



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Oceanografia

Fernanda Vianna Gatts

Ecologia trófica e uso de habitat de odontocetos no nordeste do Brasil

Rio de Janeiro

2023

Fernanda Vianna Gatts

Ecologia trófica e uso de habitat de odontocetos no nordeste do Brasil

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Caracterização, diagnóstico e evolução de ambientes marinhos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tatiana Lemos Bisi

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

G263 Gatts, Fernanda Vianna.
Ecologia trófica e uso de habitat de odontocetos no nordeste do Brasil /
Fernanda Vianna Gatts. – 2023.
99 f. : il.

Orientadora: Tatiana Lemos Bisi.
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Faculdade de Oceanografia.

1. Ecologia marinha - Brasil, Nordeste - Teses. 2. Cetáceos - Teses. 3.
Mamífero marinho - Teses. 4. Isótopos estáveis - Teses. I. Bisi, Tatiana
Lemos. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de
Oceanografia. III. Título.

CDU 599.5

Bibliotecária responsável: Priscila Freitas Araujo / CRB-7: 6390

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Fernanda Vianna Gatts

Ecologia trófica e uso de habitat de odontocetos no nordeste do Brasil

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Caracterização, diagnóstico e evolução de ambientes marinhos.

Aprovada em 02 de março de 2023.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Tatiana Lemos Bisi
Faculdade de Oceanografia - UERJ

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a. Tatiana Lemos Bisi
Faculdade de Oceanografia - UERJ

Prof. Dr. Alexandre de Freitas Azevedo
Faculdade de Oceanografia – UERJ

Prof.^a Dr.^a. Ana Bernadete Lima Fragoso
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Rio de Janeiro

2023

DEDICATÓRIA

Ao querido Carlos Vinícius Cordeiro dos Santos, com quem gostaria de dividir esse e tantos outros momentos.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a. Tatiana Lemos Bisi, pela oportunidade de realizar esse projeto e por me orientar por todo o caminho. Agradeço a confiança no meu trabalho e na minha pessoa. Foram dois anos desafiadores e a sua orientação, estímulo e compreensão foram absolutamente essenciais no percurso. Muito obrigada! Admiro muito a sua responsabilidade e atenção em tudo que se propõe a fazer. Aprendi muito com você ao longo desses 5 anos de MAQUA!

Aos Professores Tatiana Bisi, José Lailson Brito, Alexandre Azevedo e Haydée Cunha, por manterem a estrutura do MAQUA e tornarem possíveis tantos projetos de qualidade! Obrigada pela maneira responsável e presente com a qual lidaram com a pandemia que vivemos, certamente tornou todo o processo menos difícil. Agradeço por todas as oportunidades que tive no laboratório!

Aos Drs. Vitor Luz, Ana Bernadete Fragoso e Flávio Lima, da Aquasis e do Projeto Cetáceos da Costa Branca / UERN, por cederem as amostras para a realização deste trabalho. Agradeço também à Letícia Gonçalves, da Aquasis, por toda a atenção com as remessas.

À Gleici Montanini, técnica do MAQUA, por me ajudar com as análises de isótopos estáveis operando o IRMS.

À toda a equipe do MAQUA, pelo trabalho e companhia no percurso! Em especial à Nara e à Bárbara, por serem muito mais do que colegas de trabalho! Obrigada por estarem sempre dispostas a me ensinar e a me ajudar. Vocês tornam meus dias difíceis mais leves e os fáceis mais divertidos! Agradeço a vocês e ao Neto pela confiança no meu trabalho e por estarem sempre dispostos a discutir ideias. Agradeço também ao Lucas que, desde a seleção, tornou tudo menos solitário por podermos dividir não só as questões de trabalho como também os sentimentos. Muito obrigada por me incentivar sempre! Fez toda a diferença ter o seu impulso em vários momentos em que era difícil seguir. Sou grata pelas amigas que eu construí no laboratório, que fizeram diferença no meu cotidiano. Do isolamento ao retorno em convívio quase exclusivo, a pandemia nos aproximou ainda mais. Agradeço em especial à Bárbara, ao Carlos, à Monizze, à Nara e ao Lucas que, nesse momento de retorno às atividades na pandemia, foram tudo que eu precisava. Diante de tantas mudanças, vocês estavam comigo todos os dias. Agradeço à Mari, pela companhia no time dos isótopos estáveis (que agora está maior!) e pela força que sempre me dá! E à Samara pela parceria nos HPAs. Obrigada a todos!!!

À minha família, por me dar estabilidade para seguir uma carreira ainda tão precarizada. Toda a minha dedicação só foi possível com o apoio financeiro e emocional de vocês! Agradeço ao meu pai e à minha madrastra, Carlos e Denise, pela tranquilidade que me proporcionaram durante esse percurso! Agradeço também ao meu irmão, Pedro, pelas inúmeras conversas sobre a carreira e as pesquisas. Obrigada por se importar sempre! Agradeço à minha irmã, Juliana, especialmente pela companhia ao final do mestrado. E ao meu marido, João Paulo, por me sempre me incentivar e achar que vai dar certo! O seu apoio desde a seleção foi parte essencial na jornada e me ajudou a mergulhar ainda mais no projeto.

À CAPES, pela bolsa de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia.

Ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia por todo o apoio para a realização do projeto e participação em eventos científicos. Agradeço também ao André, chefe da Secretaria, pela atenção e presteza sempre dispendidas.

O mar não é um obstáculo: é um caminho.

Amyr Klink

RESUMO

GATTS, Fernanda Vianna. **Ecologia trófica e uso de habitat de odontocetos no nordeste do Brasil**. 2023. 99 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

O nordeste brasileiro apresenta um litoral com uma grande variedade de ambientes marinhos e associados a eles há uma variedade de odontocetos com diferentes características morfológicas e ecológicas. Como forma de evitar exclusão competitiva, espécies simpátricas tendem a diversificar os seus nichos tróficos e a particionar recursos alimentares e ambientais. Entretanto, a ecologia trófica dos odontocetos que ocorrem nas águas adjacentes ao nordeste do Brasil ainda é pouco conhecida. Nesse sentido, o presente estudo investigou a ecologia alimentar e o uso de hábitat de odontocetos do noroeste do Oceano Atlântico Sul (NOOAS) por meio da análise de isótopos estáveis. Foram determinadas as razões isotópicas de carbono e de nitrogênio de 85 odontocetos de 16 espécies distintas encontrados encalhados no litoral do Ceará e do Rio Grande do Norte entre 2006 e 2022. Os valores médios máximos para $\delta^{13}\text{C}$ foram encontrados em *Sotalia guianensis* ($-15,5 \pm 0,4 \text{ ‰}$) e *Steno bredanensis* ($-15,5 \pm 0,2 \text{ ‰}$), enquanto os valores mais baixos foram observados em *Stenella coeruleoalba* ($-18,0 \pm 0,4 \text{ ‰}$) e *G. griseus* ($-18,3 \text{ ‰}$). Para $\delta^{15}\text{N}$, *Stenella longirostris* teve a menor média ($9,6 \pm 0,9 \text{ ‰}$) e *Stenella coeruleoalba* ($11,9 \pm 2,1 \text{ ‰}$) o maior valor médio. Os nichos isotópicos mais sobrepostos foram aqueles de *Steno bredanensis* por *Sotalia guianensis* e o de *Tursiops truncatus* por *Stenella frontalis*, em ambos houve 100 % de sobreposição. Já a elipse menos sobreposta foi a de *Stenella coeruleoalba*, que teve apenas 2 % de sua área sobreposta por *Stenella clymene*. Os odontocetos no NOOAS fazem uso de zonas neríticas e oceânicas, sendo que estas últimas estão associadas a maior diversidade em termos de ecologia trófica. O presente trabalho contribuiu para o conhecimento de espécies pouco estudadas, como *F. attenuata* e *Kogia* spp., e reportou as diferentes estratégias alimentares que permitem a coexistência de diversas espécies de odontocetos na região.

Palavras-chave: Cetáceos. Delfinídeos. Isótopos estáveis. Marcadores ecológicos. Ecologia alimentar.

ABSTRACT

GATTS, Fernanda Vianna. **Trophic ecology and habitat use of odontocetes from northeastern Brazil**. 2023. 99 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Several ecological and morphologically diverse odontocetes live in the various marine environments associated with northeastern Brazil. To avoid competitive exclusion, sympatric species tend to diversify their niches and partition environmental and feeding resources. Nonetheless, the trophic ecology of odontocetes in northeastern Brazil is poorly understood. The present study used stable isotopes to investigate the trophic ecology and habitat use of odontocetes in the northwestern South Atlantic Ocean. Between 2006 and 2022, the stable carbon and nitrogen isotope ratios of 85 odontocetes found stranded on the Ceará and Rio Grande do Norte coastlines were determined. The highest mean $\delta^{13}\text{C}$ were found in *Sotalia guianensis* ($-15.5 \pm 0.4\text{‰}$) and *Steno bredanensis* ($-15.5 \pm 0.2 \text{‰}$), while the lowest mean value was in *Stenella coeruleoalba* ($-18.0 \pm 0.4 \text{‰}$) and *G. griseus* (-18.3‰). For $\delta^{15}\text{N}$, *Stenella longirostris* had the lowest average ($9.6 \pm 0.9 \text{‰}$) and *Stenella coeruleoalba* ($11.9 \pm 2.1 \text{‰}$) had the highest mean value. The most overlapped isotopic niches were those of *Steno bredanensis* by *Sotalia guianensis* and of *Tursiops truncatus* by *Stenella frontalis*, in which 100% overlap was observed. The least overlapped ellipse was that of *Stenella coeruleoalba*, only 2 % overlapped by *Stenella clymene*. Odontocetes use neritic and oceanic zones in the northwestern South Atlantic Ocean and oceanic waters are associated with higher diversity of trophic ecology among the community. The current study added to our knowledge of understudied species, like *F. attenuata* e *Kogia* spp., and reported various feeding strategies that allow several species to coexist in the region.

Keywords: Cetacean. Delphinids. Stable isotopes. Ecological markers. Feeding ecology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Orca-pigmeia (<i>F. attenuata</i>) em Moçambique.....	19
Figura 2 –	Boto-cinza (<i>S. guianensis</i>) no Rio de Janeiro.....	26
Figura 3 –	Golfinho-de-dentes-rugosos (<i>S. bredanensis</i>) na região costeira do estado do Rio de Janeiro.....	28
Figura 4	Golfinho-nariz-de-garrafa (<i>T. truncatus</i>) na região costeira do estado do Rio de Janeiro.....	29
Figura 5 –	Golfinho-pintado-do-Atlântico (<i>S. frontalis</i>) na costa do estado do Rio de Janeiro.....	35
Figura 6 –	Mapa do nordeste indicando a área de estudo: costa do Ceará e do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil.....	45
Figura 7 –	Mapa com os pontos de coleta na costa do Ceará e do Rio Grande do Norte das carcaças de odontocetos encalhados entre 2006 e 2022.....	48
Figura 8 –	Mapa com os pontos de coleta na costa do Ceará e do Rio Grande do Norte das carcaças de <i>S. guianensis</i> encalhados entre 2007 e 2021.....	51
Figura 9 –	Erro padrão e valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em músculo dos odontocetos do nordeste do Brasil.....	53
Figura 10 –	Dendrograma da análise de cluster hierárquico pelo método de Ward utilizando $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ de músculo dos odontocetos do nordeste do Brasil para agrupamento.....	54
Figura 11 –	Elipses isotópicas padrão de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ e pontos (quando $n < 3$) de odontocetos do nordeste do Brasil.....	55
Figura 12 –	Medidas das áreas das elipses bayesianas com intervalos de confiança dos odontocetos do nordeste do Brasil.....	56
Figura 13 –	<i>Boxplots</i> de $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ para cada espécie de <i>Stenella</i>	59
Figura 14 –	Elipses isotópicas padrão de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ e pontos (apenas pontos para espécies com $n < 3$) do gênero <i>Stenella</i>	60
Figura 15 –	Elipses isotópicas padrão de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ e pontos (quando $n < 3$) de <i>S. guianensis</i> por localidade da região nordeste do Brasil.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Dados biológicos e de encalhe dos odontocetos da região nordeste do Brasil.....	46
Tabela 2 –	Valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos para os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em músculo dos odontocetos da região nordeste do Brasil.....	52
Tabela 3 –	Áreas de elipse padrão corrigida e métricas de Layman dos odontocetos coletados no nordeste do Brasil.....	55
Tabela 4 –	Sobreposição dos nichos isotópicos em proporção (%) de área 1 (primeira coluna) sobreposta pela área 2 (primeira linha) de odontocetos do Brasil.....	57
Tabela 5 –	Métricas de comunidade para as zonas nerítica e oceânica no nordeste do Brasil.....	58
Tabela 6 –	Sobreposição dos nichos isotópicos em proporção (%) de área 1 (primeira coluna) sobreposta pela área 2 (primeira linha) de <i>Stenella</i> spp.....	60
Tabela 7 –	Valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos para os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em músculo de <i>S. guianensis</i> por localidade da região nordeste do Brasil.....	61
Tabela 8 –	Áreas de elipse padrão corrigida e métricas de Layman de <i>S. guianensis</i> por localidade da região nordeste do Brasil.....	62
Tabela 9 –	Sobreposição dos nichos isotópicos em proporção (%) de área 1 (primeira coluna) sobreposta pela área 2 (primeira linha) de <i>Sotalia guianensis</i> por localidade da região nordeste do Brasil.....	63

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	14
1	REFERENCIAL TEÓRICO	17
1.1	Odontocetos	17
1.1.1	<u>Delphinidae</u>	17
1.1.1.1	<i>Feresa attenuata</i>	18
1.1.1.2	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	20
1.1.1.3	<i>Grampus griseus</i>	21
1.1.1.4	<i>Lagenodelphis hosei</i>	22
1.1.1.5	<i>Peponocephala electra</i>	23
1.1.1.6	<i>Pseudorca crassidens</i>	24
1.1.1.7	<i>Sotalia guianensis</i>	25
1.1.1.8	<i>Steno bredanensis</i>	27
1.1.1.9	<i>Tursiops truncatus</i>	29
1.1.1.10	<i>Stenella</i> spp.....	30
1.1.1.10.1	<i>S. attenuata</i>	31
1.1.1.10.2	<i>S. clymene</i>	32
1.1.1.10.3	<i>S. coeruleoalba</i>	33
1.1.1.10.4	<i>S. frontalis</i>	35
1.1.1.10.5	<i>S. longirostris</i>	36
1.1.2	<u>Kogiidae: <i>Kogia sima</i> e <i>K. breviceps</i></u>	37
1.2	Isótopos estáveis	39
1.2.1	<u>Nicho isotópico</u>	40
1.2.2	<u>Isótopos estáveis em estudos de cetáceos</u>	41
2	OBJETIVOS	43
2.1	Objetivo geral	43
2.2	Objetivos específicos	43
3	MATERIAL E MÉTODOS	44
3.1	Área de estudo	44
3.2	Amostragem	45
3.3	Análise de isótopos estáveis	49

3.4	Análise estatística.....	50
4	RESULTADOS.....	52
4.1	<i>Stenella spp.</i>	58
4.2	<i>Sotalia guianensis</i>	61
5	DISCUSSÃO	64
5.1	Uso de área no gradiente costa-oceano.....	64
5.2	<i>Stenella spp.</i>	73
5.3	<i>Sotalia guianensis</i>	75
	CONCLUSÃO.....	77
	RECOMENDAÇÕES.....	78
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
	REFERÊNCIAS	81

INTRODUÇÃO

O nordeste brasileiro apresenta uma grande variedade de ambientes marinhos por se localizar próximo à bifurcação da Corrente Sul Equatorial (RODRIGUES; ROTHSTEIN; WIMBUSH, 2007), por possuir regiões com variadas influências de aportes fluviais e por apresentar variações na orientação da linha de costa e na largura da plataforma continental. Associados a esses ambientes, encontra-se uma grande variedade de espécies de cetáceos com diferentes características morfológicas e ecológicas (MEIRELLES et al., 2009; COSTA et al., 2017; LIMA et al., 2021).

Cetacea é uma Infraordem do clado Artiodactyla (PROTHERO et al., 2022) composta por Mysticeti e Odontoceti. Os odontocetos são cetáceos com dentes, constituindo 78 espécies de 10 famílias distintas (THE SOCIETY FOR MARINE MAMMALOGY, 2022). Esses animais são capazes de selecionar as suas presas, ocupam diferentes posições nas teias tróficas e encontram-se amplamente distribuídos no oceano (MÉNDEZ-FERNANDEZ et al., 2012; BISI et al., 2013; JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Dentre os odontocetos, estão as famílias Delphinidae e Kogiidae, grupos alvos do presente estudo.

Embora a evolução e formação dos cetáceos a partir do início do Eoceno (53-54 milhões de anos) sejam compreendidas, há aspectos filogenéticos ainda mal resolvidos entre as suas famílias (MCGOWEN; SPAULDING; GATESY, 2009; PERRIN; ROSEL; CIPRIANO, 2013; MCGOWEN et al., 2020). A recente e rápida radiação dos delfinídeos, em especial da subfamília Delphininae, é um dos fatores que provocam confusão, principalmente quando atreladas à presença de fluxo gênico (AMARAL et al., 2012; FARIA et al., 2022). A especiação acelerada dos delfinídeos pode ter provocado a exclusão competitiva de alguns grupos posteriormente extintos (FORDYCE; MUIZON, 2001; MCGOWEN; SPAULDING; GATESY, 2009). Ainda que haja uma tendência à conservação dos nichos ecológicos, a diversificação dos nichos tróficos e o particionamento de recursos são mecanismos utilizados para evitar essa exclusão competitiva (SCHLUTER, 1996; PEARMAN et al., 2008; WIENS et al., 2010). Nesse sentido, uma melhor compreensão dos nichos ecológicos, do seu grau de sobreposição e da segregação dos recursos alimentares e do uso do espaço, ajuda a esclarecer a ecologia e as relações tróficas que permitem a coexistência das espécies num mesmo ecossistema (GAVRILCHUK et al., 2014).

O noroeste do Oceano Atlântico Sul (NOOAS) abriga diversos odontocetos ainda pouco conhecidos e, portanto, as carcaças encalhadas na região nordeste do Brasil constituem valiosos objetos de estudo. Nesse contexto, os isótopos estáveis se apresentam como uma ferramenta útil, uma vez que já vem sendo utilizada com sucesso em diversos estudos com odontocetos. Uma vantagem dessa ferramenta sobre o método tradicional de análise de conteúdo estomacal é que os valores isotópicos do músculo de odontocetos correspondem a uma informação integrada ao longo do tempo e não apenas da dieta recente ingerida pelo indivíduo (TIESZEN et al., 1983; SPONHEIMER et al., 2006). A análise de isótopos estáveis tem ajudado a elucidar questões relativas à ecologia alimentar, à diferenciação de populações e/ou espécies costeiras de oceânicas, à identificação de local de forrageio, ao nível trófico e ao nicho ecológico (DAS et al., 2003; BARROS et al., 2010; RICCIALDELLI et al., 2010; KISZKA et al., 2011; BISI et al., 2012, 2013; DI BENEDITTO et al., 2013). Isto porque são marcadores naturais capazes de traçar os fluxos de massa e de energia nas teias alimentares, ajudando a compreender as complexas relações tróficas existentes (PETERSON; FRY, 1987; POST, 2002). A razão isotópica de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) é utilizada para caracterizar a dieta e inferir a posição trófica dos organismos (PETERSON; FRY, 1987; POST, 2002). Já os isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) são marcadores da fonte primária de carbono na teia trófica, tornando possível diferenciar organismos associados a sistemas bentônicos e pelágicos, a ambientes costeiros e oceânicos e a ambientes terrestres e marinhos (MCCONNAUGHEY; MCROY, 1979; PETERSON; FRY, 1987).

Os isótopos estáveis de carbono e de nitrogênio podem atuar como ferramentas na investigação dos nichos ecológicos dos organismos, uma vez que estão associados à utilização de recursos alimentares e ambientais (NEWSOME et al., 2007). Portanto, é possível utilizar os valores isotópicos como coordenadas que formam espaços delta bidimensionais denominados nichos isotópicos, que constituem um recorte dos nichos ecológicos multidimensionais.

O uso dos nichos isotópicos no estudo dos odontocetos do nordeste brasileiro traz uma informação integrada ao longo do tempo, e não apenas de um passado recente antes do óbito, o que ajuda na compreensão da ecologia alimentar e do uso de habitat desses animais, sobre os quais o conhecimento ainda é pontual e escasso (GURJÃO et al., 2003, 2004; PANSARD et al., 2011). É preciso considerar, ainda, que apesar de pouco conhecidas, essas populações já se encontram expostas a pressões antrópicas em ambientes costeiros e oceânicos (MONTEIRO-NETO et al., 2000; ATTADEMO et al., 2005; SANTOS-NETO et al., 2014),

razão pela qual é de suma importância levantar mais informações sobre sua utilização de recursos alimentares e ambientais a fim de fomentar projetos de manejo e conservação adequados. As informações sobre o nicho trófico do boto-cinza constituem uma informação de base essencial à proposição de manejo de pesca considerando as áreas de ocorrência das presas preferenciais (ação 2.3) como forma de atender à promoção da disponibilidade das presas preferenciais para os cetáceos marinhos ameaçados de extinção, 8º objetivo específico do Plano de Ação Nacional para conservação das espécies ameaçadas (ICMBio, 2019).

Diante o exposto, o objetivo do presente estudo foi caracterizar a ecologia trófica e o uso de habitat de diferentes espécies de odontocetos no nordeste do Brasil por meio da determinação dos isótopos estáveis de carbono e de nitrogênio, além de investigar a largura e sobreposição do nicho ecológico das espécies.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Odontocetos

Dentre os mamíferos marinhos, os cetáceos constituem o clado mais diversificado no que se refere a espécies e ecologia (WÜRSIG; THEWISSEN; KOVACS, 2018). No fim do Eoceno houve a radiação dos cetáceos oceânicos e, ainda, o surgimento dos primeiros cetáceos dentados, conhecidos como odontocetos, que rapidamente se diversificaram (BERTA; SUMICH; KOVACS, 2006; GATESY et al., 2013; WÜRSIG; THEWISSEN; KOVACS, 2018). Suas dietas são constituídas essencialmente por peixes e cefalópodes, variando conforme a espécie, e influenciam características como a morfologia da mandíbula e o formato e número de dentes (BERTA; SUMICH; KOVACS, 2006; JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; WÜRSIG; THEWISSEN; KOVACS, 2018). As estratégias alimentares desenvolvidas pelos odontocetos estão vinculadas à qualidade das presas consumidas a fim de atender às suas demandas energéticas e se relacionam a habilidades como a ecolocalização e a própria estrutura social das espécies / populações (BERTA; SUMICH; KOVACS, 2006; SPITZ et al., 2012). Atualmente, os odontocetos compreendem 78 espécies de 10 famílias distintas: Physeteridae, Kogiidae, Ziphiidae, Platanistidae, Iniidae, Lipotidae, Pontoporiidae, Monodontidae, Delphinidae e Phocoenidae (THE SOCIETY FOR MARINE MAMMALOGY, 2022). As famílias Delphinidae e Kogiidae são alvo do presente estudo, razão pela qual serão apresentadas a seguir.

1.1.1 Delphinidae

A família Delphinidae surgiu no Mioceno tardio (11-12 milhões de anos atrás), dando origem a diferentes morfologias e ecótipos (JEFFERSON; LEDUC, 2018). A rápida radiação tornou os delfínídeos muito diversos entre si, compostos por 37 espécies de 17 gêneros (AMARAL et al., 2012; THE SOCIETY FOR MARINE MAMMALOGY, 2022). Eles formam as maiores agregações reportadas para mamíferos marinhos e possuem, em geral,

uma estrutura social complexa (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; JEFFERSON; LEDUC, 2018). A ecologia trófica dos delfínídeos é bastante variada, assim como a sua utilização do habitat (BOTTA et al., 2012; BISI et al., 2013; COSTA et al., 2020). Há aqueles que utilizam águas exclusivamente costeiras, como é o caso do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (FLORES; DA SILVA, 2009). Espécies como o golfinho-de-dentes-rugosos, *Steno bredanensis*, e o golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus* (ALVES-JÚNIOR et al., 1996; GURJÃO et al., 2004), por sua vez, utilizam o ambiente oceânico embora sejam frequentemente associados às áreas costeiras da região. Outros delfínídeos, como a baleia-piloto-de-peitorais-curtas, *Globicephala macrorhynchus*, e o golfinho-cabeça-de-melão, *Peponocephala electra* (HEIMLICH-BORAN; HALL, 1993; GURJÃO et al., 2004; MEIRELLES et al., 2009), possuem hábito exclusivamente oceânico.

1.1.1.1 *Feresa attenuata*

A orca-pigmeia, *F. attenuata* é um dos delfínídeos menos conhecidos, sendo comumente confundida com *P. electra* (golfinho-cabeça-de-melão). Ela pode chegar a medir 2,6 m e a pesar 225 kg, possui uma cabeça arredondada e sua nadadeira dorsal é grande, falcada e localizada no meio do dorso (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; BAIRD, 2018a) (Figura1). Os filhotes nascem com coloração cinza claro e vão escurecendo ao longo da vida, adquirindo uma capa dorsal cinza escura que se estende abaixo da nadadeira dorsal (BAIRD, 2018a). A história de vida desses animais ainda é pouco conhecida, porém uma fêmea lactante de 2,04 m foi encontrada encalhada, o que indica que as fêmeas estão maduras quando chegam aos 2,0 m (BAIRD, 2018a).

A espécie é encontrada em águas oceânicas tropicais e subtropicais dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico e sua ocorrência em águas costeiras é considerada rara, exceto próximo a ilhas oceânicas (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; BAIRD, 2018a), sendo associada a águas quentes (ELORRIAGA-VERPLANCKEN et al., 2016). Apesar de pouco se saber acerca do seu uso de área, foi identificada fidelidade de sítio no Havaí (MCSWEENEY et al., 2009). No Brasil, entretanto, as poucas avistagens da espécie ocorreram em águas oceânicas e na plataforma continental, em profundidade mínima de 97 m (ROSSI-SANTOS et al., 2008; SICILIANO; MORENO; DEMARI E SILVA, 2008). Nas águas adjacentes à Baía

de Maputo, na costa leste africana, um grupo também foi observado na quebra da plataforma (235 m de profundidade) (ALLPORT et al., 2017).

Figura 1: Orca-pigmeia (*F. attenuata*) em Moçambique.



Fonte: ALLPORT et al., 2017.

Sua dieta é composta por peixes e lulas e, considerando que são raras as avistagens de forrageamento durante o dia, acredita-se que se alimentem à noite (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; BAIRD, 2018a). No espécime encalhado no Brasil em que foi possível analisar o conteúdo estomacal, houve predominância de lulas na dieta, sendo as espécies encontradas de distribuição costeira e oceânica (ZERBINI; SANTOS, 1997).

Considerando que a espécie é pouco conhecida, suas ameaças também não são tão evidentes. Entretanto, são alvo de caça em algumas localidades e há registros de captura incidental (BAIRD, 2018a).

1.1.1.2 *Globicephala macrorhynchus*

As baleias-piloto são amplamente distribuídas nos oceanos e abundantes (OLSON, 2018). As baleias-piloto-de-peitorais-curtas, *G. macrorhynchus*, ocorrem em águas tropicais e subtropicais (OLSON, 2018), com encalhes registrados na costa brasileira (MEIRELLES et al., 2009; BATISTA et al., 2012; LIMA et al., 2021). Sua coloração é cinza escuro ou preto, apresentam um melão bem destacado e um rostro muito curto ou não existente (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). A nadadeira dorsal é falcada e tem uma base larga, posicionada na parte frontal do dorso (OLSON, 2018). Suas nadadeiras peitorais, apesar de mais curtas e curvadas do que as das *G. melas* (baleias-piloto-de-peitorais-longas), são longas e em formato de foice (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015).

