



ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS MARINHAS E COSTEIRAS

Monografia para a Obtenção do Grau de Licenciatura em Biologia Marinha

**Estudo da Distribuição Vertical e Horizontal da Lula
Ommastrephes bartramii na Costa de Moçambique**



Autora: Loyde Raquel António Luís

Loyde Raquel António Luís

Quelimane, Março de 2025



ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS MARINHAS E COSTEIRAS

Monografia para a Obtenção do Grau de Licenciatura em Biologia Marinha

**Estudo da Distribuição Vertical e Horizontal da Lula
Ommastrephes bartramii na Costa de Moçambique**



Autora: Loyde Raquel António Luís

Loyde Raquel António Luís

Supervisor: Doutor Anildo Naftal Nataniel

Anildo Naftal Nataniel

Avaliador: Mestre Bonifácio Manuessa

Bonifácio Carlito Manuessa

Presidente da Mesa: Mestre Carlota Alves Emílio

Carlota Alves Emílio

Quelimane, Março de 2025

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família, em especial ao meu pai António Ernesto Luís (em memória) e a minha mãe Celina Gabriela Simão Ngazane, a minha avó Palmira Paulo Macuiane e ao meu tio André Simão Ngazane que estiveram comigo em todos momentos dessa jornada, aos meus irmãos Noé, Jessé, Monalisa, Noé, Andrea, Pámera e Adiel, que me transmitem forças para que eu continue batalhando pelos meus objetivos sendo eles o meu suporte e a razão pela qual ainda estou aqui batalhando longe deles.

A ostra abre-se totalmente na lua cheia. Quando o caranguejo

a vê, lança uma pedrinha ou alga marinha, e

esta não se pode mais fechar e serve de alimento.

Tal é o destino de quem abre demais a boca e se

coloca, portanto, a mercê do seu ouvinte.

Leonardo da Vinci, 1452-1519

Agradecimentos

O meu primeiro agradecimento vai para ao meu bom DEUS “Nosso Pai” pelo dom da vida, pela sabedoria, a proteção que ele tem me dado nesta longa e difícil jornada cheia de obstáculos e lutas, e pelo poder de discernir o certo do errado para que eu não pudesse me desviar dos meus objetivos.

Em segundo lugar agradecer à minha família e em especial a minha batalhadora e preciosíssima mãe Celina Ngazane e ao meu pai António Ernesto Luís (em memória) que de forma incansável não pouparam esforços para que eu pudesse alcançar os meus objetivos e terminar os meus estudos.

Endereço o meu especial agradecimento a minha avó Palmira Paulo Macuiane, pelos puxões de orelha, orações, conselhos valiosos que ela tem me dado e ensinamentos para que eu pudesse me tornar a mulher que sou hoje. Aos meus tios, Enoque, Nelvina, Apolinária, Ebnegilda, Nádia em especial ao meu tio André Ngazane por acreditarem no meu potencial e confiarem em mim.

Aos meus irmãos Noé, Andrea, Pámera, Adiel e em especial ao Jessé Luís e Monalisa pelo apoio incondicional nos momentos mais críticos dessa jornada.

Aos meus avôs maternos, tios, primos, agradeço pelas orações, apoio, conselhos e pela preocupação.

Ao meu supervisor Doutor Anildo Naftal Nataniel por toda paciência, dedicação, apoio e pelos preciosos ensinamentos no acompanhamento deste trabalho assim como durante as aulas lecionadas e pelo apoio ao material que permitiu a realização deste trabalho.

Aos meus docentes Dr. Eurico, Dra. Sara, Dr. Daniel Oliveira, MSc. Yolanda e a Eng. Joana e em especial ao MSc. Mauro Uqueio, pelos preciosos ensinamentos, pela ajuda e pela paciência nesta longa jornada. Aos tios Zacarias Matuassa, Zacarias e Paulo Mutisse pelo suporte e pela ajuda.

As minhas companheiras de longa data Madalena e a Maria pelo amor, suporte, conselhos. Ao meu amigo, Eduardo pelos conselhos, pelo amor, pela confiança, por acreditar no meu potencial, por elevar sempre a minha estima, pela presença sempre que necessito e pelo carinho. Aos meus amigos, Ana, Oliveira, Roménio, Simião, Hucher, Carlitos, Isabel, Juleca, Letícia pela amizade que eles me proporcionam e pelo companheirismo.

Ao meu ex-namorado Ricardo Muando Nhambirre Júnior, não querendo lhe tirar o mérito, agradecer pela mulher forte que ele me tornou, discernida, sábia e capaz de ultrapassar a todas as barreiras.

E a todos que direta (colegas) ou indiretamente (parentes distantes) me ajudaram e apoiaram durante este longo percurso desafiante e maravilhoso, aqui vai o meu sincero muito obrigado.

Declaração de Honra

Declaro por minha honra, que este trabalho de licenciatura nunca foi apresentado para obtenção de qualquer grau académico e que o mesmo constitui resultado da minha elaboração. Cada ideia trazida de outros trabalhos foi devidamente citada no texto e referenciada na página das bibliografias. Esta monografia é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos de obtenção do grau de licenciatura em Biologia Marinha, na Universidade Eduardo Mondlane.

Quelimane, Março de 2025

Autora:

A handwritten signature in blue ink, reading "Loyde Raquel António Luís", written over a horizontal line.

(Loyde Raquel António Luís)

Resumo

Ommastrephes bartramii é um cefalópode oceânico amplamente distribuído nas águas subtropicais e temperadas dos Oceanos Pacífico, Atlântico e Índico. É componente importante dos ecossistemas marinhos e alvo de pesca em várias regiões do mundo. Este estudo teve como objetivo principal descrever a distribuição vertical e horizontal do *O. bartramii* na Costa de Moçambique. Foram usados dados fornecidos pelo Instituto Oceanográfico de Moçambique (InOM), colhidos através da rede de arrasto de fundo no cruzeiro científico Dr. Fridjof Nansen. A expedição decorreu durante os meses de Maio e Junho de 2023 ao longo da região sul e centro da costa Moçambicana. Esta base de dados conteve informações, da profundidade e a posição da captura, data e tempo de pesca e a diversidade das espécies amostradas. Foi usado um software de processamento de dados denominado ArcGis versão 10.1 para a construção de mapas de distribuição espacial e um Microsoft Excel para a construção dos gráficos de distribuição vertical, estrutura populacional e análise do tamanho da primeira maturação. A distribuição espacial e vertical revelou que maior parte da biomassa está concentrada nas latitudes de 20°S - 24°S e longitudes de 35°E - 36°E correspondentes a Costa de Inhambane e a menor biomassa nas latitudes de 24°S - 26°S e longitudes de 32°E - 35°E na Costa de Gaza e Maputo, em que a maioria eram juvenis e se encontravam em profundidades que variavam de 0±50 metros e os adultos em profundidades superiores a 150 metros. A análise estatística, revelou que as lulas capturadas no período de estudo ainda não tinham atingindo a primeira maturação, isto é, as médias amostral e teórica revelam diferenças significativas ($t= 6.235$, $p\text{-value}<0.05$) a nível de confiança de 95%. O estudo embora preliminar sugere que o período de amostragem (Maio -Junho) não é adequados para pesca de *O. bartramii* na costa Sul de Moçambique, porém informação adicional do período de amostragem é necessária para providenciar resultados consistentes para delinear as estratégias de conservação e gestão do recurso.

Palavras-chaves: Costa de Moçambique, *O. bartramii*, Distribuição.

Abstract

Ommastrephes bartramii is an oceanic cephalopod widely distributed in subtropical and temperate waters of the Pacific, Atlantic and Indian Oceans. It is an important component of marine ecosystems and a target of fisheries in several regions of the world. The main objective of this study was to describe the vertical and horizontal distribution of *O. bartramii* along the coast of Mozambique. The data were provided by the Oceanographic Institute of Mozambique (InOM) and were collected with the benthic trawl net during the scientific cruise Dr Fridjof Nansen. The expedition took place during the months of May and June 2023 along the southern and central regions of the Mozambican coast. This database contained information on depth and position of capture, date and time of fishing and the diversity of species sampled. ArcGis version 10.1 was used to produce spatial distribution maps and Microsoft Excel was used to produce vertical distribution graphs, population structure and analysis of first maturity size. The spatial and vertical distribution showed that most of the biomass was concentrated in the latitudes 20oS - 24oS and longitudes 35oE - 36oE, corresponding to the Inhambane coast, and the lowest biomass in the latitudes 24oS - 26oS and longitudes 32oE - 35oE on the Gaza and Maputo coasts, where most of the biomass was juveniles and was found at depths between 0±50 metres and the adults at depths greater than 150 metres. Statistical analysis showed that the squid caught during the study period had not yet reached the first stage of maturation, i.e. the sample and theoretical means show significant differences ($t=6.235$, $p\text{-value}<0.05$) at 95% confidence level. The study, although preliminary, suggests that the sampling period (May-June) is not suitable for fishing *O. bartramii* on the southern coast of Mozambique, however additional information from the sampling period is necessary to provide consistent results to outline conservation and management strategies for the resource.

Keywords: Mozambique Coast, *O. bartramii*, Distribution.

Lista de figuras

Figura 1: <i>Ommastrephes bartramii</i> . Imagem captada pelo Haimovici, et al., (2009) citado por (Schroeder, et al., 2024).	8
Figura 2: Mapa de Distribuição do Habitat favorável do <i>O. bartramii</i> . As cores da distribuição indicam o grau de adequação do habitat, que pode ser interpretado a probabilidades de ocorrência até 2050 (AquaMaps, 2019).	12
Figura 3: Mapa de área de estudo. Distribuição da lula <i>Ommastrephes bartramii</i> no Costa de Moçambique no período de 2023. Os pontos pretos indicam os pontos de amostragem da espécie.	14
Figura 4: Distribuição latitudinal e longitudinal do <i>O. bartramii</i> na Costa de Moçambique.	18
Figura 5: Variação vertical dos comprimentos e peso individual do <i>O. bartramii</i> na Costa de Moçambique.	19
Figura 6: Estrutura populacional do <i>O. bartramii</i> na Costa de Moçambique.	20
Figura 7: Análise da população em relação a primeira maturação no período de estudo.	21

Lista de abreviaturas

<i>O. bartramii</i>	<i>Ommastrephes bartramii</i>	LL	Extra grande
ML	Comprimento do Manto	L	Grande
S	Segundos	SS	Extra pequeno
Cm	Centímetros	S	Pequeno
m	Metros	W	Peso
mm	Milímetros	Lm	Primeira maturação
g	Gramas	km ²	Quilómetros ao quadrado
kg	Quilogramas		
mg/m ³	Miligramas por metros cúbicos		
MT	Média teórica		
MA	Média Amostral		
SSHA	Anomalia da Altura da Superfície do Mar		
SSS	Salinidade da Superfície do Mar		
TSM	Temperatura da Superfície do Mar		
°N	Graus Norte		
°E	Graus Este		
°C	Graus Celsius		
> <	Maior e Menor		
=	Igual		
°S	Graus Sul		
Fr	Frequência		
(Chl-a)	Clorofila		
Cm/s	Centímetros por segundos		

