial semi-arid Atlantic coast serves as a nursery area for cookiecutter sharks in Brazil.

**Keywords:** epidermal lesions; ectoparasitism; elasmobranchs; whales; dolphins.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	17
2.1	Objetivo geral .....	17
2.2	Objetivos específicos .....	17
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	18
3.1	Área de estudo .....	18
3.2	Coleta de dados.....	19
3.3	Informações sobre os encalhes .....	20
3.4	Análise das mordidas causadas por <i>Isistius</i> spp. ....	23
3.5	Estimativas de comprimento corporal de <i>Isistius brasiliensis</i> .....	25
3.6	Análise estatística dos dados .....	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	29
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	55
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	56
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	57

## 1 INTRODUÇÃO

Interações interespecíficas entre cetáceos e tubarões ainda não são completamente compreendidas. Ambos os grupos taxonômicos desempenham interações de predador-presa e de competição por recursos entre si, o que pode influenciar no uso de habitat e comportamento dos indivíduos, além da composição e abundância de espécies nas comunidades (Heithaus, 2001a, 2001b; Heithaus; Dill, 2002; Würsig; Thewissen; Kovacs, 2018). Algumas espécies são predadores regulares de cetáceos, como o tubarão-branco, *Carcharodon carcharias*, tubarão-tigre, *Galeocerdo cuvier*, tubarão-negro, *Carcharhinus obscurus*, tubarão-cabeça-chata, *C. leucas*, tubarão-galha-branca-oceânico, *C. longimanus* e tubarão-mako, *Isurus oxyrinchus* (Heithaus, 2001a; Long; Jones, 1996). Estes são conhecidos por predação de cetáceos como os golfinhos-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus* (Cockcroft; Cliff; Ross, 1989; Wilkinson *et al.*, 2017) e *T. aduncus* (Smith *et al.*, 2017; Sprogis *et al.*, 2018), golfinho-pintado-pantropical, *Stenella attenuata* (Maldini, 2003), golfinho-rotador, *S. longirostris* (Silva Júnior *et al.*, 2007), golfinho-cabeça-de-melão, *Peponocephala electra* (Leal *et al.* 2022), golfinho-comum, *Delphinus delphis* (Porsmoguer *et al.*, 2015), toninha, *Pontoporia blainvillei* (Di Benedetto, 2004), boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Di Benedetto, 2004; Santos; Gadig, 2009), baleia-jubarte, *Megaptera novaeangliae* (Bornatowski *et al.*, 2012), dentre outras espécies. De acordo com a Lista de Peixes Marinhos do Ceará (Xavier *et al.*, 2021), estas seis espécies de tubarões podem ser encontradas no estado.

Por outro lado, há registros de predação ocasional de tubarões por odontocetos. Embora sejam eventos raramente notificados na literatura, alguns casos são citados, a exemplo de um golfinho-nariz-de-garrafa avistado se alimentando de um tubarão-martelo-liso, *Sphyrna zygaena*, no Golfo do México (Gunther, 1942). Entretanto, a única espécie regularmente predadora de tubarões é a orca, *Orcinus orca* (Bruyn *et al.*, 2013; Heithaus, 2001a), em especial para o ecótipo oceânico, localizado no nordeste do Pacífico. Indivíduos deste ecótipo são conhecidos por apresentar uma alimentação focada em peixes ósseos e cartilagosos, a exemplo do tubarão-dorminhoco-do-Pacífico, *Somniosus pacificus* (Ford *et al.*, 2011; Würsig, Thewissen; Kovacs, 2018), tubarão-baleia, *Rhincodon typus* (Pancaldi *et al.*, 2024), tubarão-azul, *Prionace glauca* (Dahleim *et al.*, 2008; Mucientes; González-Pestana, 2020), e tubarão-branco (Ayres; Gallagher; Higuera-Rivas, 2024; Towner *et al.*, 2022, 2024).

A competição é outra interação interespecífica que pode ocorrer entre cetáceos (principalmente odontocetos, como golfinhos, botos e toninhas) e tubarões, ao qual varia

geograficamente ou de forma sazonal de acordo com a flexibilidade alimentar das espécies (Heithaus, 2001a). Tubarões como o lombo-preto, *Carcharhinus falciformis*, galha-preta, *C. limbatus*, cobre, *C. brachyurus*, cabeça-chata e mako, se alimentam do mesmo recurso que muitas espécies de golfinhos, como peixes gregários e cefalópodes (Heithaus, 2001a; Porsmorguer *et al.*, 2015). Essa sobreposição alimentar pode levar a uma competição significativa entre os táxons, ao qual pode ser um fator relevante para determinar o tamanho de grupo, uso de habitat e padrões de distribuição das espécies, sobretudo dos cetáceos (Heithaus, 2001a, 2001b; Heithaus; Dill, 2002). Por exemplo, na Baía de Moreton, na Austrália, golfinhos-nariz-de-garrafa e tubarões como rotador, *C. brevipinna*, e o cobre eram corriqueiramente flagrados competindo por atuns-cauda-longa, *Thunnus tonggol*, capturados em redes de arrasto, onde vários indivíduos de golfinhos eram identificados com marcas recentes ou parcialmente cicatrizadas de mordidas (Corkeron; Morris; Bryden, 1987).

Já em locais com recursos alimentares abundantes, ambos os grupos podem alimentar-se sem apresentar interações agressivas. Um exemplo é o relato de Acevedo-Gutiérrez (2002) em Isla del Coco, onde golfinhos-nariz-de-garrafa e tubarões-lombo-preto foram avistados dividindo os mesmos cardumes de peixes gregários, como *Carangoides orthogrammus*, *Sarda* sp., *Auxis* sp. ou *Fodiator* sp. Embora a presença de tubarões influencie na quantidade de alimento obtido e no tamanho dos grupos de golfinhos, ambas as espécies foram avistadas se alimentando de forma alternada do mesmo recurso. Ainda, na Flórida, um tubarão-lixia, *Ginglymostoma cirratum*, foi flagrado se alimentando oportunisticamente de presas bentônicas que estavam sendo forrageadas por um grupo de golfinhos-nariz-de-garrafa (White *et al.*, 2022). Neste caso, os golfinhos pareciam ignorar o tubarão, exceto em três ocasiões em que o atingiram na cabeça com suas nadadeiras caudais.

Uma das formas de se estudar as relações de predador-presa entre tubarões e cetáceos é por meio da análise de feridas e cicatrizes em indivíduos *in situ* (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2021; Dywer; Visser, 2011; Feunteun *et al.*, 2018; Grace *et al.*, 2018; Heithaus *et al.*, 2016; Leal *et al.*, 2022, Melillo-Sweeting; Maust-Mohl; Smukall, 2021). Neste caso, técnicas não invasivas como a fotoidentificação sugerem que a presença dessas marcas indica uma possível falha na predação (Heithaus, 2001a). Além disso, o estudo de predação de cetáceos por tubarões também pode se dar por meio da investigação de carcaças encalhadas (e.g., Gasparini; Sazima, 1996; Long; Jones, 1996; Lowry *et al.*, 2009; Souto *et al.*, 2007; Wenzel; López-Suárez, 2012).

Além das espécies mencionadas acima que predam cetáceos regularmente, tubarões-charuto do gênero *Isistius* spp. (Figura 1) podem ser classificados como predadores

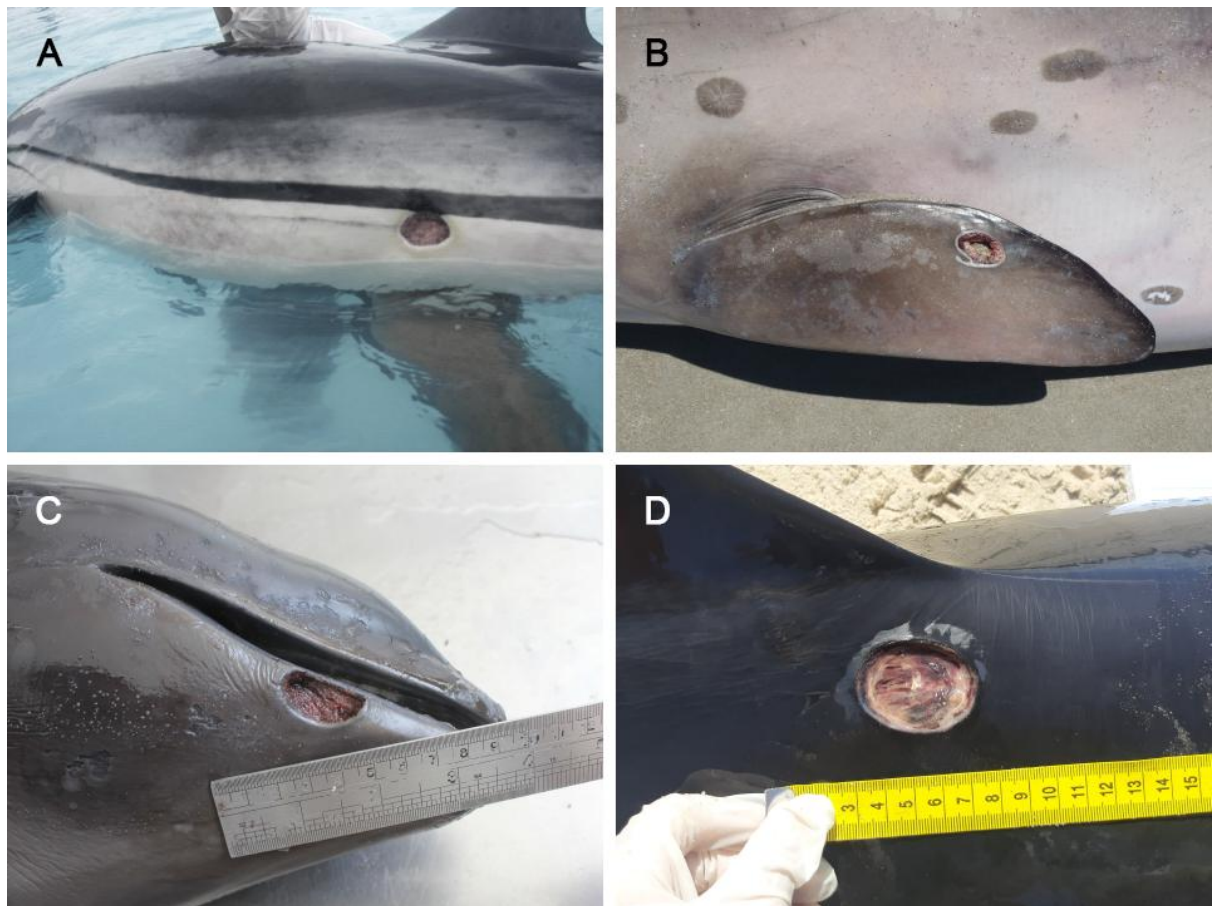
ectoparasitas (Carrier; Musick; Heithaus, 2012; Grace *et al.*, 2018; Menezes *et al.*, 2022; Papastamatiou *et al.*, 2010), que apresentam hábito alimentar oportunista (Heithaus, 2001a). Estes relativamente pequenos tubarões (Squaliformes; Dalatiidae) se alimentam prioritariamente de presas micronectônicas (Carlisle *et al.*, 2019), mas podem atacar animais marinhos muito maiores, como cefalópodes (Carlisle *et al.*, 2019; Compagno, 1984; Hayata; Bornatowski; Freitas, 2021; Jahn; Haedrich, 1988; Strasburg, 1963), cetáceos (Best; Photopoulou, 2016; Bornatowski *et al.*, 2016; Dywer; Visser, 2011; Feunteun *et al.*, 2018; Gasparini; Sazima, 1996; Grace *et al.*, 2018; Murakami *et al.*, 2018; Souto *et al.*, 2007; Wenzel; López-Suárez, 2012), pinípedes (Gallo-Reynoso; Figueroa-Carranza, 1992; Le Boeuf; McCosker; Hewitt, 1987; Moreira-Menchieta *et al.*, 2024; Souto *et al.*, 2009), outros tubarões (Cardeñosa, 2024; Hoyos-Padilla *et al.*, 2013), grandes peixes ósseos (Menezes *et al.*, 2022; Muñoz-Chápuli; Salgado; Serna, 1988; Niella *et al.*, 2018; Papastamatiou *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2024; Wakida-Kusonoki *et al.*, 2024), e até mesmo submarinos e equipamentos oceanográficos (Johnson, 1978). Curiosamente, raros são os ataques a humanos, havendo relatos no Havaí (Honebrik *et al.*, 2011; Minaglia; Liegl, 2024) e no oceano Índico (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2017; Ribéreau-Gayon; Carter; Regan, 2018).

Tubarões-charuto são encontrados em ambientes oceânicos tropicais epipelágicos a batipelágicos, em profundidades de até 3.500 m (Compagno, 1984). Por vezes, estes tubarões são capturados em redes de arrasto ou de espinhel à noite, durante a pesca de peixes de interesse comercial como espadarte, *Xiphias gladius*, atum-patudo, *Thunnus obesus*, albacora, *T. albacares*, atum-pequeno, *Euthynnus alletteratus*, e bonito-listrado, *Katsuwonus pelamis* (Menezes *et al.*, 2022; Niella *et al.*, 2018; Papastamatiou *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2024). Isto levantou a hipótese de que os tubarões-charuto realizam migração vertical diurna (Compagno, 1984; Jahn; Haedrich, 1988; Nakano; Tabuchi, 1990; Strasburg, 1963).

Os tubarões-charuto têm morfologia e anatomia únicas, que propiciam estratégias de forrageio e alimentação muito específicas. Como exemplo, a bioluminescência de coloração azulada produzida por seus fotóforos distribuídos ao longo de todo o corpo contribui tanto para camuflagem contra predadores, quanto como fator atrativo para presas (Claes *et al.*, 2014; Delroisse *et al.*, 2021; Widder, 1998). Associada à bioluminescência, a heterodontia favorece a sua predação ectoparasítica característica: com dentes relativamente pequenos e pontiagudos na mandíbula superior, e relativamente grandes e cortantes na inferior (Grace *et al.*, 2023; Petean; Carvalho, 2018), o tubarão-charuto prende-se à pele da presa enquanto rotaciona o próprio corpo em seu eixo a fim de retirar um tampão de carne (Jones, 1971; Shirai; Nakaya, 1992; Widder, 1998). Ainda, o tubarão-charuto possui fortes lábios suctoriais,

capazes de formar um vácuo junto à pele da presa a fim de facilitar sua adesão, enquanto rotaciona o corpo (Jones, 1971; Shirai; Nakaya, 1992; Widder, 1998). No entanto, a notificação de mordidas em formato de meia-lua (Best; Photopoulou, 2016; Dywer; Visser, 2011) pode ser um indicativo de uma predação sem sucesso do tubarão-charuto, onde não foi possível realizar o movimento rotatório completo (Dywer; Visser, 2011).

Figura 1 – Exemplos de cetáceos com marcas de mordidas do tubarão-charuto, *Isistius* spp., encalhados no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024.



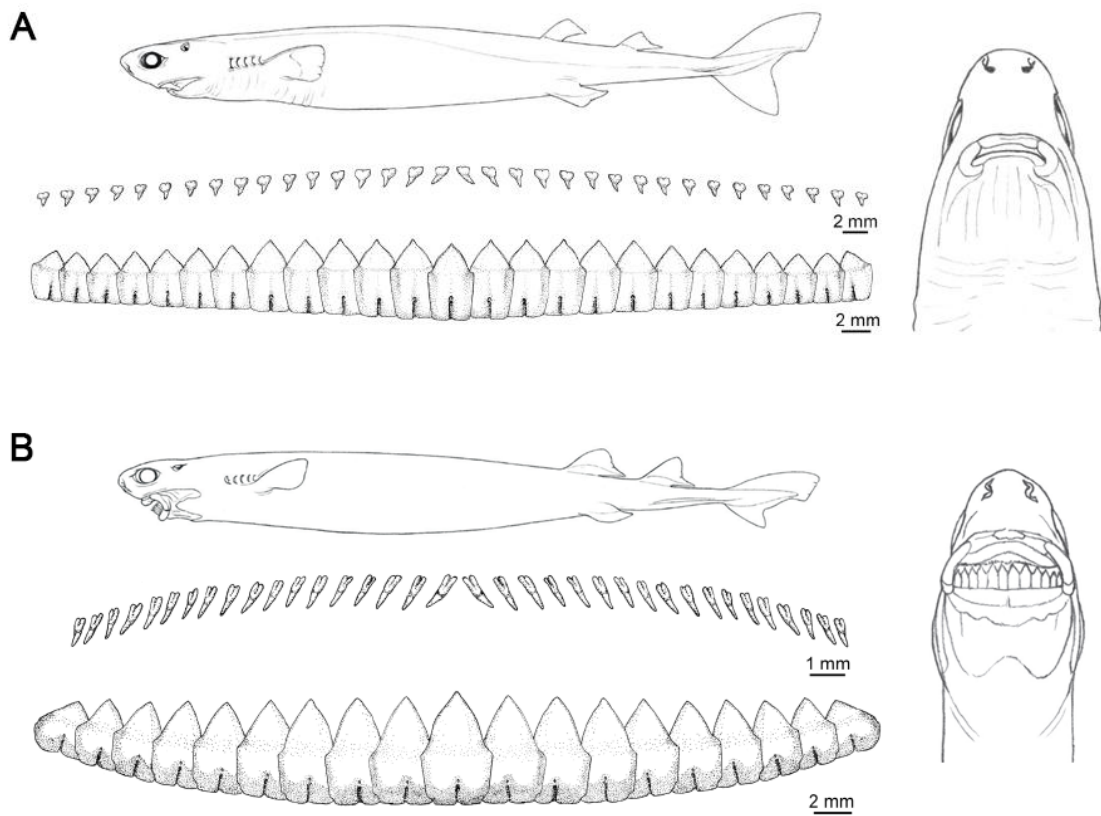
Fonte: Acervo Aquasis (2025).

Legenda: (A) Golfinho-riscado *Stenella coeruleoalba*; (B) Baleia-bicuda-de-Gervais *Mesoplodon europaeus*; (C) Baleia-piloto-de-peitorais-curtas *Globicephala macrorhynchus*; e (D) Golfinho-de-Clymene *Stenella clymene*.

Os tubarões-charuto são classificados em duas espécies (Figura 2), a saber: *Isistius brasiliensis* Quoy & Gaimard (1824), com distribuição nos trópicos até cerca de 40° de latitude para ambos os hemisférios (Jahn; Haedrich, 1988) (Figura 3); e *I. plutodus* Garrick & Springer (1964), espécie raramente encontrada e que tem seu registro mais austral a sudeste do oceano Atlântico (Stehmann; Kukuev, 2015). Pouco se sabe sobre demais características biológicas e ecológicas desse grupo, mas ambas as espécies estão classificadas quanto ao seu

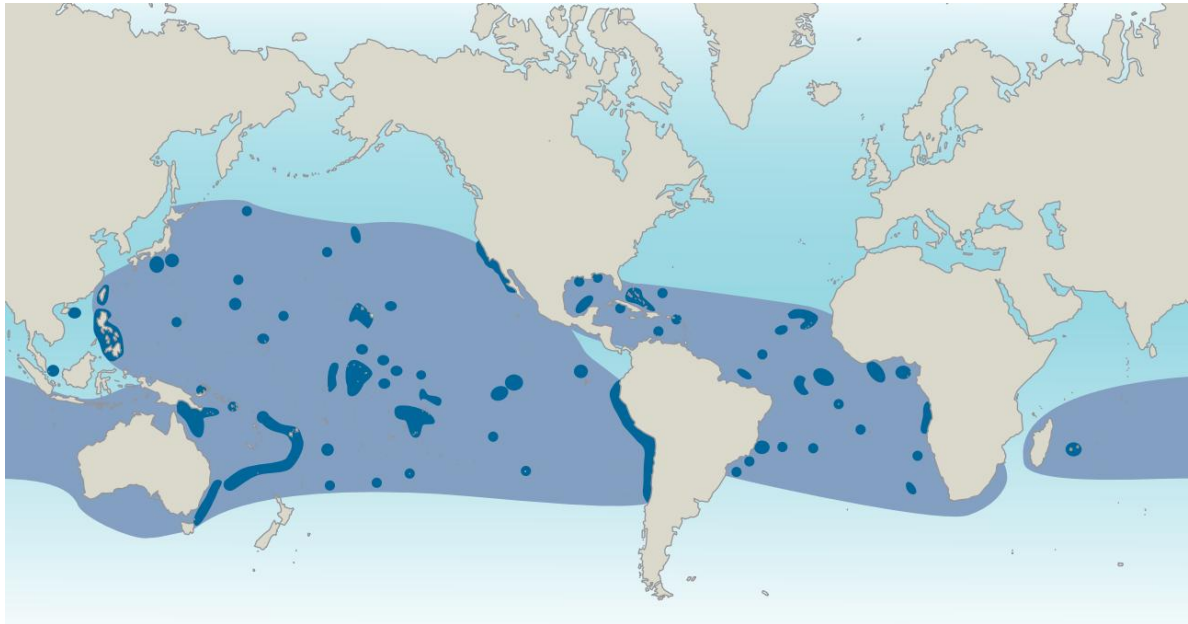
risco de extinção como “Pouco Preocupante” pela Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN (Kyne, 2018; Kyne; Gerber; Sherril-Mix, 2015).