Quando adultas, apresentam comprimento médio de 6 m (OLSON, 2018). O dimorfismo sexual é evidente: os machos são mais longos, suas nadadeiras dorsais são maiores e o melão é mais proeminente (OLSON, 2018). A maturidade sexual é atingida pelas fêmeas aos 9 anos e pelos machos entre 13 e 16 anos (OLSON, 2018). Considerando que as fêmeas podem produzir leite por anos após a última ovulação, é provável que os filhotes se alimentem do leite materno por anos (OLSON, 2018). A expectativa de vida varia com o sexo: 60 anos para as fêmeas e 35 a 45 anos para os machos (OLSON, 2018).

As baleias-piloto-de-peitorais-curtas utilizam a quebra da plataforma, o talude, regiões com grandes relevos e regiões oceânicas (OLSON, 2018). Elas são geralmente consideradas nômades, havendo indícios de que seguem a disponibilidade de presas (SHANE, 1995; OLSON, 2018), porém estudos revelaram que apresentam algum grau de fidelidade de sítio em algumas localidades (SHANE; MCSWEENEY, 1990; ALVES et al., 2013).

Sua alimentação é composta essencialmente por lulas e outros cefalópodes, embora peixes também façam parte da dieta (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; OLSON, 2018). Dependendo da localidade, entretanto, suas presas estão associadas regiões neríticas ou oceânicas e a diferentes profundidades (SINCLAIR, 1992; MINTZER et al., 2008; HILL et al., 2019; PETERS et al., 2022).

A interação com pesca, sendo *bycatch* em várias regiões, e a caça direta são as principais ameaças à espécie, que também se encontra exposta a contaminantes (TANABE et al., 1987; BUSTAMANTE et al., 2003). Todavia, *G. macrorhynchus* é classificada como “pouco preocupante” na lista de espécies ameaçadas da IUCN (MINTON; BRAULIK;

REEVES, 2018; OLSON, 2018) e não está listado no Livro Vermelho no Brasil (ICMBIO, 2018). No Ceará, foram encontrados espécimes encalhados dos quais os dentes, as nadadeiras e carne haviam sido retirados (MEIRELLES et al., 2009).

1.1.1.3 *Grampus griseus*

O golfinho-de-risso, *G. griseus*, estão filogeneticamente próximos a *P. crassidens*, *P. electra*, *F. attenuata* e *Globicephala* spp. (HARTMAN, 2018). Sua coloração é cinza prateado quando filhote, cinza claro quando juvenil, vai progredindo para marrom escuro ou preto (HARTMAN et al., 2016; HARTMAN, 2018). Quando adulto, a espécie vai sendo descolorida em função de cicatrizes por interação social, provocadas principalmente pelos dentes de outros indivíduos da mesma espécie (HARTMAN et al., 2016). Esses padrões, por serem individuais, podem ser utilizados na identificação (HARTMAN, 2018). Ademais, apresentam o rostro encurtado, o melão protuberante, em formato quadrado, as nadadeiras peitorais são longas, curvas e pontiagudas, e a nadadeira dorsal é grande e falcada (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Estima-se que vivam, pelo menos, 45 anos (HARTMAN et al., 2016) e o desmame ocorre entre 1 e 2 anos (EVACITAS et al., 2017).

A distribuição da espécie tem sido esclarecida nos últimos anos. Ao que parece, ocorrem em todos os oceanos de águas tropicais a subglaciais (JEFFERSON et al., 2014; TOLEDO et al., 2015). Utilizam a região da quebra da plataforma, do talude e regiões oceânicas, porém tem sido observada a preferência pela plataforma continental externa e pelo talude, provavelmente relacionada à disponibilidade de presas (JEFFERSON et al., 2014; TOLEDO et al., 2015).

Sua alimentação é essencialmente teutófaga (COCKCROFT; HASCHICK; KLAGES, 1993; BLANCO; RADUÁN; RAGA, 2006; WANG et al., 2012) e pode ter há predominância de presas oceânicas (BLANCO; RADUÁN; RAGA, 2006) ou neríticas (COCKCROFT; HASCHICK; KLAGES, 1993; GONZÁLEZ et al., 1994), dependendo da localidade.

A espécie é classificada como “pouco preocupante” na avaliação global da IUCN e as principais ameaças reportadas estão relacionadas à pesca, às embarcações e à poluição sonora (HARTMAN, 2018; KISZKA; BRAULIK, 2018a). No Brasil ela também não é considerada

em perigo, porém a subpopulação do Mediterrâneo foi recentemente listada como ameaçada pela IUCN pela interação com pesca e poluição (LANFREDI et al., 2022).

1.1.1.4 *Lagenodelphis hosei*

Lagenodelphis hosei, também conhecido como golfinho de Fraser, tem um corpo compacto e apêndices encurtados (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Tem um pequeno mas acentuado rosto, uma nadadeira dorsal pequena, triangular ou levemente falcada e pequenas nadadeiras peitorais e caudal (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Sua coloração é de marrom a cinza, com a lateral bege e a região ventral branca ou rosa (AZEVEDO et al., 2005; DOLAR, 2018). Há, ainda, uma faixa lateral preta, que segue dos olhos ao ânus, e é ausente nos filhotes, variável nas fêmeas e extensa nos machos (AZEVEDO et al., 2005; DOLAR, 2018).

Após os 10 anos, os machos são maiores do que as fêmeas, podendo chegar a 2,7 m enquanto as fêmeas atingem 2,6 m (DOLAR, 2018). A expectativa de vida para a espécie é considerada baixa, com o indivíduo mais velho reportado no Brasil com 19 anos (SICILIANO et al., 2007). No Brasil, comprimento assintótico estimado foi de 2,31 m, atingido entre 7 e 8 anos (SICILIANO et al., 2007), o que condiz com o que tem sido reportado para a espécie (DOLAR, 2018).

Sua distribuição ocorre principalmente nas regiões tropicais dos oceanos, havendo registros em regiões subtropicais (DOLAR, 2018). São raros os registros no nordeste brasileiro (MEIRELLES et al., 2009). Os *L. hosei* utilizam principalmente águas oceânicas (KISZKA et al., 2011; BOTTA et al., 2012; BISI et al., 2013), podendo se aproximar da costa em ilhas oceânicas (DOLAR, 2018). Sua dieta é composta por peixes mesopelágicos, cefalópodes e crustáceos, se alimentando de presas que ocorrem em diferentes profundidades (DOLAR et al., 2003; WANG et al., 2012). No Brasil, é reportada ingestão de presas de hábito costeiro antes de encalhes (SANTOS; HAIMOVICI, 2001; MORENO et al., 2003; MELO et al., 2010).

A espécie é considerada “pouco preocupante” na lista de espécies ameaçadas da IUCN e também não é considerada “em perigo” no Brasil (ICMBIO, 2018; KISZKA; BRAULIK, 2018b). As principais ameaças reportadas estão relacionadas à caça e à interação com pesca,

que ocorre em baixo número (DOLAR, 2018; KISZKA; BRAULIK, 2018b). Há relato de consumo de carne de um espécime encalhado vivo no Maranhão (TOSI; MAGALHÃES; GARRI, 2009). Ademais, tem sido verificada a presença de contaminantes em algumas populações (LIU; CHOU; CHEN, 2015; DURANTE et al., 2016, 2020), o que é preocupante. Em espécimes encalhados no Ceará, foi identificada a contaminação por poluentes orgânicos persistentes (POPs) (SANTOS-NETO et al., 2014).

1.1.1.5 *Peponocephala electra*

O golfinho-cabeça-de-melão, *P. electra*, se assemelha bastante à *F. attenuata* (orca-pigmeia), sendo a distinção em campo muitas vezes difícil. Todavia, *P. electra* possui uma cabeça menos arredondada, considerada triangular, e nadadeiras peitorais mais angulares (PERRYMAN; DANIL, 2018). Sua nadadeira dorsal é falcada e sua coloração é cinza escuro com uma capa dorsal um pouco mais escura com lábios brancos ou cinza claro (PERRYMAN; DANIL, 2018).

As fêmeas são menores do que os machos, que apresentam também nadadeiras peitorais e dorsal mais longas (MIYAZAKI; FUJISE; IWATA, 1998). Estima-se que os machos atinjam a maturidade sexual aos entre 12 e 15 anos e entre 240 e 250 cm, enquanto as fêmeas atingem aos 7 anos por volta dos 230 cm (AMANO et al., 2014). O maior indivíduo já encontrado foi uma fêmea encalhada no litoral da Bahia, no Brasil, com 275 cm (LODI; SICILIANO; CAPISTRANO, 1990) e há alguns registros de encalhe ao longo da costa do nordeste brasileiro (ALVES-JÚNIOR et al., 1996; MEDEIROS, 2006; MEIRELLES et al., 2009).

A espécie habita o oceano em águas tropicais e subtropicais, tendo preferência por águas oceânicas e tendo sido observada próxima à costa apenas quando essas águas mais profundas se aproximam da linha de costa (PERRYMAN; DANIL, 2018). A sua dieta é composta por cefalópodes, peixes e camarões (SPITZ et al., 2011; WEST; WALKER; BAIRD, 2014; PERRYMAN; DANIL, 2018). Entretanto, são observadas diferenças nas espécies consumidas entre as populações, que estão associadas a diferenças nas áreas de forrageio. Enquanto na Baía de Biscoia a população parece explorar recursos alimentares da plataforma continental (SPITZ et al., 2011), no Havái estima-se que ocorram mergulhos de

pelo menos 675 m de profundidade para forrageio (WEST; WALKER; BAIRD, 2014). Dados de telemetria do Havaí indicam, ainda, que as bordas dos giros (ciclônicos e anticiclônicos) são frequentadas por alguns indivíduos e, por serem ambientes ricos em nutrientes e fitoplâncton, poderiam estar associados a presas de nível trófico mais elevado, tornando a região propícia ao forrageio (WOODWORTH et al., 2012). Nas águas adjacentes à costa nordeste brasileiro, análise de conteúdo estomacal de espécimes encalhados no Ceará e na Bahia indicam que *P. electra* apresenta uma dieta composta por lulas e peixes e, considerando as espécies encontradas, que possui hábito pelágico e realiza mergulhos profundos para a captura de presas (GURJÃO et al., 2004; NOGUEIRA et al., 2022).

As principais ameaças reportadas à *P. electra* são a interação com pesca (ALVES-JÚNIOR et al., 1996; PERRYMAN; DANIL, 2018), a poluição química (KAJIWARA et al., 2008; BACHMAN et al., 2014) e a poluição sonora (WANG et al., 2021). A espécie, todavia, é classificada como “pouco preocupante” na lista de espécies ameaçadas da IUCN (KISZKA; BROWNELL JR., 2019) e não consta no livro vermelho de espécies ameaçadas no Brasil (ICMBIO, 2018).

1.1.1.6 *Pseudorca crassidens*

Um dos maiores delfinídeos, a falsa-orca (*P. crassidens*) pode chegar a 5,96 m e tem coloração cinza escuro, quase preta, com áreas brancas na região ventral e uma capa dorsal um pouco mais escura, quase sempre imperceptível (BAIRD, 2018b). A espécie possui nadadeira dorsal relativamente pequena e peitorais bem características: em forma de “S”, arredondadas e com uma protuberância na ponta (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; BAIRD, 2018b). Seu nome foi dado pela semelhança com o crânio das orcas (*Orcinus orca*) (BAIRD, 2018b).

A expectativa de vida é de até 60 anos para *P. crassidens* (BAIRD, 2018b) e as fêmeas atingem a maturidade entre 8 e 18 anos e os machos de 5 a 19 anos, havendo variação na idade dos machos entre diferentes populações (FERREIRA et al., 2014). Em relação ao comprimento, estima-se que a maturidade sexual ocorra entre 3,40 e 3,80 m para as fêmeas e entre 3,96 e 4,30 m para os machos (KASUYA, 1986, apud CÁCERES-SAEZ et al., 2018).

A espécie se concentra em baixas latitudes, porém ocorre em águas tropicais a temperadas quentes de todo o oceano (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Geralmente está associada a regiões oceânicas, sendo encontrada eventualmente na plataforma continental e em águas rasas próximo a ilhas oceânicas tropicais (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; BAIRD, 2018b).

Em algumas regiões, a dieta de *P. crassidens* é composta por grandes peixes pelágicos e lulas, ocupando altos níveis tróficos (BAIRD, 2018b). Porém estudos têm demonstrado que a sua composição varia em diferentes populações, podendo estar associada ao forrageio em diferentes profundidades e distanciamentos da costa (ALONSO et al., 1999; ANDRADE; PINEDO; BARRETO, 2001). No sul do Brasil, espécies de peixes costeiros e lulas epipelágicas foram encontrados em estômagos de alguns espécimes (PINEDO; ROSAS, 1989; ANDRADE; PINEDO; BARRETO, 2001). Ademais, o perfil de contaminação por organoclorados de um espécime encontrado na costa do Rio de Janeiro também indica alimentação na plataforma continental (LAILSON-BRITO et al., 2012). Isótopos estáveis indicam que, pelo menos nos espécimes encalhados no Estreito de Magalhães, não há diferença na dieta em função do sexo, mas sim relacionada à classe de idade (RICCIALDELLI; GOODALL, 2015).

A espécie é classificada como “quase ameaçada” na lista vermelha de espécies ameaçadas da IUCN, sendo a interação com pesca o principal perigo (BAIRD, 2018c). Por se alimentar de grandes peixes de valor comercial, como atum e afins, é a principal captura incidental associada aos espinheis e cercos, com capturas registradas em várias partes do oceano, inclusive no Brasil (BAIRD, 2018c). Além disso, encontra-se exposta à poluição química, tendo sido reportadas contaminações por organoclorados e metais (LAILSON-BRITO et al., 2012; FOLTZ et al., 2014; CÁCERES-SAEZ et al., 2018). O livro vermelho de espécies ameaçadas, entretanto, não classifica a espécie (ICMBIO, 2018).

1.1.1.7 *Sotalia guianensis*

O boto-cinza (*S. guianensis*) é endêmico do sudoeste do Oceano Atlântico Sul, e ocorre nas regiões costeiras de Honduras até a Baía Norte, em Santa Catarina, no Brasil (DA SILVA et al., 2010). Ele possui a nadadeira dorsal triangular e se caracteriza por uma

coloração cinza claro a rosada na região ventral e cinza claro a azulado no dorso (FLORES; SILVA; FETTUCCIA, 2018) (Figura 2). Os olhos são grandes e cercados por um sombreamento preto (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015).

Figura 2: Boto-cinza (*S. guianensis*) no Rio de Janeiro



Fonte: acervo MAQUA/UERJ

Os botos-cinza têm em média 180 cm e pesam de 80 a 120 kg (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Sua expectativa de vida é de aproximadamente 30 anos (FLORES; SILVA; FETTUCCIA, 2018) e a idade em que atingem a maturidade sexual varia de acordo com o sexo (RAMOS; DI BENEDITTO; LIMA, 2000; ROSAS; BARRETO; MONTEIRO-FILHO, 2003; SANTOS-NETO, 2017). A idade e comprimento total com os quais atingem a maturidade sexual varia ligeiramente em função do local, mas, considerando todas as estimativas das populações do litoral brasileiro, após atingirem 6,5 anos e 176 cm as fêmeas estariam maduras e os machos estariam maduros após 188 cm e 7,3 anos (RAMOS; DI BENEDITTO; LIMA, 2000; ROSAS; BARRETO; MONTEIRO-FILHO, 2003; SANTOS-NETO, 2017).

A espécie tem preferência por baías e estuários, tendo sido observada fidelidade de sítio em algumas localidades (SANTOS; ACUÑA; ROSSO, 2001; AZEVEDO et al., 2004; FLORES; BAZZALO, 2004). Embora a área de estudo do presente trabalho (Ceará e litoral norte do Rio Grande do Norte) seja composta por uma extensa linha de costa sem embaiamentos, reduzindo os possíveis limites físicos às diferentes populações, algum grau de

fidelidade de sítio foi observado na região (MEIRELLES; CAMPOS; FONTELES-FILHO, 2020).

A sua dieta é composta principalmente por peixes teleósteos, mas também por cefalópodes, camarões e carangueijos (GURJÃO et al., 2003; FLORES; SILVA; FETTUCCIA, 2018). Em estudo feito no RN, os peixes teleósteos compuseram grande parte da dieta, também composta por cefalópodes, porém com algumas espécies que não foram relatadas em outras regiões costeiras do Brasil (PANSARD et al., 2011).

Por estarem associados a ambientes costeiros e comumente apresentarem fidelidade de sítio, os botos-cinza estão expostos a inúmeras pressões antrópicas. Na Baía de Guanabara, por exemplo, foi reportado o declínio populacional da espécie que é residente dessa baía altamente impactada (AZEVEDO et al., 2017). Na área de estudo, as principais ameaças reportadas são a poluição química (MONTEIRO-NETO; ITAVO; DE SOUZA MORAES, 2003; SANTOS-NETO et al., 2014; VIDAL et al., 2020), a interação com pesca e com turismo (MONTEIRO-NETO et al., 2000; SANTOS-JR et al., 2006).

1.1.1.8 *Steno bredanensis*

O golfinho-de-dentes-rugosos (*S. bredanensis*) é caracterizado por seu rostro cônico sem grande protuberância do melão, uma nadadeira dorsal pouco falcada e padrão de coloração definido: uma capa dorsal cinza escura, laterais em cinza mais claro e região ventral branca (JEFFERSON, 2018a) (Figura 3). Os machos podem ser um pouco maiores do que as fêmeas, mas, no geral, o *S. bredanensis* chega a 2,65 m e podem pesar até 155 kg (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Para indivíduos encalhados no sudeste do Brasil, estima-se que já estejam maduros aos 10 anos de idade (SICILIANO et al., 2007).

A espécie habita principalmente águas oceânicas tropicais e subtropicais em todos os oceanos (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Em ilhas oceânicas, a espécie se mantém afastada da costa e apresenta fidelidade de sítio (RITTER, 2002; GANNIER; WEST, 2005; BAIRD et al., 2008). No Brasil, entretanto, estudos reportam o uso de águas costeiras (ALVES-JÚNIOR et al., 1996; BISI et al., 2013; CARVALHO et al., 2020).

Figura 3: Golfinho-de-dentes-rugosos (*S. bredanensis*) na região costeira do estado do Rio de Janeiro



Fonte: Acervo MAQUA/UERJ

Sua dieta na costa brasileira é composta por peixes e lulas, em especial espécies costeiras (LODI; HETZEL, 1999; SANTOS; HAIMOVICI, 2001; MELO et al., 2010). O comportamento de retirar a cabeça dos peixes e se alimentar de apenas parte do corpo é uma estratégia alimentar da espécie que pode acabar subestimando a importância de algumas presas na dieta (LODI; HETZEL, 1999; GURJÃO et al., 2004).

A espécie apresenta a classificação “pouco preocupante” na lista de espécies ameaçadas da IUCN (KISZKA; BAIRD; BRAULIK, 2020) e também não é considerada no Livro Vermelho (ICMBIO, 2018). Entretanto, *S. bredanensis* se encontra exposto a muitas pressões antrópicas na costa brasileira, como a interação com a pesca (ALVES-JÚNIOR et al., 1996; MONTEIRO-NETO et al., 2000; MEIRELLES et al., 2009) e a poluição química (OLIVEIRA-FERREIRA et al., 2021), justamente por estar associado aos ambientes costeiros.

1.1.1.9 *Tursiops truncatus*

O famoso golfinho-nariz-de-garrafa, *T. truncatus*, foi extensamente estudado ao longo dos anos. Apesar de haver variação na morfologia ao longo da sua distribuição, ele é reconhecido pelo seu rosto de tamanho médio que se destaca do melão com uma dobra entre eles, corpo robusto e nadadeira dorsal falcada e alta, localizada no meio do dorso (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; WELLS; SCOTT, 2018) (Figura 4). Sua coloração é cinza claro a preta no dorso e nas laterais com uma barriga clara, sendo às vezes possível observar uma capa dorsal mais escura (WELLS; SCOTT, 2018).

Figura 4: Golfinho-nariz-de-garrafa (*T. truncatus*) na região costeira do estado do Rio de Janeiro



Fonte: Acervo MAQUA/UERJ

O seu tamanho, quando adulto, varia entre 1,9 e 3,8 m com uma grande variação de tamanho entre diferentes populações (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Eles têm uma expectativa de vida de 67 anos para fêmeas e de 52 anos para machos, atingindo a maturidade entre 5 e 13 anos e de 9 a 14 anos, respectivamente (WELLS; SCOTT, 2018). O desmame dos filhotes ocorre entre 1,5 e 2 anos (WELLS; SCOTT, 2018).

A espécie é cosmopolita, e pode ser encontrada em águas costeiras a oceânicas de áreas tropicais a temperadas (WELLS; SCOTT, 2018). Há, todavia, uma preferência por

águas costeiras e da plataforma continental (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). No Ceará, acredita-se que o seu hábito seja costeiro em função das presas consumidas e de marca de redes de pesca nas carcaças (GURJÃO et al., 2004).

Generalista, sua dieta é composta por variadas espécies de lulas, peixes, muitos deles demersais, e, às vezes, crustáceos (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; WELLS; SCOTT, 2018). Em diferentes localidades, isótopos estáveis têm indicado alto nível trófico para *T. truncatus* (MÉNDEZ-FERNANDEZ et al., 2012; BISI et al., 2013; GIMÉNEZ et al., 2018). No Brasil, inclusive no Ceará, a espécie tem sido reportada como preferencialmente ictiófaga (GURJÃO et al., 2004; MELO et al., 2010; MILMANN et al., 2016; MOURA et al., 2017). A dieta parece ser composta principalmente por peixes teleósteos demersais ou demerso-pelágicos (MELO et al., 2010; MILMANN et al., 2016; MOURA et al., 2017). Dentre as diferentes estratégias alimentares, a cooperação com pescadores artesanais no sul do Brasil chama a atenção (DAURA-JORGE et al., 2012).

A IUCN classifica *T. truncatus* como “pouco preocupante” na análise global da lista vermelha de espécies ameaçadas (WELLS; NATOLI; BRAULIK, 2018) e como “vulnerável” considerando a subpopulação do Mediterrâneo, que sofre principalmente pela captura incidental, perda e degradação de habitat, perturbação por tráfego marinho e contaminação (BEARZI; FORTUNA; REEVES, 2012). No geral, essas mesmas ameaças têm impactado outras populações, embora a ocorrência e intensidade de cada uma delas variem (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; WELLS; SCOTT, 2018). No Ceará, houve registro de espécime encalhado no qual seus olhos, suas nadadeiras e sua carne foram removidos (MEIRELLES et al., 2009). A espécie não está presente no livro vermelho de espécies ameaçadas do Brasil (ICMBIO, 2018).

1.1.1.10 *Stenella* spp.

O gênero *Stenella* é composto por cinco espécies (*S. attenuata*, *S. clymene*, *S. coeruleoalba*, *S. frontalis* e *S. longirostris*) que se distribuem nos oceanos em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, sendo *S. clymene* e *S. frontalis* endêmicas do Oceano Atlântico (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; WÜRSIG; THEWISSEN; KOVACS, 2018). As espécies apresentam diferenças morfológicas e ecológicas (JEFFERSON;

WEBBER; PITMAN, 2015; WÜRSIG; THEWISSEN; KOVACS, 2018) e estudos têm reportado que o gênero não é monofilético (AMARAL et al., 2012; MCGOWEN et al., 2020). A rápida radiação dos delfínídeos e a presença de fluxo gênico tornam a resolução dessas relações filogenéticas mais difícil (MCGOWEN; SPAULDING; GATESY, 2009; AMARAL et al., 2012; FARIA et al., 2022). Embora haja sugestão de retorno temporário das espécies de *Stenella* ao gênero *Delphinus*, originalmente no qual foram descritas, por conta da parafilia, há uma preferência por aguardar estudos que expliquem melhor as relações filogenéticas antes de nova alteração (PERRIN; ROSEL; CIPRIANO, 2013; JEFFERSON; LEDUC, 2018) Considerando que as espécies do gênero são simpátricas no NOOAS, compreender a sua ecologia trófica ajuda a elucidar as características biológicas e ambientais que permitem a sua simpatria e estão associadas à sua distribuição e dieta.

1.1.1.10.1 *S. attenuata*

Conhecido como golfinho-pintado-pantropical, *S. attenuata* ocorre em águas tropicais e subtropicais dos oceanos Pacífico, Atlântico e Índico, sendo considerado o cetáceo mais abundante (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; PERRIN, 2018a). Morfologicamente, destacam-se seu rosto alongado com o melão bem-marcado, seu corpo afinado com nadadeira dorsal estreita, falcada e com a ponta arredondada (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; PERRIN, 2018a). Apresentam padrão de coloração marcante, com uma capa dorsal em cinza escuro que tem uma espessura menor na altura das nadadeiras peitorais e passa a uma largura máxima abaixo da nadadeira dorsal, além de uma faixa escura dos olhos ao rosto e da parte inferior da boca às nadadeiras peitorais (PERRIN, 2018a). As pintas podem ocorrer ou não nos golfinhos oceânicos e são mais intensas nos espécimes costeiros (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). A coloração ventral é cinza e a região labial e da ponta do rosto são geralmente brancas (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015).

A maturidade sexual é atingida a partir dos 166 cm, nas fêmeas entre 9 e 11 anos e nos machos entre 12 e 15 anos (PERRIN, 2018a). O aleitamento pode ocorrer até que o filhote tenha 2 anos de idade, embora o desmame se inicie aproximadamente aos 9 meses (~122 cm de comprimento) (ARCHER; ROBERTSON, 2004).

Estudos no Golfo do México e no sudoeste do Atlântico Sul apontam hábito oceânico para a espécie (DAVIS et al., 2002; MORENO et al., 2005), relatando o uso de profundidades maiores do que 850 m e 1000 m respectivamente, embora o uso de águas rasas tenha sido reportado no oceano Índico (KISZKA et al., 2011). Suas principais presas são peixes epi e mesopelágicos, lulas e crustáceos, com contribuição de presas que realizam migração vertical, como os mictofídeos (ROBERTSON; CHIVERS, 1997; WANG et al., 2012; JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015).

Em ambientes costeiros, os golfinhos-pintados-pantropicais formam agregações de menos de 100 indivíduos, porém esses agrupamentos podem chegar a milhares em regiões oceânicas (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). É comum que esse delfínido seja visto em agregações com outras espécies, como *S. longirostris* e atuns (ex.: *Thunnus albacares*) (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; PERRIN, 2018a). Entretanto, o nicho ecológico de *S. attenuata* se difere daquele de *S. longirostris* no que se refere às características ambientais (AMARAL et al., 2015). Ademais, sua associação aos cardumes de atuns, possivelmente para evitar predação, faz com que a captura incidental seja uma das suas principais ameaças, sendo o *bycatch* mais comum nos cercos de atum (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; PERRIN, 2018a). Apesar de constar como “pouco preocupante” na lista de conservação das espécies da IUCN (KISZKA; BRAULIK, 2018c), há uma redução na abundância em função da interação com pesca desde a década de 1960 e seus efeitos diretos e indiretos não foram propriamente mensurados (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; PERRIN, 2018a). A espécie não está listada no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018), todavia, é preciso considerar que a população do NOOAS ainda é pouco conhecida.

1.1.1.10.2 *S. clymene*

Os golfinhos-de-Clymene (*S. clymene*) ocorrem apenas nas águas tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Formam agregações em geral com menos de 200 indivíduos e por vezes são vistos associados a *Delphinus delphis* e *S. longirostris* (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). A principal característica morfológica que os diferencia das demais espécies do gênero é o padrão de

coloração: são caracterizados por apresentarem a região ventral branca, laterais em cinza claro e uma capa dorsal em cinza escuro (JEFFERSON, 2018b). Seus lábios são escuros e apresentam uma mancha preta no topo do rosto até o melão, chamado também de “bigode” (JEFFERSON, 2018b).

