



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA
CURSO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Camila Nicelli Sotili

Traços de Identidade: O Potencial dos Bicos na Identificação Taxonômica de Polvos de
Águas Rasas do Brasil

Florianópolis

2025

Traços de Identidade: O Potencial dos Bicos na Identificação Taxonômica de Polvos de
Águas Rasas do Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Tatiana Silva Leite
Co-orientadora: Profa. Dra. Lorena Candice de Araújo Andrade

Florianópolis

2025

Sotili, Camila Nicelli

Traços de Identidade : O Potencial dos Bicos na Identificação Taxonômica de Polvos de Águas Rasas do Brasil / Camila Nicelli Sotili ; orientadora, Tatiana Silva Leite, coorientadora, Lorena Candice de Araújo Andrade, 2025.

52 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Morfometria. 3. Identificação de espécies. 4. Polvo. 5. Bico. I. Leite, Tatiana Silva. II. Andrade, Lorena Candice de Araújo. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

Camila Nicelli Sotili

Traços de Identidade: O Potencial dos Bicos na Identificação Taxonômica de Polvos de
Águas Rasas do Brasil

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de
Bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas.

Florianópolis, 01 de dezembro de 2025.

Banca examinadora

Profa Tatiana Silva Leite, Dra
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientadora

Profa. Andrea Santarosa Freire, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina
Membro Titular

Prof. Guilherme Renzo Rocha Brito, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina
Membro Titular

Mariana Osório Cortes, Me.
Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo
Membro Suplente

Florianópolis, 2025

Dedico este trabalho aos meus pais, Kathia e Edson, e à minha irmã Gabriela.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao doutorando Renato Dantas, por ter facilitado o contato com os pescadores de polvo em Arraial do Cabo. Assim como sou grata aos pescadores, que permitiram e aguardaram pacientemente a coleta dos bicos utilizados neste trabalho. Ao doutorando Alisson Dopona, agradeço por reservar um momento de suas coletas no Rio Grande do Norte para coletar também os bicos de *O. insularis*. Agradeço ao Prof. Dr. Manuel Haimovici, da Universidade Federal do Rio Grande, por disponibilizar os bicos de *P. tehuelchus* de sua coleção para este trabalho. Aos meus colegas de laboratório e alunos de vivência, agradeço por auxiliarem na coleta, na dissecação e na captura de imagens.

À minha orientadora Tatiana Leite, que me inspira tanto no meio acadêmico quanto na vida, sou grata por me acolher no laboratório, pelos aprendizados, pela paciência, apoio e orientação, especialmente durante o desenvolvimento deste trabalho. À minha co-orientadora Lorena Andrade, que aceitou, mais de uma vez, o convite para esta co-orientação. Mesmo com a troca de temas, o destino manteve nossos caminhos cruzados, e sou muito grata por isso. Você é uma inspiração para mim e sua dedicação foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho e meu crescimento pessoal.

Aos meus pais, Edson Sotili e Kathia Figueredo, e à minha irmã, Gabriela Figueredo, agradeço por me oferecerem todo apoio, incentivo e amor necessário, permitindo que eu chegasse até uma universidade pública e concluísse o ensino superior. Agradeço ao meu namorado Thiago Jacques, por compor um dos pilares da minha rede de apoio e pelas inúmeras linguagens de amor expressadas durante todos estes anos. Aos meus amigos, Beatriz Villefort, Diogo Ramos, Karolina Vieira, Leonardo Batista, Marina Tonial e Vitor Zanelatto, que me acompanham desde a primeira fase, sou grata pelo apoio e pelas memórias criadas ao longo desses anos de graduação.

E, por fim, expresso minha gratidão à Universidade Federal de Santa Catarina por oferecer uma formação gratuita e de qualidade, e por proporcionar ótimos momentos durante estes cinco anos de graduação que guardarei com muito carinho.

RESUMO

Os cefalópodes compreendem um grupo de moluscos adaptados a uma ampla variedade de ambientes marinhos, ocupando posições intermediárias e superiores nas teias tróficas. Seus bicos são estruturas resistentes e frequentemente reportadas no conteúdo estomacal de seus predadores. Dessa forma, a identificação taxonômica a partir dos bicos é uma etapa essencial para poder inferir informações sobre a dinâmica trófica de um ecossistema. Apesar disso, poucos estudos exploram o potencial taxonômico dessa estrutura para espécies de polvo. O presente trabalho teve como objetivo descrever e avaliar o potencial discriminante dos bicos superior e inferior de cinco espécies de polvos que ocorrem na costa brasileira. Foram analisados 114 pares de bicos, nos quais 17 variáveis morfométricas foram mensuradas. Para minimizar o efeito alométrico entre os indivíduos, as medidas foram padronizadas pela razão entre a variável observada e o comprimento da crista. Características úteis na diferenciação entre as espécies *Macrotritopus* cf. *defilippi*, *Octopus americanus*, *O. hummelincki*, *O. insularis* e *Paroctopus tehuelchus* foram identificadas. Os resultados da ANOVA indicaram diferenças significativas entre as espécies, especialmente na região rostral dos bicos. A função discriminante linear revelou uma taxa de classificação correta de 72,8% para o bico superior e 66,1% para o bico inferior. Esses resultados sugerem que a identificação específica é possível com base em caracteres morfológicos e morfométricos dos bicos, sendo que espécies filogeneticamente próximas apresentam maior diferenciação no bico superior, enquanto que gêneros diferentes são melhor discriminados pelo bico inferior. Os resultados obtidos neste trabalho contribuem com o processo de identificação de estoques pesqueiros e de bicos provenientes do conteúdo estomacal de predadores e, conseqüentemente, para o entendimento do papel ecológico dos cefalópodes em ecossistemas marinhos.

Palavras-chave: Morfometria; identificação de espécies; bico; *O. americanus*; *O. insularis*; *O. hummelincki*; *P. tehuelchus*; *M. cf. defilippi*.

ABSTRACT

Cephalopods are a group of mollusks adapted to a wide variety of marine environments, playing roles in intermediate and upper trophic levels. Their beaks are resistant structures and are frequently recovered from the stomach contents of predators. Taxonomic identification based on beaks is a valuable tool for assessing information about the trophic dynamics. Despite this, few studies have explored the taxonomic potential of this structure for octopus species. This study aimed to describe and evaluate the discriminant potential of the upper and lower beaks of five octopus species occurring along the Brazilian coast. A total of 114 pairs of beaks were analyzed, from which 17 morphometric variables were measured. To minimize allometric effects, the measurements were standardized by the ratio of the observed variable to crest length. Useful traits for distinguishing *Macrotritopus* cf. *defilippi*, *Octopus americanus*, *O. hummelincki*, *O. insularis* e *Paroctopus tehuelchus* were identified. ANOVA results showed significant differences among species, especially in the rostral region of the beaks. Linear discriminant analyses revealed a correct classification rates of 72.8% for upper beaks and 66.1% for lower beaks. These results suggest that the identification of octopus based on beaks is possible at species-level, with close-related species showing greater differentiation in the upper beak, whereas different genera are better discriminated by the lower beak. The findings in this study contribute to the identification of fishery stocks and of beaks retrieved from predator stomach contents, and consequently to understanding the ecological role of cephalopods in marine ecosystems.

Keywords: Morphometry; species identification; bico; *O. americanus*; *O. insularis*; *O. hummelincki*; *P. tehuelchus*; *M. cf. defilippi*.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UHL	Upper hood length; comprimento do capuz do bico superior (sigla em inglês)
LHL	Lower hood length; comprimento do capuz do bico inferior (sigla em inglês)
URL	Upper rostrum length; comprimento do rostro do bico superior (sigla em inglês)
LRL	Lower rostrum length; comprimento do rostro do bico inferior (sigla em inglês)
URW	Upper rostrum width; largura do rostro do bico superior (sigla em inglês)
LRW	Lower rostrum width; largura do rostro do bico inferior (sigla em inglês)
UWiL	Upper wing length; comprimento da asa do bico superior (sigla em inglês)
LWiL	Lower wing length; comprimento da asa do bico inferior (sigla em inglês)
UANG	Upper angle; ângulo do bico superior
LANG	Lower angle; ângulo do bico inferior
UBL	Upper baseline; comprimento da base do bico superior (sigla em inglês)
LBL	Lower baseline; comprimento da base do bico inferior (sigla em inglês)
UCL	Upper crest length; comprimento da crista do bico superior (sigla em inglês)
LCL	Lower crest length; comprimento da crista do bico inferior (sigla em inglês)
UCH	Upper crest height; altura da crista do bico superior (sigla em inglês)
LCH	Lower crest height; altura da crista do bico inferior (sigla em inglês)
ULWL	Upper lateral wall length; comprimento da parede lateral do bico superior (sigla em inglês)
LWLL	Lower lateral wall length; comprimento da parede lateral do bico inferior (sigla em inglês)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 MATERIAIS E MÉTODOS	21
2.1 COLETA DE DADOS	21
2.1.1 Dissecação	21
2.1.2 Captura de Imagens	22
2.2 DESCRIÇÃO	22
2.3 MEDIDAS LINEARES	23
2.4 ANÁLISE DE DADOS	25
2.4.1 Padronização	25
2.4.2 Análise estatística	25
3 RESULTADOS	26
3.1 DESCRIÇÃO DAS VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS POR ESPÉCIE	26
3.2 COMPARAÇÃO DAS MEDIDAS LINEARES PARA O BICO SUPERIOR	28
3.2.1 Análise Discriminante Linear do Bico Superior	31
3.3 COMPARAÇÃO DAS MEDIDAS LINEARES PARA O BICO INFERIOR	33
3.3.1 Análise Discriminante Linear do Bico Inferior	36
4 DISCUSSÃO	39
5 CONCLUSÃO	44

1 INTRODUÇÃO

Os cefalópodes compreendem um grupo de moluscos adaptados a uma ampla variedade de ambientes marinhos, distribuindo-se desde regiões costeiras rasas até águas profundas (Jereb e Roper, 2010). Devido à sua ampla distribuição, os cefalópodes desempenham papel ecológico fundamental nos ecossistemas marinhos, ocupando posições intermediárias e até superiores nas teias tróficas (Cherel et al., 2009; Dantas et al., 2022). Enquanto presas, a grande variação de tamanho entre as espécies confere aos cefalópodes grande relevância como recurso alimentar para diferentes grupos de predadores, incluindo tubarões, grandes peixes e mamíferos marinhos (Santos e Haimovici, 2002; Boyle e Rodhouse, 2005; Andrade, 2008; Luna et al., 2021; Dantas et al., 2022). Por outro lado, como predadores, o grupo tem alta plasticidade trófica, característica associada ao metabolismo rápido e ao curto ciclo de vida, o que os define de uma forma geral como predadores oportunistas (Rodhouse e Nigmatullin, 1996). Sua dieta é variada ao longo do desenvolvimento, incluindo principalmente crustáceos, peixes e moluscos (Rodhouse e Nigmatullin, 1996; Villanueva et al., 2017), o que os torna elos essenciais na transferência de energia e nutrientes entre os diferentes níveis tróficos (Chesnais et al., 2019).

Além disso, os cefalópodes são um importante recurso pesqueiro, com desembarques significativos no continente asiático e sul-americano (Ospina-Alvarez et al., 2022). Fatores como a rápida taxa de crescimento, elevado valor nutricional (Ozogul et al., 2008; Mouritsen e Styrbæk, 2018) e a necessidade de substituir os pescados tradicionais já sobreexplorados (Caddy e Rodhouse, 1998; Perez e Pezzuto, 1998; Arkhipkin et al., 2015; Sauer et al., 2019) também favoreceram para que este grupo se tornasse um recurso pesqueiro emergente. Sua captura é realizada em grande escala, por meio de frotas industriais que impulsionam uma cadeia produtiva internacional (Archidiacono e Tomás, 2009; Ávila-da-Silva et al., 2014), e em pequena escala, através de métodos artesanais que desempenham um papel socioeconômico importante em comunidades locais e regionais (Pita et al., 2021; Dantas e Leite, 2023; Willer et al., 2023).

Considerando sua ampla distribuição, importância ecológica e valor socioeconômico, estudos sobre a ecologia e sistemática desse grupo são essenciais para compreender sua contribuição nos ecossistemas marinhos e garantir estratégias de conservação das espécies (Xavier et al., 2015; Nakajima et al., 2018). Entretanto, pesquisas sobre sua diversidade permanecem defasadas e apresentam vieses voltados principalmente às espécies de interesse comercial (Voss e Sweeney, 1998; Tittensor et al., 2010). Estima-se que mais de uma centena

de espécies de polvos sejam capturadas pela pesca, contudo, a dificuldade de discriminação morfológica e a escassez de ferramentas adequadas para identificação resultam na agregação de diferentes espécies sob um único nome (Jereb et al., 2005; Assunção, 2012; Van Nieuwenhove et al., 2019). Além disso, a subestimação da diversidade de cefalópodes é agravada pela dificuldade de amostragem, uma vez que muitas espécies habitam ambientes de difícil acesso (Clarke, 1996; Sales et al., 2019) e métodos tradicionais, como o uso de redes e potes, mostram-se pouco eficazes na captura de indivíduos adultos (Clarke, 1977; Rodhouse, 1990).

Os predadores de cefalópodes demonstram maior eficiência na captura desses organismos do que os métodos de amostragem convencionais (Clarke, 1977; Rodhouse, 1990). Em razão disso, grande parte das informações disponíveis sobre cefalópodes deriva da análise do conteúdo estomacal de seus predadores (Santos e Haimovici, 2001, 2002; Leite e Haimovici, 2006; Markaida e Sosa-Nishizaki, 2010; Adams et al., 2015; Rosas-Luis et al., 2016; Sales et al., 2019). Dessa forma, uma alternativa de contornar as limitações impostas pelos métodos tradicionais de amostragem consiste na utilização de amostras biológicas como fonte indireta de informação sobre a fauna local (Boyle e Rodhouse, 2005; Xavier et al., 2015). Apesar dessa vantagem, a identificação taxonômica dos cefalópodes obtidos por meio dessa amostragem é desafiadora. Espécies filogeneticamente próximas são frequentemente difíceis de distinguir devido à escassez de caracteres morfológicos diagnósticos (O'Brien et al., 2021). Além disso, uma proporção significativa da massa corporal desses indivíduos é rapidamente digerida, geralmente em até 4 horas (Jackson e Ryan, 1986), restando apenas algumas estruturas rígidas, como o bico e o gladius, que podem ser utilizados para identificação.

Entre as estruturas rígidas dos cefalópodes, os bicos destacam-se por sua elevada resistência à digestão, podendo permanecer no estômago de seus predadores por dias, semanas ou até meses (Furness et al., 1984; Jackson et al., 1986). Devido à sua composição quitinosa e à configuração morfológica estável, os bicos podem ser facilmente mensurados e utilizados como ferramenta em diversas abordagens de estudos (Clarke, 1962; Xavier et al., 2022). A partir desses elementos é possível obter informações relevantes sobre a diversidade local (Andrade, 2008; Xavier et al., 2014; Cherel, 2020), padrões de distribuição (Xavier, 2002; Xavier et al., 2006; Liu et al., 2015; Xavier et al., 2014), idade e crescimento (Perales-Raya et al., 2014; Queirós et al., 2023), aspectos reprodutivos (Hernández-García et al., 1998), dimorfismo sexual (Jackson, 1995; Bolstad, 2006), ecologia alimentar (Castro et

al., 1995; Franco-Santos et al., 2014), mapeamento e manejo de estoques pesqueiros (Fang et al., 2021) e posição trófica dos cefalópodes (Cherel et al., 2009; Guerra et al., 2010; Cherel et al., 2011). Adicionalmente, a análise de bicos no conteúdo estomacal também permite inferir informações ecológicas sobre os próprios predadores de cefalópodes, como padrões migratórios (Clarke et al., 1974; Xavier, 2002), estimativa de biomassa consumida (Clarke et al., 2002) e potenciais relações de competição entre espécies (Xavier e Croxall, 2007). Para que os bicos possam ser efetivamente empregados nessas diversas aplicações, uma etapa essencial consiste na correta identificação taxonômica das espécies.

