



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

AMANDA LAUREN RODRIGUES DE MEDEIROS

**IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES DE MISTICETOS POR MEIO DA MORFOLOGIA
VERTEBRAL**

JOÃO PESSOA

2024

AMANDA LAUREN RODRIGUES DE MEDEIROS

**IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES DE MISTICETOS POR MEIO DA MORFOLOGIA
VERTEBRAL**

Trabalho de Conclusão de Curso ao Programa de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Cordeiro Estrela de Andrade Pinto.

JOÃO PESSOA

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M488i Medeiros, Amanda Lauren Rodrigues de.

Identificação de espécies de mysticetos por meio da morfologia vertebral / Amanda Lauren Rodrigues de Medeiros. - João Pessoa, 2024.

46 p. : il.

Orientação: Pedro Cordeiro Estrela de Andrade Pinto.
TCC (Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas) - UFPB/CCEN.

1. Anatomia de material osteológico de cetáceos. 2. Mysticetos. 3. Esqueleto axial. 4. Cetacea. 5. Coleções biológicas. I. Pinto, Pedro Cordeiro Estrela de Andrade. II. Título.

UFPB/CCEN

CDU 57(043.2)

AMANDA LAUREN RODRIGUES DE MEDEIROS

IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES DE MISTICETOS POR MEIO DA MORFOLOGIA VERTEBRAL

Trabalho de Conclusão de Curso ao Programa de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

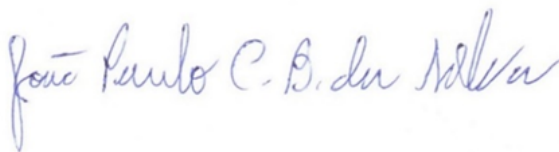
Aprovado em: 25/10/2024.

BANCA EXAMINADORA



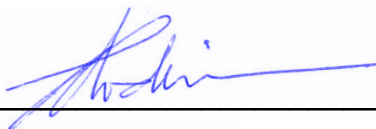
Prof. Dr. Pedro Cordeiro Estrela de Andrade Pinto (Orientador)

Departamento de Sistemática e Ecologia, CCEN, Universidade Federal da Paraíba



Prof. Dr. João Paulo Capretz Batista da Silva

Departamento de Sistemática e Ecologia, CCEN, Universidade Federal da Paraíba



Prof. Dr. Tarcísio Alves Cordeiro

Departamento de Sistemática e Ecologia, CCEN, Universidade Federal da Paraíba

A minha tia Laís (in memorian), por tornar a
minha vida melhor por tanto tempo, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, principalmente, porque dEle, por Ele, para Ele são todas as coisas, e eu com certeza não estaria aqui se não fosse por Sua graça (Romanos 11:36).

À Artur Henrique Freitas Florentino de Souza, coordenador do curso, por seu empenho e a vice Cristine Hirsch.

Ao professor Dr. Pedro Cordeiro Estrela, por me dar a oportunidade de desenvolver essa pesquisa, aceitar me orientar nisso, e por me aceitar como estagiária no laboratório.

Aos meus pais, Esly e Guiomar, por todos os almoços feitos com tanto carinho, por toda dedicação, amor, e confiança. A minha avó Zélia, por ser a melhor pessoa do mundo inteiro, honestamente, nada que eu escreva aqui fará jus a você. Aos meus irmãos, Linda, Gabriel, Larah, Nilvia e Luna, obrigada por tudo. A minha família inteira por sempre crer tanto em mim, muito mais do que eu e serem meu pilar. Tudo que eu sou hoje, devo a vocês. Vocês são os responsáveis por tudo de bom que há dentro de mim. Em especial, agradeço ao meu irmão que corrigiu meu trabalho, me incluiu nas reuniões, agradeço por toda ajuda, por todo apoio, inclusive por me dizer diversas vezes que estava orgulhoso de mim, mesmo quando nem eu acreditava nisso.

A minha tia (in memoriam), que mesmo ausente fisicamente, esteve comigo até os últimos segundos, como a pessoa que mais acreditava em mim, uma das figuras maternas mais importantes que eu tenho. Isso também é por você, meu amor. Dedico em memória também ao meu tio José Azevedo, que foi um pai para mim, e a minha bisavó Maria das Dores, por tudo que vivi na infância do seu lado.

Ao meu namorado Lucas, por ser a pessoa que mais enxugou minhas lágrimas, e que segurou a barra comigo quando eu desacreditava de mim. Aos seus pais, Alexandro e Jane, que se tornaram meus pais e hoje não vivo mais sem. Amo vocês.

Agradeço aos meus amigos, que foram tão importantes nessa caminhada. Aos amigos da igreja, as meninas da célula pelas orações, a minha amiga Lanielly que me confortava e me aconselhava, desde o ensino médio até os dias de hoje.

A todos os professores do Curso da UFPB, em especial, Jeronymo Dalapicolla, que contribuiu ao longo desses semestres para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos funcionários da UFPB, aos funcionários do Banco do Brasil por sempre permitirem que eu almoçasse por lá, em especial Alan Rafael.

Aos colegas de classe pelos momentos de amizade e apoio, em especial meu grupinho “close friends”, que seria muita gente para citar e meus parceiros do início ao fim do curso, Wanderson Lopes, Anny Aguiar, Camélia Dantas, Gleyca Silva. Obrigada por todas as jogatinas, por serem meu apoio e minha família. Não suportaria isso sem vocês. Em especial, obrigada ao meu amigo Wan, que esteve comigo compartilhando o fardo relacionado a essa presente pesquisa.

“São as mais afáveis, gentis e bem-humoradas criaturas que esse mundo desgraçado já conheceu. Criaturas que podem nos matar com um golpe de sua cauda, mas que nos deixam trepar em suas costas e brincar conosco. Adoram brincar com os homens. Que imenso coração elas têm.” — *Leviatã*, de John Gordon Daves (1976).

RESUMO

A coleção de mamíferos da Universidade Federal da Paraíba recebeu uma doação de material osteológico de cetáceos oriundo do extinto Museu da Terra e do Homem da Paraíba, que carecia de identificação específica. Dentre o material encontravam-se vértebras de grande tamanho. O objetivo foi identificar o material para permitir a incorporação do mesmo ao acervo da coleção de Mamíferos da UFPB. O estudo utilizou análises morfométricas e qualitativas de 16 amostras de vértebras cervicais, torácicas, lombares e caudais. Inicialmente, foi realizado uma revisão bibliográfica sobre a morfologia e as dimensões de vértebras de cetáceos misticetos. Foi compilado os dados de 7 espécies: Baleia-franca-do-atlântico-norte (*Eubalaena glacialis*), Baleia-azul-pigméia (*Balaenoptera musculus breviceuda*), Baleia Sei (*Balaenoptera borealis*), Baleia-de-bryde (*Balaenoptera brydei*) e Baleia-de-minke (*Balaenoptera acutorostrata*), Baleia Jubarte (*Megaptera novaeangliae*) e Baleia-fin (*Balaenoptera physalus*). Foi medido e fotografado as vértebras, calculou-se o comprimento médio calculado como a raiz cúbica da altura, largura e comprimento do centro. Gráficos do tipo *boxplot* revelaram padrões distintos entre vértebras cervicais, torácicas, lombares e caudais. As vértebras cervicais da espécie em estudo se sobrepõem apenas com *Balaenoptera musculus*, enquanto as torácicas apresentaram maior sobreposição com *Balaenoptera physalus*. As vértebras lombares também mostraram semelhança com *Balaenoptera musculus breviceuda*, e as caudais são menos discriminantes. A identificação exata é limitada principalmente pelo tamanho amostral. O estudo destaca a importância da classificação vertebral em contextos onde análises moleculares não são viáveis, ressaltando a relevância do material para a coleção científica, especialmente pelo status de conservação vulnerável das espécies.

Palavras-Chave: anatomia, Mysticeti, Cetacea, esqueleto axial, coleções biológicas.

ABSTRACT

The mammal collection of the Universidade Federal da Paraíba received a donation of osteological material from cetaceans, originating from the extinct Museu da Terra e do Homem da Paraíba, lacking specific identification. Among the material were large-sized vertebrae. The aim was to identify the material to allow its incorporation into the mammal collection of UFPB. It was conducted morphometric and qualitative analyses of 16 samples of cervical, thoracic, lumbar, and caudal vertebrae. Initially, it was performed a bibliographic review on the morphology and dimensions of mysticete whale vertebrae. We compiled data from 7 species: North Atlantic Right Whale (*Eubalaena glacialis*), Pygmy Blue Whale (*Balaenoptera musculus breviceuda*), Sei Whale (*Balaenoptera borealis*), Bryde's Whale (*Balaenoptera brydei*), Minke Whale (*Balaenoptera acutorostrata*), Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*), and Fin Whale (*Balaenoptera physalus*). We measured and photographed the vertebrae, calculating the average length as the cubic root of the height, width, and length of the centrum. Boxplot graphs revealed distinct patterns among cervical, thoracic, lumbar, and caudal vertebrae. The cervical vertebrae of the studied species overlap only with *Balaenoptera musculus*, while the thoracic vertebrae showed greater overlap with *Balaenoptera physalus*. The lumbar vertebrae also exhibited similarity to *Balaenoptera musculus*, and the caudal vertebrae were less discriminating. The exact identification is mainly limited by the sample size. The study highlights the importance of vertebral classification in contexts where molecular analyses are not feasible, underscoring the relevance of the material to the scientific collection, especially given the vulnerable conservation status of the species.

Keywords: anatomy, axial skeleton, biological collections, Cetacea, Mysticeti.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Vértebras do Museu da Terra e do Homem da Paraíba do Centro	16
–	Universitário UNIPÊ. Fonte: Pedro Cordeiro Estrela	
		
Figura 2	Hipóteses morfológicas recentes. Adaptado de Thewissen et al.	18
–	2007.....	
		
Figura 3	Registro de espécies de mysticetos no Brasil. Fonte: Miranda et al.	21
–	(2020).....	
		
Figura 4	Prancha da família Balaenopteridae do Brasil. Adaptada de:	22
–	MIRANDA et al. (2019).....	
		