A história de vida da espécie não é bem conhecida, mas acredita-se que atinjam a maturidade sexual com aproximadamente 180 cm de comprimento total (JEFFERSON; CURRY, 2003). O *S. clymene* habita águas oceânicas quentes (DAVIS et al., 1998; FERTL et al., 2003; WEIR et al., 2014) e sua ecologia trófica ainda é muito pouco conhecida. Poucos estudos relatam o consumo de pequenos peixes demersais e pelágicos, em especial mictofídeos, e cefalópodes (PERRIN et al., 1981; SAKYI et al., 2019). Embora o forrageio noturno tenha sido presumido, considerando que a grande parte dos mictofídeos realizam migração vertical ficando mais próximos da superfície à noite (PERRIN et al., 1981), atividade coordenada de forrageio foi observada durante o dia no Golfo do México (FERTL; SCHIRO; PEAKE, 1997).

As ameaças associadas à espécie ainda precisam ser investigadas, porém a pesca incidental é apontada como um possível problema (MEIRELLES et al., 2009; JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Na lista de espécies ameaçadas da IUCN, *S. clymene* aparece como “pouco preocupante” (JEFFERSON; BRAULIK, 2018) e também não é listada como ameaçada no Brasil (ICMBIO, 2018).

1.1.1.10.3 *S. coeruleoalba*

Os golfinhos listrados (*S. coeruleoalba*) ocorrem preferencialmente em águas quentes e tropicais, podendo habitar também regiões temperadas, dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (ARCHER II, 2018). O padrão de coloração cinza escuro e branco é bem específico, se caracterizando por uma capa dorsal cinza escura, uma região ventral branca ou rosada e uma lateral cinza claro (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Uma faixa cinza claro se estende da região torácica ao dorso abaixo da nadadeira dorsal e uma listra cinza escuro se inicia no rosto, envolve os olhos e segue pela lateral se alargando até a região do ânus (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015).

Atingem a sua maturidade sexual com aproximadamente 210 cm de comprimento, quando as fêmeas têm entre 5 e 13 anos e os machos entre 7 e 15 anos (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015).

Sua dieta é composta principalmente por cefalópodes e peixes pelágicos e bentopelágicos e, menos frequentemente, por camarões (WURTZ; MARRALE, 1993; RINGELSTEIN et al., 2006; MELO et al., 2010). Entretanto, a ecologia alimentar da espécie varia entre as diferentes populações, assim como o uso de área, que é preferencialmente de zonas oceânicas mas o uso de zonas neríticas é observado (DAVIS et al., 1998; SPITZ et al., 2006; GIMÉNEZ et al., 2018). Podem formar grandes agregações de milhares de indivíduos e acredita-se que possam mergulhar até 700 m de profundidade para a captura de presas (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015).

No sudoeste do Oceano Atlântico Sul, avistagens no sul do Brasil, no Uruguai e no norte da Argentina e uma modelagem de nicho ecológico baseada nessas avistagens indicam que a espécie estaria associada a regiões próximas à quebra da plataforma (AMARAL et al., 2015). Todavia, é preciso considerar que as populações das águas adjacentes ao nordeste e ao sul do Brasil se diferenciam geneticamente (FREIRE, 2017) e podem também apresentar diferenças ecológicas entre si.

Em outras localidades, *S. coeruleoalba* apresenta alta sobreposição de nicho isotópico com espécies simpátricas (GIMÉNEZ et al., 2017; PETERS et al., 2022), indicando que se alimentam de presas com valores isotópicos similares, sejam elas diferentes ou não, ou que outras dimensões dos nichos ecológicos se diferenciam e permitem sua coexistência, como segregação espacial ou temporal, por exemplo.

A principal ameaça à espécie é a interação com pesca, principalmente no Japão (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Ademais, a presença de contaminantes orgânicos tem sido reportada em diferentes populações (AGUILAR, 2000; ISOBE et al., 2009; SANTOS-NETO et al., 2014). Altas concentrações de contaminantes organoclorados (PCBs) podem ter levado à imunossupressão, diminuindo a resistência ao morbilivírus que acometeu uma população no Mediterrâneo entre 1990 e 1992, levando ao óbito e posterior encalhe de milhares de indivíduos (AGUILAR, 2000).

1.1.1.10.4 *S. frontalis*

Assim como *S. clymene*, *S. frontalis* (golfinho-pintado-do-Atlântico) é uma espécie endêmica do Oceano Atlântico. Entretanto, no sudoeste do Oceano Atlântico (SOOA) é observado um *gap* em sua distribuição entre 6 e 18° S (MORENO et al., 2005; DANILEWICZ et al., 2013). Embora ocorra em ambientes oceânicos, hábito costeiro tem sido reportado para populações no SOOA (MORENO et al., 2005; AMARAL et al., 2015; PEREIRA et al., 2022).

A espécie apresenta um rostro proeminente e robusto, com uma reentrância acentuada na junção com o melão. Sua nadadeira dorsal é alongada e falcada (Figura 5). O padrão de coloração é bem marcante e se altera ao longo da vida: animais jovens apresentam o dorso em cinza escuro, as laterais em cinza claro e o ventre branco e, ao longo da vida, vão adquirindo pintas em todo o corpo (embora haja populações oceânicas sem pintas) (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). A maturidade sexual dos machos é atingida aos 18 anos e entre 9 e 10 anos nas fêmeas (HERZING, 1997; GREEN; HERZING; BALDWIN, 2015). O aleitamento dura entre 3 e 5 anos (HERZING, 1997).

Figura 5: Golfinho-pintado-do-Atlântico (*S. frontalis*) na costa do estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Acervo MAQUA/UERJ

Sua dieta é composta por cefalópodes, peixes pelágicos e demersais e até invertebrados bentônicos (MELO et al., 2010; LOPES et al., 2012; HERZING; ELLISER, 2014), havendo variação entre as populações. O forrageamento pode ocorrer no período diurno e/ou noturno (HERZING; ELLISER, 2014; PEREIRA et al., 2022).

Há relatos de captura incidental da espécie, porém ela é listada como “não preocupante” na lista de espécies ameaçadas da IUCN (BRAULIK; JEFFERSON, 2018) e também não se encontra no Livro Vermelho (ICMBIO, 2018). Entretanto, estudos indicam a presença de contaminantes em algumas populações, o que pode ser uma ameaça ainda não reconhecida (FIELDING; EVANS, 2014; SANTOS-NETO et al., 2014; OLIVEIRA-FERREIRA et al., 2022). Ademais, houve registro de captura intencional no Ceará (MEIRELLES et al., 2009).

1.1.1.10.5 *S. longirostris*

Os golfinhos-rotadores (*S. longirostris*) têm esse nome por seus frequentes saltos com rotações aéreas (PERRIN, 2018b). Eles estão distribuídos em águas tropicais e subtropicais de todos os oceanos, apresentando diferentes ecótipos (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). A espécie é caracterizada pelo rostro bem alongado, seu padrão de coloração e pela nadadeira dorsal pouco falcada (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; PERRIN, 2018b). Há quatro subespécies reconhecidas: *Stenella longirostris longirostris*, globalmente distribuída; *S. l. orientalis*, do leste do Pacífico tropical; *S. l. centroamericana*, da América central; e *S. l. roseiventris*, o golfinho-rotador-anão da região central do sudeste asiático (PERRIN, 2018b).

Machos atingem a maturidade sexual entre 7 e 10 anos e fêmeas entre 8 e 9 anos (LARESE; CHIVERS, 2009; PERRIN, 2018b). Os filhotes amamentam por um período de aproximadamente 18 meses (LARESE; CHIVERS, 2009).

Os golfinhos-rotadores habitam águas oceânicas e costeiras (DAVIS et al., 1998; DOLAR et al., 2003; PERRIN, 2018b) e tem sido reportada a preferência por forrageamento noturno em águas profundas e por socialização e descanso em águas mais rasas ao longo do dia (BENOIT-BIRD; AU, 2003; SILVA-JR; SILVA; SAZIMA, 2005). Nas águas adjacentes

à costa brasileira, eles estão associados à plataforma continental externa e à quebra da plataforma em profundidades de até 1000 m (MORENO et al., 2005; AMARAL et al., 2015).

Em outras localidades e na região de Fernando de Noronha, a espécie se alimenta de pequenos organismos como peixes mesopelágicos, lulas e crustáceos menores do que 20 cm (DOLAR et al., 2003; SILVA et al., 2007; JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). É preciso considerar, entretanto, que diferenças regionais podem ocorrer e que as populações de Fernando de Noronha e das águas adjacente à porção continental do nordeste brasileiro não são as mesmas (VOLPI, 2012).

Após *S. attenuata*, *S. longirostris* é o bycatch mais encontrado dos cercos de atum e é capturado incidentalmente em outras pescarias (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). A caça direta também é reportada em algumas regiões como Caribe, Sri Lanka, Filipinas e Japão (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). A presença de contaminantes já foi reportada em populações no Caribe e no Brasil (FIELDING; EVANS, 2014; SANTOS-NETO et al., 2014). No Ceará, já foi registrada carcaça encontrada com carne removida, possivelmente para consumo (MEIRELLES et al., 2009). Dessa forma, apesar de listada como “pouco preocupante” na lista de espécies ameaçadas de extinção da IUCN (BRAULIK; REEVES, 2018) e de não estar no Livro Vermelho (ICMBIO, 2018), a espécie está exposta a pressões antrópicas.

1.1.2 Kogiidae: *Kogia sima* e *K. breviceps*

As espécies *Kogia breviceps* (cachalote-pigmeu) e *K. sima* (cachalote-anão), por sua vez, constituem a família Kogiidae (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2008) e há registros de encalhes em toda a costa brasileira, exceto na costa amazônica (MOURA et al., 2016). O gênero ocorre em águas temperadas e tropicais. Entretanto, estudos indicam a preferência da *K. sima* por águas mais quentes do que a *K. breviceps*, que ocupa mais águas temperadas (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2008; MOURA et al., 2016). Há evidências de que *K. sima* tenha uma distribuição mais pelágica, se alimentando em águas mais rasas (MCALPINE, 2018). A alimentação da *Kogia* spp. é composta principalmente por cefalópodes das famílias Histioteuthidae e Cranchiidae (SANTOS; HAIMOVICI, 2001;

SPITZ et al., 2011), embora haja presença ocasional e em menor proporção de peixes e crustáceos.

Ambas as espécies apresentam hábito oceânico e comportamento discreto, sem saltos e com mergulhos longos, fazendo com que raramente sejam avistadas (BAIRD, 2005). As poucas informações ecológicas e biológicas do gênero, portanto, são provenientes principalmente de estudos realizados com espécimes encalhados (MAIA-NOGUEIRA; BARACHO; SERRA, 2001; MOURA et al., 2016).

As espécies apresentam o corpo robusto, o rostro mais curto entre os cetáceos e um maxilar inferior estreito em que ficam todos os dentes, geralmente ausentes no maxilar superior, podendo haver pares vestigiais em *K. sima* (MCALPINE, 2018). Apresentam, ainda, “falsas brânquias”: uma marca clara em forma de colchete entre o olho e a nadadeira peitoral de cada lado, que parece ser uma imitação das brânquias dos tubarões (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Acredita-se que atinjam a maturidade entre 2,5 e 5 anos de idade (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015).

K. breviceps se diferencia por seu maior porte (chega a 4,3 m e a pesar até 515 kg) e por sua nadadeira dorsal menor e mais falcada (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015; MCALPINE, 2018). Enquanto a *K. sima* chega a 2,7 m e 272 kg, apresenta uma nadadeira dorsal maior e mais pontuda e com uma cabeça mais angular (triangular ou quadrada) (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015).

Embora se saiba muito pouco sobre essa família e sobre as pressões antrópicas a que estão sujeitas, acredita-se que as principais interferências se dão por ingestão de descartes humanos nos oceanos (plástico, látex etc), *bycatch*, consumo humano (MEIRELLES et al., 2009) e encalhes por confusão provocada por sonares (MCALPINE, 1997). A poluição química deve ser observada, uma vez que a presença de contaminantes tem sido reportada (BUSTAMANTE et al., 2003). Todavia, as espécies encontram-se listadas como “não preocupantes” na lista de espécies ameaçadas da IUCN (KISZKA; BRAULIK, 2020a, 2020b) e não se encontram no Livro Vermelho (ICMBIO, 2018).

1.2 Isótopos estáveis

Os átomos são considerados de um mesmo elemento quando apresentam o mesmo número atômico, isto é: o mesmo número de prótons, podendo variar em relação ao número de nêutrons. Esse conjunto de átomos que variam apenas em número de nêutrons e, portanto, em sua massa, consistem nos isótopos, que podem ser estáveis ou radioativos. Os isótopos estáveis são aqueles em que nenhum decaimento radioativo foi detectado experimentalmente, enquanto os isótopos radioativos são aqueles que apresentam uma instabilidade energética e que, com o passar do tempo, vão decair para outro isótopo do mesmo elemento ou para um outro elemento (HOLDEN, 2014). Essa instabilidade é gerada por um desequilíbrio entre o número de prótons e nêutrons (FRY, 2006). Os isótopos estáveis e radioativos têm inúmeras aplicações em áreas como medicina, indústria, ciências da Terra, geocronologia, fontes radioativas, biologia, ciência forense e antropologia (HOLDEN, 2014). Em uma tentativa de facilitar a familiarização com o tema, a *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) desenvolveu a Tabela Periódica dos Elementos e Isótopos (HOLDEN et al., 2018), na qual é possível acessar características isotópicas dos 118 elementos.

Os isótopos estáveis constituem marcadores naturais dos ciclos dos elementos nos ecossistemas (PETERSON; FRY, 1987). Em estudos ecológicos, utiliza-se principalmente os isótopos estáveis de hidrogênio, carbono, nitrogênio, oxigênio e enxofre, embora os de carbono e de nitrogênio se destaquem pelo número de estudos envolvendo suas aplicações (FRY, 2006; NEWSOME; CLEMENTZ; KOCH, 2010). Isto porque a principal fonte de carbono e nitrogênio é a dieta e os consumidores apresentam razões isotópicas que correspondem à média ponderada dos seus itens alimentares acrescida de um fator de enriquecimento trófico previsível, o que faz com que esses elementos sejam traçadores de processos físicos e metabólicos e dos fluxos de energia nas teias tróficas (DENIRO; EPSTEIN, 1978; PETERSON; FRY, 1987; POST, 2002).

Os isótopos estáveis de carbono constituem eficientes marcadores da fonte primária de carbono nas teias alimentares, uma vez que há um baixo enriquecimento a cada nível trófico (aproximadamente 1‰) (MCCONNAUGHEY; MCROY, 1979; PETERSON; FRY, 1987). Já os isótopos estáveis de nitrogênio são mais utilizados para investigar as relações tróficas uma vez que há um enriquecimento mais expressivo entre cada nível trófico (aproximadamente 3,4‰) (PETERSON; FRY, 1987; POST, 2002).

Todavia, um conhecimento prévio acerca da ecologia trófica dos indivíduos analisados é fundamental para uma interpretação correta dos valores isotópicos (NEWSOME et al., 2007; FLAHERTY; BEN-DAVID, 2010). Dessa forma, é preciso conhecer o uso de habitat e a área de forrageio a fim de compreender as diferenças relacionadas ao habitat que podem ser expressas nos valores isotópicos, assim como as presas potenciais e as assinaturas isotópicas que a elas poderiam estar associadas (FLAHERTY; BEN-DAVID, 2010).

1.2.1 Nicho isotópico

Apesar de muito utilizado, não existe um único conceito para nicho ecológico. No entanto, de uma forma abrangente, ele é considerado como *n*-dimensional, em que as dimensões são compostas por variáveis ambientais que permitem a existência das espécies (HUTCHINSON, 1957). Esses eixos se referem a aspectos bioclimáticos e a aspectos relacionados à utilização de recursos (HUTCHINSON, 1978). Nesse contexto, os nichos isotópicos representam uma parte dos nichos ecológicos, um espaço bi ou multidimensional em que as coordenadas são as razões entre os isótopos estáveis (BEARHOP et al., 2004; NEWSOME et al., 2007). Como os isótopos estáveis estão diretamente relacionados ao habitat e aos hábitos alimentares dos animais, eles configuram um recorte comparável aos nichos (NEWSOME et al., 2007).

Primeiramente, foram desenvolvidas métricas a partir dos isótopos estáveis que se relacionam com aspectos ecológicos de indivíduos, populações ou comunidades, como é o caso da largura do nicho e do conjunto de métricas de Layman (BEARHOP et al., 2004; LAYMAN et al., 2007). As seis métricas propostas por Layman et al. (2007) são: amplitude de $\delta^{15}\text{N}$ (NR), que se relaciona ao comprimento trófico da população/comunidade; amplitude de $\delta^{13}\text{C}$ (CR), que consiste em uma estimativa da diversidade dos recursos de base; área total do polígono (TA), indicando a largura do nicho; distância média do centroide (CD), indicando a distância entre as espécies; distância média do vizinho mais próximo (NND), indicando o adensamento e agrupamento das espécies nas comunidades; e desvio padrão da distância do vizinho mais próximo (SDNND), estimando a homogeneidade do adensamento espacial e dos agrupamentos (LAYMAN et al., 2007). A medida de área total do polígono (TA) teve especial importância, sendo usada como uma medida espacial dos nichos tróficos de

populações e de comunidades. A fim de corrigir os efeitos provocados por *outliers* e diferenças no número amostral, especialmente considerando baixos números amostrais, foi proposta a definição dos nichos isotópicos por áreas de elipse padrão (SEA) como alternativa às áreas totais (TA) (JACKSON et al., 2011). As SEA são calculadas considerando os efeitos do tamanho amostral e disponibilizando estimativas do erro amostral (JACKSON et al., 2011). Atualmente, a maior parte dos trabalhos que avaliam os nichos isotópicos são baseados nas TA e SEA (e.g.: COSTA et al., 2020; TROINA et al., 2021; PETERS et al., 2022).

Como uma forma de adicionar novas dimensões às estimativas e incorporar probabilidade nas análises de sobreposição de nichos, foi proposta uma outra abordagem analítica contida no software “nicheROVER” (SWANSON et al., 2015). Outra proposta indica a utilização de estimadores de densidade de utilização do kernel (KUD) como métricas de nicho isotópico complementares àquelas de Layman et al. (2007) e Jackson et al. (2011). Desse modo, novas formas quantitativas de inferir aspectos qualitativos acerca dos nichos ecológicos têm sido desenvolvidas e aplicadas nas investigações (MÉNDEZ-FERNANDEZ et al., 2020; COLETTI et al., 2021; HINTON et al., 2022).

1.2.1 Isótopos estáveis em estudos de cetáceos

Os isótopos estáveis têm sido uma importante ferramenta na investigação da ecologia trófica dos cetáceos, uma vez que trazem uma informação integrada ao longo do tempo nos tecidos e possibilitam a amostragem em carcaças e *in situ* (HOBSON, 1999; NEWSOME; CLEMENTZ; KOCH, 2010). Eles são provenientes das presas que foram assimiladas ao longo desse tempo, eliminando alguns vieses da tradicional análise de conteúdo estomacal como a referência à dieta recente antes do óbito, a superestimação de presas com partes indigestas (como os bicos de lula) e diferenças nas taxas de assimilação dos itens alimentares (BEARHOP et al., 2004). Portanto, diversos trabalhos vêm utilizar os isótopos estáveis a fim de elucidar aspectos como o uso de habitat, a partição de recursos e especialização individual (BISI et al., 2013; ROSSMAN et al., 2015; COSTA et al., 2020).

Os cetáceos apresentam ampla distribuição e, como no NOOAS, ocorrem em simpatria em diversas localidades. Nesse contexto, os nichos isotópicos têm sido aplicados

para a compreensão dos aspectos ecológicos e relações tróficas que possibilitam essas ocorrências (BORRELL et al., 2021; TEIXEIRA et al., 2021; PETERS et al., 2022).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Caracterizar a ecologia trófica e o uso de habitat dos odontocetos do nordeste do Brasil por meio da análise de isótopos estáveis de carbono e de nitrogênio.

2.2 Objetivos específicos

- a) Determinar a composição dos isótopos estáveis de carbono e de nitrogênio em músculo de odontocetos do nordeste do Brasil;
- b) Investigar as relações tróficas de odontocetos do nordeste do Brasil;
- c) Investigar e comparar o uso de habitat de odontocetos do nordeste do Brasil;
- d) Investigar a largura e sobreposição de nicho isotópico de odontocetos do nordeste do Brasil.

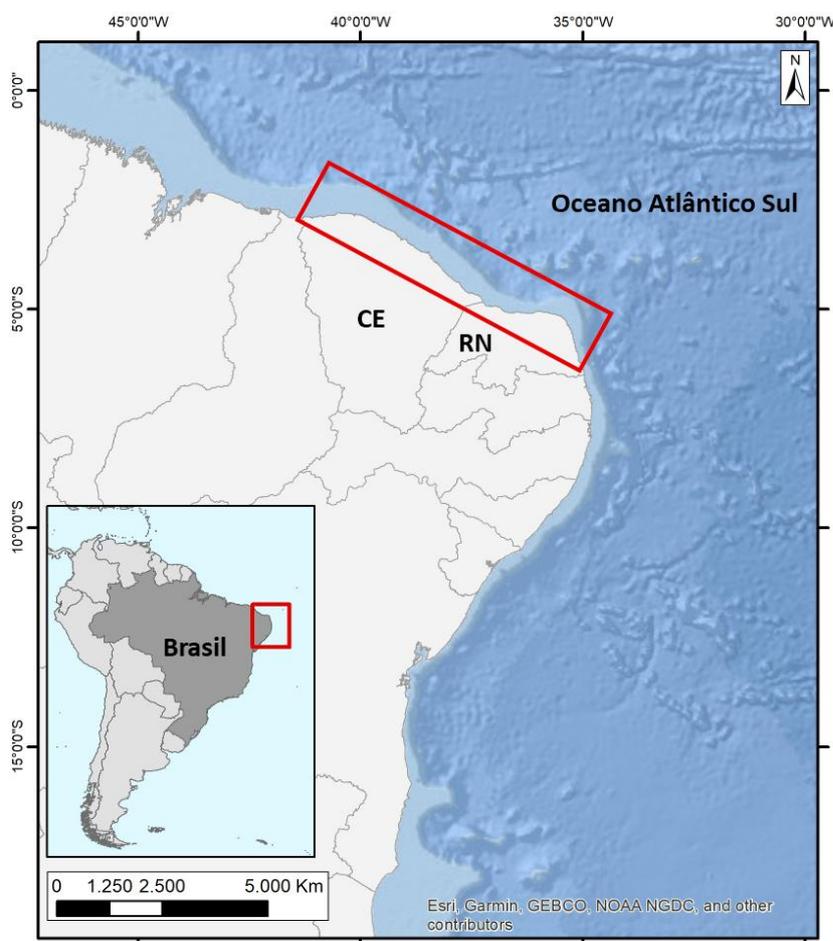
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo compreende a costa dos estados do Ceará (CE) e do Rio Grande do Norte (RN), na região nordeste do Brasil (Figura 6), e as águas do noroeste do Oceano Atlântico Sul (NOOAS). A plataforma continental adjacente à costa desses estados é estreita, com 40 km de extensão em média, e rasa, com profundidade de aproximadamente 60 m na quebra (VITAL et al., 2010; GOMES et al., 2014). A base do talude ocorre entre 1600 e 3600 m no nordeste (KNOPPERS; EKAU; FIGUEIREDO, 1999). Essa região encontra-se próxima da oligotrófica Corrente Sul Equatorial e recebe influência de sua ramificação norte, a Corrente Norte do Brasil, que segue paralela à costa e acima da plataforma (KNOPPERS; EKAU; FIGUEIREDO, 1999; VITAL et al., 2010). Há a presença de cadeias de montanhas submarinas, com ilhas oceânicas como Fernando de Noronha (KNOPPERS; EKAU; FIGUEIREDO, 1999). Associados aos variados ambientes formados, ocorrem diversas espécies de odontocetos e muitos deles têm suas carcaças encontradas na costa após o óbito (MEIRELLES et al., 2009; LIMA et al., 2021).

Estudos na região indicam que esses animais estão expostos a diferentes pressões antrópicas. As principais ameaças estão relacionadas à interação com pesca (MEIRELLES et al., 2009; LIMA et al., 2021), ao consumo e uso como isca (ATTADEMO et al., 2005; MEIRELLES et al., 2009; LIMA et al., 2021) e à contaminação (MONTEIRO-NETO; ITAVO; DE SOUZA MORAES, 2003; SANTOS-NETO et al., 2014).

Figura 6 – Mapa do nordeste indicando a área de estudo: costa do Ceará e do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil



Legenda: CE – Ceará; RN – Rio Grande do Norte.

Fonte: A autora, 2023.

3.2 Amostragem

Foram amostradas alíquotas de odontocetos encalhados e/ou capturados incidentalmente na costa do Ceará (CE) e do Rio Grande do Norte (RN). A coleta e amostragem foram realizadas por instituições parceiras: a Aquasis (CE) e a Projeto Cetáceos da Costa Branca (PCCB) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (RN). Cada indivíduo foi classificado em *code* de acordo com o seu estágio de decomposição (GERACI; LOUNSBURY, 1993), teve seu comprimento total aferido e o sexo e a classe etária determinados. Amostras de músculo foram alíquotadas e armazenadas a -20°C . As amostras foram então encaminhadas ao Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores

(MAQUA), onde procedeu-se a preparação das amostras e a mensuração dos isótopos estáveis. Para o presente estudo, foram selecionados apenas adultos e juvenis de *codes* 1 a 4.

Foram analisadas 85 amostras de 16 espécies distintas (Tabela 1), quais sejam: *Feresa attenuata* (n = 1), *Globicephala macrorhynchus* (n = 3), *Grampus griseus* (n = 1), *Kogia breviceps* (n = 2), *Kogia sima* (n = 7), *Lagenodelphis hosei* (n = 1), *Peponocephala electra* (n = 6), *Pseudorca crassidens* (n = 3), *Sotalia guianensis* (n = 34), *Stenella attenuata* (n = 1), *Stenella clymene* (n = 5), *Stenella coeruleoalba* (n = 3), *Stenella frontalis* (n = 3), *Stenella longirostris* (n = 6), *Steno bredanensis* (n = 3), *Tursiops truncatus* (n = 6).