A variabilidade morfológica observada nos bicos dos cefalópodes reflete de forma expressiva as relações filogenéticas do grupo (Sánchez-Márquez et al., 2022), permitindo distinguir entre as principais ordens, como lulas e polvos (Neige e Dommergues, 2002; Roscian et al., 2022). Além disso, essa variação pode apresentar padrões espécie-específicos e, em alguns casos, estar associada aos hábitos alimentares das espécies (Roscian et al., 2022; Wang et al., 2024). O bico dos cefalópodes é constituído por uma mandíbula superior e outra inferior, sendo esta última a mais comumente utilizada em pesquisas científicas (Clarke, 1986). No entanto, a análise detalhada de ambas as estruturas, considerando suas dimensões e características estruturais, podem ser empregadas tanto na identificação taxonômica quanto em outras abordagens (Neige e Dommergues, 2002; Xavier et al., 2011).

Métodos de morfometria tradicional têm sido amplamente aplicados na identificação de espécies, por demandarem menor esforço técnico em comparação à outros procedimentos e por contarem com maior disponibilidade de dados para análises comparativas (Xavier et al., 2022). Diversos estudos têm explorado a identificação de cefalópodes a partir dos bicos, especialmente para as lulas (Wolff, 1984; Clarke, 1986; Lu e Ickeringill, 2002; Neige e Dommergues, 2002; Xavier e Cherel, 2009; Chen et al., 2012; Hu et al., 2018; Cherel, 2020; Pacheco-Ovando et al., 2021), no qual a identificação pode alcançar o nível de espécie. Entretanto, ainda são escassos os estudos voltados à diferenciação entre espécies de polvo sendo a maioria limitada a níveis taxonômicos superiores, como família ou gênero (Smale et al., 1993; Xavier et al., 2007; Sánchez-Márquez et al., 2022).

O levantamento mais recente sobre a biodiversidade de cefalópodes no Brasil inclui 93 espécies, das quais 32 pertencem à ordem Octopoda (Haimovici et al., 2025). Entretanto, apenas 9 apresentam uma descrição adequada do bico a ponto de permitir a identificação da espécie a partir da estrutura isolada, como *Argonauta nodosa* e *Vampyroteuthis infernalis* (Vaske, 2006). Para a maior parte das espécies, essas descrições são pobres em detalhes ou

então inexistentes. Entre elas destacam-se *Octopus americanus* Froriep, 1806 e *Octopus insularis* Leite e Haimovici, 2008 espécies crípticas, amplamente exploradas pela pesca e que coexistem ao longo da costa ocidental do Atlântico, mas apresentam descrição dos bicos incompleta. A distinção entre as duas espécies em ambiente natural pode ser feita através da observação de seus padrões corporais (O'Brien et al., 2023; Alvarenga, 2024). No entanto, essa ferramenta é pouco útil em indivíduos adquiridos pela pesca ou provenientes do conteúdo estomacal de predadores.

O. americanus é um polvo bentônico que ocorre desde o Mar del Plata, na Argentina, até a costa da Virgínia, nos Estados Unidos (Avendaño et al., 2020), sendo registrado desde águas muito rasas até cerca de 200 metros de profundidade (Côrtes et al., 2025). Trata-se de uma espécie intensamente explorada pela pesca industrial no Sul e Sudeste do Brasil, embora existam poucos estudos sobre a sua dinâmica populacional e suas relações tróficas (Côrtes et al., 2025). Já *O. insularis* é um polvo bentônico de águas quentes, registrado em profundidades de 0 a 50 metros (Côrtes et al., 2025). Essa espécie é explorada pela pesca artesanal e foi originalmente descrita para áreas costeiras e ilhas oceânicas do nordeste brasileiro (Leite et al., 2008). Registros subsequentes expandiram sua distribuição para o Mar do Caribe e as Ilhas Santa Helena e Ascensão (Amor et al., 2017; Lima et al., 2017; O'Brien et al., 2021). A ecologia trófica de *O. insularis* encontra-se bem documentada, sobretudo em ilhas oceânicas, onde diversos estudos têm sido realizados (Leite et al., 2009; Leite et al., 2009; Bouth et al., 2011; Dantas et al., 2020, 2022).

Também pertencente ao gênero *Octopus*, a espécie *Octopus hummelincki* Adam, 1936, não possui descrição do bico, mas pode distinguir-se das anteriores pela presença de um par de ocelos localizados entre a cabeça e o segundo e terceiro braços. Essa espécie não é alvo da atividade pesqueira e raramente é observada *in situ*, o que explica a escassez de estudos sobre sua ecologia (Leite e Haimovici, 2006). No Brasil, sua ocorrência foi registrada desde o estado do Maranhão até Santa Catarina, incluindo as ilhas oceânicas do Nordeste (Haimovici et al., 2025). Outras espécies incluídas na lista de Haimovici et al. (2025) são *Paroctopus tehuelchus* (D'Orbigny, 1835) e *Macrotritopus* cf. *defilippi* (Vérany, 1851). Ambas apresentam pequeno porte e carecem de informações sobre aspectos ecológicos (Leite et al., 2024; Haimovici et al., 2024), assim como sobre os seus bicos.

A espécie *P. tehuelchus*, inicialmente descrita no gênero *Octopus*, foi posteriormente realocada para *Paroctopus* com base em evidências genéticas que indicaram maior proximidade filogenética com este grupo (Ibáñez et al., 2020), o que também é corroborado

por similaridades morfológicas (González-Gómez et al., 2024). *P. tehuelchus* é um polvo bentônico, distribuído desde o Sudeste do Brasil até o Golfo de San Jorge, na Argentina (Haimovici et al., 2025). Embora sua captura direta seja pouco frequente no Brasil, a espécie é comumente registrada no conteúdo estomacal de predadores (Santos e Haimovici, 2001), mas a identificação a partir do bico é dificultada uma vez que a sua descrição é incompleta.

A espécie *M. cf. defilippi* teve seu bico recentemente descrito por autores da Colômbia (Guerrero-Kommritz e Rodriguez-Bermudez, 2019). Ela é conhecida popularmente como “polvo-de-areia”, apresenta ampla distribuição, ocorrendo em todo Oceano Atlântico, no Índico e no Mar Mediterrâneo. No Brasil, sua distribuição permanece pouco conhecida, com registros dispersos do Norte ao Sul no país (Leite et al., 2024; Haimovici et al., 2025). No entanto, análises de amostras obtidas a partir de conteúdo estomacal de predadores revelam variações morfológicas entre espécies do gênero *Macrotritopus*, sugerindo a possível existência de duas espécies distintas de polvos-de-areia no litoral brasileiro (Guerrero-Kommritz e Rodriguez-Bermudez, 2019; Sales et al., 2019).

Apesar do conhecimento sobre algumas dessas espécies ainda ser limitado, a presença delas no conteúdo estomacal de predadores, como peixes teleósteos e mamíferos marinhos, tem sido frequentemente reportada (Santos e Haimovici, 2001, 2002; Sales et al., 2019). Esses registros fornecem informações relevantes sobre a ecologia e distribuição das espécies em determinada região. Para que tais inferências sejam confiáveis, é fundamental que a identificação dos exemplares seja realizada até o menor nível taxonômico possível (Vaske, 2006; Xavier e Cherel, 2009). Com exceção do *Macrotritopus defilippi*, que teve uma descrição comparativa recentemente publicada (Guerrero-Kommritz e Rodriguez-Bermudez, 2019), todas as demais espécies mencionadas não incluem uma descrição do bico detalhada e eficiente para a identificação da espécie. Considerando o contexto, o presente estudo tem por objetivo descrever os bicos superior e inferior de cinco espécies distribuídas ao longo da costa brasileira, *Octopus americanus*, *Octopus hummelincki*, *Octopus insularis*, *Macrotritopus cf. defilippi* e *Paroctopus tehuelchus*, e avaliar sua capacidade discriminante. Para atingir esse propósito, foram quantificadas as similaridades e diferenças de ambos os bicos através de dezoito dimensões morfométricas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 COLETA DE DADOS

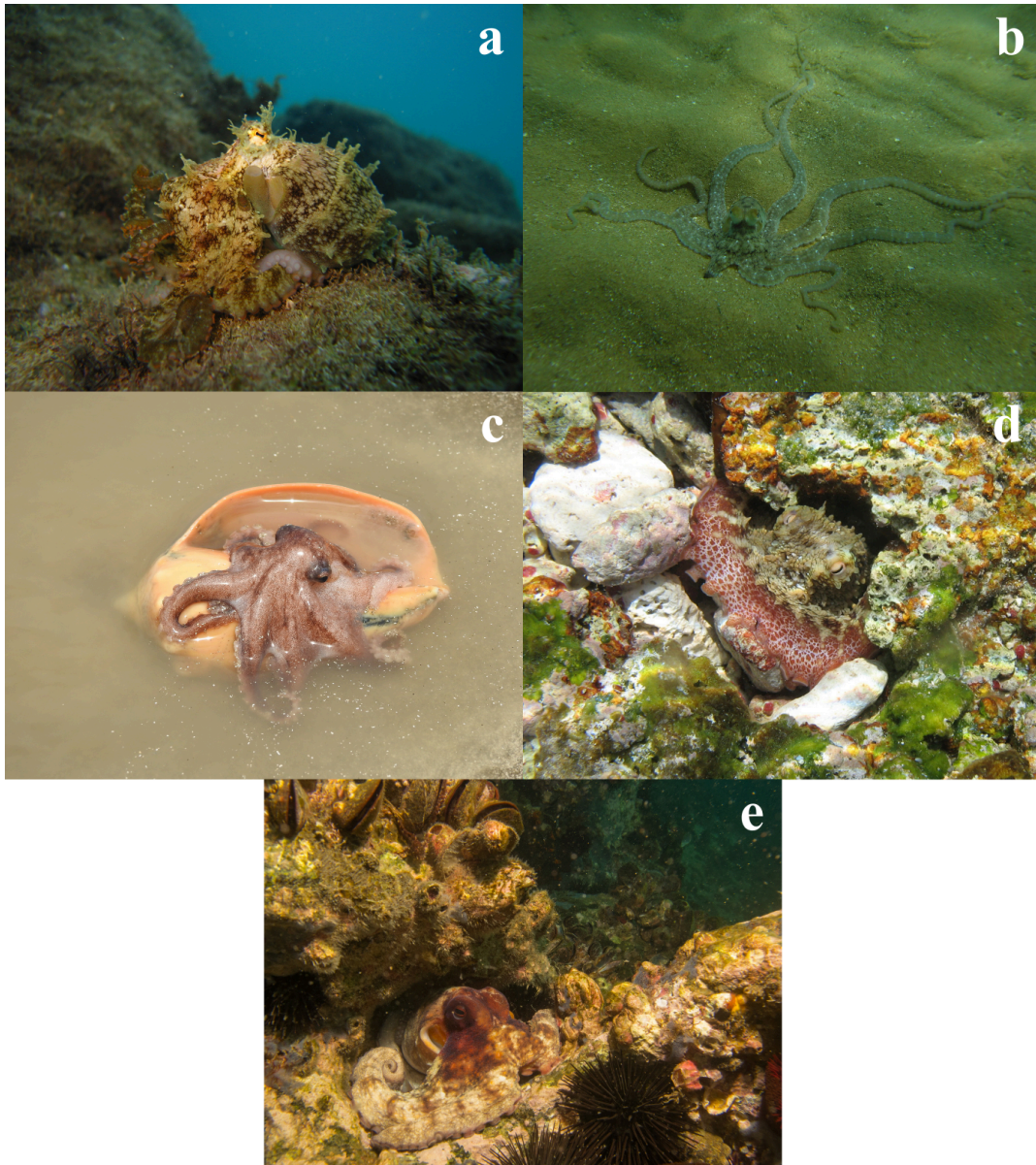
Os bicos foram adquiridos a partir de exemplares adultos previamente identificados presentes nas coleções do Laboratório de Métodos de Estudos Subaquáticos e Cefalópodes (LAMECE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), do Laboratório de Recursos Pesqueiros Demersais e Cefalópodes da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e de coletas realizadas no desembarque da pesca industrial e artesanal de Itajaí/SC e Arraial do Cabo/RJ, respectivamente (tabela 1). A separação entre machos e fêmeas não foi realizada, uma vez que os bicos não apresentam dimorfismo sexual estatisticamente significativo (Fang et al., 2018; Wang e Fang, 2023).

No total, 114 bicos de 5 espécies diferentes da família Octopodidae (*Octopus hummelincki* (n=5; Figura 1a), *Macrotritopus* cf. *defilippi* (n=6; Figura 1b), *Paroctopus tehuelchus* (n=6; Figura 1c), *Octopus insularis* (n=29; Figura 1d), *Octopus americanus* (n=69; Figura 1e)) foram analisados, sendo que 43 deles já estavam dissecados e os demais 72 bicos foram dissecados pela autora e terceiros.

Tabela 1: Classificação, origem e quantidade dos espécimes analisados.

Espécie	Origem	n
<i>Macrotritopus</i> cf. <i>defilippi</i>	Bahia, Rio de Janeiro e Rio Grande do Norte	5
<i>Paroctopus tehuelchus</i>	Rio Grande do Sul	6
<i>Octopus americanus</i>	Rio de Janeiro e Santa Catarina	69
<i>Octopus hummelincki</i>	Ceará e Bahia	5
<i>Octopus insularis</i>	Rio Grande do Norte e Ilhas Oceânicas	29
TOTAL		114

Figura 1: Indivíduos adultos das espécies *Octopus hummelincki* (a), *Macrotritopus* cf. *defilippi* (b), *Paroctopus tehuelchus* (c), *Octopus insularis* (d) e *Octopus americanus* (e).



Fonte (a, b, c, d, e): Acervo do Projeto Cephalopoda.

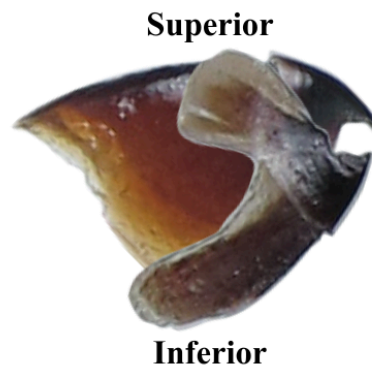
2.1.1 Dissecação

Para a dissecação, os bicos foram removidos junto com a massa bucal e a etapa seguinte variou conforme o estado de fixação do espécime. Em espécimes frescos, oriundos do desembarque, a massa bucal foi removida com o auxílio de tesoura e pinça e o bico limpo foi armazenado em frascos individualizados e etiquetados com álcool 70%. Para espécimes já fixados, a massa bucal foi deixada de molho em água por um período mínimo de 24h para ação bacteriana (Clarke, 1986). Posteriormente, o excesso de massa foi removido com o auxílio da tesoura e os bicos foram armazenados junto com os espécimes

fixados. Para os bicos mais frágeis à manipulação com tesoura, foram realizados banhos de hipoclorito de sódio diluído (3 a 5 segundos), a fim de minimizar os danos físicos durante a dissecação (Clarke, 1986).