Índice

Dedicatória	III
Agradecimentos.....	IV
Declaração de Honra	V
Resumo.....	Erro! Marcador não definido.
Abstract	VII
Lista de figuras.....	VIII
Lista de abreviaturas.....	IX
I - CAPÍTULO	1
1. Introdução.....	1
1.1. Problematização e Justificativa	4
1.1.1. Problematização	4
1.1.2. Justificativa.....	4
1.2. Objetivos geral e específico	5
1.2.1. Geral.....	5
1.2.2. Específicos	5
II- CAPÍTULO	6
2. Referencial Teórico	6
2.1. Biologia e Ecologia de <i>O. bartramii</i>	6
2.2. Classificação Taxonómica da lula <i>Ommastrephes bartramii</i>	7
2.3. Morfologia, Reprodução do e Ciclo de vida de <i>O. bartramii</i>	7
2.3.1. Morfologia.....	7
2.3.2. Reprodução.....	8
2.3.3. Ciclo de vida.....	9
2.4. Estrutura populacional da espécie	9
2.5. Movimentos e Migração do <i>O. bartramii</i>	10

2.6. Distribuição Vertical da <i>O. bartramii</i>	12
III- CAPÍTULO	14
3. Metodologia	14
3.1. Descrição da Área de Estudo.....	14
3.2. Descrição de dados	15
3.3. Análise de dados.....	15
3.3.1. Distribuição horizontal e variação vertical de <i>O. bartramii</i>	15
3.3.2. Estrutura populacional da espécie	15
3.3.3. Análise da população em relação a primeira maturação	16
IV- CAPÍTULO.....	18
4. Resultados	18
4.1. Distribuição latitudinal e longitudinal da biomassa da espécie.....	18
4.2. Variação vertical dos comprimentos e peso individual da espécie	19
4.3. Estrutura populacional da espécie	20
4.4. Análise da população em relação a primeira maturação	20
5. Discussão.....	22
6. Conclusão	25
7. Recomendações	26
8. Referências Bibliográficas	27
9. Anexos.....	34

I - CAPÍTULO

1. Introdução

A Costa de Moçambique estende-se por cerca de 2.740 km e alberga inúmeras pescarias muito valiosas (Silva *et al.*, 2009), e uma plataforma continental diversificada e produtiva com cerca de 104.300 km² de importância primordial para o país (Pereira *et al.*, 2014).

Os principais recursos marinhos do país são compostos por crustáceos (camarão de superfície, camarão de profundidade, lagostins, lagostas e caranguejos), peixes ósseos (espécies demersais e pelágicas, principalmente garoupa, pargo, imperador e dourada), espécies migratórias de alto mar (espécies de atum de barbatana amarela, olho grande e albacora, espadarte e tubarão), cefalópodes e moluscos (lula, polvo, pepinos-do-mar, bivalves) (FAO, 2010).

Os cefalópodes estão amplamente distribuídos por todos os oceanos e habitam diversos ecossistemas como plataformas costeiras, oceanos abertos e mar profundo. Mais de 800 espécies de cefalópodes foram descritas, incluindo espécies demersais (polvos e chocos) e cefalópodes pelágicos (lulas) (Navarro *et al.*, 2013).

Os cefalópodes pelágicos, principalmente pertencentes a família Ommastrephidae são amplamente distribuídos nas águas temperadas e subtropicais de todo o mundo. Entre as lulas desta família, as lulas oceânicas, como *Todarodes pacificus*, *Nototodarus sloanii*, *Dosidicus gigas* e *Ommastrephes bartramii* são as espécies mais importantes em termos de capturas e valor comercial (Yu *et al.*, 2021), pois são fonte de proteína para consumo humano (Fang *et al.*, 2016).

As lulas pertencem a classe relativamente pequena de moluscos, mas eles sustentam algumas pescarias em larga escala industrial e inúmeras pescarias artesanais locais de pequena escala (Rodhouse *et al.*, 2014). *Ommastrephes bartramii* (Lesueur, 1821), lula voadora néon, é uma espécie de lula oceânica economicamente importante que tem sido capturada comercialmente pelo Japão desde 1974, posteriormente pela Coreia, Taiwan e China (Chen *et al.*, 2007; Kato *et al.*, 2023). A produção anual estimada foi de 250.000 a 350.000 toneladas nas décadas de 1980 e 1990. Desde então, a pesca expandiu-se (Chen *et al.*, 2007). Em 2022 a produção mundial de lulas da família Ommastrephidae foi de 1.619.000 toneladas (FAO, 2024). Moçambique exportou cerca de 147 toneladas de lulas (MIMAIP, 2022).

Além disso, as lulas desempenham um papel importante nas relações tróficas dos ecossistemas marinhos tanto por se tratar de predadores activos e eficientes de uma grande diversidade de animais quanto por fazerem parte da dieta de várias espécies marinhas (Menard *et al.*, 2013), especialmente no oceano onde a disponibilidade de nutrientes é menor quando comparado as áreas da plataforma continental (Santos, 1999).

Por causa da sua alta taxa de alimentação e estratégia trófica generalista, as lulas têm potencial para exercer controlo trofodinâmico no recrutamento dos estágios iniciais da vida dos peixes economicamente importantes (Navarro *et al.*, 2013).

A lula voadora néon tem sido alvo de pesca comercial em muitas águas costeiras do mundo (Yatsu, 2000). Esta lula não é apenas importante como recurso pesqueiro, mas também serve como indicador de alterações oceanográficas em grande escala sobre os ecossistemas marinhos (Navarro *et al.*, 2013; Fang *et al.*, 2016).

Ommastrephes bartramii faz uma migração anual de ida e volta entre seus locais de desova subtropicais e suas áreas de alimentação (Jie *et al.*, 2016). A migração, bem como a agregação nos seus habitats preferidos tende a ser encorajada pelas condições físicas e químicas do ambiente (Wei *et al.*, 2017). A abundância e distribuição dos stocks também são influenciadas por alterações nas condições ambientais. Pelo que, a temperatura e salinidade da água afectam fortemente a distribuição e abundância desta espécie, tendo a temperatura um maior poder preditivo para estimar a sua abundância (Bower & Ichii, 2005; Chen, 2010).

Estudos extensivos descobriram uma forte relação entre a abundância de lulas e as condições ambientais marinhas em diferentes escalas (Wei *et al.*, 2015) que podem ser captados por métodos que incluem o índice de adequabilidade do habitat, a análise relacional cinzenta e a modelação aditiva generalizada (Yongjiu *et al.*, 2018).

As flutuações na abundância e distribuição de *O. bartramii* tendem a aumentar e a ampliar continuamente devido às fortes influências dos eventos climáticos oceânicos em várias escalas espaço-temporais (Siquan *et al.*, 2009; Chen *et al.*, 2007), por isso a avaliação e gestão dos stocks desta espécie são necessárias para garantir a sua exploração sustentável (Fang *et al.*, 2016). Em Moçambique há pouca informação sobre distribuição desta espécie. O estudo feito por Silva *et al* (2009) sobre a distribuição e abundância de cefalópodes, pouco descreve sobre *O. bartramii*.

Estudo da Distribuição Vertical e Horizontal da Lula *Ommastrephes bartramii* na Costa de Moçambique

O presente trabalho tem como finalidade de contribuir na compreensão da distribuição vertical e horizontal da lula *Ommastrephes bartramii* na Costa de Moçambique, uma vez que conhecendo as áreas de ocorrência e distribuição, vai ajudar a minimizar os esforços de pesca aplicados, e consequentemente melhorar os rendimentos económicos da pesca.

1.1. Problematização e Justificativa

1.1.1. Problematização

A distribuição dos mananciais das espécies de lulas inexploradas permanece pouco conhecida em muitas zonas do Oceano, incluindo os ecossistemas tropicais e equatoriais do Oceano Índico (Menard *et al.*, 2012). Ao longo das últimas décadas, tem-se verificado uma tendência cada vez maior de capturas comerciais de lulas, especialmente as mais importantes lulas da família Ommastrephidae (Wei *et al.*, 2015; FAO, 2024), sendo este grupo o que apoia a maior pesca de invertebrados no mundo (Vijai *et al.*, 2015). Embora as lulas sejam um grupo que ocupa uma grande variedade de habitats e apresente uma considerável importância econômica e científica, estudos sobre a distribuição vertical e horizontal são escassos não só em Moçambique, como em várias partes do mundo. A falta dessas informações que são bastante cruciais na gestão das pescas, que podem ter implicações muito sérias, sobre tudo no que diz respeito ao esforço de pesca, assim como dos rendimentos da pesca (Chen & Chiu, 2003). É com base nos pressupostos acima arrolados, que o presente estudo visa responder a seguinte pergunta de pesquisa:

Pergunta de pesquisa: De que forma se encontra Distribuída a Lula *Ommastrephes bartramii* na Costa de Moçambique?

1.1.2. Justificativa

Algumas espécies de cefalópodes representam importantes recursos pesqueiros em várias regiões do globo, destacando-se a pesca de lulas das famílias Loliginidae e Ommastrephidae, de polvos da família Octopodidae e de Sépias do género *sépia*. Na região sul de Moçambique as lulas e outros cefalópodes desempenham um papel ecológico e socioeconômico relevante nas capturas dos pescadores semi-industriais e artesanais para a renda e segurança alimentar. Contudo foram usados dados do cruzeiro para desenvolver um estudo preliminar sobre a distribuição vertical e horizontal da espécie *O. bartramii* na Costa de Moçambique. Os resultados desta pesquisa vão contribuir para a compreensão da dinâmica desta espécie e auxiliar os gestores no delineamento de medidas ou estratégias de exploração sustentável.

1.2. Objetivos geral e específico

1.2.1. Geral

- Estudar a Distribuição Vertical e Horizontal da Lula *Ommastrephes bartramii* na Costa de Moçambique.

1.2.2. Específicos

- Descrever a distribuição latitudinal e longitudinal da biomassa do *O. bartramii*;
- Caracterizar a estrutura populacional da espécie;
- Analisar o tamanho da primeira maturação da espécie.

II- CAPÍTULO

2. Referencial Teórico

2.1. Biologia e Ecologia de *O. bartramii*

Ommastrephes bartramii, cujo nome comum oficial é “lula voadora vermelha”, mas é frequentemente referida na literatura como “lula néon voadora”, é uma espécie oportunista ecológica de curta duração (Chen *et al.*, 2007; Yu *et al.*, 2016) e tem um ciclo de vida de um ano (Yatsu, 2000; Wang *et al.*, 2022; Schroeder *et al.*, 2024).