Tabela 1 – Dados biológicos e de encalhe dos odontocetos da região nordeste do Brasil (continua)

Identificação	Sexo	CT (cm)	Classe etária	Code	Ano de coleta
<i>Feresa attenuata</i>					
FA #1	Fêmea	200	Adulto	2	2020
<i>Globicephala macrorhynchus</i>					
GM #1	Macho	405	Adulto	1	2011
GM #2	Macho	290	Juvenil	1	2012
GM #3	Fêmea	285	Juvenil	1	2020
<i>Grampus griseus</i>					
GG #1	Fêmea	267	Adulto	1	2021
<i>Kogia breviceps</i>					
KB #1	Macho	289	Adulto	1	2017
KB #2	Macho	277	Adulto	3	2020
<i>Kogia sima</i>					
KS #1	Fêmea	211	Adulto	3	2012
KS #2	Macho	208	Adulto	2	2014
KS #3	Macho	192	Adulto	2	2015
KS #4	Macho	215	Adulto	3	2016
KS #5	Fêmea	215	Adulto	1	2019
KS #6	Fêmea	176	Juvenil	1	2020
KS #7	Macho	250	Adulto	1	2020
<i>Lagenodelphis hosei</i>					
LH #1	Fêmea	234	Adulto	3	2010
<i>Peponocephala electra</i>					
PE #1	Fêmea	218	Juvenil	1	2010
PE #2	Fêmea	228	Adulto	1	2011
PE #3	Macho	239	Adulto	1	2012
PE #4	Macho	246	Adulto	1	2021
PE #5	Macho	247	Adulto	1	2022
<i>Pseudorca crassidens</i>					
PC #1	Macho	510	Adulto	2	2013
PC #2	Fêmea	394	Adulto	2	2013
<i>Sotalia guianensis</i>					
SG #1	Macho	173	Adulto	2	2007
SG #2	-	155	Juvenil	4	2009
SG #3	-	176	Adulto	4	2009
SG #4	Macho	157	Juvenil	4	2009
SG #5	Fêmea	178	Adulto	3	2009
SG #6	Fêmea	158	Juvenil	3	2009

Tabela 1 – Dados biológicos e de encalhe dos odontocetos da região nordeste do Brasil (continuação)

Identificação	Sexo	CT (cm)	Classe etária	Code	Ano de coleta
<i>Sotalia guianensis</i>					
SG #7	Fêmea	152	Imaturo	4	2009
SG #8	-	198	Adulto	4	2010
SG #9	Macho	177	Adulto	3	2010
SG #10	Fêmea	195	Adulto	4	2010
SG #11	Macho	200	Adulto	3	2010
SG #12	Macho	180	Adulto	3	2010
SG #13	Macho	180	Adulto	4	2010
SG #14	Fêmea	180	Adulto	3	2010
SG #15	Macho	143	Juvenil	3	2010
SG #16	Fêmea	178	Adulto	3	2010
SG #17	Fêmea	185	Adulto	3	2011
SG #18	Macho	159	Juvenil	4	2011
SG #19	Fêmea	204	Adulto	3	2011
SG #20	Fêmea	181	Adulto	3	2011
SG #21	Fêmea	165	Adulto	3	2011
SG #22	-	191	Adulto	4	2014
SG #23	Fêmea	172	Adulto	3	2014
SG #24	-	180	Adulto	-	2017
SG #25	Macho	174	Adulto	2	2017
SG #26	Macho	185	Adulto	4	2018
SG #27	Macho	151	Juvenil	3	2018
SG #28	Macho	163	Juvenil	3	2019
SG #29	Fêmea	186	Adulto	3	2020
SG #30	-	193	Adulto	4	2020
SG #31	Macho	167	Juvenil	4	2020
SG #32	Macho	195	Adulto	4	2020
SG #33	-	178	Adulto	2	2020
SG #34	Fêmea	188	Adulto	3	2021
<i>Stenella attenuata</i>					
SA #1	Fêmea	188	Adulto	-	2016
<i>Stenella clymene</i>					
SY #1	Macho	201	Adulto	2	2012
SY #2	Macho	181	Adulto	2	2012
SY #3	Macho	170	Adulto	1	2016
SY #4	Fêmea	178	Adulto	1	2016
SY #5	Macho	196	Adulto	2	2018
SY #6	Macho	180	Adulto	2	2022
<i>Stenella coeruleoalba</i>					
SC #1	Fêmea	217	Adulto	1	2006
SC #2	Fêmea	194	Juvenil	2	2018
SC #3	Fêmea	223	Adulto	2	2019
<i>Stenella frontalis</i>					
SF #1	Macho	198	Adulto	1	2014
SF #2	Fêmea	175	Adulto	3	2020
SF #3	Fêmea	164	Juvenil	1	2021
<i>Stenella longirostris</i>					
SL #1	Macho	168	Adulto	2	2008
SL #2	Fêmea	172	Adulto	2	2010
SL #3	Macho	161	Juvenil	3	2014
SL #4	Macho	161	Juvenil	2	2015
SL #5	Fêmea	185	Adulto	3	2021
<i>Steno bredanensis</i>					
SB #1	Macho	214	Juvenil	4	2010
SB #2	Macho	253	Adulto	3	2019

Tabela 1 – Dados biológicos e de encalhe dos odontocetos da região nordeste do Brasil (conclusão)

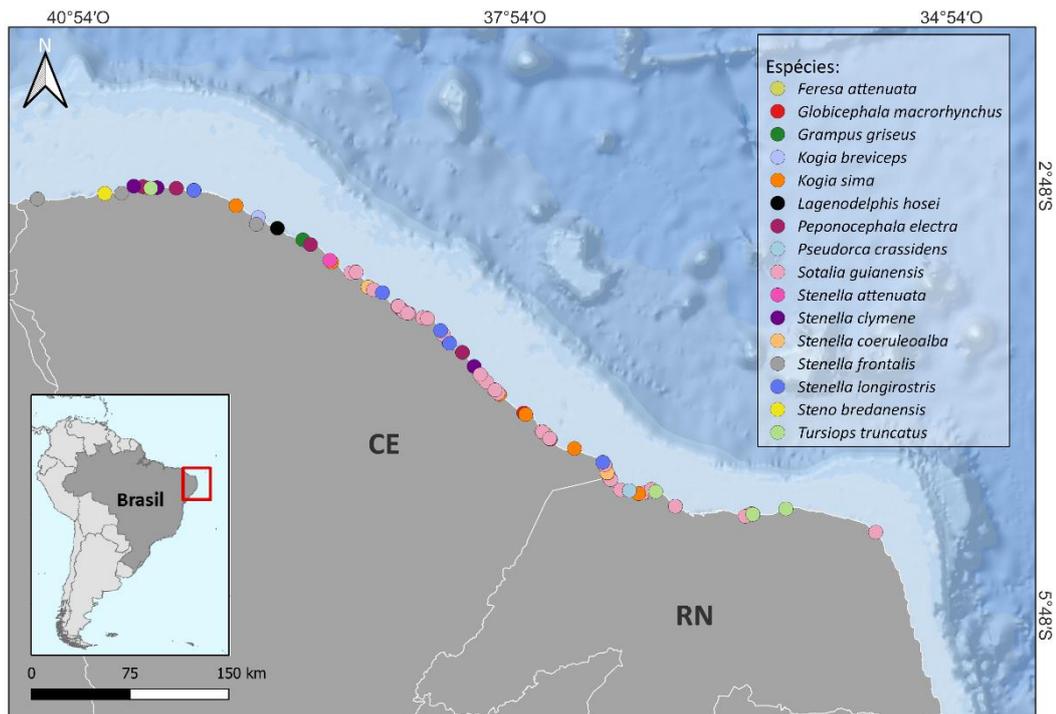
Identificação	Sexo	CT (cm)	Classe etária	Code	Ano de coleta
<i>Steno bredanensis</i>					
SB #3	Macho	263	Adulto	3	2019
<i>Tursiops truncatus</i>					
TT #1	-	-	Adulto	4	2009
TT #2	-	317	Adulto	4	2010
TT #3	Fêmea	266	Adulto	2	2010
TT #4	Macho	276	Adulto	-	2013
TT #5	Fêmea	268	Adulto	2	2014
TT #6	Macho	255	Adulto	3	2014

Legenda: (CT) comprimento total; (Code) estágio de decomposição; (-) sem dado.

Fonte: A autora, 2023.

Os animais foram coletados no litoral nordestino entre 2006 e 2022, conforme mostra o mapa de coleta a seguir (Figura 7).

Figura 7 – Mapa com os pontos de coleta na costa do Ceará e do Rio Grande do Norte das carcaças de odontocetos encalhados entre 2006 e 2022



Legenda: CE – Ceará; RN – Rio Grande do Norte.

Fonte: A autora, 2023.

3.3 Análise de isótopos estáveis

As alíquotas de músculo foram liofilizadas, maceradas até a formação de um pó homogêneo, e aproximadamente 0,25 mg de cada amostra foram pesados em cápsulas de estanho. A determinação da composição isotópica ocorreu em um espectrômetro de massas de razão isotópica (IRMS-DELTA V, Thermo Fisher Scientific) acoplado a um analisador elementar para C-N-S (Flash EA). A razão isotópica é expressa em notação delta em partes por mil, que considera como valores de referência o padrão V-PDB (Vienna Peedee Belemnite) para carbono e o ar atmosférico para nitrogênio. A notação delta é expressa da seguinte forma:

$$\delta X = [(R_{\text{amostra}}/R_{\text{padrão}}) - 1] \times 1000 \quad (1)$$

na qual X é ^{13}C ou ^{15}N e R representa a razão $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$.

A fim de corrigir os efeitos do conteúdo lipídico, foi aplicada uma normalização nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ uma vez que a razão C/N foi maior do que 3,5 em alguns espécimes. Isto porque os lipídios são empobrecidos em ^{13}C e se apresentam em proporções variáveis nos músculos de cada indivíduo e espécie (PETERSON; FRY, 1987). Para a correção, utilizou-se a equação (POST et al., 2007):

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{normalizado}} = \delta^{13}\text{C}_{\text{nãotratado}} - 3,32 + 0,99 * \text{C:N} \quad (2)$$

O aumento das emissões antrópicas de CO_2 , empobrecido em ^{13}C , provocam o efeito de Suess, que consiste na diminuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ nos oceanos ao longo dos anos após a Revolução Industrial (GRUBER et al., 1999; SONNERUP et al., 1999; DOMBROSKY, 2020). Considerando esse efeito e o período amostral de 16 anos (2006 a 2022), a correção de Suess foi aplicada aos valores de $\delta^{13}\text{C}$ de cada amostra, deduzindo-se 0,02‰ ao ano.

Materiais de referência certificados (USGS24 e IAEA-N-2) foram analisados e a precisão foi de 0,1‰ e 0,2‰ respectivamente. Ainda, réplicas de um mesmo espécime de *Sotalia guinensis* foram utilizadas ao longo de todas as análises e o desvio padrão foi 0,1‰.

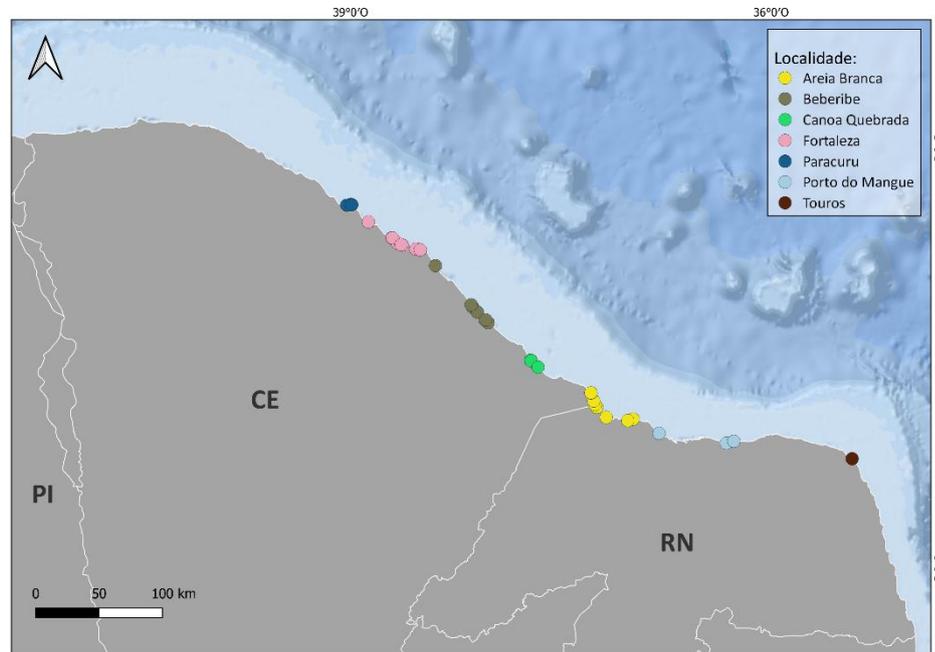
3.4 Análises estatísticas

Para todo o tratamento dos dados foi utilizado o software “R” versão 4.1.1 para Windows (R CORE TEAM, 2020). As dissimilaridades entre os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ foram avaliadas por análise de cluster hierárquico. Considerando as grandes variações, os dados foram padronizados e as distâncias euclidianas foram calculadas pelo método de Ward. A normalidade dos dados foi verificada utilizando o teste de Shapiro-Wilk em conjunto com os histogramas e os valores de *skewness* e curtose. Considerando os pressupostos, foram utilizados *one-way* ANOVA e Kruskal-Wallis como testes paramétrico e não paramétrico, respectivamente, para verificar as diferenças entre os valores de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$. O programa *Stable Isotopes Bayesian Ellipses in R*, SIBER, (JACKSON et al., 2011) foi utilizado para calcular os nichos isotópicos por meio das elipses bayesianas, suas sobreposições e respectivas métricas (LAYMAN et al., 2007). Para aquelas espécies em que há pelo menos 3 indivíduos, foram calculadas as seguintes métricas: área total (TA), que representa espaço total ocupado pelo polígono formado pelos pontos mais externos; a área padrão das elipses corrigidas para baixo número de amostras (SEAc); amplitude de $\delta^{13}\text{C}$, proporcional à diversidade de recursos de base; amplitude de $\delta^{15}\text{N}$, indicando o comprimento trófico; representado a largura do nicho isotópico; o grau de sobreposição entre as elipses de diferentes espécies; a distância euclidiana média do centroide (CD), valores altos sugerem alta diversidade trófica pela largura do nicho e espaçamento entre os indivíduos/espécies; a distância euclidiana média do vizinho mais próximo (MNND), inversamente proporcional à semelhança trófica avaliada pela densidade e agrupamento dos indivíduos/espécies na população/comunidade; desvio padrão da MNND (SDNND), baixos valores sugerem uma distribuição mais homogênea do nicho trófico (LAYMAN et al., 2007; JACKSON et al., 2011).

Os espécimes de *S. guianensis* foram separados por localidade para uma análise mais detalhada, uma vez que a espécie é exclusivamente costeira, comumente apresenta fidelidade de sítio e utiliza área mais restrita do que os quase 600 km entre os pontos de amostragem mais distantes (ROSSI-SANTOS; WEDEKIN; MONTEIRO-FILHO, 2007; MEIRELLES; CAMPOS; FONTELES-FILHO, 2020). Portanto, eles foram divididos em 7 localidades baseadas nos conjuntos de carcaças encontradas com distâncias superiores a 50 km entre si,

quais sejam: Paracuru (PA), Fortaleza (FT), Beberibe (BE), Canoa Quebrada (CQ), Areia Branca (AB), Porto do Mangue (PM) e Touros (TO) (Figura 8).

Figura 8 – Mapa com os pontos de coleta na costa do Ceará e do Rio Grande do Norte das carcaças de *S. guianensis* encalhados entre 2007 e 2021



Legenda: CE – Ceará; RN – Rio Grande do Norte.

Fonte: A autora, 2023.

4. RESULTADOS

Houve uma grande variação nos valores isotópicos entre as espécies, os valores mínimo (7,3 ‰) e máximo (14,3 ‰) em *Sotalia guianensis* para $\delta^{15}\text{N}$, e de -18,5 ‰ em *Stenella coeruleoalba* a -14,3 ‰ em *Sotalia guianensis* para $\delta^{13}\text{C}$ (Tabela 2; Figura 9).

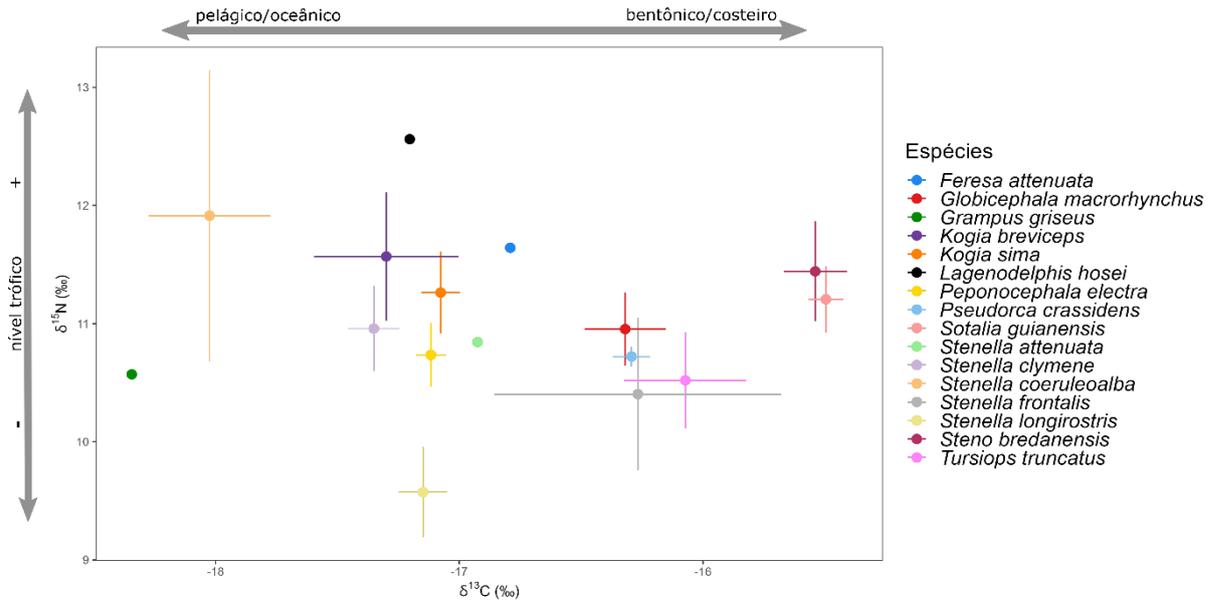
Tabela 2 – Valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos para os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em músculo dos odontocetos da região nordeste do Brasil

Espécie	n	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	
		Média ± DP	Min/máx	Média ± DP	Min/máx
<i>Feresa attenuata</i>	1	-16,8	-	11,6	-
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	3	-16,3 ± 0,3	-16,6 / -16,0	11,0 ± 0,5	10,3 / 11,3
<i>Grampus griseus</i>	1	-18,3	-	10,6	-
<i>Kogia breviceps</i>	2	-17,3 ± 0,4	-17,6 / -17,0	11,6 ± 0,8	11,0 / 12,1
<i>Kogia sima</i>	7	-17,1 ± 0,2	-17,4 / -16,8	11,3 ± 0,9	10,5 / 13,3
<i>Lagenodelphis hosei</i>	1	-17,2	-	12,6	-
<i>Peponocephala electra</i>	5	-17,1 ± 0,1	-17,3 / -16,9	10,7 ± 0,6	10,1 / 11,5
<i>Pseudorca crassidens</i>	2	-16,3 ± 0,1	-16,4 / -16,2	10,7 ± 0,1	10,6 / 10,8
<i>Sotalia guianensis</i>	34	-15,5 ± 0,4	-16,1 / -14,3	11,2 ± 1,6	7,3 / 14,3
<i>Stenella attenuata</i>	1	-16,9	-	10,8	-
<i>Stenella clymene</i>	5	-17,4 ± 0,2	-17,7 / -17,1	11,0 ± 0,8	10,3 / 12,2
<i>Stenella coeruleoalba</i>	3	-18,0 ± 0,4	-18,5 / -17,7	11,9 ± 2,1	10,4 / 14,3
<i>Stenella frontalis</i>	3	-16,3 ± 1,0	-17,4 / -15,5	10,4 ± 1,1	9,4 / 11,6
<i>Stenella longirostris</i>	5	-17,2 ± 0,2	-17,4 / -16,8	9,6 ± 0,9	8,7 / 10,9
<i>Steno bredanensis</i>	3	-15,5 ± 0,2	-15,8 / -15,4	11,4 ± 0,7	10,9 / 12,3
<i>Tursiops truncatus</i>	6	-16,1 ± 0,6	-16,8 / -15,2	10,5 ± 1,0	9,1 / 11,9

Legenda: ‰ – partes por mil; DP – desvio padrão; min – mínimo; máx - máximo.

Fonte: A autora, 2023.

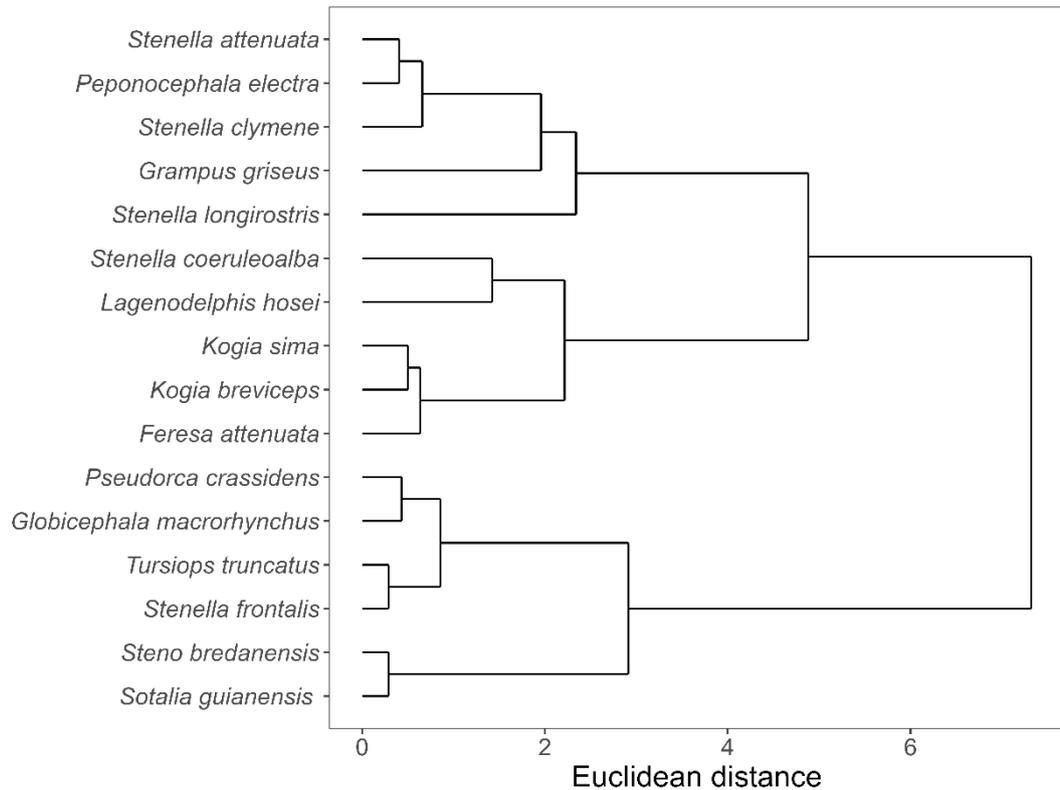
Os *S. guianensis* apresentaram os valores mais altos de $\delta^{13}\text{C}$ (-15,5 ± 0,4‰), similares aos encontrados em *S. bredanensis*, (-15,5 ± 0,2 ‰). *Stenella coeruleoalba* e *G. griseus* se destacaram dos demais pelos valores mais baixos de $\delta^{13}\text{C}$ (-18,0 ± 0,4 ‰ e -18,3 ‰, respectivamente). Os espécimes de *S. longirostris*, por sua vez, tiveram média baixa para $\delta^{15}\text{N}$ (9,6 ± 0,8 ‰), também se destacando dos demais indivíduos.

Figura 9 – Valores médios e erro padrão de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em músculo dos odontocetos do nordeste do Brasil

Fonte: A autora, 2023.

É possível observar um gradiente de variação nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ (Figura 9). A análise de cluster hierárquico identificou dois grupos principais, diferenciados pelas razões isotópicas de carbono: *S. guianensis*, *S. bredanensis*, *S. frontalis*, *T. truncatus*, *G. macrorhynchus* e *P. crassidens* apresentaram razões isotópicas mais enriquecidas em ^{13}C , enquanto os demais odontocetos apresentaram valores mais empobrecidos (Figura 10). Dentre primeiro grupo, *S. guianensis* e *S. bredanensis* se destacaram por seus valores mais baixos de $\delta^{13}\text{C}$; enquanto *P. crassidens* e *G. macrorhynchus* se diferenciaram de *T. truncatus* e *S. frontalis* por seus valores mais altos de $\delta^{15}\text{N}$ e ligeiramente inferiores de $\delta^{13}\text{C}$. Considerando o grupo mais empobrecido em ^{13}C , dois subgrupos se diferenciaram: *F. attenuata*, *Kogia* spp., *L. hosei* e *S. coeruleoalba* com valores superiores para $\delta^{15}\text{N}$ e *G. griseus*, *S. longirostris*, *P. electra*, *S. attenuata* e *S. clymene* com valores inferiores. As espécies da família Kogiidae e *F. attenuata* apresentaram mais semelhança isotópica entre si quando comparados a *S. coeruleoalba* e *L. hosei*. *Stenella longirostris* se destacou daqueles mais empobrecidos em ^{13}C e ^{15}N por seus valores ainda mais baixos de $\delta^{15}\text{N}$. *Grampus griseus* distinguiu-se de *S. clymene*, *S. attenuata* e *P. electra* pelo menor valor de $\delta^{13}\text{C}$. Pelos valores de $\delta^{13}\text{C}$, *S. attenuata* e *P. electra* foram mais dissimilares a *S. clymene*, que teve valores mais baixos.

Figura 10 – Dendrograma da análise de cluster hierárquico pelo método de Ward utilizando $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ de músculo dos odontocetos do nordeste do Brasil para agrupamento.



Fonte: A autora, 2023.

O maior nicho isotópico (SEAc) foi encontrado para *S. frontalis* (6,7 ‰²), seguido pelos de *S. coeruleoalba* (5,7 ‰²), *T. truncatus* (2,4 ‰²) e *S. guianensis* (1,8 ‰²) (Tabela 3; Figura 11). Os demais nichos isotópicos tiveram tamanhos inferiores aos supracitados ($\leq 0,6$ ‰²). Em relação às métricas de Layman, *S. guianensis* apresentou o maior valor para NR (7,0) e o segundo maior para CR (1,8), com valores mais baixos do que os demais para MNND (0,3) e SDNND (0,3). O menor CR foi observado em *P. electra* (0,3) e o maior em *S. frontalis* (1,9). Já para NR, o menor valor foi o de *G. macrorhynchus* (0,9). *Globicephala macrorhynchus* apresentou o menor valor de CD (0,3), associado a baixos valores para MNND (0,5) e SDNND (0,5). Já o maior valor de CD (1,7) foi observado a também altos valores de MNND (2,0) e SDNND (1,2) em *S. coeruleoalba*. As espécies com CR mais alto estão associadas a valores mais altos de $\delta^{13}\text{C}$: *S. guianensis* (1,8), *S. frontalis* (1,9) e *T. truncatus* (1,6). Já o NR mais alto foi observado em *S. guianensis* (7,0), assim como a maior TA (6,3 ‰²). *Globicephala macrorhynchus*, *P. electra* e *S. bredanensis* se destacaram por

apresentarem os menores nichos isotópicos (0,2, 0,2 e 0,5 ‰², respectivamente) e baixos valores em todas as métricas de Layman.

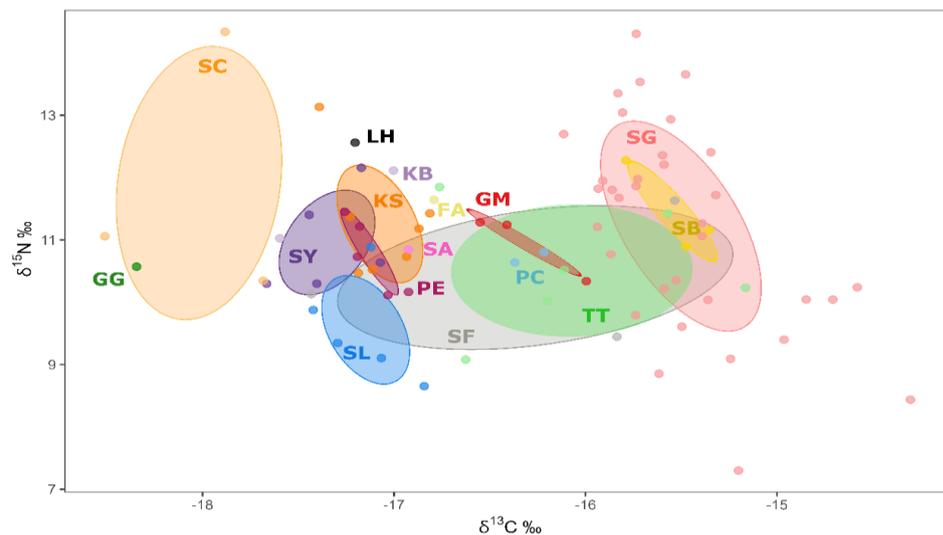
Tabela 3 – Áreas de elipse padrão corrigida e métricas de Layman dos odontocetos coletados no nordeste do Brasil

Espécie	TA	SEAc	NR	CR	CD	MNND	SDNND
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	0,1	0,2	0,9	0,6	0,5	0,4	0,5
<i>Kogia sima</i>	0,7	0,6	2,7	0,6	0,7	0,5	0,6
<i>Peponocephala electra</i>	0,1	0,2	1,3	0,3	0,5	0,2	0,2
<i>Sotalia guianensis</i>	6,3	1,8	7,0	1,8	1,4	0,3	0,3
<i>Stenella clymene</i>	0,6	0,7	1,9	0,6	0,7	0,5	0,3
<i>Stenella coeruleoalba</i>	1,6	5,7	4,0	0,8	1,7	1,8	1,3
<i>Stenella frontalis</i>	1,8	6,7	2,2	1,9	1,2	1,9	0,3
<i>Stenella longirostris</i>	0,6	0,7	2,2	0,6	0,7	0,6	0,3
<i>Steno bredanensis</i>	0,1	0,5	1,4	0,4	0,6	0,6	0,5
<i>Tursiops truncatus</i>	2,7	2,4	2,8	1,6	0,9	0,9	0,3

Legenda: SEAc – Áreas de elipse padrão corrigida (‰²); TA – áreas totais (‰²); NR – intervalo de $\delta^{15}\text{N}$; CR – intervalo de $\delta^{13}\text{C}$; CD – distância euclidiana média do centroide; MNND – distância euclidiana média do centroide; e SDNND – desvio padrão da distância euclidiana média do centroide.