Os bicos já dissecados (Figura 2) foram armazenados em coleção úmida, juntamente com o espécime inteiro ou, na ausência deste, em um recipiente isolado com etiqueta própria de identificação. A solução de preservação utilizada foi álcool 70% e glicerina.

Figura 2: Bicos superior e inferior dissecados da espécie *Paroctopus tehuelchus*. Os bicos estão posicionados em sua configuração natural.



Fonte: Elaborado pela autora.

2.1.2 Captura de Imagens

As imagens foram capturadas com a câmera Canon G11 na função Macro, em fundo e base brancos e com duas fontes de iluminação. O tripé da câmera foi mantido em uma altura de 90 cm e os bicos foram posicionados a 5,5 cm da lente da câmera. Todos os bicos foram fotografados ao lado de uma régua para definição da escala e sua respectiva etiqueta de identificação.

As fotografias foram feitas em duas perspectivas para obter a face lateral e superior dos bicos superior e inferior. A escolha dos lados para a captura da face lateral foi definida de acordo com a integridade do material, dando preferência para o lado que apresentava melhor preservação da porção anterior. Por fim, as imagens foram editadas para que os bicos apresentassem a mesma orientação.

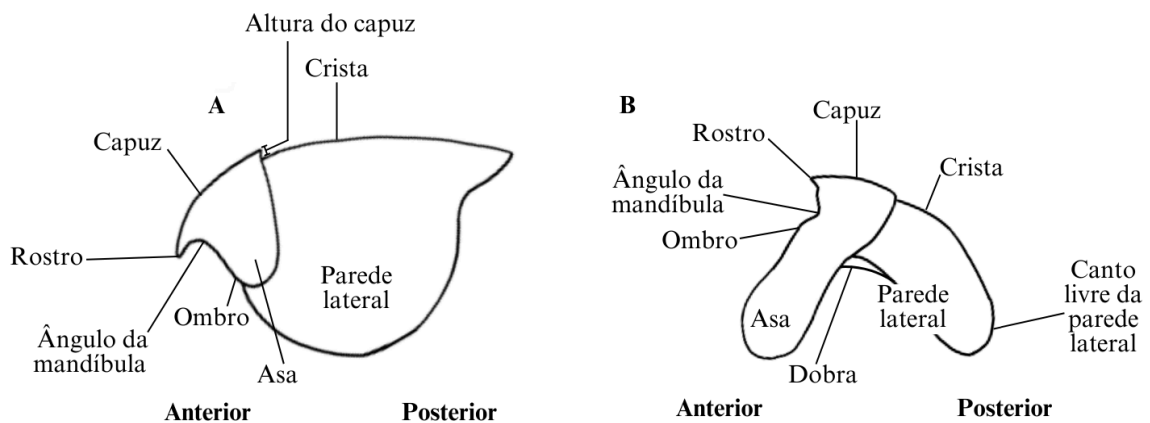
2.2 DESCRIÇÃO

Os bicos superior e inferior foram descritos conforme a nomenclatura definida por Clarke (1986). Os caracteres descritos estão sintetizados na figura 3.

Foram definidas três classes de alturas relativas para se referir ao distanciamento vertical entre o capuz e a crista (Figura 3): baixo (próximo da crista), médio (distância comum da crista) e alto (longe da crista).

A coloração dos bicos não foi descrita em classes, pois todos os bicos analisados são provenientes de exemplares adultos, portanto, todos apresentam um alto grau de pigmentação (Clarke, 1962; García, 2003). Dessa forma, optou-se por uma abordagem mais descritiva da cor.

Figura 3: Características utilizadas na descrição da mandíbula superior (A) e inferior (B).



Fonte: Elaborado pela autora.

2.3 MEDIDAS LINEARES

As medidas adotadas foram adaptadas de Clarke (1986). No total, 17 dimensões foram coletadas por par de bico, sendo 8 para o bico superior (Tabela 2; Figura 4) e 9 para o bico inferior (Tabela 2; Figura 5). A mensuração foi realizada no software TpsDig versão 2.32, com precisão de 0,01mm.

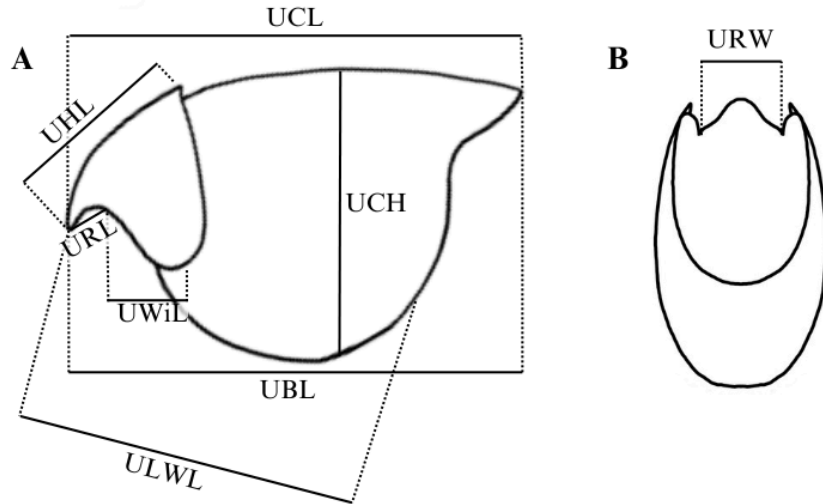
Tabela 2: Medidas lineares coletadas nos bicos superiores (upper) e inferiores (lower).

Nome	Nome em inglês	Sigla (em inglês)	Definição
Comprimento do capuz	Upper hood length; lower hood length	UHL; LHL	Da ponta rostral à margem posterior do capuz
Comprimento do rostro	Upper rostrum length; lower rostrum length	URL; LRL	Da ponta rostral até o ângulo da mandíbula
Largura do rostro	Upper rostrum width; lower rostrum width	URW; LRW	Dimensão mais larga do rostro em vista superior
Comprimento da asa	Upper wing length; lower wing length	UWiL; LWiL	Do ângulo da mandíbula até a extremidade inferior da asa
Ângulo da mandíbula	Upper angle; lower angle	UANG; LANG	Ângulo em graus entre o rostro e a asa
Comprimento da base	Upper baseline; lower baseline	UBL; LBL	Da extremidade da asa à extremidade da parede lateral do bico
Comprimento da parede lateral	Upper lateral wall length; lower lateral wall length	ULWL; LLWL	Distância da ponta rostral até a extremidade da parede lateral
Comprimento da crista	Upper crest length; lower crest length	UCL; LCL	Da ponta rostral à extremidade da crista
Altura da crista	Upper crest height; lower crest height	UCH; LCH	Da crista até a extremidade da parede lateral

Fonte: Adaptado de Clarke (1986).

Figura 4: Medidas coletadas do bico superior na vista lateral (A) e na vista superior (B).

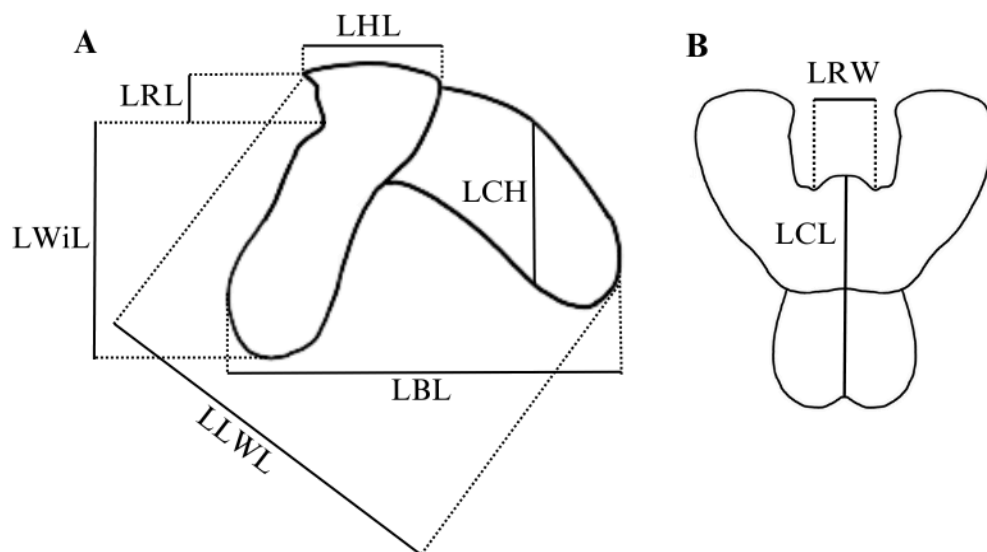
UCL, comprimento da crista superior; UBL, comprimento da base superior; UHL, comprimento do capuz superior; UCH, altura da crista superior; URL, comprimento do rostro superior; UWiL, comprimento da asa superior; ULWL, comprimento da parede lateral superior; URW, largura do rostro superior.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5: Medidas coletadas do bico inferior na vista lateral (A) e na vista superior (B).

LHL, comprimento do capuz inferior; LRL, comprimento do rostro inferior; LWiL, comprimento da asa inferior; LCH, comprimento da crista inferior; LBL, comprimento da base inferior; LLWL, comprimento da parede lateral inferior; LRW, largura do rostro inferior; LCL, comprimento da crista inferior.



Fonte: Elaborado pela autora.

2.4 ANÁLISE DE DADOS

2.4.1 Padronização

Antes de realizar as análises, todas as medidas foram padronizadas para evitar o efeito alométrico sobre as análises (Lleonart; Salat; Torres, 2000), exceto o ângulo da mandíbula. A padronização foi realizada através da razão entre as variáveis observadas (VM) e o comprimento da crista (CL) (equação 1), conforme indicado por Hu et al. (2018). As variáveis padronizadas foram identificadas pela letra “*p*”.

Equação 1: Equação realizada para padronização das variáveis. VM_p, variável morfométrica padronizada; VM, variável morfométrica observada; CL, comprimento da crista.

$$VM_p = VM/CL$$

2.4.2 Análise estatística

Após a padronização de todas as medidas foi realizada uma análise de variância (ANOVA), para as medidas que apresentaram distribuição normal, e teste de Kruskal-Wallis, para aquelas com distribuição não normal, a fim de avaliar as diferenças entre as cinco espécies. Posteriormente, foram realizados testes post-hoc (Tukey e Nemenyi) nas medidas que se mostraram estatisticamente diferentes ($p < 0.05$), com o objetivo de identificar quais espécies apresentaram diferenças. Por fim, uma análise discriminante linear (LDA) foi realizada para verificar a capacidade de identificação das cinco espécies a partir das variáveis padronizadas. Como a maioria dos grupos apresentam *n* amostral baixo, a LDA foi realizada utilizando metade dos dados como matriz de treino ($n = 56$), para treinar a função discriminante, e outra metade como matriz teste ($n = 59$), para avaliar a capacidade discriminante da função elaborada. As análises estatísticas foram realizadas no software R versão 4.4.3.

3 RESULTADOS

3.1 DESCRIÇÃO DAS VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS POR ESPÉCIE

Macrotritopus cf. defilippi (Vérany, 1851)

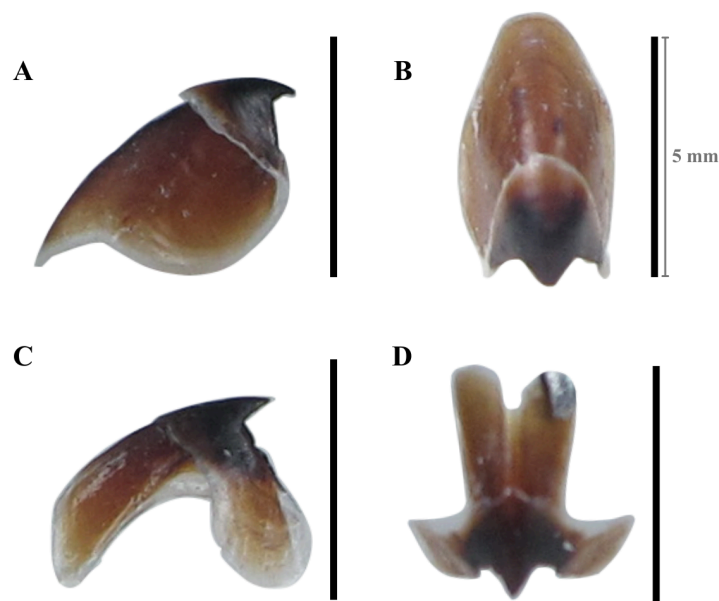
Bico superior

Capuz longo, arredondado no topo e com altura média. Rostro fino, pouco curvado, proeminente e com ângulo reto. Asa curta, larga e com margem posterior reta, ombro muito pequeno. Crista longa, larga (vista superior) e curvada. Parede lateral ampla e convexa. Coloração predominante marrom-claro, exceto no rostro e asa, com extremidades posteriores transparentes (Figura 6a, 6b).

Bico inferior

Capuz reto no topo e baixo. Rostro bem proeminente, reto e fino, com ângulo reto e ombro pouco acentuado. Asa larga, com extremidade arredondada e extensão de cartilagem na margem rostral. Crista curta, pouco acentuada, levemente curvada com entalhe em V acentuado. Paredes laterais estreitas, com canto livre quase retilíneo e com dobra de ângulo acentuado. Coloração em gradiente, marrom-escuro na ponta rostral/capuz a marrom-claro em direção às extremidades (Figura 6c, 6d).

Figura 6: Bicos de *M. cf. defilippi*. Face lateral (A) e dorsal (B) do bico superior, face lateral (C) e dorsal (D) do bico inferior. Barra representa 5 mm.



Fonte: Elaborado pela autora.

***Octopus americanus* Froriep, 1806**

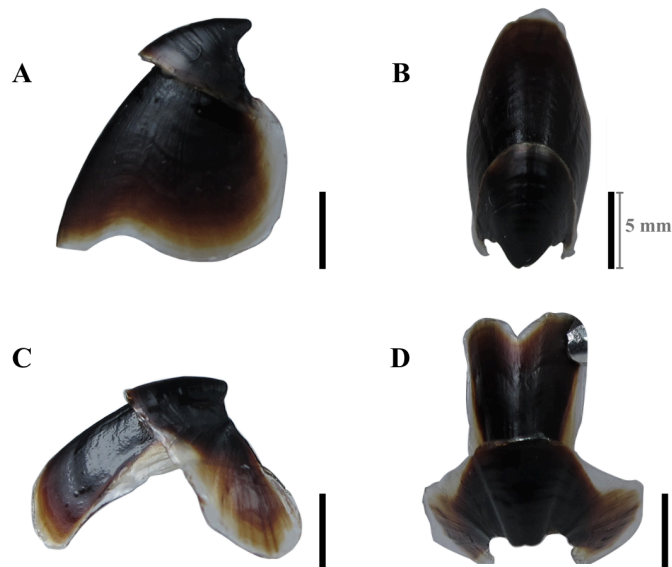
Bico superior

Capuz curto, arredondado no topo e alto. Rostro curto, fino, curvado e com ângulo obtuso. Asa curta e com margem posterior reta, muitas vezes transparente na margem inferior, ombro pequeno. Crista encurtada e levemente curvada. Paredes laterais amplas e convexas. Coloração predominantemente marrom escura e claro/transparente no contorno da porção infero-posterior (Figura 7a, 7b).