A lula voadora vermelha é uma lula-oceânica que ocorre em todo o mundo (Matsui *et al.*, 2021) desde águas subtropicais até águas temperadas dos Oceanos Pacífico, Atlântico e Índico (Siquan *et al.*, 2009; Ichii *et al.*, 2009; Yongjiu *et al.*, 2018 & Wang *et al.*, 2022) incluindo o mar Mediterrâneo (Bello, 2007).

Num contexto ecológico, as lulas fazem parte das grandes biomassas em comunidades marinhas (Navarro *et al.*, 2013). *O. bartramii* tem papéis significativos nos ecossistemas epipelágicos, pois ocupa posição médio-trófica nas teias alimentares (Navarro *et al.*, 2013; Alabia *et al.*, 2020), atuando como presa assim como predador (Fang *et al.*, 2017).

Alimenta-se principalmente de peixes micronectónicos e pequenos peixes pelágicos, como os mictofídeos, a sardinha japonesa, o saury, bem como de pequenos cefalópodes pelágicos, como o *Berryteuthis anonychus* e crustáceos (Watanabe *et al.*, 2004; Alabia *et al.*, 2020). A medida que *O. bartramii* cresce, a quantidade de peixe na sua dieta aumenta (Bower & Ichii, 2005). A maior parte das presas são espécies meso-pelágicas que migram para as camadas epipelágicas durante a noite (Schroeder *et al.*, 2024).

As lulas voadoras néon são também presas importantes de peixes maiores, como os peixes-espada e os tubarões-azuis e de mamíferos marinhos, como as focas e os cachalotes (Watanabe *et al.*, 2004). Acredita-se que cria ligações tróficas entre animais do terceiro nível trófico e predadores de topo (Alabia *et al.*, 2020). *O. bartramii* é uma presa importante das focas-do-norte (*Callorhinus ursinus*) no Pacífico Norte central, e uma presa mais pequena dos golfinhos-comuns-de-bico-curto (*Delphinus delphis*; intervalo de comprimento do corpo, 155 – 190 cm) no oeste do Pacífico Norte e das baleias-de-bico de Baird (*Berardius bairdii* intervalo de comprimento do corpo, 8.85–10.48 m) no centro do Japão (Bower & Ichii, 2005).

2.2. Classificação Taxonómica da lula *Ommastrephes bartramii*

Domínio: Eucariota

Reino: Animalia

Filo: Mollusca

Classe: Cephalopoda

Subclasse: Coleoidea

Super ordem: Decapodiformes

Ordem: Oegopsina

Super família: Cranchioidea

Família: Ommastrephidae

Subfamília: Ommastrephidae

Género: *Ommastrephes*

Espécie: *Ommastrephes bartramii*

Segundo Schroeder, et al., (2024), os nomes comuns são: calamar-vermelho (português) e neon flying squid (inglês) e os nomes antigos são: *Ommastrephes bartramii* Lesueur, 1821 e *Loligo bartramii* Lesueur, 1821.

2.3. Morfologia, Reprodução do e Ciclo de vida de *O. bartramii*

2.3.1. Morfologia

As lulas são caracterizadas por apresentar uma simetria bilateral e uma cabeça bem diferenciada (figura 1). Além disso, apresentam uma concha interna, bolsa de tinta, olhos com lente, pupila e um sistema nervoso bem desenvolvido (Leonardo, 2010). Em volta da boca, possuem um conjunto de oito braços e dois tentáculos com ventosas na extremidade que é mais volumosa, com corpo globoso e possuir lateralmente uma barbatana (Leonardo, 2010). Segundo Bello (2007), *O. bartramii* possui um corpo esbelto com músculos do manto e barbatanas muito desenvolvidos, tornando-o o nadador mais forte de todos os cefalópodes conhecidos.



Figura 1: *Ommastrephes bartramii*. Imagem captada pelo Haimovici, et al., (2009) citado por (Schroeder, et al., 2024).

2.3.2. Reprodução

Os machos são considerados imaturos, quando os espermatóforos estão ausentes do saco espermático e o canal deferente é transparente. No estágio de maturação os espermatóforos estão ausentes do saco espermático e a cor do canal deferente é branca. Quando os machos estão maduros os espermatóforos estão presentes no saco espermático. As fêmeas são consideradas imaturas quando os ovos estão ausentes no oviduto. No estágio de maturação quando alguns ovos estão presentes no oviduto e são consideradas maduras quando o oviduto está cheio de ovos (Matsui *et al.*, 2021).

Os membros da classe Cephalopoda são gonocóricos (Roper *et al.*, 1984). Os machos realizam várias exibições para atrair fêmeas em potencial para a cópula. Durante a cópula, o macho agarra a fêmea e insere o hectocótilo na cavidade do manto da fêmea, onde geralmente ocorre a fertilização (Roper *et al.*, 1984). Os ovócitos desenvolvem-se no ovário, que se estende desde a extremidade posterior da glândula digestiva até aproximadamente a extremidade posterior do manto. Os óvulos são libertados do ovário e acumulam-se nos ovidutos (Vijai *et al.*, 2014). Os embriões eclodem no estágio planctónico e vivem por algum tempo antes de crescerem e assumirem uma existência betónica como adultos (Roper *et al.*, 1984).

As são lulas são semélparas (reproduzem-se apenas uma vez na vida) e tem uma vida útil de aproximadamente 1 ano. As variações ambientais podem exercer pressão seletiva para uma vida reprodutiva mais longa e a semelparidade é uma opção arriscada em ambientes incertos. Por isso,

para compensar, as lulas produzem múltiplas coortes sazonais para dispersar amplamente os seus descendentes ao longo do tempo e do espaço em diferentes habitats (Ichii *et al.*, 2009).

2.3.3. Ciclo de vida

Todos os omastrefídeos têm um estilo de vida pelágico caracterizado pela extrusão de massas de ovos frágeis e de flutuação neutra em profundidade, pela libertação de larvas no plâncton de superfície e pela utilização de padrões de correntes de água em grande escala para o transporte larvar e a migração assistida de populações (Ichii *et al.*, 2011, Vijai *et al.*, 2015). Segundo Jie *et al.*, (2014). *O. bartramii* possui um ciclo de vida de cerca um ano desde os ovos planctónicos aos adultos nectónicos e está intimamente ligada às condições oceanográficas (Siquan *et al.*, 2009, Caballero-Alfonso, *et al.*, 2010). As paralarvas de *Ommastrephes* começam a nadar ativamente imediatamente após a eclosão (Vijai *et al.*, 2015). Suas massas de ovos nunca foram observadas, mas a distribuição das paralarvas sugere que elas eclodem onde a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) varia de 21 a 25 °C (Bower & Ichii, 2005 & Nishikawa, *et al.*, 2015).

As características oceanográficas regionais predominantes, particularmente frentes, em combinação com a temperatura da superfície do mar impõem limites na dispersão geográfica e sobrevivência das paralarvas (Vijai, *et al.*, 2015 & Jie, *et al.*, 2016). As correntes oceânicas são também um fator-chave no transporte de ovos ou massas de ovos e paralarvas das áreas de desova para os locais de incubação, berçário ou alimentação e pode manter as paralarvas dentro de uma célula de circulação em macroescala que é uma estratégia para completar ciclo de vida (Castillo-Estrada, *et al.*, 2020).

Nas paralarvas, o crescimento é exponencial durante os primeiros 30 dias após a eclosão atinge cerca de 7 mm e depois torna-se mais ou menos linear. *O. bartramii* amadurece aos 7–10 meses de idade (Bower & Ichii, 2005). As taxas de crescimento variam de acordo com o sexo, época de incubação e a área geográfica. As fêmeas crescem mais rapidamente do que os machos, os indivíduos que eclodem no verão crescem mais rapidamente do que os que eclodem na primavera (Bower & Ichii, 2005).

2.4. Estrutura populacional da espécie

Alguns cefalópodes têm estrutura populacional complexa (Han *et al.*, 2022). No Oceano pacífico, *O. bartramii* está dividido em dois *stocks* principais, nomeadamente a coorte de outono e a coorte

de inverno-primavera (Kato *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2022). A coorte de outono produz lulas grandes (> 350 mm de comprimento do manto [ML]) e a coorte de inverno-primavera é representada por lulas relativamente pequenas (< 350 mm de ML). A abundância de ambas as coortes flutua muito com mudanças oceanográficas e climáticas em grande escala (por exemplo, *El Niño* ou *La Niña*), bem como com mudanças ambientais em escala regional (Fang *et al.*, 2016).

Estas duas estações podem ser ainda subdivididas em quatro *stocks* com base na sua distribuição geográfica nomeadamente: stock central da coorte de outono, stock leste da coorte de outono, stock oeste da coorte de inverno-primavera e stock centro-leste da coorte de inverno-primavera. Destes estoques, a coorte de inverno ocidental tornou-se um alvo importante e esta coorte migra das águas subtropicais ao redor do sudeste do Japão para a fronteira subártica durante a primeira metade do verão e depois para o norte em direção ao domínio subártico em agosto a novembro (Wang *et al.*, 2022).

As lulas voadoras néon no Pacífico Norte compreendem quatro classes de tamanho com base na distribuição mensal do comprimento do manto e nos estágios de maturidade: grupos extra grandes (LL), grandes (L), pequenos (S) e extra pequeno (SS). Ao contrário dos outros grupos, o grupo LL é composto apenas por fêmeas. O grupo LL pertence à coorte de outono que eclode de setembro a início de janeiro, e os outros grupos (L, S e SS) formam uma coorte inverno-primavera que eclode de janeiro a julho (Ichii *et al.*, 2004; Bower & Ichii, 2005).

2.5. Movimentos e Migração do *O. bartramii*

As lulas adultas empregam frequentemente um sistema locomotor único de modo duplo que envolve um sistema locomotor pulsando movimentos do jato e das barbatanas. O jato pulsado é formado primeiro pela expansão radial do manto, o que faz com que a água preencha a cavidade do manto através de regiões de entrada na margem anterior (Vijai *et al.*, 2015).

As velocidades horizontais das lulas superiores a 37 cm ML podem variar de 16,8 a 49,0 cm/s. As lulas maiores são mais velozes do que as lulas mais pequenas e velocidade não difere entre o dia e a noite (Bower & Ichii, 2005). As velocidades verticais de natação das lulas durante a subida ao anoitecer e durante a descida ao amanhecer apresentam tendências semelhantes relacionadas com o tamanho (Bower & Ichii, 2005).

O padrão de movimento das lulas está intimamente relacionado com o ambiente circundante (Liu *et al.*, 2016). Os juvenis da lula têm fraca capacidade de natação e principalmente flutuam passivamente com o movimento da corrente oceânica. Quando atingem um determinado estágio, eles migrarão ativamente por uma longa distância para se alimentar e desovar. A corrente é o principal fator que determina o movimento passivo das lulas, enquanto a alimentação e a desova são fatores importantes que determinam o movimento ativo (Han *et al.*, 2022).