Figura 5	Estruturas de uma vértebra. Fonte: De Castro & Simões-Lopes	24
–	2004).....	
		
Figura 6	Morfologia e dimensões vertebrais de um cetáceo (<i>Lagenorhynchus</i>	24
–	<i>acutus</i>) (BUCHHOLTZ & WOLKOVICH, 2005)	
		
Figura 7	Vista lateral de vértebra indicado as medidas da altura do centro	27
–	(AC), largura do centro (LC) e comprimento do centro (CC).	
	Adaptada de: BUCHHOLTZ, SCHUR. 2004	
		
Figura 8	Vista frontal da vértebra cervical, torácica, lombar e caudal e sua	29
–	posição, sobreposta às vértebras correspondentes do artigo:	
	Descrição osteológica da baleia-comum (<i>Balaenoptera physalus</i> , Linnaeus, 1758). Fonte: Adaptado de CARRILLO et al. (2014).	
		
Figura 9	Vista frontal das vértebras cervicais recebidas pelo Centro	30
–	Universitário UNIPÊ. Fonte: Elaborado pela autora	
	(2024).....	

Figura 10	Vista frontal das vértebras torácicas recebidas pelo Centro 30
–	Universitário UNIPÊ. Fonte: Elaborado pela autora (2024).....
Figura 11	Vista frontal das vértebras lombares recebidas pelo Centro 31
–	Universitário UNIPÊ. Fonte: Elaborado pela autora (2024).....
Figura 12	Vista frontal das vértebras caudais recebidas pelo Centro 31
–	Universitário UNIPÊ. Fonte: Elaborado pela autora (2024).....
Figura 13	Boxplot descrevendo o comprimento médio das vértebras cervicais, 35
–	torácicas, lombares e caudais da espécie em estudo e as espécies com registro no Brasil.....
Figura 14	Atlas das espécies <i>Balaenoptera musculus brevicauda</i> , <i>Eubalaena</i> 37
–	<i>glacialis</i> e <i>Balaenoptera physalus</i> em comparação ao Atlas do nosso estudo (OMURA, 1969; CARRILLO et al. 2014).....
Figura 15	Prancha das vértebras quebradas com medidas comprometidas. 46
–	Fonte: Elaborado pela autora (2024).....

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 COMPARAÇÃO DO COMPRIMENTO MÉDIO DO CENTRUM DAS 32
- VÉRTEBRAS CERVICAIS DE MISTICETOS DA COLEÇÃO DE
MAMÍFEROS MARINHOS DA UFPB COM OS DADOS
DESCRITOS POR OMURA (1971) E CARRILLO ET AL. (2014)

.....

Tabela 2 COMPARAÇÃO DA SOBREPOSIÇÃO DAS ESPÉCIES 36
- *BALAENOPTERA PHYSALUS* E *BALAENOPTERA MUSCULUS*
COM RELAÇÃO AO NOSSO ESTUDO, SENDO: 0 = SEM
SOBREPOSIÇÃO; 1 = SOBREPOSIÇÃO COMPLETA E 2=
SOBREPOSIÇÃO PARCIAL DOS VALORES.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA	15
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo geral	17
1.1.2	Objetivos específicos	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
3	METODOLOGIA	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A – VÉRTEBRAS COM DIMENSÕES DE CC, AC e LC	46
	COMPROMETIDAS.....	

INTRODUÇÃO/ JUSTIFICATIVA

Os Cetáceos, são uma infraordem de mamíferos aquáticos predominantemente marinhos e são categorizados taxonomicamente principalmente com base em especializações timpânicas e dentárias. São um grupo secundariamente adaptado à vida aquática com importantes alterações morfológicas, devido a saída do habitat terrestre (Thewissen, 1994; Luo, 1998; Berta & Sumich, 1999).

No contexto atual, os cetáceos, que compreendem aproximadamente 90 espécies viventes, são identificadas por meio de características distintas em seus crânios, esqueleto apendicular e esqueleto axial. Das duas subordens existentes, Mysticeti e Odontoceti, os Mysticeti compreendem 15 espécies em todo o mundo, correspondendo às as baleias de barbatana, ou baleias verdadeiras (Lodi & Borobia, 2013; Worms, 2020). Os Mysticeti são altamente especializados e evoluíram de mamíferos artiodáctilos, quadrúpedes e terrestres para animais aquáticos obrigatórios há aproximadamente 53-56 milhões de anos (Wang et al. 2015).

Dentre as 15 espécies existentes de misticetos, oito possuem ocorrência no litoral do Brasil, sendo representadas por duas famílias, Balaenidae, com a espécie *Eubalaena australis* e Balaenopteridae, com as espécies *Balaenoptera musculus*, *Balaenoptera physalus*, *Balaenoptera borealis*, *Balaenoptera edeni*, *Balaenoptera acutorostrata*, *Balaenoptera bonaerensis* e *Megaptera novaeangliae* (Desmoulins, 1822; Linnaeus, 1758; Lesson, 1828; Olsen 1912; Lacépède, 1804; Burmeister, 1867; Borowski, 1781).

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB) recebeu, em 2021, uma doação de material osteológico de cetáceos, oriunda do Centro Universitário Unipê que compunha o Museu da Terra e do Homem da Paraíba, que foi fechado pela instituição e se localizava na cidade João Pessoa. Esse material de cetáceos veio da Paraíba, oriunda da pesca da baleia que ocorria até 1985 e dos encalhes deste animais oceânicos. No entanto, este material, composto principalmente por vértebras de baleias, chegou à UFPB desprovido de qualquer identificação.



Figura 1. Material osteológico do Museu da Terra e do Homem da Paraíba do Centro Universitário UNIPÊ incluindo as vértebras estudadas. Fonte: Pedro Cordeiro Estrela

Este estudo se propôs a investigar a viabilidade de identificar a nível de espécie o material recebido, fazendo uso de uma abordagem que combina análises morfométricas e morfológicas das vértebras com base em uma revisão de literatura. Este trabalho é relevante devido à frequência de vértebras isoladas coletadas, visto que é comum que apenas essas partes sejam salvas após encalhes. Portanto, a capacidade de identificar espécies usando apenas a coluna vertebral seria uma alternativa viável e acessível economicamente em comparação com as análises moleculares.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Identificar ao nível de espécie as vértebras de misticetos doadas pelo UNIPÊ à coleção de mamíferos da UFPB a partir de análises qualitativas e morfométricas

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Realizar um levantamento bibliográfico sobre morfologia e morfometria de vértebras de misticetos;
- ii) Identificar a posição das vértebras ao longo do esqueleto axial;
- iii) Analisar morfológica e morfometricamente a variação de tamanho e forma das vértebras de misticetos doadas pelo UNIPÊ à coleção da UFPB;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os cetáceos são mamíferos exclusivamente aquáticos que incluem botos, golfinhos e baleias, integrando a ordem Cetartiodactyla. Esta ordem resulta da inclusão do táxon Cetacea dentro da diversificação de Artiodactyla, os ungulados de casco partido. Com base em evidências moleculares e paleontológicas, os cetáceos (Zurano et al., 2018), são grupo irmão de Hippopotamidae, os hipopótamos (Price et al., 2005). Este clado, é chamado de Cetancodonta que, por sua vez, é grupo irmão do clado de Ruminantia, os ungulados ruminantes.

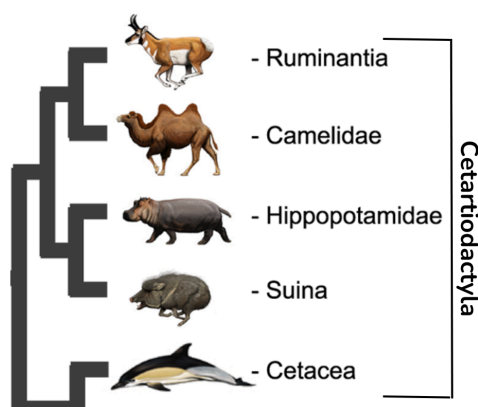


Figura 2. Hipóteses morfológicas recentes. Adaptado de Thewissen *et al.* 2007.

A infraordem dos cetáceos é composta pelas subordens Archaeoceti, Odontoceti e Mysticeti, sendo a primeira já extinta (Jacobina, 2000). A principal diferença entre as subordens existentes reside na forma como esses animais capturam seus alimentos: enquanto os Odontoceti possuem dentes, os Mysticeti apresentam placas de barbatana queratinosa para a apreensão de alimentos (Deméré et al. 2008; Santos, 2022). Os Mysticeti representam 16% das espécies de cetáceos descritas. Apresentam duplo orifício respiratório e simetria cranial, características que podem diferenciá-los dos Odontocetos, além da ausência dos dentes (Lodi & Borobia, 2013). A fêmea pode ser identificada pela presença das fendas das glândulas mamárias e pela menor distância entre a fenda genital e o ânus (Miranda et al. 2020). As espécies de misticetos estão distribuídas entre as famílias

Balaenidae (gêneros *Eubalaena* e *Balaena*), Balaenopteridae (gêneros *Balaenoptera* e *Megaptera*), e Eschrichtiidae (gênero *Eschrichtius*) e Neobalaenidae (gênero *Caperea*) totalizando 15 espécies. Com exceção das famílias Eschrichtiidae e Neobalaenidae, e do gênero *Balaena*, as demais famílias e gêneros possuem registro de ocorrência no Brasil (Abreu et al. 2023). Esses animais geralmente migram no inverno em busca das águas tropicais para acasalar e dar a luz aos seus filhotes (González, 2013; Farah et al. 2019). A família Balaenidae, especificamente a espécie *Eubalaena australis* (baleia-franca-austral), ocorre nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, além da região Sul do Brasil. Suas características gerais de identificação incluem uma cabeça larga, manchas brancas irregulares na região ventral e a ausência de nadadeira dorsal. O comprimento médio de um adulto é de 16 metros (Miranda et al. 2020). As demais espécies de baleia-franca (*Eubalaena glacialis* e *Eubalaena japonica*) não ocorrem no Brasil, embora possuam um comprimento médio similar e características morfológicas que dificultam a discriminação entre elas (Rosebaum et al. 2000).