Bico inferior

Capuz levemente arredondado no topo, sem entalhe e de altura média. Rostro curto, obtuso, largo, reto e com ângulo obtuso, ombro pouco proeminente. Asas largas, levemente espalhadas e com margens arredondadas, com extensão de cartilagem na região anterior. Crista reta com entalhe em U pouco acentuado. Paredes laterais estreitas, com dobra inferior de ângulo acentuado e canto livre quase retilíneo. Coloração predominante marrom escura e claro/transparente nas extremidades da asa e parede lateral (Figura 7c, 7d).

Figura 7: Bicos de *O. americanus*. Face lateral (A) e dorsal (B) do bico superior, face lateral (C) e dorsal (D) do bico inferior. Barra representa 1 cm.



Fonte: Elaborado pela autora.

***Octopus hummelincki* Adam, 1936**

Bico superior

Capuz longo, arredondado no topo e alto. Rostro fino, proeminente, curvado e com ângulo quase reto ou quase agudo. Asa curta, larga e com margem posterior reta, ombro levemente acentuado. Crista longa e curvada. Paredes laterais amplas, finas, espalhadas, convexas na margem posterior e recuadas na margem rostral. Coloração marrom escuro no rostro e capuz, e marrom claro nas demais estruturas (Figura 8a, 8b).

Bico inferior

Capuz arredondado e com leve recuo no topo, convexo na margem posterior e de altura média. Rostro obtuso, largo e com ângulo obtuso, ombro bem proeminente, formando um dente. Asas com espalhamento normal, estreitas, estreitamento mais acentuado na altura do ombro, e margens inferiores arredondadas. Crista pouco acentuada, longa, reta e com entalhe em U. Paredes laterais finas, com dobra inferior de ângulo acentuado e canto livre arredondada. Coloração marrom escura na porção do capuz e rostro, e mais clara nas extremidades posterior e inferior (Figura 8c, 8d).

Figura 8: Bicos de *O. hummelincki*. Face lateral (A) e dorsal (B) do bico superior, face lateral (C) e dorsal (D) do bico inferior. Barra representa 5 mm.



Fonte: Elaborado pela autora.

Octopus insularis* Leite e Haimovici, 2008**Bico superior***

Capuz longo, arredondado no topo e de altura média. Rostro forte, proeminente, curvado e com ângulo reto. Asa estreita, longa e com margem rostral reta, ombro bem acentuado. Crista longa e curvada. Parede lateral ampla, contínua e convexa. Coloração marrom escuro, com margens da parede lateral e capuz marrom claro (Figura 9a, 9b).

Bico inferior

Capuz arredondado e com entalhe suave em forma de U no topo, margem posterior convexa e de altura média. Rostro obtuso, largo, reto e com ângulo obtuso, ombro pouco proeminente. Asas levemente espalhadas e largas. Crista longa, pouco acentuada, levemente curvada e com entalhe em V pouco acentuado. Parede lateral com dobra inferior de ângulo raso e canto livre arredondado. Coloração marrom escuro e com extremidades claras (Figura 9c, 9d).

Figura 9: Bicos de *O. insularis*. Face lateral (A) e dorsal (B) do bico superior, face lateral (C) e dorsal (D) do bico inferior. Barra representa 1 cm.



Fonte: Elaborado pela autora.

***Paroctopus tehuelchus* (D'Orbigny, 1835)**

Bico superior

Capuz curto, arredondado no topo e sem entalhe e baixo. Rostro proeminente, fino, curvado e com ângulo reto. Asa larga, com faixa transparente na margem inferior e com ombro pequeno, quase ausente. Crista curta e pouco curvada. Paredes laterais bem amplas. Coloração marrom escuro com leve transparência, sendo mais intenso nas regiões próximas do rostro e transparentes na parede lateral (Figura 10a, 10b).

Bico inferior

Capuz longo, plano, margem posterior arredondada e baixo. Rostro proeminente, fino, reto e com ângulo obtuso, ombro muito proeminente (dente). Asas com espalhamento normal, largas, não contínuas, convexas na margem rostral e côncavas na margem posterior. Crista curta, reta e com entalhe em V acentuado. Paredes laterais são estreitas e espalhadas, sem dobra inferior e arredondada no canto livre. Coloração marrom escuro e com transparência nas extremidades, exceto capuz e rostro (Figura 10c, 10d).

Figura 10: Bicos de *P. tehuelchus*. Face lateral (A) e dorsal (B) do bico superior, face lateral (C) e dorsal (D) do bico inferior. Barra representa 5 mm.

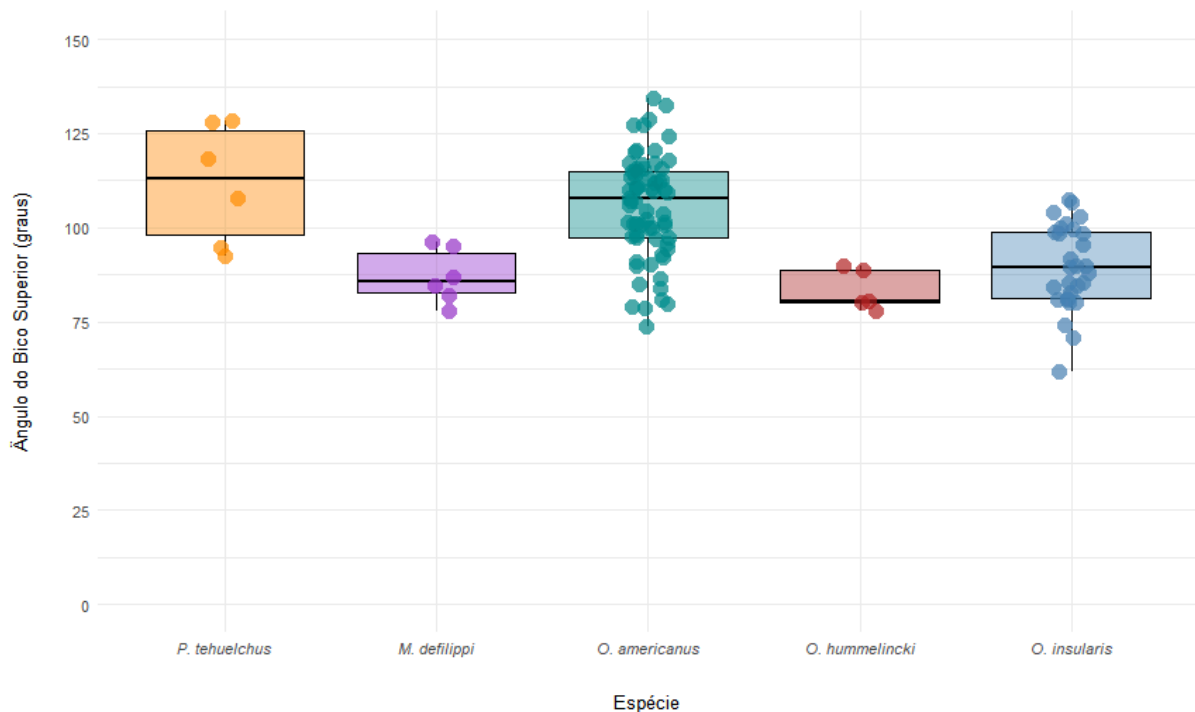


Fonte: Elaborado pela autora.

3.2 COMPARAÇÃO DAS MEDIDAS LINEARES PARA O BICO SUPERIOR

O teste ANOVA indicou diferenças significativas para todas as nove medidas analisadas do bico superior (tabela 4). O bico superior apresentou maior angulação média entre as espécies *Paroctopus tehuelchus* (111.63 ± 15.86) e *Octopus americanus* (105.6 ± 13.54). Angulações menores foram observadas no bico superior das espécies *O. insularis* (89.41 ± 11.23), *O. hummelincki* (83.36 ± 5.51) e *Macrocritopus* cf. *defilippi* (87.04 ± 7.28) (figura 11).

Figura 11: Variação do ângulo do rostro superior entre as cinco espécies de polvo. A linha central representa a mediana, a caixa os quartis e as linhas os valores mínimos e máximos.



O resultado das comparações pareadas em relação ao ângulo do bico superior está expresso na tabela 3. O teste post-hoc de Tukey revelou diferenças significativas entre *M. cf. defilippi* e as espécies *O. americanus* e *P. tehuelchus*. Por sua vez, *P. tehuelchus* também apresentou diferenças significativas em relação às espécies *O. hummelincki* e *O. insularis*. Além disso, foram observadas diferenças entre *O. americanus* e suas espécies congêneres, *O. insularis* e *O. hummelincki*.

Tabela 3: Comparações pareadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) para a média do ângulo do bico superior entre as espécies. Diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) são indicadas por *

UANG	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.0092088*	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.9891024	0.0032190*	-	-
<i>O. americanus</i>	0.0068826*	0.8026712	0.0021634*	-
<i>O. insularis</i>	0.9935227	0.0014743*	0.8609152	0.0000006*

O. hummelincki apresentou maiores médias para metade das variáveis observadas, sendo todas relacionadas com a região anterior do bico (UHLp, URLp e URWp). A espécie *M. cf. defilippi* possui valores menores para metade das variáveis observadas. A espécie *O. americanus* apresentou maior valor médio para a região posterior do bico (ULWLp) e os menores valores médios para medidas relacionadas ao rostro (URLp e URWp), enquanto que a espécie *P. tehuelchus* apresentou maior valor médio na altura da crista (UCHp) e a espécie *O. insularis* o menor valor médio para a variável comprimento da asa (UWiLp).

Tabela 4: Comparação das médias $\pm$ desvio padrão das variáveis obtidas para o bico superior (exceto ângulo) entre as cinco espécies de polvo. Para as variáveis ULWLp e URWp os valores de p são referentes ao teste Kruskal-Wallis, demais valores de p ANOVA.

	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>	<i>O. insularis</i>	P
UHLp	0.356 $\pm$ 0.035	0.364 $\pm$ 0.020	0.409 $\pm$ 0.038	0.360 $\pm$ 0.039	0.388 $\pm$ 0.031	<0.01
ULWLp	0.741 $\pm$ 0.045	0.766 $\pm$ 0.074	0.754 $\pm$ 0.043	0.779 $\pm$ 0.033	0.757 $\pm$ 0.023	<0.01
UCHp	0.577 $\pm$ 0.38	0.649 $\pm$ 0.035	0.620 $\pm$ 0.045	0.629 $\pm$ 0.028	0.627 $\pm$ 0.028	<0.01
URLp	0.095 $\pm$ 0.018	0.112 $\pm$ 0.016	0.120 $\pm$ 0.013	0.076 $\pm$ 0.017	0.105 $\pm$ 0.014	<0.01
UWiLp	0.301 $\pm$ 0.042	0.242 $\pm$ 0.050	0.224 $\pm$ 0.039	0.257 $\pm$ 0.040	0.220 $\pm$ 0.047	<0.01
URWp	0.164 $\pm$ 0.033	0.187 $\pm$ 0.061	0.202 $\pm$ 0.055	0.160 $\pm$ 0.023	0.177 $\pm$ 0.039	<0.01

O teste de Tukey, aplicado às variáveis padronizadas do bico superior, indicou diferenças significativas no pareamento múltiplo entre as espécies (tabela 5). As espécies *O. americanus* e *O. insularis* diferiram significativamente para todas as variáveis, exceto para a altura da crista (UCHp). *O. americanus* também mostrou diferença significativa em relação à espécie *O. hummelincki* no comprimento do capuz (UHLp) e do rostro (URLp). *M. cf. defilippi* apresentou diferenças significativas para as variáveis altura da crista (UCHp), comprimento do rostro (URLp) e comprimento da asa (UWiLp) entre as demais espécies. A

espécie *P. tehuelchus* apresentou distinção significativa apenas para altura da crista (UCHp) e o comprimento do rostro (URLp) entre as espécies *O. americanus* e *M. cf. defilippi*, respectivamente.

Tabela 5: Comparações múltiplas de médias obtidas a partir das variáveis padronizadas do bico superior utilizando os testes de Tukey (UHLp, UCHp, URLp e UWiLp) e de Nemenyi (ULWLp e URWp). Diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) são indicadas por *.
(continua)

UHLp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.9968259	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.1208566	0.2375904	-	-
<i>O. americanus</i>	0.9992744	0.9993385	0.0329666*	-
<i>O. insularis</i>	0.3081853	0.5763715	0.7372170	0.0069609*
ULWLp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.480	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.989	0.820	-	-
<i>O. americanus</i>	0.224	1.000	0.694	-
<i>O. insularis</i>	1.000	0.327	0.995	0.003*
URWp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.95230	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.49423	0.88945	-	-
<i>O. americanus</i>	1.00000	0.83915	0.19763	-
<i>O. insularis</i>	0.28693	0.84027	0.99969	0.00043*
UCHp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.0006866*	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.1387215	0.5100405	-	-
<i>O. americanus</i>	0.0008808*	0.5406828	0.9644560	-
<i>O. insularis</i>	0.0034045*	0.4769376	0.9902297	0.9962841
URLp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.4027560	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.1016788	0.9279082	-	-
<i>O. americanus</i>	0.0494480*	0.0000107*	0.0000006*	-
<i>O. insularis</i>	0.6579304	0.8925131	0.3493639	0.0000000*
UWiLp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>

<i>P. tehuelchus</i>	0.1355896	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.0312433*	0.9554710	-	-
<i>O. americanus</i>	0.1276081	0.9264700	0.4597953	-
<i>O. insularis</i>	0.0005256*	0.7730575	0.9996582	0.0014494*

3.2.1 Análise Discriminante Linear do Bico Superior

A análise de variância multivariada (MANOVA) indica que o perfil morfométrico do bico superior difere significativamente entre as espécies (Wilks' $\Lambda = 0.28$; $p < 0,001$), e embasa a utilização da análise discriminante.