A migração e movimento, bem como a agregação de *O. bartramii* nos seus habitats preferidos tende a ser encorajada pelas condições físicas e químicas do ambiente que fatores determinantes na sua sobrevivência (Caballero-Alfonso *et al.*, 2010). A temperatura da superfície da água (TSM) e a disponibilidade dos alimentos desempenham um papel importante na regulação da agregação da lula (Wei *et al.*, 2017; Fang *et al.*, 2015).

Ommastrephes bartramii é uma espécie oceânica amplamente distribuída nas águas subtropicais e temperadas do hemisfério norte e sul, excepto nas águas equatoriais de todos os três oceanos e constitui uma importante pescaria de lula japonesa no Oceano Pacífico. Esta espécie habita até uma profundidade de 1500 m e prefere ficar a uma temperatura da água não inferior a 10° C. *O. bartramii* está distribuído entre 20° S e 40° S na parte sul do Oceano Índico (Aneesh *et al.*, 2014). A figura 2 ilustra o Habitat favorável do *O. bartramii* no mundo (AquaMaps, 2019).

O. bartramii faz uma migração anual de ida e volta entre seus locais de desova subtropicais no Pacífico e suas áreas de alimentação do norte perto da fronteira subártica (Ichii *et al.*, 2009; Vijai *et al.*, 2014; Jie *et al.*, 2016). As coortes de outono como as de inverno-primavera migram entre áreas de desova em águas subtropicais e áreas de alimentação (Ichii *et al.*, 2009). Na coorte de outono, as fêmeas aproximam-se da fronteira subártica em Maio onde correm na parte sul da Zona Frontal Subártica nos meses de Junho-Julho, e ocorre na parte norte da zona nos meses de Agosto-Setembro e iniciam a sua migração reprodutiva para sul em Setembro. Acredita-se que os machos da coorte de outono ocorrem em águas subtropicais no verão e no outono migram para norte como as fêmeas, concluindo, iniciam a sua migração para sul em Julho (Bower & Ichii, 2005).

A coorte de inverno-primavera alimenta-se nas áreas de desova até aos 2–3 meses de idade e depois migram para norte (Nishikawa *et al.*, 2015). Na coorte de inverno-primavera, ambos os sexos ocorrem desde as águas subtropicais até à Fronteira Subártica durante a primeira metade do verão e migram para norte, para o Domínio Subártico (Chen *et al.*, 2007), durante os meses de Agosto-Novembro, com as fêmeas maiores a migrarem à frente dos machos mais pequenos. Os machos

começam a amadurecer no outono e pensa-se que iniciam a migração reprodutiva nos meses de Outubro-Novembro. Pensa-se que as fêmeas iniciam esta migração nos meses Novembro-Dezembro (Bower & Ichii, 2005).

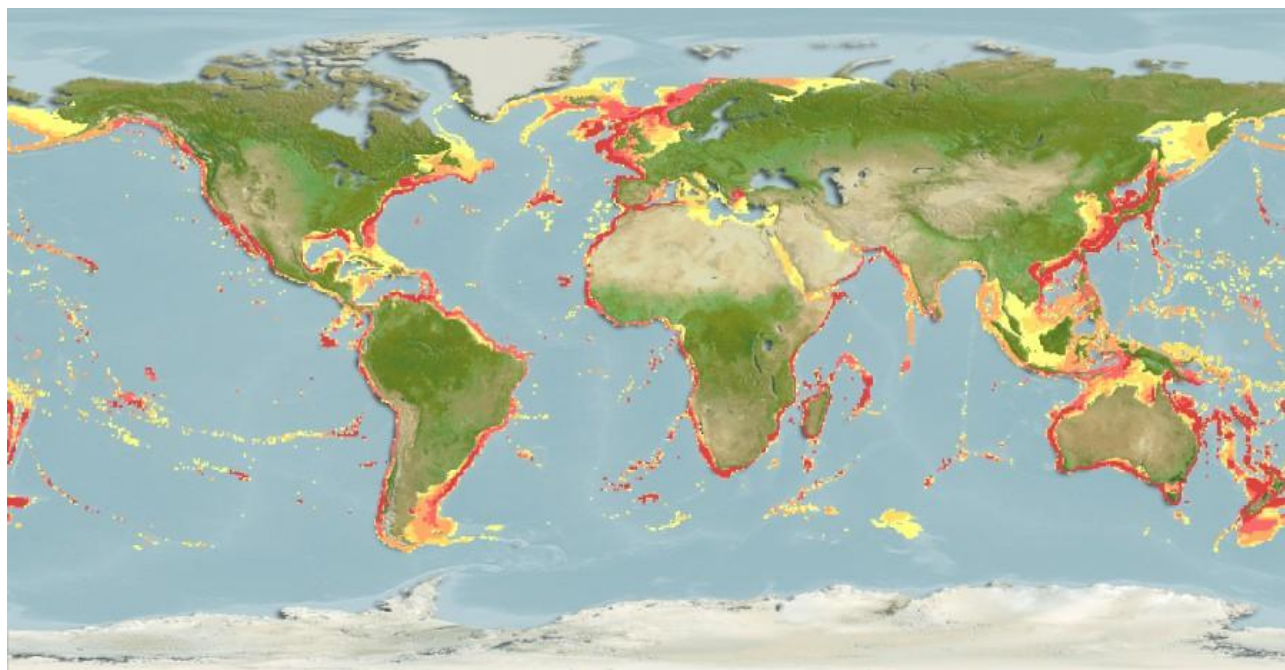


Figura 2: Mapa de Distribuição do Habitat favorável do *O. bartramii*. As cores da distribuição indicam o grau de adequação do habitat, que pode ser interpretado a probabilidades de ocorrência até 2050 (AquaMaps, 2019).

A característica da cor do mar também fornece informações importantes na identificação de potenciais pontos de distribuição da *O. bartramii*, e a pesca produtiva de lula coincide com frentes de cor do mar em relação a 0.2, 0.35 e 0.5 mg m⁻³ de clorofila-a (Chl-a) isolinhas de concentração (Yu *et al.*, 2016).

2.6. Distribuição Vertical da *O. bartramii*

As lulas experimentam um movimento vertical diário (Xinjun *et al.*, 2014) e habitam em uma ampla faixa vertical de água, desde a superfície até cerca de 1500m de profundidade (Bello, 2007). A distribuição vertical de *O. bartramii* altera-se com o crescimento e varia geograficamente (Bower & Ichii, 2005). Devido à frequente da migração vertical diária do *O. bartramii*, as temperaturas das

águas profundas devem desempenhar um papel importante na captura de *O. bartramii* para formar zonas de pesca (Wang *et al.*, 2022).

Segundo Murata (1988) citado por Bower & Ichii (2005), um grande número de juvenis com cerca de 14 a 18 cm ML foi observado a planar no ar logo acima da superfície do mar tanto de dia como de noite, indicando que também ocorrem nas águas superficiais.

Perto da Zona Frontal Subártica (42–46°N), as lulas adultas ocupam profundidades de 0–40 m durante a noite e profundidades de 150–350 m durante o dia (Jie *et al.*, 2016). Nas águas mais oligotróficas do Sul (26–28°N), ocorrem a profundidades de 0–100 m durante a noite e abaixo dos 400 m de profundidade durante o dia (Bower & Ichii, 2005). Saputra *et al* (2018) citado por Wang *et al* (2022), afirmam que o *El Niño* e *La Niña*, podem também afetar a temperatura das águas profundas dos oceanos.

III- CAPÍTULO

3. Metodologia

3.1. Descrição da Área de Estudo

A Zona Económica Exclusiva de Moçambique faz parte da Costa de Moçambique que situa-se no Sudoeste do Oceano Índico entre as latitudes 10° a 27° S e longitudes 33° á 40° E (Fernando, 2019). Sendo delimitado ao Norte pelo arquipélago de Cômoros, a Este por Madagáscar e ao Oeste por Moçambique (Nataniel *et al.*, 2021b). Apresenta uma costa bastante complexa e rica em recifes de corais, florestas de mangais e zonas pelágicas dinâmicas que constituem maiores habitats para espécies tropicais (Chassot *et al.*, 2019 & Fernando, 2019). O canal é influenciado por várias correntes oceânicas, incluindo a Corrente de Moçambique, que flui ao longo da costa leste de África e a Corrente do Canal de Moçambique, que atravessa o próprio canal. As temperaturas da água geralmente são altas ao longo do ano, com pequenas variações sazonais, enquanto a salinidade pode variar dependendo da interação entre as correntes oceânicas e os fluxos de água doce dos rios costeiros (Fernando, 2019). Abaixo encontra-se ilustrado o mapa da localização da área de estudo, necessariamente a Costa de Moçambique.

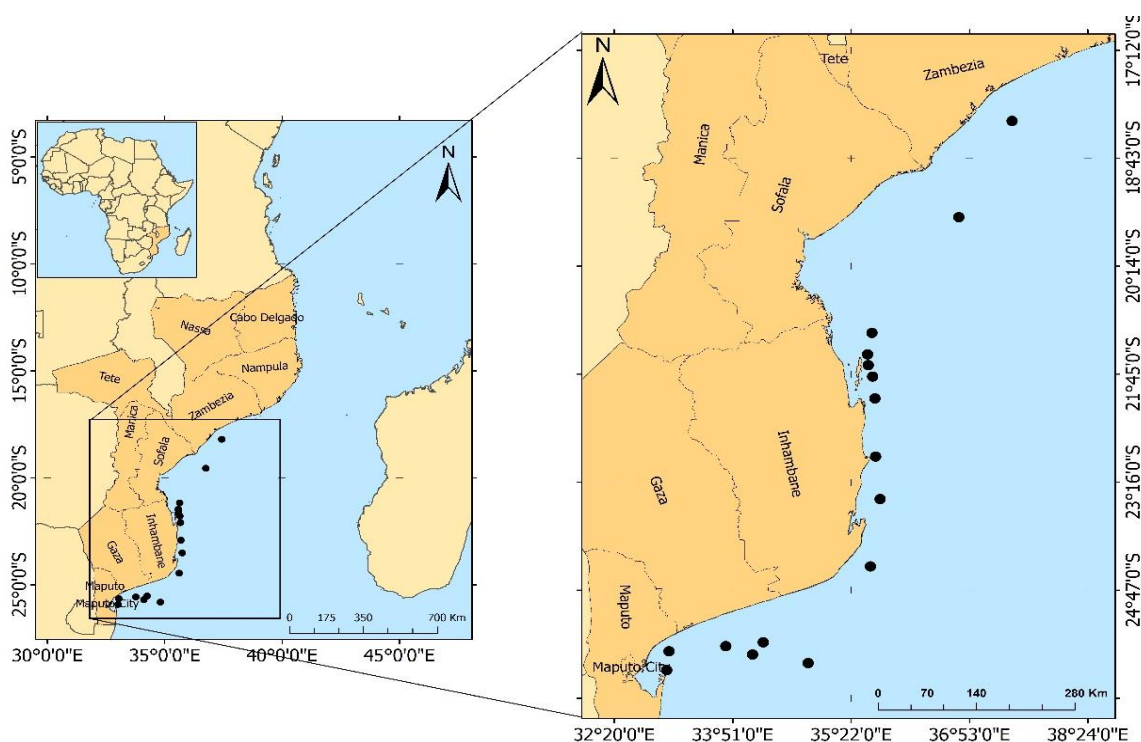


Figura 3: Mapa de área de estudo. Distribuição da lula *Ommastrephes bartramii* no Costa de Moçambique no período de 2023. Os pontos pretos indicam os pontos de amostragem da espécie.