Quanto aos Balaenopteridae (Figura 2), a espécie *Balaenoptera musculus* (baleia-azul), tem registros nos estados da Paraíba, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. Esta espécie possui a cabeça com apenas uma crista central, um orifício respiratório alto, fino e protuberante, e uma coloração cinza-azulada não uniforme. A nadadeira dorsal está presente, embora seja curta. O comprimento médio de um adulto é de 25 metros, o que faz desta espécie o maior animal de toda a história do planeta (Miranda et al. 2020). Dentre as subespécies descritas, está a *Balaenoptera musculus breviceuda* (baleia-azul-pigmia) distribuída principalmente em baixas e médias latitudes (Domit, 2023). Apesar do nome, seu comprimento pode chegar a 24 metros (Double, 2014). O número de vértebras não difere da baleia-azul comum, mas estudos sugerem que o centro seja menor em geral e a largura seja menor, principalmente nas regiões lombar e caudal, em comparação à baleia-azul (Omura, 1970). A *Balaenoptera physalus* (baleia-fin), ocorre amplamente no Brasil, abrangendo os estados do Pará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e toda a região Sul. Esta espécie possui uma cabeça estreita e triangular, e uma nadadeira dorsal pequena e falcada. Seu comprimento médio é de 21 metros (Miranda et al., 2020). A *Balaenoptera borealis*

(baleia-sei), ocorre no Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Esta espécie apresenta uma coloração predominantemente cinzenta com a região ventral branca, além de pintas espalhadas por todo o corpo. Um indivíduo adulto tem em média 16 metros de comprimento (Miranda et al., 2020). A *Balaenoptera brydei* (baleia-de-bryde), ocorre no Brasil nos estados da Paraíba, Bahia, Maranhão, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Norte. Esta espécie é frequentemente identificada pelas três quilhas centrais que possui. Um adulto tem em média 13 metros de comprimento (Miranda et al., 2020). Há duas espécies descritas de minke com ocorrência no Brasil, sendo elas, as menores dentre os Balaenopteridae (Perrin, et al. 2018). A *Balaenoptera acutorostrata* (baleia-de-minke) e *Balaenoptera bonaerensis* (baleia-minke-antártica), possuem em média 8-9 metros de comprimento e são encontradas praticamente por todo nordeste e sul brasileiro (Miranda et al. 2020). Finalmente, a *Megaptera novaeangliae* (baleia-jubarte), ocorre por toda região sul e nordeste, Pará, Rio de Janeiro, Espírito Santo e São Paulo (Figura 3). Distingue-se por sua nadadeira peitoral grande, com tubérculos na borda, além de padrões de pigmentação distinta na região ventral do seu corpo. Seu peso pode chegar a 40 toneladas (Miranda et al. 2020).

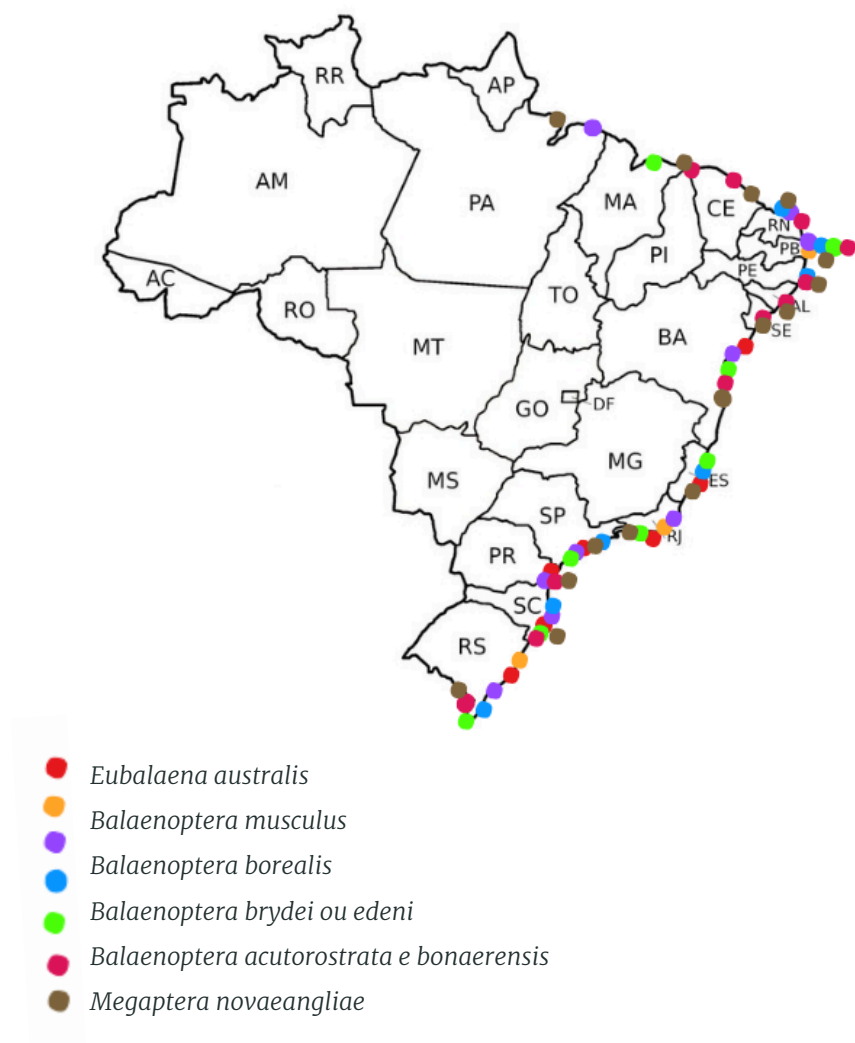


Figura 3. Registro de espécies de mysticetos no Brasil. **Fonte:** Miranda *et al.* (2020).

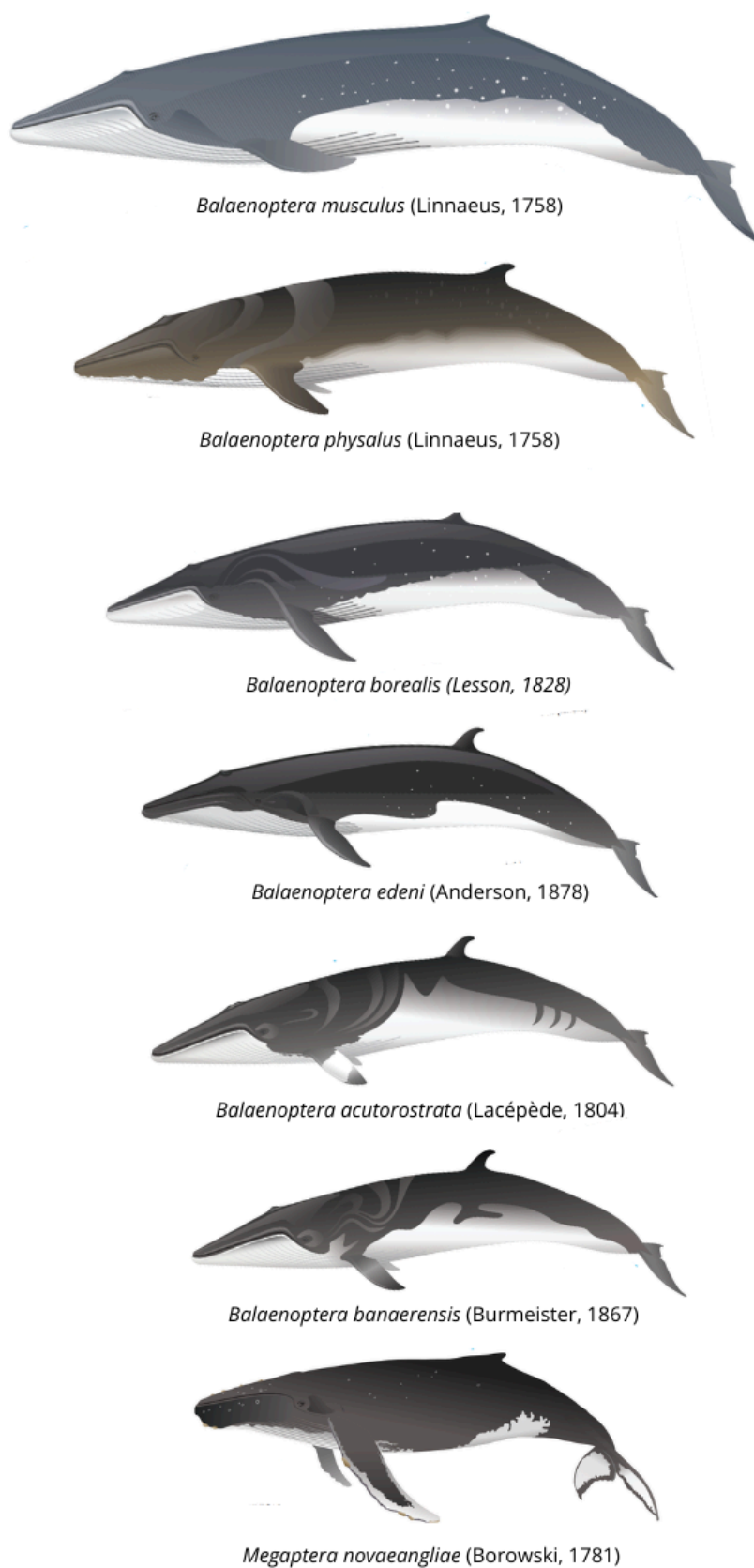


Figura 4. Prancha das sete espécies de baleias misticetas da família Balaenopteridae do Brasil. Adaptada de: MIRANDA et al. 2019.