Fonte: A autora, 2023.

Figura 11 – Elipses isotópicas padrão de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ e pontos (apenas pontos para espécies com $n < 3$) de odontocetos do nordeste do Brasil

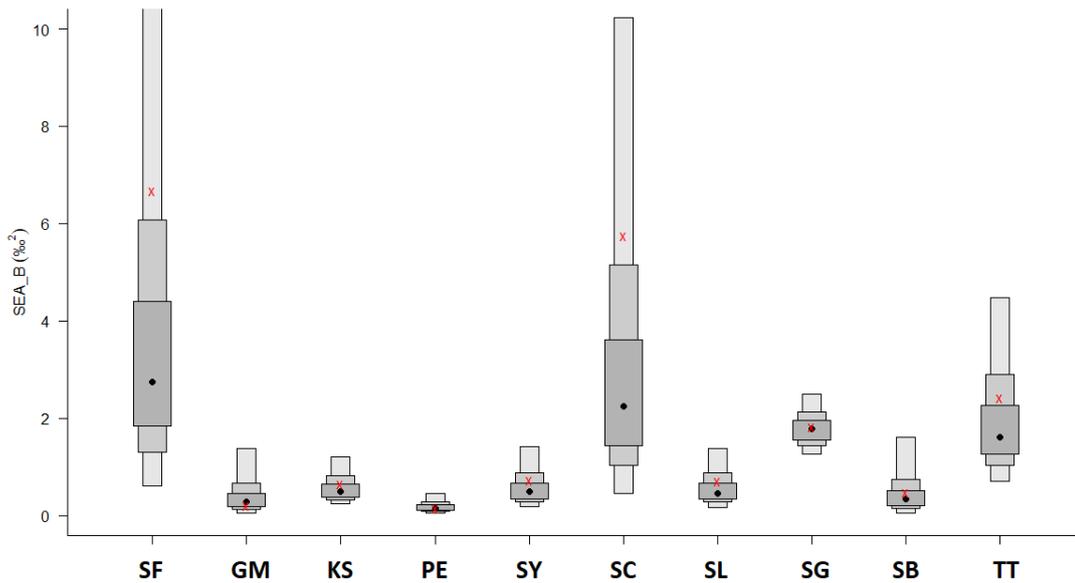


Legenda: FA – *F. attenuata*; GG – *G. griseus*; GM – *G. macrorhynchus*; KB – *K. breviceps*; KS – *K. sima*; LH – *L. hosei*; PE – *P. electra*; SG – *S. guianensis*; SA – *S. attenuata*; SY – *S. clymene*; SC – *S. coeruleoalba*; SL – *S. longirostris*; SF – *S. frontalis*; SB – *S. bredanensis*; TT – *T. truncatus*.

Fonte: A autora, 2023.

As maiores incertezas no cálculo das elipses padrão (SEA e SEAc) foram associadas a *S. coeruleoalba*, *S. frontalis* e *T. truncatus*, que são espécies com grande variação e relativamente baixo número amostral. As menores incertezas, por sua vez, foram observadas nos resultados de *P. electra* e *K. sima* (Figura 12).

Figura 12 – Medidas das áreas das elipses bayesianas com intervalos de confiança dos odontocetos do nordeste do Brasil



Legenda: os pontos pretos são as modas e as caixas cinzas constituem os intervalos de confiança de 50% (cinza escuro), 75% (cinza) e 95% (cinza claro). Em vermelho estão as SEAc ($\%²$) para cada espécie (GM – *G. macrorhynchus*; KS – *K. sima*; PE – *P. electra*; PC – *P. crassidens*; SG – *S. guianensis*; SY – *S. clymene*; SC – *S. coeruleoalba*; SL – *S. longirostris*; SF – *S. frontalis*; SB – *S. bredanensis*; TT – *T. truncatus*).

Fonte: A autora, 2023.

O maior nicho isotópico (SEAc) foi observado em *S. frontalis* (6,7 $\%²$), que se sobrepôs ao maior número de espécies, sem nenhuma sobreposição apenas com *S. coeruleoalba* (Tabela 4). Todavia, seu nicho está associado à maior incerteza e os pontos não estão uniformemente distribuídos (Figura 12). As maiores sobreposições foram encontradas em *S. bredanensis*, que teve seu nicho isotópico 100 % sobreposto por *S. guianensis*, e *G. macrorhynchus* e *T. truncatus*, que tiveram seus nichos sobrepostos por *S. frontalis* em 99 % e 100 %, respectivamente. O nicho de *S. bredanensis* foi 81 % sobreposto por *S. frontalis*, enquanto tal sobreposição representou apenas 6 % do nicho de *S. frontalis*.

Tabela 4 – Sobreposição dos nichos isotópicos em proporção (%) de área 1 (primeira coluna) sobreposta pela área 2 (primeira linha) de odontocetos no nordeste do Brasil

A1 \ A2	SC	SY	SL	PE	KS	GM	SF	TT	SB	SG
SC	-	2	0	0	0	0	0	0	0	0
SY	18	-	8	12	28	0	47	0	0	0
SL	0	8	-	0	0	0	91	0	0	0
PE	0	55	1	-	85	0	86	0	0	0
KS	0	31	0	20	-	0	52	0	0	0
GM	0	0	0	0	0	-	99	81	0	0
SF	0	5	10	2	5	3	-	36	6	20
TT	0	0	0	0	0	7	100	-	3	19
SB	0	0	0	0	0	0	81	15	-	100
SG	0	0	0	0	0	0	75	25	26	-

Legenda: SC – *S. coeruleoalba*; SY – *S. clymene*; SL – *S. longirostris*; PE – *P. electra*; KS – *K. sima*; GM – *G. macrorhynchus*; SF – *S. frontalis*; TT – *T. truncatus*; SB – *S. bredanensis*; SG – *S. guianensis*.

Fonte: A autora, 2023.

O nicho de *P. electra* foi sobreposto em 86 %, 85 % e 55 % por *S. frontalis*, *K. sima* e *S. clymene*, respectivamente. que tiveram 51 % da área total sobreposta. Exceto pelas sobreposições de *S. clymene* e *K. sima* com o nicho isotópico de *P. electra*, as maiores sobreposições (> 50 %) estão associadas a *S. frontalis*, *T. truncatus* e *S. guianensis*.

Considerando o uso de área reportado pela literatura e os dados de avistagem dos odontocetos na área de estudo disponibilizados pelo Sistema de Apoio ao Monitoramento de Mamíferos Marinhos, SIMMAM (CABRAL; BARRETO, 2022), foram testadas as diferenças entre os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em dois grupos: um formado pelas espécies associadas ao uso da região costeira e da plataforma continental (*S. guianensis*, *S. bredanensis*, *T. truncatus* e *S. frontalis*) e outro formado pelo restante das espécies (*G. macrorhynchus*, *P. crassidens*, *Kogia* spp., *S. clymene*, *S. coeruleoalba*, *S. longirostris* e *P. electra*). No primeiro grupo, não foram observadas diferenças significativas entre os valores de $\delta^{15}\text{N}$ ($F_{(3,42)} = 0,6054$; $p = 0,6152$) e $\delta^{13}\text{C}$ (Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 6,0857$, $p = 0,1075$). No segundo grupo, os valores de $\delta^{15}\text{N}$ foram similares (Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 11,612$, $p = 0,1141$), porém houve diferenças significativas entre os valores de $\delta^{13}\text{C}$ ($F_{(7,26)} = 14,83$; $p < 0,001$). Dentre as espécies desse grupo, *G. macrorhynchus* e *P. crassidens* apresentaram valores semelhantes entre si para $\delta^{13}\text{C}$ (Tukey HSD test; $p = 1$), porém significativamente superior aos das outras espécies (Tukey HSD test; $p < 0,01$). Já *S. coeruleoalba* não se diferenciou de *K. breviceps* (Tukey HSD test; $p = 0,05$), mas apresentou valores de $\delta^{13}\text{C}$ inferiores aos das demais espécies (Tukey HSD test; $p < 0,02$). Foram também calculadas as métricas de comunidade considerando as zonas nerítica e oceânica como diferentes comunidades (Tabela 5). Nesse cálculo, *S. frontalis* não foi

considerado, uma vez que parece utilizar as duas regiões e a baixa amostragem não permitiu considerá-lo separadamente em cada uma delas.

Tabela 5 – Métricas de comunidade para as zonas nerítica e oceânica no nordeste do Brasil.

Espécie	NR	CR	TA	CD	MNND	SDNND
Zona nerítica	0,9	0,6	0,08	0,4	0,5	0,4
Zona oceânica	2,3	1,7	1,6	0,7	0,7	0,4

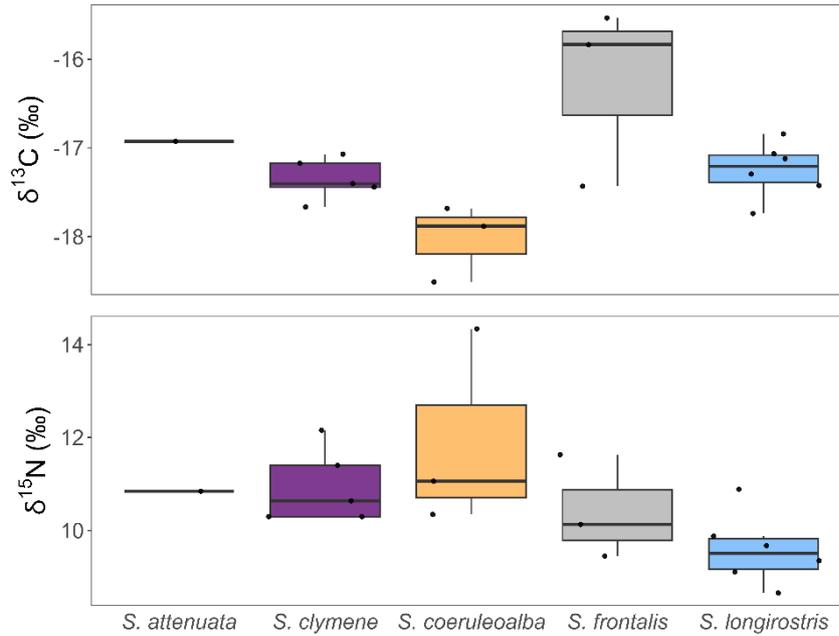
Legenda: NR – intervalo de $\delta^{15}\text{N}$; TA – áreas totais ($\%^2$); CR – intervalo de $\delta^{13}\text{C}$; CD – distância euclidiana média do centroide; MNND – distância euclidiana média do centroide; e SDNND – desvio padrão da distância euclidiana média do centroide.

Fonte: A autora, 2023.

4.1 *Stenella* spp.

Considerando apenas os delfinídeos do gênero *Stenella*, os valores de $\delta^{15}\text{N}$ foram similares entre todas as espécies (ANOVA: $F_{(3,12)} = 2,62$, $p = 0,10$). Já os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variaram (Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 8,79$, $p = 0,03$), sendo observada razão isotópica significativamente superior em *S. frontalis* se comparado a *S. coeruleoalba* (*post hoc*: Teste de Dunn, $p = 0,03$) (Figura 13).

Figura 13 – *Boxplots* de $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ para cada espécie do gênero *Stenella*

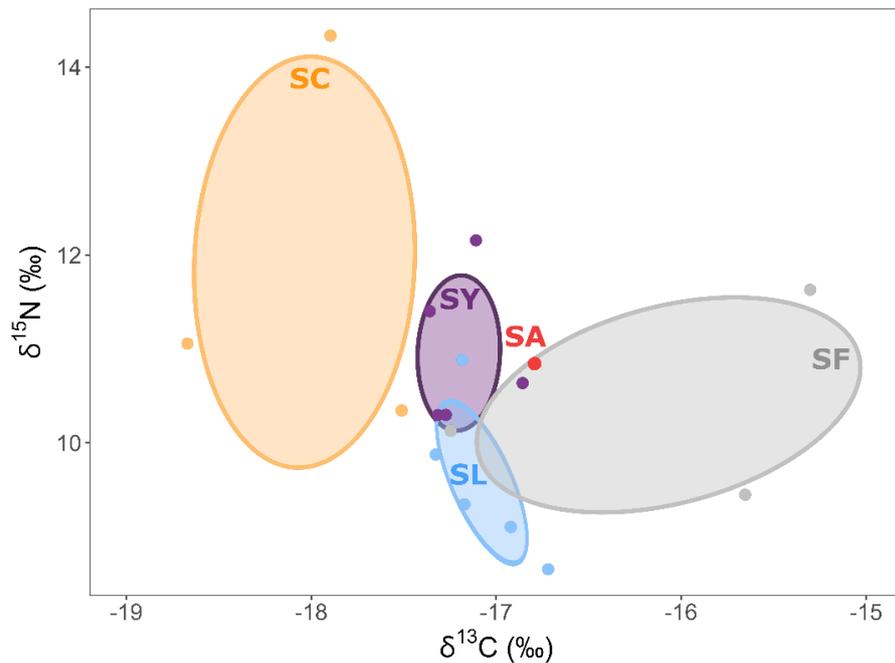


Nota: Dados brutos estão representados por pontos.

Fonte: A autora, 2023.

Os maiores nichos isotópicos e áreas totais foram os de *S. frontalis* ($\text{SEAc} = 6,7 \text{ ‰}^2$; $\text{TA} = 1,8$) e *S. coeruleoalba* ($5,7 \text{ ‰}^2$, $\text{TA} = 1,6$), que apresentaram os maiores CR e NR, respectivamente (Figura 14, Tabela 2). Em contraste, os valores observados em *S. clymene* e *S. longirostris* foram próximos e pequenos para todas as métricas, exceto NR, para o qual *S. longirostris* apresentou o mesmo valor que *S. frontalis* (2,2).

Figura 14 – Elipses isotópicas padrão de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ e pontos (apenas pontos para espécies com $n < 3$) do gênero *Stenella*.



Legenda: Dados brutos estão representados por pontos. SA – *S. attenuata*; SY – *S. clymene*; SC – *S. coeruleoalba*; SL – *S. longirostris*; SF – *S. frontalis*.

Fonte: A autora, 2023.

Os maiores percentuais de sobreposição ocorreram por *S. frontalis* sobre os nichos de *S. clymene* (47 %) e *S. longirostris*. (91 %) (Tabela 6). Houve uma sobreposição, por *S. clymene*, de apenas 2% sobre o nicho de *S. coeruleoalba*, que não teve outras sobreposições. Apesar de ter sobreposto os maiores percentuais de outras elipses, *S. frontalis* teve baixa sobreposição do seu nicho por *S. clymene* (5 %) e *S. longirostris* (9 %), uma vez que possui a maior SEAc e a segunda maior TA.

Tabela 6 – Sobreposição dos nichos isotópicos em proporção (%) de área 1 (primeira coluna) sobreposta pela área 2 (primeira linha) de *Stenella* spp.

A1\A2	SY	SC	SF	SL
SY	-	18	47	8
SC	2	-	0	0
SF	5	0	-	10
SL	8	0	91	-

Legenda: SA – *S. attenuata*; SY – *S. clymene*; SC – *S. coeruleoalba*; SL – *S. longirostris*; SF – *S. frontalis*.

Fonte: A autora, 2023.

4.2 *Sotalia guianensis*

Entre *S. guianensis* das diferentes localidades, não houve diferença significativa entre os valores de $\delta^{13}\text{C}$ (Kruskal-Wallis: $\chi^2 = 7,6272$; $p > 0,05$) e de $\delta^{15}\text{N}$ (ANOVA: $F_{(5,27)} = 1,4983$; $p = 0,2233$). As razões isotópicas encontradas para a espécie em cada localidade estão dispostas na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos para os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em músculo de *S. guianensis* por localidade da região nordeste do Brasil

Localidade	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)			$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	
	n	Média \pm DP	Min/máx	Média \pm DP	Min/máx
Paracuru	3	-14,9 \pm 0,6	-15,6 / -14,3	9,6 \pm 1,0	8,4 / 10,2
Fortaleza	9	-15,7 \pm 0,2	-15,9 / -15,4	11,8 \pm 1,0	9,8 / 13,4
Beberibe	7	-15,4 \pm 0,3	-15,7 / -15,0	10,4 \pm 2,4	7,3 / 13,7
Canoa Quebrada	3	-15,6 \pm 0,5	-16,1 / -15,3	12,3 \pm 0,5	11,7 / 12,7
Areia Branca	8	-15,6 \pm 0,4	-15,9 / -14,7	11,4 \pm 1,8	9,1 / 14,3
Porto do Mangue	3	-15,5 \pm 0,8	-15,9 / -14,6	11,3 \pm 0,9	10,2 / 12,0
Touros	1	-15,4	-	11,1	-

Legenda: ‰ – partes por mil; DP – desvio padrão; min – mínimo; máx - máximo.

Fonte: A autora, 2023.

Os nichos isotópicos apresentaram características particulares. Foi observado que, para algumas localidades, os nichos calculados (PM, FT e CQ) foram menores (SEAc entre 0,2 e 0,9 ‰²), enquanto, para outras (PA, BE e AB), foi mais amplo (SEAc entre 2,0 e 2,2 ‰²). Em PA, PM e AB foram observados os maiores CR, associados a baixos NR em PA e PM (Tabela 8). O maior NR foi calculado em BE, com valor próximo em AB.

Tabela 8 – Áreas de elipse padrão corrigida e métricas de Layman de *S. guianensis* por localidade da região nordeste do Brasil

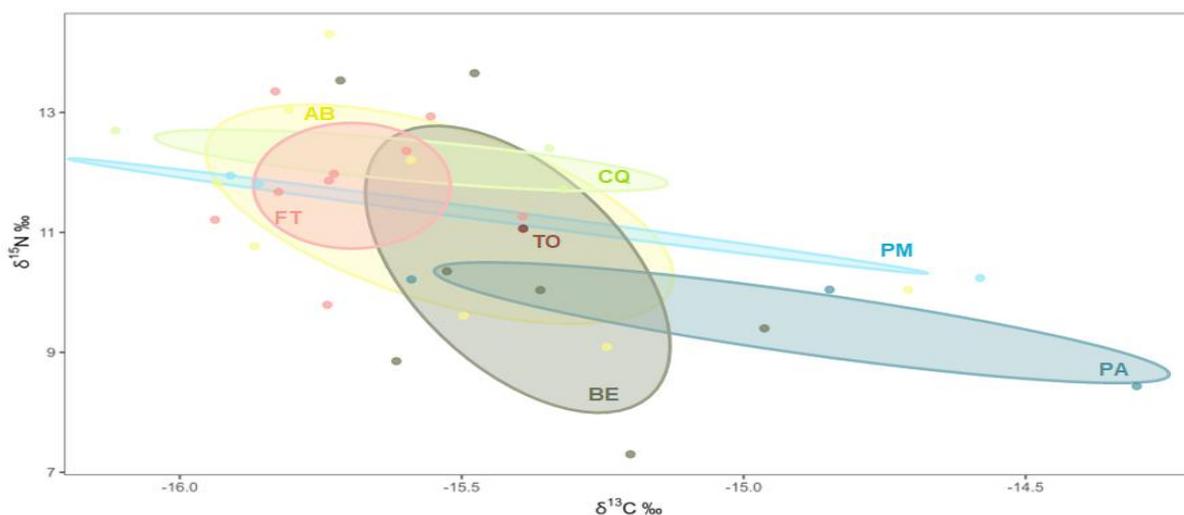
	PA	FT	BE	CQ	AB	PM
TA	0,5	1,2	2,7	0,3	3,1	0,1
SEAc	2,0	0,6	2,0	0,9	2,2	0,2
NR	1,8	3,6	6,4	1,0	5,2	1,7
CR	1,3	0,6	0,8	0,8	1,2	1,3
CD	0,9	0,8	1,8	0,5	1,5	0,9
MNND	1,1	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8
SDNND	0,5	0,4	0,5	0,1	0,3	1,1

Legenda: SEAc – Áreas de elipse padrão corrigida ($\%^2$); TA – áreas totais ($\%^2$); NR – intervalo de $\delta^{15}\text{N}$; CR – intervalo de $\delta^{13}\text{C}$; CD – distância euclidiana média do centroide; MNND – distância euclidiana média do centroide; SDNND – desvio padrão da distância euclidiana média do centroide; PA – Paracuru; FT – Fortaleza; BE – Beberibe; CQ – Canoa Quebrada; AB – Areia Branca; PM – Porto do Mangue.

Fonte: A autora, 2023.

Os nichos de localidades adjacentes apresentaram sobreposição entre 2 e 42 % (FT sobre PA e BE sobre FT, respectivamente) (Figura 15, Tabela 9). A maior sobreposição foi observada de AB sobre o nicho isotópico de FT (100 %), que ficam, em média, a 160 km de distância.

Figura 15 – Elipses isotópicas padrão de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ e pontos (quando $n < 3$) de *S. guianensis* por localidade da região nordeste do Brasil



Legenda: PA – Paracuru; FT – Fortaleza; BE – Beberibe; CQ – Canoa Quebrada; AB – Areia Branca; PM – Porto do Mangue; TO – Touros.

Fonte: A autora, 2023.

Tabela 9 – Sobreposição dos nichos isotópicos em proporção (%) de área 1 (primeira coluna) sobreposta pela área 2 (primeira linha) de *Sotalia guianensis* por localidade da região nordeste do Brasil

A1/A2	PA	FT	BE	CQ	AB	PM
PA	-	2	29	0	33	0
FT	6	-	42	43	100	7
BE	30	13	-	17	70	3
CQ	0	29	35	-	65	0
AB	30	28	62	27	-	4
PM	0	20	29		48	-

Legenda: PA – Paracuru; FT – Fortaleza; BE – Beberibe; CQ – Canoa Quebrada; AB – Areia Branca; PM – Porto do Mangue.

Fonte: A autora, 2023.

5. DISCUSSÃO

5.1 Uso de área no gradiente costa-oceano

A grande variação nas razões isotópicas de carbono e de nitrogênio observadas para *S. guianensis* demonstra diferenças intraespecíficas na sua ecologia alimentar. Embora apresente os valores mais enriquecidos em ^{13}C , associado ao seu hábito exclusivamente costeiro (FLORES; SILVA; FETTUCCIA, 2018), seu alto NR é indicativo de diversidade trófica e/ou variação no valor de base de $\delta^{15}\text{N}$, que indica variação no local de forrageio. Todavia, considerando que a espécie apresenta baixa mobilidade e alta fidelidade de sítio (AZEVEDO et al., 2004; ROSSI-SANTOS; WEDEKIN; MONTEIRO-FILHO, 2007; MEIRELLES; CAMPOS; FONTELES-FILHO, 2020) e que as carcaças analisadas foram recolhidas numa extensão de aproximadamente 600 km de linha de costa, é provável que se trate de diferentes populações ecológicas. Para comparação com os demais odontocetos serão considerados em conjunto, porém uma análise mais detalhada será realizada mais adiante.

Os valores encontrados dos isótopos estáveis de carbono mostram que *S. bredanensis* forrageia em área costeira no NOOAS, confirmando sugestão prévia de hábito costeiro no Ceará em virtude da interação com pesca e dos itens alimentares encontrados em dois espécimes (ALVES-JÚNIOR et al., 1996; GURJÃO et al., 2004). Embora a espécie utilize ambiente oceânico na maior parte de sua distribuição (JEFFERSON, 2018a), esse hábito costeiro é uma característica que já havia sido reportada para o sul e sudeste do Brasil (BISI et al., 2013; CARVALHO et al., 2020). O baixo valor da TA, SEAc e de todas as demais métricas indicam uma alimentação especializada do *S. bredanensis*. O baixo valor de CR aponta pouca diversidade nos recursos da base da teia e a similaridade da razão isotópica de carbono com a de *S. guianensis*, com as médias mais enriquecidas em ^{13}C , evidenciam que a espécie utiliza a plataforma interna na região e que o forrageio ocorre essencialmente nessa região mais próxima à costa. Em comparação às demais espécies que exploram a plataforma (*S. guianensis*, *S. frontalis*, *T. truncatus*), *S. bredanensis* apresentou valor elevado e similar à média de *S. guianensis* para $\delta^{15}\text{N}$, o que pode indicar um alto nível trófico e um valor mais elevado na assinatura de $\delta^{15}\text{N}$ pela importância de presas demersais em sua dieta (LODI; HETZEL, 1999; GURJÃO et al., 2004).

Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ para *T. truncatus* indicam nível trófico similar ao de *S. frontalis*, diferente do observado no sudeste do Brasil (BISI et al., 2013), em que *T. truncatus* apresentou nível trófico superior. Comumente associado a altos níveis tróficos (MÉNDEZ-FERNANDEZ et al., 2012; BISI et al., 2013; GIMÉNEZ et al., 2018), *T. truncatus* teve valores intermediários de $\delta^{15}\text{N}$ no presente estudo. Esses valores podem estar associados a uma diferença no valor de base de $\delta^{15}\text{N}$ ou à presença de uma estratégia alimentar distinta na região. A espécie é generalista e com dieta preferencialmente ictiófaga no Brasil, sendo esperados os altos valores observados para a maioria das métricas de nicho e o amplo nicho isotópico, evidenciando que sua dieta é diversificada no NOOAS. Todavia, a similaridade dos valores isotópicos de *T. truncatus* com os de *S. frontalis*, *G. macrorhynchus* e *P. crassidens* pode indicar compartilhamento de recursos entre as espécies, embora essa semelhança isotópica nem sempre decorra de itens alimentares em comum. Um maior consumo de cefalópodes por *T. truncatus* na região é uma estratégia que poderia explicar as razões isotópicas encontradas, uma vez que estas outras (*S. frontalis*, *G. macrorhynchus* e *P. crassidens*) os consomem em alguma medida (ANDRADE; PINEDO; BARRETO, 2001; JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e de CR são condizentes com a ampla utilização da plataforma continental, conforme avistagens reportadas e presas consumidas (GURJÃO et al., 2004; PARENTE, 2005).