3.2. Descrição de dados

A pesquisa foi realizada usando dados das capturas, obtidos de Instituto Oceanográfico de Moçambique (InOM). Foram utilizadas para este estudo, dados de captura de rede de arrasto de fundo (3032), nas latitudes 25,9° S a 18,1°S e longitudes 33,0°E e 37,4°E nos meses de Maio e Junho de 2023, dados estes obtidos no cruzeiro científico Dr. Fridjof Nansen. Esta base de dados contém informações, da profundidade e a posição da captura (longitude e latitude), data (ano, mês, dia e horas), tempo de pesca (soaktime) e a diversidade das espécies amostradas. Desta maneira, foram coletados dentre outros, dados numéricos de peso (kg) e comprimento (metros) todos em relação a profundidade (metros). Os dados foram colocados no Microsoft Excel para sua leitura e respetivo processamento.

3.3. Analise de dados

3.3.1. Distribuição horizontal e variação vertical de *O. bartramii*

Foi usado um *software* de processamento de dados denominado ArcGis versão 10.1 para a construção de mapas de distribuição espacial (horizontal) da população do *O. bartramii*. Com a inserção destes dados no *software*, o objetivo principal é mostrar os locais com maiores densidades da biomassa da lula ao longo da Costa Moçambicana. Também, foi analisada a variação vertical dos indivíduos tanto e peso assim como em comprimento para inferir as profundidades com maior biomassa assim como a distribuição dos indivíduos por tamanhos. A ilustração da variação vertical de peso e comprimento, foram construídos com o auxílio Microsoft Excel. Para a construção destes, foram usados dados de comprimento (cm) e peso (g), ambos em relação a profundidade (m), onde o Microsoft fez o seu devido processamento e obteve dois resultados. A ideia inicial é de ilustrar em forma de gráfico como é que a lula varia em tamanhos na coluna de água na forma vertical.

3.3.2. Estrutura populacional da espécie

O gráfico da estrutura populacional foi construído no Microsoft Excel. Onde primeiro calculou-se o número de classes (**k**) que corresponde a raiz quadrada do número total de observações (**n**), de seguida calculou-se a amplitude total (**At**) que corresponde ao extremo máximo (**E_{max}**) subtraído pelo extremo mínimo (**E_{min}**) e por fim a amplitude da classe (**Ac**) que se obteve a partir da amplitude total dividido pelo número de classes (Equações 1, 2 e 3).

$$(1) \ k = \sqrt{n}; \text{ se } n > 5; \vee \ k = 5; \text{ se } n \leq 5; \quad (2) \ At = E_{max} - E_{min}; \quad (3) \ Ac = \frac{At}{k};$$

Onde:

- n é o número total de observações;
- k é o número de classes;
- At é a amplitude total;
- E_{max} e E_{min} é o extremo máximo e mínimo, respectivamente;
- Ac é a amplitude da classe.

3.3.3. Análise da população em relação a primeira maturação

Para verificar se os indivíduos capturados durante o período do cruzeiro científico já tinham atingido a primeira maturação, recorreu-se ao método indireto. Este procedimento, consiste em calcular a média dos comprimentos (Lt) e do peso (W) dos indivíduos observados ao longo da amostragem e posteriormente aplicar o teste estático de student de uma amostra quando a média teórica é conhecida (Wilson & Ross, 2017). No caso da espécie *Ommastrephes bartramii* o tamanho da primeira maturação (Lm) é variável, mas para este estudo foi considerado 40cm com peso médio de 1.8kg (sealifebase.se). Portanto, foi usado t-test, a nível de significância de 5% para confirmar se a média da amostra dos comprimentos e pesos da espécie apresenta diferenças significativas com a média teórica da literatura. Para tal, houve a necessidade de transformar os dados para a forma logarítmica para melhor leitura e interpretação dos resultados. Se o resultado do teste mostrar que p-value é maior que 0.05, então concluiremos que os indivíduos amostrados estão na fase de maturação, ou seja, pelo tamanho pressupõe-se que deveria ter atingido a maturação. Mas se a média p-value for menor que 0.05 e a média da amostra for também menor que a média da literatura, conclui-se que os indivíduos observados na área de estudo durante o período de amostragem estão abaixo da idade da maturação. A expressão matemática usada para o cálculo foi:

$$t = \frac{x - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

Onde:

- **x**: média amostral;
- **μ_0** : média teórica;
- **s**: desvio padrão;
- **$\sqrt{n}$** : tamanho amostral.

IV- CAPÍTULO

4. Resultados

4.1. Distribuição latitudinal e longitudinal da biomassa da espécie

Os pontos ilustrados no mapa abaixo (Fig. 4), indicam os locais onde há distribuições latitudinais da biomassa. Observou-se que maior parte da biomassa está concentrada nas latitudes de 20°S a 24°S e longitudes de 35°E a 36°E que corresponde a Costa de Inhambane e a menor biomassa nas latitudes de 24°S a 26°S e longitudes de 32°E a 35°E entre a Costa de Gaza e Maputo. Maiores valores de peso e comprimento foram horizontalmente também observados na Costa de Inhambane e menores valores de peso e comprimento nas Costas de Gaza e Maputo, respectivamente.

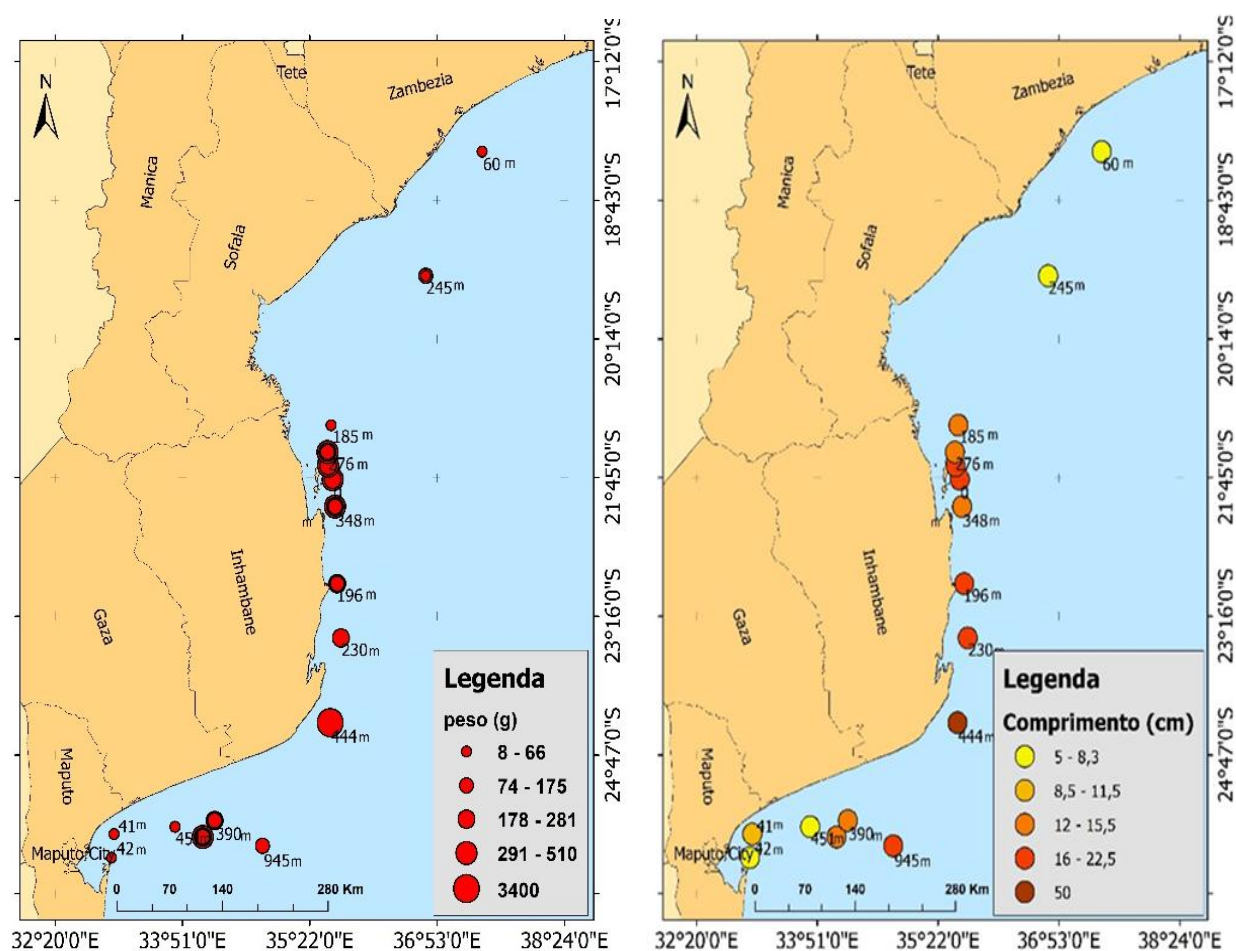


Figura 4: Distribuição latitudinal e longitudinal do *O. bartramii* na Costa de Moçambique.

4.2. Variação vertical dos comprimentos e peso individual da espécie

A figura 5 ilustra a variação vertical das idades em comprimento e peso da espécie. Na variação vertical, observou-se que o maior número de indivíduos está concentrado em profundidades que variam entre 150m a 444m com pesos maiores que 178g e comprimentos maiores que 12 cm e o menor número de indivíduos está concentrado em profundidades que variam de 0±50m com pesos menores que 175g e comprimentos menores 11,5 cm.

