



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para a Obtenção do Grau de Licenciatura em Biologia Marinha

**Estudo da variação espacial e vertical da diversidade e riqueza dos recursos  
pesqueiros ao longo da Costa de Moçambique**

Autora:

Felismina Lucas Ngoeza

Quelimane, Setembro de 2025



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para a Obtenção do Grau de Licenciatura em Biologia Marinha

**Estudo da variação espacial e vertical da diversidade e riqueza dos recursos  
pesqueiros ao longo da Costa de Moçambique**

Presidente

*T. Samo*

---

(Dr. Tomás Samo)

Supervisor:

*Anildo Naftal*

---

(Doutor. Anildo Naftal Nataniel)

Avaliador:

*Bonifácio Carlito Manuessa*

---

(Doutor. Bonifácio Manuessa)

Autora:

*Felismina Naoeza*

---

(Felismina Lucas Ngoeza)

Quelimane, Setembro de 2025

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais, **Lucas António Ngoeza e Felismina António Tembe**, e às minhas irmãs, por acreditarem em mim e por me acompanharem com confiança e apoio constantes. Este trabalho é também uma homenagem ao meu próprio esforço e à resiliência que me permitiram transformar os desafios em passos para a realização do sonho de alcançar o grau de Licenciatura.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus pelo amor, carinho e sabedoria com os quais me abençoou ao longo desta longa jornada. Ao meu amado Apóstolo Malaquias Magamane Massinga e Henrique Chirindza, com os seus mandatários e a todos os irmãos da Igreja Apostólica Sombra do Canhueiro, sou imensamente grata pelo suporte e pelas orações.

Aos meus pais, Lucas António Ngoeza e Felismina António Tembe, minha gratidão é infinita pelo amor incondicional, confiança e ensinamentos sobre esforço e perseverança. Foram meu alicerce, fortalecendo-me com conselhos e incentivo em cada passo. Dedico a eles cada conquista, pois, sem seu apoio, nada disso seria possível.

Às minhas queridas irmãs de ouro, Júlia, Cristina, Ana e Lúcia Ngoeza, agradeço pelo carinho, apoio e inspiração. Sua amizade e encorajamento foram fundamentais para que eu seguisse em frente, mesmo nos momentos difíceis. Sou profundamente grata por serem meu porto seguro.

Ao meu eterno cunhado Dango Gil Simango e aos meus sobrinhos Lisbeth (Pate), Letícia (Ticha) e Danny Simango, deixo meu carinho e gratidão pelo suporte e presença em minha vida.

Minha profunda gratidão ao meu supervisor, Doutor Anildo Naftal Nataniel, pelo apoio, orientação constante e incentivo ao longo do trabalho.

Ao meu companheiro, um agradecimento especial pelo apoio incondicional, palavras de incentivo e, às vezes, aquele puxão de orelha necessário, que tanto contribuíram para que eu alcançasse este sonho.

Aos meus colegas de 2021, especialmente à turma de Biologia Marinha, e aos colegas dos cursos de Oceanografia, Geologia e Química Marinha, agradeço pelo apoio e pelos momentos compartilhados ao longo desta jornada.

Aos meus amigos e irmãos da residência, minha profunda gratidão pela amizade, apoio e momentos inesquecíveis que iluminaram minha trajetória acadêmica.

Aos docentes da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, expresse meu reconhecimento pela dedicação, compromisso e valiosas orientações.

Também sou imensamente grata aos meus pais adotivos de Quelimane, pelo amor incondicional.

Por fim, a todos que, de alguma maneira, directa ou indirecta estiveram ao meu lado e tornaram essa caminhada possível, minha mais sincera e profunda gratidão.

**Muitíssimo obrigada!**

## **Declaração de Honra**

Declaro que esta monografia é fruto do meu trabalho individual e nunca foi submetida para a obtenção de qualquer outro grau acadêmico. Este trabalho é apresentado como cumprimento parcial dos requisitos para a conclusão do curso de Licenciatura em Biologia Marinha, na Universidade Eduardo Mondlane.

Autora:

---

(Felismina Lucas Ngoeza)

## Resumo

O presente estudo teve como objetivo principal estudar a variação espacial e vertical da diversidade e riqueza dos recursos pesqueiros ao longo da costa de Moçambique. E para a realização do estudo, foram utilizados dados coletados durante os cruzeiros científicos Dr. Fridtjof Nansen, realizados na zona econômica exclusiva (ZEE) de Moçambique nos períodos de fevereiro-março de 2018 e maio-junho de 2023. As amostragens foram estratificadas em profundidades variando de 0 a 1000 metros, empregando arrastos pelágicos em transectos perpendiculares à costa. Os dados incluíram registos detalhados das capturas, como número de indivíduos, peso e outras informações associadas às espécies. A análise exploratória dos dados foi realizada utilizando o software R, organizando os dados em regiões Norte, Centro e Sul, assim como em camadas de profundidade de 0-50 m, 50-100 m e >100 m, foram calculados os índices de Shannon-Wiener, Simpson e o Índice de Importância Relativa (IRI) para estimar a composição específica das espécies, determinar a diversidade específica nas três regiões e camadas de profundidade e analisar a dominância das espécies por camadas de profundidade. Os resultados indicaram que, na região Sul, *Sépia* (21,4%) foi a mais dominante seguindo-se a espécie *Champsodon capensis* (11,8%). No Centro, as espécies mais dominantes foram *Decapterus russelli* (14%), *Carangoides malabaricus* (11,7%) e *Uroteuthis* (11,2%). No Norte, a espécie *Sepia* e cefalópodes como *Loligo* foram predominantes, contribuindo com cerca de 21,4 e 10%, respectivamente. Os índices de Shannon-Wiener e Simpson mostraram diversidade equilibrada entre as regiões, enquanto a riqueza de espécies foi maior no Norte e Sul em comparação ao Centro. As maiores diversidades específicas foram observadas em profundidades de 0-50m em todas as regiões. A dominância das espécies variou entre as profundidades e regiões ao longo da costa de Moçambique, na região Sul, *Decapterus russelli* foi a espécie dominante nas profundidades de 0-50m, seguindo-se a espécie *Loligo* que se destacou em profundidades de 50-100m, e a família *Myctophidae* predominou nas profundidades >100m. Na região Centro, as espécies dominantes foram *Encrasicholina punctifer* nas profundidades de 0-50m, *Pelona ditchela* entre os 50-100m e a família *Myctophidae* nas profundidades >100m. Na região Norte, *Decapterus russelli* voltou a ser dominante nas profundidades de 0-50m, *Loligo* foi dominante em profundidades de 50-100m, e *Myctophidae* predominou nas profundidades >100m. Portanto, o estudo contribui para o desenvolvimento de estratégias de conservação e uso sustentável dos recursos pesqueiros, assegurando a protecção dos ecossistemas marinhos e a manutenção de seus benefícios ambientais e socioeconômicos.

**Palavras-chave:** Diversidade específica, Recursos pesqueiros, Variação vertical, Variação espacial, Costa de Moçambique.

## Abstract

The main objective of the present study was to examine the spatial and vertical variation in the diversity and richness of fishery resources along the coast of Mozambique. For the realisation of this study, data collected during scientific cruises of Dr. Fridtjof Nansen carried out in Mozambique's Exclusive Economic Zone (EEZ) during the periods of February-March 2018 and May-June 2023. The samples were stratified by depth, ranging from 0 to 1000 meters, using pelagic trawls along transects perpendicular to the coast. The data included detailed records of catches, such as the number of individuals, weight, and other species-associated information. Exploratory data analysis was conducted using R software, organising the data into North, Central, and South regions, as well as into depth layers of 0-50 m, 50-100 m, and >100 m. The Shannon-Wiener, Simpson, and Relative Importance Index (IRI) indices were calculated to estimate species composition, determine specific diversity across regions and depth layers, and analyse species dominance by depth stratum. The results indicated that in the southern region, *Sepia* (21.4%) was the most dominant species, followed by *Champsodon capensis* (11.8%). In the Central region, the most dominant species were *Decapterus russelli* (14%), *Carangoides malabaricus* (11.7%), and *Uroteuthis* (11.2%). In the North, *Sepia* and cephalopods such as *Loligo* were predominant, contributing approximately 21.4% and 10%, respectively. The Shannon-Wiener and Simpson indices indicated balanced diversity among the regions, while species richness was higher in the North and South compared to the Central region. Species dominance varied across the 0-50m depth layer in all regions. In the southern region, *Decapterus russelli* was the dominant species at depths of 0-50m, followed by *Loligo*, which stood out at 50-100m, and the family *Myctophidae* predominated at depths >100m. In the central region, the dominant species were *Encrasicholina punctifer* at 0-50m, *Pelona ditchela* at 50-100m, and the family *Myctophidae* at depths >100m. In the northern region, *Decapterus russelli* was dominant at 50-100m, and *Myctophidae* predominated at depths >100m. Therefore, this study contributes to the development of conservation strategies and sustainable use of fishery resources, ensuring the protection of marine ecosystems and the maintenance of their environmental and socioeconomic benefits.

**Keywords:** Specific diversity, Fishery resources, Vertical variation, spatial variation, Mozambique coast.

## Lista de abreviaturas

<b>Índice de Shannon</b>	Índice de Diversidade de Shannon-Wiener
<b>IRI</b>	Índice de Importância Relativa
<b>Índice de Simpson</b>	Índice de Diversidade de Simpson
<b>P</b>	Profundidade
<b>Nº de Ind.</b>	Número de Indivíduos
<b>ACM</b>	Área de Conservação Marinha
<b>M</b>	Unidade de Medida de Comprimento
<b>RE</b>	Riqueza de Espécies
<b>ZEE</b>	Zona Económica Exclusiva
<b>RA</b>	Relação de Abundância
<b>W</b>	Peso
<b>F</b>	Frequência de arrasto
<b>CM</b>	Canal de Moçambique
<b>CM</b>	Costa de Moçambique

## Lista de figuras

<b>Figura 1:</b> Localização da área de estudo, com a distribuição das capturas normalizadas indicados pelos pontos pretos ao longo da Costa de Moçambique. ....	9
<b>Figura 2:</b> Abundância relativa das espécies para Região Sul. ....	14
<b>Figura 3:</b> Abundância relativa das espécies para Região Centro. ....	15
<b>Figura 4:</b> Abundância relativa das espécies para Região Norte. ....	16
<b>Figura 5:</b> Diversidade específica nas regiões Sul, Centro e Norte para o Índice de Simpson. ....	17
<b>Figura 6:</b> Diversidade específica nas regiões Sul, Centro e Norte para Riqueza de espécies. ....	18
<b>Figura 7:</b> Diversidade específica nas regiões Sul, Centro e Norte para Índice Shannon-Wiener. ....	19
<b>Figura 8:</b> Diversidade específica das espécies nas camadas de profundidade para Região Sul. ....	20
<b>Figura 9:</b> Diversidade específica das espécies nas camadas de profundidade para Região Centro. ....	20
<b>Figura 10:</b> Diversidade específica das espécies nas camadas de profundidade para Região Norte. ....	22
<b>Figura 11:</b> Dominância das espécies nas camadas de profundidade de 0-50m, 50-100m e >100m na região Sul, utilizando o índice percentual de importância relativa (%IRI) para as 10 espécies mais importantes. ....	23
<b>Figura 12:</b> Dominância das espécies nas camadas de profundidade de 0-50m, 50-100m e >100m na região Centro, utilizando o índice percentual de importância relativa (%IRI) para as 10 espécies mais importantes. ....	24
<b>Figura 13:</b> Dominância das espécies nas camadas de profundidade de 0-50m, 50-100m e >100m na região Norte, utilizando o índice percentual de importância relativa (%IRI) para as 10 espécies mais importantes. ....	26
<b>Figura 14:</b> Abundância relativa das espécies ao longo da costa de Moçambique. ....	23

## **Índice**

Dedicatória .....	i
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Lista de abreviaturas.....	vii
Lista de figuras .....	viii
<b>Capítulo I .....</b>	<b>1</b>
1. Introdução .....	1
1.1. Problematização .....	2
1.2. Justificativa.....	3
1.3. Objectivos.....	3
1.3.1. Geral .....	3
1.3.2. Específicos .....	3
<b>Capítulo II.....</b>	<b>4</b>
2. Revisão de literatura .....	4
2.1. Importância dos recursos pesqueiros.....	4
2.2. Biodiversidade costeira e marinha .....	5
2.2.1. Importância da biodiversidade marinha e costeira em Moçambique.....	6
2.2.2. Principais ameaças à biodiversidade marinha .....	7
2.3. Mudanças na Ictiofauna ao Longo do Tempo .....	8
<b>Capítulo III .....</b>	<b>9</b>
3. Metodologia .....	9
3.1. Área de estudo .....	9
3.2. Dados dos recursos Pesqueiros .....	10
3.3. Análise Exploratória de dados.....	10
<b>Capítulo IV.....</b>	<b>14</b>
4. Resultados .....	14
4.1. Abundância relativa das espécies .....	14

4.1.1. Região Sul .....	14
4.1.2. Região Centro.....	14
4.1.3. Região Norte .....	15
4.2. Determinação dos Índices de diversidade das espécies por regiões.....	16
4.2.1. Índice de Simpson .....	16
4.2.2. Riqueza das espécies .....	17
4.2.3. Índice Shannon-Wiener .....	18
4.3. Diversidade específica em profundidade por Região.....	19
4.3.1. Região Sul .....	19
4.3.2. Região Centro.....	20
4.3.3. Região Norte .....	21
4.4. Dominância das espécies em profundidade por Região.....	22
4.4.1. Região Sul .....	22
4.4.2. Região Centro.....	24
4.4.3. Região Norte .....	26
5. Discussão .....	28
5.1. Abundância relativa das espécies nas três regiões.....	28
5.2. Diversidade específica nas três regiões e camadas de profundidade .....	29
5.3. Dominância das espécies em profundidade .....	31
<b>Capítulo VI.....</b>	<b>34</b>
6. Conclusões e recomendações.....	34
6.1. Conclusões .....	34
6.2. Recomendações.....	34
<b>Capítulo VII.....</b>	<b>35</b>
7. Referências Bibliográficas .....	35
Anexos.....	41

## Capítulo I

### 1. Introdução

A Costa de Moçambique, com mais de 2.770 km<sup>2</sup> de extensão, abriga uma rica diversidade de espécies marinhas e ecossistemas costeiros, incluindo recifes de coral, mangais, estuários e ervas marinhas (Juliasse, 2018). Esses habitats desempenham um papel fundamental na manutenção da biodiversidade e da produtividade biológica dos oceanos, servindo como áreas de abrigo (berçário), reprodução e alimentação para diversas espécies, desde pequenos invertebrados até grandes predadores pelágicos. Além disso, a região costeira moçambicana é reconhecida como um corredor ecológico de grande importância, sendo utilizada por espécies migratórias, como tartarugas marinhas, tubarões, mamíferos marinhos e atuns, reforçando sua relevância ecológica no contexto do Oceano Índico Ocidental (Obura *et al.*, 2018).