A identificação destas espécies é importante porque, apesar de serem comumente encontradas, na literatura há uma escassez de estudos osteológicos sobre a morfologia vertebral dos Mysticeti. Pensando nessa lacuna evidente, as vértebras podem proporcionar uma nova abordagem para a identificação dessas espécies em contextos onde apenas esqueletos parciais estão disponíveis (Omura, 1971). Essa identificação pode ser realizada através do sequenciamento de DNA, já que a extração do material genético de tecidos é um procedimento padrão para identificação (Tebbutt et al., 2000), assim como para entender as relações evolutivas entre as espécies. Para misticetos, um método eficaz de isolamento de DNA é através das barbatanas, em um contexto onde as coleções possuem material axial incompleto, uma única placa de barbatana é suficiente para identificação da espécie (Rosebaum et al., 1997). Além disso, a análise das características morfológicas dos crânios é frequentemente utilizada para discriminar as espécies (Kim et al., 2019).

Por muito tempo, o tipo de vértebra foi considerado o critério principal para definir os táxons dos tetrápodes, com a crença de que cada tipo representava uma tendência filogenética distinta. A coluna vertebral é formada por conjuntos de vértebras interligadas por discos intervertebrais, que se articulam através das articulações sinoviais presentes nos processos articulares. A estrutura geral de uma vértebra de mamífero é composta por partes essenciais que garantem a sustentação e proteção do corpo. O centro vertebral é a parte mais maciça, responsável por suportar o peso do corpo, derivando geralmente do pleurocentro. Este, tende a ser robusto e compacto, para manutenção da integridade estrutural da coluna vertebral. Acima do centro, encontra-se o arco neural, estrutura que se forma dorsalmente, formada por duas lâminas e dois pedículos, que abriga e protege a medula espinhal, permitindo a passagem do cordão nervoso através do forame vertebral (Figura 5). As vértebras de mamíferos são classificadas em cinco categorias funcionais, cervicais, torácicas, lombares, sacrais e caudais, porém como demonstrado na Figura 6, as vértebras sacrais são ausentes em cetáceos, principalmente porque, não havia mais necessidade de sustentar seu próprio peso dentro da água (Junior et al. 2016; Kardong, 2006).

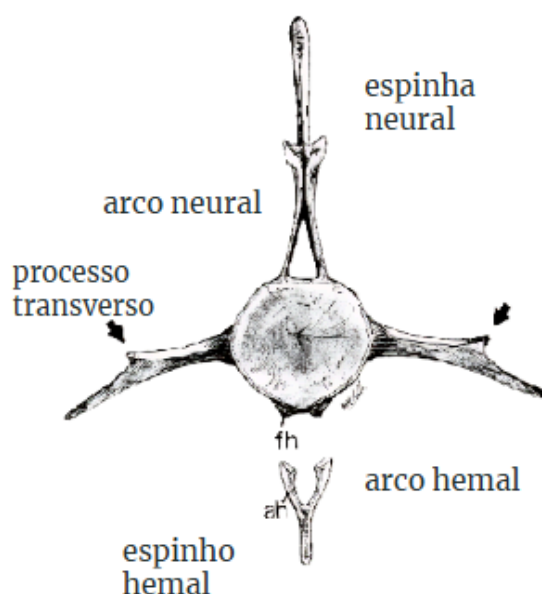


Figura 5. Estruturas de uma vértebra. **Fonte:** De Castro & Simões-Lopes (2004)

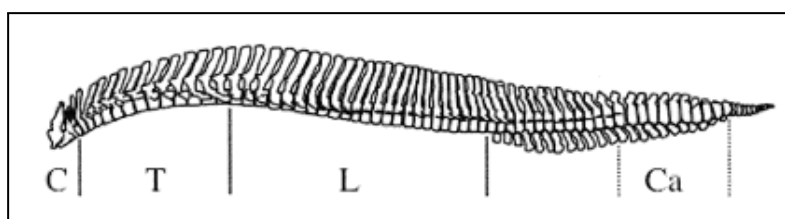


Figura 6. Morfologia e dimensões vertebrais de um cetáceo (*Lagenorhynchus acutus*) (BUCHHOLTZ & WOLKOVICH, 2005)

As vértebras cervicais de mamíferos, são tipicamente em número de sete, sendo as duas primeiras, atlas e áxis, especializadas. As vértebras torácicas são caracterizadas por sua articulação com as costelas. Elas possuem processos transversos mais desenvolvidos e facetas articulares que se conectam às costelas, além de processos espinhosos mais longos. Logo abaixo, as vértebras lombares, que são mais robustas. Os processos espinhosos e transversos são mais grossos e curtos, oferecendo ancoragem para os músculos poderosos que estabilizam a coluna. Finalmente, as vértebras caudais, apresentam uma estrutura que pode variar amplamente entre os mamíferos, mas em misticetos, impulsionam movimentos para a natação e se estendem da pélvis até o encalhe caudal (Di Benedetto et al. 2010; Buchholtz, Schur 2004).

As vértebras cervicais, com exceção do Atlas, apresentam uma alongação horizontal com suave ondulação tanto na margem superior quanto na inferior, que

gradualmente diminui ao longo das vértebras. As vértebras torácicas têm um de formato levemente elíptico, semelhante a um coração ilustrativo e diferenciam-se das cervicais principalmente pelos processos transversos que são mais longos. As lombares exibem uma configuração losangular que vai se tornando arredondado e a homogeneidade delas facilita sua identificação. Já as vértebras caudais apresentam um centro com aparência circular, e iniciam-se com a inserção dos arcos hemais (Carrillo et al. 2014; Fettuccia & Simões-Lopes, 2004).

Morfometricamente as vértebras são estudadas através de três medidas, altura, largura e comprimento do centro, onde o índice de volume do centro é demonstrado (Omura, 1971). Tal achado veio da necessidade de estudar as vértebras como método de identificação dos Mistictos, especialmente em contextos onde são as únicas peças preservadas de encalhes ou até mesmo da caça, tendo em vista que ela foi realizada no litoral nordestino durante três décadas, sendo promovida em larga escala pela Companhia de Pesca Norte do Brasil (COPESBRA), empresa nipo-brasileira que operava na praia do Costinha, na cidade de Lucena (Levai & De Souza, 2009).

3 METODOLOGIA

Classificação das vértebras

Foram capturadas fotografias de todas as vértebras para que elas fossem devidamente categorizadas como cervicais, torácicas, lombares ou caudais com base tanto nos critérios morfológicos quanto morfométricos (Carrillo et al., 2014). A classificação das vértebras foi determinada por meio de comparação morfológica, e através da sobreposição de imagens. Para isso, foram utilizadas as imagens das vértebras da baleia fin (*Balaenoptera physalus*) apresentadas no estudo de Carrillo et al. (2014).

As fotografias das vértebras do presente estudo foram capturadas com uma câmera Canon 8.0V EOS 80D (W), com lente 18-55mm e sobrepostas às imagens de referência da *B. physalus* utilizando o programa CANVA (www.canva.com), que permitiu adicionar transparência às fotografias para a comparação visual.

A sobreposição e comparação morfológica possibilitaram a classificação de cada vértebra além de permitir a determinação aproximada da posição das vértebras no contexto deste estudo. É importante destacar que pode haver uma margem de erro associada, considerando possíveis variações na posição das vértebras entre diferentes indivíduos e espécies.

Coleta de dados morfométricos

Vinte e sete peças osteológicas foram recebidas e analisadas. Dessas, 11 estavam quebradas ou fragmentadas (Apêndice A), impossibilitando sua medição ou classificação. Neste estudo, apenas as vértebras com dimensões preservadas foram analisadas, somando um total de 16 vértebras depositadas na Coleção de Mamíferos da Universidade Federal da Paraíba (CMUFPB).

Para a comparação do tamanho das vértebras entre espécies de mysticetos, foi aplicada a fórmula de cálculo do comprimento médio do centro da vértebra, descrita por Omura (1971) e utilizada para comparações morfológicas entre cetáceos, onde:

$$CM = \sqrt[3]{LC \cdot AC \cdot CC}$$

Sendo, CM = comprimento médio; LC = largura do centro; AC = altura do centro; e CC = comprimento do centro. Segundo Buchholtz & Schur (2004), para a tomada da largura do centro da vértebra é considerada a maior distância no eixo transversal da vértebra; a altura compreende a maior distância no eixo dorso-ventral e o comprimento equivale a maior distância do eixo crânio-caudal (Figura 4).

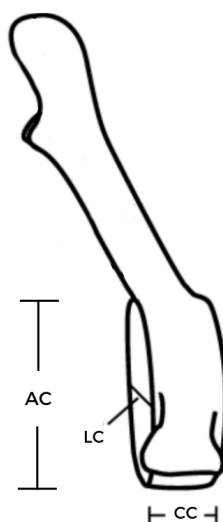


Figura 7: Vista lateral de vértebra indicado as medidas da altura do centro (AC), largura do centro (LC) e comprimento do centro (CC). Adaptada de: BUCHHOLTZ, SCHUR. 2004.

As três medidas vertebrais foram tomadas das 16 vértebras, utilizando fita métrica e paquímetro específico para ossos de baleias. As vértebras com as dimensões preservadas de altura, largura e comprimento do centro tiveram as medidas aferidas organizadas e usadas nas análises morfométricas subsequentes.

Para a comparação das vértebras depositadas na CMUFPB com as espécies de baleias que ocorrem no Brasil, foram selecionadas medidas de comprimento médio do centro das vértebras, por meio de dados disponíveis na literatura.

Foram selecionadas as espécies com ocorrência no Brasil, que já possuíssem os dados disponíveis na literatura. Foram elas: *Balaenoptera borealis* e *Balaenoptera brydei*, com as medidas retiradas do artigo de Omura (1959);

Balaenoptera acutorostrata, com as medidas retiradas do artigo de Omura (1957) e *Balaenoptera physalus*, com as medidas retiradas do artigo de Carrillo et al. (2014). Além disso, as medidas de largura, altura e comprimento do centro de 12 vértebras da espécie *Megaptera novaeangliae* foram fornecidas pela coleção de mamíferos do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), por meio da pesquisadora Renata Emin .