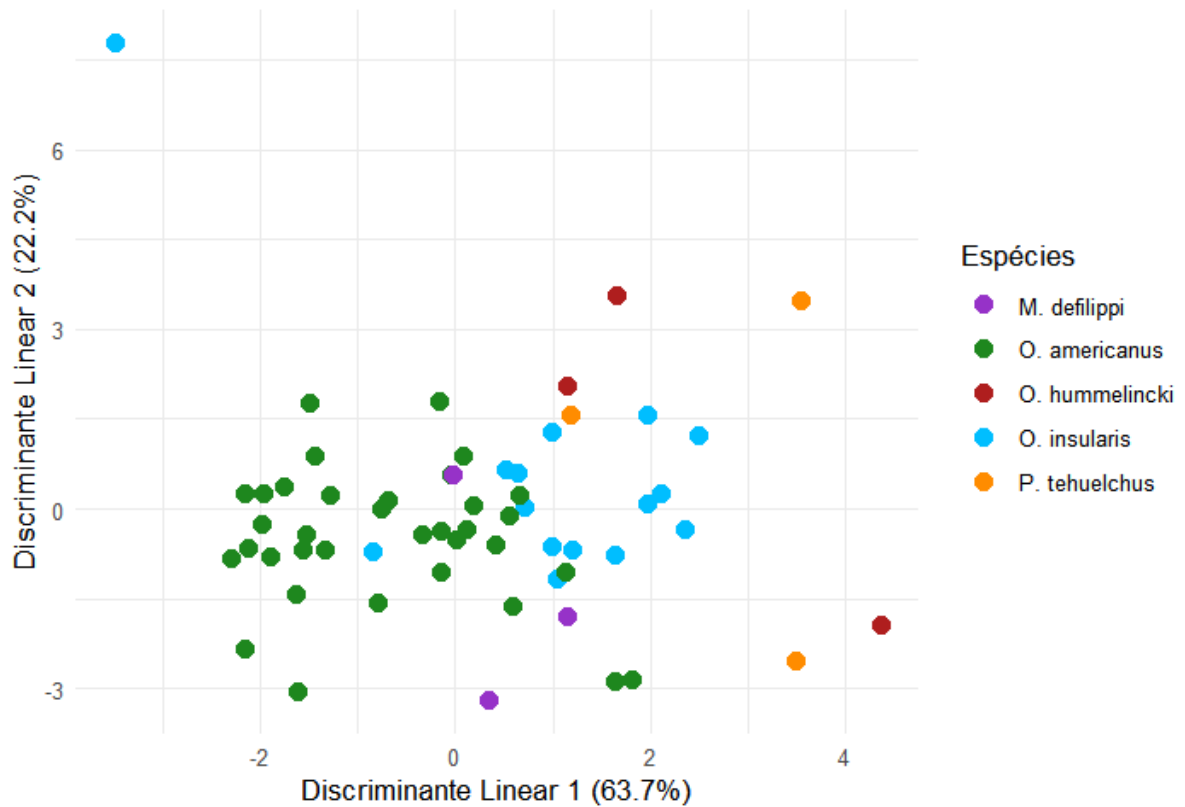
A Análise Discriminante Linear (LDA) gerou um modelo com 72,8% de acurácia geral (Kappa = 0,53). O desempenho da classificação para cada espécie está sintetizado na tabela 6. As maiores taxas de acerto foram para as espécies *O. americanus* (88,5%) e *O. insularis* (73,3%), enquanto que as espécies *O. hummelincki* e *P. tehuelchus* não obtiveram nenhuma classificação correta. As maiores sobreposições foram observadas entre as espécies do gênero *Octopus*.

Tabela 6: Matriz de classificação elaborada com base no conjunto de dados *teste* das variáveis do bico superior. Os valores na diagonal (destacado) representam as classificações corretas.

Espécie	Número de espécimes classificados					Acertos (%)
	<i>M. defilippi</i>	<i>O. americanus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. insularis</i>	<i>P. tehuelchus</i>	
<i>M. defilippi</i>	1	0	0	1	0	33,3
<i>O. americanus</i>	1	31	0	2	0	88,5
<i>O. hummelincki</i>	0	1	0	0	1	0
<i>O. insularis</i>	0	2	2	11	2	73,3
<i>P. tehuelchus</i>	1	1	1	1	0	0

A análise gerou quatro funções discriminantes, sendo que as duas primeiras (LD1 e LD2) explicaram conjuntamente 85,9% da variância total observada. Entre as variáveis, o comprimento do rostro (URLp) e a altura da crista (UCHp) foram as que mais contribuíram para a separação dos grupos na LD1 e LD2, respectivamente. O gráfico de dispersão das funções discriminantes indicou uma maior separação entre as espécies *O. americanus* e *O. insularis* (figura 12).

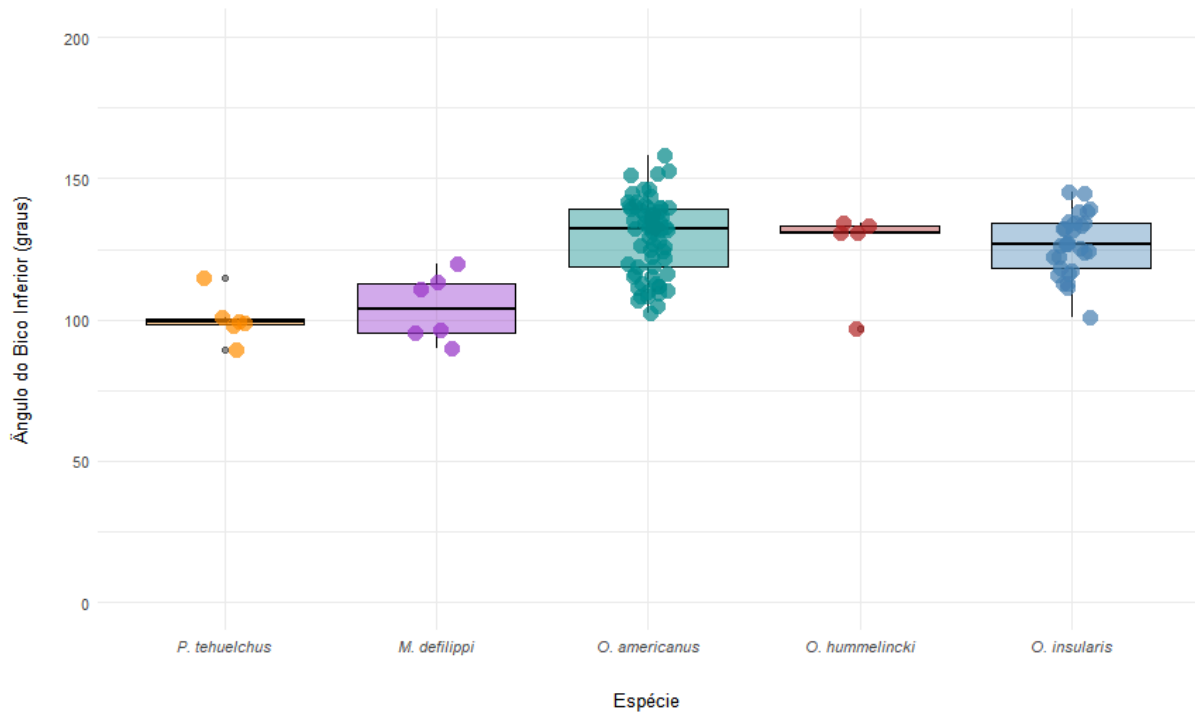
Figura 12: Análise Discriminante Linear (LDA) das cinco espécies de polvo, com base nas variáveis morfométricas do bico superior. Os eixos representam as duas primeiras funções discriminantes (LD1 e LD2), com a porcentagem da variação total explicada por cada uma. Cada ponto representa um indivíduo e cada cor uma espécie, roxo *M. cf. defilippi*, verde *O. americanus*, vermelho *O. hummelincki*, azul *O. insularis* e laranja *P. tehuelchus*.



3.3 COMPARAÇÃO DAS MEDIDAS LINEARES PARA O BICO INFERIOR

O ângulo do bico inferior manteve angulações médias maiores entre todas as espécies, sendo que os valores mais altos foram observados entre as espécies *O. americanus* (129.14 ± 13.19), *O. insularis* (126.44 ± 10.57) e *O. hummelincki* (125.14 ± 15.82), enquanto que *M. cf. defilippi* (104.27 ± 12.01) e *P. tehuelchus* (100.14 ± 8.17) apresentaram angulações menores em relação às demais espécies (figura 13).

Figura 13: Variação do ângulo do rostro inferior entre as cinco espécies. A linha central representa a mediana, a caixa os quartis e as linhas os valores mínimos e máximos. Outliers são representados por pontos cinzas



Para o ângulo da mandíbula inferior, o teste post-hoc de Tukey indicou que a espécie *P. tehuelchus* diferiu significativamente das três espécies do gênero *Octopus* (tabela 7). As espécies *O. americanus* e *O. insularis* também apresentaram diferença significativa quando comparadas com a espécie do gênero *Macrocritopus*, sendo que a terceira espécie do gênero (*O. hummelincki*) obteve valor de *p* quase significativo.

Tabela 7: Comparações pareadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) para a média do ângulo do bico inferior entre as espécies. Diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) são indicadas por *.

LANG	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.9784885	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.0504329	0.0105753*	-	-
<i>O. americanus</i>	0.0000632*	0.0000023*	0.9487158	-
<i>O. insularis</i>	0.0011772*	0.0000694*	0.9995043	0.8279197

As variáveis morfométricas padronizadas do bico inferior variaram significativamente entre todas as espécies analisadas (tabela 8). A espécie *O. hummelincki* apresentou os menores valores médios para todas as variáveis observadas, enquanto que as maiores médias foram observadas para a espécie *P. tehuelchus*.

Tabela 8: Comparação das médias $\pm$ desvio padrão das variáveis obtidas para o bico inferior (exceto ângulo) entre as cinco espécies de polvo. Os valores de p são referentes ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis.

	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>	<i>O. insularis</i>	P
<i>LHLp</i>	0.478 $\pm$ 0.096	0.682 $\pm$ 0.149	0.343 $\pm$ 0.198	0.419 $\pm$ 0.048	0.410 $\pm$ 0.060	<0.01
<i>LBLp</i>	1.292 $\pm$ 0.169	2.114 $\pm$ 0.459	1.018 $\pm$ 0.575	1.250 $\pm$ 0.123	1.371 $\pm$ 0.168	<0.01
<i>LLWLp</i>	1.300 $\pm$ 0.197	2.085 $\pm$ 0.515	0.992 $\pm$ 0.555	1.144 $\pm$ 0.117	1.230 $\pm$ 0.169	<0.01
<i>LCHp</i>	0.369 $\pm$ 0.068	0.572 $\pm$ 0.157	0.240 $\pm$ 0.139	0.336 $\pm$ 0.044	0.345 $\pm$ 0.061	<0.01
<i>LRLp</i>	0.155 $\pm$ 0.036	0.261 $\pm$ 0.053	0.081 $\pm$ 0.046	0.084 $\pm$ 0.020	0.094 $\pm$ 0.017	<0.01
<i>LWiLp</i>	0.831 $\pm$ 0.164	1.222 $\pm$ 0.312	0.687 $\pm$ 0.387	0.861 $\pm$ 0.110	0.957 $\pm$ 0.121	<0.01
<i>LRWp</i>	0.263 $\pm$ 0.063	0.311 $\pm$ 0.046	0.169 $\pm$ 0.094	0.218 $\pm$ 0.036	0.250 $\pm$ 0.030	<0.01

O teste de Nemenyi, aplicado às variáveis padronizadas do bico superior, indicou diferenças significativas no pareamento múltiplo entre as espécies (tabela 9). A espécie *P. tehuelchus* demonstrou diferenças significativas em todas as variáveis analisadas, destacando-se em comparação com a maioria das outras espécies. As espécies *O. americanus* e *O. insularis* apresentaram distinções significativas entre o comprimento da base (LBLp), comprimento da asa (LWiLp) e largura do rostro (LRWp). Além disso, uma diferença significativa no comprimento do rostro (LRLp) foi observada entre *M. cf. defilippi* e *O. americanus* e uma diferença quase significativa entre *M. cf. defilippi* e *O. insularis*.

Tabela 9: Comparações múltiplas das médias obtidas a partir das variáveis padronizadas do bico inferior utilizando o teste de Nemenyi. Diferenças estatisticamente significativas são indicadas por *.

(continua)				
LBLp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.0647	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.9239	0.0696	-	-
<i>O. americanus</i>	0.8872	0,000068*	0.9994	-
<i>O. insularis</i>	0.9353	0.0077*	0.4006	0.0068*
LLWLp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>

<i>P. tehuelchus</i>	0.373	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.993	0.202	-	-
<i>O. americanus</i>	0.238	0,000066*	0.669	-
<i>O. insularis</i>	0.939	0.017*	1.000	0.116
LRLp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.9845	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.2867	0.0995	-	-
<i>O. americanus</i>	0.0010*	0,000044*	0.8556	-
<i>O. insularis</i>	0.0547	0.0066*	1.0000	0.2715
LWiLp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.03648*	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.99552	0.01716*	-	-
<i>O. americanus</i>	1.00000	0.00137*	0.98222	-
<i>O. insularis</i>	0.26793	0.45901	0.13677	0.00077*
LRWp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.55253	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.19789	0.00297*	-	-
<i>O. americanus</i>	0.24758	0.00041*	0.88067	-
<i>O. insularis</i>	1.00000	0.29861	0.05300	0.00074*
LCHp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.26378	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.16456	0.00032*	-	-
<i>O. americanus</i>	0.73270	0.00074*	0.37450	-
<i>O. insularis</i>	0.85116	0.00305*	0.33486	0.99764
LHLp	<i>M. defilippi</i>	<i>P. tehuelchus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. americanus</i>
<i>P. tehuelchus</i>	0.6091	-	-	-
<i>O. hummelincki</i>	0.3747	0.0137*	-	-
<i>O. americanus</i>	0.3558	0.0015*	0.9632	-
<i>O. insularis</i>	0.1367	0.0003*	1.0000	0.7559

3.3.1 Análise Discriminante Linear do Bico Inferior

A análise de variância multivariada (MANOVA) mostrou que o perfil morfométrico do bico inferior difere significativamente entre as espécies analisadas (Wilks' $\Lambda = 0,09$; $p < 0,001$) e fundamentou a aplicação da análise discriminante.

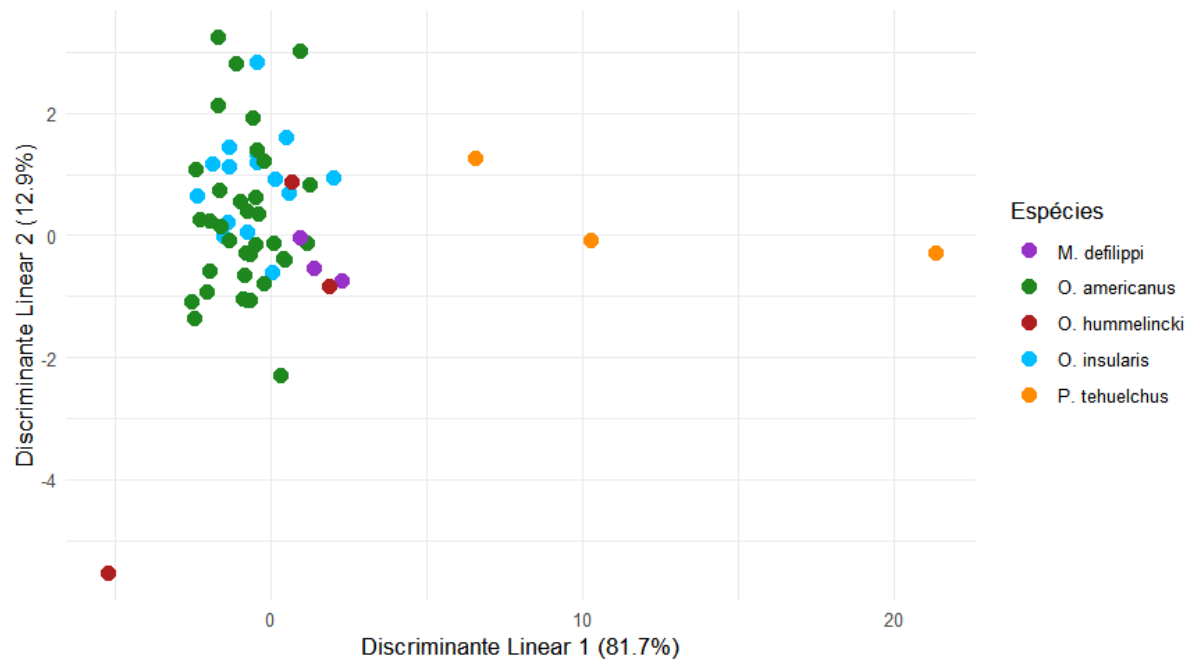
O modelo gerado pela Análise Discriminante Linear (LDA) apresentou acurácia geral de 66,1% (Kappa = 0,3531). A tabela 10 detalha o desempenho da classificação para cada espécie por meio da matriz de confusão. A espécie *P. tehuelchus* obteve 100% de classificações corretas, seguida por *O. americanus* e *O. insularis*. As espécies *M. cf. defilippi* e *O. hummelincki* não apresentaram nenhuma identificação correta. As maiores sobreposições foram observadas entre as espécies *O. americanus* e *O. insularis*, e *O. americanus* e *M. cf. defilippi*.