A biodiversidade costeira não apenas sustenta o equilíbrio ecológico dos oceanos, mas também possui uma relevância socioeconômica para Moçambique. Estima-se que mais de 90% da população costeira dependa directa ou indirectamente dos recursos marinhos para subsistência, seja por meio da pesca artesanal, do turismo ou da exploração de recursos naturais (MITADER, 2015). No entanto, esse patrimônio natural encontra-se cada vez mais ameaçado por factores antropogénicos e mudanças ambientais.

A poluição, a degradação de habitats, a sobrepesca e a exploração de petróleo e gás têm causado impactos negativos nos ecossistemas marinhos. Paralelamente, as alterações climáticas globais intensificam esses desafios, promovendo mudanças na circulação oceânica, elevação da temperatura da água e processos de acidificação e desoxigenação dos mares. Essas transformações afectam directamente a distribuição, a abundância e a composição das espécies marinhas, colocando em risco a sustentabilidade dos recursos pesqueiros (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007; Duarte *et al.*, 2013).

Diante deste cenário, há uma necessidade crescente de estudos que aprofundem o entendimento da diversidade e distribuição das espécies costeiras, subsidiando políticas de conservação e manejo sustentável. O presente estudo tem como objetivo principal estudar a variação espacial e vertical da diversidade e riqueza dos recursos pesqueiros ao longo da costa de Moçambique, considerando as regiões Norte, Centro e Sul e as camadas de profundidades de 0-50m, 50-100m e > 100m. Para isso, serão alcançadas três grandes vertentes: (i) Estimar a abundância relativa das espécies nas três regiões; (ii) Determinar a diversidade específica nas três regiões e camadas de profundidade; e (iii) Analisar a dominância das espécies por camadas de profundidade.

O estudo abrange três regiões ao longo da costa de Moçambique, sendo Norte, Centro e Sul e três camadas de profundidades, 0-50m, 50-100m e >100m, permitindo uma análise detalhada sobre os padrões de distribuição das espécies em toda região. Desta forma, o estudo irá preencher as lacunas existentes, fornecendo informações científicas essenciais para o desenvolvimento de estratégias de exploração e conservação, garantindo não só a continuidade dos recursos, como também a sustentabilidade econômica das comunidades costeiras que dependem, directamente desses recursos para a segurança alimentar e na melhoria da qualidade de vida.

### **1.1.Problematização**

A costa de Moçambique abriga uma elevada diversidade de recursos pesqueiros, essenciais para a sustentabilidade ecológica e socioeconômica do país (Obura, 2018; Biofund, 2023). No entanto, a riqueza e abundância das espécies economicamente importantes vêm sendo comprometidas devido a uma série de factores ambientais e antropogénicos, resultando em impactos directos na biodiversidade marinha e na estabilidade dos ecossistemas costeiros (Carvalho *et al.*, 2012). Os principais desafios que afectam a diversidade e a distribuição dos recursos pesqueiros incluem a alteração dos habitats naturais devido à pesca excessiva, destruição de recifes e mangais, além da instalação de projetos de extração de petróleo e gás e da crescente poluição marinha (Afonso *et al.*, 2020).

Além disso, as mudanças climáticas provocam modificações na circulação das correntes oceânicas, aumento da temperatura da água, acidificação dos oceanos, desoxigenação e mudanças na produtividade primária (Popova *et al.*, 2016), impactando a distribuição e realocação da biodiversidade. A pressão antropogénica e a exploração desenfreada dos recursos naturais também contribuem para a erosão costeira, o desmatamento de mangais e a degradação ambiental, intensificando os impactos na biodiversidade (Asclme, 2012).

Esses factores podem resultar na redução da diversidade específica, na diminuição da abundância de espécies-alvo para a manutenção da cadeia trófica e no colapso de estoques pesqueiros, afectando directamente as comunidades costeiras que dependem desses recursos para alimentação, renda e segurança socioeconômica (Sete *et al.*, 2002). No entanto, a variação espacial e vertical da diversidade e riqueza dos recursos pesqueiros ao longo da costa de Moçambique irá fornecer informações científicas actualizadas para o manejo sustentável e a conservação dos ecossistemas marinhos, minimizando os impactos ambientais e garantindo a sustentabilidade dos recursos para as futuras gerações vindouras.

## **1.2. Justificativa**

A costa de Moçambique representa um dos mais importantes ecossistemas marinhos do Oceano Índico, com uma rica biodiversidade que sustenta directamente as comunidades costeiras. Aproximadamente 2/3 da população moçambicana depende dos recursos pesqueiros para a segurança alimentar, geração de renda e estabilidade econômica (Asclme, 2012; Biofund, 2023). Esses recursos são essenciais não apenas para o sustento diário, mas também para o desenvolvimento local e nacional. A biodiversidade marinha, especialmente os recursos pesqueiros, desempenham um papel fundamental na manutenção do equilíbrio ecológico e na promoção da sustentabilidade socioeconômica.

As mudanças nesses ecossistemas exigem uma avaliação aprofundada da diversidade e riqueza dos recursos marinhos para assegurar que a exploração desses recursos ocorra de maneira sustentável (Sete *et al.*, 2002; Afonso *et al.*, 2020). A relevância deste estudo se estende além da ampliação do conhecimento científico sobre a ictiofauna moçambicana. Os resultados obtidos podem subsidiar acções voltadas para a gestão sustentável dos recursos marinhos, contribuindo para a preservação da biodiversidade e para a manutenção da segurança alimentar das comunidades que dependem da pesca. Dessa forma, este estudo busca não apenas fortalecer a base de conhecimento sobre os ecossistemas marinhos moçambicanos, mas também irá promover a sustentabilidade e o bem-estar das populações costeiras que dependem desses recursos.

## **1.3. Objectivos**

### **1.3.1. Geral**

Estudar a variação espacial e vertical da diversidade e riqueza dos recursos pesqueiros ao longo da costa de Moçambique, considerando as regiões Norte, Centro e Sul e as camadas de profundidades de 0-50m, 50-100m e > 100m.

### **1.3.2. Específicos**

- Estimar a abundância relativa das espécies nas três regiões;
- Determinar a diversidade específica nas três regiões e camadas de profundidade; e
- Analisar a dominância das espécies por camadas de profundidade.

## Capítulo II

### 2. Revisão de literatura

Os recursos pesqueiros referem-se aos organismos aquáticos ou marinhos, como peixes, crustáceos, moluscos e outros, que são explorados para consumo humano, geração de renda e outras utilizações econômicas e culturais. Esses recursos possuem uma grande importância para a segurança alimentar e o sustento econômico, especialmente para comunidades costeiras e pesqueiras, que dependem directamente da pesca como sua principal fonte de alimentação e geração de renda (FAO, 2020). A pesca não apenas fornece alimentos, mas também sustenta uma cadeia econômica que inclui a indústria de processamento, transporte e comercialização, além de ter um papel fundamental em muitas tradições culturais.

Em diversas partes do mundo, as práticas pesqueiras são profundas manifestações culturais, conectadas ao modo de vida das populações locais. Além disso, a exploração de recursos pesqueiros influencia directamente os ecossistemas aquáticos, podendo impactar sua saúde ecológica e a biodiversidade marinha. Por isso, a gestão sustentável dos recursos pesqueiros é crucial para preservar a fauna marinha e garantir que as futuras gerações possam continuar a depender desses recursos. Para assegurar a sustentabilidade da pesca e a protecção ambiental, é necessário adotar práticas pesqueiras responsáveis, baseadas em dados científicos e estratégias de conservação, que promovam o equilíbrio entre a exploração econômica e a preservação dos ecossistemas aquáticos.

#### 2.1. Importância dos recursos pesqueiros

- Fonte de proteínas, especialmente para comunidades costeiras que dependem directamente da pesca para sua subsistência.
- Geração de emprego em sectores como captura, processamento e comercialização, contribuindo significativamente para o PIB de países com extensas costas, como Moçambique.
- Manutenção do equilíbrio ambiental, incluindo o controle de populações de espécies e a saúde dos habitats aquáticos.
- Oferece serviços ecossistémicos que ajudam a sustentar a biodiversidade para a resiliência dos ecossistemas marinhos frente às mudanças climáticas.

## 2.2. Biodiversidade costeira e marinha

A biodiversidade, ou diversidade biológica, refere-se à variedade dos organismos vivos de diversas origens. Isso abrange ecossistemas terrestres, marinhos e outros ambientes aquáticos, bem como os complexos ecológicos em que esses organismos estão inseridos. A biodiversidade inclui a diversidade dentro de cada espécie, entre diferentes espécies e entre os próprios ecossistemas (Lei n.º 5/2017). A Costa Moçambicana reúne uma grande variedade de habitats, nomeadamente, costas rochosas, dunas, estuários, recifes de corais, baías, ervas marinhas e mangais, que promovem uma série de funções ecológicas vitais em águas costeiras como, protecção da linha de costa, produtividade pesqueira e circulação de nutriente, alimentação e refúgio, suportando uma grande abundância de peixes e invertebrados (Juliassse, 2018).

A costa de Moçambique tem uma extensão de 2.770 km<sup>2</sup>, dividida em três principais regiões naturais: a costa de corais, a costa pantanosa e a costa de dunas parabólicas. Ao longo dessa costa, os recifes de corais cobrem uma área aproximada de 1.860 km<sup>2</sup> (Spalding *et al.*, 2001), concentrando-se predominantemente na região norte do país, desde o Arquipélago das Quirimbas até as Ilhas Primeiras e Segundas (Rodrigues *et al.*, 2000). Até o momento, foram catalogadas cerca de 194 espécies de corais (Spalding *et al.*, 2001).

As florestas de mangal cobrem uma área de 357.000 hectares (Marzoli, 2007), principalmente em deltas e estuários dos principais rios. Ao sul do rio Save, os mangais se encontram extensivamente nos estuários de Morrumbene, Baía de Inhambane, rio Limpopo e na Baía de Maputo, incluindo a Ilha da Inhaca. No delta do Zambeze, os mangais se estendem por cerca de 180 km da costa e, em algumas áreas, penetram até 50 km no interior. No Norte, os mangais se espalham de Angoche até o rio Rovuma, sendo identificadas 9 espécies no país.

As ervas marinhas, que cobrem uma área de 439 km<sup>2</sup>, ocorrem principalmente na zona entre marés. As áreas de maior relevância para a conservação desses ecossistemas são o Arquipélago das Quirimbas, Baía Fernão Veloso, Arquipélago do Bazaruto, Ilha da Inhaca e Ponta do Ouro. Moçambique abriga 13 espécies de ervas marinhas, incluindo *Thalassodendron leptocaulis*, uma espécie recém-descoberta que ocorre apenas em habitats rochosos de Moçambique e no norte da África do Sul (Duarte *et al.*, 2012).

No que diz respeito à fauna marinha, Moçambique possui uma notável diversidade, incluindo as cinco espécies de tartarugas marinhas do Oceano Índico, 18 espécies de mamíferos marinhos (7 golfinhos, 8 baleias, 2 focas e 1 dugongo), 2.626 espécies de peixes marinhos (800 associadas a recifes de coral

e 92 espécies de peixes cartilaginosos) (Hoguane e Pereira, 2003; Pereira, 2000; Froese e Pauly, 2003), além de 1.363 espécies de moluscos, como camarões, caranguejos, lagostas e caranguejos-eremitas (Hoguane e Pereira, 2003).

### **2.2.1. Importância da biodiversidade marinha e costeira em Moçambique**

A riqueza marinha e costeira de Moçambique é essencial para o meio ambiente, economia e bem-estar das comunidades. Com uma faixa costeira extensa e rica em ecossistemas, como recifes de coral, mangais e ervas marinhas, o país abriga diversas espécies marinhas e costeiras. Esses ecossistemas desempenham um papel vital na manutenção de processos ecológicos. Os mangais e ervas marinhas, por exemplo, são importantes no sequestro de carbono e na protecção das costas contra a erosão, além de contribuírem para a regulação do clima.

Esse papel ambiental é amplamente destacado por Silva *et al.* (2024), que enfatizam a função dos mangais como barreiras naturais e como captadores de carbono, essenciais em áreas tropicais. Uma grande parte da população de Moçambique, especialmente nas áreas costeiras, depende dos recursos do mar para sua subsistência. A pesca artesanal é uma das principais actividades económicas locais, fornecendo proteína e emprego para as famílias. Segundo Fernandes *et al.* (2023) ressaltam que a pesca é a base da dieta e da economia das comunidades costeiras, apontando a necessidade de práticas de manejo sustentável para garantir a disponibilidade dos recursos.

Moçambique abriga espécies em risco, como o dugongo e várias tartarugas marinhas, que enfrentam ameaças devido à destruição de habitats e à pesca desregulada. Segundo Silva *et al.* (2024) argumentam que a protecção desses habitats é crucial para manter o equilíbrio ecológico e assegurar a sobrevivência de espécies icônicas, cuja perda impactaria directamente a biodiversidade e o turismo ecológico. As áreas costeiras e marinhas são fortes atrativos para o turismo ecológico e de aventura, especialmente locais com recifes de coral e populações de espécies marinhas, como baleias e golfinhos.

Segundo Beckley e van der Elst (2009) mencionam que o turismo baseado na natureza não apenas gera receita para as comunidades locais, mas também incentiva a conservação e a sustentabilidade, favorecendo uma economia sustentável. Os recursos pesqueiros são fundamentais para a segurança alimentar e para a saúde das comunidades locais, que dependem da pesca para obter proteínas e nutrientes. Segundo Macamo *et al.*, (2007) salientam a relevância de uma diversidade de espécies para a resiliência e adaptação das comunidades às mudanças ambientais e pressões económicas, promovendo, assim, um sistema alimentar mais seguro e sustentável.

### 2.2.2. Principais ameaças à biodiversidade marinha

De acordo com os autores sete *et.al* (2012), as actividades humanas constituem causas directas na mudança de uso da terra podendo resultar em perda ou redução da biodiversidade, e operam em várias escalas espaciais. As principais ameaças para a biodiversidade em Moçambique são:

- **Destruição de mangais** – desmatamento para desenvolvimento, carvão e aquacultura, reduzindo áreas críticas para várias espécies.
- **Exploração excessiva de recifes de corais** – colecta de corais e pesca destrutiva, afetando o equilíbrio ecológico.
- **Sobrepesca** – diminuição das populações de peixes e crustáceos devido à pesca insustentável.
- **Poluição marinha** – resíduos sólidos, plásticos e esgoto não tratado nas áreas costeiras.
- **Exploração de petróleo e gás** – riscos de derramamentos de óleo e poluição química nas águas costeiras.
- **Acidificação dos oceanos** – aumento do CO<sub>2</sub>, enfraquecendo os recifes de corais.
- **Mudanças climáticas** – aumento da temperatura das águas e alterações nos padrões climáticos, afetando os ecossistemas marinhos.
- **Elevação do nível do mar** – ameaça à integridade de áreas costeiras, incluindo mangais e pântanos.
- **Destruição de habitats costeiros** – construção de infraestruturas turísticas e urbanas em zonas sensíveis.
- **Pesca de arrasto** – destruição do fundo marinho e captura de espécies não-alvo, afectando a biodiversidade.
- **Introdução de espécies invasoras** – espécies exóticas que alteram os ecossistemas naturais, competindo com espécies nativas.
- **Derramamentos de óleo** – incidentes de transporte e exploração de petróleo que contaminam os mares.
- **Erosão costeira** – agravada pela destruição de mangais e outros habitats naturais.
- **Eutrofização** – excesso de nutrientes nas águas costeiras causado por actividades agrícolas, provocando proliferação de algas.
- **Mudanças nos padrões de precipitação** – causadas pelas mudanças climáticas, afetando os ecossistemas estuarinos e costeiros.