Figura 2 – Desenho esquemático com algumas características do tubarão-charuto, como dentição, visão lateral e visão ventral das espécies (A) *Isistius brasiliensis*; e (B) *Isistius plutodus*.



Fonte: Adaptado de Ebert, Dando e Fowler (2021); e Petean e Carvalho (2018).

Figura 3 – Registros de captura de indivíduos do tubarão-charuto *Isistius brasiliensis* ao redor do globo. Manchas em azul-marinho referem-se à distribuição conhecida, e manchas em azul-claro, possível distribuição.



Fonte: Adaptado de Ebert, Dando e Fowler (2021).

Devido à distribuição pelágica oceânica, comportamento evasivo e pequeno tamanho, os tubarões-charuto são raramente encontrados por humanos (Papastamatiou *et al.*, 2010), havendo grandes lacunas sobre sua biologia e ecologia alimentar. Por esses motivos, a captura acidental de indivíduos (Amorim; Arfelli; Fagundes, 1998; Barcelos; Barreiros; Barreiros, 2024; Castro *et al.*, 2018; Ebert; Pien; Kamikawa, 2015; Gadig; Gomes, 2005; Jones, 1971; Muñoz-Chápuli; Salgado; Serna, 1988; Nakano; Tabuchi, 1990; Wakida-Kusunoki *et al.*, 2024) e a análise de marcas de mordidas deixadas em suas presas (Dywer; Visser, 2011; Grace *et al.*, 2018; Feunteun *et al.*, 2018; Menezes *et al.*, 2022; Niella *et al.*, 2018; Papastamatiou *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2024), se tornam relevantes fontes de dados para o estudo das duas espécies do gênero *Isistius* spp. (Dywer; Visser, 2011; Feunteun *et al.*, 2018; Grace *et al.*, 2018; Menezes *et al.*, 2022; Niella *et al.*, 2018; Papastamatiou *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2024).

Alguns estudos no litoral brasileiro caracterizaram a presença de marcas de mordidas de tubarão-charuto em grupos taxonômicos distintos. Por exemplo, Souto *et al.* (2009) relataram dois indivíduos do pinípede lobo-marinho-subantártico, *Arctocephalus tropicalis*, com marcas de *Isistius* spp. no litoral da Bahia. Para peixes de interesse comercial como albacora, atum-patudo, atum-pequeno e bonito-listrado, marcas de mordidas causadas pelo tubarão-charuto foram notificadas para o Rio Grande do Norte (Menezes *et al.*, 2022),

Pernambuco (Santos *et al.*, 2024) e Rio de Janeiro (Niella *et al.*, 2018). Já com relação a cetáceos, um dos estudos pioneiros foi o de Gasparini e Sazima (1996), que relataram no Rio de Janeiro o encalhe de um golfinho-cabeça-de-melão com marcas de mordidas de *Isistius* spp. Ainda no Sudeste, Flach (2022) caracterizou os padrões de ocorrência e prevalência de lesões causadas pelo tubarão-charuto por meio da foto-identificação de indivíduos de cetáceos na bacia de Santos. Já para o Nordeste do Brasil, até o momento foram realizados dois estudos que analisaram mordidas de tubarão-charuto em cetáceos encalhados no litoral baiano (Bornatowski *et al.*, 2012; Souto *et al.*, 2007), indicando uma lacuna de conhecimento sobre o *Isistius* spp. para o restante da região, incluindo a costa semiárida, no Atlântico equatorial ocidental, onde pelo menos 24 espécies de cetáceos ocorrem (Carvalho; Meirelles; Silva, 2021).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Caracterizar a predação do tubarão-charuto, *Isistius* spp., em cetáceos na costa semiárida do oceano Atlântico equatorial ocidental.

### 2.2 Objetivos específicos

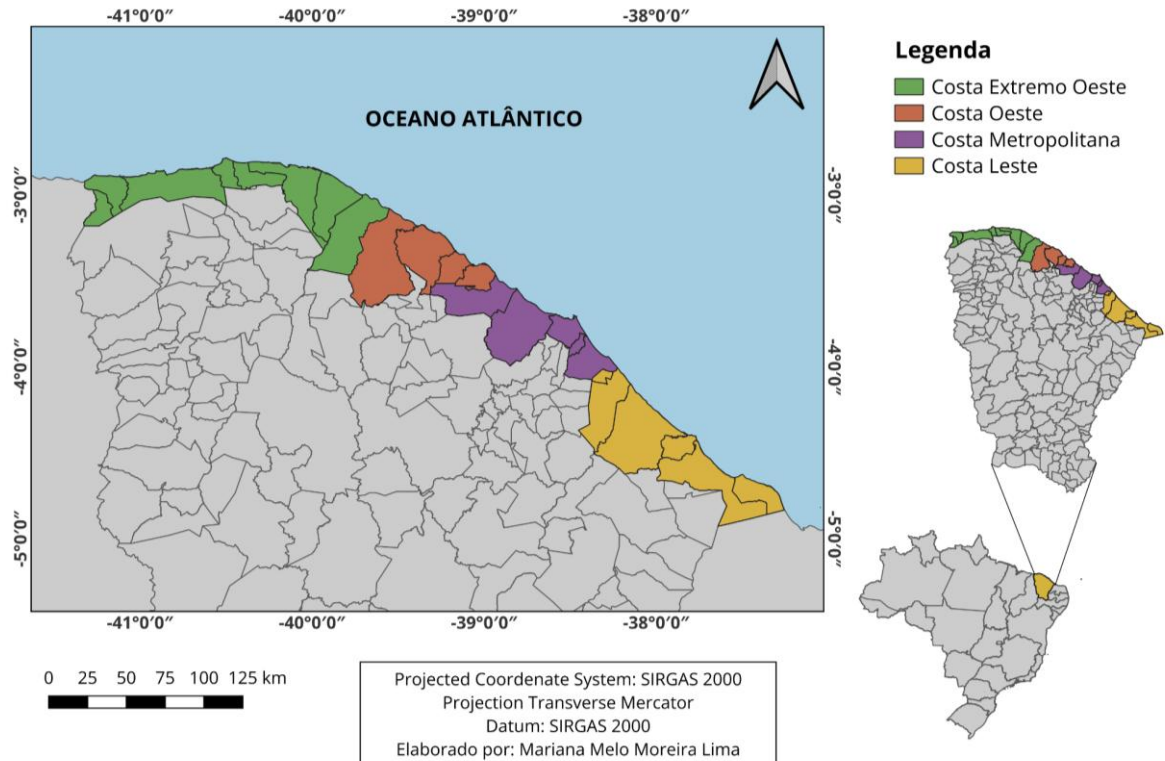
- Identificar as espécies de cetáceos mais predadas por meio da frequência de mordidas por espécie;
- Caracterizar as mordidas pelo seu formato, estado de cicatrização e local do corpo do cetáceo;
- Investigar a distribuição dos encalhes com incidência de mordidas de tubarão-charuto entre as estações climáticas e setores da costa;
- Quantificar o número de mordidas de tubarão-charuto conforme a classe etária, comprimento total e grau de decomposição da carcaça do cetáceo;
- Estimar o comprimento total do tubarão-charuto, *Isistius brasiliensis*, a partir das mordidas em cetáceos encalhados na região.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Área de estudo**

No presente estudo foram analisados dados de encalhes de cetáceos que ocorreram no litoral do Ceará, que abrange a maior parte do litoral da costa semiárida, ao longo de quarenta anos, entre 1984 e 2024 (Figura 4). Para isso, foram considerados somente os municípios cearenses que possuem contato direto com a costa, conforme identificado pela Portaria nº 34, de 2 de fevereiro de 2021, do Ministério do Meio Ambiente. Estes municípios foram distribuídos em quatro zonas, tendo como referência a nomenclatura utilizada na Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, Lei nº 13.796, de 30 de junho de 2006, a saber: Costa Leste, composta pelos municípios de Icapuí, Aracati, Fortim, Beberibe, Cascavel e Pindoretama; Costa Metropolitana, formada por Aquiraz, Eusébio, Fortaleza, Caucaia e São Gonçalo do Amarante; Costa Oeste, com os municípios de Paraipaba, Paracuru, Trairi e Itapipoca; e Costa Extremo Oeste, com os municípios de Amontada, Itarema, Acaraú, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Camocim, Barroquinha e Chaval.

Figura 4 – Mapa com a listagem dos municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira do Ceará, tendo como base a Portaria nº 34 do Ministério do Meio Ambiente, de 2 de fevereiro de 2021. Aqui, os municípios costeiros estão divididos entre quatro zonas, a exemplo da nomenclatura adotada pela vigente Política Estadual de Gerenciamento Costeiro do Ceará, Lei nº 13.796, de 30 de junho de 2006, a saber: Costa Leste, Costa Metropolitana, Costa Oeste e Costa Extremo Oeste.



Fonte: Autor.

### 3.2 Coleta de dados

Foram analisados dados de 1.070 encalhes de cetáceos no litoral do Ceará registrados entre março de 1984 e março de 2024, contidos no banco de dados do então Grupo de Estudos de Cetáceos – GECC, que foi composto por integrantes da Universidade Federal do Ceará – UFC e Universidade Estadual do Ceará – UECE; e do atual Programa de Mamíferos Marinhos – PMM, pertencente à ONG Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos – Aquasis. O monitoramento de praias realizado pela Aquasis ocorre no litoral cearense desde 1994, onde as viagens de campo são realizadas pelo menos uma vez ao mês. Os registros de encalhes foram obtidos não só por equipes de campo, como também por atendimento de eventos reportados por ligações telefônicas, mensagens e vídeos enviados pela população e por entidades governamentais.

### 3.3 Informações sobre os encalhes

Para todos os registros de cetáceos analisados neste estudo, as seguintes informações referentes a encalhes foram obtidas: espécie; local (coordenadas geográficas, município e zona); data da ocorrência; estação climática (primavera: 23 de setembro a 21 de dezembro; verão: 22 de dezembro a 20 de março; outono: 21 de março a 20 de junho; e inverno: de 21 de junho a 22 de setembro); condição de saúde do indivíduo (grau de decomposição da carcaça de acordo com Geraci e Lounsbury (2005) e com o Protocolo de conduta para encalhes de mamíferos aquáticos, adotado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (Tabela 1)); sexo; e categoria etária estimada conforme a espécie pelo comprimento total (filhote, juvenil ou adulto).

Os cetáceos foram classificados, também, de acordo com seus comprimentos corporais mínimo e máximo, e abrangeu cinco categorias: Classe 1, para espécies de comprimento corporal entre 70 e 353 cm; Classe 2, para espécies com comprimento corporal máximo presente no intervalo entre 353 e 636 cm; Classe 3, entre 636 e 919 cm; Classe 4, entre 919 e 1.200 cm; e Classe 5, para espécies com comprimento corporal máximo acima de 12,0m (Figura 5). Essa divisão foi elaborada no presente estudo levando em consideração o menor e maior comprimento corporal alcançado para as 24 espécies de cetáceos que ocorrem no Ceará (Carvalho; Meirelles; Silva, 2021), tendo como referência informações publicadas na literatura, a exemplo de Jefferson; Webber; Pitman (2015), Monteiro-Filho *et al.* (2021), Silva Júnior; Silva (2020) e Würsig; Thewissen; Kovacs (2018) (Tabela 2).

Tabela 1 – Critérios para a avaliação do estado das carcaças durante o atendimento de encalhes de mamíferos aquáticos, baseados na classificação estabelecida por Geraci e Lounsbury (2005) no *Marine Mammals Ashore: A field guide for strandings* e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA no Protocolo de conduta para encalhes de mamíferos aquáticos.

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Características</b>
1	Animais Vivos	Uso para coleta de dados como biometria, patologia externa, parasitologia e microbiologia, biópsias, hematologia (bioquímica sérica e hemograma), e análise de DNA, limitado para histórico do animal (idade, alimentação, etc).
2	Carcaça em boas condições (fresca)	Aparência normal, geralmente com poucos danos causados por animais necrófagos; cheiro fresco; mínima desidratação e pouco enrugamento da pele, olhos e mucosas; ausência de inchaço da carcaça, língua e pênis não se encontram protundidos; gordura firme e clara; músculos firmes, bem definidos e de coloração vermelho-escuro; células sanguíneas intactas, passíveis de serem coletadas em tubo de ensaio; soro não hemolisado; vísceras intactas e bem definidas; intestino contendo pouco ou nenhum gás; cérebro firme, sem descoloração, com formato superficial distinto e passivo de ser removido intacto.
3	Carcaça em estado razoável (decomposta, mas órgãos ainda intactos)	Carcaça intacta; inchaço evidente (língua e pênis protundidos); pele rachada e despregada; possíveis danos por necrófagos; odor moderado característico; mucosas desidratadas, olhos fundos ou faltando; gordura tingida de sangue e oleosa; musculatura macia e mal definida; sangue hemolisado, vermelho-escuro; vísceras macias, friáveis, manchadas, mas ainda intactas; intestino dilatado pela presença de gás; cérebro mole, aspecto superficial distinto, frágil, mas geralmente ainda pode ser removido intacto.
4	Carcaça decomposta (decomposição avançada)	A carcaça pode estar intacta, mas colapsada; pele solta, a epiderme dos cetáceos pode estar completamente perdida; freqüentemente se encontram danos severos ocasionados por necrófagos; odor forte; gordura macia, freqüentemente com bolsas de gás e poças de óleo; musculatura próxima da liquefação e facilmente rasgável, destacando-se facilmente dos ossos; sangue ralo e escuro; vísceras freqüentemente podem ser reconhecidas, mas estão friáveis, facilmente rasgáveis e de difícil dissecação; intestino preenchido com gás; cérebro mole, vermelho-escuro, contendo bolsas de gás e consistência semelhante a um pudim; limitado histórico do animal.
5	Carcaça mumificada ou restos de esqueleto	Pele pode estar cobrindo partes do esqueleto remanescente; qualquer tecido restante está desidratado.

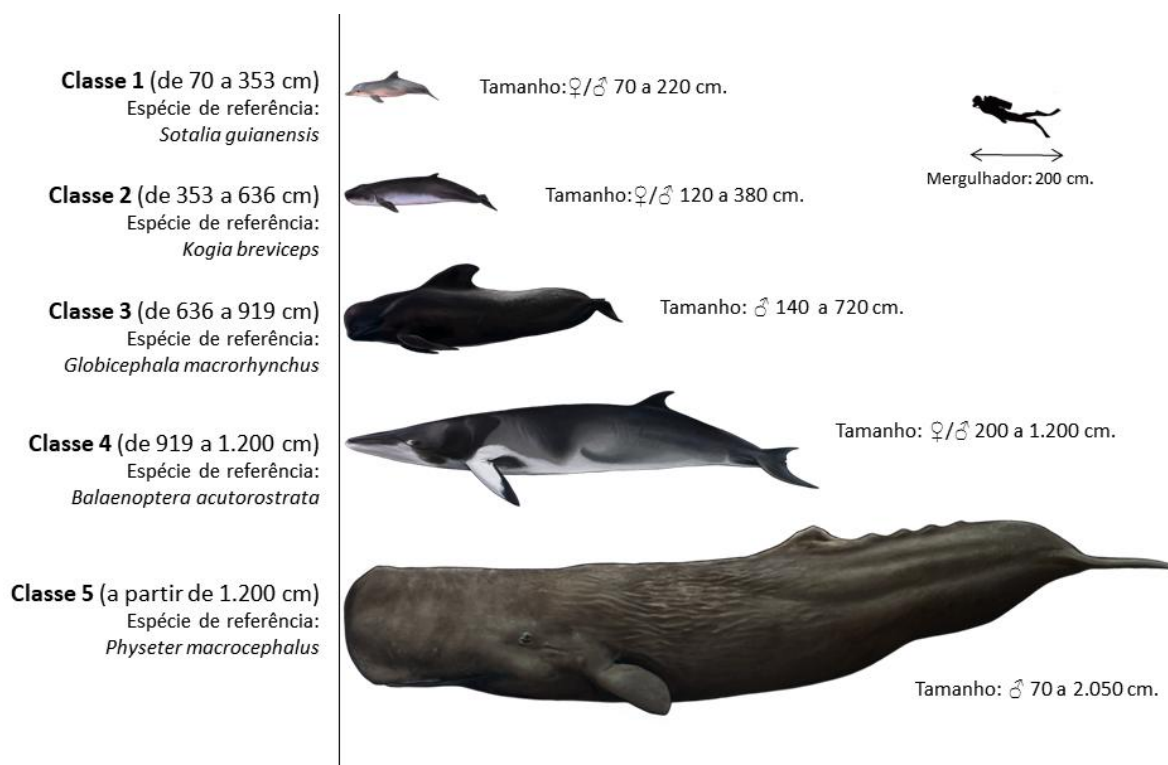
Fonte: Geraci e Lounsbury (2005); e IBAMA (2005).

Tabela 2 – Comprimento corporal mínimo e máximo (em centímetros) de 24 espécies de cetáceos com ocorrência no litoral do Ceará.

<b>Espécies de cetáceos</b>	<b>Família</b>	<b>Comprimento corporal mínimo (cm)</b>	<b>Comprimento corporal máximo (cm)</b>	<b>Referências</b>
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Balaenopteridae	200	1.070	(1), (4)
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Balaenopteridae	280	1.070	(1)
<i>Balaenoptera omurai</i>	Balaenopteridae	300	1.200	(1), (2), (3), (4)
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Balaenopteridae	430	1.900	(1), (4)
<i>Feresa attenuata</i>	Delphinidae	80	280	(2), (3)
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Delphinidae	140	720	(1), (2), (3), (4)
<i>Grampus griseus</i>	Delphinidae	100	430	(2), (3), (4)
<i>Lagenodelphis hosei</i>	Delphinidae	95	265	(4)
<i>Orcinus orca</i>	Delphinidae	200	980	(1), (2), (4)
<i>Peponocephala electra</i>	Delphinidae	75	278	(1), (2), (4)
<i>Pseudorca crassidens</i>	Delphinidae	120	600	(4)
<i>Sotalia guianensis</i>	Delphinidae	80	220	(1)
<i>Stenella clymene</i>	Delphinidae	80	200	(1), (2)
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delphinidae	80	300	(1), (2), (4)
<i>Stenella attenuata</i>	Delphinidae	80	280	(1), (2), (4)
<i>Stenella frontalis</i>	Delphinidae	80	240	(1), (2)
<i>Stenella longirostris</i>	Delphinidae	70	240	(1), (2), (4)
<i>Steno bredanensis</i>	Delphinidae	100	280	(1), (2), (3)
<i>Tursiops truncatus</i>	Delphinidae	90	420	(1), (2), (4)
<i>Kogia breviceps</i>	Kogiidae	120	380	(1), (2), (3)
<i>Kogia sima</i>	Kogiidae	100	286	(4)
<i>Physeter macrocephalus</i>	Physeteridae	350	2.050	(1), (4)
<i>Mesoplodon europaeus</i>	Ziphiidae	160	700	(1), (2), (4)
<i>Ziphius cavirostris</i>	Ziphiidae	200	750	(1), (2), (4)

Legenda: Relação das referências citadas: (1) Jefferson; Webber; Pitman (2015); (2) Monteiro-Filho *et al.* (2021); (3) Silva Júnior; Silva (2020); e (4) Würsig; Thewissen; Kovacs (2018).

Figura 5 – Distribuição das espécies de cetáceos com ocorrência na costa semiárida, Atlântico equatorial ocidental, em cinco classes de comprimento corporal (em centímetros), levando em consideração os valores máximos observados na literatura.



Fonte: Dewynter (2024); Jefferson; Webber; Pitman (2015); Monteiro-Filho *et al.* (2021); Silva Júnior; Silva (2020); e Würsig; Thewissen; Kovacs (2018).

Legenda: Classificação das espécies com comprimento corporal máximo entre (1) 70 e 353 cm; (2) 353 e 636 cm; (3) 636 e 919 cm; (4) 919 e 1.200 cm; e (5) acima de 1.200 cm.