Tabela 10: Matriz de classificação elaborada a partir da matriz de confusão com base no conjunto de dados teste do bico inferior. Os valores da diagonal (destacado) representam as classificações corretas.

Espécie	Número de espécimes classificados					Acertos (%)
	<i>M. defilippi</i>	<i>O. americanus</i>	<i>O. hummelincki</i>	<i>O. insularis</i>	<i>P. tehuelchus</i>	
<i>M. defilippi</i>	0	0	1	0	0	0
<i>O. americanus</i>	3	29	1	8	0	82,8
<i>O. hummelincki</i>	0	0	0	0	0	0
<i>O. insularis</i>	0	6	1	7	0	46,6
<i>P. tehuelchus</i>	0	0	0	0	3	100

O modelo gerou quatro funções discriminantes, sendo que as duas primeiras (LD1 e LD2) explicaram em conjunto 94,6% da variação total entre as espécies. Para ambas as funções discriminantes a variável que mais contribuiu para a separação dos grupos foi o comprimento da parede lateral (LLWLp). A disposição dos grupos no espaço morfométrico indica uma clara separação da espécie *P. tehuelchus*, enquanto que as demais espécies apresentaram alta sobreposição (figura 14).

Figura 14: Análise Discriminante Linear (LDA) para as cinco espécies de polvo com base nas variáveis morfométricas do bico inferior. Os eixos representam as duas primeiras funções discriminantes (LD1 e LD2), com a porcentagem da variação total explicada por cada uma. Cada ponto representa um indivíduo e cada cor uma espécie, roxo *M. cf. defilippi*, verde *O. americanus*, vermelho *O. hummelincki*, azul *O. insularis* e laranja *P. tehuelchus*.



4 DISCUSSÃO

Os bicos dos cefalópodes representam uma abordagem alternativa e eficiente para a identificação taxonômica (Clarke, 1986; Sánchez-Márquez et al., 2022), além de fornecerem informações relevantes sobre a dinâmica de ecossistemas marinhos. As descrições dos bicos incluídas neste trabalho complementam as descrições originais das espécies *O. americanus*, *O. insularis* e *P. tehuelchus* e preenchem essa lacuna para as espécies *M. cf. defilippi* e *O. hummelincki*. Os resultados do presente estudo evidenciam diferenças descritivas e morfométricas entre os bicos superior e inferior das espécies de polvo analisadas, incluindo diferenças entre as espécies congêneres, o que pode contribuir para a identificação de estoques pesqueiros e de bicos provenientes do conteúdo estomacal de predadores.

As principais diferenças descritivas observadas para as espécies do gênero *Octopus* concentram-se na porção anterior dos bicos. Entre as duas espécies de interesse comercial, o bico superior pode ser distinguido pela presença de um ombro acentuado e asas longas em *O. insularis*, características ausentes em *O. americanus*. Para o bico inferior, a largura das asas constitui o principal critério de diferenciação, sendo mais largas em *O. americanus* do que *O. insularis*. Contudo, essa estrutura é mais frágil e suscetível à erosão causada pelo ácido estomacal ou à deformação decorrente do ressecamento (Clarke, 1986; Xavier et al., 2007). As características morfológicas dos bicos descritas para estas duas espécies coincidem e complementam as descrições incluídas de maneira breve em outros trabalhos (Leite et al., 2008; Avendaño et al., 2020).

O bico de *O. hummelincki* pode ser diferenciado das demais espécies de mesmo gênero principalmente pelo seu tamanho reduzido, característica que pode ser erroneamente associada a juvenis de espécies maiores (González-Gómez et al., 2024). Para evitar equívocos na identificação, é fundamental considerar o grau de pigmentação do bico, que indica o estágio de maturação do organismo (Clarke, 1962; García, 2003). A descrição de *O. hummelincki* não inclui informações sobre o bico (Adam, 1936), assim, as descrições e análises apresentadas neste estudo podem auxiliar na identificação da espécie a partir dessa estrutura.

Outras características morfológicas que distinguem *O. hummelincki* de *O. americanus* e *O. insularis* incluem um recuo na margem rostral da parede lateral e um rostro relativamente fino e proeminente no bico superior. O recuo na margem rostral da parede lateral, assim como a asa, é uma característica que deve ser utilizada com cautela, pois também é uma região mais frágil e pode sofrer fragmentação ou erosão (Clarke, 1986; Xavier et al., 2007). A presença de

um rostro fino é pouco comum entre espécies do gênero, mas pode estar associada a diferenças na dieta. Em ambiente controlado, *O. hummelincki* demonstrou preferência por presas com concha e/ou carapaça mais finas (Iribarne et al., 1991), sugerindo uma possível adaptação morfológica para capturar presas menos resistentes, em contraste com espécies que apresentam rostro mais robusto, como *O. americanus* e *O. insularis*.

A espécie *Paroctopus tehuelchus* apresenta bicos de menor tamanho e com características bem distintas das espécies do gênero *Octopus*, especialmente para bico inferior, que possui contornos mais angulosos e rostro afiado. Na descrição original, o bico inferior é caracterizado pela crista carenada e por um entalhe na parte posterior (D'Orbigny, 1835). O entalhe é profundo, em forma de V, e as paredes laterais são espalhadas, sendo estas as principais características que distinguem *P. tehuelchus* das demais espécies analisadas. Análises filogenéticas, utilizando o gene COIII, já indicavam maior proximidade da espécie com outros gêneros, e não com *Octopus* (Acosta-Jofré et al., 2012). As características observadas em *P. tehuelchus* são semelhantes às descritas para o bico de *P. cthulu* (Leite et al., 2021), reforçando sua afinidade morfológica e filogenética com o gênero *Paroctopus*, como apontado em estudos anteriores (Ibáñez et al., 2020; Leite et al., 2021). Com base na descrição e imagens disponibilizadas no trabalho de Leite et al. (2021), essas duas espécies possivelmente podem ser diferenciadas a partir do capuz baixo e ausência de ombro no bico superior de *P. tehuelchus*. No entanto, os caracteres do bico de *P. cthulu* ainda precisam ser analisados de forma mais aprofundada para verificar o potencial discriminante dessa estrutura entre as duas espécies.

Macrotritopus cf. *defilippi* apresentou bicos com morfologia bastante distintas em relação às demais espécies analisadas. A crista alongada no bico superior e o rostro longo e fino no bico inferior constituem características marcantes da espécie. Com exceção do rostro longo observado no bico inferior, as características morfológicas relatadas neste estudo são consistentes com aquelas descritas e ilustradas por Vaske (2006), indicando tratar-se da mesma espécie. Os bicos analisados foram coletados nos estados da Bahia e Rio de Janeiro, além da ilha oceânica Atol das Rocas, e apresentaram morfologia muito similar à descrita para *Macrotritopus beatrixii*, incluindo capuz curto e ângulo reto no bico superior, além de asas amplas no bico inferior (Guerrero-Kommritz e Rodriguez-Bermudez, 2019). Contudo, os bicos coletados no Brasil e analisados neste trabalho apresentam morfologia distinta do que foi descrito para a espécie *M. defilippi* (Guerrero-Kommritz e Rodriguez-Bermudez, 2019). Além disso, discrepâncias morfológicas entre os indivíduos encontrados no Brasil e o

holótipo da espécie, descrito no Mediterrâneo, apontam para uma espécie distinta em águas brasileiras, sendo que atualmente o grupo passa por uma revisão taxonômica no Brasil (Leite et al., 2025).

As diferenças descritas para os bicos das espécies analisadas, especialmente na porção rostral, podem estar intimamente relacionadas ao hábito alimentar dessas espécies (Roscian et al., 2022). Rostros curtos e obtusos, como observado em *O. americanus* e *O. insularis*, proporcionam uma mordida mais forte e são mais eficientes para fraturar a carapaça de presas duras, como crustáceos. Em contraste, rostros finos e pontudos, como de *M. cf. defilippi* e *P. tehuelchus*, apresentam maior eficiência em rasgar presas de corpo mole e elástico (Wang et al., 2024). Esses contrastes morfológicos sugerem uma diferenciação na dieta dessas espécies, reforçada pela distinção em outras dimensões de seus nichos, como estratégia de forrageio e microhabitat (Haimovici et al. 2025).

Apesar dessas inferências, o único estudo que investigou a dieta de *M. defilippi* caracterizou a espécie como predadora especialista em crustáceos, com composição alimentar semelhante à de *Octopus americanus* (Bennice et al., 2021). No entanto, o método de amostragem empregado por Bennice *et al* (2021) apresenta limitações, pois *M. defilippi* raramente deixa restos alimentares em sua toca (Dantas et al., 2020). Além disso, não há estudos que investiguem sua alimentação em águas brasileiras.

Historicamente, apenas o bico inferior era utilizado para identificação taxonômica, pois se acreditava que as informações geradas a partir de ambos os bicos seriam redundantes ou que somente o bico inferior refletia relações filogenéticas (Clarke, 1986; Lu e Ickeringill, 2002; Smale et al., 1993). Contudo, os testes estatísticos realizados revelaram diferenças significativas entre os bicos superior e inferior. Em um estudo recente, Sánchez-Márquez et al. (2022) evidenciaram uma influência filogenética mais forte sobre a morfologia do bico superior. Além disso, o acesso a ambos os bicos pode ser limitado em amostras provenientes do conteúdo estomacal de predadores (Xavier et al., 2011), o que reforça a necessidade de se incluir o bico superior nas análises morfológicas.

A baixa disponibilidade de bicos para *M. cf. defilippi*, *O. hummelincki* e *P. tehuelchus* resultou em menor robustez para as análises quantitativas. A escassez de material biológico dessas espécies, especialmente daquelas sem interesse comercial, é uma limitação recorrente para pesquisadores de cefalópodes (Hoving et al., 2014; Xavier et al., 2015; Guerrero-Kommritz e Rodriguez-Bermudez, 2019). Essas três espécies são de pequeno porte, o que dificulta sua observação em ambiente natural e, conseqüentemente, sua captura (Leite e

Haimovici, 2006; Haimovici et al., 2025). Como resultado, o número de bicos disponíveis para as análises estatísticas foi reduzido. Em contrapartida, os resultados obtidos para *O. americanus* e *O. insularis* foram mais consistentes, uma vez que as espécies são amplamente exploradas como recurso pesqueiro no Brasil (Haimovici et al., 2025), facilitando a obtenção de amostras.

Os testes estatísticos aplicados às variáveis morfométricas evidenciaram diferenças significativas entre as médias e medianas dos grupos analisados. No contexto brasileiro, não há registros de estudos que utilizam a morfometria como ferramenta discriminante entre espécies de polvos. Atualmente, existem métodos mais modernos e que apresentam alta eficácia na discriminação das espécies a partir dos bicos, como a morfometria geométrica (Wang et al., 2024) e a automatização por técnicas de inteligência artificial (Fang et al., 2018; Tan et al., 2021). Porém, as análises feitas a partir da morfometria tradicional foram eficientes na identificação de diferenças entre as espécies, descartando a necessidade de uma análise mais robusta para tal. Além disso, o método adotado oferece uma abordagem simples para identificação dos bicos de polvo, com potencial aplicação tanto em laboratório quanto em campo, como sugerido por Xavier et al. (2007) e Clarke (1986).

A análise morfométrica demonstrou maior diferenciação entre espécies filogeneticamente próximas a partir das variáveis do bico superior, enquanto o bico inferior apresentou maior variação entre espécies mais distantes, pertencentes a gêneros distintos. Outros estudos destacam o bico inferior como melhor discriminante entre gêneros (Smale et al., 1993) e espécies próximas (Sánchez-Márquez et al., 2022). Contudo, essas pesquisas não consideraram a remoção do efeito alométrico, etapa essencial que aprimora o desempenho classificatório (Hu et al., 2018), ou utilizaram abordagens distintas da morfometria tradicional.

Dentre todas as variáveis analisadas para o bico superior, apenas a altura da crista (UCHp), exclusivamente para espécie *M. cf. defilippi*, e o ângulo do bico (UANG) diferiram significativamente entre os gêneros. Outras variáveis, como comprimento do capuz (UHLp), o comprimento do rostro (URLp) e o próprio UANG, demonstraram maior diferença morfológica entre pelo menos duas das espécies congêneres, indicando que o bico superior constitui uma ferramenta mais eficaz para a discriminação das três espécies do gênero *Octopus*. O bico superior também foi considerado o melhor discriminante entre duas espécies de *Lolliguncula* (Pacheco-Ovando et al., 2021), o que sugere que essa estrutura pode ser mais adequada para a diferenciação interespecífica em determinados grupos, em comparação ao

bico inferior. Estudos incluindo outras espécies do gênero *Octopus* devem ser realizados para confirmar o potencial discriminante do bico superior em relação à este gênero.

Por outro lado, o bico inferior exibiu poucas diferenças entre os grupos analisados. A alta similaridade morfológica entre os bicos inferiores de polvo e sua reduzida capacidade discriminativa são amplamente relatadas em estudos que enfatizam essa estrutura (Clarke, 1986; Ogden et al., 1998; Xavier et al., 2007). De modo geral, os resultados obtidos a partir do bico inferior indicaram maior diferenciação entre o gênero *Octopus* e os demais analisados. Essa diferenciação foi especialmente evidente para a variável LANG, enquanto a altura da crista (LCHp) e LHLp apresentaram variação apenas em *P. tehueltchus*. Os dados demonstram que o bico inferior apresenta menor variação interespecífica dentro do gênero *Octopus*.

A análise discriminante linear (LDA) apresentou taxas de classificação correta que variaram de 33,3% a 88,5% para o bico superior e de 46,6% a 100% para o bico inferior. Estes resultados foram superiores aos obtidos por Fang et al. (2018), embora tais autores tenham obtido sucesso na classificação de todas as espécies analisadas. O baixo número de amostras para *M. cf. defilippi*, *O. hummelincki* e *P. tehueltchus* impôs limitações à função discriminante, resultando em algumas taxas nulas. As maiores taxas de sucesso foram observadas para as espécies com maior número amostral (*O. americanus* e *O. insularis*), exceto no caso do bico inferior, em que *P. tehueltchus* apresentou a maior taxa de classificação, refletindo o formato distintivo do bico dessa espécie.

Os resultados da LDA evidenciaram caracteres do bico relevantes para a diferenciação entre essas espécies de polvo, diferindo parcialmente dos observados para lulas por Chen et al. (2012). Enquanto que para polvos a maior variação interespecífica foi observada no comprimento do rostro (URLp) e altura da crista (UCHp) do bico superior e comprimento da parede lateral (LLWLp) do bico inferior, Chen et al. (2012) destacaram o URLp e a largura do rostro (URWp) como os caracteres mais discriminantes para lulas. Essa divergência sugere que os caracteres morfométricos mais informativos para discriminar espécies de lulas não correspondem exatamente àqueles mais relevantes para a discriminação entre espécies de polvo, evidenciando particularidades evolutivas e funcionais na morfologia do bico entre diferentes grupos de cefalópodes.