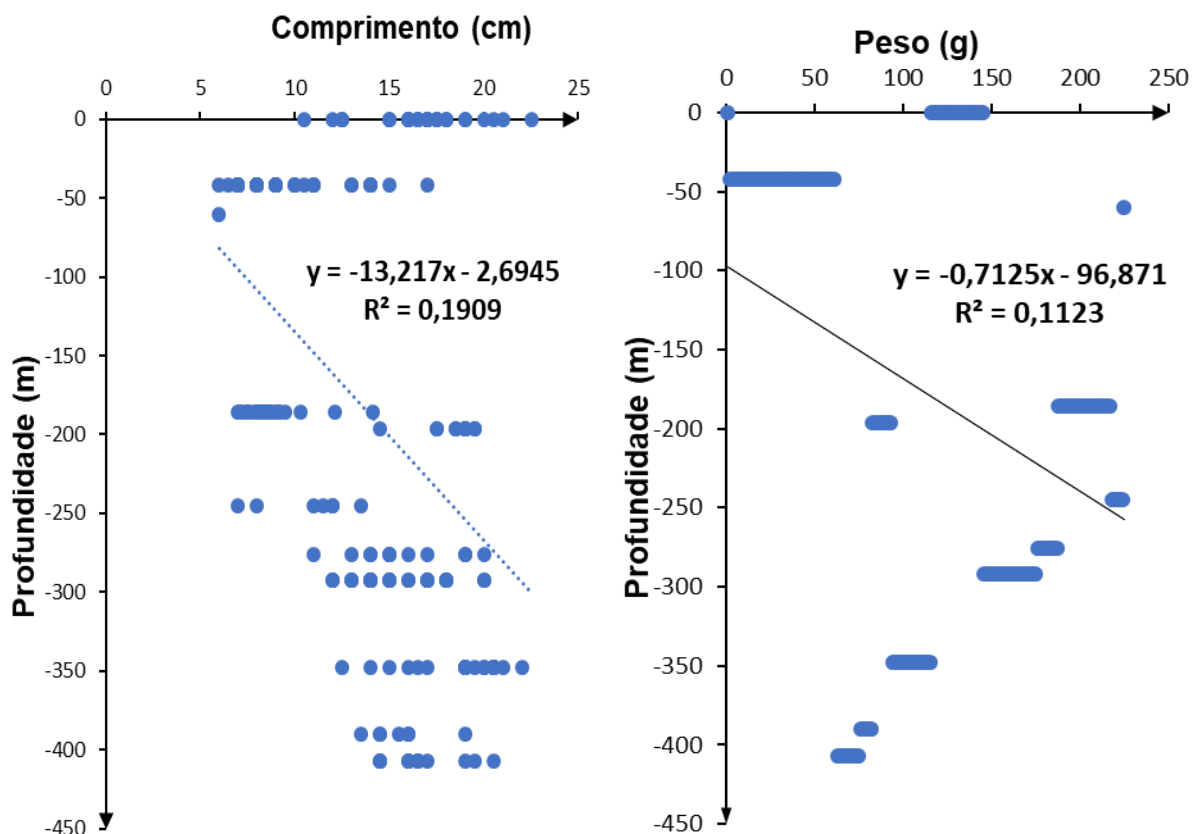


Figura 5: Variação vertical dos comprimentos e peso individual do *O. bartramii* na Costa de Moçambique.

4.3. Estrutura populacional da espécie

A figura. 6 abaixo, ilustra a estrutura populacional dos indivíduos amostrados. Os resultados, mostram que maior parte dos indivíduos apresentam comprimentos menores, isto é, no intervalo de 8,2cm a 9,31cm de comprimento, enquanto, menor parte ocorre em comprimentos maiores na ordem dos 21,47cm a 22,57cm.

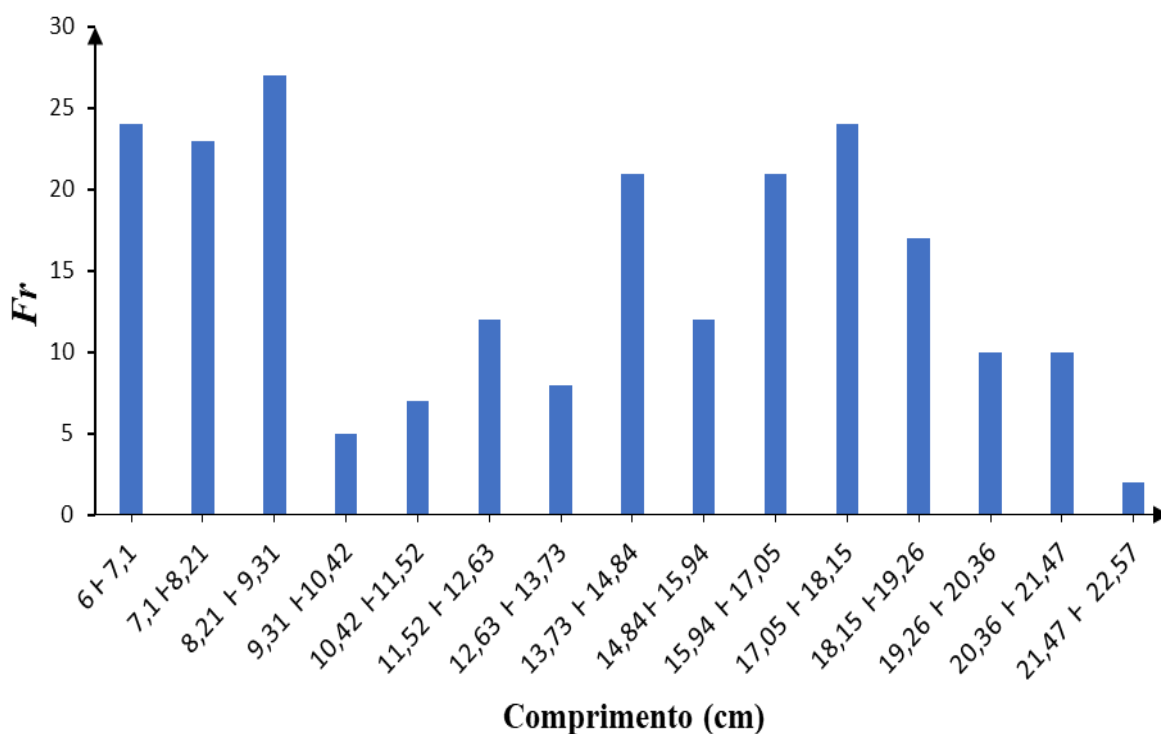


Figura 6: Estrutura populacional do *O. bartramii* na Costa de Moçambique.

4.4. Análise da população em relação a primeira maturação

A média amostral do peso e do comprimento quando comparada média teórica de ambas as variáveis, respectivamente, constatou-se que os indivíduos capturados na época de estudo estavam abaixo da idade teórica (MT) da primeira fase do estágio de maturação. O peso correspondente a esta fase para esta espécie é de 1800g (1.8kg) e o peso amostral foi de 122g (0.122kg) e, para o comprimento só se atinge esta fase aos 40cm em contrapartida dos 13cm da media amostral encontrado no presente estudo (Fig. 7). Estas diferenciações foram comprovadas pelo teste t student a nível de confiança de 95% (p-value >0.05).

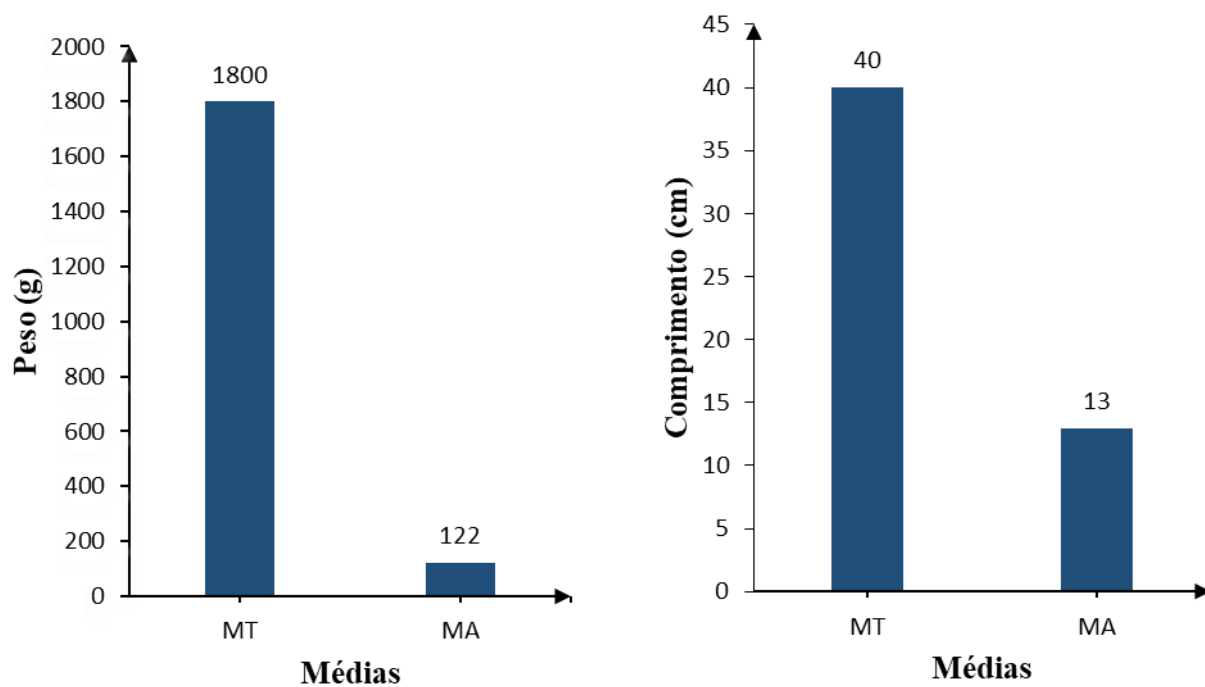


Figura 7: Análise da população em relação a primeira maturação no período de estudo.

5. Discussão

A distribuição de *O. bartramii* é sensível a mudanças das variáveis no ambiente marinho, principalmente temperatura da água (Wang *et al.*, 2022). Os dados da distribuição horizontal e vertical da biomassa e tamanho da espécie revelam padrões em que a maior biomassa foi observada nas latitudes 20°S a 24°S e longitudes 35°E a 36°E e a menor biomassa nas latitudes 24°S a 26°S e longitudes 32°E a 35°E. Este padrão de distribuição também foi observado por Silva *et al* (2009) na biomassa de cefalópodes na região sul, onde encontrou maior concentração na costa de Inhambane e a menor na costa de Gaza e Maputo.

A explicação para esse padrão pode estar na variabilidade das condições ambientais entre essas latitudes e longitudes, como temperatura da água e correntes oceânicas que afetam a disponibilidade de nutrientes e presas (Pech & Jackson, 2008), sendo que a temperatura ($> 15,5^{\circ}\text{C}$) tem um maior poder preditivo para estimar a sua abundância (Bower & Ichii, 2005; Chen *et al.*, 2007). Além disso, Wang *et al* (2022), constataram que as áreas favoráveis e de alta densidade de *O. barttramii* dependem da época de pesca, pelo que o ambiente biofísico desempenha um papel essencial no controle da distribuição e abundância desta espécie.