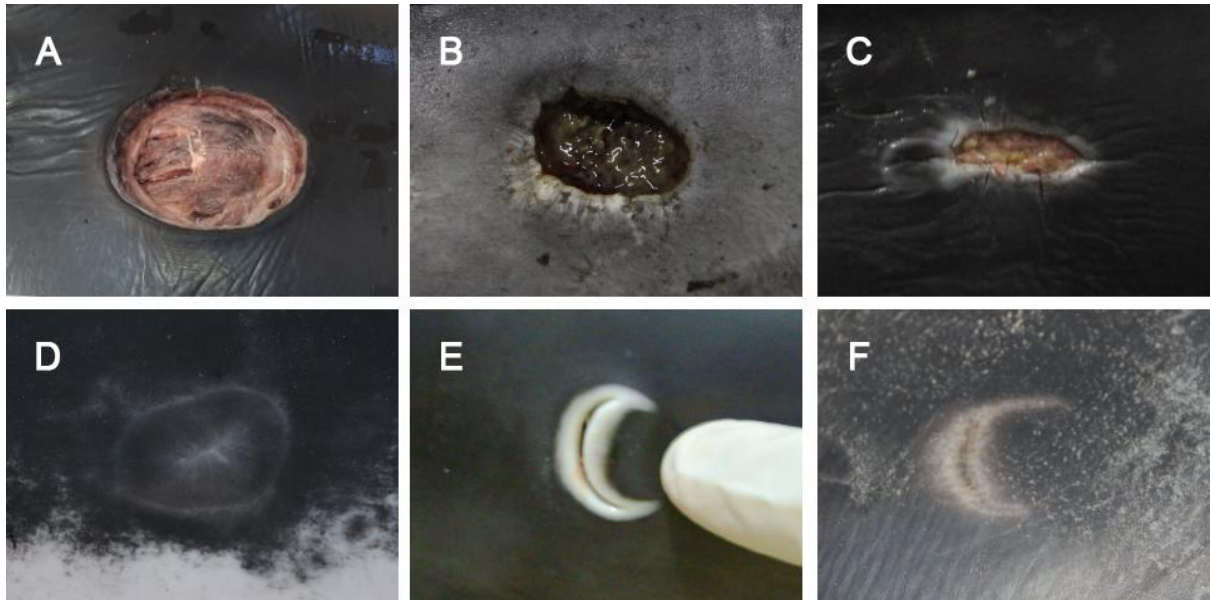
### 3.4 Análise das mordidas causadas por *Isistius spp.*

A triagem dos indivíduos de cetáceos que apresentaram possíveis lesões epidérmicas foi realizada por meio da análise e catalogação de fichas de resgate e necropsia da Aquasis. Em seguida, as fotografias digitais dos respectivos registros foram analisadas individualmente a fim de se identificar se a lesão epidérmica tratava-se de uma mordida de tubarão-charuto. Todos os encalhes incluídos neste estudo foram analisados por meio de fotografias digitais e relatórios técnicos de resgate e/ou necropsia. Além disso, com referência ao código de encalhe, indivíduos mumificados (correspondentes ao código 5) não foram incluídos na análise devido a impossibilidade de identificação de marcas de mordidas de *Isistius spp.*

Uma vez confirmadas as marcas causadas pelo tubarão-charuto, estas foram quantificadas por indivíduo e por espécie de cetáceo; caracterizadas pelo seu formato, como circular e meia-lua, conforme descrito em Dwyer e Visser (2011); e estado de cicatrização, como aberto/fresco, parcialmente cicatrizado e cicatrizado, de acordo com Best e Photopoulou

(2016) e Papastamatiou *et al.* (2010) (Figura 6). Ainda, as marcas de mordidas do tubarão-charuto foram identificadas e quantificadas para cada região distinta do corpo do cetáceo: pedúnculo caudal, região urogenital, ventral, dorsal, cabeça, flanco, nadadeira peitoral e nadadeira caudal (divisão adaptada de Long e Jones, 1996 e Souto *et al.*, 2007) (Figura 7).

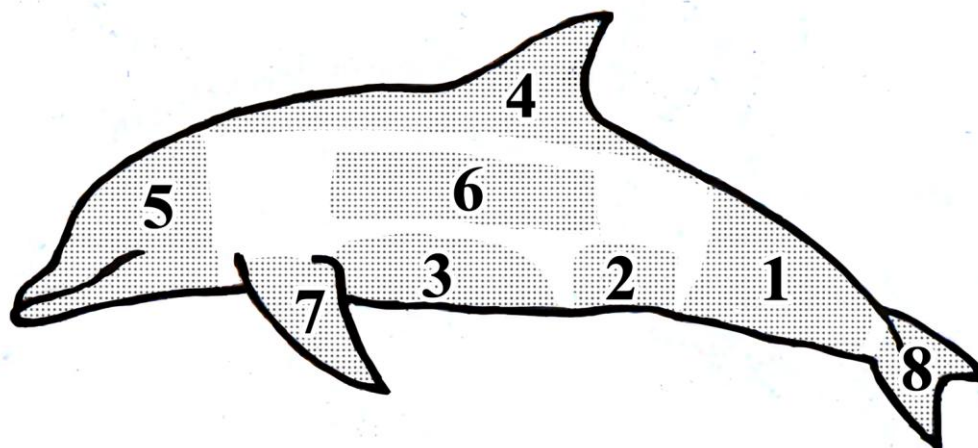
Figura 6 – Mordidas frescas de *Isistius* spp. nos formatos circular e meia-lua e seus diferentes estágios de cicatrização (fresco, parcialmente cicatrizado e cicatrizado), seguindo a descrição proposta em Best e Photopoulou (2016) e Papastamatiou *et al.* (2010).



Fonte: Acervo Aquasis (2025).

Legenda: Mordidas circulares em estágio (A) fresco; (B) e (C) parcialmente cicatrizado; (D) cicatrizado; e mordidas em meia-lua em estágio (E) fresco; e (F) cicatrizado.

Figura 7 – Distribuição de oito regiões corporais de cetáceos analisadas para identificação e caracterização de marcas causadas por *Isistius* spp., baseado na metodologia proposta por Long e Jones (1996).



Fonte: Adaptado de Long e Jones (1996) e Souto *et al.* (2007).

Legenda: (1) Pedúnculo caudal; (2) Região urogenital; (3) Ventral; (4) Dorsal; (5) Cabeça; (6) Flanco; (7) Nadadeira caudal; e (8) Nadadeira peitoral.

### 3.5 Estimativas de comprimento corporal de *Isistius brasiliensis*

A estimativa do tamanho de indivíduos de tubarão-charuto da espécie *Isistius brasiliensis* foi realizada por meio de fotografias referentes, exclusivamente, a mordidas circulares e frescas, que apresentavam previamente escala com precisão de 1 milímetro. Medições referentes ao maior e menor eixos das mordidas foram mensuradas por meio do *software* ImageJ (Abramoff; Magalhães; Ram, 2004) e, em seguida, aplicados nas fórmulas propostas por Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1988) (Equação 1) e por Castro *et al.* (2018) (Equação 2).

$$CT_I = 82,8 + 4,51 \cdot (CMS) \quad (1)$$

Onde,

$CT_I$  = Comprimento total individual do tubarão-charuto *Isistius brasiliensis* (em centímetros) de acordo com a equação proposta em Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1998).

$CMS$  = Comprimento do maior eixo da mordida, que corresponde à mandíbula superior do tubarão-charuto *Isistius brasiliensis* (em centímetros).

$$\ln(CT_2) = 2,034 + 1,126 \cdot \ln(CMI) \quad (2)$$

Onde,

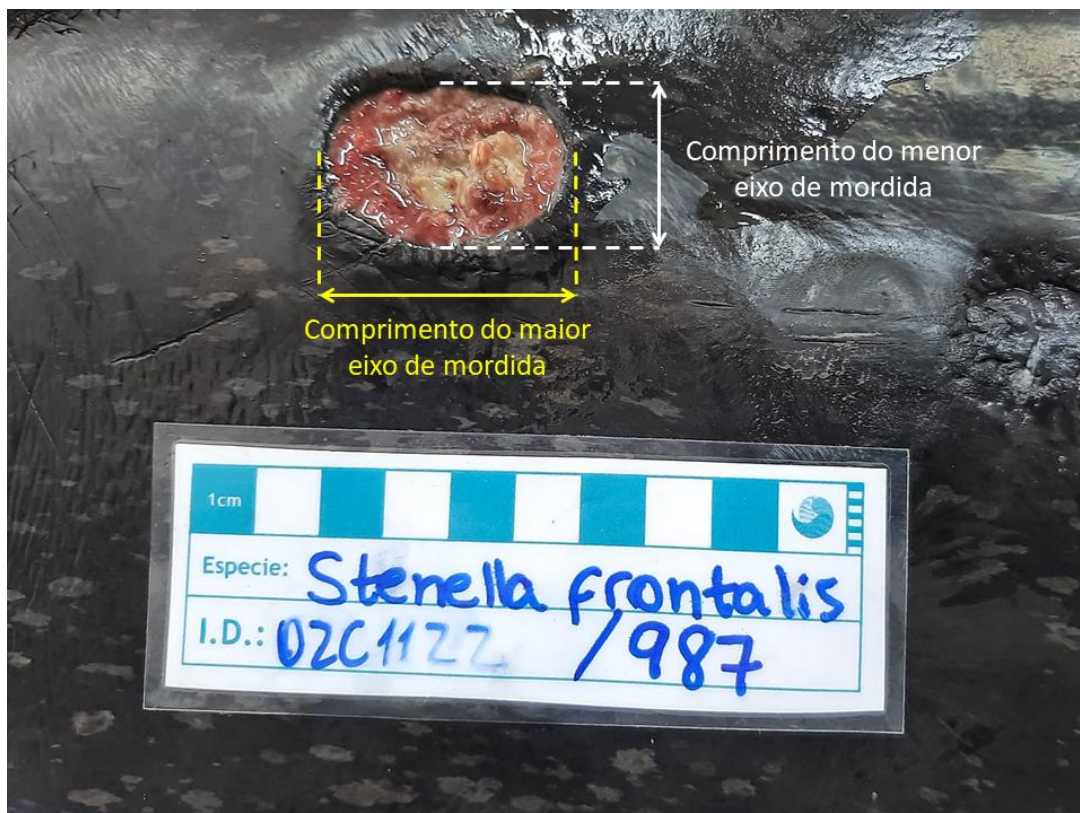
$CT_2$  = Comprimento total individual do tubarão-charuto *Isistius brasiliensis* (em centímetros) de acordo com a equação proposta em Castro *et al.* (2018).

$CMI$  = Comprimento do menor eixo da mordida, que corresponde à mandíbula inferior do tubarão-charuto *Isistius brasiliensis* (em centímetros).

Para os cálculos das estimativas de comprimento total dos tubarões-charuto assumiu-se que a espécie em questão tratava-se somente de *I. brasiliensis*, excluindo a possibilidade de mordidas realizadas por *I. plutodus*, conforme recomendado por Castro *et al.* (2018) e Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1988). De acordo com os autores, esse pré-requisito é aplicado pois o *I. brasiliensis* é uma espécie com mais informações disponíveis na literatura quanto à sua distribuição (Compagno, 1984; Jahn; Haedrich, 1988; Papastamatiou *et al.*, 2010), biometria (Cadenat; Blache, 1981; Castro *et al.* 2018; Petean; Carvalho, 2018) e estratégia alimentar (Grace *et al.*, 2023; Jones, 1971; Shirai; Nakaya, 1992). Além disso, ambos os trabalhos utilizaram como referência medidas corporais de espécimes de *I. brasiliensis* capturados, ao qual as equações foram elaboradas tendo em vista esta espécie.

Ainda com referência às equações para estimativa de comprimento corporal do tubarão-charuto, o eixo de mordida foi distinto para cada fórmula utilizada. Para a equação 1, Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1998) utilizaram o maior eixo da mordida, enquanto que para a equação 2, referente à Castro *et al.* (2018), foi utilizado o menor eixo de mordida (Figura 8). A adoção de medidas distintas influencia nas estimativas de comprimento corporal de *I. brasiliensis*; por isso, foram realizadas regressões lineares simples referentes a cada equação, a fim de melhor comparar os resultados obtidos entre si. Para isso, o *software* Rstudio versão 4.4.0 (R Core Team, 2024) foi utilizado.

Figura 8 – Medidas utilizadas para a estimativa do comprimento total de *Isistius brasiliensis* (em milímetros) utilizando as equações propostas por Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1998) e Castro *et al.* (2018). Comprimento do menor eixo (CMI) e maior eixo (CMS) da mordida (também em milímetros) do tubarão-charuto, em um indivíduo de golfinho-pintado-do-Atlântico (*Stenella frontalis*), número de identificação 987.



Fonte: Acervo Aquasis (2025).

### 3.6 Análise estatística dos dados

Tendo em vista que os dados obtidos nesse estudo foram não-paramétricos, o teste de Kruskal-Wallis associado a um teste *post-hoc* de Dunn foi utilizado para identificar a significância entre o número de mordidas causadas pelo tubarão-charuto e as seguintes variáveis: espécies de cetáceos; classe etária; formatos de mordida; estados de cicatrização das marcas; e classe de comprimento corporal dos cetáceos. Já para identificar a significância entre o número de indivíduos com marcas de mordidas e as variáveis regiões do corpo, código de enalhe, estação climática, e zona costeira, foi utilizado o teste exato de Fisher. Para todas as análises, o nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ .

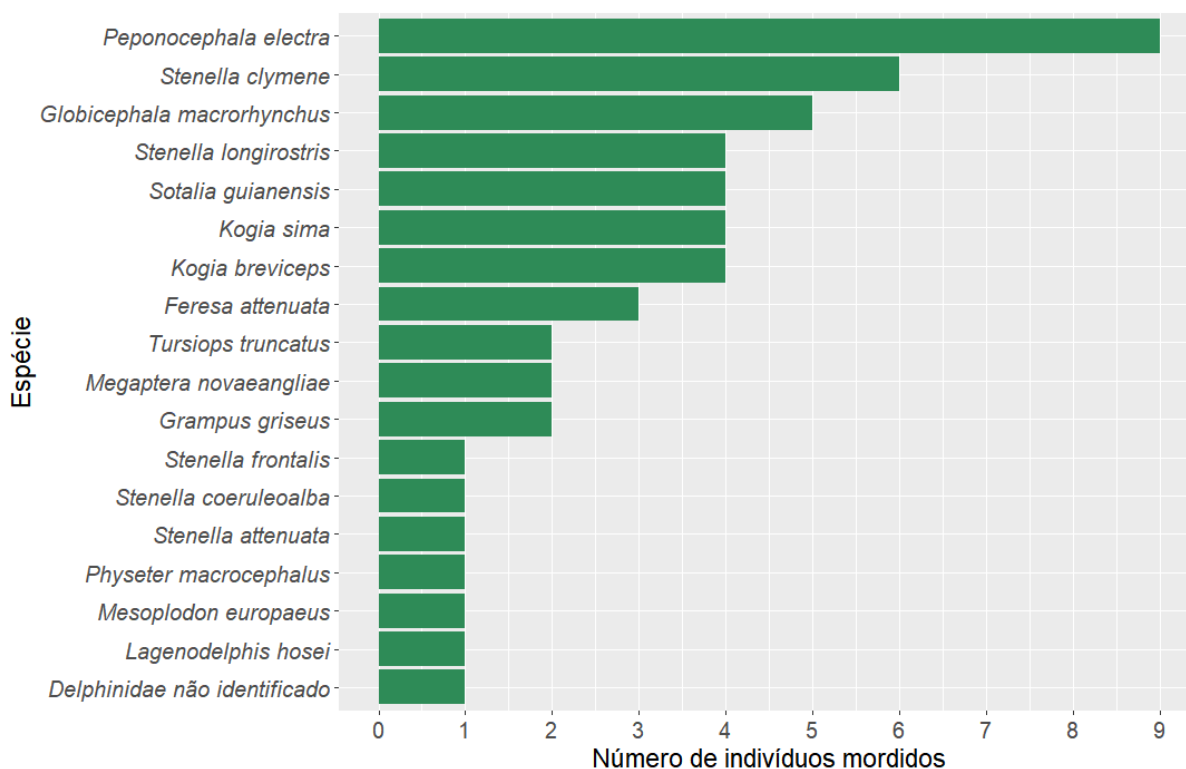
Em adição, foi realizado o cálculo da frequência de indivíduos mordidos por espécie (%), tendo como referência o total de enalhes de cetáceos ( $n=1.070$ ). Também foi calculada a

frequência de mordidas por espécie (%), tendo como referência o total de mordidas de tubarão-charuto (n=258). Ademais, foi estimada a razão de mordidas por indivíduo por espécie de cetáceo, a fim de se identificar a espécie mais predada, proporcionalmente. Todas as análises foram realizadas no software RStudio versão 4.4.0 (R Core Team, 2024).

#### 4 RESULTADOS

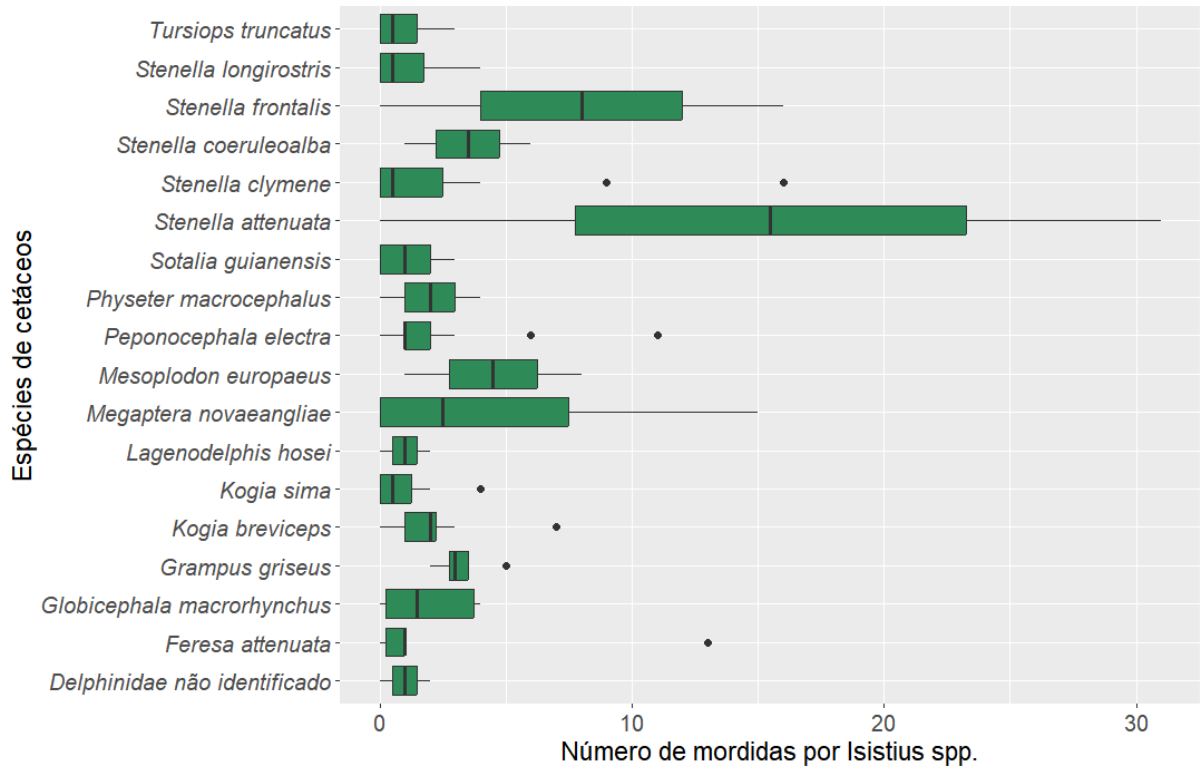
Foram encontrados 52 registros de cetáceos com marcas de mordidas de tubarão-charuto (4,86%) nos últimos 40 anos no Ceará, totalizando 258 mordidas. Das cinco famílias de cetáceos registradas no estado, a Delphinidae foi a que apresentou uma maior variedade de espécies atacadas pelo tubarão-charuto, ao qual a espécie com maior número de mordidas de tubarão-charuto foi o golfinho-cabeça-de-melão, *Peponocephala electra*, com 37 marcas (14,34% do total de mordidas). Em seguida, o golfinho-de-Clymene (*Stenella clymene*, n=33 mordidas, 12,79%) e o golfinho-pintado-pantropical (*S. attenuata*, n=31 mordidas, 12,02%) foram as espécies mais significativas (Figuras 9 e 10). Quanto a frequência de mordidas por espécie foi realizada, o golfinho-pintado-pantropical teve o maior valor (31 mordidas/indivíduo), seguido por golfinho-pintado-do-Atlântico (*S. frontalis*, com 16 mordidas/indivíduo), baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*, com 10 mordidas/indivíduo) e baleia-bicuda-de-gervais (*Mesoplodon europaeus*, com nove mordidas/indivíduo) (Tabela 3).

Figura 9 – Frequência de mordidas de *Isistius* spp. por espécie de cetáceo encalhado no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024.



Fonte: Autor.

Figura 10 – *Boxplot* com a distribuição do número de mordidas de *Isistius* spp. em cada espécie de cetáceo encalhado no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024. Dado inclui mediana, *quartis* e *outliers*.



Fonte: Autor.

Tabela 3 – Distribuição e frequência de mordidas de *Isistius* spp. em cetáceos encalhados no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024.