5 CONCLUSÃO

As descrições apresentadas neste estudo complementam esforços anteriores e contribuem para identificação de bicos de cefalópodes encontrados no conteúdo estomacal de predadores em águas brasileiras, além de apoiarem investigações na identificação de estoques pesqueiros. As três espécies do gênero *Octopus* analisadas foram mais eficientemente distinguidas a partir do bico superior, especialmente por características da porção anterior, como a presença de ombro acentuado e asa mais longa no *O. insularis*. A diferenciação entre *O. americanus* e *O. insularis* também pode ser obtida pela largura da asa do bico inferior, embora essa medida seja menos confiável devido à fragilidade dessa região. Em relação à terceira espécie do gênero *Octopus*, o bico de *O. hummelincki* pode ser diferenciada das outras duas a partir do seu tamanho diminuto. A coloração também deve ser analisada, a fim de descartar a possibilidade de identificação equivocada com juvenis de espécies de maior porte.

As espécies *P. tehuelchus* e *M. cf. defilippi* foram facilmente diferenciadas entre si e em relação às espécies do gênero *Octopus* com base no bico inferior. *P. tehuelchus* apresenta bico inferior muito anguloso e com um profundo entalhe em V na crista. Já *M. cf. defilippi* possui uma crista alongada no bico superior e um rostro fino e proeminente no bico inferior. A morfometria do bico inferior evidenciou uma clara diferenciação entre os gêneros, sendo a variável LANG a principal métrica discriminante. No entanto, essa estrutura apresentou menor variação interespecífica dentro do gênero *Octopus*, sendo pouco eficaz na discriminação entre espécies próximas.

A Análise Discriminante Linear (LDA) identificou URLp, UCHp e LLWLp como as variáveis morfométricas mais eficazes para distinguir as espécies analisadas, indicando que os caracteres mais informativos dos bicos de polvos diferem parcialmente daqueles descritos para lulas em estudos anteriores. Esses resultados reforçam a necessidade de ampliar o número de espécies analisadas e de incorporar outros métodos, como morfometria geométrica, para aprimorar a discriminação interespecífica e fortalecer as aplicações taxonômicas e ecológicas do estudo de bicos em cefalópodes.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA-JOFRÉ, María Soledad; SAHADE, Ricardo; LAUDIEN, Jorgen; CHIAPPERO, Marina B. A contribution to the understanding of phylogenetic relationships among species of the genus *Octopus* (Octopodidae: Cephalopoda). **Scientia Marina**, v. 76, n. 2, p. 311–318, 2012.
- ADAMS, Josh; WALKER, William A.; BURTON, Erica J.; HARVEY, James T. Stomach Contents of a Cuvier's Beaked Whale (*Ziphius cavirostris*) Stranded in Monterey Bay, California. **Northwestern Naturalist**, v. 96, n. 1, p. 93–98, 2015.
- ADAM, W. Notes sur les cephalopodes. VI. Une nouvelle espèce d'*Octopus* (*Octopus hummelincki* sp. nov.) des Indes Occidentales Néerlandaises. **Bulletin du Musée royal d'Histoire Naturelle de Belgique**. n. 40, 1936.
- ALVARENGA, Maria Eduarda Thomé. **Guia de Identificação de Polvos de Águas Rasas do Território Brasileiro**. Florianópolis, SC: Athila Peixe, 2024.
- AMOR, Michael D.; LAPTIKHOVSKY, Vladimir; NORMAN, Mark D.; STRUGNELL, Jan M. Genetic evidence extends the known distribution of *Octopus insularis* to the mid-Atlantic islands Ascension and St Helena. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 97, n. 4, p. 753–758, 2017.
- ANDRADE, Lorena Candice de Araújo. **Diversidade de cefalópodes e o seu papel no nicho trófico de seus principais predadores nos Arquipélagos de Fernando de Noronha e São Pedro e São Paulo**. Dissertação (Mestrado)—Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.
- ARCHIDIACONO, Alessandro Melo; TOMÁS, Acácio Ribeiro Gomes. O BRASIL NO CENÁRIO DO COMÉRCIO MUNDIAL DE POLVOS – UM ESTUDO DE CASO. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 42, p. 85–93, 2009.
- ARKHIPKIN, Alexander; RODHOUSE, P.; PIERCE, Graham; SAUER, W.; SAKAI, Mitsuo, et al. World Squid Fisheries. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 23, p. 92–252, 2015.
- ASSUNÇÃO, Renata. **Análise da influência das variáveis pesqueiras e ambientais na abundância do polvo-comum, *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797), descarregado no estado de São Paulo entre 2003-2011**. Dissertação (Mestrado)—São Paulo: Programa de Pósgraduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca, 2012.
- AVENDAÑO, Otilio; ROURA, Álvaro; CEDILLO-ROBLES, Celso E.; GONZÁLEZ, Ángel F.; RODRÍGUEZ-CANUL, Rossanna, et al. *Octopus americanus*: a cryptic species of the *O. vulgaris* species complex redescribed from the Caribbean. **Aquatic Ecology**, v. 54, n. 4, p. 909–925, 2020.
- ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; ASSUNÇÃO, R.; TOMÁS, A. R. G. Surgimento e evolução da pesca do polvo-comum, *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, com potes no estado de São Paulo, Brasil. **A pesca marinha e estuarina no Brasil: estudos de caso multidisciplinares.**, p. 102–111, 2014.

- BENNICE, Chelsea O.; BROOKS, W. Randy; HANLON, Roger T. Behavioral dynamics provide insight into resource exploitation and habitat coexistence of two octopus species in a shallow Florida lagoon. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 542–543, p. 151592, 2021.
- BOLSTAD, K. S. Sexual dimorphism in the beaks of *Moroteuthis ingens* Smith, 1881 (Cephalopoda: Oegopsida: Onychoteuthidae). **New Zealand Journal of Zoology**, v. 33, n. 4, p. 317–327, 2006.
- BOUTH, Helena F.; LEITE, Tatiana S.; LIMA, Françoise; OLIVEIRA, Jorge E.; Atol das Rocas: an oasis for *Octopus insularis* juveniles (Cephalopoda: Octopodidae). **Zoologia (Curitiba)**, v. 28, n. 1, p. 45–52, 2011.
- BOYLE, Peter; RODHOUSE, Paul (ORGS.). Cephalopods: Ecology and Fisheries. *In*: **Cephalopods: Ecology and Fisheries**. Wiley, 2005.
- CADDY, J. F.; RODHOUSE, P. G. Cephalopod and groundfish landings: evidence for ecological change in global fisheries? **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 8, n. 4, p. 431–444, 1998.
- CASTRO, Jose J.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, Vincente. Ontogenetic changes in mouth structures, foraging behaviour and habitat use of *Scomber japonicus* and *Illex coindetii*. **Scientia Marina**, v. 59, n. 3–4, p. 347–355, 1995.
- CHEN, Xinjun; LU, Huajie; LIU, Bilin; CHEN, Yong; LI, Siliang, et al. Species identification of *Ommastrephes bartramii*, *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis* and *Illex argentinus* (Ommastrephidae) using beak morphological variables. **Scientia Marina**, v. 76, n. 3, p. 473–481, 2012.
- CHEREL, Y.; RIDOUX, V.; SPITZ, J.; RICHARD, P. Stable isotopes document the trophic structure of a deep-sea cephalopod assemblage including giant octopus and giant squid. **Biology Letters**, v. 5, n. 3, p. 364–367, 2009.
- CHEREL, Yves. A review of Southern Ocean squids using nets and beaks. **Marine Biodiversity**, v. 50, n. 6, p. 98, 2020.
- CHEREL, Yves; GASCO, Nicolas; DUHAMEL, Guy. Top predators and stable isotopes document the cephalopod fauna and its trophic relationships in Kerguelen waters. **The Kerguelen Plateau: marine ecosystem and fisheries. Société Française d'Ichtyologie, Paris**, p. 99–108, 2011.
- CHESNAIS, Thibaut; FULTON, Elizabeth; TRACEY, Sean; PECL, Gretta. The ecological role of cephalopods and their representation in ecosystem models. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 29, n. 2, p. 313–334, 2019.
- CLARKE, M. R. Beaks, nets and numbers. **Symposium of the Zoological Society, Londres** v. 38, p. 89–126, 1977.
- CLARKE, Malcolm. Significance of Cephalopod Beaks. **Nature**, v. 193, n. 4815, p. 560–561, 1962.

- CLARKE, Malcolm; ALLCOCK, Louise; SANTOS, M. Begoña. ESTIMATING CEPHALOPOD BIOMASS: WORKSHOP REPORT. **BULLETIN OF MARINE SCIENCE**, v. 71, n. 1, 2002.
- CLARKE, Malcolm R. **A handbook for the identification of cephalopod beaks**. Clarendon Press Oxford, v. 273. 1986
- CLARKE, Malcolm R.; STEVENS, J. D. Cephalopods, blue sharks and migration. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 54, n. 4, p. 949–957, 1974.
- CLARKE, Malcolm R. The role of cephalopods in the world's oceans: an introduction. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 351, n. 1343, p. 979–983, 1996.
- CÔRTEZ, Mariana; SANTOS, Bruna; FREITAS, Renato; O'BRIEN, C.; LEITE, Tatiana. Review of the ecological aspects of sympatric species *Octopus americanus* and *Octopus insularis* (Cephalopoda: Octopodidae) in the Western Atlantic. **Current Zoology**, p. zoaf023, 2025.
- D'ORBIGNY, Alcide Dessalines. **Histoire naturelle générale et particulière des Céphalopodes acétabulifères vivants et fossiles**. JB Baillière, 1835.
- DANTAS, Renato Junqueira De Souza; LEITE, Tatiana Silva; DE ALBUQUERQUE, Cristiano Queiroz. The trophic interactions of *Octopus insularis* in the food web of a pristine tropical atoll: a baseline for management and monitoring under environmental changes. **Aquatic Ecology**, v. 56, n. 1, p. 269–284, 2022.
- DANTAS, Renato Junqueira; LEITE, Tatiana Silva; DE ALBUQUERQUE, Cristiano Queiroz. Assessing the diet of octopuses: traditional techniques and the stable isotopes approach. **Journal of Molluscan Studies**, v. 86, n. 3, p. 210–218, 2020.
- DANTAS, Renato; LEITE, Tatiana. O valor socioeconômico e cultural da pesca artesanal de cefalópodes para os povos do mar. **Informativo da Sociedade Brasileira de Malacologia**, p. 17–27, 2023.
- FANG, Zhou; FAN, Jiangtao; CHEN, Xinjun; CHEN, Yangyang. Beak identification of four dominant octopus species in the East China Sea based on traditional measurements and geometric morphometrics. **Fisheries Science**, v. 84, n. 6, p. 975–985, 2018.
- FANG, Zhou; HAN, Peiwu; SHI, Siwenjia; CHEN, Xinjun. Ontogenetic variation of trophic habitat for sympatric benthic octopods in East China Sea derived from isotopic analysis on beaks. **Fisheries Research**, v. 238, p. 105902, 2021.
- FRANCO-SANTOS, R. M.; VIDAL, E. A. G. Beak development of early squid paralarvae (Cephalopoda: Teuthoidea) may reflect an adaptation to a specialized feeding mode. **Hydrobiologia**, v. 725, n. 1, p. 85–103, 2014.
- FURNESS, Bridget L.; LAUGKSCH, Rudiger C.; DUFFY, David Cameron. Cephalopod Beaks and Studies of Seabird Diets. **The Auk**, v. 101, n. 3, p. 619–620, 1984.

- GARCÍA, V. Hernández. GROWTH AND PIGMENTATION PROCESS OF THE BEAKS OF TODAROPSIS EBLANAE (CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE). **Berliner Paläobiol. Abh.**, v. 3, p. 131–140, 2003.
- GONZÁLEZ-GÓMEZ, Roberto; AVENDAÑO, Otilio; BARRIGA-SOSA, Irene; BASTOS, Penélope; CAAMAL-MONSREAL, Claudia, et al. Biodiversity of octopuses in the Americas. **Marine Biology**, v. 171, n. 10, p. 189, 2024.
- GUERRA, Ángel; RODRÍGUEZ-NAVARRO, Alejandro; GONZÁLEZ, Ángel; ROMANEK, Chris; ÁLVAREZ-LLORET, Pedro, et al. Life-history traits of the giant squid *Architeuthis* revealed from stable isotope signatures recorded in beaks. **ICES Journal of Marine Science**, v. 67, n. 7, p. 1425–1431, 2010.
- GUERRERO-KOMMRITZ, Jürgen; RODRIGUEZ-BERMUDEZ, Adriana. Soft-bottom octopods (Cephalopoda: Octopodidae) of the southern Caribbean with the description of a new species of *Macrotritopus*. **Marine Biodiversity**, v. 49, n. 3, p. 1197–1215, 2019.
- HAIMOVICI, M.; MELO, C. C.; VIDAL, É. A. G.; SALES, J. B. L.; SPECHT, L. M., et al. **Octopus tehuelchus**. 2024. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br> Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.38960.1> - Acesso em: 21 out. 2025
- HAIMOVICI, Manuel; SANTOS, Roberta; FISCHER, Luciano; VARGAS, Mario; LEITE, Tatiana, et al. An annotated and illustrated list of Cephalopoda (Mollusca) recorded from Brazilian waters, with an identification key to species. **Marine and Fishery Sciences (MAFIS)**, v. 38, n. 3, 2025.
- HERNÁNDEZ-GARCÍA, V.; PIATKOWSKI, U.; CLARKE, M. R. Development of the darkening of *Todarodes sagittatus* beaks and its relation to growth and reproduction. **South African Journal of Marine Science**, v. 20, n. 1, p. 363–373, 1998.
- HOVING, Henk-Jan; PEREZ, Jose; BOLSTAD, Kathrin; BRAID, Heather; EVANS, Aaron, et al. The Study of Deep-Sea Cephalopods. In: VIDAL, Erica A. G. (Org.). **Advances in Cephalopod Science: Biology, Ecology, Cultivation and Fisheries**. *Advances in Marine Biology*. Academic Press, v. 67 p. 235–359, 2014.
- HU, Guanyu; FANG, Zhou; LIU, Bilin; CHEN, Xinjun; STAPLES, Kevin, et al. Using Different Standardized Methods for Species Identification: A Case Study Using Beaks from Three Ommastrephid Species. **Journal of Ocean University of China**, v. 17, n. 2, p. 355–362, 2018.
- IBÁÑEZ, Christian; FENWICK, Mark; RITCHIE, Peter; CARRASCO, Sergio; PARDO-GANDARILLAS, Cecilia. Systematics and Phylogenetic Relationships of New Zealand Benthic Octopuses (Cephalopoda: Octopodidae). **Frontiers in Marine Science**, v. 7, p. 182, 2020.
- IRIBARNE, Oscar O.; FERNANDEZ, Miriam E.; ZUCCHINI, Hugo. Prey selection by the small Patagonian octopus *Octopus tehuelchus* d'orbigny. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 148, n. 2, p. 271–282, 1991.