### **2.3. Mudanças na Ictiofauna ao Longo do Tempo**

A ictiofauna em Moçambique tem sofrido mudanças ao longo das últimas décadas devido a factores como sobrepesca, degradação de habitats, poluição e mudanças climáticas. Estudos anteriores apontam que a sobrepesca tem impactado as populações de espécies comerciais, reduzindo sua abundância e alterando a estrutura das comunidades (Beckley e van der Elst, 2009). Dados recentes sugerem que a acidificação e o aquecimento dos oceanos estão causando o branqueamento dos recifes de corais, habitat essencial para muitas espécies de peixes, o que pode comprometer ainda mais a diversidade da ictiofauna moçambicana (Silva *et al.*, 2024).

## Capítulo III

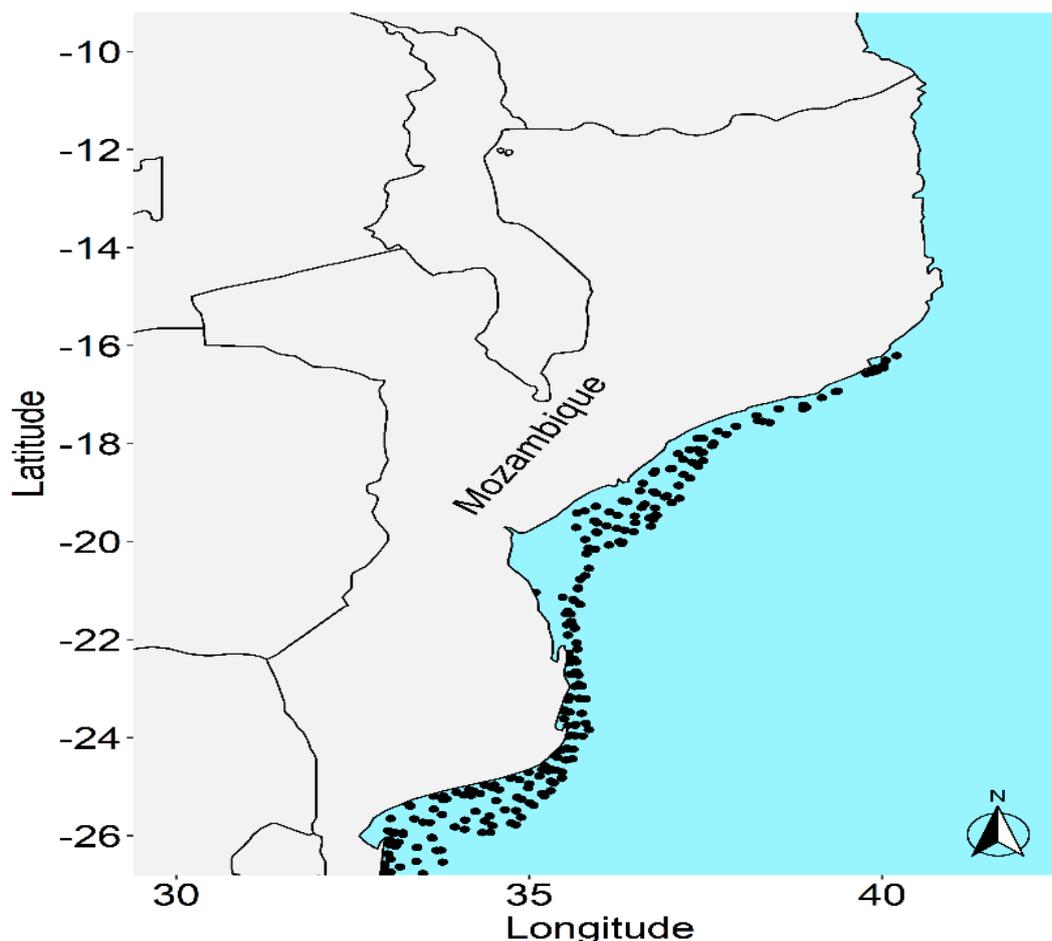
### 3. Metodologia

#### 3.1. Área de estudo

A costa de Moçambique, localizada na região oeste do Canal de Moçambique, é um local de grande interesse para estudos sobre a interação entre as espécies marinhas e o ambiente (Figura 1).

A costa moçambicana estende-se por aproximadamente 2.770 km, sendo banhada pelo Oceano Índico. A plataforma continental possui uma profundidade média de 200 metros, com uma largura aproximada de 104 km<sup>2</sup>. Destacam-se três plataformas principais com alto valor ecológico: a Baía de Delagoa, no Sul, o Banco de Sofala, na região central e o Banco de São Lázaro, no Norte. A costa abriga ecossistemas ricos em biodiversidade, com elevado grau de endemismo e a presença espécies ameaçadas de extinção.

O clima predominante é tropical húmido, com duas estações climáticas bem definidas: a estação seca (Abril a Setembro) e a chuvosa (Outubro a Março). A temperatura atmosférica média anual varia entre 23 °C e 26 °C nas zonas costeiras do Sul e Norte de Moçambique. A precipitação media anual é de cerca de 1.200mm (Hoguane, *et al.*, 2007).



**Figura 1:** Localização da área de estudo, com a distribuição das capturas normalizadas indicados pelos pontos pretos ao longo da Costa de Moçambique.

### **3.2. Dados dos recursos Pesqueiros**

Os dados utilizados no presente estudo, foram obtidos do cruzeiro científico Dr. Fridtjof Nansen na zona econômica exclusiva de Moçambique, referentes aos meses de Fevereiro-Março e Maio-Junho dos anos 2018 e 2023, respectivamente. Esses dados foram colectados por meio de arrastos pelágicos em estações previamente definidas, seguindo um desenho amostral que consistiu em transectos paralelos perpendiculares à costa, espaçados aproximadamente a cada 15 milhas náuticas. A amostragem ao longo dos transectos foi estratificada em profundidade, variando de 0-20 m, 20-50 m, 50-100 m, 100-200 m e 200-1000 m, para uma análise da distribuição vertical das espécies. Todas as capturas foram classificadas de acordo com as espécies, com medições de número e peso para todas as espécies de peixes.

Para espécies definidas como prioritárias pelo MIMAIP (Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas), foi devido ao seu valor socioeconómico, os dados do comprimento e do peso foram registados usando um medidor eletrónico de peixes conectado a um sistema de aquisição de dados personalizado. Assim, a base de dados contém informações sobre a posição de arrasto (longitude e latitude), data e hora (ano, mês, dia, hora, minutos e segundos), profundidade das capturas, informações de cada espécie identificada (nome científico, número de indivíduos, peso) e outras informações adicionais.

### **3.3. Análise Exploratória de dados**

A análise Exploratória dos dados nos anos de 2018 e 2023 teve como objectivo entender a distribuição das espécies em diferentes regiões e camadas de profundidade. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa R (versão 4.2.3 e 4.3.3, R Core Team, 2023), devido à sua capacidade de manipular e processar grandes volumes de dados de forma eficiente e flexível. Inicialmente, os dados foram agregados, removendo duplicações ou repetições permitindo verificar a ocorrência de cada espécie em cada camada de profundidade.

Essa análise exploratória forneceu uma base sólida para a identificação da composição inicial das espécies por região e profundidade, permitindo, assim, uma análise mais detalhada sobre a diversidade e dominância das espécies. Posteriormente fez-se análise que envolveu a organização dos dados, que foram divididos em regiões Norte, Centro e Sul e em camadas de profundidades de 0-50m, 50-100m e >100m. Esse arranjo permitiu avaliar a distribuição das espécies nas camadas de profundidade e regiões. As variáveis selecionadas para análise foram: Ano, Longitude, Latitude, Espécie, Região, Profundidade, Frequência de arrasto, Peso, N-º de indivíduos e Nome científico.

Os dados de 2018 e 2023 foram consolidados em uma única tabela, facilitando o processamento e a análise integrada. A tabela consolidada ajudou a organizar os dados de forma eficaz, permitindo uma

análise mais profunda da dinâmica de composição das espécies ao longo do tempo e entre as diferentes regiões geográficas. A junção dos dados possibilitou a avaliação das variações na diversidade e abundância das espécies, conforme descrito a seguir:

**i. Estimativa da abundância relativa das espécies nas três regiões**

Para o alcance deste objetivo, foram realizadas as análises da abundância relativa das espécies nas três regiões ao longo da costa de Moçambique: Norte, Centro e Sul. Para isso, iniciou-se com a contagem das frequências de ocorrência de cada espécie dentro de cada região. A frequência de cada espécie foi obtida contando o número de vezes que ela apareceu nos dados para cada região específica. Em seguida, para identificar as espécies mais representativas, as espécies foram ordenadas pela frequência de ocorrência, e as 10 mais frequentes foram selecionadas para análise. Esse processo foi repetido para cada uma das três regiões de estudo: Norte, Centro e Sul. A contribuição relativa de cada uma dessas 10 espécies foi calculada em termos percentuais, de modo a compreender a sua representatividade dentro da comunidade de espécies de cada região. Para calcular a percentagem de cada espécie, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Percentual} = \frac{\text{Frequência da Espécie}}{\text{Total de Ocorrências}} \times 100$$

Equação 1

**ii. Determinação da diversidade específica nas três regiões e camadas de profundidade**

Para alcançar o objetivo proposto, foram analisadas as variações na diversidade e riqueza das espécies nas diferentes regiões (Norte, Centro e Sul) e camadas de profundidade (0-50m, 50-100m e >100m) ao longo da Costa de Moçambique, identificando espécies presentes em cada camada de profundidade. Posteriormente, foram aplicados os índices de diversidade, como o Índice de Simpson, o Índice de Shannon-Wiener e a Riqueza das Espécies. O Índice de Simpson foi utilizado para avaliar a dominância das espécies, enquanto o Índice de Shannon-Wiener foi empregue para considerar tanto a abundância quanto a equitabilidade das espécies.

A Riqueza das Espécies foi calculada para quantificar o número total de espécies presentes em cada região. A análise comparativa dos índices foi realizada entre regiões e camadas de profundidade para observar variações na diversidade e riqueza das espécies. Utilizou-se o Índice de Shannon-Wiener para quantificar a diversidade total, considerando riqueza e equitabilidade. O Índice de Simpson, por sua vez, destacou as diferenças na dominância das espécies, indicando a probabilidade de duas espécies selecionadas serem da mesma espécie. E foram expressos pelas seguintes fórmulas:

$$H' = - \sum P_i * \ln * P_i$$

Equação 2

Onde:

- H' - Índice de Shannon-Wiener;
- P<sub>i</sub> - Proporção do número total de indivíduos a que pertence a espécie i (P<sub>i</sub>= In / N);
- In - Número de indivíduos amostrados para a espécie i;
- N - Número total de indivíduos amostrados.

$$D = \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i^2}{N} \right)$$

Equação 3

Onde:

- D - Índice de Simpson
- n<sub>i</sub> - Número de indivíduos da espécie i;
- N - Número total de indivíduos de todas as espécies;
- S - Número total de espécies.

O valor de D varia entre 0 a 1: Um valor próximo de 0 indica alta diversidade (menor probabilidade de que dois indivíduos sejam da mesma espécie). O valor próximo de 1 indica baixa diversidade (maior dominância de poucas espécies).

### iii. Análise da dominância das espécies por camadas de profundidade

Para alcançar o objetivo, foram realizadas análises considerando três camadas de profundidade 0-50m, 50-100m e >100m, e nas regiões Sul, Centro e Norte. Posteriormente, foram selecionadas as 10 espécies dominantes em cada camada de profundidade. Essas análises foram baseadas no cálculo do Índice de Importância Relativa (IRI), uma métrica amplamente utilizada para quantificar a importância relativa de cada espécie dentro de uma comunidade ecológica. As métricas para a análise foram Peso (W), Número de indivíduos (N) e Frequência de arrasto (F), e o cálculo do IRI foi realizado utilizando a seguinte fórmula:

$$IRI = (W + N) \times F$$

Equação 4

Onde:

- **Número de Indivíduos (%N):** Representa a proporção de indivíduos de uma espécie específica em relação ao total de indivíduos registrados.

- **Peso (%W):** Indica a proporção do peso total que cada espécie representa, fornecendo uma medida da biomassa relativa de cada espécie no ecossistema.
- **Frequência de Arrasto (%F):** Calcula a frequência com que uma espécie foi registrada em arrastos específicos, refletindo sua persistência ao longo dos arrastos realizados.