Espécies	Total de indivíduos encalhados	Indivíduos com mordidas	Número de mordidas	Média de mordidas por indivíduo	Frequência de indivíduos mordidos pelo total de encalhes (%)	Frequência de indivíduos mordidos por espécie (%)	Frequência de mordidas (%)
<i>Peponocephala electra</i>	26	9	37	4,11	0,84%	34,62%	14,34%
<i>Stenella clymene</i>	18	6	33	5,5	0,56%	33,33%	12,79%
<i>Stenella attenuata</i>	6	1	31	31	0,09%	16,67%	12,02%
<i>Megaptera novaeangliae</i>	25	2	20	10	0,19%	8,00%	7,75%
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	16	5	19	3,8	0,47%	31,25%	7,36%
<i>Kogia breviceps</i>	11	4	18	4,5	0,37%	36,36%	6,98%
<i>Feresa attenuata</i>	8	3	16	5,33	0,28%	37,5%	6,20%
<i>Stenella frontalis</i>	11	1	16	16	0,09%	9,10%	6,20%
<i>Grampus griseus</i>	3	2	13	6,5	0,19%	66,67%	5,04%
<i>Sotalia guianensis</i>	743	4	9	2,25	0,37%	0,54%	3,49%
<i>Stenella longirostris</i>	14	4	10	2,5	0,37%	28,57%	3,88%
<i>Mesoplodon europaeus</i>	2	1	9	9	0,09%	50,00%	3,49%
<i>Kogia sima</i>	17	4	8	2	0,37%	23,53%	3,10%
<i>Stenella coeruleoalba</i>	3	1	7	7	0,09%	33,33%	2,71%
<i>Physeter macrocephalus</i>	66	1	4	4	0,09%	1,52%	1,55%
<i>Tursiops truncatus</i>	25	2	4	2	0,19%	8,00%	1,55%
<i>Lagenodelphis hosei</i>	3	1	2	2	0,09%	33,33%	0,78%
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	4	0	0	SD	SD	SD	SD
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	1	0	0	SD	SD	SD	SD
<i>Balaenoptera omurai</i>	1	0	0	SD	SD	SD	SD
<i>Orcinus orca</i>	1	0	0	SD	SD	SD	SD
<i>Pseudorca crassidens</i>	2	0	0	SD	SD	SD	SD
<i>Steno bredanensis</i>	31	0	0	SD	SD	SD	SD
<i>Ziphius cavirostris</i>	12	0	0	SD	SD	SD	SD
Total ao nível de espécie	1.049	51	256		4,77%		99,23%

(conclusão)

Espécies	Total de indivíduos encalhados	Indivíduos com mordidas	Número de mordidas	Média de mordidas por indivíduo	Frequência de indivíduos mordidos pelo total de encalhes (%)	Frequência de indivíduos mordidos por espécie (%)	Frequência de mordidas (%)
Balaenopteridae	1	0	0	SD	0,00%	SD	0,00%
Delphinidae	4	1	2	2	0,09%	25,00%	0,77%
<i>Kogia</i> sp.	2	0	0	SD	0,00%	SD	0,00%
<i>Stenella</i> sp.	2	0	0	SD	0,00%	SD	0,00%
Ziphiidae	1	0	0	SD	0,00%	SD	0,00%
Espécie desconhecida	11	0	0	SD	0,00%	SD	0,00%
Total ao nível de gênero, família ou sem identificação	1.070	52	258		4,86%		100,00%

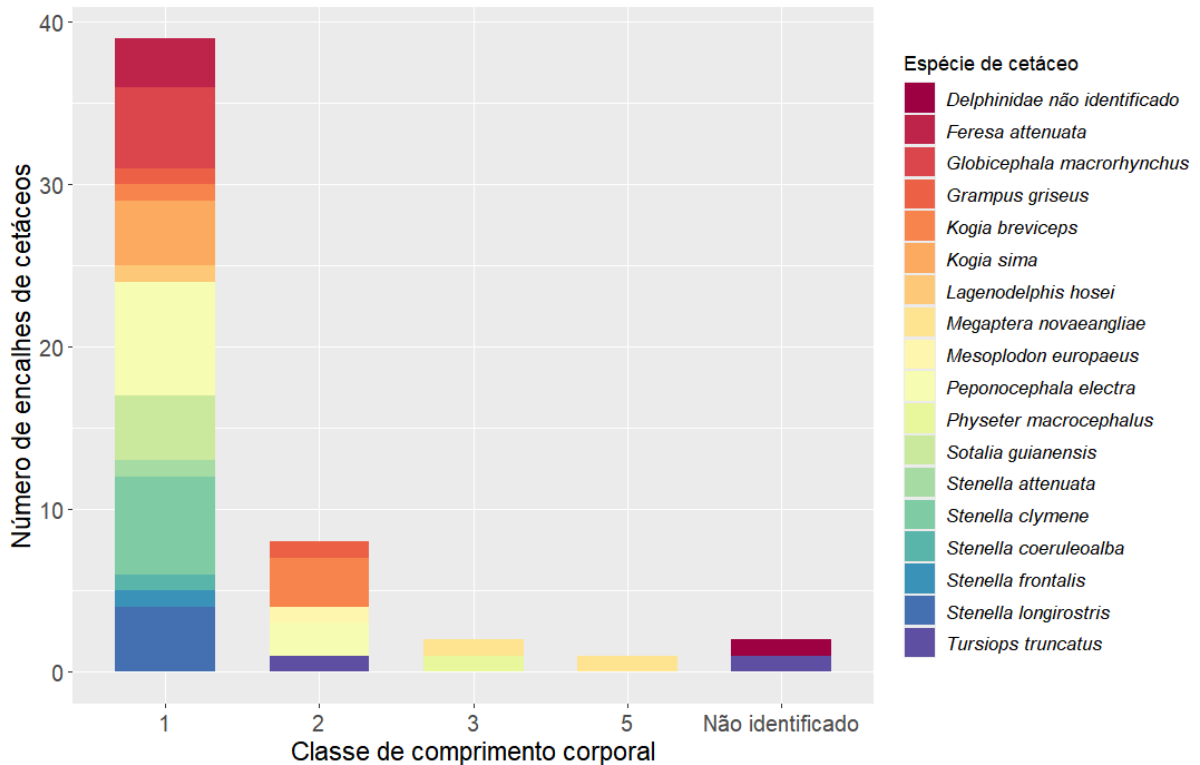
Fonte: Autor.

Das 24 espécies de cetáceos que ocorrem no litoral cearense, 17 (70,83%) apresentaram marcas causadas pela predação do tubarão-charuto. Em contrapartida, em sete espécies não foram identificadas marcas de mordida de *Isistius* spp., a saber: *Balaenoptera acutorostrata*, *B. bonaerensis*, *B. omurai*, *O. orca*, *Pseudorca crassidens*, *Steno bredanensis* e *Ziphius cavirostris*. Nenhuma espécie exclusivamente costeira apresentou mordidas causadas pelo tubarão-charuto, com exceção de quatro indivíduos de boto-cinza, *Sotalia guianensis*.

Com relação ao tamanho dos indivíduos de cetáceos mais mordidos pelo tubarão-charuto, houve predominância de registros pertencentes à classe 1, com animais de até 353 cm de comprimento (n=39 indivíduos). Esta classe foi composta por espécies como golfinho-cabeça-de-melão, com sete indivíduos; golfinho-de-Clymene, com seis indivíduos; baleia-piloto-de-peitorais-curtas, *Globicephala macrorhynchus*, com cinco indivíduos; cachalote-anão, *Kogia sima*, golfinho-rotador, *S. longirostris*, e boto-cinza, com quatro cada; e golfinho-de-Risso, *Grampus griseus*, cachalote-pigmeu, *K. breviceps*, golfinho-de-Fraser, *Lagenodelphis hosei*, golfinho-pintado-pantropical, golfinho-listrado, *S. coeruleoalba*, e golfinho-pintado-do-Atlântico, com um único espécime cada (Figura 11). No total, a classe 1 de comprimento corporal abrangeu 75% dos registros de encalhes com mordidas de tubarão-

charuto, apresentando diferença significativa frente às demais classes ( $\chi^2=31,359$ ,  $p<0,05$ ,  $df=4$ ).

Figura 11 – Proporção do número de registros de cetáceos com marcas de mordidas de *Isistius* spp. encalhados no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024, de acordo com as cinco classes de comprimento corporal (em centímetros).

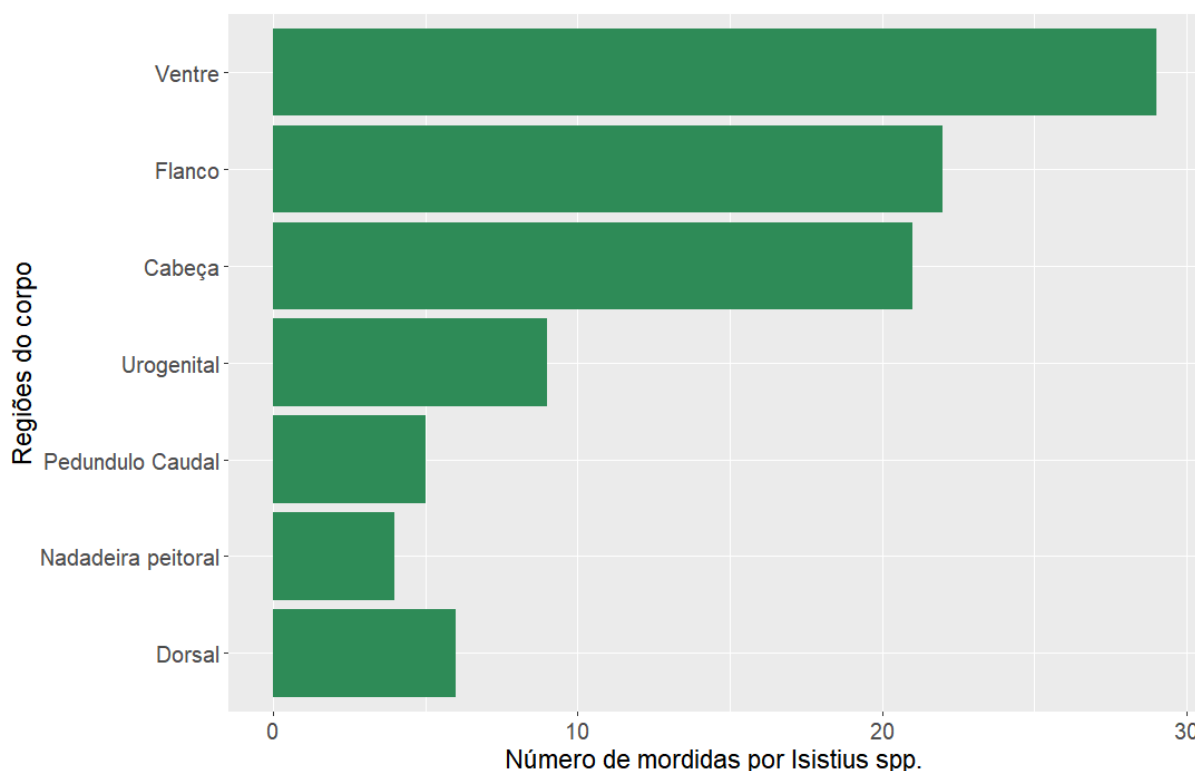


Fonte: Autor.

Legenda: Classificação das espécies com comprimento corporal máximo entre (1) 70 e 353 cm; (2) 353 e 636 cm; (3) 636 e 919 cm; (4) 919 e 120 cm; e (5) acima de 120 cm.

A proporção de marcas causadas pelo tubarão-charuto variou de acordo com as regiões corporais dos cetáceos, onde a região ventral ( $n=92$ , 35,66%), flanco ( $n=81$ , 31,40%) e cabeça ( $n=53$ , 20,54%) foram as mais atacadas (Figura 12). Apesar da tendência de predação nessas regiões, não foi possível identificar uma preferência clara do *Isistius* spp. entre as partes corporais dos cetáceos, onde o teste Exato de Fisher associado ao Método de Monte Carlo não encontrou significância ( $p=0,8916$ ). Em adição, nenhuma mordida na nadadeira caudal dos indivíduos foi encontrada.

Figura 12 – Distribuição de mordidas de *Isistius* spp. entre as regiões corporais dos cetáceos encalhados no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024. O gráfico não inclui a nadadeira caudal, uma vez que não foram detectadas mordidas nesta região.



Fonte: Autor.

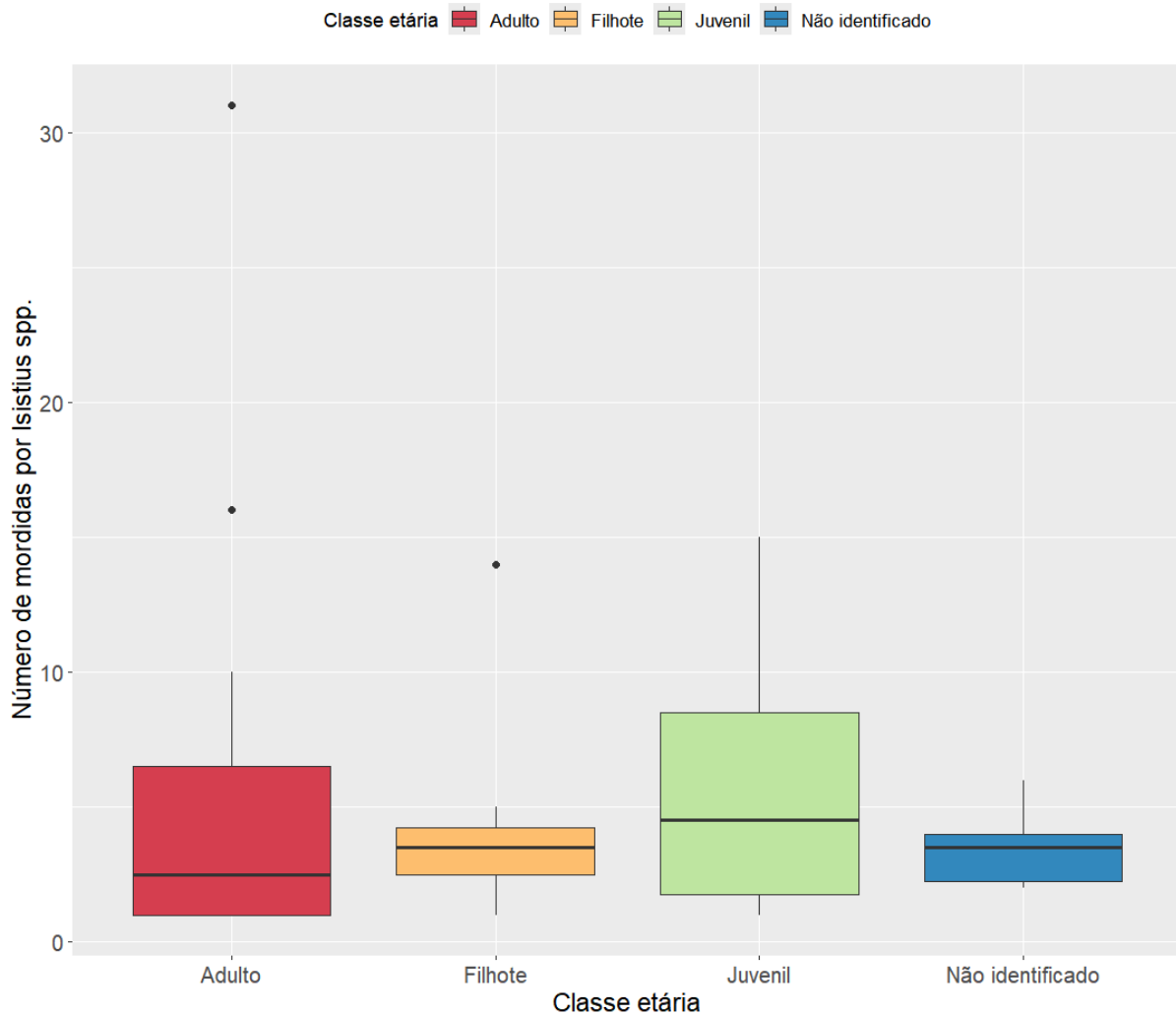
Os registros de encalhe foram identificados pela classe etária, dividida entre filhotes, juvenis e adultos, além de indivíduos não determinados quanto a idade. O maior número de encalhes foi referente aos adultos com mordidas, com 30 registros, enquanto filhotes e juvenis apresentaram oito indivíduos encalhados cada (Tabela 4). Com relação ao número total de mordidas por classe etária, os adultos também apresentaram o maior valor, com 154 marcas. Apesar disso, os juvenis apresentaram a maior razão de marcas entre as classes etárias, com 6 mordidas/indivíduo, seguido dos adultos (5,13 mordidas/indivíduo) e filhotes (4,38 mordidas/indivíduo). Entretanto, nenhuma diferença significativa entre as classes etárias e a incidência de marcas causadas pelo tubarão-charuto pode ser observada ( $n=52$ ,  $\chi^2=0,66277$ ,  $p=0,8819$ ,  $df=3$ ) (Figura 13). Em seis registros de encalhe de cetáceos não foi possível identificar a classe etária.

Tabela 4 – Distribuição e frequência de mordidas de *Isistius* spp. por fase de desenvolvimento (filhote, juvenil, adulto e indeterminado) de cetáceos encalhados no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024.

<b>Classe etária</b>	<b>Total de indivíduos encalhados</b>	<b>Indivíduos com mordidas</b>	<b>Número total de mordidas</b>	<b>Média de mordidas por indivíduo</b>	<b>Frequência de indivíduos mordidos pelo total de encalhes (%)</b>	<b>Frequência de mordidas (%)</b>
Filhote	131	8	35	4,375	0,75%	13,57%
Juvenil	121	8	48	6,0	0,75%	18,60%
Adulto	512	30	154	5,13	2,80%	59,69%
Não identificado	306	6	21	3,5	0,56%	8,14%
<b>Total</b>	<b>1.070</b>	<b>52</b>	<b>258</b>		<b>4,86%</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autor.

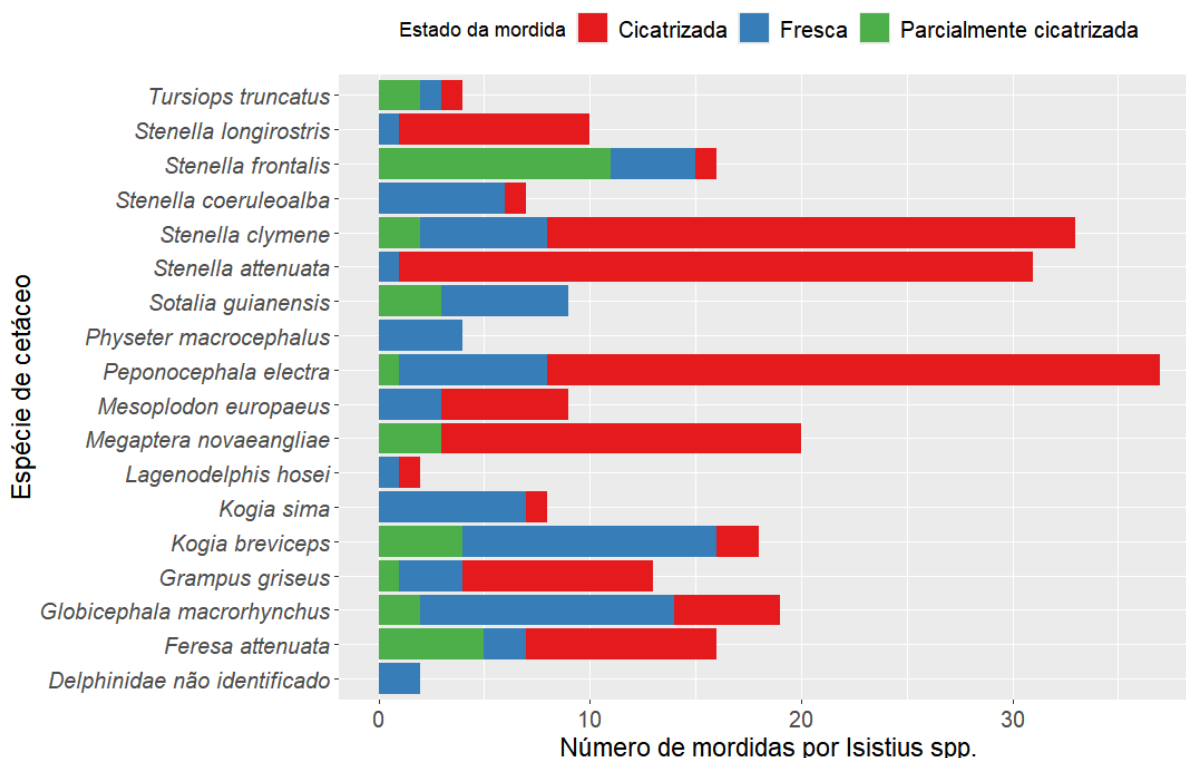
Figura 13 – *Boxplot* com a distribuição e frequência de mordidas de *Isistius* spp. por fase de desenvolvimento (filhote, juvenil, adulto e indeterminado) de cetáceos encalhados no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024. Dado inclui mediana, *quartis* e *outliers*.