Para as espécies *Eubalaena australis* e *Balaenoptera musculus* não existem dados de vértebras disponíveis na literatura. Portanto, foram utilizados como modelos *proxy* (aproximados) respectivamente, a espécie *Eubalaena glacialis* com as medidas de Omura et al. (1969) e a subespécie *Balaenoptera musculus brevicauda*, com medidas retiradas de Omura et al. (1970), distribuída principalmente em baixas e médias latitudes, já que possuem um comprimento médio similar (Omura, 1971; Rosenbaum et al., 2000; Double, 2014; Omura, 1970; Domit, 2023). Já para *B. bonaerensis* o melhor *proxy* para usar como modelo do tamanho é a *Balaenoptera acutorostrata* (Rice, 1998).

É interessante salientar ainda que, os dados disponíveis da baleia-sei (*Balaenoptera borealis*), baleia-de-bryde (*Balaenoptera brydei*) e baleia-de-minke (*Balaenoptera acutorostrata*) são todas de espécimes juvenis, apesar de todas já terem atingido a maturidade sexual ou estarem próximas dela (Omura, 1971).

Análise dos dados

A função *boxplot* do pacote *ggplot*, versão 2 da plataforma R 4.3 (R CORE TEAM, 2023), foi aplicada para descrever o comprimento médio das vértebras da espécie em estudo e das espécies com registro no Brasil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível identificar com boa precisão a posição das vértebras, analisando fotos com o protocolo da sobreposição de imagens (Figura 8-12). No entanto, as dimensões e as posições das vértebras podem variar entre diferentes espécies, o que dificulta essa classificação. Neste estudo, ao comparar as vértebras com as imagens de *Balaenoptera physalus* (Carrillo et al., 2014), a classificação das vértebras caudais foi desafiadora, já que o número de vértebras caudais apresenta grande variação, entre 18 e 27.

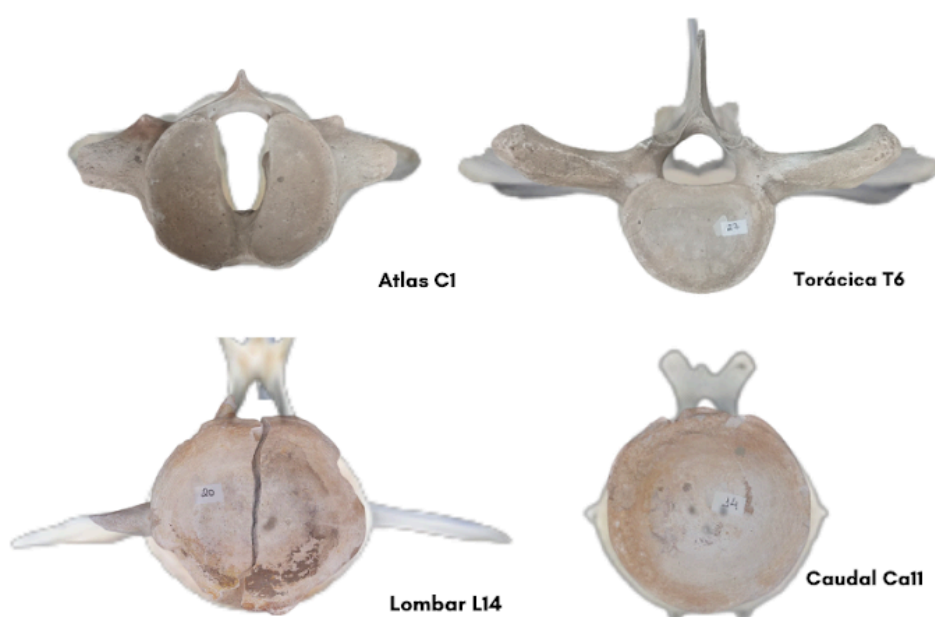
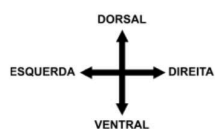


Figura 8. Vista frontal da vértebra cervical, torácica, lombar e caudal e sua posição, sobreposta às vértebras correspondentes do artigo: Descrição osteológica da baleia-comum (*Balaenoptera physalus*, Linnaeus, 1758). Fonte: Adaptado de CARRILLO et al., 2014.



VISTA FRONTAL

Figura 9. Vista frontal das vértebras cervicais recebidas do Centro Universitário UNIPÊ.

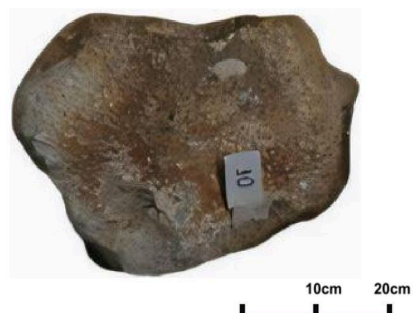
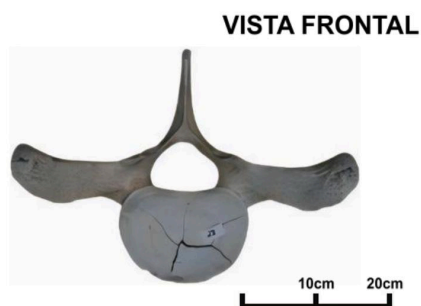
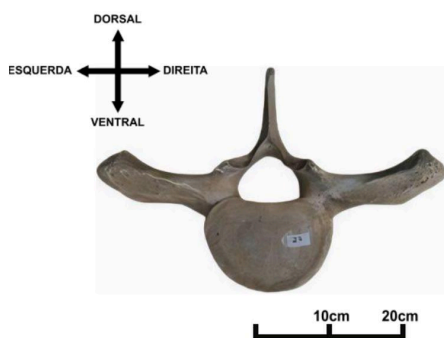


Figura 10. Vista frontal das vértebras torácicas recebidas do Centro Universitário UNIPÊ.

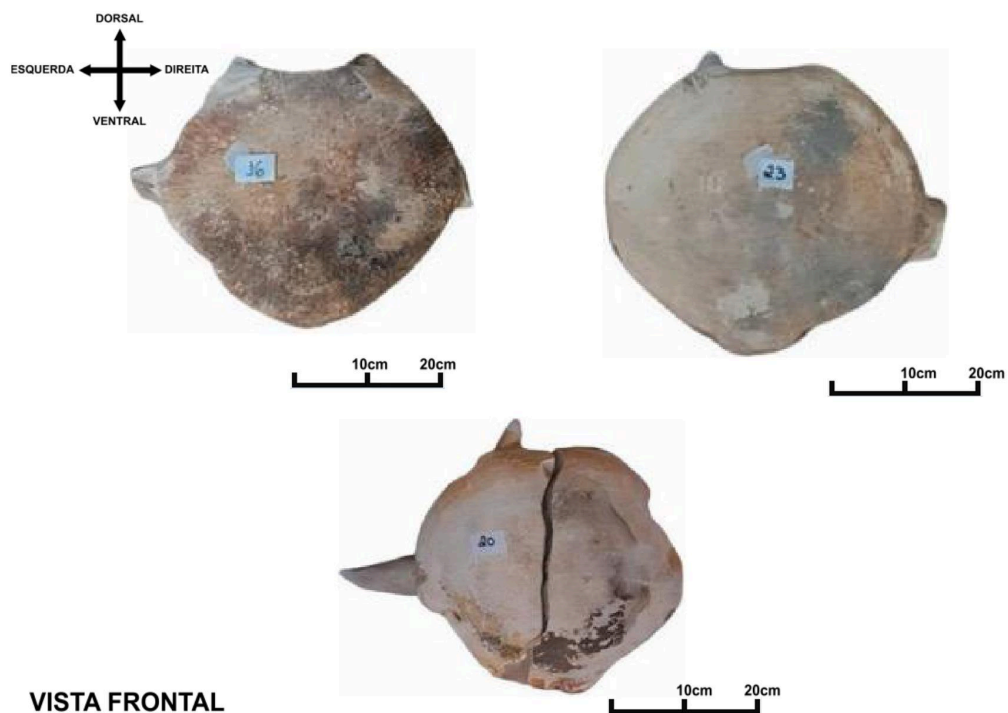


Figura 11. Vista frontal das vértebras lombares recebidas do Centro Universitário UNIPÊ.



Figura 12. Vista frontal das vértebras caudais recebidas do Centro Universitário UNIPÊ.

As medidas das vértebras encontradas na literatura e as tomadas no presente estudo estão sumarizadas na Tabela 1. É importante observar, por sua vez, que há um padrão nas vértebras caudais, onde as primeiras podem apresentar até 35 centímetros e as últimas pouco mais de 3 centímetros. Essa variação de valores dentro de uma mesma classificação vertebral dificultou a comparação das espécies nos gráficos.

Tabela 1. Comparação do comprimento médio do centro das vértebras cervicais, torácicas, lombares e caudais de misticetos da CMUFPB com os dados em milímetros descritos por Omura (1971) e Carrillo et al. (2014). Sendo C1 a C7 = vértebras cervicais; T1 a T15 = vértebras torácicas; L1 a L14 = vértebras lombares e Ca1 a Ca27 = vértebras caudais. NA = Não se aplica.