Em seguida essas métricas foram convertidas em porcentagem e a partir desses valores, o IRI foi calculado para cada camada de profundidade e região, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{IRI} = (\%N + \%W) * \%F$$

Equação 5

Onde:

- $\%N_i = (\text{Número de indivíduos de cada espécie } i) / (\text{Número total de indivíduos}) \times 100$
- $\%W_i = (\text{Peso da espécie } i) / (\text{Peso total dos indivíduos}) \times 100$
- $\%F_i = (\text{Número de arrastos de cada espécie } i) / (\text{Número total de arrastos}) \times 100$

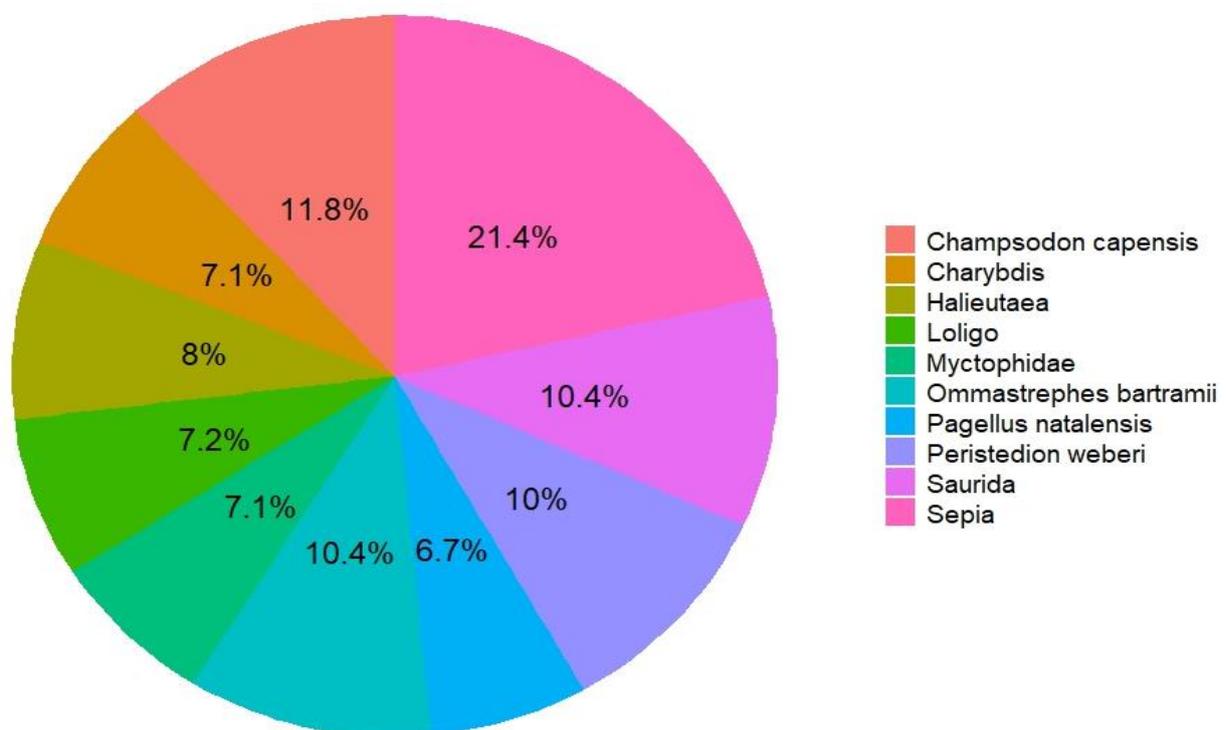
## Capítulo IV

### 4. Resultados

#### 4.1. Abundância relativa das espécies

##### 4.1.1. Região Sul

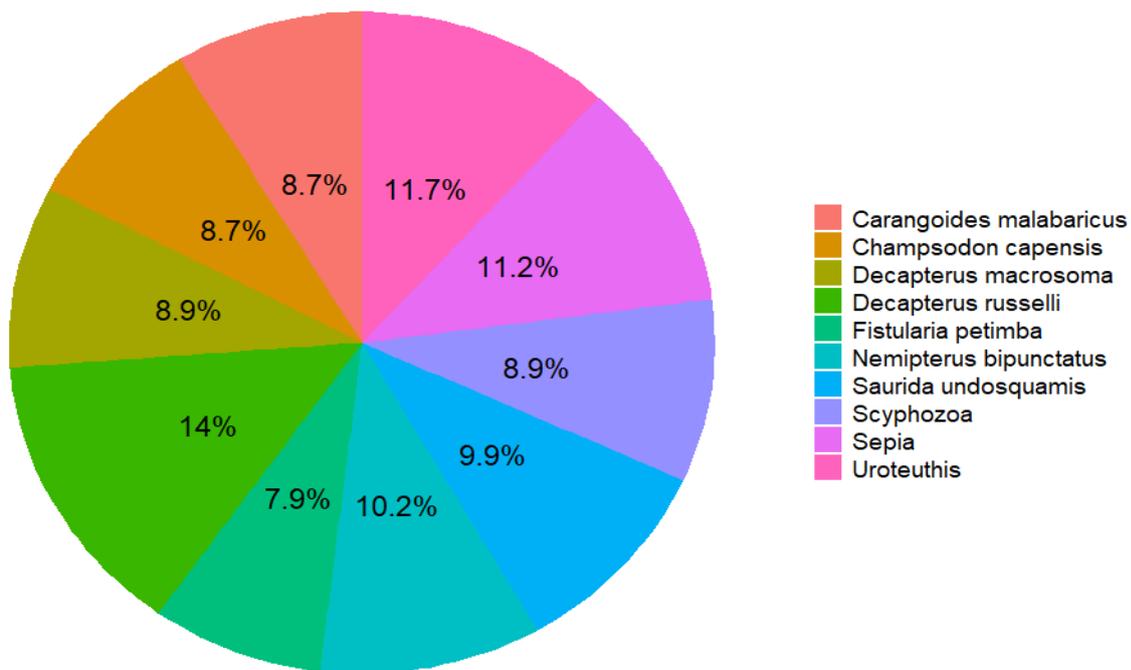
A Figura 2, ilustra a abundância relativa das espécies na região Sul ao longo da costa de Moçambique, apresentando o domínio de poucas espécies em relação ao total de amostras analisadas. Os dados mostram que a espécie *Sepia* é a mais dominante, representando (21,4%) da abundância total. Em seguida, *Champsodon capensis* ocupa a segunda posição, com (11,8%) da abundância. As demais espécies, somam em conjunto de 66,8%. da abundância relativa total.



**Figura 2:** Abundância relativa das espécies para Região Sul.

##### 4.1.2. Região Centro

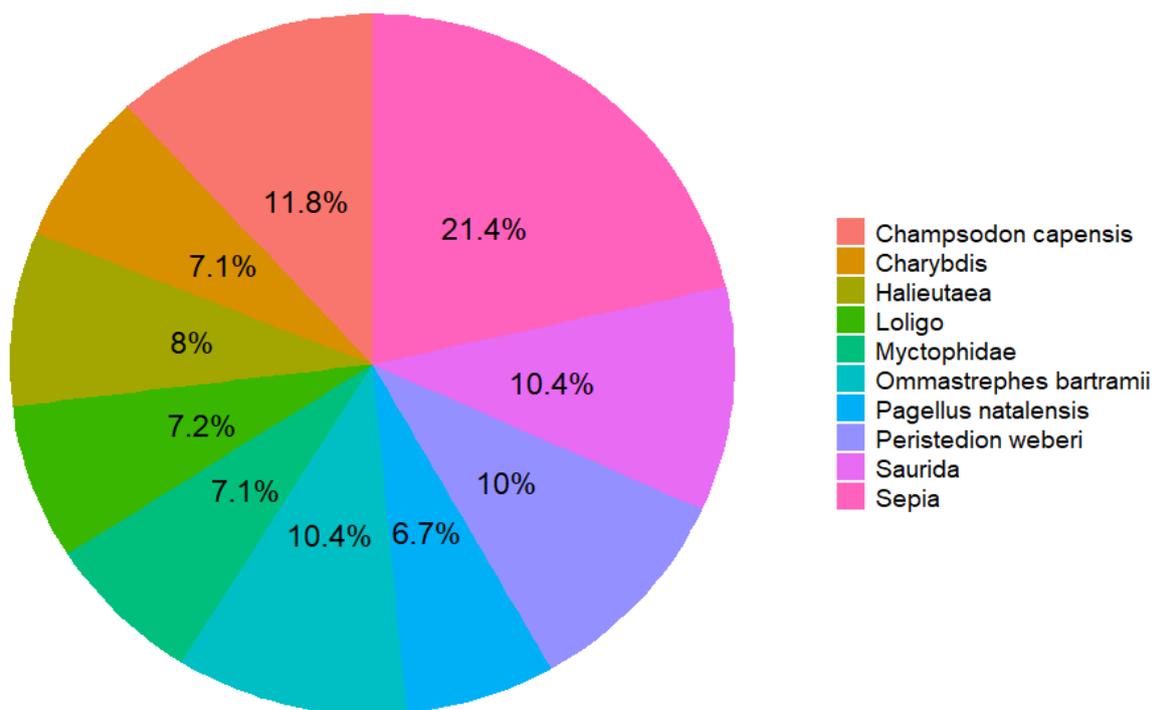
A Abundância relativa das espécies na região central ao longo da costa de Moçambique onde é possível observar que *Decapterus russelli* é a espécie dominante, representando (14%) da abundância total, respectivamente (Figura 3). Em seguida, destacam-se *Carangoides malabaricus* (11,7%) e *Uroteuthis* (11,2%). Essas espécies indicam que as condições ambientais locais favorecem peixes pelágicos e cefalópodes, típicos de áreas tropicais e subtropicais. Além disso, espécies como *Scyphozoa* e *Saurida undosquamis* também foram observadas, contribuindo para a rica diversidade ecológica da região central.



**Figura 3:** Abundância relativa das espécies para Região Centro.

#### 4.1.3. Região Norte

A abundância relativa das espécies na região Norte ao longo da costa de Moçambique, demonstra-se que a *Sepia* é a espécie mais representativa, correspondendo a (21,4%) da abundância total, conforme ilustrado na (Figura 4). A espécie *Champsodon capensis* ocupa a segunda posição com (11,8%), sugerindo sua relevância na estrutura ecológica local. Os Cefalópodes como *Loligo* e *Ommastrephes bartramii* também são relevantes, cada um contribuindo com cerca de (10%) da composição específica. A presença dessas espécies reflete a importância do ecossistema local para organismos pelágicos e nectônicos. Espécies adicionais como *Myctophidae* e *Peristedion weberi* foram identificadas, demonstrando uma diversidade relevante associada à elevada produtividade da região e às condições oceanográficas específicas.



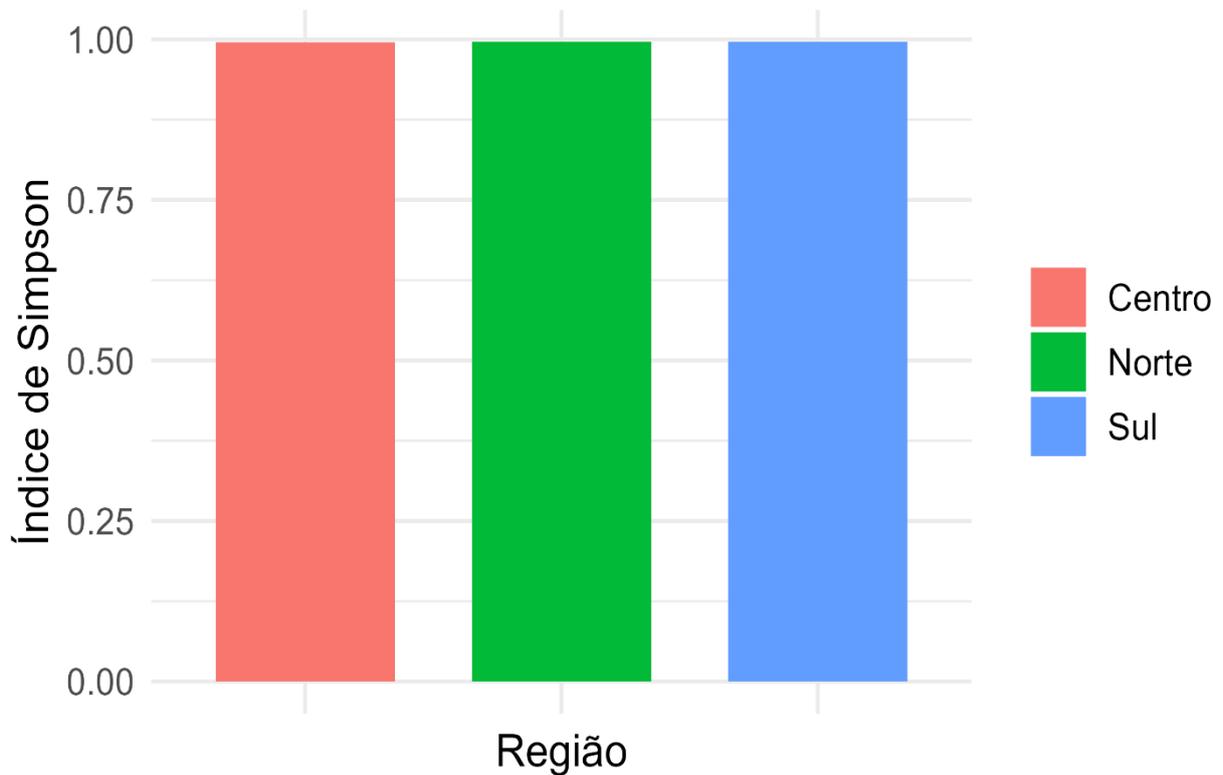
**Figura 4:** Abundância relativa das espécies para Região Norte.

## 4.2. Determinação dos Índices de diversidade das espécies por regiões

### 4.2.1. Índice de Simpson

Na Figura 5, observa-se que as três regiões analisadas (Centro, Norte e Sul) apresentam índices de diversidade de Simpson bastante semelhantes. O índice varia entre 0 e 1, em que valores próximos de 0 indicam alta diversidade, pois a probabilidade de dois indivíduos escolhidos aleatoriamente pertencerem à mesma espécie é baixa. Já valores próximos de 1 indicam baixa diversidade, uma vez que a probabilidade de dois indivíduos pertencerem à mesma espécie é alta.

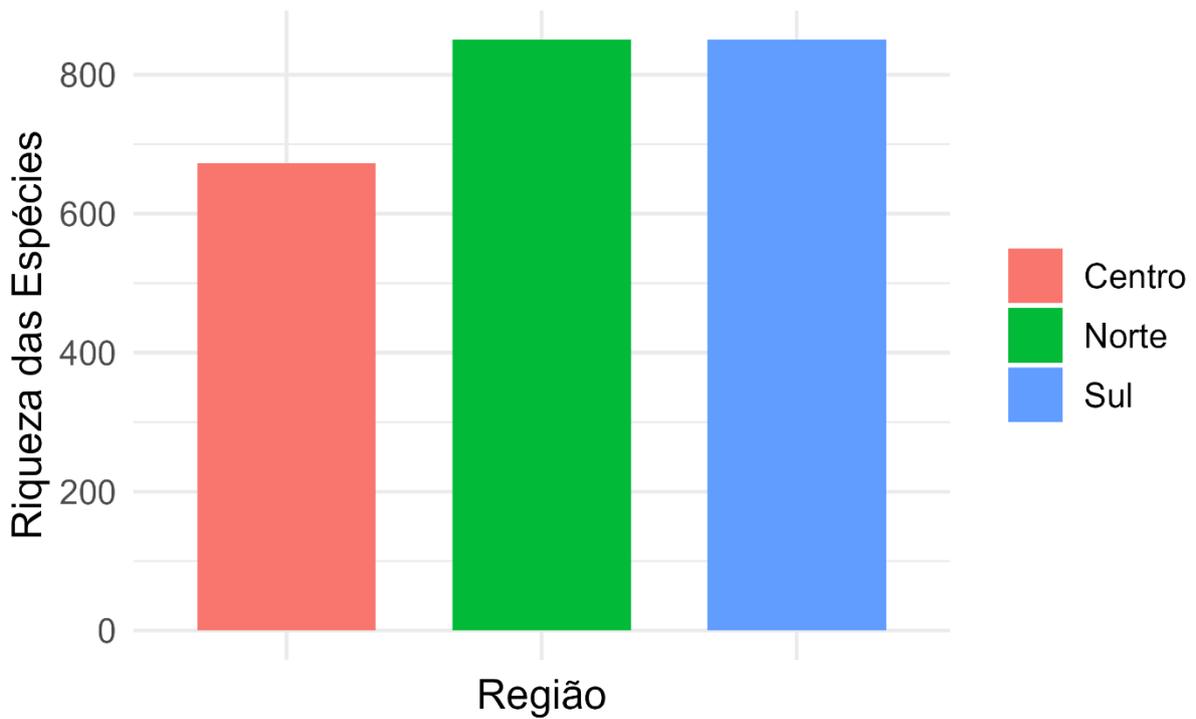
Com base nos resultados, verifica-se que, em todas as regiões, a diversidade é relativamente equilibrada, não havendo diferenças estatisticamente significativas entre os valores do índice. Este padrão sugere que, apesar das variações na abundância das espécies e nos habitats ao longo da costa de Moçambique, a equidade na distribuição da abundância das espécies tende a manter-se constante. Assim, os índices de diversidade refletem padrões numéricos semelhantes, mesmo considerando as particularidades ecológicas e ambientais de cada região.