Fonte: Autor.

Com relação aos estágios de cicatrização, marcas totalmente cicatrizadas foram mais frequentemente registradas (56,59%, n=146), seguidas de mordidas ainda frescas (30,23%, n=78). Entre os três estágios de cicatrização foi possível observar uma diferença significativa no número de mordidas entre cada categoria por espécie de cetáceo ( $\chi^2=13,974$ ,  $p<0,05$ ,  $df=2$ ) (Figura 14). Quanto ao formato, 77,91% eram arredondadas (n=201) (Figura 15). No entanto, a distribuição do número de mordidas pelos seus formatos entre as espécies de cetáceos foi significativamente diferente, onde as em meia-lua obtiveram destaque ( $\chi^2=29,858$ ,  $p<0,05$ ,  $df=17$ ).

Figura 14 – Proporção do estágio de cicatrização das mordidas de *Isistius* spp., categorizadas em marcas frescas, parcialmente cicatrizadas e cicatrizadas por espécie de cetáceo encalhado no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024.

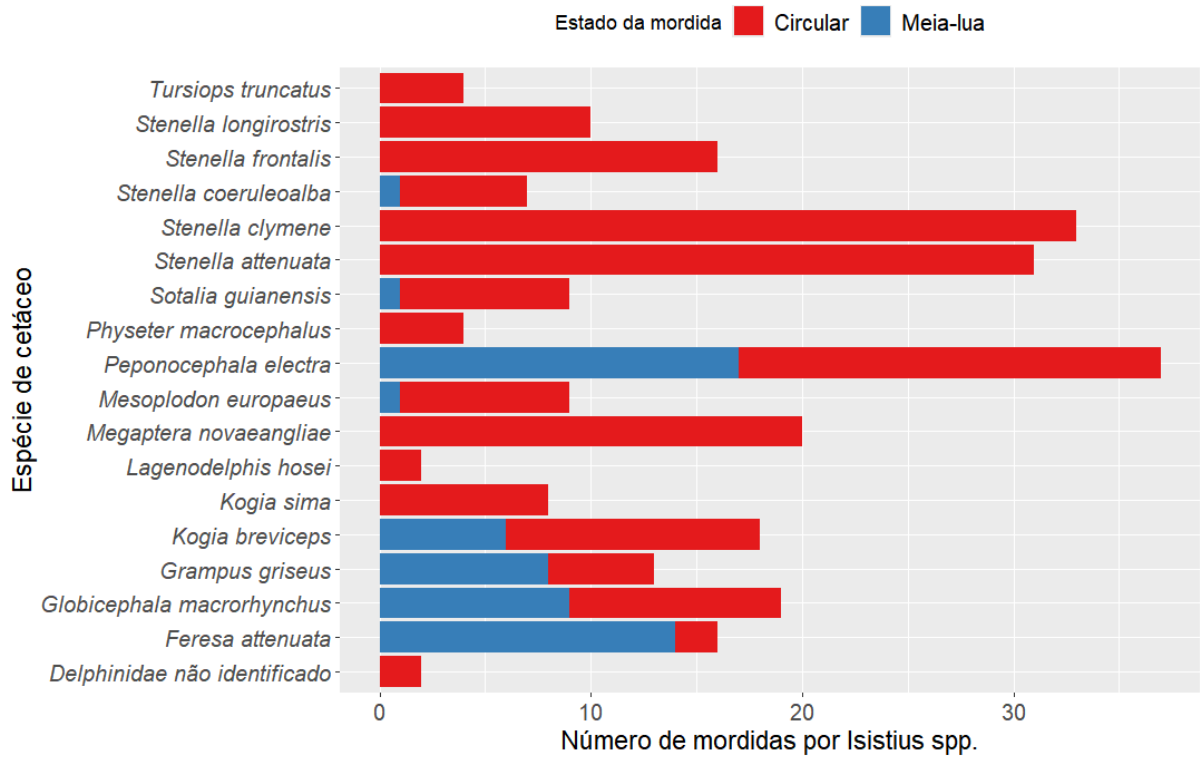


Fonte: Autor.

Os indivíduos que apresentaram marcas de mordidas de tubarão-charuto foram encontrados em sua maioria vivos (código de encalhe 1, 34,62%, n=18), ou suas carcaças estavam em boas condições (código de encalhe 2, 36,54%, n=19). Carcaças em estado razoável de decomposição (código de encalhe 3) e carcaças decompostas (código de encalhe 4) corresponderam a 17,31% (n=9) e 11,54% (n=6) do total de indivíduos registrados, respectivamente.

A fim de se investigar a predação de *Isistius* spp. entre os diferentes níveis de decomposição, contabilizou-se o número de mordidas totais por códigos de encalhe. Foi observado que carcaças decompostas (código de encalhe 4) apresentaram a menor incidência de mordidas, com 21 marcas. A maior incidência de marcas causadas pelo tubarão-charuto foi observada, predominantemente, em carcaças frescas (código de encalhe 2, com 98 mordidas) e em animais vivos (código de encalhe 1, com 81 mordidas) (Tabela 5). Por fim, a proporção de mordidas de *Isistius* spp. por indivíduo foi maior para o código de encalhe 3, com 6,4 mordidas/indivíduo, e o código de encalhe 2 com 5,16 mordidas/indivíduo (Figura 16).

Figura 15 – Proporção do formato das mordidas de *Isistius* spp., divididas em marcas circulares e em meia-lua, por espécie de cetáceo encalhado no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024.



Fonte: Autor.

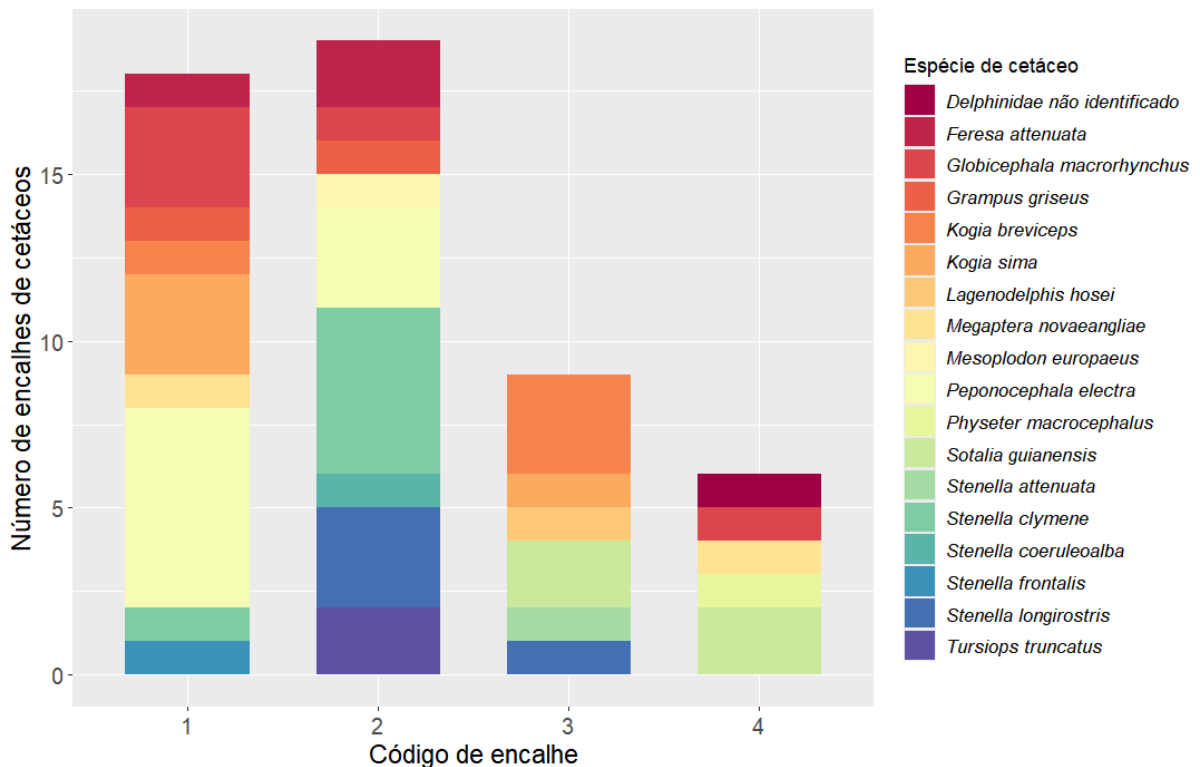
Tabela 5 – Distribuição e frequência de mordidas de *Isistius* spp. entre os graus de decomposição de carcaças de cetáceos para espécimes encalhados no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024. Os códigos de encalhe estão de acordo com a classificação estabelecida pelo *Marine Mammals Ashore: A field guide for strandings* (Geraci e Lounsbury, 2005) e pelo Protocolo de Conduta para Encalhes de Mamíferos Aquáticos (IBAMA, 2005).

Código de encalhe	Total de indivíduos encalhados	Indivíduos com mordidas	Número total de mordidas	Média de mordidas por indivíduo	Frequência de indivíduos mordidos pelo total de encalhes (%)	Frequência de mordidas (%)
1	76	18	81	4,5	1,68%	31,40%
2	144	19	98	5,16	1,78%	37,98%
3	149	9	58	6,4	0,84%	22,48%
4	486	6	21	3,5	0,56%	8,14%
5	197	0	0	SD	SD	SD
Indefinido	18	0	0	SD	SD	SD
Total	1.070	52	258		4,86%	100,00%

Fonte: Autor.

Legenda: Código 1: Animais vivos; Código 2: Carcaça em boas condições (fresca); Código 3: Carcaça em estado razoável (decomposta, mas órgãos ainda intactos); e Código 4: Carcaça decomposta (decomposição avançada).

Figura 16 – Proporção do número de indivíduos encalhados no Ceará com marcas de mordidas de *Isistius* spp., na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024, entre os quatro graus de decomposição de carcaças de cetáceos, de acordo com a classificação estabelecida pelo *Marine Mammals Ashore: A field guide for strandings* (Geraci e Lounsbury, 2005) e pelo Protocolo de Conduta para Encalhes de Mamíferos Aquáticos (IBAMA, 2005). Dados não incluem carcaças de código de encalhe 5 (Carcaça mumificada ou restos de esqueleto) devido a impossibilidade de identificação de mordidas.



Fonte: Autor.

Legenda: Código 1: Animais vivos; Código 2: Carcaça em boas condições (fresca); Código 3: Carcaça em estado razoável (decomposta, mas órgãos ainda intactos); e Código 4: Carcaça decomposta (decomposição avançada).

Quanto a fatores sazonais, não foi possível observar um padrão claro de predação realizada pelo tubarão-charuto em cetáceos no litoral do Ceará ( $\chi^2=5,8131$ ,  $p=0,1211$ ,  $df=3$ ) (Figura 17). A estação com maior frequência de indivíduos mordidos comparado ao total de encalhes no Ceará foi o outono, com 1,59% ( $n=17$  indivíduos), seguido do verão ( $n=14$  indivíduos), inverno ( $n=13$  indivíduos) e, por fim, a primavera ( $n=8$  indivíduos). Já para a razão de mordidas por indivíduo por estação climática, o verão apresentou o maior valor (5,5 mordidas/indivíduo), seguido do inverno (5,08 mordidas/indivíduo) (Tabela 6).

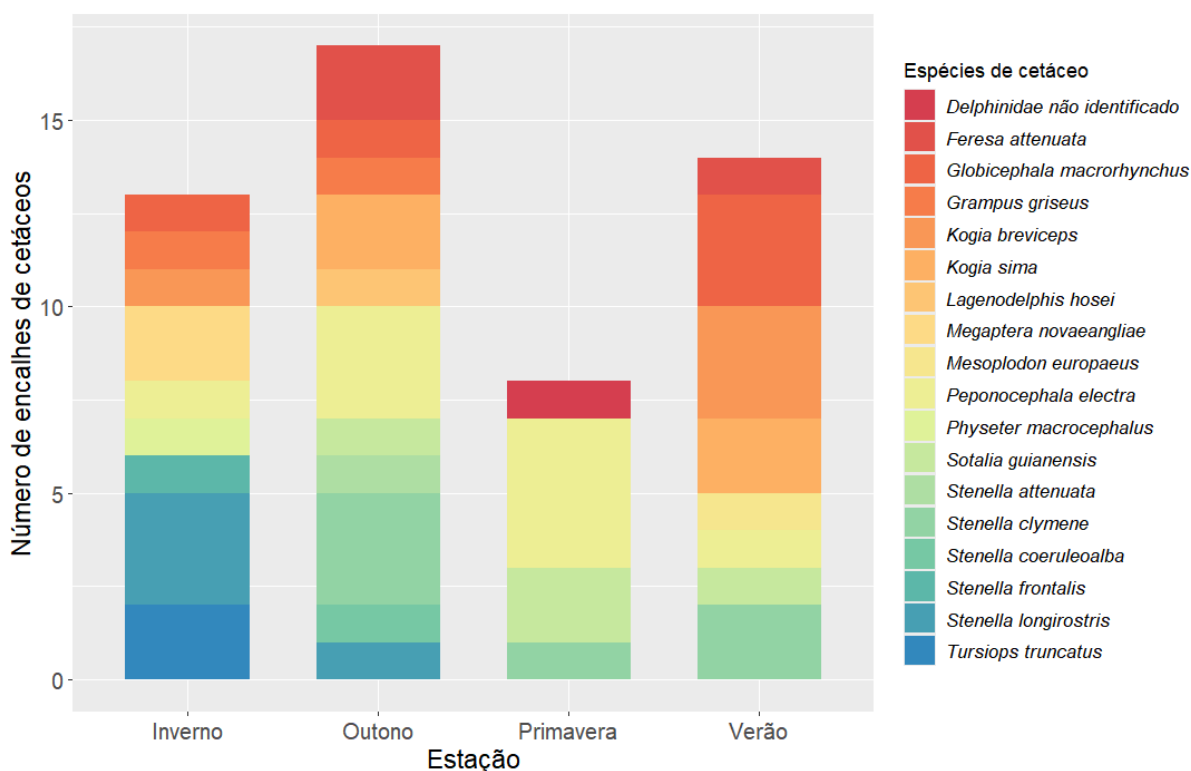
Tabela 6 – Distribuição e frequência de mordidas de *Isistius* spp. por estações climáticas (primavera, verão, outono e inverno) observadas no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024.

<b>Estação climática</b>	<b>Total de indivíduos encalhados</b>	<b>Indivíduos com mordidas</b>	<b>Número total de mordidas</b>	<b>Média de mordidas por indivíduo</b>	<b>Frequência de indivíduos mordidos (%)</b>	<b>Frequência de mordidas (%)</b>
Primavera	281	8	32	4,00	0,75%	12,40%
Verão	261	14	77	5,50	1,13%	29,84%
Outono	212	17	83	4,88	1,59%	32,17%
Inverno	303	13	66	5,08	1,21%	25,58%
Indeterminada	13	0	0	SD	SD	SD
<b>Total</b>	<b>1.070</b>	<b>52</b>	<b>258</b>		<b>4,86%</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autor.

Legenda: Primavera: 23 de setembro a 21 de dezembro; Verão: 22 de dezembro a 20 de março; Outono: 21 de março a 20 de junho; e Inverno: de 21 de junho a 22 de setembro.

Figura 17 – Proporção do número de indivíduos encalhados no Ceará com marcas de mordidas de *Isistius* spp., na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024, por espécie de cetáceo, categorizados pelas estações climáticas (primavera, verão, outono e inverno).

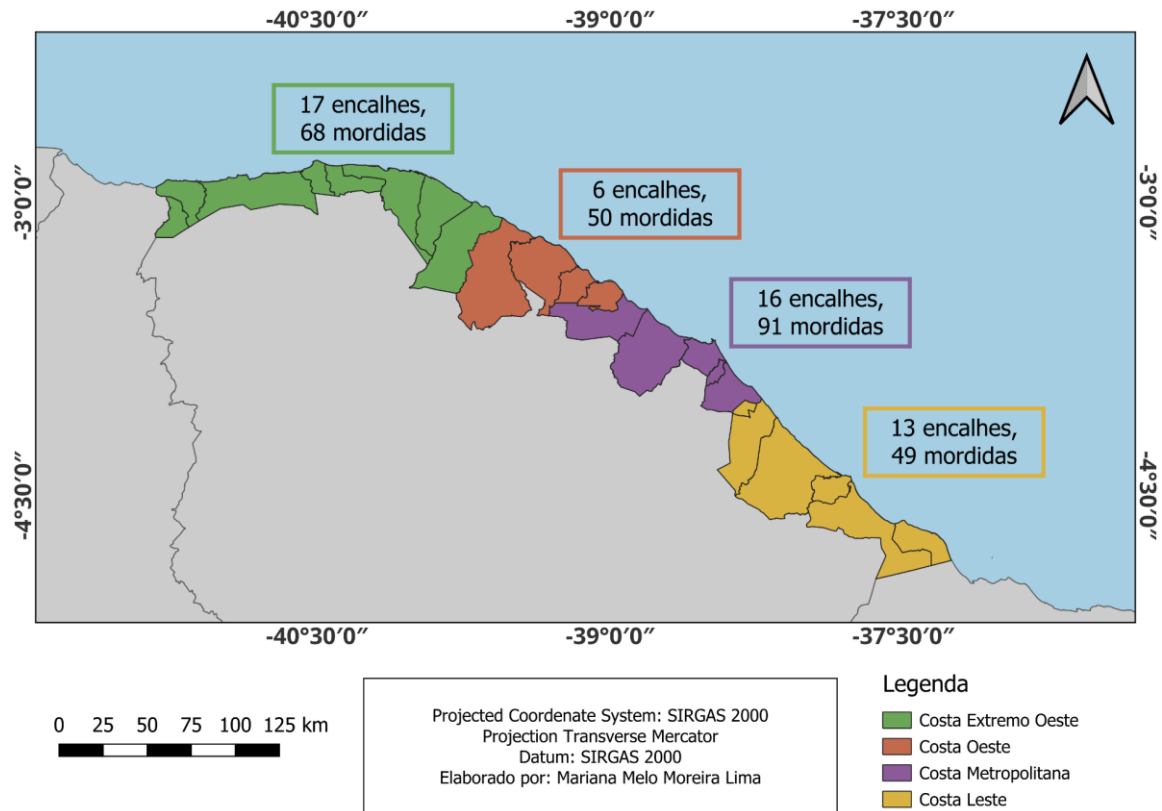


Fonte: Autor.

Legenda: Primavera: 23 de setembro a 21 de dezembro; Verão: 22 de dezembro a 20 de março; Outono: 21 de março a 20 de junho; e Inverno: de 21 de junho a 22 de setembro.

Com referência à distribuição espacial de encalhes de cetáceos com marcas de mordidas de tubarão-charuto, a Costa Oeste foi a que apresentou a menor incidência, com apenas seis indivíduos relatados (teste exato de Fisher associado ao Método de Monte Carlo  $p=0,7326$ ) (Figura 18). As Costas Metropolitana e Extremo Oeste obtiveram uma quantidade similar de indivíduos (17 e 16 encalhes cada, respectivamente), e a Costa Leste, treze encalhes. Desse modo, a Costa Oeste, que é composta pelos municípios de Paraipaba, Paracuru, Trairi e Itapipoca, é a que demonstra o menor registro de cetáceos encalhados com marcas de mordidas de tubarão-charuto. Entretanto, com referência à proporção de indivíduos de cetáceos atacados pelo *Isistius* spp., a Costa Oeste é a que apresenta a maior incidência com 8,3 mordidas/indivíduo, enquanto a Costa Leste, a menor razão, com 3,77 mordidas/indivíduo estimadas.

Figura 18 – Distribuição espacial de registros de encalhes de cetáceos com marcas de mordidas pelo tubarão-charuto *Isistius* spp. por zona do litoral cearense (Costa Leste, Costa Metropolitana, Costa Oeste e Costa Extremo Oeste), entre 1984 e 2024. A distribuição seguiu o zoneamento proposto pela Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, Lei nº 13.796, de 30 de junho de 2006.



Fonte: Autor.

A estimativa do comprimento corporal dos indivíduos de *Isistius* sp. variou conforme o eixo de mordida tido como referência. Para a largura do maior eixo (CMS), a equação proposta por Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1988) indicou que o menor indivíduo apresentava 106,4 mm de comprimento corporal (número de registro 1010), enquanto o maior, 328,18 mm (número de registro 334). Em média, foi estimado que o comprimento corporal dos indivíduos de *Isistius* sp. tendo como referência o CMS foi de 209,06 mm ( $\sigma = \pm 55,57$ ). Já para o menor eixo de mordida (CMI), a equação de Castro *et al.* (2018) estimou o menor indivíduo em 44,34 mm (número de registro 1010) e o maior, em 524,15 mm (número de registro 585). Como resultado, obteve-se uma média de comprimento corporal de 203,89 mm ( $\sigma = \pm 104,87$ ) para os indivíduos de *Isistius* sp., levando-se em consideração o CMI (Tabela 7).