Lefkaditou *et al* (2011) afirma que esta espécie se encontra amplamente distribuída nas zonas com temperaturas da superfície do mar entre os 10 a 25 °C. Na região sul de Moçambique ao longo da costa, as temperaturas médias variam entre os 23 e os 24° C durante os meses frios e os meses mais quentes variam em torno de 25 a 30°C (Pereira, *et al.*, 2014; Emílio, 2020). A temperatura média anual é de 23° C na região Sul e ligeiramente mais elevada na região Norte (26° C) (Pereira, *et al.*, 2014). A distribuição *O. bartramii* locais de pesca está relacionada também a vários factores como a salinidade da superfície do mar (SSS) e a anomalia da altura da superfície do mar (SSHA) (marés, a temperatura, circulação oceânica, ventos, correntes) (Bower & Ichii, 2005 & Yu, *et al.*, 2016).

O. bartramii evita frequentar áreas com profundidades acima de 200 metros de profundidade durante o dia (Lefkaditou *et al.*, 2011). Verticalmente a variação dos indivíduos com comprimentos e pesos maiores foram encontrados profundidades maiores, que variam em torno de 150 - 444m, enquanto os menores foram observados mais próximos à superfície em torno de $0\pm 50\text{m}$. De acordo com Jie *et al* (2016) as lulas adultas ocupam profundidades de 0–40 m durante a noite e profundidades de 150–350 m durante o dia e em águas mais oligotróficas, ocorrem a profundidades de 0–100 m durante a noite e abaixo dos 400 m de profundidade durante o dia (Bower & Ichii, 2005). A ocupação de diferentes profundidades pode estar relacionada à ontogenia da espécie (Fang

et al., 2016), em que os juvenis ocupam camadas superficiais, subsuperficiais e batipelágicas (Lefkaditou *et al.*, 2011) enquanto os adultos, maiores e mais pesados, migram para regiões mais profundas (1500m), onde encontram menos predadores e maior disponibilidade de presas (Piatkowski, *et al.*, 1994).

Tratando-se também indivíduos ectotérmicos foi postulada a ‘regra da temperatura-tamanho’, que defende que em temperaturas mais baixas, os ectotérmicos apresentam geralmente menores taxas de crescimento e maturação tardia, mas também crescem até atingir um tamanho corporal maior e em temperaturas mais elevadas, tendem a crescer mais rapidamente e a amadurecer precocemente (Rosa *et al.*, 2012). A maioria das formas pelágicas também realizam migrações em grande ou mesoescala que, acopladas a padrões de mudança de variáveis oceanográficas, contribuem para a imprevisibilidade da distribuição e densidade associadas a muitas espécies de lulas (Boyle & Boletzky, 1996).

O tamanho do corpo animal tem uma influência importante em muitas características fisiológicas e ecológicas, no crescimento, na abundância da comunidade, no fluxo e armazenamento de energia à escala do ecossistema (Rosa, *et al.*, 2012). A maioria dos indivíduos encontrados apresentam comprimentos menores enquanto que minoria ocorre com comprimentos maiores. Todavia, era de se esperar que a média dos indivíduos tivesse 13,2 centímetros de comprimento, por isso que, observando-se assim uma desordem a nível da distribuição dos comprimentos por indivíduos. Matsui *et al* (2021) encontraram grupos distintos constituídos por indivíduos menores (13-16 cm) e maiores (20-25 cm) noroeste do oceano Pacífico. Provavelmente esta composição pode ser explicado pela extensão e escala das interações entre populações de lulas e outros níveis tróficos, estes sugerem que grandes perturbações ecológicas como mudanças ambientais ou efeitos impostos, como pesca comercial, sejam direcionados a lulas ou outras espécies, provavelmente terão um impacto em suas populações (Boyle & Boletzky, 1996).

Na análise do tamanho da primeira maturação, conforme ilustrado na figura 7, revela que a maioria dos indivíduos capturados estavam abaixo da primeira fase de maturação, tanto em peso quanto em comprimento. Isso significa que a população foi capturada predominantemente em estágios juvenis no período de estudo. Estes resultados são consistentes com os de Watanabe *et al* (2008), que encontraram que a maior parte dos indivíduos capturados era imatura, principalmente fêmeas. Estudos também revelam que as condições ambientais têm influência significativas nas taxas de crescimento e na definição da forma do crescimento durante todo o ciclo de vida desta espécie

(Marques, 2012). No entanto, as condições mais favoráveis de alimentação e temperatura que se verificam durante os meses seguintes de Primavera e de Verão, contribuem não só para aumentar as taxas de crescimento, mas também para atrasar a maturação sexual (Marques, 2012).

Os meses de Maio e Junho não são indicados para pesca de *O. bartramii* nesta área do estudo pois pode comprometer a capacidade de reprodução da espécie e, consequentemente, sustentabilidade da população a longo prazo (Roper *et al.*, 2010) ou ainda pelo facto de ser época de recrutamento da espécie na área em questão, que pode ocorrer após a desova e uma subsequente mortalidade ou migração dos adultos na área em estudo (Costa, 1962). Essa constatação é um alerta importante sobre a possível exploração prematura da população, o que pode comprometer a sustentabilidade da espécie no futuro.

6. Conclusão

- ✓ Na Costa de Moçambique, maior concentração da biomassa de *O. bartramii* encontra-se nas latitudes de 20°S a 24°S e longitudes de 35°E a 36°E que corresponde a Costa de Inhambane e a menor biomassa nas latitudes de 24°S a 26°S e longitudes de 32°E a 35°E entre a costa de Gaza e Maputo e maiores valores de peso e comprimento foram horizontalmente observados na costa de Inhambane e menores valores nas Costas de Gaza e Maputo;
- ✓ Verticalmente observou-se que o maior número de indivíduos está concentrado em profundidades que variam entre 150m a 444m com pesos maiores e comprimentos maiores e o menor número de indivíduos está concentrado em profundidades que variam de 0±50m com pesos menores e comprimentos menores;
- ✓ *O. bartramii* possui uma estrutura populacional desordena a nível da distribuição dos comprimentos por indivíduos, onde maior parte dos indivíduos apresentam comprimentos menores, enquanto, menor parte ocorre em comprimentos maiores;
- ✓ Grande parte dos indivíduos capturados naquele período de estudo ainda estavam abaixo do tamanho necessário para reprodução e pesca;

7. Recomendações

- Realização de estudos sobre as causas da distribuição desigual do *Ommastrephes bartramii* na Costa de Moçambique;
- Uso de ferramentas ou modelos para prever a distribuição do *O. bartramii* na Costa de Moçambique face as mudanças climáticas para melhor avaliar, compreender e mitigar as potenciais consequências ambientais nas águas e no habitat da lula e contribuir para a robustez dos resultados e as conclusões obtidos nestes estudos;
- Aplicação de outras artes de pesca ou outros métodos de observação para permitir uma maior cobertura espacial, particularmente na região norte e outros ambientes em que o arrasto não é aplicável;
- Realização de pesquisas nas duas estações para a obtenção de melhores resultados.

8. Referências Bibliográficas

1. Alabia, I. D., Saitoh, S.-I., Igarashi, H., Ishikawa, Y., & Imamura, Y. (2020). Spatial Habitat Shifts of Oceanic Cephalopod (*Ommastrephes bartramii*) in Oscillating Climate. Japan.
2. Aneesh, K. K., Pravin , P., Ragesh , N., & Meenakumari, B. (2014). Length-weight relationship of neon flying squid *Ommastrephes bartramii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) caught from Indian sector of Southern Ocean. Indian Journal of Geo-Marine Science.
3. AquaMaps. (2019). Mapas de distribuição gerados por computador para o *Ommastrephes bartramii* (lula voadora neon), com mapa de alcance nativo modelado para o ano de 2050 com base no cenário <https://www.aquamaps.org>.
4. Bello, G. (2007). *Ommastrephes bartramii* (Cephalopoda, Teuthida, Ommastrephidae) in the Gulf of Taranto, eastern Mediterranean Sea (Vol. 71). BASTERIA.
5. Bower, J. R., & Ichii, T. (2005). The red flying squid (*Ommastrephes bartramii*): A review of recent research and the fishery in Japan. Fisheries Research 76 (2005) 39–55.
6. Boyle, P. R., & Boletzky , S. V. (1996). Cephalopod populations: definition and dynamics (Vol. 351). Sociedade Real. doi:<https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0089>
7. Caballero-Alfonso, A. M., Ganzedo, U., Trujillo-Santana, A., Polanco, J., Santana del Pino, A., Ibarra-Berastegi, G., & Castro-Hernández, J. J. (2010). The role of climatic variability on the short-term fluctuations of octopus captures at the Canary Islands (Vol. 102). Fisheries Research.
8. Castillo-Estrada, G., Silva-Dávila, R., Carrillo, L., Vásquez-Yeomans, L., Silva-Segundo, C. A., Avilés-Díaz, L., & Markaida, U. (2020). Horizontal and vertical distribution of cephalopod paralarvae in the Mesoamerican Barrier Reef System. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. doi:1–11. <https://doi.org/10.1017/S0025315420000648>
9. Chassot, E., Bodin, N., Sardenne, F., & Obura, D. (2019). The key role of the Northern Mozambique Channel for Indian Ocean tropical tuna fisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries (Vol. 29).

10. Chen, C.-S. (2010). Abundance trends of two neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) stocks in the North Pacific. *ICES Journal of Marine Science*, 67: 1336–1345.
11. Chen, C.-S., & Chiu, T.-S. (2003). Variations of life history parameters in two geographical groups of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, from the North Pacific (Vol. 63). *Fisheries Research*.
12. Chen, X. J., Zhao, X. H., & Chen, Y. (2007). Influence of El Niño/La Niña on the western winter–spring cohort of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the northwestern Pacific Ocean. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1152–1160.
13. Costa, P. (1962). Alimentacao, Ciclo de Reproducao e Associacao de *Loligo sanpaulenses* BRAKONIECKI, 1984 (Cephalopoda: Lolignidae) com Ictofauna Demersal na Plataforma Costeira do Cabo Frio. Rio de Janeiro.
14. Emílio, C. A. (2020). Campos de Vento e Circulacao Oceanica no Canal de Mcambique: Perpectivas a Partir De Diferentes Estimativas.
15. Fang, Z., Chen, X., Su, H., Thompson, K., & Chen, Y. (2017). Evaluation of stock variation and sexual dimorphism of beak shape of neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, based on geometric morphometrics (Vol. 777). *The International Journal of Aquatic*. doi:DOI 10.1007/s10750-016-2898-0
16. Fang, Z., Li, J., Thompson, K., Hu, F., Chen, X., Liu, B., & Chen, Y. (2016). Age, growth, and population structure of the red flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the North Pacific Ocean, determined from beak microstructure. Shanghai, China: NOAA.
17. FAO. (2010). Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopode species known to date (Vol. 2). (P. Jereb, & C. Roper, Edits.)
18. FAO. (2024). The State of Word Fisheries and Aquaculture.
19. Fernando, L. (2019). Análise das correntes à superfície na região norte do Canal de Moçambique. Moçambique.