Classificação	<i>Eubalaena glacialis</i> (baleia-franca)	<i>Balaenoptera musculus brevicauda</i> (baleia-azul-pigmeu)	<i>Balaenoptera borealis</i> (baleia-sai)	<i>Balaenoptera brydei</i> (baleia-de-bryde)	<i>Balaenoptera acutorostrata</i> (baleia-minke)	<i>Balaenoptera physalus</i> (baleia-fin)	<i>Megaptera novaeangliae</i> (baleia-jubarte)	Presente Estudo
C1	294	233	165	160	87	208	NA	237
C2	294	202	133	129	85	153	NA	NA
C3	294	173	122	116	70	133	NA	NA
C4	294	175	118	126	71	141	NA	164
C5	294	187	121	127	72	152	NA	NA
C6	294	178	126	133	76	151	NA	NA
C7	294	196	129	141	78	162	NA	NA
T1	205	202	134	147	83	170	NA	NA
T2	214	211	146	157	89	187	NA	NA
T3	231	202	157	167	95	206	NA	212
T4	253	232	167	177	104	214	NA	NA
T5	241	244	173	179	106	223	NA	218

T6	243	274	177	180	106	227	NA	NA
T7	250	249	180	185	111	229	151	NA
T8	257	254	181	188	114	233	NA	NA
T9	265	260	184	192	118	235	NA	NA
T10	272	263	188	198	NA	242	157	NA
T11	276	265	192	200	NA	242	NA	NA
T12	279	265	194	201	NA	244	NA	303
T13	281	271	193	206	NA	249	NA	222
T14	283	273	195	NA	123	250	NA	NA
T15	NA	275	NA	NA	127	NA	NA	NA
L1	292	281	197	211	131	249	NA	NA
L2	300	285	199	214	135	252	NA	NA
L3	313	292	201	217	138	259	NA	NA
L4	321	287	206	222	140	262	NA	NA
L5	328	292	207	225	141	264	NA	239
L6	329	287	211	228	146	265	165	291
L7	333	295	214	231	152	267	NA	NA
L8	341	300	215	232	157	267	NA	NA
L9	348	303	215	235	164	273	NA	NA
L10	350	304	219	241	NA	275	NA	310
L11	NA	309	225	246	NA	277	NA	NA
L12	NA	312	235	251	167	280	NA	NA
L13	NA	315	230	254	166	287	NA	NA
L14	NA	3116	NA	NA	170	292	NA	NA
Ca1	352	316	239	259	167	277	NA	275
Ca2	345	319	244	260	166	287	NA	NA

Ca3	349	316	248	261	170	298	NA	NA
Ca4	343	317	251	258	169	291	NA	NA
Ca5	350	316	251	256	170	289	NA	304
Ca6	348	321	252	251	168	291	NA	301
Ca7	349	323	253	248	159	292	NA	330
Ca8	345	319	251	241	150	289	NA	283
Ca9	350	314	241	233	138	290	NA	NA
Ca10	341	309	235	225	111	285	NA	NA
Ca11	336	302	221	204	86	275	NA	252
Ca12	319	295	204	167	73	264	170	251
Ca13	312	284	172	129	66	247	165	NA
Ca14	270	271	142	111	57	231	158	NA
Ca15	239	251	121	105	47	196	NA	NA
Ca16	215	219	113	95	39	118	136	NA
Ca17	186	177	97	83	29	107	116	NA
Ca18	164	163	84	67	23	97	NA	NA
Ca19	154	141	70	55	NA	89	NA	NA
Ca20	138	133	55	44	NA	76	NA	NA
Ca21	123	118	45	34	NA	64	NA	NA
Ca22	109	105	31	NA	NA	48	NA	NA
Ca23	93	85	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ca24	77	72	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ca25	60	59	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ca26	NA	42	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ca27	NA	31	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Ao analisar os gráficos dos comprimentos médios das vértebras do estudo e comparando-os com as outras espécies de mysticetos, podemos observar padrões diferentes

entres as vértebras cervicais, torácicas, lombares e caudais (Figura 10). Para as vértebras cervicais, os valores entre as espécies se sobrepõem pouco exceto para *B. borealis* e *B. brydei*. Os dados do presente estudo se sobrepõem unicamente com os valores da *B. musculus*. Para as vértebras torácicas os valores entre as espécies se sobrepõem mais, com uma sobreposição de valores alta entre *B. borealis* e *B. brydei* e entre *E. glacialis* e *B. musculus*. Os dados do presente estudo mostram uma sobreposição com a espécie *Balaenoptera physalus* e para as vértebras lombares com *Balaenoptera musculus brevicauda* (Figura 13). As vértebras caudais apresentam grande variação intraespecífica e alta sobreposição entre todas as espécies de Balaenopteridae.

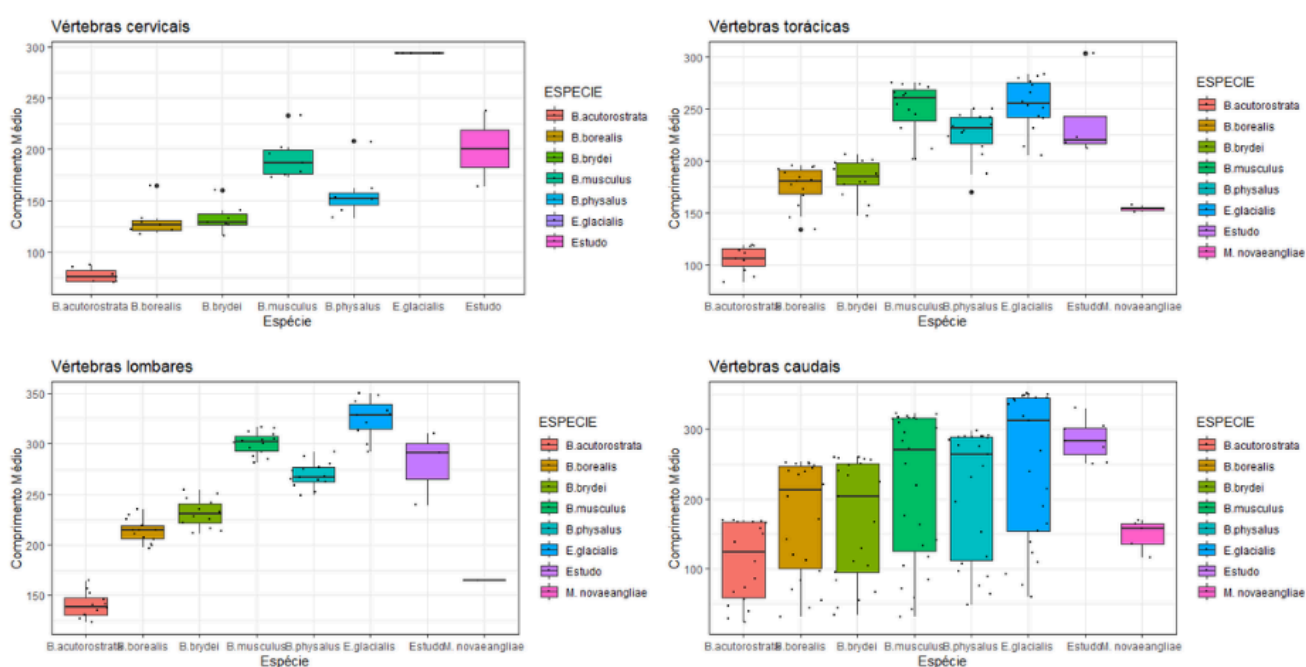


Figura 13. Boxplot descrevendo o comprimento médio das vértebras cervicais, torácicas, lombares e caudais da espécie em estudo e as espécies com registro no Brasil.

Especificamente, os comprimentos médios das vértebras torácicas de *B. physalus* variam entre aproximadamente 120 e 230 mm, enquanto os da espécie em estudo se situam dentro desse intervalo, com a maior parte dos valores (140 e 220 mm). O semelhante ocorre com a *Balaenoptera musculus brevicauda* usada como modelo proxy da *Balaenoptera musculus*, principalmente quando observamos o gráfico das vértebras cervicais, onde apenas ela é sobreposta pelo

estudo. Isso não é observado com as outras espécies, que ficam muito acima dos valores ou muito abaixo.

Tabela 2. Comparação da sobreposição das espécies *Balaenoptera physalus* e *Balaenoptera musculus* com relação ao nosso estudo, sendo: 0 = sem sobreposição; 1 = sobreposição parcial dos valores e 2 = sobreposição completa.

Descrição	<i>Balaenoptera physalus</i> (baleia-fin)	<i>Balaenoptera musculus brevicauda</i> (baleia-azul)
CERVICAL	0	2
TORÁCICA	2	1
LOMBAR	1	1
CAUDAL	1	2
TOTAL	4	6

Ademais, ainda que nenhuma das espécies tenha sobreposição total, é importante salientar que pode haver diferença caso estejamos tratando de espécies de sexo diferentes, já que as fêmeas atingem comprimentos corporais geralmente 5% maiores que os machos, o que reflete também no comprimento vertebral (Ralls & Mesnick, 2011). Além disso, os resultados estão limitados devido ao tamanho amostral dos dados.

Apesar da sobreposição também observada com *Eubalaena glacialis*, esta hipótese pode ser descartada devido à falta de registros dessa espécie no litoral da Paraíba. Considerando que o material osteológico analisado foi originado dessa região ou pelo menos do Nordeste, é improvável que as vértebras pertençam a *Eubalaena glacialis*.

Junto a isso, é possível sugerir que a espécie do estudo pertence à família dos Balaenopteridae (Figura 14). Essa inferência se baseia nas características morfológicas observadas na comparação entre os atlas (primeira vértebra cervical). O atlas do estudo compartilha características mais semelhantes ao atlas das espécies de Balaenopteridae, que apresentam uma estrutura mais delgada e

menos robusta, com proporções relativamente alongadas e extremidades laterais mais sutis. Em contrapartida, o atlas de *Eubalaena glacialis*, espécie da família Balaenidae, possui uma conformação mais espessa e extremidades mais pronunciadas, característica marcante da espécie. Além disso, na baleia franca, as sete vértebras cervicais são fundidas em uma unidade isolada e imóvel (Omura, 1969; Tinker, 1988).