Tabela 7 – Comprimento Total estimado (CT, em milímetros) de indivíduos de tubarão-charuto, *Isistius* sp., a partir de equações regressivas propostas por Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1988) e por Castro *et al.* (2018). As estimativas foram obtidas a partir de fotos de marcas de mordidas de cetáceos encaixados no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024, tendo-se como referência os comprimentos da mandíbula superior (CMS) e da mandíbula inferior (CMI), em milímetros.

Registro	Espécie	Região do corpo	CMS (mm)	CMI (mm)	CT Muñoz-Chápuli <i>et al.</i> (1988)	CT Castro <i>et al.</i> (2018)
334	<i>Kogia sima</i>	Flanco	25,573	16,702	198,13	182,05
		Ventre	18,030	5,916	164,12	56,58
		Flanco	54,407	38,459	328,18	465,65
		Flanco	38,214	15,993	255,15	173,37
343	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Ventre	29,377	10,091	215,29	103,23
372	<i>Sotalia guianensis</i>	Ventre	19,064	17,104	168,78	186,99
		Ventre	20,540	18,389	175,44	202,88
		Ventre	16,730	13,300	158,25	140,87
392	<i>Peponocephala electra</i>	Cabeça	29,516	24,277	215,92	277,39
499	<i>Peponocephala electra</i>	Ventre	52,349	18,052	318,89	198,70
533	<i>Stenella clymene</i>	Dorsal	17,086	9,919	159,86	101,25
543	<i>Stenella clymene</i>	Flanco	36,155	23,919	245,86	272,78
585	<i>Kogia sima</i>	Flanco	50,504	42,721	310,57	524,15
673	<i>Feresa attenuata</i>	Cabeça	25,372	17,582	197,23	192,89
712	<i>Peponocephala electra</i>	Ventre	35,525	22,642	243,02	256,44
734	<i>Stenella attenuata</i>	Cabeça	22,491	21,200	184,23	238,13
754	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Cabeça	25,214	13,127	196,52	138,81
		Ventre	44,658	27,235	284,21	315,72
		Ventre	38,241	21,099	255,27	236,85
854	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Cabeça	23,010	11,307	186,58	117,33
		Cabeça	10,623	8,013	130,71	79,62
		Flanco	13,805	10,368	145,06	106,42
		Dorsal	15,534	11,862	152,86	123,84
		Ventre	16,639	11,700	157,84	121,94
892	<i>Kogia breviceps</i>	Cabeça	24,814	20,243	194,71	226,06
		Cabeça	42,281	21,499	273,49	241,91
898	<i>Kogia sima</i>	Cabeça	24,028	19,951	191,17	222,39
927	<i>Sotalia guianensis</i>	Ventre	19,996	19,996	172,98	222,95
		Ventre	16,773	14,638	158,45	156,92
964	<i>Stenella longirostris</i>	Dorsal	33,418	13,716	233,52	145,84

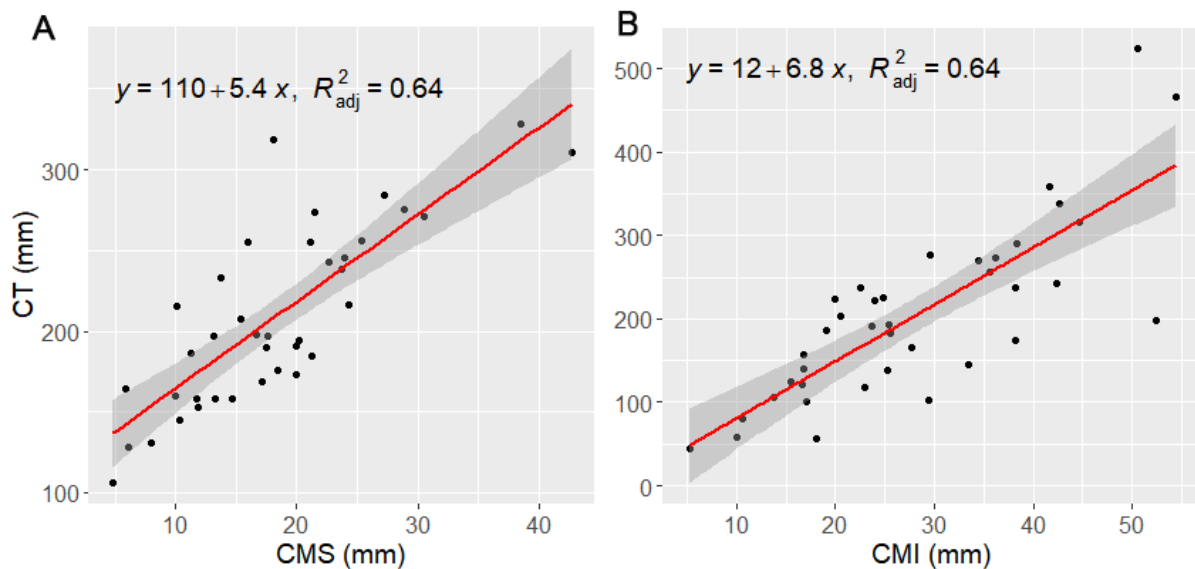
(conclusão)

Registro	Espécie	Região do corpo	CMS (mm)	CMI (mm)	CT Muñoz-Chápuli <i>et al.</i> (1988)	CT Castro <i>et al.</i> (2018)
986	<i>Kogia breviceps</i>	Urogenital	42,690	28,928	275,33	337,91
987	<i>Stenella frontalis</i>	Cabeça	27,667	15,335	207,58	165,36
		Urogenital	23,727	17,499	189,81	191,86
		Urogenital	10,028	6,112	128,03	58,69
		Dorsal	38,309	25,339	255,57	291,09
1010	<i>Stenella clymene</i>	Dorsal	41,687	30,475	270,81	358,32
		Ventre	5,224	4,764	106,36	44,34
1013	<i>Sotalia guianensis</i>	Pedúnculo	34,498	23,723	238,39	270,27

Fonte: Autor.

Para a regressão linear que teve como base a equação de Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1988), os resultados de comprimento corporal de tubarões-charuto apresentaram um erro padrão residual de 33,23 ( $gl=36$ ,  $F=67,44$ ,  $p<0,05$ ), enquanto para de Castro *et al.* (2018), foi observado um erro padrão residual de 63,25 ( $gl=36$ ,  $F=65,72$ ,  $p<0,05$ ) (Figura 19). Em ambos os casos, 64% dos resultados obtidos puderam ser explicados pelas relações de regressão lineares elaboradas. Uma vez que o valor do coeficiente de intercepto tendo como base o CMI é destoante do menor indivíduo de *Isistius* sp. estimado para Castro *et al.* (2018) (comprimento corporal de 44,34 mm para o indivíduo com número de registro 1010), pode-se inferir que esta equação é menos adequada para a estimativa de comprimento corporal para o presente estudo frente a de Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1988), que leva o CMS em referência (Tabela 8).

Figura 19 – Gráficos de regressão linear com os resultados de Comprimento Total estimado (CT, em milímetros) de indivíduos de tubarão-charuto, *Isistius* sp., a partir de equações regressivas propostas por (A) Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1988); e por (B) Castro *et al.* (2018). As estimativas foram obtidas a partir de fotos de marcas de mordidas de cetáceos encaixados no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024, tendo-se como referência os comprimentos da mandíbula superior (CMS) e da mandíbula inferior (CMI).



Fonte: Autor.

Tabela 8 – Síntese de informações obtidas pelas regressões lineares simples do Comprimento Total estimado (CT, em centímetros) de indivíduos de tubarão-charuto, *Isistius* sp., a partir de equações regressivas propostas por Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1988) e por Castro *et al.* (2018). As estimativas foram obtidas a partir de fotos de marcas de mordidas de cetáceos encaixados no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, entre 1984 e 2024, tendo-se como referência os comprimentos da mandíbula superior (CMS) e da mandíbula inferior (CMI). Dados incluem coeficiente preditor, coeficiente de intercepto, erro padrão residual,  $F$  e de significância  $p$  para regressões lineares com 36 graus de liberdade e  $R^2$  ajustado de 64%.

Variável	Coefficiente preditor	Coefficiente de intercepto	Erro padrão residual	$F$	$p$
CMS (mm)	5,4	110	63,25	67,44	0,000000009059
CMI (mm)	6,8	12	33,23	65,72	0,00000000123

Fonte: Autor.

## 5 DISCUSSÃO

Foi constatada a incidência de mordidas do tubarão-charuto em 71% das espécies de cetáceos observadas no litoral cearense para o período analisado. Até o momento, sabe-se que cerca de 50 espécies de baleias e golfinhos foram documentadas com marcas de mordidas de tubarão-charuto ao redor do mundo (Dwyer; Visser, 2011; Flach, 2022) e 26 para águas brasileiras (Gasparini; Sazima, 1996; Flach, 2022; Souto *et al.*, 2007). Neste estudo, das 24 espécies que ocorrem em águas cearenses (Carvalho; Meirelles; Silva, 2021), 17 apresentaram marcas de interações com *Isistius* spp., com destaque para o golfinho-de-Fraser, ao qual foi o primeiro registro dessa espécie com marca de mordida de tubarão-charuto no Brasil.

Diversos fatores parecem influenciar as chances de interação entre mamíferos marinhos e o tubarão-charuto. Padrões migratórios, dieta, movimentação e comportamentos durante o forrageio, velocidade de nado, residência em águas oceânicas e uso de habitat das espécies de cetáceos, associados à temperatura da água e profundidade, são variáveis que parecem permitir a susceptibilidade de predação por *Isistius* spp. (Flach, 2022; Santos *et al.*, 2024; Wenzel; López-Suárez, 2012). Para as três espécies mais frequentemente registradas com mordidas neste estudo, golfinho-cabeça-de-melão *P. electra*, golfinho-de-Clymene *S. clymene* e golfinho-pintado-pantropical *S. attenuata*, todas apresentam hábito oceânico demersal (Jefferson; Webber; Pitman, 2015; Monteiro-Filho *et al.*, 2021; Silva Júnior; Silva, 2020; Würsing; Thewissen; Kovacs, 2018), fortalecendo a hipótese de que a sobreposição de habitat é um facilitador das interações entre os cetáceos e o tubarão-charuto.

Hábitos alimentares e estratégias de forrageio dos cetáceos também aparentam ser fatores que influenciam significativamente nas chances de interações interespecíficas com tubarões-charuto. Como exemplo, o forrageio de presas como peixes e cefalópodes mesopelágicos que realizam migrações verticais diurnas são as principais fontes alimentares do golfinho-cabeça-de-melão (Jefferson; Webber; Pitman, 2015; Van Waerebeek *et al.*, 2008; West *et al.*, 2018; Würsing; Thewissen; Kovacs, 2018) e do golfinho-de-Clymene (Fertl; Schiro; Peake, 1997; Jefferson; Curry, 2003; Sakyi *et al.*, 2018). Similarmente, peixes teleósteos que realizam migração vertical diurna e mesopelágicos são tidos como as principais presas do tubarão-charuto (Carlisle *et al.*, 2021), havendo sobreposição de uso de habitat e recursos alimentares entre estes dois grupos taxonômicos. Com exceção da baleia-jubarte *M. novaeangliae*, todos os cetáceos identificados neste estudo se alimentam de cefalópodes (Feunteun *et al.*, 2018; Souto *et al.*, 2007), que são reconhecidos também como um dos recursos alimentares com maior destaque para o tubarão-charuto (Carlisle *et al.*, 2021).

Das 17 espécies identificadas com marcas de mordidas, nenhuma de hábitat exclusivamente costeiro foi predada, com exceção de quatro indivíduos de boto-cinza *S. guianensis* (Figura 20). Registros de mordidas de *Isistius* spp. em botos-cinza são incomuns, mas não impossíveis: um indivíduo dessa espécie encalhado no litoral baiano tinha marcas de mordida de tubarão-charuto, o que pode indicar deslocamentos de *S. guianensis* até áreas próximas ao talude, onde estariam susceptíveis a estas interações (Souto *et al.*, 2007). Apesar de ser uma espécie costeira, com preferência a áreas estuarinas (Jefferson; Webber; Pitman, 2015; Würsig; Thewissen; Kovacs, 2018; Silva Júnior; Silva, 2020; Monteiro-Filho *et al.*, 2021) de até 10 metros de profundidade (Rossi-Santos; Wedekin; Sousa-Lima, 2006), avistagens de boto-cinza em regiões distantes da costa podem ocorrer: frequentemente essa espécie é relatada no Arquipélago de Abrolhos, a 70 km da costa, podendo ocupar áreas de até 40 metros de profundidade (Rossi-Santos; Wedekin; Sousa-Lima, 2006). Já para o estado do Ceará, o boto-cinza também pode ser encontrado em áreas mais afastadas do litoral, a exemplo do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio – PEMPRIM (Soares *et al.*, 2019). Localizado a 10 milhas náuticas do município de Fortaleza e com profundidades que variam entre 16 e 30 metros (Soares *et al.*, 2011), pescadores artesanais relatam que essa espécie faz uso do PEMPRIM, possivelmente como rota de passagem (Soares; Normando, 2019). Desse modo, apesar de ser uma espécie de hábito predominantemente costeiro, o eventual uso de regiões de maiores profundidades podem permitir interações entre o boto-cinza e o tubarão-charuto.

Figura 20 – Indivíduos de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, que apresentaram mordidas de tubarão-charuto, *Isistius* spp., no Ceará, na costa semiárida no Atlântico equatorial ocidental, encontrados sob os códigos de encalhe 3 (carcaça decomposta, itens A e B) e 4 (carcaça em decomposição avançada, itens C e D), entre 1984 e 2024.



Fonte: Acervo Aquasis (2025).

Legenda: Indivíduos de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, encalhados no litoral do Ceará sob os números de identificação (A) 272, (B) 830, (C) 927 e (D) 1013.

Embora seja sugerido na literatura que espécies de maior tamanho corporal apresentam uma tendência de serem mais frequentemente mordidas pelo tubarão-charuto (e.g.: Feunteun *et al.*, 2018; Flach, 2022; Wenzel; López-Suárez, 2012), uma vez que a maior

superfície de área aumentaria as chances de predação, no presente estudo foi observado um padrão inverso. Aqui, houve uma predominância de espécies de menor comprimento corporal, que alcançam tamanho máximo de 3,53m (Classe 1), tais como o golfinho-cabeça-de-melão e o golfinho-de-Clymene. Ainda, estas duas espécies apresentam comportamento gregário, formando grupos compostos de um a 50 indivíduos, podendo chegar até 1.500 animais para *P. electra*, por exemplo (Jefferson; Webber; Pitman, 2015; Würsing; Thewissen; Kovacs, 2018). No entanto, para esta pesquisa, o principal fator observado que influencia na predação do tubarão-charuto em cetáceos aparenta ser a sobreposição de habitat entre estes dois táxons, uma vez que as principais espécies predadas, como golfinho-cabeça-de-melão, golfinho-de-Clymene, golfinho-pintado-pantropical e baleia-piloto-de-peitorais-curtas, apresentam habitat oceânico pelágico (Jefferson; Webber; Pitman, 2015; Monteiro-Filho et al., 2021; Silva Júnior; Silva, 2020; Würsing; Thewissen; Kovacs, 2018).

Quanto à fase de desenvolvimento (filhote, juvenil, adulto e indeterminado), foi observada uma predominância de marcas de tubarão-charuto em indivíduos adultos, tanto no número de indivíduos encaçados quanto na quantidade de mordidas. De fato, em outras localidades também é notificada uma diferença na predação por classe etária dos cetáceos, onde animais adultos tendem a ser mais expostos a ataques do *Isistius* spp. devido às suas estratégias alimentares, como o forrageio por presas em águas profundas (Wenzel; López-Suárez, 2012; Feunteun et al., 2018). Em adição, o acúmulo de marcas de mordidas do tubarão-charuto ao longo da vida do indivíduo também é frequente (Wenzel; López-Suárez, 2012; Feunteun et al., 2018), podendo ser utilizado, inclusive, para classificação etária conforme a espécie (como frequentemente encontrado nas baleias-bicudas de Cuvier, *Ziphius cavirostris*, e de Blainville, *Mesoplodon densirostris*, exemplificado em McSweeney; Baird; Mahaffy, 2007) e diferenciação de indivíduos em catálogos de fotoidentificação (e.g.: Durban et al., 2010; Dywer; Visser, 2011; Elwen et al., 2014; Feunteun et al., 2018; Grace et al., 2018; Barlow; Pepper; Torres, 2019; Flach, 2022). Por outro lado, filhotes tendem a apresentar menor incidência de mordidas por ocuparem águas mais superficiais e/ou serem protegidos por indivíduos adultos (Feunteun et al., 2018; Jones, 1971). Entretanto, há a possibilidade de ataques, em especial à noite, durante as migrações verticais do *Isistius* spp. para a superfície (Gallo-Reynoso; Figueroa-Carranza, 1992), embora no presente estudo tenham sido observados somente oito filhotes com mordidas.

O maior índice de mordidas em regiões corporais como ventre e flanco pode ser um indicativo de que são áreas mais vulneráveis à predação e/ou mais visadas pelo tubarão-charuto. De fato, 67% das mordidas registradas no presente estudo pertenciam a estas duas

regiões corporais, indicando que são mais vulneráveis às tentativas de mordidas, tal qual já demonstrado em outros estudos anteriores globalmente (Souto *et al.*, 2007; Wenzel; López-Suárez, 2012). Entretanto, esse padrão é distinto para trabalhos que utilizam a fotoidentificação, ao qual o dorso é a região corporal mais relatada por estar, geralmente, mais exposta para visualização (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2021; Dywer; Visser, 2021; Flach, 2022; Grace *et al.*, 2018; Moore; Steiner; Jahn, 2003). Ademais, áreas como pedúnculo e nadadeira caudal parecem ter maior proteção ao tubarão-charuto devido à sua mobilidade, sendo dificilmente identificadas mordidas nestas regiões (e.g.: Feunteun *et al.*, 2018; Souto *et al.*, 2007).

Curiosamente, a cabeça também é uma região corporal atacada com frequência nos indivíduos que encalharam no litoral cearense, correspondendo a 20,5% do total de mordidas. Apesar dos cetáceos apresentarem um mecanismo de ecolocalização eficiente (exclusivo em odontocetos) e uma visão lateral bastante aguçada (Long; Jones, 1996), ataques na região frontal não são incomuns, já tendo sido relatados em outros estudos (Feunteun *et al.*, 2018; González; Cunha, 2000; Souto *et al.*, 2007; Wenzel; López-Suárez, 2012). Por exemplo, o golfinho-cabeça-de-melão foi identificado como a espécie com mais mordidas nessa região corporal para o litoral do Ceará, possivelmente devido à abundância de gordura no melão frontal (Würsing; Thewissen; Kovacs, 2018) e aos seus hábitos alimentares, uma vez que costumam forragear à noite (West *et al.*, 2018; Würsing; Thewissen; Kovacs, 2018) em profundidades entre 150 a 400m (Joyce *et al.*, 2017).

Mordidas em estado cicatrizado foram predominantes no presente estudo, correspondendo a mais da metade das marcas causadas pelo tubarão-charuto em cetáceos que encalharam no litoral cearense. O golfinho-cabeça-de-melão, golfinho-de-Clymene e golfinho-pintado-pantropical foram as três espécies que apresentaram maior destaque na proporção de mordidas cicatrizadas frente às frescas. Marcas causadas pelo *Isistius* spp. já cicatrizadas são comumente encontradas em outras espécies de cetáceos, a exemplo de orcas (Dywer; Visser, 2011), baleias-jubarte (Elwen *et al.*, 2014), baleias-fin, *Balaenoptera physalus* (Esteves *et al.*, 2018; Herr *et al.*, 2022), e baleias-azuis, *B. musculus* (Barlow; Pepper; Torres, 2019). O tempo de cicatrização de ferimentos e marcas é muito variável conforme a espécie de cetáceo, uma vez que cada uma apresenta características dérmicas específicas: para a baleia-de-Bryde, *B. edeni*, 98 dias (Wiseman, 2008); para orcas, 150 dias (Dywer; Visser, 2011); para baleias-piloto-de-barbatana-longa, *Globicephala melas*, 345 dias (Giménez *et al.*, 2011); para baleias-azuis, cerca de cinco anos (Barlow; Pepper; Torres, 2019); para as baleias-bicudas, 5 anos, para a de Blainville, 11 anos, e para a de Cuvier, 15

anos (McSweeney; Baird; Mahaffy, 2007). Entretanto, o sucesso de cicatrização de uma marca depende de outros fatores, como ausência de infecções e abscessos ou patologias inflamatórias crônicas (Giménez *et al.*, 2011). Desse modo, o tempo de cicatrização de uma mordida realizada pelo tubarão-charuto é imprecisa, variando conforme a espécie de cetáceo e suas características epidérmicas, a ausência de infecções, abscessos e inflamações na ferida, dentre outros fatores.