**Figura 5:** Diversidade específica nas regiões Sul, Centro e Norte para o Índice de Simpson.

#### 4.2.2. Riqueza das espécies

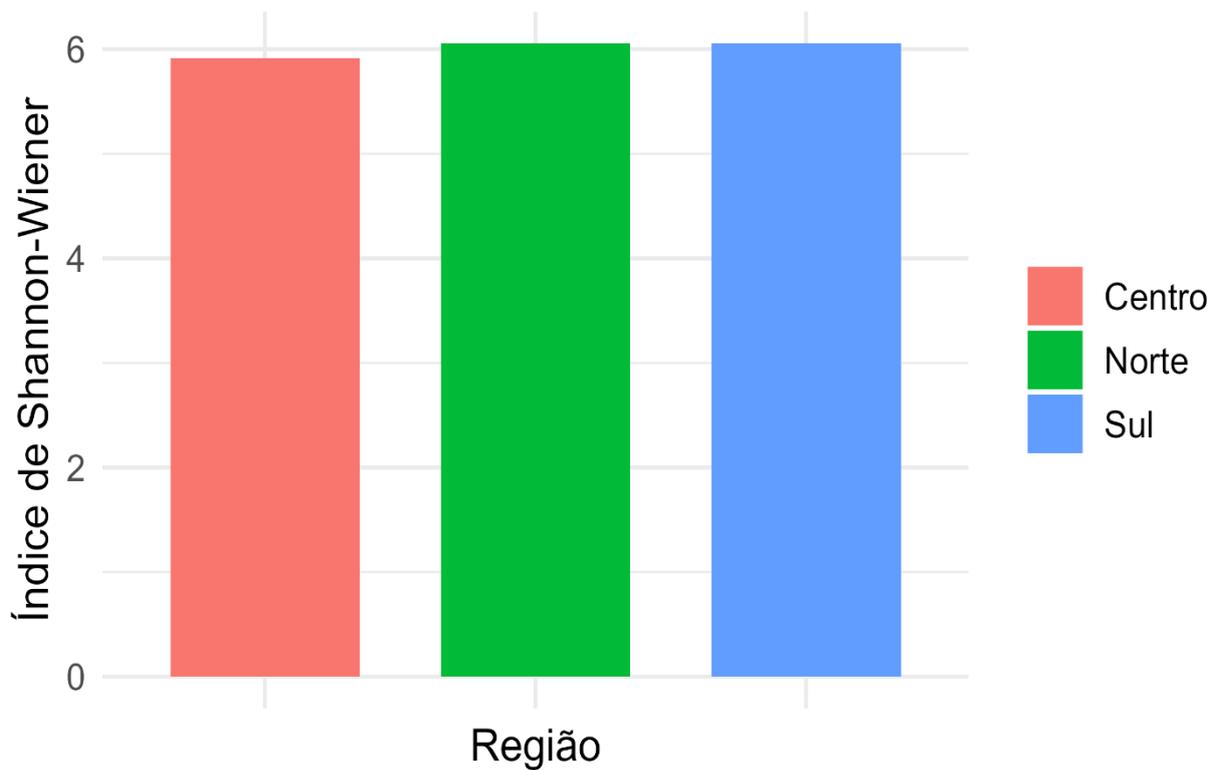
A riqueza de espécies ao longo da costa de Moçambique demonstram que as regiões Norte e Sul apresentam uma maior diversidade de espécies em comparação com a região central, conforme observado na (Figura 6). A riqueza de espécies na região Norte é particularmente alta, o que reflete as condições ambientais favoráveis, como alta disponibilidade de nutrientes e a estabilidade das condições climáticas. A região Sul também demonstra uma riqueza considerável, possivelmente influenciada por factores como a proximidade de recifes de corais e a interação com as correntes oceânicas. A região centro apresenta uma diversidade de espécies mais modesta, sugerindo que as condições locais podem ser mais limitantes para a proliferação de algumas espécies marinhas.



**Figura 6:** Diversidade específica nas regiões Sul, Centro e Norte para Riqueza de espécies

#### 4.2.3. Índice Shannon-Wiener

A diversidade dos ecossistemas marinhos ao longo da costa de Moçambique reflete um equilíbrio dinâmico entre riqueza de espécies e distribuição da abundância, conforme ilustrado na (Figura 7). Esse cenário é capturado pelo Índice de Shannon-Wiener, que apresenta valores relativamente próximos entre as regiões, demonstrando a estabilidade da biodiversidade ao longo das regiões Centro, Norte e Sul. Na região Norte, o índice apresentou valores ligeiramente mais elevados, a região Centro apresentou valores intermediários e a região Sul, os valores do índice indicam uma diversidade bem equilibrada, com maior uniformidade na distribuição da abundância. Os dados indicam que, ao longo das três regiões, o Índice de Shannon-Wiener captura tanto a riqueza de espécies quanto a equidade na distribuição da abundância.

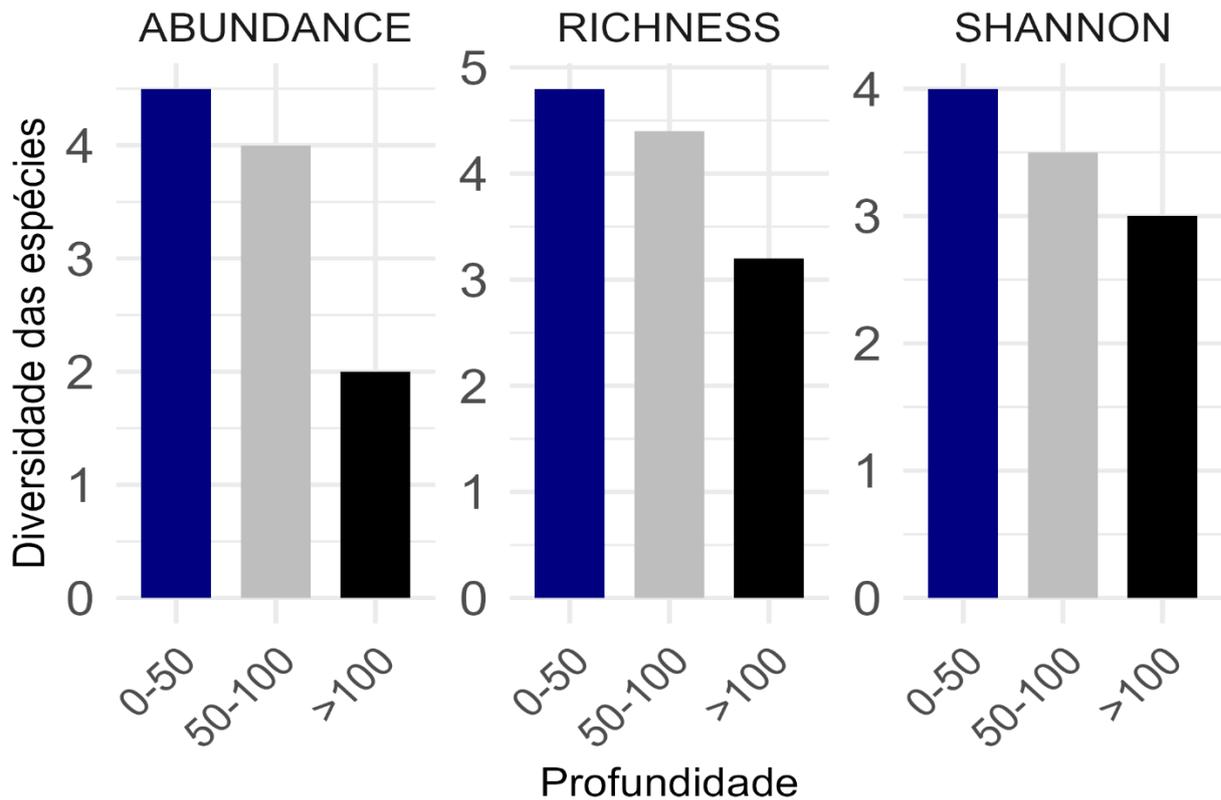


**Figura 7:** Diversidade específica nas regiões Sul, Centro e Norte para Índice Shannon-Wiener

### 4.3. Diversidade específica em profundidade por Região

#### 4.3.1. Região Sul

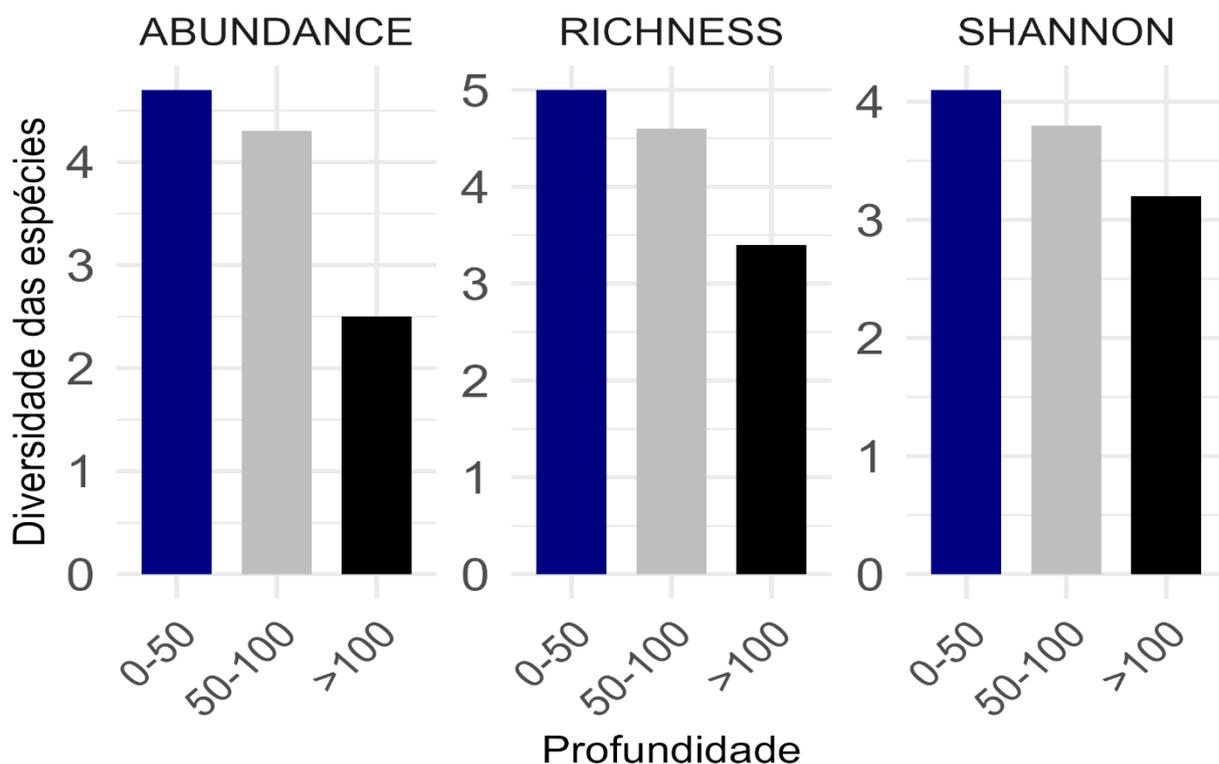
A figura 8, ilustra a diversidade específica na região Sul de Moçambique, considerando os índices de Abundância (Abundance), Riqueza (Richness) e Shannon-Wiener (Shannon). Para abundância das espécies foi mais elevada na camada de profundidade de 0-50m, seguindo-se a profundidade de 50-100m e >100m que apresentou a menor abundância. Quanto a riqueza das espécies, observou-se também maior valor na profundidade de 0-50m, com uma ligeira redução na profundidade de 50-100m e os valores mais baixos foram observados em camadas mais profundas >100m. E o índice de Shannon-wiener apresentou o seu valor mais alto na profundidade de 0-50m, diminuindo gradualmente nas camadas de profundidade de 50-100m e >100m, refletindo menor diversidade nas camadas mais profundas.



**Figura 8:** Diversidade específica das espécies nas camadas de profundidade para Região Sul.

#### 4.3.2. Região Centro

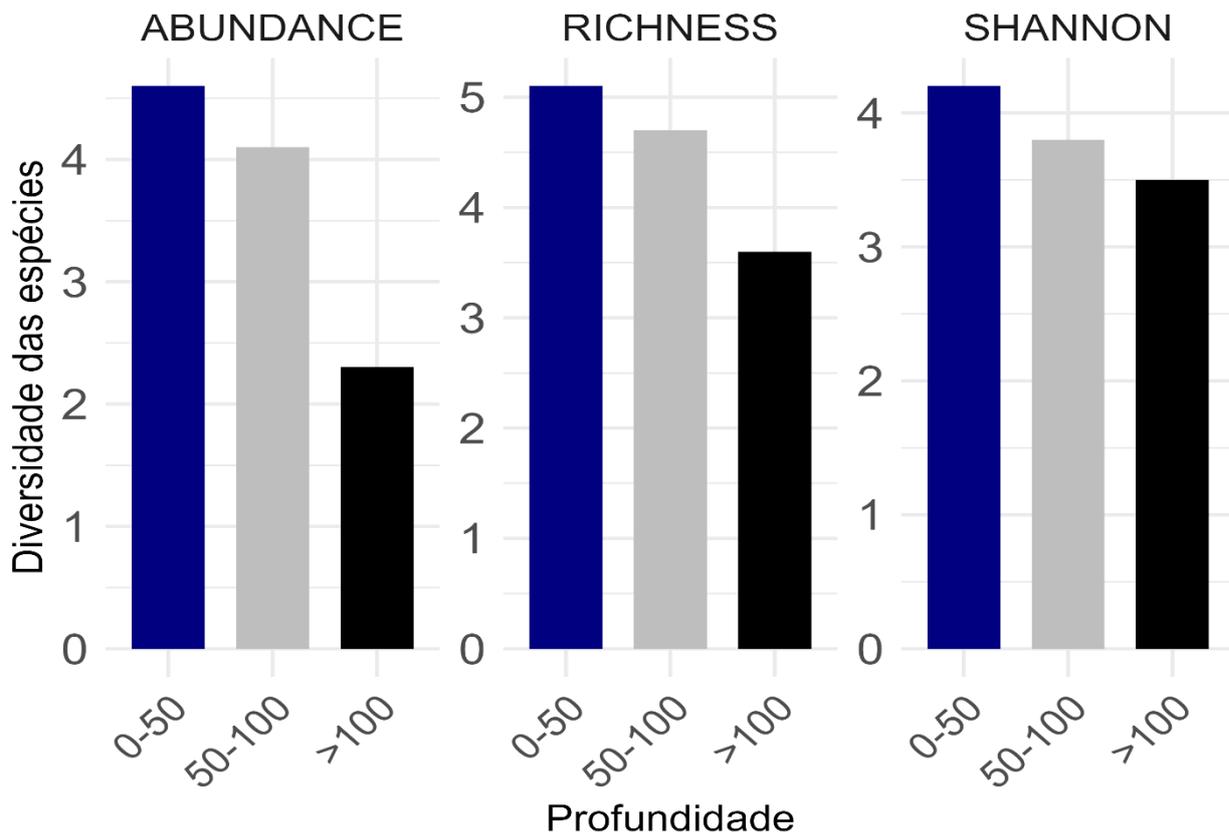
Para a região Centro, os maiores valores de abundância foram observados na camada de profundidade de 0-50m, seguindo-se as camadas de profundidade de 50-100m e >100m, que apresentaram menor abundância. Em termos de riqueza das espécies, a camada de profundidade de 50-100m destacou-se com os valores mais elevados, indicando maior número de espécies. Na camada de profundidade de 0-50m apresentaram maior riqueza, e as profundidades de 50-100m e >100m tiveram menor riqueza. O índice de Shannon-wiener atingiu o valor máximo quatro (4), na profundidade de 0-50m. E as camadas mais profundas de 50-100m e >100m apresentaram valores mais baixos, indicando comunidades menos diversas e menos equilibradas, respectivamente (Figura9).