20. Han, P., Fang, Z., Li, N., & Chen, X. (2022). Migration Route Reconstruction of Different Cohorts of *Ommastrephes bartramii* in the North Pacific Based on Statolith Microchemistry. *Frontiers in Marine Science*.
21. Ichii, T., Mahapatra, K., Sakai, M., & Okada, Y. (2009). Life history of the neon flying squid: effect of the oceanographic regime in the North Pacific Ocean. 378. doi:10.3354/meps07873
22. Ichii, T., Mahapatra, K., Sakai, M., Wakabayashi, T., Okamura, H., Igarashi, H., . . . Okada, Y. (2011). Changes in abundance of the neon flying squid *Ommastrephes bartramii* in relation to climate change in the central North Pacific Ocean (Vol. 441). Japan. doi:10.3354/meps09365
23. Jie, X., Xinjun, C., Yong, C., Qi, D., & Siquan, T. (2016). The effect of sea surface temperature increase on the potential habitat of *Ommastrephes bartramii* in the Northwest Pacific Ocean. (Vol. 35). Shanghai, China. doi:10.1007/s13131-015-0782-9
24. Kato, Y., Shitamitsu, T., Okazaki, M., & Yamashita, H. (2023). Summer Habitat and Fishing Ground of *Ommastrephes bartramii* Related with the North Pacific Subarctic Frontal Zone Using Long-term Field Research Data. *JARQ*.
25. Lefkaditou, E., Peristeraki, P., Chartosia, N., & Salman, A. (2011). Recent findings of *Ommastrephes bartramii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in the eastern Mediterranean and the implication on its range expansion. *Mediterranean Marine Science*. doi:https://doi.org/10.12681/mms.41
26. Leonardo, A. I. (2010). Estudo da qualidade do polvo-comum (*O.vulgaris*) capturado na Baía de Cascais. Lisboa.
27. Liao, C. H., Lan, K. W., Ho, H. Y., Wang, K. Y., & Wu, Y. L. (2018). Variation in the Catch Rate and Distribution of Swordtip Squid *Uroteuthis edulis* Associated with Factors of the Oceanic Environment in the Southern East China Sea. (4 ed., Vol. 10). doi:https://doi.org/10.1002/mcf2.10039

28. Liu, B. L., Cao, J., Truesdell, S. B., Chen, Y., Chen, X. J., & Tian, S. Q. (2016). Reconstructing cephalopod migration with statolith elemental Signatures: a case study using *Dosidicus gigas*. Fisheries Science.
29. Marques, A. C. (2012). Environmental drivers on the life cycle strategies and distribution of cephalopods in the Portuguese coast. Lisboa.
30. Matsui, H., Abo, J., Imamura, Y., Suyama, S., & Sakai, M. (2021). Migration patterns and changes in hatching date of neon flying squid *Ommastrephes bartramii* distributed in the northwestern Pacific Ocean in early summer and caught in fishing grounds of the coast of northeastern Japan in winter. Fisheries Science. doi:<https://doi.org/10.1007/s12562-021-01536-3>
31. Menard, F., Potier, M., Jaquemet, S., Romanov, E., Sabatie', R., & Cherel, Y. (2012). Pelagic cephalopods in the western Indian Ocean: New information from diets of top predators from diets of top predators. France.
32. MIMAIP. (2022). Ministerio do Mar, Aguas Interiores e Pescas, Balanco do Plano Economico e social, 2021.
33. Nataniel, A., Pennino, M. G., Lopez, J., & Soto, M. (2021b). Modelling the impacts of climate change on skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the Mozambique Channel. Fisheries Oceanography.
34. Navarro, J., Coll, M., Somes, C. J., & Olson, R. J. (2013). Trophic niche of squids: Insights from isotopic data in marine systems worldwide. Deep-Sea Research II.
35. Nishikawa, H., Toyoda, T., Masuda, S., Ishikawa, Y., Sasaki, Y., Igarashi, H., . . . Awaji, T. (2015). Wind-induced stock variation of the neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) winter–spring cohort in the subtropical North Pacific Ocean. Japan.
36. Pecl, G. T., & Jackson, G. D. (2008). Os potenciais impactos das mudanças climáticas sobre lulas costeiras: Biologia, ecologia e pesca. Revisões em Biologia e Pesca de Peixes. 373-385.

37. Pereira, M. A., Massingue, A., Atanassov, B., Atanassov, B., Carreira, F., Silva, I. M., . . . Tibibiçá, Y. (2014). Mozambique marine ecosystems review. Maputo: Final report submitted to Fondation Ensemble.
38. Piatkowski, U., Gutt, J., & Punt, A. (1994). Distribuição vertical e mudanças ontogenéticas na comunidade de peixes da plataforma continental Ártica. Marine Ecology Progress Series. (Vol. 112).
39. Rodhouse, P. G., Pierce, G. J., Nichols, O. C., Sauer, W. H., Arkhipkin, A. I., & Laptikhovsky, V. V. (2014). Chapter Two - Environmental Effects on Cephalopod Population Dynamics: Implications for Management of Fisheries. (Vol. 67). doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800287-2.00002-0>
40. Roper, C. F., Santos, R. S., & Lopez, J. M. (2010). Análise comparativa da maturação e estratégias reprodutivas em espécies de peixes marinhos. Marine Biology. (Vol. 157).
41. Roper, C. F., Sweeney, M. J., & Nauen, C. E. (1984). Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. (Vol. 3). Roma: FAO.
42. Rosa, R., Gonzalez, L., Dierssen, H. M., & Seibel, B. A. (2012). Environmental determinants of latitudinal size-trends in cephalopods. (Vol. 464).
43. Santos, R. A. (1999). Cefalopodes nas Relacoes Troficas do Sul do Brasil. Rio Grande-RS, Brasil.
44. Schroeder, R., Leite, T., Melo, C. C., Vidal, É. A., Sales, J. B., Specht, L. M., . . . al., e. (2024). *Ommastrephes cylindraceus*. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br..> doi:<https://doi.org/10.37002/salve.ficha.38860.1>
45. Silva, L., Eduardo, B., Paula, S. A., Ignacio, S., Juan, G., & Candelaria, B. (2009). Cephalopod Species in Mozambican Waters Caught in the “Mozambique 0307” Survey: Distribution, Abundance and Assemblages (Vol. 8). WIOMSA.

46. Siquan, T., Xinjun, C., Yong, C., Liuxiong, X., & Xiaojie, D. (2009). Standardizing CPUE of *Ommastrephes bartramii* for Chinese squid-jigging fishery in Northwest Pacific Ocean. (Vol. 27). Shanghai, China. doi:10.1007/s00343-009-9199-7
47. Vijai, D., Sakai, M., Wakabayashi, T., Yoo, H.-K., Kato, Y., & Sakurai, Y. (2015). Effects of temperature on embryonic development and paralarval behavior of the neon flying squid *Ommastrephes bartramii* (Vol. 529). doi:10.3354/meps11286
48. Wang, J., Cheng, Y., Lu, H., Chen, X., Lin, L., & Zhang, J. (2022). Water Temperature at Different Depths Affects the Distribution of Neon Flying Squid (*Ommastrephes bartramii*) in the Northwest Pacific Ocean. doi:10.3336/fmars.2021.741620
49. Watanabe, H., Kubodera, T., Ichii, T., Sakai, M., Moku, M., & Meitou, M. (2008). Diet and sexual maturation of the neon flying squid *Ommastrephes bartramii* during autumn and spring in the Kuroshio– Oyashio transition region. United Kingdom: Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. doi:doi:10.1017/S0025315408000635
50. Watanabe, H., Kubodera, T., Taro, I., & Kawahara, S. (2004). Feeding habits of neon flying squid *Ommastrephes bartramii* in the transitional region of the central North Pacific. (Vol. 266).
51. Wei, Y., Xinjun, C., & Qian, Y. (2017). Fishing Ground Distribution of Neon Flying Squid (*Ommastrephes bartramii*) in Relation to Oceanographic Conditions in the Northwest Pacific Ocean. Shanghai 201306, China. doi:10.1007/s11802-017-3354-0
52. Wei, Y., Xinjun, C., Qian, Y., & Siquan, T. (2015). A Review of Interaction Between Neon Flying Squid (*Ommastrephes bartramii*) and Oceanographic. Variability in the North Pacific Ocean. China. doi:10.1007/s11802-015-2562-8
53. Wilson, V. L., & Ross, A. (2017). One-sample T-test. basic an advenced statistical tests: writting results sections and creating tables and figures, 9-12.
54. Xinjun, C., Siquan, T., & Wenjian, G. (2014). Variations of oceanic fronts and their influence on the fishing grounds of *Ommastrephes bartramii* in the Northwest Pacific (Vol. 33). Shanghai, China. doi:10.1007/s13131-014-0452-3

55. Yatsu, A. (2000). Age Estimation of Four Oceanic Squids, *Ommastrephes bartreamii*, *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis*, and *Illex argentinus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) Based on Statolith Microstructure (Vol. 34). JARQ.
56. Yongjiu, F., Cui, L., Xinjun, C., Lijuan, C., & Qianqian, Y. (2018). Impacts of changing spatial scales on CPUE–factor relationships of *Ommastrephes bartramii* in the northwest Pacific. Shanghai, China. doi:10.1111/fog.12398
57. Yu, W., Chen, X., & Liu, L. (2021). Synchronous Variations in Abundance and Distribution of *Ommastrephes bartramii* and *Dosidicus gigas* in the Pacific Ocean. Shanghai: J. Ocean Univ. China (Oceanic and Coastal Sea Research). doi:https://doi.org/10.1007/s11802-021-4644-0
58. Yu, W., Chen, X., Yi, Q., & Chen, Y. (2016). Spatio-temporal distributions and habitat hotspots of the winter–spring cohort of neon flying squid *Ommastrephes bartramii* in relation to oceanographic conditions in the Northwest Pacific Ocean. Shanghai, China.

9. Anexos

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

	<i>Variável 1</i>	<i>Variável 2</i>
Média	2,408148835	0,860048604
Variância	0,201551173	0,039630962
Observações	284	284
Hipótese da diferença de média	1	
Gl	390	
Stat t	18,80817199	
P(T<=t) uni-caudal	6,23582E-57	
t crítico uni-caudal	1,648770081	
P(T<=t) bi-caudal	1,24716E-56	
t crítico bi-caudal	1,966065331	