Quanto ao formato da mordida, foi observado uma menor incidência de marcas em meia-lua frente às circulares. Assim como em outros estudos, mordidas realizadas em meia-lua são encontradas em menor frequência (Dywer; Visser, 2011; Barlow; Pepper; Torres, 2019; Herr *et al.*, 2022), possivelmente pelo tubarão-charuto não ter tido sucesso em efetuar o movimento rotatório necessário para se retirar o pedaço de carne de sua presa (Compagno, 1984; Makino *et al.*, 2004). Conforme já mencionado, estes tubarões possuem uma dentição adaptada, lábios sugadores altamente especializados e uma forte faringe modificada, utilizados para realizar sua estratégia alimentar diferenciada: os dentes inferiores afiados são usados para se prender à presa, enquanto o indivíduo rotaciona o corpo longitudinalmente a fim de retirar um pedaço de carne da vítima deixando, como resultado, uma ferida arredondada muito característica (Compagno, 1984; Shirai; Nakaya, 1992; Petean; Carvalho, 2018). No entanto, a retirada bem-sucedida de tampões completos de carne das presas é mais comumente realizada do que a ocorrência de tentativas mal sucedidas que resultam em mordidas em meia-lua (Dywer; Visser, 2011), resultando em uma marca pouco encontrada em suas presas. Além disso, a baixa frequência de mordidas em meia-lua pode ser atribuída possivelmente a uma cicatrização mais rápida de uma ferida menos grave (Dywer; Visser, 2011; Mackintosh; Wheeler, 1929).

No presente estudo foi observado que mais de 70% dos encalhes registrados com mordidas de tubarão-charuto foram encontrados vivos (código de encalhe 1) ou vieram a óbito recentemente (código de encalhe 2). O golfinho-cabeça-de-melão e o golfinho-de-Clymene foram as principais espécies, ao qual todos os indivíduos encontrados (nove indivíduos de *P. electra* e seis de *S. clymene*) estavam classificados entre estas duas categorias. A baleia-piloto-de-peitorais-curtas também foi uma das principais, com 80% dos espécimes com mordidas de tubarão-charuto encontrados entre os códigos de encalhe 1 e 2. Assim como as demais espécies preferencialmente atacadas pelo tubarão-charuto, a baleia-piloto-de-peitorais-curtas apresenta hábito principalmente pelágico (Jefferson; Webber; Pitman, 2015; Monteiro-Filho *et al.*, 2020; Silva Júnior; Silva, 2020; Würsig; Thewissen; Kovacs, 2018), com dieta focada em peixes e cefalópodes de grandes profundidades, além de forrageio realizado

predominantemente à noite entre 500 e 800m (Baird *et al.*, 2002; Owen *et al.*, 2019). Devido a tais características, a baleia-piloto-de-peitorais-curtas é frequentemente encontrada com alta incidência de mordidas, sejam frescas ou cicatrizadas (Batista *et al.*, 2012; Buden e Bourgoïn, 2018; Feunteun *et al.*, 2018; Wenzel; López-Suárez, 2012). Os encalhes de espécimes frescos aqui identificados com mordidas de tubarão-charuto corresponderam a cerca de um terço (34,6% para *P. electra*, 33,3% para *S. clymene* e 25% para *G. macrorhynchus*) do total de cetáceos encalhados no litoral cearense entre 1984 e 2024, para cada uma das espécies.

Assim como em outros estudos analisando a incidência de mordidas tanto em mamíferos marinhos (e.g.: Feunteun *et al.*, 2018; Flach, 2022) quanto na ictiofauna (e.g.: Papastamatiou *et al.*, 2010), não foi possível observar uma sazonalidade clara na predação do tubarão-charuto em cetáceos para o estado do Ceará. Este pode ser um indicativo da presença permanente do *Isistius* spp. na região, devido à abundância de presas ao longo de todo o ano, a exemplo do que foi sugerido por Feunteun *et al.* (2018) para a Ilha de Martinica. Em contrapartida, foi observada uma tendência a ocorrerem mais marcas causadas pelo tubarão-charuto entre o verão e o outono, estações que se estendem de dezembro a junho e correspondem ao período chuvoso para o estado (Campos *et al.*, 2003). Essa tendência pode ser causada pela possibilidade de variações sazonais na dieta do tubarão-charuto, devido à disponibilidade de presas, a busca por alvos mais nutricionalmente vantajosos e/ou a mudança de hábitos alimentares conforme a classe etária do *Isistius* spp. (Carlisle *et al.*, 2021). Apesar de não ter encontrado diferenças sazonais na incidência de marcas causadas pelo tubarão-charuto, Papastamatiou *et al.* (2010) observaram uma redução no número de mordidas frescas em peixes pelágicos de interesse comercial no Havaí ao final do segundo semestre. Ainda assim, o hábito alimentar do *Isistius* spp. ainda não está bem esclarecido, e mais estudos quanto à dieta desses animais são necessários a fim de se compreender o(s) grupo(s) taxonômico(s) mais afetado(s), especialmente com relação à sua fase de vida e com as estações climáticas. Já quanto a distribuição espacial, não foi possível detectar diferença no número de encalhes com mordidas de tubarão-charuto entre as zonas costeiras, a exemplo de outros estudos que analisaram encalhes de cetáceos no litoral do estado (Castro *et al.*, 2022; Meirelles *et al.*, 2009, 2010; Monteiro-Neto *et al.*, 2000; Thomaz, 2024).

O presente estudo buscou estimar o comprimento total de *Isistius* spp. para a costa semiárida cearense, ao fazer uso de duas equações distintas para esse fim. Ao comparar os resultados obtidos, observa-se que a equação proposta por Castro *et al.* (2018) apresentou a maior discrepância entre os comprimentos mínimo e máximo dos indivíduos, além do maior desvio padrão. Também na regressão linear simples apresentada, nota-se a presença de

*outliers* e uma divergência entre o valor de comprimento corporal mínimo estimado e o coeficiente de intercepto da equação, indicando que os resultados obtidos pela fórmula de Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1988) possivelmente sejam mais adequados para a estimativa de comprimento corporal de *Isistius* spp. Devido às diferenças entre as equações, é necessária cautela ao utilizar o comprimento total de *Isistius* spp. para inferir informações biológicas sobre a espécie, uma vez que há discrepância nas estimativas. Como exemplo, o número de indivíduos de *I. brasiliensis* utilizados para elaboração das fórmulas foi diferente, onde Castro *et al.* (2018) analisou nove indivíduos capturados entre 1996 a 2015 no Golfo da Guiné, enquanto Muñoz-Chápuli, Salgado e Serna (1988) fez uso de 11 indivíduos descritos em Cadenat e Blanche (1981), capturados tanto no oceano Atlântico quanto no oceano Pacífico. Em adição, não é possível ter a garantia de que a predação foi realizada unicamente por *I. brasiliensis*, podendo ter sido incluídos na análise indivíduos de *I. plutodus*, conforme indicado em outros estudos (Menezes *et al.*, 2022; Papastamatiou *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2024).

É estimado que para o *I. brasiliensis*, o tamanho de nascimento está entre 140 e 150 mm, podendo atingir comprimento máximo de 420 mm para os machos e 560 para as fêmeas em sua fase adulta (Compagno, 1984; Ebert; Dando; Fowler, 2021; Jahn; Haedrich, 1988). Contudo, na literatura já foram estimados indivíduos com 610 mm (Menezes *et al.*, 2022), seguindo a equação de Castro *et al.* (1998). Tendo em vista que a maturação sexual é distinta entre os sexos, variando entre 310 a 370 mm para machos e 380 e 440 mm para fêmeas (Compagno, 1984; Ebert; Dando; Fowler, 2021; Jahn; Haedrich, 1988), as médias de comprimento corporal observadas neste estudo indicam uma predominância de indivíduos imaturos para ambos os casos. Associada a ausência de sazonalidade na predação de tubarões-charuto em cetáceos aqui analisados, e a estimativa de indivíduos abaixo de 140 mm, há a possibilidade de que a costa cearense seja uma área de berçário de tubarões-charuto. De fato, essa teoria já foi levantada em outras regiões, como na costa semiárida equatorial do Rio Grande do Norte, nas proximidades de uma boia do *Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic* (PIRATA) (Menezes *et al.*, 2022), e no arquipélago de São Pedro e São Paulo (Santos *et al.*, 2024), ao qual os autores também observaram um predomínio de indivíduos neonatos e juvenis.

## 6 CONCLUSÕES

A maior parte da biodiversidade de cetáceos do Ceará é predada pelo tubarão-charuto, *Isistius* spp., onde das 24 espécies de cetáceos que ocorrem na região, 17 foram identificadas com marcas de mordidas.

Na região estudada, os tubarões-charuto predam principalmente cetáceos de habitat oceânico demersal: golfinho-cabeça-de-melão, *Peponocephala electra*, baleia-piloto-de-peitorais-curtas, *Globicephala macrorhynchus*, golfinho-de-Clymene, *Stenella clymene*, e golfinho-pintado-pantropical, *S. attenuata*.

O presente estudo descreve o primeiro registro de golfinho-de-Fraser, *Lagenodelphis hosei*, com marcas de *Isistius* spp. para o Brasil.

A ocorrência de mordidas frescas e a ausência de um padrão espaço-temporal de encalhes de cetáceos com marcas sugere a presença permanente da população de tubarões-charuto na região.

Não há um padrão definido na incidência de mordidas de tubarão-charuto em cetáceos com relação à classe etária, ao comprimento total ou ao grau de decomposição das carcaças.

A população do tubarão-charuto, *Isistius* spp., presente na costa do Ceará, é composta por indivíduos imaturos, em sua maioria, indicando que esta região pode ser uma área de berçário.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo trouxe informações inéditas sobre o tubarão-charuto *Isistius* spp. para águas cearenses por meio de um amplo e sistemático monitoramento de praias de longa duração. A manutenção deste monitoramento é essencial para o resgate e reintrodução de mamíferos marinhos, atendimento de encalhes e obtenção de relevantes dados científicos sobre este grupo taxonômico no Ceará. Os resultados discutidos neste estudo contribuem para a expansão do conhecimento sobre tubarões do gênero *Isistius* spp. e suas interações ecológicas com outras espécies na costa semiárida brasileira, com destaque para o estado do Ceará.

## REFERÊNCIAS

- ABRÀMOFF, M. D.; MAGALHÃES, P. J.; RAM, S. J. Image Processing with ImageJ. **Biophotonics International**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 36-42, jul. 2004.
- ACEVEDO-GUTIÉRREZ, A. Interactions between marine predators: dolphin food intake is related to number of sharks. **Marine Ecology Progress Series**, v. 240, p. 267–271, 2002.
- AMORIM, A. F.; ARFELLI, C. A.; FAGUNDES, L. Pelagic elasmobranchs caught by longliners off southern Brazil during 1974 - 97: an overview. **Marine and Freshwater Research**, v. 49, n. 7, p. 621, 1998. <https://doi.org/10.1071/MF97111>
- AYRES, K. A.; GALLAGHER, A. J.; HIGUERA-RIVAS, J. E. Orca (*Orcinus orca*) and shark predator-prey interactions within Cabo Pulmo National Park in the Gulf of California, Mexico. **Frontiers in Marine Science**, v. 11, 4 jun. 2024. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1407379>
- BAIRD, R. et al. Diving and night-time behavior of long-finned pilot whales in the Ligurian Sea. **Marine Ecology Progress Series**, v. 237, p. 301–305, 2002.
- BARCELOS, D.; BARREIROS, J. B.; BARREIROS, J. P. Records of *Isistius* sp. (Elasmobranchii: Squaliformes: Dalatiidae), from the Azores archipelago, inferred by fresh bite marks in dolphins. **Acta Ichthyologica Et Piscatoria**, v. 54, p. 151–155, 1 jul. 2024. <https://doi.org/10.3897/aiep.54.123825>
- BARLOW, D. R.; PEPPER, A. L.; TORRES, L. G. Skin Deep: An Assessment of New Zealand Blue Whale Skin Condition. **Frontiers in Marine Science**, v. 6, 5 dez. 2019. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00757>
- BATISTA, R. L. G. et al. Cetaceans registered on the coast of Ilhéus (Bahia), northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 1, p. 31–38, mar. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032012000100003>
- BEST, P. B.; PHOTOPOULOU, T. Identifying the “demon whale-biter”: Patterns of scarring on large whales attributed to a cookie-cutter shark *Isistius* sp. **PLOS ONE**, v. 11, n. 4, p. e0152643, 7 abr. 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152643>
- BORNATOWSKI, H. et al. Shark scavenging and predation on cetaceans at Abrolhos Bank, eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 92, n. 8, p. 1767–1772, 30 ago. 2012. <https://doi.org/10.1017/S0025315412001154>
- BRASIL. Portaria nº34, de 2 de fevereiro de 2021. Aprova a listagem atualizada dos municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira brasileira. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2021.
- BUDEN, D. W.; BOURGOIN, A. New Distribution Records of Cetaceans from the Federated States of Micronesia. **Pacific Science**, v. 72, n. 4, p. 475–483, out. 2018. <https://doi.org/10.2984/72.4.7>
- CADENAT, J.; BLACHE, J. **Requin de Mediterranee et d'Atlantique (Plus particulierment de la Cote Occidentale d'Afrique)**. Paris: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. 1981.
- CAMPOS, A. A. et al. **A zona costeira do Ceará: diagnóstico para a gestão integrada**. Fortaleza: Aquasis. 2003. 248 p.
- CARDEÑOSA, D. Oceanic whitetip shark cookies: Evidence of multiple predation events by an opportunistic mesopelagic predator on a large epipelagic shark. **Journal of Fish Biology**, v. 105, n. 6, p. 1969-1970, 2024. <https://doi.org/10.1111/jfb.15913>
- CARLISLE, A. B. et al. Integrating multiple chemical tracers to elucidate the diet and habitat of Cookiecutter Sharks. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 11809, 3 jun. 2021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89903-z>
- CARNEIRO, A. C. A. L. **Encalhe de cetáceos na costa do Ceará**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. **Biology of Sharks and Their Relatives**. Boca Raton: CRC Marine Biology Series. 2012. 636 p.

CARVALHO, V.L.; MEIRELLES, A.C.O., SILVA, C. P. N. 2021. **Lista de Mamíferos Marinhos do Ceará**. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/mamiferos/>. Acessado em: 1 nov. 2024

CASTELBLANCO-MARTÍNEZ, D. N. et al. Spatial patterns of shark-inflicted injuries on coastal bottlenose dolphins in the Mesoamerican Reef System. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 57, n. 3, p. 332–338, 16 fev. 2021. <https://doi.org/10.1080/01650521.2021.1877391>

CASTRO, J. et al. Ichnology applied to the study of Cookiecutter shark (*Isistius brasiliensis*) biogeography in the Gulf of Guinea. **Environmental Biology of Fishes**, v. 101, n. 4, p. 579–588, 17 jan. 2018. <https://doi.org/10.1007/s10641-018-0720-8>

CASTRO, S. S. **Análise espacial e temporal dos encalhes de boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) no estado do Ceará de 2006 a 2019**: compreendendo ameaças e impactos sobre a espécie. 2022. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

CEARÁ. Lei nº 13.796, de 30 de junho de 2006. Institui a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, e o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Disponível em: [https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/06/LEI-N%C2%BA-13.796-2006\\_PEGC.pdf](https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/06/LEI-N%C2%BA-13.796-2006_PEGC.pdf). Acesso em: 8 ago. 2024

CLAES, J. M. et al. Iso-luminance counterillumination drove bioluminescent shark radiation. **Scientific Reports**, v. 4, n. 1, 10 mar. 2014. <https://doi.org/10.1038/srep04328>

COCKCROFT, V. G.; CLIFF, G.; ROSS, G. J. B. Shark predation on Indian Ocean bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* off Natal, South Africa. **South African Journal of Zoology**, v. 24, n. 4, p. 205–310, jan. 1989. <https://doi.org/10.1080/02541858.1989.11448168>

COMPAGNO, J.V. (org.). **Sharks of the world**: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Rome: United Nations Development Programme, 1984. 258 p. v. 4, parte 1.

CORKERON, P. J.; MORRIS, R. J.; BRYDEN, M. M. Interactions between bottlenose dolphins and sharks in Moreton Bay, Queensland. **Aquatic Mammals**, v. 13, n. 3, p.96–98. 1987.

DAHLHEIM, M. E. et al. Eastern temperate North Pacific offshore killer whales (*Orcinus orca*): Occurrence, movements, and insights into feeding ecology. **Marine Mammal Science**, v. 24, n. 3, p. 719–729, jul. 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2008.00206.x>

DE BRUYN, P. J. N.; TOSH, C. A.; TERAUDS, A. Killer whale ecotypes: is there a global model? **Biological Reviews**, v. 88, n. 1, p. 62–80, 9 ago. 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2012.00239.x>

DELROISSE, J. et al. Photophore Distribution and Enzymatic Diversity Within the Photogenic Integument of the Cookie-Cutter Shark *Isistius brasiliensis* (Chondrichthyes: Dalatiidae). **Frontiers in Marine Science**, v. 8, 15 abr. 2021. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.627045>

DEWYNTER, M. **Natural science illustrations of marine mammals**. [S.D.]. Disponível em: <https://sanctuaire-agoa.fr/editorial/natural-science-illustrations-marine-mammals>. Acesso em: 1 nov. 2024.

DI BENEDETTO, A. P. M. **Cetáceos**: introdução à biologia e metodologia básica para o desenvolvimento de estudos. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz; Escola Nacional de Saúde Pública, 2010. 100 p.

DURBAN, J. et al. Photographic mark-recapture analysis of clustered mammal-eating killer whales around the Aleutian Islands and Gulf of Alaska. **Marine Biology**, v. 157, n. 7, p. 1591–1604, 6 abr. 2010. <https://doi.org/10.1007/s00227-010-1432-6>

- DWYER, S. L.; VISSER, I. N. Cookie Cutter Shark (*Isistius* sp.) Bites on Cetaceans, with Particular Reference to Killer Whales (Orca) (*Orcinus orca*). **Aquatic Mammals**, v. 37, n. 2, p. 111–138, 1 jun. 2011. <https://doi.org/10.1578/AM.37.2.2011.111>
- EBERT, D. A.; DANDO, M.; FOWLER, S. **Sharks of the World: a complete guide**. Princeton: Princeton University Press, 2013. 609 p.
- EBERT, D. A.; PIEN, C.; KAMIKAWA, D. J. Confirmation of the cookiecutter shark, *Isistius brasiliensis*, from the eastern North Pacific Ocean (Squaliformes: Dalatiidae). **Marine Biodiversity Records**, v. 8, 2015. <https://doi.org/10.1017/S1755267215000962>
- ELWEN, S. H. et al. Humpback whales off Namibia: occurrence, seasonality, and a regional comparison of photographic catalogs and scarring. **Journal of Mammalogy**, v. 95, n. 5, p. 1064–1076, 31 out. 2014. <https://doi.org/10.1644/14-MAMM-A-108>
- ESTEVEZ, J. et al. Primer registro de la interacción entre *Isistius* sp. (Elasmobranchii: Dalatiidae) y *Balaenoptera physalus* (Mysticeti: Balaenopteridae) en aguas venezolanas. **Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras**, v. 47, n. 1, 29 jun. 2018. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2018.47.1.742>
- FERTL, D.; SCHIRO, A. J.; PEAKE, D. Coordinated feeding by Clymene dolphins (*Stenella clymene*) in the Gulf of Mexico. **Aquatic Mammals**, v. 23, n. 2, p.111–112. 1997.
- FEUNTEUN, A. et al. First evaluation of the cookie-cutter sharks (*Isistius* sp.) predation pattern on different cetacean species in Martinique. **Environmental Biology of Fishes**, v. 101, n. 5, p. 749–759, 25 jan. 2018. <https://doi.org/10.1007/s10641-018-0735-1>
- FLACH, L. K. **Padrão de ocorrência e prevalência de lesões de Tubarão-Charuto (*Isistius* spp.) em cetáceos da Baía de Santos, Brasil**. 2022. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2022.
- FORD, J. et al. Shark predation and tooth wear in a population of northeastern Pacific killer whales. **Aquatic Biology**, v. 11, n. 3, p. 213–224, 6 jan. 2011. <https://doi.org/10.3354/ab00307>
- GADIG, O. B. F.; GOMES, U. L. First report on embryos of *Isistius brasiliensis*. **Journal of Fish Biology**, v. 60, n. 5, p. 1322–1325, 1 maio 2002. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb01723.x>
- GALLO-REYNOSO, J. P.; FIGUEROA-CARRANZA, A. L. A cookiecutter shark wound on a Guadalupe fur seal male. **Marine Mammal Science**, v. 8, n. 4, p. 428–430, out. 1992. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.1992.tb00060.x>
- GASPARINI, J. L.; SAZIMA, I. A stranded melon-headed whale, *Peponocephala electra*, in Southeastern Brazil, with comments on wounds from the cookiecutter shark, *Isistius brasiliensis*. **Marine Mammal Science**, v. 12, n. 2, p. 308–312, abr. 1996. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.1996.tb00582.x>
- GERACI, J. R.; LOUNSBURY, V. L. **Marine Mammals Ashore: a field guide for strandings**. Galveston, Texas: A Texas A & M Sea Grant College Program Publication, 1993. 305 p.
- GIMENEZ, J. et al. Biopsy wound healing in long-finned pilot whales (*Globicephala melas*). **Veterinary Record**, v. 168, n. 4, p. 101–101, 4 jan. 2011. <https://doi.org/10.1136/vr.c5284>
- GONZALEZ, M. B. M.; CUNHA, C. M. Differentiation of the mutilation of *Isistius brasiliensis* (Quoy e Gaimard, 1824) and *Squaliolus laticaudus* Smith and Radcliffe, 1912 (Chondrichthyes, Squalidae) through the morphologic analysis of the mouth. **Publicações Avulsas do Instituto Pau Brasil**, v. 3, p. 31-39, 2000.
- GRACE, M. A. et al. Cookiecutter Shark Bite Wounds on Cetaceans of the Gulf of Mexico. **Aquatic Mammals**, v. 43, n. 5, p. 491–499, 15 set. 2018. <https://doi.org/10.1578/AM.44.5.2018.491>
- GRACE, M. A. et al. Simulating cookiecutter shark bites with a 3D-printed jaw-dental model. **Zoomorphology**, v. 142, p.253–264. 8 fev. 2023. <https://doi.org/10.1007/s00435-022-00586-0>

GUNTER, G. Contributions to the Natural History of the Bottlenose Dolphin, *Tursiops Truncatus* (Montague), on the Texas Coast, with Particular Reference to Food Habits. **Journal of Mammalogy**, v. 23, n. 3, p. 267, ago. 1942. <https://doi.org/10.2307/1374993>

HAYATA, M. A.; BORNATOWSKI, H.; FREITAS, R. H. A. Patterns and partitioning of food resources by elasmobranchs in southern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 104, n. 4, p. 437–450, abr. 2021. <https://doi.org/10.1007/s10641-021-01082-y>

HEITHAUS, M. R. et al. Spatial variation in shark-inflicted injuries to Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) of the southwestern Indian Ocean. **Marine Mammal Science**, v. 33, n. 1, p. 335–341, 22 jul. 2016. <https://doi.org/10.1111/mms.12346>

HEITHAUS, M. R. Predator–prey and competitive interactions between sharks (order Selachii) and dolphins (suborder Odontoceti): a review. **Journal of Zoology**, v. 253, n. 1, p. 53–68, jan. 2001a. <https://doi.org/10.1017/S0952836901000061>

HEITHAUS, M. R. Shark attacks on bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in Shark Bay, Western Australia: attack rate, bite scar frequencies, and attack seasonality. **Marine Mammal Science**, v. 17, n. 3, p. 526–539. 2001b.