**Figura 9:** Diversidade específica das espécies nas camadas de profundidade para Região Centro.

#### 4.3.3. Região Norte

A figura 10, ilustra a diversidade específica nas diferentes camadas de profundidade da região Norte, apresentando padrões distintos entre os diferentes intervalos de profundidade. Para abundância de espécies foi maior na camada superficial de 0-50m, seguida pela camada intermediária (50-100m), enquanto a camada mais profunda (>100m) apresentou a menor abundância. Em termos de riqueza, o padrão foi semelhante, com o maior número de espécies nas camadas de profundidade de 0-50m, com redução na camada intermediária de 50-100m e declínio mais acentuado nas profundidades >100m. Quanto ao índice de Shannon-wiener, que avalia a diversidade e riqueza, a camada de 0-50m apresentou o valor mais elevado, indicando maior diversidade e equilíbrio na comunidade. A camada de 50-100m apresentou um valor intermediário, enquanto a camada mais profunda >100m apresentou o menor índice, refletindo menor diversidade e dominância relativa de poucas espécies.

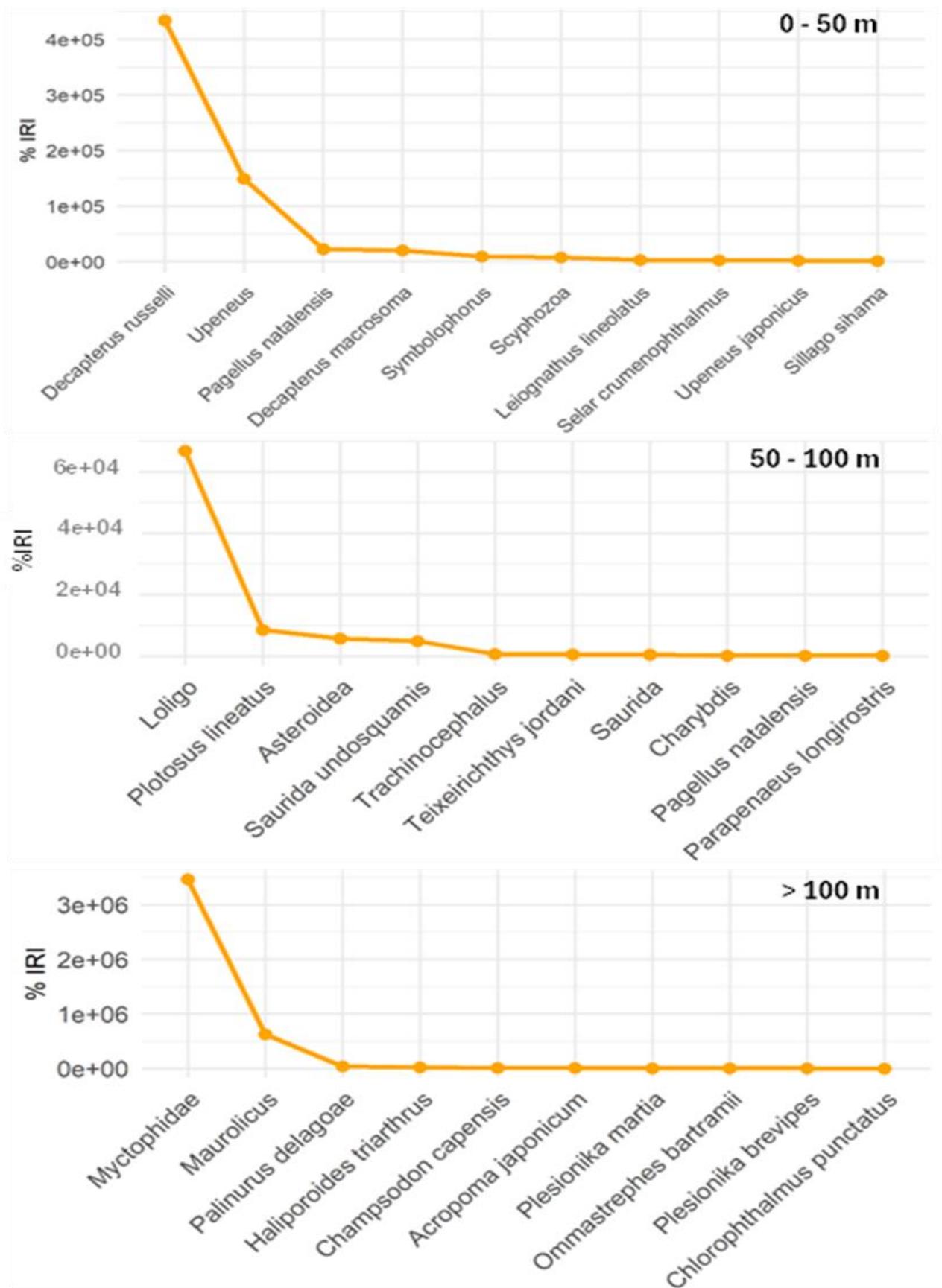


**Figura 10:** Diversidade específica das espécies nas camadas de profundidade para Região Norte.

#### 4.4. Dominância das espécies em profundidade e por Região

##### 4.4.1. Região Sul

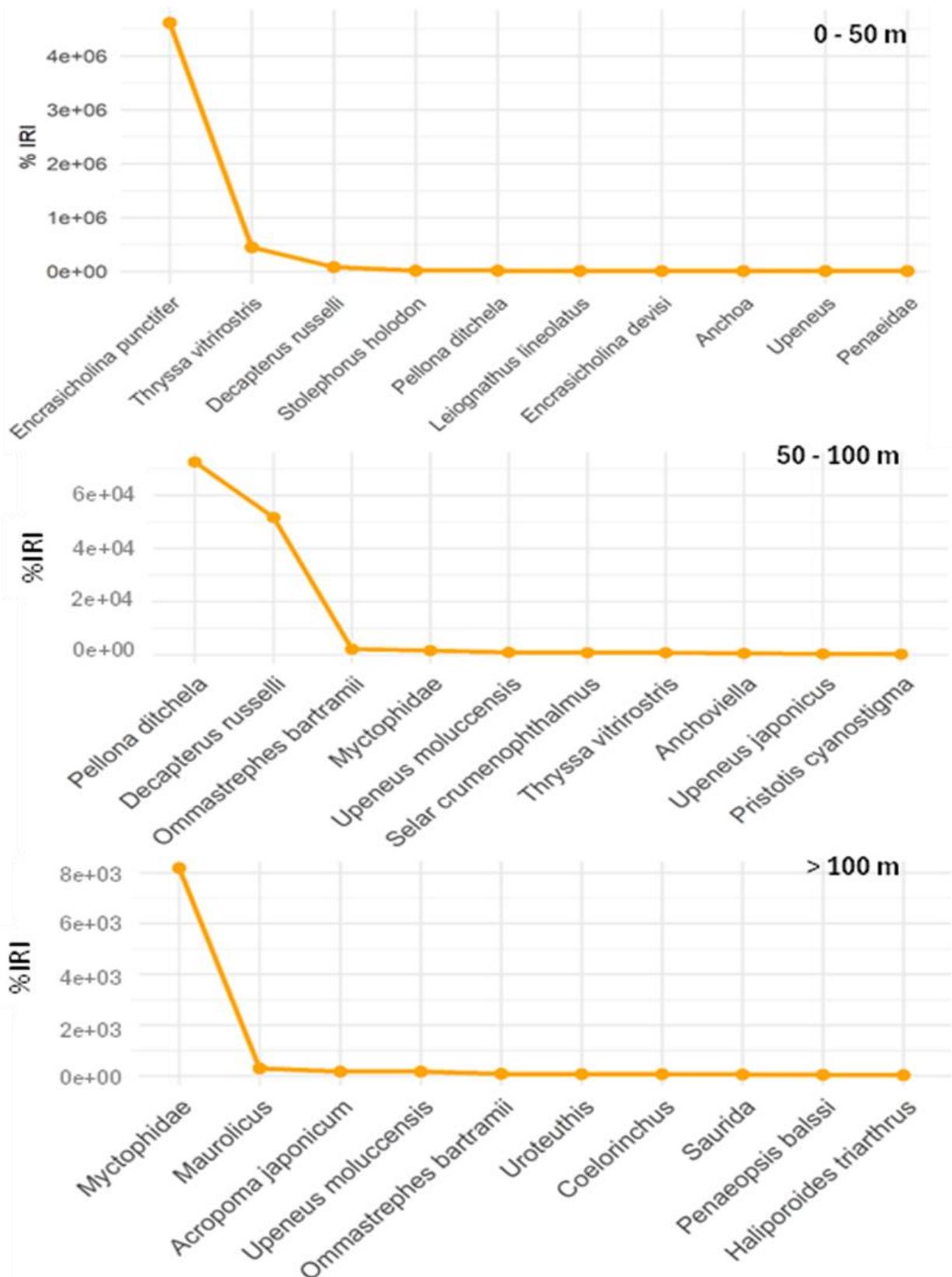
Nas camadas de profundidade de 0-50m, *Decapterus russelli* foi a espécie dominante, com *Sardinella aurita* e *Rastrelliger kanagurta* aparecendo em menor frequência. Entre 50-100m, a espécie *Loligo* foi a mais dominante, enquanto *Plotosus lineatus* e representantes de *Asteroidea* apareceram em menor número. Nas camadas mais profundas >100m, a família *Myctophidae* dominou, com peixes-lanterna realizando migrações verticais diárias. O crustáceo *Palinurus delagoae* também foi observado, adaptado a ambientes rochosos e sedimentos profundos. Espécies como *Haploporides triarthrus* e *Champsodon capensis* desempenharam funções específicas nos ecossistemas mais profundos, respectivamente (Figura 11).



**Figura 11:** Dominância das espécies nas camadas de profundidade de 0-50m,50-100m e >100m na região Sul, utilizando o índice percentual de importância relativa (%IRI) para as 10 espécies mais importantes.

#### 4.4.2. Região Centro

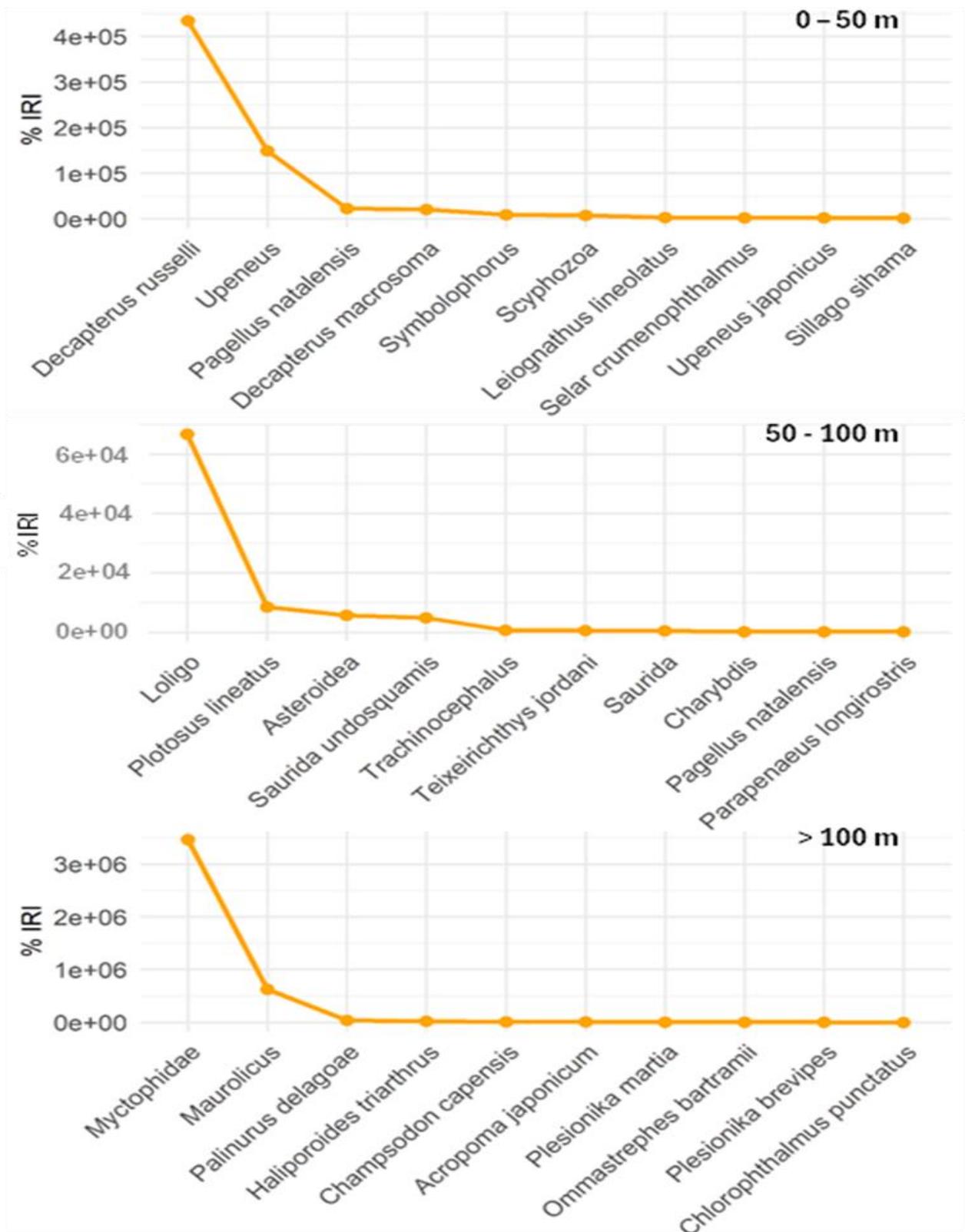
A figura 12, ilustra que nas profundidades de 0-50m, *Encrasicholina punctifer* foi a espécie dominante. Outras espécies, como *Thryssa vitirostris* e *Decapterus russelli*, foram registradas em menor proporção. Nas profundidades de 50-100m, *Pelona ditchela* predominou, com uma elevada frequência de ocorrência e importância relativa. Espécies como *Decapterus russelli* e *Ommastrephes bartramii* também estiveram presentes. Em profundidades >100m, a família *Myctophidae* foi a mais representativa. Espécies como *Maurolicus*, *Upeneus malucensis* e *Saurida* também foram registradas, desempenhando papéis importantes.