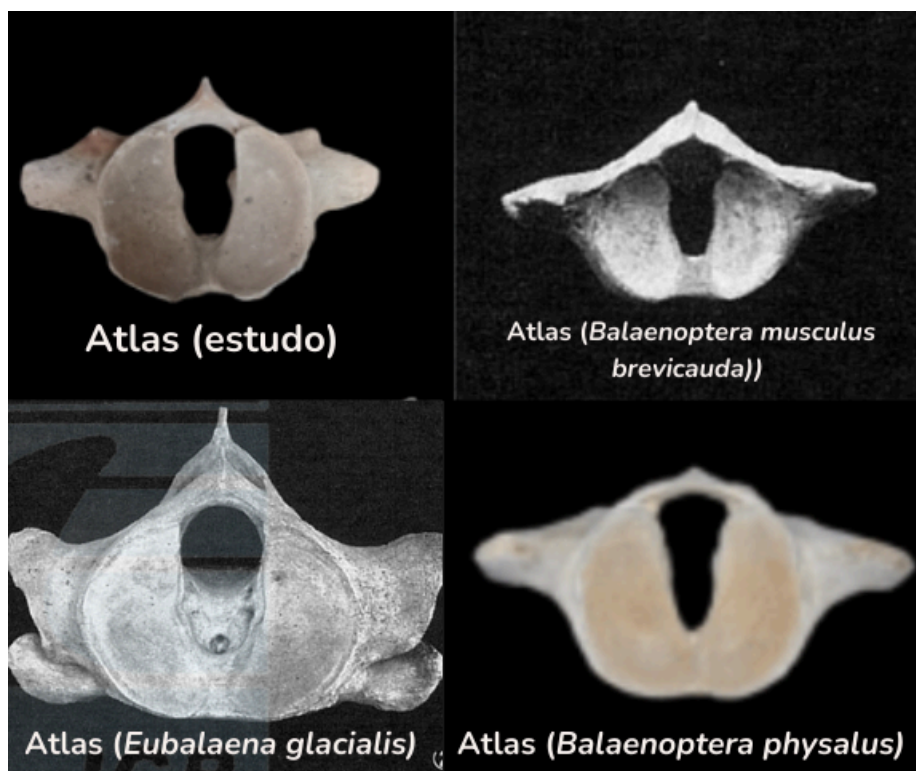


Figura 14. Atlas das espécies *Balaenoptera musculus brevicauda*, *Eubalaena glacialis* e *Balaenoptera physalus* em comparação ao Atlas do nosso estudo (OMURA, 1969; CARRILLO et al. 2014).

Por outro lado, a *Balaenoptera physalus* e *Balaenoptera musculus* tem um histórico bem documentado de ocorrência ao longo da costa brasileira, incluindo a Paraíba, o que corrobora ainda mais para a identificação da espécie (Miranda et al., 2020).

A baleia-fin (*Balaenoptera physalus*) é considerada “Vulnerável” pela IUCN e “Em Perigo” pelo ICMBio (Cooke, 2018). A partir do ano de 1935 houve um aumento considerável da caça de baleia-fin (Rocha et al. 2014) e nos anos de 1905 a 1976, mais de 725 mil baleias-fin foram capturadas no Hemisfério Sul (Alisson,

2017). A espécie enfrenta ameaças como colisões com embarcações e emaranhamento em redes de pesca, apesar de sua população global estar em crescimento, no Brasil, ela sofre com a caça desde o século XVII (Dias, 2010).

Em um estudo realizado por Glienke (2021), que buscava entender sobretudo a ocorrência da baleia-fin no Atlântico Sul Ocidental, encontraram ao todo, dados de 17 encalhes e 4.895 avistagens, de 26 referências diferentes, entre janeiro de 1905 a agosto de 2021, e abrangeram principalmente a costa brasileira, uruguaia e argentina, entre os anos 1920 e 1940 representaram a maior porcentagem de avistamentos, o que conversa com a ideia de que, o material recebido em 2021, providenciada pelo Centro Universitário Unipê, oriunda da pesca e dos encalhes nos períodos anteriores a 1985 possa se tratar da *Balaenoptera physalus*.

Já a *Balaenoptera musculus* se encontra atualmente como “Criticamente em perigo”. Recentes levantamentos de cetáceos na costa brasileira, resultaram na avistagem de seis baleias-azul. Embora haja evidências de que algumas populações estejam se recuperando, estima-se que a população remanescente na região antártica tenha sofrido um declínio de pelo menos 90% no período de três gerações. No passado, a principal ameaça à conservação da espécie foi a intensa caça comercial, devido ao seu tamanho que proporciona um alto rendimento à atividade comercial baleeira (Domit et al. 2023).

Entre 1930 e 1931, quase 30 mil baleias-azuis foram caçadas na região antártica (Branch et al., 2004). A pressão da caça foi mais intensa sobre essa espécie e, em consequência, a baleia-azul quase foi extinta na década de 1960, quando passou a ser protegida pela Comissão Internacional Baleeira (International Whaling Commission). Desde 1904, foi reportado que 362.770 baleias-azuis foram caçadas no Hemisfério Sul (Clapham et al., 1999; Clapham & Baker, 2009). Atualmente, as ameaças relatadas para a espécie em diferentes regiões são a colisão com embarcações, a captura acidental em redes de pesca, o que indica a espécie como possível candidata.

É importante ainda, reforçar a exclusão de outras espécies como *Balaenoptera borealis* (baleia-sei), *Megaptera novaeangliae* (baleia-jubarte), *Balaenoptera acutorostrata* (baleia-minke) e *Balaenoptera brydei* (baleia-de-bryde)

já que as médias das vértebras dessas espécies não se sobrepõem aos valores observados no nosso estudo. Como exemplo, a *B. borealis* que tende a ter vértebras um pouco menores, o que a afasta como candidata.

5 CONCLUSÃO

Os objetivos deste estudo foram atingidos, uma vez que conseguimos determinar a identificação do material vertebral analisado como *Balaenoptera cf. musculus*. A inclusão de um exemplar dessas espécies na coleção é de grande relevância científica, principalmente considerando o status de vulnerabilidade atual destas.

Perspectivas

O estudo propõe expandir o banco de dados de espécies de mysticetos, de forma que possa auxiliar futuros pesquisadores na identificação de materiais vertebrais com maior eficiência. Além disso, destaca-se a necessidade de prosseguir com análises adicionais para confirmar a identidade da espécie com maior precisão, como a própria identificação por meio do material genético. Essa coleta de dados complementares e a realização de novas análises serão fundamentais para validar as conclusões obtidas.

REFERÊNCIAS

- ALLISON, C. **International Whaling Commission Catch Data Base**, 2017. v. 6.1.
- BISCONTI, M; LAMBERT, O; BOSSELAERS, M. **Revision of “Balaena” belgica reveals a new right whale species, the possible ancestry of the northern right whale, Eubalaena glacialis, and the ages of divergence for the living right whale species**. PeerJ, v. 5, p. e3464, 2017.
- BRANCH, T. A; MIKHALEV, Y. A; KATO, H. 2009. **Separating pygmy and Antarctic blue whales using long-forgotten ovarian data**. Marine Mammal Science, 25 (4): p.833–854.
- BUCHHOLTZ, E. A. **Modular evolution of the cetacean vertebral column**. Evolution & Development, v. 9, n. 3, p. 278-289, 2007.
- BUCHHOLTZ, E. A.; GEE, J. K. **Finding sacral: developmental evolution of the axial skeleton of odontocetes (Cetacea)**. Evolution & Development, v. 19, n. 4-5, p. 190-204, 2017.
- BUCHHOLTZ, E. A.; SCHUR, S. A. **Vertebral osteology in Delphinidae (Cetacea)**. Zoological Journal of the Linnean Society, v. 140, n. 3, p. 383-401, 2004.
- BUCHHOLTZ, E. A.; WOLKOVICH, E. M.; CLEARY, R. J. **Vertebral osteology and complexity in Lagenorhynchus acutus (Delphinidae) with comparison to other delphinoid genera**. Marine Mammal Science, v. 21, n. 3, p. 411-428, 2005.
- CARRILLO, M. et. al. **Descripción osteológica del rorcual común (Balaenoptera physalus, Linnaeus, 1758) del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona**. Arxius de Miscel·lània Zoològica, v. 12, p. 93-123, 2014.
- CLAPHAM, P.J. & BAKER, C.S., 2009. **Whaling, modern**. p.1239--1243. In:Perrin & Würsig. Encyclopedia of Marine Mammals, Academic Press San Diego.
- CLAPHAM, P.J. YOUNG, S.B. & BROWNELL JR., R.L., 1999. **Baleen whales: conservation issues and the status of the most endangered populations**. Mammal Review, 29: p.35-60.

- COOKE, J. G. 2018. **Balaenoptera physalus**. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T2478A50349982. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T2478A50349982.en>.
- CONSELHO EDITORIAL DO WORMS. **Registro Mundial de Espécies Marinhas**. Disponível em: <http://www.marinespecies.org> no VLIZ.
- DA CRUZ, J. B. **Morfologia interna dos cetáceos**. In: DA CRUZ, J. B. Mamíferos Aquáticos: Morfologia Geral dos Mamíferos Aquáticos. São Paulo - SP, 2020.
- DAVIS, J. G. **Leviatã**. Trad. Osmar Barbosa e Rogério Andrade Barbosa. Rio de Janeiro: Record, 1976.
- DI BENEDITTO, A. P.; SICILIANO, S.; RAMOS, R. **Cetáceos: Introdução à Biologia e a Metodologia Básica para o Desenvolvimento de Estudos**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz Escola Nacional de Saúde Pública, 2010.
- DIAS, R. J. S. **Morfologia e sedimentação na Plataforma Continental Externa e Talude ao largo da Ilha de São Sebastião -SP**. 2016. p. 109. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21136/tde-05092016-143309/>>.
- DOMIT, C. et al. 2023. **Balaenoptera musculus**. ICMBio. Processo de Avaliação do Risco de Extinção da Fauna Brasileira. Classificação Taxonômica - Salve - ICMBio. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>.
- DOUBLE, M. C. et al. **Migratory movements of pygmy blue whales (Balaenoptera musculus brevicauda) between Australia and Indonesia as revealed by satellite telemetry**. PLoS One, v. 9, n. 4, p. e93578, 2014.
- FARAH, M. et al. **Baleia à vista: Baleias do Brasil**. Revista Biologia Marinha-Projeto Biologia Marinha Bióicos, v. 2, n. 1, p. 51-58, 2019.
- FETTUCCIA, D, SIMÕES-LOPES, P. (2004). **Morfologia da coluna vertebral do boto- cinza, Sotalia guianensis (Cetacea, Delphinidae)**. Biotemas (Florianópolis). 17. 125-148.
- GLIENKE, D. **Ocorrência e biologia de baleia fin (Balaenoptera physalus) no Atlântico Sul Ocidental**. 2021.
- GILLET, A.; FRÉDÉRICH, B; PARMENTIER, E. **Divergent evolutionary morphology of the axial skeleton as a potential key innovation in modern**

cetaceans. Proceedings of the Royal Society B, v. 286, n. 1916, p. 20191771, 2019.