Hábito costeiro tem sido reportado para *S. frontalis* no SOOA (MORENO et al., 2005; AMARAL et al., 2015; PEREIRA et al., 2022), e os altos valores de $\delta^{13}\text{C}$ encontrados em comparação às outras espécies indicam que há utilização de região costeira pela espécie. Entretanto, um dos espécimes amostrados estava empobrecido em ^{13}C , com razão isotópica similar às encontradas para *K. sima*, *S. attenuata*, *S. clymene*, *S. longirostris* e *P. electra*. Esse resultado indica o forrageio em águas oceânicas. Portanto, é possível que haja a utilização de regiões neríticas e oceânicas por uma mesma população ou que se trate de espécimes de populações distintas, sendo necessária uma avaliação com um maior número amostral para a melhor compreensão. A razão isotópica média de carbono encontrada para a espécie é similar àquelas reportadas para espécimes do Caribe e do sudeste do Brasil (BISI et al., 2013; MÉNDEZ-FERNANDEZ et al., 2020). O valor de $\delta^{15}\text{N}$ no NOOAS, todavia, foi inferior àqueles encontrados nas populações do Caribe (14,5 ‰) e do Rio de Janeiro (13,5 ‰). Essa variação pode corresponder principalmente a diferenças nas assinaturas de base de $\delta^{15}\text{N}$, porém é possível que se alimentem de presas de nível trófico inferior. Ademais, há diferenças também nas concentrações e nos perfis de contaminação por organoclorados: um indivíduo

amostrado no Ceará apresentou concentrações mais baixas desses compostos e um perfil com predominância de DDTs (diclorodifeniltricloroetano) em relação a PCBs (bifenilas policloradas), indicativo de mais impactos de fonte de agricultura, enquanto as outras populações do Caribe e do sudeste do Brasil apresentam predominância de PCBs, sofrendo mais impactos de origem industrial (SANTOS-NETO et al., 2014; MÉNDEZ-FERNANDEZ et al., 2018; OLIVEIRA-FERREIRA et al., 2022). Vale salientar que essa comparação é baseada em apenas um espécime do NOOAS que tinha um baixo conteúdo lipídico (3%), o que pode interferir no perfil de contaminação. Entretanto, os dados de contaminação por organoclorados e de isótopos estáveis do presente estudo evidenciam diferenças entre as populações de *S. frontalis* do Caribe, do NOOAS e do sudeste Brasil.

A SEAc de *S. bredanensis* foi 100 % sobreposta por *S. guianensis*, indicando que pode haver compartilhamento de recursos. Embora a sobreposição dos nichos não seja categórica, uma vez que dietas distintas podem ter valores isotópicos semelhantes, o uso de águas rasas por ambos (CARVALHO et al., 2020; MEIRELLES et al., 2022) e o conhecimento de preferências alimentares em comum (GURJÃO et al., 2004; FLORES; SILVA; FETTUCCIA, 2018), como peixes da família Sciaenidae, apontam para uma similaridade no nicho trófico. Da mesma forma, porém em menor proporção, houve a sobreposição de 81% do nicho isotópico de *S. bredanensis* com o de *S. frontalis* e de 15 % com o de *T. truncatus*. Os resultados indicam que as espécies mencionadas competem por recursos em alguma medida, entretanto, *T. truncatus* parece utilizar plataforma em toda a sua extensão, podendo chegar à sua quebra / talude para forrageio. Os altos valores para as métricas de Layman indicam uma alta diversidade trófica para a espécie, associada a uma variedade de recursos de base. Apenas o SDNND foi baixo, indicando que os valores isotópicos estão distribuídos de maneira relativamente uniforme no nicho de *T. truncatus*. A sobreposição de nicho para *T. truncatus* com outras espécies de odontocetos (e.g.: *S. frontalis*, *P. electra*, *G. melas*) é recorrente em outras localidades (YOUNG et al., 2017; GIMÉNEZ et al., 2018; TROINA et al., 2021) e é possível que sua dieta generalista seja uma estratégia para lidar com a competição: consumindo uma grande variedade de presas em ampla área de forrageio. O nicho isotópico de *S. frontalis*, todavia, embora seja o mais amplo e sobreponha em grande proporção àqueles da maior parte das espécies, é constituído por dois espécimes enriquecidos em ^{13}C (em média - 15,7 ‰) e outro mais empobrecido (- 17,4 ‰). A descontinuidade observada é decorrente de grandes diferenças nas estratégias alimentares e não indicam o uso da plataforma como um todo pela espécie na região. Dessa forma, as sobreposições observadas de *S. frontalis* devem

ser consideradas com cautela. O nicho isotópico de *S. guianensis*, por sua vez, apresentou altas sobreposições com *S. bredanensis* e *S. frontalis* e, em menor proporção, com *T. truncatus*. Considerando a baixa mobilidade e a fidelidade de sítio de *S. guianensis* (AZEVEDO et al., 2004; ROSSI-SANTOS; WEDEKIN; MONTEIRO-FILHO, 2007; MEIRELLES; CAMPOS; FONTELES-FILHO, 2020), as sobreposições ao nicho trófico da espécie devem ser observadas com atenção, uma vez que desequilíbrios ecológicos e/ou ambientais podem afetá-los em maior proporção. Todavia, as amostras de *S. guianensis* possivelmente compreendem diferentes populações ecológicas e serão tratadas com mais detalhe adiante.

A dieta e o uso de área de *G. macrohynchus* variam bastante conforme a região de ocorrência (OLSON, 2018). Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ enriquecidos em ^{13}C foram similares aos de *P. crassidens* e *T. truncatus*. Esses valores podem estar relacionados ao forrageio em regiões da plataforma continental, assim como podem estar associados aos mergulhos profundos da espécie, que se alimenta essencialmente de cefalópodes, uma vez que tem sido reportado o consumo de espécies neríticas e mesopelágicas (SEAGARS; HENDERSON, 1985; SINCLAIR, 1992). A baixa produtividade primária da plataforma continental do nordeste do Brasil constituiu teias tróficas com baixa biomassa, o que indica uma limitação na capacidade de suporte do ambiente (EKAU; KNOPPERS, 1999). Deve-se considerar que, no NOOAS, o zooplâncton associado ao talude apresenta razões isotópicas similares àqueles da plataforma continental (FIGUEIREDO et al., 2020). Dessa forma, é mais provável que *G. macrohynchus* forrageie na região do talude e, além disso, que presas associadas em geral a ambientes costeiros, tenham ocorrência na região do talude, considerando a estreita (40 km em média) e rasa (60 m na quebra) plataforma continental (VITAL et al., 2010; GOMES et al., 2014). Nesse sentido, dados de avistagem indicam a ocorrência da espécie na quebra da plataforma e em águas mais profundas no NOOAS (CABRAL; BARRETO, 2022). Ainda que semelhanças na dieta não tenham sido reportadas, sobreposição de nicho isotópico com *T. truncatus* foi anteriormente observada nas águas adjacentes à Mauritana, no noroeste africano (PINELA et al., 2010). Os autores sugerem que uma maior presença de cefalópodes na dieta de *T. truncatus* poderia explicar essa similaridade. No presente estudo, as razões isotópicas, apesar de similares, podem estar associadas a diferentes estratégias alimentares, uma vez que a plataforma continental e o talude apresentam valores de base similares para $\delta^{13}\text{C}$ na região.

Embora apenas dois espécimes tenham sido analisados, as razões isotópicas de *P. crassidens* evidenciam particularidades no NOOAS. A espécie geralmente está associada a

regiões oceânicas (BAIRD, 2018b) mas os valores de $\delta^{13}\text{C}$ são semelhantes aos de espécies que exploram a plataforma continental, como *T. truncatus* e *S. frontalis*, indicando o uso da plataforma externa, assim como valor similar ao de *G. macrorhynchus*, associada ao uso da interface entre os ambientes nerítico e mesopelágico. O uso da plataforma continental por *P. crassidens* em águas do sul e sudeste brasileiros tem sido reportado em função dos itens alimentares encontrados, dos isótopos estáveis e de perfil de contaminação (PINEDO; ROSAS, 1989; ANDRADE; PINEDO; BARRETO, 2001; BOTTA et al., 2012; LAILSON-BRITO et al., 2012; BISI et al., 2013). No NOOAS, considerando que a plataforma continental é estreita e que os seus valores de $\delta^{13}\text{C}$ para zooplâncton são similares aos do talude, é possível que a espécie esteja associada, como *G. macrorhynchus*, ao forrageio na quebra da plataforma e em águas mais profundas, especialmente no talude, tendo dieta composta por itens alimentares associados a ambos os ambientes (VITAL et al., 2010; GOMES et al., 2014; FIGUEIREDO et al., 2020). Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ encontrados para *P. crassidens* são mais baixos do que o esperado, considerando que a espécie ocupa altos níveis tróficos em geral (BISI et al., 2013; BAIRD, 2018b). Esse resultado pode indicar um valor empobrecido para $\delta^{15}\text{N}$ na base de sua teia alimentar ou uma diferente estratégia alimentar na região. As razões isotópicas foram similares às de *G. macrorhynchus* e *T. truncatus*. É possível que, no NOOAS, a teia alimentar à qual essas espécies estão associadas tenham um valor de base inferior para $\delta^{15}\text{N}$.

Ambas as espécies da família Kogiidae tiveram valores similares para as razões isotópicas de carbono e de nitrogênio, indicando que sua ecologia alimentar é semelhante no NOOAS. *Kogia breviceps* e *K. sima* apresentam uma dieta predominantemente teutófaga e, embora em algumas localidades haja evidências que sugerem diferenciação entre suas dietas (MCALPINE, 2018), conteúdo estomacal semelhante já foi reportado (SANTOS; HAIMOVICI, 2001; WANG et al., 2002; SPITZ et al., 2011), o que parece ser o caso no NOOAS considerando as razões isotópicas. Comparada aos demais odontocetos, os valores de $\delta^{15}\text{N}$ encontrados foram intermediários, condizente com a dieta teutófaga com predominância das famílias Histioteuthidae e Cranchiidae (SANTOS; HAIMOVICI, 2001; SPITZ et al., 2011) e similar ao encontrado em outras teias tróficas (CHOUVELON et al., 2012; AURIOLES-GAMBOA et al., 2013; LIU; CHOU; CHEN, 2015). Embora forrageio na plataforma continental tenha sido reportado (MCALPINE, 2018), os valores de $\delta^{13}\text{C}$ apontam para uma alimentação oceânica. Para *K. breviceps* não foi possível calcular as elipses padrão pelo baixo número amostral. Em relação ao nicho isotópico de *K. sima*, o baixo valor de CR

aponta baixa diversidade dos recursos de base, indicando que o forrageio não se estende para outras regiões, uso de área relativamente restrita em termos de características. A pequena área da elipse padrão (SEAc) e os baixos valores das métricas do nicho isotópico indicam uma dieta especializada no NOOAS.

Apenas um espécime de *F. attenuata* foi analisado, entretanto, considerando a escassez de informações sobre a espécie e a dificuldade em estudá-la, esse resultado traz esclarecimentos valiosos acerca de sua ecologia alimentar. Reconhecida como uma espécie oceânica, o uso do talude e o forrageio noturno têm sido reportados (BAIRD, 2018a; PULIS et al., 2018). O valor de $\delta^{13}\text{C}$ foi intermediário entre o de espécies que fazem uso da plataforma externa e de outras que parecem mais associadas ao ambiente oceânico, indicando o uso de ambos os ambientes. O primeiro estudo de ecologia alimentar da espécie no Brasil foi feito com a análise de conteúdo estomacal de espécime encontrado no litoral de São Paulo, que identificou cefalópodes oceânicos (e.g.: espécies da família Ommastrephidae) e a espécie costeira *Loligo plei* (ZARBINI; SANTOS, 1997). Os autores levantaram a possibilidade de uma predação oportunística, representando um consumo antes do encalhe e não a dieta habitual do animal, considerando que a espécie é comumente descrita como oceânica. Posteriormente, indivíduos foram observados em águas adjacentes ao Recife e na Bacia de Campos em regiões com profundidades de 955 m e 1500 m, respectivamente (SICILIANO; MORENO; DEMARI E SILVA, 2008). Já no litoral baiano, alguns espécimes foram observados em águas com profundidades de 97 m e 200 m (ROSSI-SANTOS et al., 2008). À luz dessas informações, nosso resultado indica que o forrageio próximo à quebra da plataforma não é pontual, uma vez que os isótopos trazem uma informação integrada no tempo, e parece ser um padrão para a espécie nas águas adjacentes à costa brasileira, como observado também no Golfo do México (PULIS et al., 2018). A razão isotópica de nitrogênio foi intermediária entre os odontocetos oceânicos, condizente com os itens alimentares até então identificados como parte de sua dieta (ZARBINI; SANTOS, 1997).

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ encontrados para *P. electra* indicam o forrageio na região oceânica, para além do talude. Ademais, a espécie apresentou baixo CR, o menor dentre as espécies analisadas, indicando uma baixa diversidade na base da teia trófica, o que sugere uma área de forrageio restrita. Em outras regiões, o uso de águas próximas à costa é observado quando águas profundas estão mais próximas (PERRYMAN; DANIL, 2018). Entretanto, mesmo com a estreita plataforma característica da área de estudo (VITAL et al., 2010; GOMES et al., 2014), a alimentação parece ocorrer essencialmente *offshore*. Esse resultado é condizente com

as espécies de cefalópodes oceânicos encontrados nos estômagos de espécimes encalhados no Ceará e na Bahia (GURJÃO et al., 2004; NOGUEIRA et al., 2022), excluindo uma contribuição nerítica na alimentação, como foi observada na Baía de Biscoia (SPITZ et al., 2011). O valor de NR aponta para pouca variação no nível trófico de suas presas. No NOOAS, a espécie apresenta um nível trófico intermediário dentre aquelas mesopelágicas, similar ao que ocorre no oceano Pacífico (KISZKA et al., 2010; YOUNG et al., 2017).

Apenas um espécime de *L. hosei* foi amostrado e, portanto, as informações associadas a ele são pontuais. O valor de $\delta^{13}\text{C}$ é compatível seus hábitos oceânicos descritos e baixos valores que têm sido observados para a espécie em outras localidades (KISZKA et al., 2011; BOTTA et al., 2012; BISI et al., 2013; LIU; CHOU; CHEN, 2015). Esse resultado contrasta com os conteúdos estomacais que foram reportados no sul e no sudeste do Brasil, compostos por espécies neríticas de peixes e lulas (SANTOS; HAIMOVICI, 2001; MORENO et al., 2003; MELO et al., 2010), indicando que há uma possível variação na dieta no sudoeste do Oceânico Atlântico Sul ou um viés na composição das presas associado à amostragem de espécimes encalhados. Dentre as espécies de hábito oceânico, *L. hosei* apresentou um alto valor para $\delta^{15}\text{N}$, ficando acima da média das outras espécies e com valor inferior apenas a um espécime de *S. coeruleoalba* e outro de *K. sima*, indicando que a espécie provavelmente ocupa um alto nível trófico no NOOAS.

Os valores isotópicos de *S. longirostris* indicam hábito oceânico, também observado em outras regiões (DAVIS et al., 1998; DOLAR et al., 2003). Estudos anteriores reportam associação da espécie à plataforma continental externa e ao talude no SOOA, em profundidade máxima de 2700 m (MORENO et al., 2005; AMARAL et al., 2015). Os resultados de $\delta^{13}\text{C}$ são compatíveis com o uso do águas oceânicas para forrageio no NOOAS. O baixo valor de CR indica, ainda, que não há muita diversidade nos recursos de base, o que sugere pouca variação nas características ambientais da área de forrageio. Não há trabalhos publicados sobre a dieta de *S. longirostris* na área estudada, embora haja estudo com a população do Arquipélago de Fernando de Noronha (SILVA et al., 2007). Todavia, é preciso considerar que o fluxo gênico é restrito entre os indivíduos dessas regiões (VOLPI, 2012) e, portanto, os hábitos alimentares podem ser diferentes. A dieta em algumas regiões foi reportada como composta por presas mesopelágicas de menos de 20 cm, como peixes, lulas e crustáceos (DOLAR et al., 2003; SILVA et al., 2007; JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2015). Trabalhos anteriores utilizando isótopos estáveis para investigar a ecologia alimentar da espécie reportaram razões isotópicas com depleção em ^{15}N comparados a espécies

simpátricas (KISZKA et al., 2010, 2011; BISI et al., 2013). Nesse sentido, os valores de $\delta^{15}\text{N}$ encontrados para *S. longirostris*, mais baixos do que aqueles das outras espécies de odontocetos, indicam que a dieta no NOOAS também é composta por pequenas presas mesopelágicas.

Os resultados encontrados para *S. clymene* trazem as primeiras informações sobre a sua ecologia trófica no NOOAS e uma das poucas que existem sobre a espécie, ainda pouco conhecida. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e CR, similares aos de *S. longirostris*, indicam, da mesma forma, o uso de região próxima ao talude para forrageio sem a extensão à plataforma ou a águas mais profundas com essa finalidade. Esse resultado condiz com o uso de águas oceânicas reportado para a espécie (DAVIS et al., 1998; WEIR et al., 2014; AMARAL et al., 2015). A partir dos resultados de $\delta^{15}\text{N}$, é possível inferir que, no NOOAS, sua dieta é composta por presas de nível trófico intermediário, podendo compreender espécies de mictofídeos e cefalópodes reportadas em outras localidades (PERRIN et al., 1981; SAKYI et al., 2019).

Um único espécime de *S. attenuata* foi analisado no presente estudo, sendo que os valores isotópicos obtidos indicam que a ecologia alimentar no NOOAS é similar à reportada em outras regiões: compostas por presas epi e mesopelágicas (ROBERTSON; CHIVERS, 1997; SCOTT; CHIVERS, 2009; WANG et al., 2012) com forrageio em águas oceânicas (DAVIS et al., 1998; MORENO et al., 2005), provavelmente próximo ao talude. Entretanto, a análise de um número maior de amostras possibilitará um melhor entendimento da ecologia alimentar da espécie na região.

Os resultados indicam que *S. coerulealba* tem uma dieta baseada em presas pelágicas de vários níveis tróficos, considerando principalmente os valores de NR e $\delta^{15}\text{N}$. Hábitos neríticos e oceânicos foram previamente reportados para a espécie (SPITZ et al., 2006; GIMÉNEZ et al., 2018), e um estudo anterior indicou que estaria associada a regiões próximas à quebra da plataforma no sudoeste do Oceano Atlântico (SOOA) (AMARAL et al., 2015). Portanto, era esperado que os valores para $\delta^{13}\text{C}$ fossem mais altos do que os encontrados. Eles foram os mais empobrecidos em ^{13}C dentre as espécies do gênero *Stenella*, indicando uma alta influência pelágica na dieta, associada ao forrageio em regiões oceânicas, como reportado em outros locais (GORDON et al., 2000; DI TULLIO et al., 2016). O modelo ecológico para o SOOA foi baseado em avistagens que ocorreram nas águas adjacentes ao sul do Brasil, ao Uruguai e ao norte da Argentina, sendo que as populações do norte e do sul do Brasil são geneticamente diferentes (AMARAL et al., 2015; FREIRE, 2017). Dessa forma, o

modelo provavelmente tem um viés das características ecológicas dos indivíduos do sul e não representa um padrão geral dos indivíduos do SOOA. A alta influência pelágica na dieta de *S. coeruleoalba* do NOOAS já havia sido considerada anteriormente uma vez que a fauna parasítica encontrada na espécie foi mais pobre se comparada àquela encontrada em *S. clymene* e *S. longirostris*, o que ocorre em ambientes pelágicos pela menor abundância de hospedeiros intermediários e menor taxa de transmissão. Não há estudo de conteúdo estomacal em indivíduos de *S. coeruleoalba* do NOOAS, sendo este o primeiro estudo na região a inferir seus hábitos alimentares, que parecem ser baseados exclusivamente em presas oceânicas, contrastando com a predação de espécies costeiras reportada em outras localidades (SPITZ et al., 2006; MELO et al., 2010) e, possivelmente, com menor presença de presas que realizam migração vertical, como alguns cefalópodes e mictofídeos.

O único espécime de *G. griseus* amostrado apresentou depleção em ^{13}C , se destacando da maioria dos odontocetos, e com valor de $\delta^{13}\text{C}$ similar apenas ao de *S. coeruleoalba*. A espécie é conhecida por seus hábitos oceânicos e, em algumas localidades está associada à região da plataforma externa e do talude (RICCIALDELLI et al., 2010; PRACA et al., 2011; BISI et al., 2013; SABATER, 2021). Esse não parece ser o caso para o indivíduo analisado, em que o valor de $\delta^{13}\text{C}$ indica utilizar águas mais profundas, para além do talude, similar ao observado na Nova Zelândia (PETERS et al., 2022). A dieta da espécie tem sido reportada como predominantemente teutófaga (COCKCROFT; HASCHICK; KLAGES, 1993; BLANCO; RADUÁN; RAGA, 2006; LUNA et al., 2022), porém não há estudo no NOOAS e as análises de conteúdo estomacal são referentes a populações que utilizam águas mais rasas.

Dentre as espécies com o hábito oceânico, *G. griseus* e *S. coeruleoalba* se destacaram por seus valores isotópicos empobrecidos em ^{13}C , indicando que sua alimentação é a que mais tem contribuição pelágica dentre as espécies simpátricas. O nicho isotópico de *S. coeruleoalba* só foi sobreposto em 2 % por *S. clymene*, sugerindo que a espécie apresenta uma estratégia alimentar diferente de todas as demais espécies. As maiores sobreposições observadas foram são relacionadas ao nicho de *S. frontalis* sobre os de *K. sima*, *P. electra*, *S. longirostris* e *G. macrorhynchus*. Entretanto, pelo fato de haver um indivíduo de *S. frontalis* com baixo valor para $\delta^{13}\text{C}$ é preciso investigar se a dimensão atribuída a essa estratégia alimentar para a espécie na região é adequada. A sobreposição de 85 % do nicho isotópico de *P. electra* com o de *K. sima*, é condizente com as espécies de presas em comum reportadas para esses odontocetos em diferentes regiões. Ambas as espécies se alimentam de cefalópodes das famílias Ommastrephidae, Enoploteuthidae, Cranchiidae, entre outras (SANTOS;

HAIMOVICI, 2001; WANG et al., 2002; GURJÃO et al., 2004; NOGUEIRA et al., 2022). Considerando que as espécies da família Kogiidae possuem dieta essencialmente teutófaga, o presente estudo indica uma grande contribuição de cefalópodes na dieta de *P. electra* no NOOAS. Ademais, a sobreposição de 55 % da SEAc de *P. electra* com o de *S. clymene* pode ocorrer também por predação de mesmas espécies de cefalópodes, porém pouco se sabe acerca da dieta desta última espécie (PERRIN et al., 1981; SAKYI et al., 2019). As espécies do gênero *Stenella* apresentaram, em geral, diferenças em suas estratégias alimentares, que serão abordadas em maior detalhe adiante.

Ao comparar as espécies associadas ao ambiente nerítico (*S. guianensis*, *S. bredanensis* e *T. truncatus*) com aquelas de ocorrência em região oceânica (*G. macrorhynchus*, *Kogia* spp., *Stenella* spp., *P. electra*), nota-se que o último grupo apresentou valores maiores para todas as métricas de Layman, exceto para SDNND. Essa métrica (0,4 para ambos os ambientes) indica que a homogeneidade na distribuição dos nichos isotópicos é similar entre eles. Os maiores valores para todas as demais métricas de comunidade na zona oceânica indicam que há uma maior diversidade na ecologia trófica das espécies associadas a ela (NR, CD e MNND), que fazem uso de uma maior diversidade de recursos de base (CR).

5.2 *Stenella* spp.

Os isótopos estáveis de carbono e de nitrogênio indicam hábito oceânico e distintos nichos tróficos para *S. coeruleoalba*, *S. clymene* e *S. longirostris*. Enquanto para *S. frontalis*, parece haver o uso da plataforma e da região do talude. A grande diferença nos valores isotópicos do espécime empobrecido em ^{13}C indica uma estratégia alimentar muito diferente em relação aos outros dois *S. frontalis*, levando ao alto valor de SEAc e de TA observado. Associadas a essas métricas, houve uma grande sobreposição dos nichos isotópicos de *S. frontalis* com outras espécies, especialmente com o nicho de *S. longirostris*, que tem 91 % de sua área sobreposta. Entretanto, é preciso considerar que a influência desse único indivíduo pode estar sendo superestimada e mais investigação é necessária a fim de compreender a ecologia trófica de *S. frontalis* e a importância dessa estratégia alimentar para a espécie na região do NOOAS. Por outro lado, as baixas sobreposições observadas em geral entre os nichos isotópicos das espécies de *Stenella* evidenciam que elas apresentam diferentes

estratégias alimentares, evitando competição. Há uma diferença na exploração dos recursos de base: *S. coeruleoalba*, *S. clymene* e *S. longirostris*, que apresentaram baixos CR, exploram uma menor diversidade comparados a *S. frontalis*, que apresentou um alto CR. Considerando os valores de $\delta^{13}\text{C}$, o nicho trófico de *S. coeruleoalba* se diferencia dos demais justamente por seus recursos de base. Ademais, NR indica *S. coeruleoalba* se alimenta de presas de maior diversidade trófica do que as outras espécies do gênero. Os nichos isotópicos (SEAc) de *S. clymene* e *S. longirostris* tiveram tamanhos menores e similares entre si, enquanto os de *S. frontalis* e *S. coeruleoalba* foram os maiores dentre todos os odontocetos analisados. No NOOAS, *S. coeruleoalba* apresentou nicho isotópico maior, inclusive em relação a populações do Mediterrâneo e da Nova Zelândia, que tiveram valores inferiores para NR e SEAc mas não para CR (GIMÉNEZ et al., 2017; PETERS et al., 2022). Nessas localidades, os nichos isotópicos de *S. coeruleoalba* tiveram alta sobreposição com o de espécies simpátricas de odontocetos, em contraste com o observado no presente estudo, no qual não houve sobreposição.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ mostram uma diferenciação entre *S. longirostris* e as demais espécies. Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ encontrados em *S. longirostris* diferenciaram seu nicho isotópico do de *S. clymene*, havendo uma sobreposição de apenas 4 %. Esse resultado indica o particionamento dos nichos tróficos entre as espécies. *Stenella clymene* parece se alimentar de presas de nível trófico inferior se comparado às demais espécies do gênero. Os perfis de contaminação por organoclorados de *S. longirostris*, *S. coeruleoalba* e *S. frontalis* do NOOAS apresentaram diferenças entre si, conforme estudo publicado anteriormente (SANTOS-NETO et al., 2014). Enquanto *S. coeruleoalba* e *S. frontalis* apresentaram um perfil com predominância de DDTs em relação a PCBs, indicando uma maior influência de impactos agrícolas, *S. longirostris*, ao contrário, apresentou um perfil com predominância de PCBs em relação a DDTs, indicando mais influência de impactos industriais (SANTOS-NETO et al., 2014). Considerando que a dieta influencia a bioacumulação de compostos organoclorados (AGUILAR, 1987; ROSS et al., 2000), essa diferença nos perfis de contaminação indica que a estratégia alimentar de *S. longirostris* se diferencia das demais, provavelmente selecionando diferentes presas e inserido em outra teia trófica.

Estudos anteriores apontaram que *S. attenuata*, *S. clymene* e *S. longirostris* têm preferência pelas mesmas características ambientais (MORENO et al., 2005; AMARAL et al., 2015) e o presente estudo confirma que essas espécies consomem os mesmos recursos de base. Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ indicam, entretanto, que *S. clymene* se alimenta de presas de maior

nível trófico do que *S. longirostris*, seja por se alimentarem de diferentes presas da mesma teia alimentar ou de presas da mesma espécie só que em classe de tamanho superior. As pequenas elipses padrão (SEAc) encontradas para ambas as espécies são características de especialistas (MACKENZIE et al., 2022; PETERS et al., 2022). No NOOAS, portanto, há uma partição de recursos entre *S. clymene* e *S. longirostris* como forma de evitar competição e esse resultado é diferente daquele recentemente reportado para o sul do Brasil, em que as espécies apresentaram nível trófico similar (TROINA et al., 2021). No entanto, o referido estudo contou apenas com um espécime de *S. clymene*, o que pode ter enviesado o resultado.