**Figura 12:** Dominância das espécies nas camadas de profundidade de 0-50m, 50-100m e >100m na região Centro, utilizando o índice percentual de importância relativa (%IRI) para as 10 espécies mais importantes.

#### 4.4.3. Região Norte

Nas camadas superficiais de 0-50m, *Decapterus russelli* foi a espécie dominante, e outras espécies, como *Upeneus* e *Pagellus natalensis*, também foram registradas, mas em menor proporção. Na camada intermediária de 50-100m, *Loligo* predominou, destacando-se pelos seus elevados índices de ocorrência. Outras espécies, como *Pterois lineatus* e *Asteriodea*, foram observadas em menor frequência. E nas profundidades superiores >100m, as espécies da família *Myctophidae* e *Maurolicus* foram as mais predominantes. Espécies secundárias, como *Plesionika* e *Ommastrephes*, também estiveram presentes, mas com menor abundância, conforme ilustrado na (Figura 13).



**Figura 13:** Dominância das espécies nas camadas de profundidade de 0-50m, 50-100m e >100m na região Norte, utilizando o índice percentual de importância relativa (%IRI) para as 10 espécies mais importantes.

## Capítulo V

### 5. Discussão

#### 5.1. Abundância relativa das espécies nas três regiões

A predominância das espécies *Sepia* e *Champsodon capensis* na região Sul ao longo da costa de Moçambique, conforme ilustrado na Figura 2, evidencia a influência de condições ambientais locais particularmente favoráveis ao seu desenvolvimento. No caso de *Sepia*, a sua dominância é coerente com estudos realizados em outras áreas da costa moçambicana, onde representantes da família Sepiidae também figuraram entre os grupos mais representativos em comunidades de cefalópodes (Silva *et al.*, 2009).

Embora esses levantamentos não tenham sido restritos à zona Sul, eles oferecem uma base de comparação importante, sugerindo que o predomínio de *Sepia* pode refletir um padrão mais amplo na costa do país. Essa tendência é atribuída a factores como elevada plasticidade ecológica, rápido crescimento e estratégias reprodutivas eficientes, que aumentam a competitividade do grupo em diferentes habitats (Boyle & Rodhouse, 2005).

A representatividade de *Champsodon capensis* como a segunda espécie mais abundante constitui um resultado relevante, pois a literatura existente raramente destaca esse táxon como dominante nas comunidades costeiras moçambicanas. Apesar disso, registros em bases internacionais confirmam sua ampla distribuição no Oceano Índico e seu comportamento de formação de cardumes (FishBase, 2024; OBIS, 2024). Assim, a elevada abundância observada na zona Sul pode estar associada tanto a condições ambientais locais específicas quanto às características comportamentais da espécie, como migrações verticais nocturnas, que aumentam sua presença nas capturas.

Na região central, a dominância de *Decapterus russelli*, *Carangoides malabaricus* e *Uroteuthis* (Figura 3), está intimamente associada às condições ambientais favoráveis para peixes pelágicos e cefalópodes. Embora os estudos quantitativos sobre essas espécies na região central sejam limitados, relatórios históricos indicam que *Decapterus russelli* e *Carangoides malabaricus* são observados com frequência na região do Banco Sofala (Hoguane e Pereira, 2003), reforçando que o seu destaque na zona central não é atípico, embora a literatura também careça de medidas comparativas directas.

De acordo com Gell e Whittington (2002), a abundância de espécies pelágicas depende da disponibilidade de nutrientes e das correntes oceânicas, que aumentam a produtividade primária e sustentam cadeias tróficas complexas. E a região centro é caracterizada por apresentar alta disponibilidade de nutrientes, o que torna a região altamente produtiva, favorecendo as altas concentrações das espécies *Decapterus russelli* e *Carangoides malabaricus*.

A diversidade de habitats na região Norte, incluindo recifes e águas profundas, cria ambientes propícios para várias espécies (Figura 4). Os autores Beckley e van der Elst (2009) indicam que essas condições suportam cefalópodes como *Loligo* e *Ommastrephes bartramii*, enquanto Gell e Whittington (2002) apontam que a alta disponibilidade de alimento favorece espécies nectônicas, como *Myctophidae* e *Peristedion weberi*, fortalecendo a cadeia trófica. A predominância de *Sepia* e *Champsodon capensis* sugere que a corrente equatorial quente, combinada com alta produtividade, contribui para a diversidade marinha nessa região.

## 5.2. Diversidade específica nas três regiões e camadas de profundidade

Na Figura 5, observa-se que os índices de diversidade de Simpson nas regiões Centro, Norte e Sul da costa de Moçambique apresentam valores muito semelhantes, indicando que nas três regiões, a diversidade encontra-se relativamente equilibrada.

Essa semelhança não significa que os habitats ou a abundância relativa das espécies sejam idênticos entre as regiões, pois cada zona apresenta características ambientais próprias, como recifes de corais, mangais, gradientes de temperatura e correntes oceânicas distintas, que moldam as comunidades locais.

No entanto, os índices semelhantes indicam que, mesmo com diferenças na abundância e nos habitats, a forma como a abundância é distribuída dentro de cada comunidade mantém-se equilibrada, refletindo uma diversidade interna estável. Esse padrão é resultado de factores como a disponibilidade de alimento, a estrutura do substrato e as interações ecológicas locais, que regulam a abundância relativa das espécies, evitando a dominância acentuada por poucas delas.

Estudos realizados em outras regiões do Oeste do Oceano Índico também mostram padrões semelhantes, em que localidades distintas apresentam índices de diversidade comparáveis, ainda que a composição específica varie significativamente (Krebs, 1999). Assim, a similaridade nos índices de Simpson observada ao longo da costa de Moçambique reflete um equilíbrio interno das comunidades, sustentado por processos ecológicos locais, e não necessariamente uma uniformidade ambiental ou faunística entre as regiões costeiras.

Embora não se tenha encontrado estudos específicos que comparem directamente índices de diversidade de Simpson entre essas regiões costeiras do país, evidências gerais sobre a biodiversidade marinha de Moçambique apontam para uma rica diversidade estrutural ao longo de sua extensa costa, incluindo quase 900 espécies de peixes de recifes, 400 espécies de moluscos e uma grande variedade de habitats protegidos (incluindo recifes, mangais e pradarias de ervas marinhas) (WCS Moçambique, 2019).

A análise da riqueza de espécies ao longo da costa de Moçambique revela padrões distintos entre as regiões Norte, Centro e Sul, conforme ilustrado na (Figura 6). A região Norte apresenta uma diversidade excepcionalmente alta, refletindo condições ambientais favoráveis, como a alta disponibilidade de nutrientes e a estabilidade das condições climáticas. Além disso, o Canal de Moçambique Norte é reconhecido como um dos maiores hotspots de biodiversidade marinha do mundo, abrigando cerca de 35% dos recifes de corais do Oceano Índico e 4% dos recifes de corais do planeta (WWF, 2021).

A região Sul também demonstra uma riqueza considerável de espécies, influenciada por factores como a proximidade de recifes de corais e a interação com as correntes oceânicas. A costa sul de Moçambique é caracterizada por uma ampla diversidade de habitats, incluindo praias arenosas e rochosas, dunas de areia, recifes de corais, estuários, baías e mangais, que sustentam ecossistemas de alta diversidade biológica e produtividade, além de espécies ameaçadas (Pereira *et al.*, 2014)

Por outro lado, a região Centro apresenta uma diversidade de espécies mais modesta, sugerindo que as condições locais podem ser mais limitantes para a proliferação de algumas espécies marinhas. Essa variação na riqueza de espécies pode ser atribuída a diferenças nos habitats disponíveis, nas condições oceanográficas e na conectividade ecológica entre as regiões.

A diversidade dos ecossistemas marinhos ao longo da costa de Moçambique, avaliada pelo Índice de Shannon-Wiener (Figura 7), mostra valores relativamente próximos entre as regiões Centro, Norte e Sul, indicando estabilidade na distribuição da abundância das espécies. A região Norte apresentou índices ligeiramente mais altos, refletindo maior riqueza de espécies e presença de habitats diversos, como recifes de corais e mangais, que favorecem distribuição equilibrada das populações. A região Centro apresentou valores intermediários, possivelmente devido a condições locais mais restritivas, enquanto a região Sul mostrou diversidade bem equilibrada, com uniformidade na abundância, provavelmente influenciada pela proximidade de recifes e pela dinâmica das correntes oceânicas. Resultados semelhantes foram também observados por (Martinez *et al.*, 2022).

A diversidade nas camadas de profundidade ao longo da costa de Moçambique reflete a influência de factores ambientais sobre a estrutura das comunidades marinhas (Figuras 8, 9 e 10), respectivamente. As maiores diversidades de abundância, riqueza e índice de Shannon-wiener, foram apresentados nas camadas superficiais de 0-50m, e podem ser explicadas pela maior disponibilidade de luz, maior produtividade primária e fornecimento de nutrientes, que favorecem o desenvolvimento de peixes, cefalópodes e outras espécies. À medida que a profundidade aumenta, a intensidade luminosa e a disponibilidade de alimento diminuem, criando condições mais restritivas que limitam a riqueza de espécies e a equidade na distribuição das abundâncias (Magurran, 2004).

Esse padrão sugere que a zona epipelágica funciona como a principal região para a manutenção de diversidade e abundância, enquanto as camadas mais profundas apresentam comunidades mais reduzidas e especializadas, mostrando que factores como luz, temperatura, disponibilidade de nutrientes e estrutura do habitat regulam a distribuição vertical das espécies, resultando em diminuição gradual da diversidade com o aumento da profundidade.

### 5.3. Dominância das espécies em profundidade

Na região Sul, a dominância de *Decapterus russelli* na camada de 0–50 m na região Sul pode ser explicada por sua forte adaptação a ambientes costeiros altamente produtivos, respectivamente na (figura 11). Essa espécie se beneficia da abundância de fitoplâncton e zooplâncton nestas águas, aproveitando tais recursos como alimento primário. Ela forma grandes cardumes, o que aumenta sua eficiência alimentar e reduz o risco de predação, além de apresentar rápida maturação e alto esforço reprodutivo características que favorecem o seu sucesso populacional. Estudos na costa de Malabar, Índia, confirmam que *D. russelli* tem intensidade alimentar elevada e uma dieta variada, incluindo crustáceos e pequenos peixes, reforçando sua plasticidade ecológica e capacidade de exploração eficiente dos recursos disponíveis (Ganga *et al.*, 2010; Smith & Heemstra, 2012).

A predominância de *Loligo* entre 50–100 m reflete sua adaptação ao ambiente mesopelágico raso. Como cefalópodes rapidamente móveis e com hábitos de caça noturna, *Loligo* utiliza zonas com menor luminosidade e presença de presas variadas para se alimentar e escapar de predadores visuais. Esse comportamento é apoiado por estudos que registram a presença de *Loligo* em camadas intermediárias mesopelágicas, onde encontra condições ideais para a caça noturna e migração vertical (Rao *et al.*, 2010; Arkhipkin *et al.*, 2015).

Em profundidades acima de 100 m, a família *Myctophidae* (peixes-lanterna) se destaca pela sua capacidade de sobreviver em condições de baixa luminosidade e pela realização de migrações verticais diárias entre profundidade e superfície. Esse comportamento permite que acessem alimento na zona epipelágica à noite, retornando aos recantos profundos durante o dia desempenhando papel chave no transporte vertical de energia e carbono nos ecossistemas marinhos. Estudos globais sobre mesopelágicos indicam que os myctophids frequentemente constituem a maioria da biomassa e são fundamentais na teia alimentar como elo entre superfície e profundidade (Irigoien *et al.*, 2014; Sutton, 2013).

Para a figura 12, na camada superficial (0–50 m), *Encrasicholina punctifer* destacou-se devido à sua elevada plasticidade ecológica e estratégia de vida oportunista, típica de pequenos pelágicos costeiros. Esta espécie apresenta crescimento rápido, alta fecundidade e capacidade de responder rapidamente

aos pulsos de produtividade do plâncton, alimentando-se principalmente de zooplâncton em águas bem oxigenadas e iluminadas. Tal dominância está fortemente associada à influência de correntes costeiras que transportam nutrientes para a plataforma, criando áreas de alta produtividade primária que favorecem espécies filtradoras de pequeno porte (FCRR, 2024). Este padrão é consistente com estudos realizados em regiões tropicais do Indo-Oeste Pacífico, onde espécies do gênero *Encrasicholina* são amplamente predominantes em zonas epipelágicas costeiras sob condições similares (Smith & Heemstra, 2012).

Entre 50–100 m, *Pelona ditchela* apresentou maior representatividade, refletindo a sua adaptação a camadas intermediárias, onde a luminosidade é reduzida e a disponibilidade de plâncton tende a ser mais dispersa. Este ambiente menos competitivo beneficia espécies com elevada eficiência energética e capacidade de explorar recursos dispersos. Estudos indicam que *P. ditchela* é amplamente distribuída na região Indo-Pacífica, ocupando nichos ecológicos de transição entre águas costeiras e ambientes mesopelágicos rasos, onde sua presença é comum em zonas de produtividade moderada e menor predação (Froese & Pauly, 2024).

Em profundidades superiores (>100 m), a família *Myctophidae* predominou, um padrão esperado em zonas mesopelágicas globais. Esses peixes-lanternas apresentam adaptações fisiológicas e comportamentais únicas, incluindo bioluminescência e migrações verticais diárias, que lhes permitem acessar alimento na superfície durante a noite e retornar às profundidades durante o dia, reduzindo a predação e otimizando o uso energético. A dominância dos myctofídeos é amplamente documentada na literatura como fundamental para a transferência de energia entre as camadas oceânicas, sustentando cadeias alimentares profundas e atuando como elo crítico no ciclo biogeoquímico marinho (Schwarzhan & Carnevale, 2021; Irigoien *et al.*, 2014).

Nas camadas superficiais (0–50 m), *Decapterus russelli* voltou a se destacar como a espécie dominante, conforme ilustrado na (figura 13). Essa predominância está diretamente relacionada à sua alta capacidade de formar cardumes densos em águas costeiras tropicais ricas em plâncton, aproveitando pulsos de produtividade e zonas de mistura oceânica comuns na região Norte. O Norte de Moçambique é influenciado pela corrente quente das águas equatoriais, que transporta nutrientes e cria áreas de elevada biomassa de fitoplâncton e zooplâncton, fornecendo alimento em abundância para espécies pelágicas oportunistas como *D. russelli* (Smith & Heemstra, 2012). Essa espécie também apresenta alta mobilidade, crescimento rápido e ampla tolerância a variações ambientais, características que lhe conferem vantagem competitiva em águas epipelágicas costeiras tropicais (Froese & Pauly, 2024).