- JACKSON, George D. The use of beaks as tools for biomass estimation in the deepwater squid *Moroteuthis ingens* (Cephalopoda: Onychoteuthidae) in New Zealand waters. **Polar Biology**, v. 15, n. 1, p. 9–14, 1995.
- JACKSON, Sue; RYAN, Peter G. Differential Digestion Rates of Prey by White-chinned Petrels (*Procellaria Aequinoctialis*). **The Auk**, v. 103, p. 617–619, 1986.
- JEREB, Patrizia; ROPER, Clyde; NORMAN, Mark; FIN, Julian (ORGS.). **Cephalopods of The World. Vol. 3 Octopods and vampire squids**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, v. 3, 2005.
- JEREB, Patrizia; ROPER, Clyde F. E. **Cephalopods of the world: an annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date**. Rome: FAO, 2010.
- LEITE, T.; HAIMOVICI, M.; MOLINA, W.; WARNKE, K. Morphological and genetic description of *Octopus insularis*, a new cryptic species in the *Octopus vulgaris* complex (Cephalopoda: Octopodidae) from the tropical southwestern Atlantic. **Journal of Molluscan Studies**, v. 74, n. 1, p. 63–74, 2008.
- LEITE, T.; HAIMOVICI, M.; MATHER, J.; OLIVEIRA, J. E. Habitat, distribution, and abundance of the commercial octopus (*Octopus insularis*) in a tropical oceanic island, Brazil: Information for management of an artisanal fishery inside a marine protected area. **Fisheries Research**, v. 98, n. 1–3, p. 85–91, 2009.
- LEITE, T.; MELO, C.C.; VIDAL, E.A.G.; SALES, J.B.L.; SPECHT, L. M., et al. **Macrotritopus defilippi**. 2024. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br> Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.38989.1> - Acesso em: 21 out. 2025
- LEITE, Tatiana; HAIMOVICI, Manuel. Biodiversidade e habitat dos polvos de águas rasas das ilhas oceânicas do nordeste brasileiro. In: **Ilhas Oceânicas Brasileiras da pesquisa ao manejo**. ALVES, R. J. V.; CASTRO, J. W. A., p. 201–214, 2006.
- LEITE, Tatiana; VIDAL, Erica; LIMA, Françoise; LIMA, Sergio; DIAS, Ricardo, et al. A new species of pygmy *Paroctopus Naef*, 1923 (Cephalopoda: Octopodidae): the smallest southwestern Atlantic octopod, found in sea debris. **Marine Biodiversity**, v. 51, n. 4, p. 68, 2021.
- LEITE, Tatiana Silva; HAIMOVICI, Manuel; MATHER, Jennifer. *Octopus insularis* (Octopodidae), evidences of a specialized predator and a time-minimizing hunter. **Marine Biology**, v. 156, n. 11, p. 2355–2367, 2009.
- LIMA, Françoise; BERBEL-FILHO, Waldir; LEITE, Tatiana; ROSAS, Carlos; LIMA, Sergio. Occurrence of *Octopus insularis* Leite and Haimovici, 2008 in the Tropical Northwestern Atlantic and implications of species misidentification to octopus fisheries management. **Marine Biodiversity**, v. 47, n. 3, p. 723–734, 2017.
- LIU, Bilin; FANG, Zhou; CHEN, Xinjun; CHEN, Yong. Spatial variations in beak structure to identify potentially geographic populations of *Dosidicus gigas* in the Eastern Pacific Ocean. **Fisheries Research**, v. 164, p. 185–192, abr. 2015.

- LLEONART, Jordi; SALAT, Jordi; TORRES, Gabriel J. Removing Allometric Effects of Body Size in Morphological Analysis. **Journal of Theoretical Biology**, v. 205, n. 1, p. 85–93, 2000.
- LU, C. C.; ICKERINGILL, Robyn. **Cephalopod beak identification and biomass estimation techniques: tools for dietary studies of southern Australian finfishes**. Museum Victoria Melbourne, Australia, 2002.
- LUNA, Amanda; SÁNCHEZ, Pilar; CHICOTE, Carla; GAZO, Manel. Cephalopods in the diet of Risso's dolphin (*GRAMPUS GRISEUS*) from the Mediterranean Sea: A review. **Marine Mammal Science**, v. 38, n. 2, p. 725–741, 2021.
- MARKAIDA, Unai; SOSA-NISHIZAKI, Oscar. Food and feeding habits of the blue shark *Prionace glauca* caught off Ensenada, Baja California, Mexico, with a review on its feeding. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 90, n. 5, p. 977–994, 2010.
- MOURITSEN, Ole G.; STYRBÆK, Klavs. Cephalopod Gastronomy—A Promise for the Future. **Frontiers in Communication**, v. 3, 2018.
- NAKAJIMA, Ryuta; SHIGENO, Shuichi; ZULLO, Letizia; DE SIO, Fabio; SCHMIDT, Markus. Cephalopods Between Science, Art, and Engineering: A Contemporary Synthesis. **Frontiers in Communication**, v. 3, p. 20, 2018.
- NEIGE, Pascal; DOMMERGUES, J. L. Disparity of beaks and statoliths of some coleoids: A morphometric approach to depict shape differentiation. **Abh. Geol. B.-A.** v. 57, p. 393–399, 2002.
- O'BRIEN, C. E.; MEDEIROS, Sylvia Lima De Souza; LEITE, Tatiana. Octospy: What Octopus insularis do in their dens. **Marine Ecology**, v. 44, n. 5, p. e12763, 2023.
- O'BRIEN, Caitlin E.; BENNICE, Chelsea O.; LEITE, Tatiana. A field guide to distinguishing Octopus insularis and Octopus americanus (Octopoda: Octopodidae). **Zootaxa**, v. 5060, n. 4, p. 589–594, 2021.
- OGDEN, R. S.; ALLCOCK, A. L.; WATS, P. C.; THORPE, J. P. The role of beak shape in octopodid taxonomy. **South African Journal of Marine Science**, v. 20, n. 1, p. 29–36, 1998.
- OSPINA-ALVAREZ, Andres; DE JUAN, Silvia; PITA, Pablo; AINSWORTH, Gillian; MATOS, Fábio, *et al.* A network analysis of global cephalopod trade. **Scientific Reports**, v. 12, 2022.
- OZOGUL, Yesim; DUYSAK, Onder; OZOGUL, Fatih; OZKUTUK, Ali; TURELI, Canan. Seasonal effects in the nutritional quality of the body structural tissue of cephalopods. **Food Chemistry**, v. 108, n. 3, p. 847–852, 2008.
- PACHECO-OVANDO, Renata; GRANADOS-AMORES, Jasmín; GONZÁLEZ-SALINAS, Benjamín; RUIZ-VILLEGAS, Juan; DÍAZ-SANTANA- ITURRIOS, Mariana. Beak shape analysis and its potential to recognize three loliginid squid species found in the northeastern Pacific. **Marine Biodiversity**, v. 51, n. 5, p. 82, 2021.

- PERALES-RAYA, Catalina; ALMANSA, Eduardo; BARTOLOMÉ, Aurora; FELIPE, Beatriz; IGLESIAS, José, *et al.* Age Validation in Octopus vulgaris Beaks Across the Full Ontogenetic Range: Beaks as Recorders of Life Events in Octopuses. **Journal of Shellfish Research**, v. 33, n. 2, p. 481–493, 2014.
- PEREZ, Jose Angel A.; PEZZUTO, Paulo Ricardo. Valuable shellfish species in the by-catch of shrimp fishery in southern Brazil: spatial and temporal patterns. **Journal of Shellfish Research**, v. 17, p. 303–309, 1998.
- PITA, Cristina; ROUMBEDAKIS, Katina; FONSECA, Teresa; MATOS, Fábio; PEREIRA, João, *et al.* Fisheries for common octopus in Europe: socioeconomic importance and management. **Fisheries Research**, v. 235, 2021.
- QUEIRÓS, José; BARTOLOMÉ, Aurora; PIATKOWSKI, Uwe; XAVIER, José; PERALES-RAYA, Catalina. Age and growth estimation of Southern Ocean squid Moroteuthopsis longimana: can we use beaks collected from predators' stomachs? **Marine Biology**, v. 170, n. 1, p. 10, 2023.
- RODHOUSE, P. G. Cephalopod Fauna of the Scotia Sea at South Georgia: Potential for Commercial Exploitation and Possible Consequences. *In*: KERRY, K. R.; HEMPEL, G. (Orgs.). **Antarctic Ecosystems**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. p. 289–298, 1990.
- RODHOUSE, P. G.; NIGMATULLIN, Ch. M. Role as consumers. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 351, n. 1343, p. 1003–1022, 1996.
- ROSAS-LUIS, Rigoberto; NAVARRO, Joan; SÁNCHEZ, Pilar; DEL RÍO, José. Assessing the trophic ecology of three sympatric squid in the marine ecosystem off the Patagonian Shelf by combining stomach content and stable isotopic analyses. **Marine Biology Research**, v. 12, n. 4, p. 402–411, 2016.
- ROSCIAN, Marjorie; HERREL, Anthony; ZAHARIAS, Paul; CORNETTE, Raphael; FERNANDEZ, Vincent, *et al.* Every hooked beak is maintained by a prey: Ecological signal in cephalopod beak shape. **Functional Ecology**, v. 36, n. 8, p. 2015–2028, 2022.
- SALES, João Bráulio; HAIMOVICI, Manuel; READY, Jonathan S.; SOUZA, Rosália, F.; FERREIRA, Yrlene, *et al.* Surveying cephalopod diversity of the Amazon reef system using samples from red snapper stomachs and description of a new genus and species of octopus. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 5956, 2019.
- SÁNCHEZ-MÁRQUEZ, Antoni; NAVARRO, Joan; KALIONTZOPOULOU, Antigoni; FARRÉ, Marc; TAITE, Morag, *et al.* Unravelling the phylogenetic and ecological drivers of beak shape variability in cephalopods. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, 2022.
- SANTOS, Roberta Aguiar; HAIMOVICI, Manuel. Cephalopods in the trophic relations off southern Brazil. **Bulletin of Marine Science**, v. 71, n. 2, p. 753–770, 2002.
- SANTOS, Roberta; HAIMOVICI, Manuel. 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.

- SAUER; GLEADALL, I.; DOWNEY-BREEDT, N.; DOUBLEDAY, Z.; GILLESPIE, G., *et al.* World Octopus Fisheries. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, p. 1–151, 2019.
- SMALE, M. J.; CLARKE, M. R.; KLAGES, N. T. W.; ROELEVELD, M. A. C. Octopod beak identification—resolution at a regional level (Cephalopoda, Octopoda: Southern Africa). **South African Journal of Marine Science**, v. 13, n. 1, p. 269–293, 1993.
- TAN, Hui Yuan; GOH, Zhi Yun; LOH, Kar-Hoe; THEN, Amy; OMAR, Hasmahzaiti, *et al.* Cephalopod species identification using integrated analysis of machine learning and deep learning approaches. **PeerJ**, v. 9, p. e11825, 2021.
- TITTENSOR, Derek; MORA, Camilo; JETZ, Walter; LOTZE, Heike; RICARD, Daniel, *et al.* Global patterns and predictors of marine biodiversity across taxa. **Nature**, v. 466, n. 7310, p. 1098–1101, 2010.
- VAN NIEUWENHOVE, Annelore Hilde M.; RATSIMBAZAFY, Hajaniaina Andrianavalonarivo; KOCHZIUS, Marc. Cryptic diversity and limited connectivity in octopuses: Recommendations for fisheries management. **PLOS ONE**, v. 14, n. 5, p. e0214748, 2019.
- VASKE, Teodoro Vaske. **Guia de Identificação de Cefalópodes Costeiros e Oceânicos do Atlântico Sudoeste Equatorial através das mandíbulas (bicos)**. Pernambuco: Livro Rápido - Elógica, 2006.
- VILLANUEVA, Roger; PERRICONE, Valentina; FIORITO, Graziano. Cephalopods as Predators: A Short Journey among Behavioral Flexibilities, Adaptions, and Feeding Habits. **Frontiers in Physiology**, v. 8, p. 598, 2017.
- VOSS, N. A.; SWEENEY, M. J. **Systematics and Biogeography of cephalopods: volume II. Smithsonian Contributions to Zoology**, n. 586, 1998.
- WANG, Chao; CHEN, Xinjun; FANG, Zhou. Geometric morphometrics casts light on phylogenetic relevance of cephalopod beak morphological. **Journal of Morphology**, v. 285, n. 4, p. e21691, 2024.
- WANG, Chao; FANG, Zhou. Ontogenetic Variation and Sexual Dimorphism of Beaks among Four Cephalopod Species Based on Geometric Morphometrics. **Animals**, v. 13, n. 4, p. 752, 2023.
- WANG, Simeng; DIDZIOKAS, Marius; ROSCIAN, Marjorie; EVANS, Susan; ROUGET, Isabelle, *et al.* A comparative analysis of the puncturing abilities of cephalopod beak rostra using engineering tools. **Marine Biology**, v. 171, n. 6, p. 131, 2024.
- WILLER, David; ALDRIDGE, David; GOUGH, Charlie; KINCAID, Kate. Small-scale octopus fishery operations enable environmentally and socioeconomically sustainable sourcing of nutrients under climate change. **Nature Food**, v. 4, n. 2, p. 179–189, 2023.
- WOLFF, Gary A. **Identification and estimation of size from the beaks of 18 species of cephalopods from the Pacific Ocean**. *NOAA Technical Report*. 1984.

- XAVIER, J. C.; CROXALL, J. P. Predator–prey interactions: why do larger albatrosses eat bigger squid? **Journal of Zoology**, v. 271, n. 4, p. 408–417, 2007.
- XAVIER, J. C.; TARLING, G.; CROXALL, J. Determining prey distribution patterns from stomach-contents of satellite-tracked high-predators of the Southern Ocean. **Ecography**, v. 29, n. 2, p. 260–272, 2006.
- XAVIER, J. C.; WALKER, K.; ELLIOT, G.; CHEREL, Y.; THOMPSON, D. Cephalopod fauna of South Pacific waters: new information from breeding New Zealand wandering albatrosses. **Marine Ecology Progress Series**, v. 513, p. 131–142, 2014.
- XAVIER, J. C.; CLARKE, M. R.; MAGALHÕES, M. C.; BLANCO, C., *et al.* Current status of using beaks to identify cephalopods: III International Workshop and training course on Cephalopod beaks, Faial island, Azores, April 2007. **Arquipélago: Life and Marine Sciences**, v. 24, p. 41–48, 2007.
- XAVIER, José C. Unusual occurrence of *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in the diet of albatrosses breeding at Bird Island, South Georgia. **BULLETIN OF MARINE SCIENCE**, v. 71, p. 1109–1112, 2002.
- XAVIER, J. C.; ALLCOCK, A. L.; CHEREL, Y.; LIPINSKI, M. R.; PIERCE, G. J., *et al.* Future challenges in cephalopod research. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 95, n. 5, p. 999–1015, 2015.
- XAVIER, J. C.; GOLIKOV, A. V.; QUEIRÓS, J. P.; PERALES-RAYA, C.; ROSAS-LUIS, R., *et al.* The significance of cephalopod beaks as a research tool: An update. **Frontiers in Physiology**, v. 13, p. 1038064, 2022.
- XAVIER, José C.; CHEREL, Yves. **Cephalopod beak guide for the Southern Ocean**. *British Antarctic Survey*, Cambridge, UK. 2009.
- XAVIER, José C.; PHILLIPS, Richard A.; CHEREL, Yves. Cephalopods in marine predator diet assessments: why identifying upper and lower beaks is important. **ICES Journal of Marine Science**, v. 68, n. 9, p. 1857–1864, 2011.