Os altos valores de CR e $\delta^{13}\text{C}$ para *S. frontalis* indicam uma variedade nos recursos de base, que poderia estar associada ao forrageio pela extensão da plataforma até o talude ou a variação individual observada no indivíduo empobrecido em ^{13}C . A grande SEAc e suas sobreposições são características de espécies generalistas. A sobreposição aos nichos de *S. clymene* e *S. longirostris* e a similaridade entre os valores isotópicos de *S. attenuata* e do *S. frontalis* com baixo valor de $\delta^{13}\text{C}$ indicam, todavia, que o compartilhamento de recursos pode ocorrer entre as espécies.

Trabalho anterior de Troina *et al.* (2021) reportou grande sobreposição entre os nichos de *S. longirostris* e *S. attenuata*, que se diferenciaram daquele de *S. frontalis*. Os resultados apresentados no presente trabalho indicam grandes diferenças entre as estratégias alimentares de *S. frontalis* e *S. longirostris*, porém alerta que, em alguma medida, pode haver partição de recursos entre as espécies. Os nichos isotópicos das diferentes espécies de *Stenella* apresentam características distintas entre si, indicando que a diversificação dos nichos tróficos é um dos fatores que permite a coexistência dessas espécies no NOOAS.

5.3 *Sotalia guianensis*

A espécie ocorre em todo o litoral da área de estudo (CE e RN), porém pouco se sabe acerca do seu uso de área e da sua ecologia trófica. Estudos na região mostram que a dieta segue a predominância de peixes teleósteos, observada em outras localidades, além de cefalópodes (PANSARD et al., 2011; CAMPOS, 2012). Embora sejam observadas diferentes estratégias alimentares, oportunista no CE e especialista no RN, em ambos os casos há alta diversidade nos itens alimentares e maior presença de presas demersais (PANSARD et al.,

2011; CAMPOS, 2012). A baixa produtividade primária existente na região leva a uma diversidade de organismos de baixa biomassa, o que pode levar a um aumento na área de forrageio da espécie (EKAU; KNOPPERS, 1999; MEIRELLES et al., 2022). Entretanto, há pouca informação sobre seu uso de habitat. Santos-Neto et al. (2014) identificou diferença nos perfis de contaminação por compostos organoclorados de indivíduos que fazem uso de águas adjacentes a Fortaleza e região metropolitana e aqueles do litoral mais ao norte do Ceará. Considerando que a principal via de assimilação desses contaminantes é a dieta (AGUILAR, 1987; ROSS et al., 2000), diferenças ambientais e na ecologia trófica dos *S. guianensis* possibilitam que haja esses diferentes perfis.

Nesse sentido, a fim de investigar diferenças na ecologia alimentar de *S. guianensis*, a espécie foi dividida de acordo com o local de recolhimento das carcaças. As localidades que apresentaram maior sobreposição entre si (> 50%) não são adjacentes, indicando que há uma maior diferenciação das estratégias alimentares. Os estudos de dieta na região relatam uma grande variação individual. PA apresentou a menor sobreposição dos nichos, configurando o único grupo que representa indivíduos coletados mais a norte de FT, que sobrepôs apenas 2% da SEAc de PA. Os valores de PA são mais enriquecidos em ^{13}C , indicando uma diferenciação nos recursos de base no local, que também apresenta média inferior para $\delta^{15}\text{N}$. Os indivíduos de BE também se destacam por apresentarem uma maior diversidade trófica comparada às demais populações.

Embora seja possível identificar algumas diferenças entre as localidades selecionadas, um estudo mais aprofundado unindo dados locais de conteúdo estomacal e área de ocorrência somados aos isótopos estáveis poderia auxiliar na compreensão do uso de área e da ecologia trófica de *S. guianensis* na região. Novos estudos na região são de suma importância para a manutenção da espécie no CE e no RN, uma vez que o hábito estritamente costeiro a torna mais exposta às inúmeras pressões antrópicas, tendo sido reportadas baixa abundância e baixa taxa de sobrevivência no CE (MEIRELLES et al., 2022).

CONCLUSÃO

O presente estudo, a partir dos isótopos estáveis, esclareceu aspectos da ecologia trófica e do uso de habitat de odontocetos do nordeste do Brasil até então desconhecidos. O grupo faz uso de zonas neríticas e oceânicas, com uma maior diversidade trófica associada aos ambientes oceânicos. Foram observadas diferentes proporções de segregação espacial e partição de recursos entre as espécies simpátricas. As maiores sobreposições de nicho isotópico foram observadas na zona nerítica, enquanto na zona oceânica houve maior nível de especialização, embora sobreposições também tenham ocorrido. O presente estudo trouxe informações inéditas sobre espécies pouco conhecidas, como *F. attenuata* e *Kogia* spp., e trouxe contribuição para a compreensão das diferentes estratégias alimentares que permitem a coexistência de diversas espécies de odontocetos no NOOAS.

RECOMENDAÇÕES

A fim de aprofundar o conhecimento sobre a ecologia trófica dos odontocetos do NOOAS, recomenda-se a continuação do estudo, incrementando o número amostral daquelas espécies para as quais não foi possível acessar o nicho isotópico. Ainda, é importante que seja realizada análise de conteúdo estomacal nas carcaças que vierem a encalhar na região, de modo a aumentar o detalhamento da dieta das espécies, que apresentam características particulares no NOOAS. A complementação das informações de uso de área com dados de avistagem também traria mais esclarecimentos sobre os locais de forrageio.

Em relação à ecologia alimentar de *S. guianensis*, seriam interessantes estudos regionais sobre a espécie relacionados à dieta e ao uso de área por meio de fotoidentificação, visto que a união de indivíduos de diversas áreas nos estudos pode mascarar as diferenças locais. Ademais, novas análises de isótopos estáveis em mais indivíduos do litoral do CE e do RN poderiam aumentar a resolução dos dados e trazer informações mais esclarecedoras sobre suas estratégias alimentares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo trouxe informações ecológicas a respeito de grande parte das espécies de odontocetos que utilizam o NOOAS e vêm a encalhe no litoral nordestino (COSTA et al., 2017; LIMA et al., 2021). Os resultados mostram que, em geral, as espécies que utilizam a plataforma continental apresentam maior grau de compartilhamento de recursos. Os dados aqui reportados sugerem uma estratégia generalista para *S. guianensis* e *T. truncatus*, o que pode atenuar a competição. Entretanto, como supramencionado, *S. guianensis* é uma espécie vulnerável (ICMBIO, 2018) e a existência de diferentes populações ecológicas na região costeira adjacente ao Ceará e ao Rio Grande do Norte deve ser investigada. Da mesma forma, é preciso aprofundar o estudo da ecologia alimentar de *S. frontalis* na região, a fim de compreender a sobreposição de nicho observada. Ademais, a baixa biomassa associada à plataforma continental na região (EKAU; KNOPPERS, 1999) também deve ser considerada como uma desvantagem para as populações na capacidade de desenvolvimento de estratégias alimentares para evitar uma eventual competição ou se adaptarem a possíveis mudanças nas teias tróficas. É preciso considerar, ainda, que o perfil costeiro e especialista apresentado por *S. bredanensis* torna a espécie mais suscetível à perda de nicho em casos críticos de competição, transformação do habitat ou ausência de presas preferenciais. Portanto, a identificação das teias tróficas associadas é essencial para compreender as espécies-chave nessa comunidade e fomentar de forma correta os projetos de manejo de pesca a fim de preservar a atividade sem prejuízo às populações de odontocetos locais, contribuindo para a conservação dessas espécies.

Quando comparadas às espécies neríticas, houve maior diversidade trófica entre as espécies de hábito oceânico, que apresentaram maior grau de especialização, com exceção de *S. coeruleoalba*. Em geral, houve baixa sobreposição entre os nichos, embora os valores de $\delta^{13}\text{C}$ indiquem recursos de base similares e pouco diversificados para a maior parte das espécies, compatível com o uso do talude para forrageio. A ressurgência associada ao talude provoca um aumento na produtividade, o que faz com que mais espécies estejam comumente associadas a esse ambiente (EKAU; KNOPPERS, 1999). Por fim, as informações ecológicas reportadas para espécies pouco conhecidas, como *F. attenuata*, *S. clymene* e *Kogia* spp., contribuem para o difícil avanço na compreensão da ecologia trófica dessas espécies com uma

menor influência dos eventos próximos ao encalhe, uma vez que os isótopos estáveis representam uma escala de meses quando analisadas as razões isotópicas em músculo.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, A. Using organochlorine pollutants to discriminate marine mammal populations: a review and critique of the methods. *Marine Mammal Science*, v. 3, n. July, p. 242–262, 1987.
- AGUILAR, A. Population biology, conservation threats and status of Mediterranean striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*). *Journal of Cetacean Research and Management*, v. 2, n. 1, p. 17–26, 2000.
- ALLPORT, G. A. et al. The first authenticated record of Pygmy Killer Whale (*Feresa attenuata* Gray 1874) in Mozambique; has it been previously overlooked? *Marine Biodiversity Records*, v. 10, n. 1, p. 1–8, 2017.
- ALONSO, M. K. et al. Stomach contents of false killer whales (*Pseudorca crassidens*) stranded on the coasts of the Strait of Magellan, Tierra del Fuego. *Marine Mammal Science*, v. 15, n. 3, p. 712–724, 1999.
- ALVES JÚNIOR, T. T. et al. Registros De Cetáceos Para O Litoral Do Estado Do Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 30, n. 1–2, p. 79–92, 1996.
- ALVES, F. et al. Population structure of short-finned pilot whales in the oceanic archipelago of Madeira based on photo-identification and genetic analyses: Implications for conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 23, n. 5, p. 758–776, 2013.
- AMANO, M. et al. Life history and group composition of melon-headed whales based on mass strandings in Japan. *Marine Mammal Science*, v. 30, n. 2, p. 480–493, 2014.
- AMARAL, A. R. et al. Species tree of a recent radiation: The subfamily Delphininae (Cetacea, Mammalia). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 64, n. 1, p. 243–253, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2012.04.004>>.
- AMARAL, K. B. do et al. Ecological niche modeling of *Stenella* dolphins (Cetartiodactyla: Delphinidae) in the southwestern Atlantic Ocean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 472, p. 166–179, nov. 2015. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022098115001975>>.
- ANDRADE, A. L.; PINEDO, M. C.; BARRETO, A. S. Gastrointestinal parasites and prey items from a mass stranding of false killer whales, *Pseudorca crassidens*, in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia*, v. 61, n. 1, p. 55–61, 2001.
- ARCHER, F. I.; ROBERTSON, K. M. AGE AND LENGTH AT WEANING AND DEVELOPMENT OF DIET OF PANTROPICAL SPOTTED DOLPHINS, *STENELLA ATTENUATA*, FROM THE EASTERN TROPICAL PACIFIC. *Marine Mammal Science*, v. 20, n. 2, p. 232–245, abr. 2004. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-7692.2004.tb01153.x>>.

- ARCHER II, F. I. Striped dolphin: *Stenella coeruleoalba*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018. p. 954–956.
- ATTADEMO, F. L. N. et al. Uso de cetáceos como isca no RN. In: VII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu. *Anais...* Caxambu: Livro de Resumos, 2005.
- AURIOLES-GAMBOA, D. et al. Habitat, trophic level, and residence of marine mammals in the Gulf of California assessed by stable isotope analysis. *Marine Ecology Progress Series*, v. 488, p. 275–290, 2013.
- AZEVEDO, A. F. et al. A note on site fidelity of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, southeastern Brazil. *Journal of Cetacean Research and Management*, v. 6, n. 3, p. 265–268, 2004.
- AZEVEDO, A. F. et al. Colour pattern and external morphology of the Fraser's dolphin (*Lagenodelphis hosei*) in the Southwestern Atlantic. *Aquatic Mammals*, v. 29, n. 3, p. 411–416, 2005.
- AZEVEDO, A. F. et al. The first confirmed decline of a delphinid population from Brazilian waters: 2000–2015 abundance of *Sotalia guianensis* in Guanabara Bay, South-eastern Brazil. *Ecological Indicators*, v. 79, p. 1–10, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.045>>.
- BACHMAN, M. J. et al. Persistent organic pollutant concentrations in blubber of 16 species of cetaceans stranded in the Pacific Islands from 1997 through 2011. *Science of the Total Environment*, v. 488–489, n. 1, p. 115–123, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.04.073>>.
- BAIRD, R. W. et al. Site fidelity and association patterns in a deep-water dolphin: Rough-toothed dolphins (*Steno bredanensis*) in the Hawaiian Archipelago. *Marine Mammal Science*, v. 24, n. 3, p. 535–553, 2008.
- BAIRD, R. W. Pygmy Killer Whale: *Feresa attenuata*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. [s.l: s.n.]p. 788–790.
- BAIRD, R. W. False killer whale: *Pseudorca crassidens*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018b. p. 347–348.
- BAIRD, R. W. *Pseudorca crassidens*. In: *The IUCN Red List of Threatened Species*. [s.l: s.n.]
- BARROS, N. B. et al. Stable isotopes differentiate bottlenose dolphins off west-central Florida. *Marine Mammal Science*, v. 26, n. 2, p. 324–336, 2010.
- 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, 2012.
- BEARHOP, S. et al. Determining trophic niche width: A novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology*, v. 73, n. 5, p. 1007–1012, 2004.

- BEARZI, G.; FORTUNA, C.; REEVES, R. *Tursiops truncatus* (Mediterranean assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species*, p. e.T22563A2782611, 2012.
- BENOIT-BIRD, K. J.; AU, W. W. L. Prey dynamics affect foraging by a pelagic predator (*Stenella longirostris*) over a range of spatial and temporal scales. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 53, n. 6, p. 364–373, 2003.
- BERTA, A.; SUMICH, J. L.; KOVACS, K. M. *Marine Mammals: Evolutionary Biology*. [s.l.] Elsevier, 2006.
- BISI, T. L. et al. Trophic relationships and mercury biomagnification in Brazilian tropical coastal food webs. *Ecological Indicators*, v. 18, p. 291–302, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.11.015>>.
- BISI, T. L. et al. Trophic Relationships and Habitat Preferences of Delphinids from the Southeastern Brazilian Coast Determined by Carbon and Nitrogen Stable Isotope Composition. *PLoS ONE*, v. 8, n. 12, p. 8–15, 16 dez. 2013. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0082205>>.
- BLANCO, C.; RADUÁN, M. Á.; RAGA, J. A. Diet of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) in the western Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, v. 70, n. 3, p. 407–411, 2006.
- BORRELL, A. et al. Niche partitioning amongst northwestern Mediterranean cetaceans using stable isotopes. *Progress in Oceanography*, v. 193, n. August 2020, 2021.
- BOTTA, S. et al. Isotopic variation in delphinids from the subtropical western South Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 92, n. 8, p. 1689–1698, 2012.
- BRAULIK, G.; JEFFERSON, T. A. *Stenella frontalis*. In: *The IUCN Red List of Threatened Species*. [s.l.: s.n.]
- BRAULIK, G.; REEVES, R. *Stenella longirostris*. In: *The IUCN Red List of Threatened Species*. [s.l.: s.n.]
- BUSTAMANTE, P. et al. Trace elements in two odontocete species (*Kogia breviceps* and *Globicephala macrorhynchus*) stranded in New Caledonia (South Pacific). *Environmental Pollution*, v. 124, n. 2, p. 263–271, 2003.
- CABRAL, A.; BARRETO, A. S. SIMMAM 3.0 - Updating the Toolbox for the Conservation of Marine Mammals. *bioRxiv*, v. 2022.03.14, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1101/2022.03.14.484333>>.
- CÁCERES-SAEZ, I. et al. High status of mercury and selenium in false killer whales (*Pseudorca crassidens*, Owen 1846) stranded on Southern South America: A possible toxicological concern? *Chemosphere*, v. 199, n. February, p. 637–646, 2018.
- CAMPOS, T. M. *ECOLOGIA ALIMENTAR DO BOTO-CINZA, Sotalia guianensis (CETACEA, DELPHINIDAE), NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL*. 2012. Universidade

Federal do Paraná, 2012.

CARVALHO, R. R. et al. Shallow-water habitat use and population parameters of rough-toothed dolphins, *Steno bredanensis* (G. Cuvier in Lesson, 1828) in southeastern Brazil. *Marine Mammal Science*, v. 37, n. 2, p. 717–732, 2020.

CHOUVELON, T. et al. Revisiting the use of $\delta^{15}\text{N}$ in meso-scale studies of marine food webs by considering spatio-temporal variations in stable isotopic signatures - The case of an open ecosystem: The Bay of Biscay (North-East Atlantic). *Progress in Oceanography*, v. 101, n. 1, p. 92–105, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2012.01.004>>.

COCKCROFT, V. G.; HASCHICK, S. L.; KLAGES, N. T. The diet of Risso's dolphin, *Grampus griseus* (Cuvier, 1812), from east coast of South Africa. *Z. Säugetierkunde*, v. 1, p. 286–293, 1993.

COLETTI, J. L. et al. Isotope-based inferences of skipjack tuna feeding ecology and movement in the southwestern Atlantic Ocean. *Marine Environmental Research*, v. 165, n. August 2020, p. 105246, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105246>>.

COSTA, A. F. et al. Resource partitioning among stranded aquatic mammals from Amazon and Northeastern coast of Brazil revealed through Carbon and Nitrogen Stable Isotopes. *Scientific Reports*, v. 10, n. 1, p. 1–13, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-020-69516-8>>.

COSTA, A. F. et al. Stranding survey as a framework to investigate rare cetacean records of the north and north-eastern Brazilian coasts. *ZooKeys*, v. 2017, n. 688, p. 111–134, 2017.

DA SILVA, V. M. F. et al. Report of the Working Group on Distribution, Habitat Characteristics and Preferences, and Group Size. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, v. 8, n. 1–2, p. 31–38, 2010.

DANILEWICZ, D. et al. Occurrence of the Atlantic spotted dolphin, *Stenella frontalis*, in southern Abrolhos Bank, Brazil. *Marine Biodiversity Records*, v. 6, p. 1–3, 13 jan. 2013. Disponível em: <http://www.journals.cambridge.org/abstract_S1755267212000929>.

DAS, K. et al. Marine mammals from the southern North Sea: feeding ecology data from $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ measurements. *Marine Ecology Progress Series*, v. 263, p. 287–298, 2003.

DAURA-JORGE, F. G. et al. The structure of a bottlenose dolphin society is coupled to a unique foraging cooperation with artisanal fishermen. *Biology Letters*, v. 8, n. 5, p. 702–705, 2012.

DAVIS, R. W. et al. Physical habitat of cetaceans along the continental slope in the northcentral and western Gulf of Mexico. *Marine Mammal Science*, v. 14, n. 3, p. 490–507, 1998.

DAVIS, R. W. et al. Cetacean habitat in the northern oceanic Gulf of Mexico. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, v. 49, n. 1, p. 121–142, 2002.

DENIRO, M. J. ; EPSTEIN, S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 42, p. 495–506, 1978.

DI BENEDITTO, A. P. M. et al. Trophic niche comparison between two predators in northern Rio de Janeiro State, Brazil: a stable isotopes approach. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 3, p. 29–33, 2013.

DI TULLIO, J. C. et al. Diversity and distribution patterns of cetaceans in the subtropical Southwestern Atlantic outer continental shelf and slope. *PLoS ONE*, v. 11, n. 5, p. 1–24, 2016.

DOLAR, M. L. L. et al. Comparative feeding ecology of spinner dolphins (*Stenella longirostris*) and Fraser's dolphins (*Lagenodelphis hosei*) in the Sulu Sea. *Marine Mammal Science*, v. 19, n. 1, p. 1–19, 2003.

DOLAR, M. L. L. Fraser's Dolphin: *Lagenodelphis hosei*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018. p. 392–395.

DOMBROSKY, J. A ~1000-year ^{13}C Suess correction model for the study of past ecosystems. *Holocene*, v. 30, n. 3, p. 474–478, 2020.

DURANTE, C. A. et al. POPs in the South Latin America: Bioaccumulation of DDT, PCB, HCB, HCH and Mirex in blubber of common dolphin (*Delphinus delphis*) and Fraser's dolphin (*Lagenodelphis hosei*) from Argentina. *Science of the Total Environment*, v. 572, p. 352–360, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.176>>.

DURANTE, C. A. et al. Trace elements in trophic webs from South Atlantic: The use of cetaceans as sentinels. *Marine Pollution Bulletin*, v. 150, n. October 2019, p. 110674, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110674>>.

EKAU, W.; KNOPPERS, B. An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. *Archive of Fishery and Marine Research*, v. 47, n. 2–3, p. 113–132, 1999.

ELORRIAGA-VERPLANCKEN, F. R. et al. First record of pygmy killer whales (*Feresa attenuata*) in the gulf of California, Mexico: Diet inferences and probable relation with warm conditions during 2014. *Aquatic Mammals*, v. 42, n. 1, p. 20–26, 2016.

EVACITAS, F. C. et al. Annual variability in dentin $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ reveal sex differences in weaning age and feeding habits in Risso's dolphins (*Grampus griseus*). *Marine Mammal Science*, v. 33, n. 3, p. 748–770, 2017.

FARIA, D. M. et al. Mitochondrial diversity and inter-specific phylogeny among dolphins of the genus *Stenella* in the Southwest Atlantic Ocean. *PLoS ONE*, v. 17, n. 7 July, p. 1–22, 2022.

FERREIRA, I. M. et al. False killer whales (*Pseudorca crassidens*) from Japan and South Africa: Differences in growth and reproduction. *Marine Mammal Science*, v. 30, n. 1, p. 64–84, 2014.

- FERTL, D. et al. Distribution of the Clymene dolphin *Stenella clymene*. *Mammal Review*, v. 33, n. 3–4, p. 253–271, 2003.
- FERTL, D.; SCHIRO, A. J.; PEAKE, D. Coordinated feeding by Atlantic spotted dolphins (*Stenella clymene*) in the Gulf of Mexico. *Aquatic Mammals*, v. 23, n. 2, p. 111–112, 1997.
- FIELDING, R.; EVANS, D. W. Mercury in Caribbean dolphins (*Stenella longirostris* and *Stenella frontalis*) caught for human consumption off St. Vincent, West Indies. *Marine Pollution Bulletin*, v. 89, n. 1–2, p. 30–34, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.10.040>>.
- FIGUEIREDO, G. G. A. A. de et al. Body size and stable isotope composition of zooplankton in the western tropical Atlantic. *Journal of Marine Systems*, v. 212, n. September, p. 103449, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2020.103449>>.
- FLAHERTY, E. A.; BEN-DAVID, M. Overlap and partitioning of the ecological and isotopic niches. *Oikos*, v. 119, n. 9, p. 1409–1416, 2010.
- FLORES, P. A. C.; BAZZALO, M. Home ranges and movement patterns of the marine tucuxi dolphin, *Sotalia fluviatilis*, in Baía Norte, southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, v. 3, n. 1, p. 37–52, 2004.
- FLORES, P. A. C.; DA SILVA, V. M. F. Tucuxi and Guiana Dolphin. *Encyclopedia of Marine Mammals*, p. 1188–1192, 2009.
- FLORES, P. A. C.; SILVA, V. M. F. da; FETTUCCIA, D. de C. Tucuxi and Guiana dolphins: *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. [s.l.: s.n.]p. 1024–1027.
- FOLTZ, K. M. et al. Cytochrome P4501A1 expression in blubber biopsies of endangered false killer whales (*Pseudorca crassidens*) and nine other odontocete species from Hawai‘i. *Ecotoxicology*, v. 23, n. 9, p. 1607–1618, 2014.
- FORDYCE, R. E.; MUIZON, C. de. Secondary Adaptation of Tetrapods to Life in Water. In: MAZIN, J.-M.; BUFFRÉNIL, V. DE (Ed.). [s.l.] Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2001. p. 169–233.
- FREIRE, M. C. C. *Estruturação genética de Stenella coeruleoalba (Meyen , 1833) no Oceano Atlântico*. 2017. Universidade Federal do Espírito Santo, 2017.
- FRY, B. *Stable Isotope Ecology*. New York: Springer, 2006.
- GANNIER, A.; WEST, K. L. Distribution of the rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) around the Windward Islands (French Polynesia). *Pacific Science*, v. 59, n. 1, p. 17–24, 2005.
- GATESY, J. et al. A phylogenetic blueprint for a modern whale. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 66, n. 2, p. 479–506, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2012.10.012>>.
- GAVRILCHUK, K. et al. Trophic niche partitioning among sympatric baleen whale species

following the collapse of groundfish stocks in the Northwest Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, v. 497, p. 285–301, 2014.

GERACI, J. R.; LOUNSBURY, V. J. *Marine Mammals Ashore: A Field Guide for Strandings*. [s.l.] Texas A&M University Sea Grant, 1993.

GIMÉNEZ, J. et al. Intra-and interspecific niche partitioning in striped and common dolphins inhabiting the southwestern Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, v. 567, p. 199–210, 2017.

GIMÉNEZ, J. et al. Living apart together: Niche partitioning among Alboran Sea cetaceans. *Ecological Indicators*, v. 95, n. July, p. 32–40, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.07.020>>.

GOMES, M. P. et al. The interplay between structural inheritance and morphology in the Equatorial Continental Shelf of Brazil. *Marine Geology*, v. 355, p. 150–161, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2014.06.002>>.

GONZÁLEZ, A. F. et al. Diets of marine mammals stranded on the northwestern Spanish Atlantic coast with special reference to Cephalopoda. *Fisheries Research*, v. 21, p. 179–191, 1994. Disponível em: <<http://annymojica.blogspot.com/2012/02/212-material-y-equipo-de-laboratorio.html>>.

GORDON, J. C. D. et al. Distribution and relative abundance of striped dolphins, and distribution of sperm whales in the Ligurian Sea cetacean sanctuary: results from a collaboration using acoustic monitoring techniques. *Journal of Cetacean Research and Management*, v. 2, n. 1, p. 27–36, 2000. Disponível em: <http://www.disciara.net/downloads/Gordon_etal_2000.pdf>.

GREEN, M. L.; HERZING, D. L.; BALDWIN, J. D. Molecular assessment of mating strategies in a population of Atlantic spotted dolphins. *PLoS ONE*, v. 10, n. 2, p. 1–17, 2015.

GRUBER, N. et al. Spatiotemporal patterns of carbon-13 in the global surface oceans and the oceanic Suess effect. *Global Biogeochemical Cycles*, v. 13, n. 2, p. 307–335, 1999.

GURJÃO, L. M. de et al. Análise de conteúdos estomacais de quatro golfinhos (Cetacea: Delphinidae) encalhados em praias no litoral do Estado do Ceará, Brasil. *Rev. biociênc.*, n. 10, p. 1–2, 2004.

GURJÃO, L. M. et al. Feeding habits of marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, at Ceará State, northeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, v. 2, n. 2, p. 117–122, 2003.

HARTMAN, K. L. et al. Estimating the age of Risso's dolphins (*Grampus griseus*) based on skin appearance. *Journal of Mammalogy*, v. 97, n. 2, p. 490–502, 2016.

HARTMAN, K. L. Risso's dolphin: *Grampus griseus*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018. p. 824–826.

HEIMLICH-BORAN, J. R.; HALL, C. *Social organisation of the short-finned pilot whale, Globicephala macrorhynchus, with special reference to the comparative social ecology of delphinids*. 1993. Doctor of 1993.

HERZING, D. L. The life history of free-ranging Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*): Age classes, color phases, and female reproduction. *Marine Mammal Science*, v. 13, n. 4, p. 576–595, 1997.

HERZING, D. L.; ELLISER, C. R. Nocturnal feeding of Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) in the Bahamas. *Marine Mammal Science*, v. 30, n. 1, p. 367–373, jan. 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mms.12016>>.

HILL, M. C. et al. Short-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) of the Mariana Archipelago: Individual affiliations, movements, and spatial use. *Marine Mammal Science*, v. 35, n. 3, p. 797–824, 2019.

HINTON, B. et al. Isotopic Niche Analysis of Long-Finned Pilot Whales (*Globicephala melas edwardii*) in Aotearoa New Zealand Waters. *Biology*, v. 11, n. 10, p. 1414, 2022.