GONZÁLEZ, L. M. **La evolución de los cetáceos: moléculas, anatomías y mares.** Revista Cuadrivio, 2013.

HILLCOAT, S. K. et al. **Developing protocols for in-water morphometric measurements of cetaceans using stereo-videogrammetry.** Marine Mammal Science, v. 37, n. 1, p. 45-63, 2021.

ICMBio. **Pan Grandes Cetáceos e Pinípedes.** Disponível em: www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-grandes-cetaceos-e-pinipedes.

IWC, International Whaling Commission, 2013. **Annual Report of the International Whaling Commission 2012**, p.213. IWC Cambridge.

JACOBINA, A. M. S. **“Os Cetáceos.”** Repositorio.uniceub.br, 2000, repositorio.uniceub.br/jspui/handle/123456789/2396.

JUNIOR, L. C. F.; UEMURA, M. D. **Revisão bibliográfica: comparação entre a coluna vertebral da orca (Orcinus orca) e do cavalo (Equus caballus).** Atas de Saúde Ambiental-ASA, v. 4, n. 1, p. 105-112, 2016.

KARDONG, K. V. **Vertebrados: anatomia comparativa, função, evolução.** Nova York: McGraw-Hill, 2006.

KIM, S. M. et al. **First record of ginkgo-toothed beaked whale (Mesoplodon ginkgodens) stranded in Korea.** Journal of Veterinary Medical Science, v. 81, n. 8, p. 1223-1228, 2019.

LEVAI, L. F., & DE SOUZA, V. M. (2009). **Memórias de sangue: a história da caça à baleia no litoral Paraibano.** Revista Brasileira de Direito Animal, 4(5).

LODI, L; BOROBIA, M. **Baleias, botos e golfinhos do Brasil: guia de identificação.** Technical Books Editora, 2013.

MIRANDA, A. D. et al. **Guia de Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil – ICMBio/CMA ed. -- Brasília, DF: ICMBio/CMA, 2019. 70 p. : il., color. ISBN: 978-85-61842-90-1**

OMURA, H. **A comparison of the size of vertebrae among some species of the baleen whales with special reference to whale movements.** Sci. Rep. Whales Res. Inst., v. 23, p. 61-9, 1971.

OMURA, H. **Osteological study of the little piked whale from the coast of Japan.** Sci. Rep. Whales Res. Inst., v. 12, p. 1-21, 1957.

OMURA, H. **Bryde's whales from the coast of Japan.** Sci. Rep. Whales Res. Inst., v. 14, p. 1-33, 1959.

OMURA, H.; ICHIHARA, T.; KASUYA, T. **Osteology of pygmy blue whale with additional information on external and other characteristics.** Sci. Rep. Whales Res. Inst., v. 22, p. 1-27, 1970.

OMURA, H. et al. **Black right whales in the North Pacific.** Sci. Rep. Whales Res. Inst., v. 21, p. 1-78, 1969.

PERRIN, W. F.; MALLETT, S. D.; BROWNELL, R. L. **Minke whales: *Balaenoptera acutorostrata* and *B. bonaerensis*.** In Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press, 2018. p. 608-613.

PORT TOWNSEND MARINE SCIENCE CENTER. **The Orca Project: Orca Bone Atlas.** Disponível em: <https://ptmsc.org/boneatlas/>

PRICE, S. A.; BININDA-EMONDS, O. R.; GITTLEMAN, J. L. **A complete phylogeny of the whales, dolphins and even-toed hoofed mammals (Cetartiodactyla).** Biological Reviews, v. 80, n. 3, p. 445-473, 2005.

PYENSON, N. D.; SPONBERG, S. N. **Reconstructing body size in extinct crown Cetacea (Neoceti) using allometry, phylogenetic methods and tests from the fossil record.** Journal of Mammalian Evolution, v. 18, n. 4, p. 269-288, 2011.

RALLS, K. & MESNICK, S. **Sexual Dimorphism.** In Encyclopedia of Marine Mammals, 2011. 2. ed. Editors William F. Perrin, Bernd Würsig and J. G. M. Thewissen. Elsevier Academic Press, 1005 - 1011.

ROCHA, R. C.; CLAPHAM, P. J.; IVASHCHENKO, Y. V. **Emptying the oceans: A summary of industrial Whaling catches in the 20th century.** Marine Fisheries Review, 2014. v. 76, n. 4, p. 37-48.

ROSENBAUM, H. C. et al. **An effective method for isolating DNA from historical specimens of baleen.** Molecular Ecology, v. 6, n. 7, p. 677-681, 1997.

ROSENBAUM, H. C. et al. **World-wide genetic differentiation of *Eubalaena*: questioning the number of right whale species.** Molecular Ecology, v. 9, n. 11, p. 1793-1802, 2000.

SANTOS, M. C. O. **Orca é Baleia Ou Golfinho?** Laboratório de Biologia da Conservação de Mamíferos Aquáticos (LABCMA), 2022, www.researchgate.net/profile/Marcos-Santos-71/publication/373121561_Orca_e_baleia_ou_golfinho_as_perguntas_mais_comuns_sobre_os_cetaceos_finalmente_respondidas/links/64e0ade0caf5ff5cd0c75f88/Orca-e-baleia-ou-golfinho-as-perguntas-mais-comuns-sobre-os-cetaceos-finalmente-respondidas.pdf.

TEBBUTT, S. J.; STEWART, R. E.; HILL, D. F. **Isolation and characterisation of DNA from whale bone.** Journal of the Royal Society of New Zealand, v. 30, n. 4, p. 365-371, 2000.

TINKER, Spencer Wilkie. **Whales of the world.** Brill Archive, 1988.

WANG, Z. et al. **Obesity' is healthy for cetaceans? Evidence from pervasive positive selection in genes related to triacylglycerol metabolism.** Scientific Reports, v. 5.

**APÊNDICE A – VÉRTEBRAS COM DIMENSÕES DE CC, AC e LC
COMPROMETIDAS.**

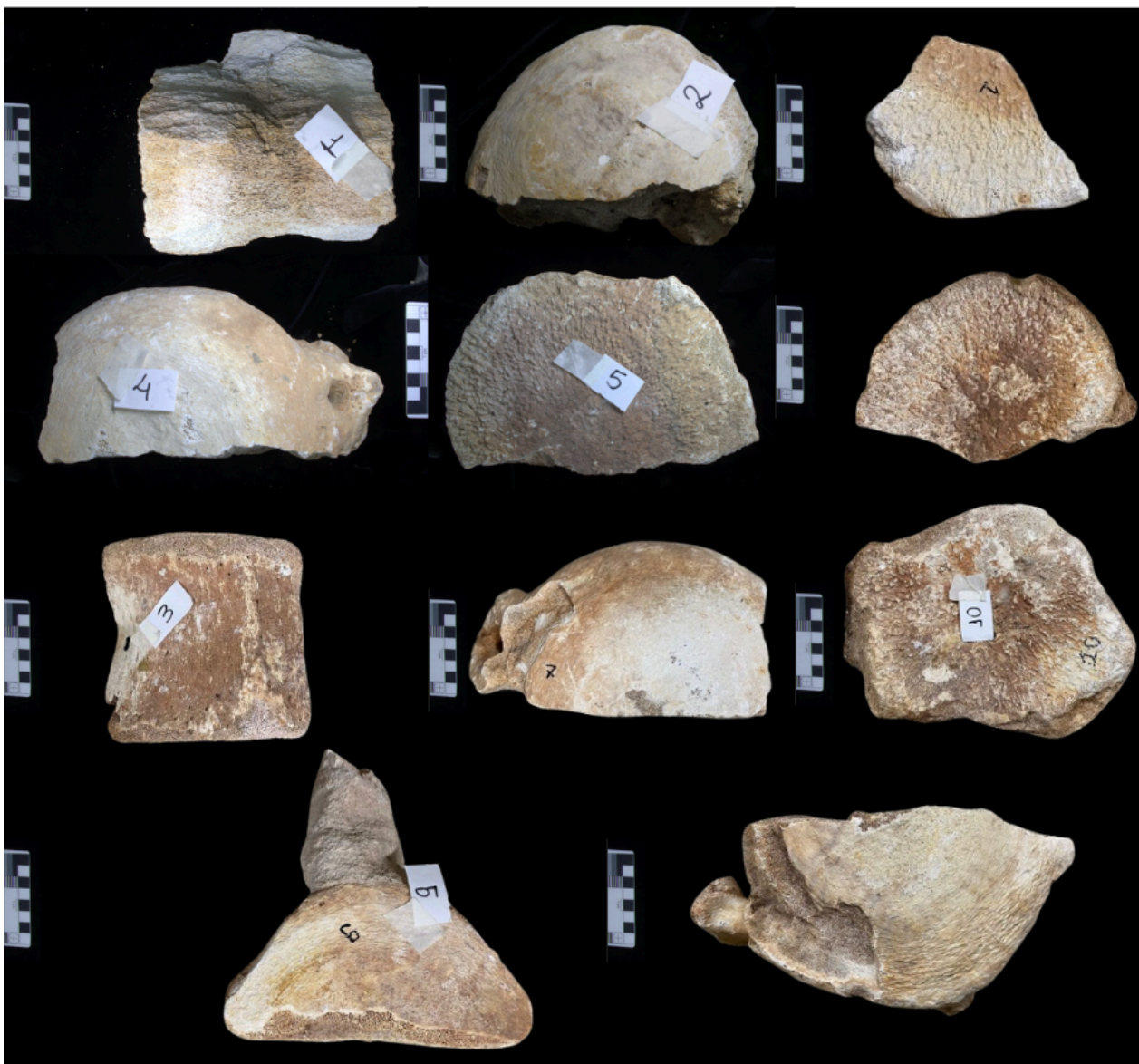


Figura 15. Prancha das vértebras quebradas com medidas comprometidas. Fonte:
Elaborada pela autora (2024);