HEITHAUS, M. R.; DILL, L. M. Food availability and predation risk influence bottlenose dolphin habitat use. **Ecology**, v. 83, n. 2, p. 480–491, fev. 2002.

HERR, H. et al. Skin condition of fin whales at Antarctic feeding grounds reveals little evidence for anthropogenic impacts and high prevalence of cookiecutter shark bite lesions. **Marine Mammal Science**, 13 ago. 2022 <https://doi.org/10.1111/mms.12966>

HONEBRINK, R. et al. First Documented Attack on a Live Human by a Cookiecutter Shark (Squaliformes, Dalatiidae: *Isistius* sp.). **Pacific Science**, v. 65, n. 3, p. 365–374, jul. 2011. <https://doi.org/10.2984/65.3.365>

HOYOS-PADILLA, M. et al. Observation of an Attack by a Cookiecutter Shark (*Isistius brasiliensis*) on a White Shark (*Carcharodon carcharias*). **Pacific Science**, v. 67, n. 1, p. 129–134, jan. 2013. <https://doi.org/10.2984/67.1.10>

IBAMA. **Protocolo de conduta para encalhes de mamíferos aquáticos**. Recife: Ibama, 2005. 299 p.

JAHN, A. E.; HAEDRICH, R. L. Notes on the Pelagic Squaloid Shark *Isistius brasiliensis*. **Biological oceanography**, 1 out. 2013.

JEFFERSON, T. A.; CURRY, B. E. *Stenella clymene*. **Mammalian Species**, v. 726, p. 1–5, jul. 2003. <https://doi.org/10.1644/726>

JEFFERSON, T.A.; WEBBER, M.A.; PITMAN, R.L. **Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their Identification**. Academic Press; 1 ed. 2007. 616 p.

JOHNSON, S. C. Sea creatures and the problem of equipment damage. **U.S. Naval Institute Proceedings**, p. 106–107, 1978.

JONES, E. C. *Isistius-brasiliensis*, a squaloid shark, probable cause of crater wounds on fishes and cetaceans. **Fishery Bulletin of the National Oceanic and Atmospheric Administration**, v. 69, n. 4, p. 791–798. 1971.

JOYCE, T. W. et al. Physiological, morphological, and ecological tradeoffs influence vertical habitat use of deep-diving toothed-whales in the Bahamas. **PLOS ONE**, v. 12, n. 10, p. e0185113, 11 out. 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185113>

KYNE, P.M. *Isistius brasiliensis*. 2018. The IUCN Red List of Threatened Species 2018. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/41830/2956761>. Acesso em: 1 jul. 2024.

KYNE, P.M.; GERBER, L.; SHERRILL-MIX, S. A. *Isistius plutodus*. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/60212/3093223>. Acesso em: 1 jul. 2024.

- LE BOEUF, B. J.; MCCOSKER, J. E.; HEWITT, J. Crater wounds on northern elephant seals: the cookiecutter shark strikes again. **Fishery Bulletin**, v. 85, n. 2. 1987.
- LEAL, M. et al. Shark species identification from bite marks on a Short-finned Pilot Whale, *Globicephala macrorhynchus*. **Ocean and Coastal Research**, v. 70, 1 jan. 2022. <https://doi.org/10.1590/2675-2824070.22078mldsbl>
- LONG, D. J.; JONES, R. E. White shark predation and scavenging on cetaceans in the eastern North Pacific Ocean. In: KLIMLEY, A. P.; AINLEY, D. G. (ed.). *Great White Sharks: the biology of *Carcharodon carcharias**. Califórnia, USA: Academic Press, 1996. p. 293–307.
- LOWRY, D. et al. Determining shark size from forensic analysis of bite damage. **Marine Biology**, v. 156, n. 12, p. 2483–2492, 1 nov. 2009. <https://doi.org/10.1007/s00227-009-1273-3>
- MAKINO, Y. et al. Peculiar Circular and C-Shaped Injuries on a Body from the Sea. **American Journal of Forensic Medicine and Pathology**, v. 25, n. 2, p. 169–171, 1 jun. 2004. <https://doi.org/10.1097/01.paf.0000127390.07879.62>
- MALDINI, D. Evidence of predation by a tiger shark (*Galeocerdo cuvier*) on a spotted dolphin (*Stenella attenuata*) off O’ahu, Hawai’i. **Aquatic Mammals**, v. 29, n. 1, p.84–87. 2003.
- MCSWEENEY, D. J.; BAIRD, R. W.; MAHAFFY, S. D. Site fidelity, associations, and movements of Cuvier’s (*Ziphius cavirostris*) and Blainville’s (*Mesoplodon densirostris*) beaked whales off the Island of Hawai’i?. **Marine Mammal Science**, v. 23, n. 3, p. 666–687, jul. 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2007.00135.x>
- MEIRELLES, A. C. O. et al. Cetacean strandings on the coast of Ceará, north-eastern Brazil (1992–2005). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 89, n. 05, p. 1083, 3 jun. 2009. <https://doi.org/10.1017/S0025315409002215>
- MEIRELLES, A. C. O. et al. Records of Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, in the State of Ceará, Northeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 8, n. 1-2, 31 dez. 2010. <https://doi.org/10.5597/lajam00157>
- MELILLO-SWEETING, K.; MAUST-MOHL, M.; SMUKALL, M. J. Examining shark bite scars on dolphins off Bimini, The Bahamas: Comparisons between bottlenose and Atlantic spotted dolphins. **Marine Mammal Science**, 20 jun. 2021.
- MENEZES, R. et al. Cookiecutter shark (*Isistius* spp.) bite patterns on pelagic fishes in aggregated schools in the western equatorial Atlantic Ocean. **Environmental Biology of Fishes**, v. 105, n. 4, p. 519–530, abr. 2022. <https://doi.org/10.1007/s10641-022-01257-1>
- MINAGLIA, S.; LIEGL, M. Moonless night sky increases *Isistius* species (cookiecutter shark) and live human contact. **PLoS one**, v. 19, n. 2, p. e0291852–e0291852, 21 fev. 2024. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291852>
- MONTEIRO-FILHO, E. L. A. et al. **Guia Ilustrado de Mamíferos Marinhos do Brasil**. 2. ed. Cananéia, Sp: Instituto de Pesquisas Cananéia (Ipec), 2021.
- MONTEIRO-NETO, C. et al. Impacto f fisheries on the tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) and rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) populations off Ceará state, northeastern Brazil. **Aquatic Mammals**, v. 26, n. 1, p. 49-56. 2000.
- MOORE, M.; STEINER, L.; JANN, B. Cetacean surveys in the Cape Verde Islands and the use of cookiecutter shark bite lesions as a population marker for fin whales. **Aquatic Mammals**, v. 29, n. 3, p. 383–389, 1 dez. 2003.
- MOREIRA-MENDIETA et al. Evidence of a Predatory Interaction of a Cookiecutter Shark (*Isistius brasiliensis*) on Galapagos Fur Seals (*Arctocephalus galapagoensis*). **Aquatic Mammals**, v. 50, n. 2, p. 127–131, 12 mar. 2024. <https://doi.org/10.1578/AM.50.2.2024.127>

MUCIENTES, G.; GONZÁLEZ-PESTANA, A. Depredation by Killer Whales (*Orcinus orca*) on a Blue Shark (*Prionace glauca*) in Northeastern Atlantic. **Aquatic Mammals**, v. 46, n. 5, p. 478–482, 15 set. 2020. <https://doi.org/10.1578/AM.46.5.2020.478>

MUÑOZ-CHÁPULI, R.; SALGADO, J. C. R.; SERNA, J. M. D. L. Biogeography of *Isistius brasiliensis* in the north-eastern Atlantic, inferred from crater wounds on swordfish (*Xiphias gladius*). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 68, n. 2, p. 315–321, mai. 1988. <https://doi.org/10.1017/S0025315400052218>

MURAKAMI, C.; YOSHIDA, H.; YONEZAKI, S. Cookie-cutter shark *Isistius brasiliensis* eats Bryde's whale *Balaenoptera brydei*. **Ichthyological Research**, v. 65, n. 3, p. 398–404, 1 fev. 2018. <https://doi.org/10.1007/s10228-018-0619-6>

NAKANO, H.; TABUCHI, M. Occurrence of the cookiecutter shark *Isistius brasiliensis* in surface waters of the North Pacific Ocean. **Japanese Journal of Ichthyology**, v. 37, n. 1, p. 60–63, 15 jun. 1990. <https://doi.org/10.11369/jji1950.37.60>

NIELLA, Y. V. et al. Cookie-cutter shark *Isistius* spp. predation upon different tuna species from the south-western Atlantic Ocean. **Journal of Fish Biology**, v. 92, n. 4, p. 1082–1089, 21 fev. 2018. <https://doi.org/10.1111/jfb.13569>

OWEN, K. et al. Lunar cycles influence the diving behavior and habitat use of short-finned pilot whales around the main Hawaiian Islands. **Marine Ecology Progress Series**, v. 629, p. 193–206, 24 out. 2019. <https://doi.org/10.3354/meps13123>

PANCALDI, F. et al. Killer whales (*Orcinus orca*) hunt, kill and consume the largest fish on Earth, the whale shark (*Rhincodon typus*). **Frontiers in Marine Science**, v. 11, 29 nov. 2024. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1448254>

PAPASTAMATIOU, Y. P. et al. Foraging ecology of Cookiecutter Sharks (*Isistius brasiliensis*) on pelagic fishes in Hawaii, inferred from prey bite wounds. **Environmental Biology of Fishes**, v. 88, n. 4, p. 361–368, 21 abr. 2010. <https://doi.org/10.1007/s10641-010-9649-2>

PETEAN, F.; R. DE CARVALHO, M. Comparative morphology and systematics of the cookiecutter sharks, genus *Isistius* Gill (1864) (Chondrichthyes: Squaliformes: Dalatiidae). **PLOS ONE**, v. 13, n. 8, p. e0201913, 20 ago. 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201913>

PORSMOQUER, S. B. et al. DNA evidence of the consumption of short-beaked common dolphin *Delphinus delphis* by the shortfin mako shark *Isurus oxyrinchus*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 532, p. 177–183, 21 jul. 2015. <https://doi.org/10.3354/meps11327>

R Core Team. 2024. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 23 mar. 2024.

RIBÉREAU-GAYON, A. et al. Extensive unusual lesions on a large number of immersed human victims found to be from cookiecutter sharks (*Isistius* spp.): an examination of the Yemena plane crash. **International Journal of Legal Medicine**, v. 131, n. 2, p. 423–432, 13 set. 2017. <https://doi.org/10.1007/s00414-016-1449-6>

RIBÉREAU-GAYON, A.; CARTER, D. O.; REGAN, S. New evidence of predation on humans by cookiecutter sharks in Kauai, Hawaii. **International Journal of Legal Medicine**, v. 132, n. 5, p. 1381–1387, 14 fev. 2018. <https://doi.org/10.1007/s00414-018-1786-8>

ROSSI-SANTOS, M.; WEDEKIN, L. L.; SOUSA-LIMA, R. S. Distribution and habitat use of small cetaceans off Abrolhos Bank, eastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 5, n. 1, 30 jun. 2006. <https://doi.org/10.5597/lajam00088>

SAKYI, R. et al. Stomach Content Analysis and Concentrations of Chemical Pollutants in the Clymene Dolphin (*Stenella clymene*, Gray 1846) from the Coastal Waters of Ghana. **Fisheries and Aquaculture Journal**, v. 10, n. 1, 2019.

- SANTOS, L. et al. An equatorial mid-Atlantic Ocean archipelago as nursery area for the cookiecutter shark: Investigating foraging strategies of neonates through bite mark inferences. **Journal of Fish Biology**, v. 104, n. 5, p. 1290–1298, 1 fev. 2024. <https://doi.org/10.1111/jfb.15664>
- SANTOS, M. C. O.; GADIG, O. T. F. Evidence of a failed predation attempt on a guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, by A Bull Shark, *Carcharhinus leucas*, in brazilian Waters. **Arquivos de ciencias do mar**, v. 42, n. 2, p. 93–98, 1 dez. 2009. <https://doi.org/10.32360/acmar.v42i2.6032>
- SHIRAI, S.; NAKAYA, K. Functional morphology of feeding apparatus of the cookie-cutter shark, *Isistius brasiliensis* (Elasmobranchii, Dalatiinae). **Zoological science**, v. 9, p. 811-821. 1992.
- SILVA-JÚNIOR, J. M. et al. Trophic relationships of the spinner dolphin at Fernando de Noronha Archipelago, SW Atlantic. **Scientia Marina**, v. 71, n. 3, p. 505–511, 30 jul. 2007. <https://doi.org/10.3989/scimar.2007.71n3505>
- SILVA-JÚNIOR, J. M.; SILVA, F. J. L. (org). **Golfinhos do Nordeste do Brasil**. Fernando de Noronha: Projeto Golfinho Rotador, 2020. 156 p.
- SMITH, F. et al. Shark bite injuries on three inshore dolphin species in tropical northwestern Australia. **Marine Mammal Science**, v. 34, n. 1, p. 87–99, 21 ago. 2017. <https://doi.org/10.1111/mms.12435>
- SOARES, M. O. et al. Gestão de unidades de conservação marinhas: o caso do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio, NE – Brasil. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 2, p. 257-268, 2011.
- SOARES, M. O. et al. 2019. **Plano de manejo do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio**: produto 8. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Ceará. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/planos-de-manejos-das-unidades-de-conservacao/plano-de-manejo-do-parque-estadual-marinho-pedra-da-risca-do-meio/>. Acesso em: 6 jan. 2025.
- SOARES, M. O. et al. Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. v. 19, n. 3, p. 267–278, 1 jul. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.001>
- SOUTO, L. R. A. et al. Análise das mordidas de tubarões-charuto, *Isistius* spp. (Squaliformes: Dalatiidae) em cetáceos (Mammalia: Cetacea) no litoral da Bahia, Nordeste do Brasil. **Biotemas**, v. 20, n. 1, p. 19–25, 1 jan. 2007.
- SOUTO, L. R. A. et al. Interactions between subantarctic fur seal (*Arctocephalus tropicalis*) and cookiecutter shark (*Isistius plutodus*) on the coast of Bahia, north-eastern Brazil. **Marine Biodiversity Records**, v. 2, jun. 2009. <http://dx.doi.org/10.1017/s1755267209000992>
- SPROGIS, K. R. et al. Frequency and temporal trends of shark predation attempts on bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in temperate Australian waters. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 508, p. 35–43, 1 nov. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2018.08.008>
- THOMAZ, M. C. **Avaliação retrospectiva das alterações patológicas em cetáceos odontocetos no estado do Ceará (1993-2018)**. 2024. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2024.
- TOWNER, A. et al. Fear at the top: killer whale predation drives white shark absence at South Africa’s largest aggregation site. **African Journal of Marine Science**, v. 44, n. 2, p. 139–152, 3 abr. 2022. <https://doi.org/10.2989/1814232X.2022.2066723>
- TOWNER, A. V. et al. Direct Observation of Killer Whales Predating on White Sharks and Evidence of a Flight Response. **Ecology**, v. 104, n. 1, 3 out. 2022. <https://doi.org/10.1002/ecy.3875>

STEHMANN, M.; KUKUEV, E. I. Two southeastern Atlantic records of the rare largetooth cookiecutter shark, *Isistius plutodus* (Selachii, Squaliformes, Dalatiidae). **Cybium**, v. 39, n. 1, p. 73-77. 2015. <https://doi.org/10.26028/CYBIUM/2015-391-009>

STRASBURG, D. W. The Diet and Dentition of *Isistius brasiliensis*, with Remarks on Tooth Replacement in Other Sharks. **Copeia**, v. 1963, n. 1, p. 33, 30 mar. 1963. <https://doi.org/10.2307/1441272>

VAN WAEREBEEK, K. et al. **Preliminary findings on the mass strandings of melon-headed whale *Peponocephala electra* on Boavista Island in November 2007, with notes on other cetaceans from the Cape Verde Islands**. Technical Report, Fondation Internationale du Banc d'Arguin, 2008.

WALKER-MILNE, N. et al. Dynamics of foraging interactions between cookiecutter sharks (*Isistius* spp.) and short-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) in Hawai'i.

WAKIDA-KUSUNOKI, A. T. et al. A new record of bony fish prey for the genus *Isistius* (Chondrichthyes: Dalatiidae) in a coastal zone of southeastern Mexico. **Novitates Caribaea**, n. 23, p. 77–85, 22 jan. 2024. <https://doi.org/10.33800/nc.vi23.348>

WENZEL, F. W.; LÓPEZ-SUÁREZ, P. L.. What is known about cookiecutter shark (*Isistius* spp.) interactions with cetaceans in Cape Verde seas? **Zoologia Caboverdiana**, [S.L.], v. 2, n. 3, p. 57-66, out. 2012.

WEST, K. L. et al. Stomach contents and diel diving behavior of melon-headed whales (*Peponocephala electra*) in Hawaiian waters. **Marine Mammal Science**, v. 34, n. 4, p. 1082–1096, 26 abr. 2018. <https://doi.org/10.1111/mms.12507>

WHITE, C. F. et al. Interspecific foraging association of a nurse shark (*Ginglymostoma cirratum*) with bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). **Animal Biotelemetry**, v. 10, n. 1, 22 nov. 2022. <https://doi.org/10.1186/s40317-022-00305-y>

WIDDER, E. A. A predatory use of counterillumination by the squaloid shark, *Isistius brasiliensis*. **Environmental Biology of Fishes**, v. 53, p. 267-273, 1998.

WILKINSON, K. A. et al. Shark bite scar frequency in resident common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota Bay, Florida. **Marine Mammal Science**, v. 33, n. 2, p. 678–686, 22 jan. 2017. <https://doi.org/10.1111/mms.12385>

WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (eds). **Encyclopedia of Marine Mammals**. Academic Press, 2018. 1196 p.

XAVIER, L.G. et al. 2021. **Lista de Peixes Marinhos do Ceará**. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Ceará. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/peixes/>. Acesso em: 1 nov. 2024.