HOBSON, K. A. Tracing origins and migration. *Oecologia*, v. 120, n. 3, p. 314–326, 1999. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s004420050865.pdf>>.

HOLDEN, N. E. Educational Outreach Efforts at the NNDC. *Nuclear Data Sheets*, v. 120, p. 169–170, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.nds.2014.07.037>>.

HOLDEN, N. E. et al. IUPAC Periodic Table of the Elements and Isotopes (IPTEI) for the Education Community (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, v. 90, n. 12, p. 1833–2092, 2018.

HUTCHINSON, G. E. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, v. 22, p. 415–427, 1957.

HUTCHINSON, G. E. *An introduction to population biology*. New Haven, CT: Yale University Press, 1978.

ICMBIO, I. C. M. de C. da B. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos* Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. [s.l.: s.n.].

ISOBE, T. et al. Organohalogen contaminants in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) from Japan: Present contamination status, body distribution and temporal trends (1978-2003). *Marine Pollution Bulletin*, v. 58, n. 3, p. 396–401, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.10.008>>.

JACKSON, A. L. et al. Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER - Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *Journal of Animal Ecology*, v. 80, n. 3, p. 595–602, 2011.

JEFFERSON, T. A. et al. Global distribution of Risso's dolphin *Grampus griseus*: a review and critical evaluation. *Mammal Review*, v. 44, n. 1, p. 56–68, jan. 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mam.12008>>.

JEFFERSON, T. A. Rough-toothed dolphin: *Steno bredanensis*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals* 2. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018a. p. 838–840.

JEFFERSON, T. A. Clymene dolphin: *Stenella clymene*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018b. p. 197–200.

JEFFERSON, T. A.; BRAULIK, G. *Stenella clymene*. In: *The IUCN Red List of Threatened Species*. [s.l: s.n.]

JEFFERSON, T. A.; CURRY, B. E. *Stenella clymene*. *Mammalian Species*, v. 726, n. 726, p. 1–5, 2003.

JEFFERSON, T. A.; LEDUC, R. G. Delphinids, overview. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018. p. 242–246.

JEFFERSON, T. A.; WEBBER, M. A.; PITMAN, R. L. *Marine Mammals of the World, A Comprehensive Guide to Their Identification*. 2. ed. London: Academic Press - Elsevier, 2015.

KAJIWARA, N. et al. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and organochlorines in melon-headed whales, *Peponocephala electra*, mass stranded along the Japanese coasts: Maternal transfer and temporal trend. *Environmental Pollution*, v. 156, n. 1, p. 106–114, 2008.

KISZKA, J. et al. The use of stable isotope analyses from skin biopsy samples to assess trophic relationships of sympatric delphinids off Moorea (French Polynesia). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 395, n. 1–2, p. 48–54, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2010.08.010>>.

KISZKA, J. et al. Ecological niche segregation within a community of sympatric dolphins around a tropical island. *Marine Ecology Progress Series*, v. 433, n. Pianka 1974, p. 273–288, 2011.

KISZKA, J.; BAIRD, R. W.; BRAULIK, G. *Steno bredanensis*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T20738A178929751.en>>.

KISZKA, J.; BRAULIK, G. *Grampus griseus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, v. 8235, p. e.T9461A50356660, 2018a.

KISZKA, J.; BRAULIK, G. *Lagenodelphis hosei*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, v. 8235, p. e.T11140A50360282, 2018b.

KISZKA, J.; BRAULIK, G. *Stenella attenuata*. In: *The IUCN Red List of Threatened Species*. [s.l: s.n.]

- KISZKA, J.; BRAULIK, G. *Kogia sima*. In: *The IUCN Red List of Threatened Species*. [s.l: s.n.]
- KISZKA, J.; BRAULIK, G. *Kogia breviceps*. In: *The IUCN Red List of Threatened Species*. [s.l: s.n.]
- KISZKA, J.; BROWNELL JR., R. L. *Peponocephala electra*. In: *The IUCN Red List of Threatened Species*. [s.l: s.n.]
- KNOPPERS, B.; EKAU, W.; FIGUEIREDO, A. G. The coast and shelf of east and northeast Brazil and material transport. *Geo-Marine Letters*, v. 19, n. 3, p. 171–178, 1999.
- LAILSON-BRITO, J. et al. Organochlorine compound accumulation in delphinids from Rio de Janeiro State, southeastern Brazilian coast. *Science of the Total Environment*, v. 433, p. 123–131, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.06.030>>.
- LANFREDI, C. et al. *Grampus griseus* (Mediterranean subpopulation). *The IUCN Red List of Threatened Species*, p. e.T16378423A210404051, 2022.
- LARESE, J. P.; CHIVERS, S. J. Growth and reproduction of female eastern and whitebelly spinner dolphins incidentally killed in the eastern tropical Pacific tuna purse-seine fishery. *Canadian Journal of Zoology*, v. 87, n. 6, p. 537–552, 2009.
- LAYMAN, C. A. et al. Can stable isotope ratios provide for community-wide measures of trophic structure? *Ecology*, v. 88, n. 1, p. 42–48, 2007.
- LIMA, S. A. et al. Diversidade e distribuição espacial de mamíferos marinhos no Rio Grande do Norte (Brasil). *Meio ambiente (Brasil)*, v. 3, n. 3, p. 46–57, 2021.
- LIU, J. Y.; CHOU, L. S.; CHEN, M. H. Investigation of trophic level and niche partitioning of 7 cetacean species by stable isotopes, and cadmium and arsenic tissue concentrations in the western Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, v. 93, n. 1–2, p. 270–277, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.01.012>>.
- LODI, L.; HETZEL, B. Rough-toothed dolphin, *Steno bredanensis*, feeding behaviors in Ilha Grande bay, Brazil. *Biociências*, v. 7, n. January 1999, p. 29–42, 1999.
- LODI, L.; SICILIANO, S.; CAPISTRANO, L. Mass stranding of *Peponocephala electra* (Cetacea, Globicephalinae) on Piracanga beach, Bahia, northeastern Brazil. *Scientific Reports Cetacean Research*, v. 1, n. 1, p. 79–84, 1990.
- LOPES, X. M. et al. Feeding habits of the Atlantic spotted dolphin, *Stenella frontalis*, in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 60, n. 2, p. 189–198, jun. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592012000200009&lng=en&tlng=en>.
- LUNA, A. et al. Cephalopods in the diet of Risso's dolphin (<scp> *Grampus griseus* </scp>) from the Mediterranean Sea: A review. *Marine Mammal Science*, v. 38, n. 2, p. 725–741, abr. 2022. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mms.12869>>.
- MACKENZIE, K. M. et al. Niches of marine mammals in the European Arctic. *Ecological*

Indicators, v. 136, 2022.

MCALPINE, D. F. Pygmy and Dwarf Sperm Whales. *Mar. Ecol. Prog. Ser. Mar. Biol. Annu. Rev. J. Evol. Biol. Lawrence . Mar. Mamm. Sci. Trites , A. W. Fish. Cent. Res. Rep*, v. 158, n. 71, p. 267–274, 1997.

MCALPINE, D. F. Pygmy and dwarf sperm whales: *Kogia breviceps* and *K. sima*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. [s.l: s.n.]p. 786–788.

MCCONNAUGHEY, T.; MCROY, C. P. Food-Web structure and the fractionation of Carbon isotopes in the bering sea. *Marine Biology*, v. 53, n. 3, p. 257–262, 1979.

MCGOWEN, M. R. et al. Phylogenomic Resolution of the Cetacean Tree of Life Using Target Sequence Capture. *Systematic Biology*, v. 69, n. 3, p. 479–501, 2020.

MCGOWEN, M. R.; SPAULDING, M.; GATESY, J. Divergence date estimation and a comprehensive molecular tree of extant cetaceans. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 53, n. 3, p. 891–906, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2009.08.018>>.

MCSWEENEY, D. J. et al. Site fidelity and association patterns of a rare species: Pygmy killer whales (*Feresa attenuata*) in the main Hawaiian Islands. *Marine Mammal Science*, v. 25, n. 3, p. 557–572, 2009.

MEDEIROS, P. I. A. P. de. *Encalhes de cetáceos ocorridos no período de 1984 a 2005 no litoral do Rio Grande do Norte, Brasil*. 2006. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

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. 5, p. 1083–1090, 2009.

MEIRELLES, A. C. O. et al. Abundance and effect of health status on apparent survival of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis*, in an open embayment in north-eastern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, n. March 2021, p. 1–19, 2022.

MEIRELLES, A. C. O. de; CAMPOS, A. A.; FONTELES-FILHO, A. A. Occurrence, group size and site fidelity of *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla, Delphinidae) in an artificially sheltered beach in northern Brazilian coast. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 15, n. 2, p. 112–120, 2020.

MELO, C. L. C. et al. Feeding habits of delphinids (Mammalia: Cetacea) from Rio de Janeiro State, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 90, n. 8, p. 1509–1515, 2010.

MÉNDEZ-FERNANDEZ, P. et al. Contamination status by persistent organic pollutants of the Atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*) at the metapopulation level. *Environmental Pollution*, v. 236, p. 785–794, maio 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749117312769>>.

- MÉNDEZ-FERNANDEZ, P. et al. Population structure of the Atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*) inferred through ecological markers. *Aquatic Ecology*, v. 54, n. 1, p. 21–34, 2020.
- MÉNDEZ-FERNANDEZ, P. et al. Foraging ecology of five toothed whale species in the Northwest Iberian Peninsula, inferred using carbon and nitrogen isotope ratios. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 413, p. 150–158, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2011.12.007>>.
- MILMANN, L. et al. Feeding ecology of the common bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in southern Brazil: Analyzing its prey and the potential overlap with fisheries. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 64, n. 4, p. 415–422, 2016.
- MINTON, G.; BRAULIK, G.; REEVES, R. *Globicephala macrorhynchus*. In: *The IUCN Red List of Threatened Species*. [s.l: s.n.]
- MINTZER, V. J. et al. Stomach contents of mass-stranded short-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) from North Carolina. *Marine Mammal Science*, v. 24, n. 2, p. 290–302, 2008.
- MIYAZAKI, N.; FUJISE, Y.; IWATA, K. Biological Analysis of a Mass Stranding of Melon-headed Whales (*Peponocephala electra*) at Aoshima, Japan. *Bull. Natn. Sci. Mus.*, v. 24, n. 1, p. 31–60, 1998.
- MONTEIRO-NETO, C. et al. Impact of 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.
- MONTEIRO-NETO, C.; ITAVO, R. V.; DE SOUZA MORAES, L. E. Concentrations of heavy metals in *Sotalia fluviatilis* (Cetacea: Delphinidae) off the coast of Ceará, northeast Brazil. *Environmental Pollution*, v. 123, n. 2, p. 319–324, 2003.
- MORENO, I. B. et al. Fraser's dolphin (*Lagenodelphis hosei* Fraser, 1956) in southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, v. 2, n. 1, p. 39–46, 2003.
- MORENO, I. B. et al. Distribution and habitat characteristics of dolphins of the genus *Stenella* (Cetacea: Delphinidae) in the southwest Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, v. 300, p. 229–240, 2005.
- MOURA, J. et al. Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) in central-northern coast of Rio de Janeiro State, Brazil: stranding patterns and insights into feeding habits. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, v. 11, n. 1–2, p. 191–198, 2017.
- NEWSOME, S. D. et al. A Niche for Isotope Ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 5, n. 8, p. 429–436, 2007.
- NEWSOME, S. D.; CLEMENTZ, M. T.; KOCH, P. L. Using stable isotope biogeochemistry to study marine mammal ecology. *Marine Mammal Science*, v. 26, n. 3, p. 509–572, 2010.

NOGUEIRA, T. S. et al. Conteúdo estomacal de um exemplar de *Peponocephala electra* (Gray, 1846) encalhado no sul da Bahia. (SOLAMAC - Sociedade Latina Americana de Especialistas em Mamíferos Aquáticos, Ed.) In: XIII Congresso Sociedade Latino America de Especialistas em Mamíferos Aquáticos - 19 Reunião de Trabalho, Praia do Forte/BA - Brazil. *Anais...* Praia do Forte/BA - Brazil: 2022.

OLIVEIRA-FERREIRA, N. de et al. Long-Term Consequences of High Polychlorinated Biphenyl Exposure: Projected Decline of Delphinid Populations in a Hotspot for Chemical Pollution. *Environmental Science & Technology*, v. 55, n. 22, p. 15149–15161, 16 nov. 2021. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.1c03837>>.

OLIVEIRA-FERREIRA, N. de et al. Organochlorine bioaccumulation in Atlantic spotted dolphins from a coastal bay in southeastern Brazil. In: XIII Congresso Sociedade Latino America de Especialistas em Mamíferos Aquáticos - 19 Reunião de Trabalho, Praia do Forte/BA. *Anais...* Praia do Forte/BA: 2022.

OLSON, P. Pilot Whales: *Globicephala melas* and *G. macrorhynchus*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018. p. 701–704.

PANSARD, K. C. A. et al. Feeding ecology of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Rio Grande do Norte, Brazil. *Marine Mammal Science*, v. 27, n. 4, p. 673–687, 2011.

PARENTE, C. L. *MONITORAMENTO DE MAMÍFEROS MARINHOS DURANTE ESTUDOS SÍSMICOS NO NORDESTE DO BRASIL*. 2005. 2005.

PEARMAN, P. B. et al. Niche dynamics in space and time. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 23, n. 3, p. 149–158, 2008.

PEREIRA, K. S. et al. Large groups of Atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*) in a coastal bay from southeastern Brazil. *Marine Mammal Science*, n. September 2021, p. 1–11, 2022.

PERRIN, W. F. et al. *Stenella clymene*, a Rediscovered Tropical Dolphin of the Atlantic. *Journal of Mammalogy*, v. 62, n. 3, p. 583–598, 1981.

PERRIN, W. F. Pantropical Spotted Dolphin: *Stenella attenuata*. In: WÜRSIG, B.;

THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018a. p. 676–678.

PERRIN, W. F. Spinner dolphin: *Stenella longirostris*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018b. p. 925–928.

PERRIN, W. F.; ROSEL, P. E.; CIPRIANO, F. How to contend with paraphyly in the taxonomy of the delphinine cetaceans? *Marine Mammal Science*, v. 29, n. 4, p. 567–588, 2013.

PERRYMAN, W. L.; DANIL, K. Melon-headed whale: *Peponocephala electra*. In:

WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018. p. 593–595.

PETERS, K. J. et al. Too Close for Comfort? Isotopic Niche Segregation in New Zealand's Odontocetes. *Biology*, v. 11, n. 8, 2022.

PETERSON, B. J.; FRY, B. Stable Isotopes in Ecosystem Studies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 18, n. 1, p. 293–320, nov. 1987. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.es.18.110187.001453>>.

PINEDO, M. C.; ROSAS, F. C. W. Novas ocorrências de *Pseudorca crassidens* (Cetacea, Delphinidae) para o Atlântico Sul Ocidental, com observações sobre medidas cranianas e alimentação. *Atlântica*, v. 11, p. 77–83, 1989.

PINELA, A. M. et al. Stable isotope analysis reveals habitat partitioning among marine mammals off the NW African coast and unique trophic niches for two globally threatened species. *Marine Ecology Progress Series*, v. 416, p. 295–306, 2010.

POST, D. M. Using Stable Isotopes to Estimate Trophic Position : Models, Methods, and Assumptions. *Ecological Society of America*, v. 83, n. 3, p. 703–718, 2002.

POST, D. M. et al. Getting to the fat of the matter: Models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses. *Oecologia*, v. 152, n. 1, p. 179–189, 2007.

PRACA, E. et al. Toothed whales in the northwestern Mediterranean: Insight into their feeding ecology using chemical tracers. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 5, p. 1058–1065, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.02.024>>.

PROTHERO, D. R. et al. On the Unnecessary and Misleading Taxon “Cetartiodactyla”. *Journal of Mammalian Evolution*, v. 29, n. 1, p. 93–97, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10914-021-09572-7>>.

PULIS, E. E. et al. Movements and dive patterns of pygmy killer whales (*Feresa attenuata*) released in the Gulf of Mexico following rehabilitation. *Aquatic Mammals*, v. 44, n. 5, p. 555–567, 2018.

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria, 2020. . Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>.

RAMOS, R. M. A.; DI BENEDETTO, A. P. M.; LIMA, N. R. W. Growth parameters of *Pontoporia blainvillei* and *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) in northern Rio de Janeiro, Brazil. *Aquatic Mammals*, p. 65–75, 2000.

RICCIALDELLI, L. et al. Isotopic assessment of prey and habitat preferences of a cetacean community in the southwestern South Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, v. 418, p. 235–248, 2010.

RICCIALDELLI, L.; GOODALL, N. Intra-specific trophic variation in false killer whales (*Pseudorca crassidens*) from the southwestern South Atlantic Ocean through stable isotopes analysis. *Mammalian Biology*, v. 80, n. 4, p. 298–302, 2015. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2015.01.003>>.

RINGELSTEIN, J. et al. Food and feeding ecology of the striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the oceanic waters of the north-east Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 86, n. 4, p. 909–918, 15 ago. 2006.

Disponível em:

<https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0025315406013865/type/journal_article>. Acesso em: 20 nov. 2022.

RITTER, F. Behavioural observations of rough-toothed dolphins (*Steno bredanensis*) off La Gomera, Canary Islands (1995-2000), with special reference to their interactions with humans. *Aquatic Mammals*, v. 28, n. 1, p. 46–59, 2002.

ROBERTSON, K. M.; CHIVERS, S. J. Prey occurrence in pantropical spotted dolphins, *Stenella attenuata*, from the eastern tropical Pacific. *Fishery Bulletin*, v. 95, n. 2, p. 334–348, 1997.

RODRIGUES, R. R.; ROTHSTEIN, L. M.; WIMBUSH, M. Seasonal variability of the South Equatorial Current bifurcation in the Atlantic Ocean: A numerical study. *Journal of Physical Oceanography*, v. 37, n. 1, p. 16–30, 2007.

ROSAS, F. C. W.; BARRETO, A. S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. D. A. Age and growth of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) (Cetacea, Delphinidae) on the Paraná coast, southern Brazil. *Fishery Bulletin*, v. 101, n. 2, p. 377–383, 2003.

ROSS, P. S. et al. High PCB concentrations in free-ranging Pacific killer whales, *Orcinus orca*: Effects of age, sex and dietary preference. *Marine Pollution Bulletin*, v. 40, n. 6, p. 504–515, 2000.

ROSSI-SANTOS, M. et al. First sightings of the pygmy killer whale, *Feresa attenuata*, for the Brazilian coast. *Marine Biodiversity Records*, v. 1, p. 1–3, 2008.

ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. L.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 87, n. 1, p. 207–212, 2007.

ROSSMAN, S. et al. Individual specialization in the foraging habits of female bottlenose dolphins living in a trophically diverse and habitat rich estuary. *Oecologia*, v. 178, n. 2, p. 415–425, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00442-015-3241-6>>.

SABATER, E. *Spacial Ecology and Stable Isotope Composition of Cetaceans in the Bohol Sea*. 2021. Florida Institute of Technology, 2021.

SAKYI, R. L. 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, p. 1–7, 2019.

SANTOS-JR, É. et al. Comportamento do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) na presença de barcos de turismo na Praia de Pipa, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, n. 3, p. 661–666, 2006.

- SANTOS-NETO, E. B. et al. Organochlorine concentrations (PCBs, DDTs, HCHs, HCB and MIREX) in delphinids stranded at the northeastern Brazil. *Science of the Total Environment*, v. 472, p. 194–203, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.117>>.
- SANTOS-NETO, E. B. *Influência de parâmetros de história natural (sexo, idade e maturidade sexual) nos padrões de acumulação de compostos organobromados do boto-cinza (Sotalia guianensis) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil*. 2017. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2017.
- SANTOS, R. A. dos; HAIMOVICI, M. Cephalopods in the diet of marine mammals stranded or incidentally caught along southeastern and southern Brazil (21–34°S). *Fisheries Research*, v. 52, n. 1–2, p. 99–112, 2001.
- SANTOS, M. C. de O.; ACUÑA, L. B.; ROSSO, S. Insights on site fidelity and calving intervals of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 81, n. 6, p. 1049–1052, 2001.
- SCHLUTER, D. Ecological Causes of Adaptive Radiation. *The American Naturalist*, v. 148, p. S40–S64, 1996.
- SCOTT, M. D.; CHIVERS, S. J. Movements and diving behavior of pelagic spotted dolphins. *Marine Mammal Science*, v. 25, n. 1, p. 137–160, 2009.
- SEAGARS, D. J.; HENDERSON, J. R. Cephalopod Remains from the Stomach of a Short-Finned Pilot Whale Collected near Santa Catalina Island, California. *Journal of Mammalogy*, v. 66, n. 4, p. 777–779, 1985. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1380806>>.
- SHANE, S. H. Relationship between pilot whales and Risso's dolphins at Santa Catalina Island, California, USA. *Marine Ecology Progress Series*, v. 123, p. 5–11, 1995.
- SHANE, S. H.; MCSWEENEY, D. *Using photo-identification to study pilot whale social organization Report - International Whaling Commission, Special Issue*, 1990. .
- SICILIANO, S. et al. Age and growth of some delphinids in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 87, n. 1, p. 293–303, 2007.
- SICILIANO, S.; MORENO, I. B.; DEMARI E SILVA, É. Early sightings of the pygmy killer whale (*Feresa attenuata*) off the Brazilian coast: a correction to Rossi-Santos et al. (2006). *Marine Biodiversity Records*, v. 1, n. May 2001, p. 2001–2003, 2008.
- SILVA-JR, J. M.; SILVA, F. J. L.; SAZIMA, I. Rest, nurture, sex, release, and play: diurnal underwater behaviour of the spinner dolphin at Fernando de Noronha Archipelago, SW Atlantic. *aqua, Journal of Ichthyology and Aquatic Biology*, v. 9, n. 4, p. 161–176, 2005.
- SILVA, 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, 2007.
- SINCLAIR, E. H. Stomach Contents of Four Short-Finned Pilot Whales (*Globicephala macrorhynchus*) From the Southern California Bight. *Marine Mammal Science*, v. 8, n. 1, p.

76–81, 1992.

SONNERUP, R. E. et al. Reconstructing the oceanic ^{13}C Suess effect. *Global Biogeochemical Cycles*, v. 13, n. 4, p. 857–872, 1999.

SPITZ, J. et al. Dietary plasticity of the oceanic striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the neritic waters of the Bay of Biscay. *Journal of Sea Research*, v. 55, n. 4, p. 309–320, 2006.

SPITZ, J. et al. Prey preferences among the community of deep-diving odontocetes from the Bay of Biscay, Northeast Atlantic. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, v. 58, n. 3, p. 273–282, 2011.

SPITZ, J. et al. Cost of Living Dictates what Whales, Dolphins and Porpoises Eat: The Importance of Prey Quality on Predator Foraging Strategies. *PLoS ONE*, v. 7, n. 11, 2012.

SPONHEIMER, M. et al. Turnover of stable carbon isotopes in the muscle, liver, and breath CO_2 of alpacas (*Lama pacos*). *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, v. 20, n. 9, p. 1395–1399, 2006.

SWANSON, H. K. et al. A new probabilistic method for quantifying n -dimensional ecological niches and niche overlap. *Ecology*, v. 96, n. 2, p. 318–324, fev. 2015. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1890/14-0235.1>>.

TANABE, S. et al. Organochlorine residues in short-finned pilot whale possible use as tracers of biological parameters. *Marine Pollution Bulletin*, v. 18, n. 10, p. 561–563, 1987.

TEIXEIRA, C. R. et al. Niche overlap and diet composition of three sympatric coastal dolphin species in the southwest Atlantic Ocean. *Marine Mammal Science*, v. 37, n. 1, p. 111–126, 16 jan. 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mms.12726>>.

THE SOCIETY FOR MARINE MAMMALOGY. *List of Marine Mammal species and subspecies*. 2022. Disponível em: <https://marinemammalscience.org/science-and-publications/list-marine-mammal-species-subspecies/>. Acesso em: 02/09/2022.

TIESZEN, L. L. et al. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: Implications for $\delta^{13}\text{C}$ analysis of diet. *Oecologia*, v. 57, n. 1–2, p. 32–37, 1983.

TOLEDO, G. A. D. C. et al. Stranding of a Risso's dolphin (Cetacea, Delphinidae) on the north-eastern coast of Brazil, with comments on its distribution and threats in the Western South Atlantic. *Marine Biodiversity Records*, v. 8, n. 1961, p. 1–7, 2015.

TOSI, C. H.; MAGALHÃES, F. A.; GARRI, R. G. Meat consumption of a Fraser's dolphin (*Lagenodelphis hosei*) stranded alive on the northern Brazilian coast. *Marine Biodiversity Records*, v. 2, p. 1–2, 2009.

TROINA, G. C. et al. Combining isotopic analysis of bulk-skin and individual amino acids to investigate the trophic position and foraging areas of multiple cetacean species in the western South Atlantic. *Environmental Research*, v. 201, n. July, p. 111610, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111610>>.

- VIDAL, L. G. et al. Pyrethroid insecticides along the Southwestern Atlantic coast: Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) as a bioindicator. *Science of the Total Environment*, v. 728, n. April, 2020.
- VITAL, H. et al. Characterization of the Brazilian continental shelf adjacent to Rio Grande do Norte State, Ne Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 58, n. SPEC. ISSUE 1, p. 43–54, 2010.
- VOLPI, T. de A. *Filogeografia de golfinhos rotadores (Stenella longirostris Gray, 1828) no litoral brasileiro a partir de marcadores mitocondriais*. 2012. Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.
- WANG, M.-C. et al. Comparative analysis of the diets of pygmy sperm whales and dwarf sperm whales in Taiwanese waters. *Acta Zoologica Taiwanica*, v. 13, n. 2, p. 53–62, 2002.
- WANG, M. C. et al. Food partitioning among three sympatric odontocetes (*Grampus griseus*, *Lagenodelphis hosei*, and *Stenella attenuata*). *Marine Mammal Science*, v. 28, n. 2, p. 143–157, 2012.
- WANG, Z. T. et al. Auditory evoked potential in stranded melon-headed whales (*Peponocephala electra*): With severe hearing loss and possibly caused by anthropogenic noise pollution. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 228, p. 113047, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.113047>>.
- WEIR, C. R. et al. Clymene dolphins (*Stenella clymene*) in the eastern tropical Atlantic: Distribution, group size, and pigmentation pattern. *Journal of Mammalogy*, v. 95, n. 6, p. 1289–1298, 2014.
- WELLS, R. S.; NATOLI, A.; BRAULIK, G. *Tursiops truncatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, p. e.T22563A156932432, 2018. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T22563A156932432.en>>.
- WELLS, R. S.; SCOTT, M. D. Bottlenose dolphin: *Tursiops truncatus*. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (Ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018. p. 118–123.
- WEST, K.; WALKER, W. A.; BAIRD, R. W. *The Diet Composition of Beaked Whales and Melon-Headed Whales from the North Pacific* Hawaii Pacific University. [s.l: s.n.].
- WIENS, J. J. et al. Niche conservatism as an emerging principle in ecology and conservation biology. *Ecology Letters*, v. 13, n. 10, p. 1310–1324, 2010.
- WOODWORTH, P. A. et al. Eddies as offshore foraging grounds for melon-headed whales (*Peponocephala electra*). *Marine Mammal Science*, v. 28, n. 3, p. 638–647, 2012.
- WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (ed.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd. ed. San Diego: Academic Press, 2018.
- WURTZ, M.; MARRALE, D. Food of striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the Ligurian Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 73, n. 3, p. 571–

578, 1993.

YOUNG, H. et al. Limited trophic partitioning among sympatric delphinids off a tropical oceanic atoll. *PLoS ONE*, v. 12, n. 8, p. 1–16, 2017.

ZERBINI, A. N.; SANTOS, M. C. D. O. First record of the pygmy killer whale *Feresa attenuata* (Gray, 1874) for the Brazilian coast. *Aquatic Mammals*, v. 23.2, p. 105–109, 1997.