Na camada intermediária (50–100 m), a dominância de *Loligo* reflete uma adaptação a zonas de transição, onde a luminosidade é reduzida, a predação é menor e a disponibilidade de presas bentônicas e pelágicas é mais equilibrada. As lulas do gênero *Loligo* são predadores oportunistas com hábitos noturnos de caça, ocupando nichos tróficos estratégicos entre o epipelágico e o mesopelágico raso, utilizando sua velocidade, visão avançada e capacidade de camuflagem para explorar ambientes de menor competição (Boyle & Rodhouse, 2005). A presença consistente de *Loligo* nesse gradiente batimétrico é reportada em diversas regiões tropicais e subtropicais, indicando sua preferência por plataformas continentais e taludes superiores com disponibilidade mista de presas (Arkhipkin *et al.*, 2015).

Em profundidades superiores (>100 m), a dominância da família *Myctophidae* segue um padrão global típico das zonas mesopelágicas. Esses peixes-lanterna apresentam um conjunto de adaptações fisiológicas e comportamentais bioluminescência, migração vertical diária e grande eficiência no uso de energia que lhes permitem ocupar com sucesso o nicho intermediário da coluna d'água, conectando redes tróficas superficiais e profundas (Schwarzhans & Carnevale, 2021; Irigoien *et al.*, 2014). Essa estratégia garante acesso noturno a áreas ricas em plâncton e retorno às zonas profundas durante o dia, minimizando riscos de predação. A forte presença dos myctofídeos em diferentes regiões do Oceano Índico ocidental e central já foi amplamente descrita e associada à sua importância ecológica como elo-chave no fluxo de carbono e energia entre camadas oceânicas (Hernández-León *et al.*, 2019).

## Capítulo VI

### 6. Conclusões e recomendações

#### 6.1. Conclusões

De acordo com os resultados apresentados concluiu-se que:

- A abundância relativa das espécies ao longo da costa de Moçambique apresentou variação entre regiões. Na região Sul, as espécies *Sepia* e *Champsodon capensis* foram predominantes; no Centro, destacaram-se *Decapterus russelli*, *Carangoides malabaricus* e *Uroteuthis*; e na região Norte, a espécie *Sepia* e o cefalópode *Loligo* foram as espécies dominantes.
- A diversidade específica das espécies é relativamente equilibrada entre as regiões, conforme evidenciado pelos índices de Shannon-Wiener e Simpson. A riqueza de espécies foi maior nas regiões Norte e Sul em comparação à região Central. Em todas as regiões, a maior diversidade específica ocorreu nas camadas superficiais 0-50 m, diminuindo progressivamente em profundidades maiores de 50-100m e >100m.
- A dominância das espécies ao longo das camadas de profundidade na costa de Moçambique varia entre regiões e camadas de profundidade. Na região Sul, *Decapterus russelli* e *Loligo* foram as espécies dominantes nas camadas superficiais e intermediárias, enquanto *Myctophidae* predominou nas profundidades >100 m. Na região Centro, *Encrasicholina punctifer* e *Pelona ditchela* dominaram nas camadas de 0-50 m e 50-100 m, respectivamente, com *Myctophidae* predominando em profundidades maiores >100m. Na região Norte, *Decapterus russelli* e *Loligo* foram dominantes nas camadas superficiais de 0-50m e intermediárias 50-100m, enquanto *Myctophidae* se destacou nas profundidades mais profundas >100m.

#### 6.2. Recomendações

Para os estudos subsequentes recomenda-se:

- Realizar estudos com dados de longo prazo para monitorar as mudanças na diversidade e abundância de espécies ao longo dos anos, avaliando o impacto de factores como a variabilidade climática e a sobrepesca.
- Desenvolver modelos preditivos de distribuição das espécies para identificar áreas de importância para a conservação, baseados em factores ambientais como temperatura, salinidade e disponibilidade de nutrientes.
- Analisar como as variações na temperatura da água afectam a diversidade e distribuição das espécies, especialmente diante das mudanças climáticas.

## Capítulo VII

### 7. Referências Bibliográficas

- Afonso, P., Fontes, J., Holland, K. N., & Santos, R. S. (2018). Dominance patterns in deep-sea fish communities of oceanic islands. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 141, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2018.07.005>.
- Arkhipkin, A. I., Rodhouse, P. G., Pierce, G. J., Sauer, W., Sakai, M., Allcock, L., ... & Pereira, J. (2015). World squid fisheries. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 23(2), 92–252. <https://doi.org/10.1080/23308249.2015.1026226>
- Asclme (2012). National marine ecosystem diagnostic analysis. Contribution to the Agulhas and Somali Current Large Ecosystems (ASCLME) Project (supported by UNDP with GEF grant financing). 64pp.
- Almeida, F. S., Gomes, D. S., & Queiroz, J. M. (2011). Estratégias para a conservação da diversidade biológica em florestas fragmentadas.
- Almeida, C., & Santos, A. M. (2022). Temperature and salinity as key drivers of marine species distributions in the Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 672, 85-98. <https://doi.org/10.3354/meps14052>.
- Beckley, L. E., & van der Elst, R. (2009). Coastal biodiversity in the Mozambique Channel. *African Journal of Marine Science*, 31(1), 7-20.
- Biofund. (2023). Relatório técnico da Conferência da Biodiversidade Marinha. Maputo. 29 pp.
- Boyle, P. R., & Rodhouse, P. G. (2005). *Cephalopods: Ecology and Fisheries*. Blackwell Science.
- Camilo, F., Santos, R. S., & Silva, T. (2023). Environmental stability and species dominance in intermediate depths of coastal ecosystems. *Marine Ecology*, 44(2), e12682. <https://doi.org/10.1111/maec.12682>.
- Carvalho, P., & da Silva, A. (2021). Biodiversity in mesophotic coral ecosystems and associated fauna. *Frontiers in Marine Science*, 8, 642256.
- Duarte, M.C.; Romeiras, M.M.; Bandeira, S. (2012). Atlas do Congresso Internacional Saber Tropical em Moçambique: História, Memória e Ciência. IICT – JBT/Jardim Botânico Tropical. Lisboa, 24-26 Outubro de 2012.

- Duarte, C. M., Hendriks, I. E., Moore, T. S., Olsen, Y. S., Steckbauer, A., Ramajo, L., ... & McCulloch, M. (2013). Is ocean acidification an open-ocean syndrome? Understanding anthropogenic impacts on seawater pH. *Estuaries and Coasts*, 36, 221-236.
- FishBase. (2024). FishBase: A global information system on fishes. Recuperado de <https://fishbase.mnhn.fr/>.
- FCRR. (2024). *The fisheries biology and ecology of the anchovy genera Stolephorus and Encrasicholina in the Indo-West Central Pacific region*. University of British Columbia. Recuperado de <https://oceans.ubc.ca/2024/04/02/the-fisheries-biology-and-ecology-of-the-anchovy-genera-stolephorus-and-encrasicholina-in-the-indo-west-central-pacific-region/>
- Froese, R., & Pauly, D. (2024). *FishBase*. World Wide Web electronic publication. Recuperado de <https://fishbase.mnhn.fr/summary/Pellona-ditchela>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). The state of world fisheries and aquaculture 2020: Sustainability in action. Rome: FAO. Retrieved from <https://www.fao.org>.
- Fernandes, A., Silva, M., & Gonçalves, C. (2023). Marine biodiversity and habitat complexity in tropical ecosystems. *Tropical Marine Biology*, 45(2), 103-117.
- Ferreira, C. E. L., Dias, G. M., & Floeter, S. R. (2021). Resilience of marine ecosystems: Understanding functional diversity and ecosystem stability. *Ecological Indicators*, 123, 107281. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107281>.
- Ganga, U., Pillai, N. G. K., & Mohamed, K. S. (2010). Population dynamics and stock assessment of the Indian scad *Decapterus russelli* along the Malabar coast of India. *Indian Journal of Fisheries*, 57(1), 7–13. Disponível em: <https://epubs.icar.org.in/ejournal/index.php/IJF/article/view/6976>
- Gell, FR, & Whittington, MW (2002). Diversidade de peixes em bancos de ervas marinhas no arquipélago Quirimba, norte de Moçambique. *Marine and Freshwater Research*, 53 (2), 115-121.
- Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P. J., Hooten, A. J., Steneck, R. S., Greenfield, P., Gomez, E., ... & Hatziolos, M. (2007). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *science*, 318(5857), 1737-1742.
- Hernández-León, S., Koppelman, R., Irigoien, X., & Kaartvedt, S. (2019). Mesopelagic fish biomass and trophic efficiency in the open ocean. *Nature Communications*, 10(1), 452. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08441>

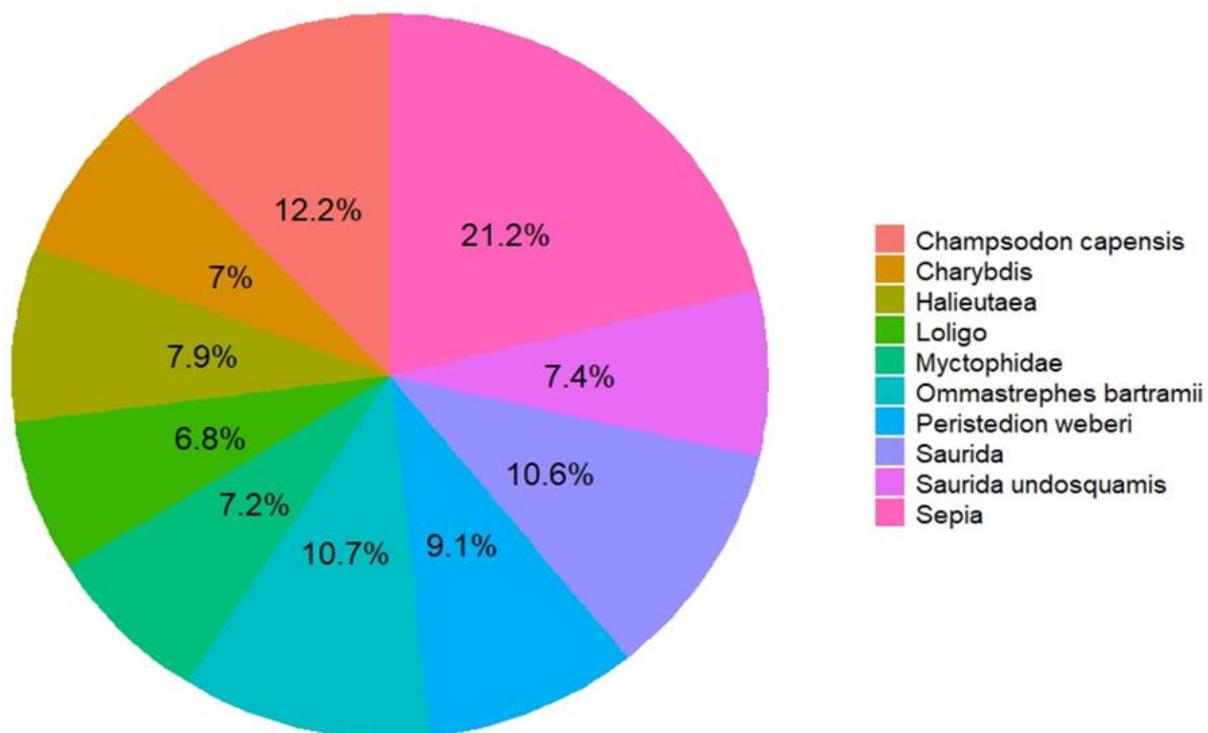
- Huggett, J. A., & Kyewalyanga, M. (2017). Oceanographic and ecological drivers of marine productivity in the Western Indian Ocean. *African Journal of Marine Science*, 39(Suppl), 5-19.
- Hoguane, A. M. (2007). Perfil diagnóstico da zona costeira de Moçambique. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 7(1), 69-82.
- Hoguane, A.M.; Pereira, M.A.M. (2003). National Report: Marine biodiversity in Mozambique – the known and the unknown. p. 138-155. In: C. Decker, C. Griffiths, K. Prochazka, C. Ras & A. Whitefield, *Marine Biodiversity in Sub-Saharan Africa: the known and the unknown. Proceedings of the marine biodiversity in Sub-Saharan Africa: the known and the unknown Cape Town, South Africa 23-26 September 2003.*
- Juliase, A. I. (2018). Análise da influência dos parâmetros Oceanográficos (Maré, Temperatura) e ambientais (Ventos, Precipitação) na abundância dos pequenos pelágicos no distrito de Pebane província da Zambézia.
- José, C., Silva, F., & Lamont, T. (2014). Influence of meso-scale eddies on nutrient distribution in the Mozambique Channel. *Continental Shelf Research*, 72, 1-8.
- Johnson, P., Anderson, T., & Liu, X. (2023). Biodiversity resilience in high-diversity marine ecosystems. *Marine Biodiversity Records*, 12, 113-129.
- Krebs, C.J., (1999) *Ecological methodology* (Menlo Park, CA: Addison Wesley Longman) Lloyd M and Ghelardi R J 1964 A table for calculating the “equitability” component of species diversity; *J.Anim. Ecol.* 33 217–225.
- Krakstad, J-O, Axelsen, B.E., Mutombene, R., Bruck, S.A., Ensrud, T.M., Cervantes, D., Isari, S., & Nikolioudakis, N. (2018). Survey of fishery resources and ecosystems of Southeast Africa, 12 February – 19 March 2018. NORAD-FAO Programme GCP/GLO/690/NOR, Cruise Reports Dr Fridtjof Nansen, EAF-Nansen/CR/2018/2.
- Kaplan, D. M., Chassot, E., Amande, J. M., Dueri, S., Dagorn, L., Fonteneau, A., Amandé, J. M., Dueri, S., Demarcq, H., Dagorn, L., Fonteneau, A., Amande, J. M., Dueri, S., Dagorn, L., & Fonteneau, A. (2014). Spatial management of Indian Ocean tropical tuna fisheries: Potential and Perspectives. *ICES Journal of Marine Science*, 71(7), 1728–1749.

- Langa, S., Moyo, T., & Chazaro-Olvera, S. (2019). Vertical distribution of marine species in low-nutrient waters: Case study in the Mozambique Channel. *Marine Ecology Progress Series*, 622, 19-32.
- Lutjeharms, J.O.R.E.L., Town, C., (2006). *The Coastal Oceans of South-Eastern Africa*. Africa (Lond). 14, 783–834.
- Lei n.º 5/2017 de 11 de Maio de (2013), Boletim da República. 1a série, nº 73, suplemento.
- Martinez, C., Clark, S., & Taylor, M. (2022). Marine species composition and environmental gradients in tropical ecosystems. *Biological Conservation*, 265, 109392.
- Macamo, C., Bandeira, S., & Paula, J. (2007). Marine biodiversity and distribution along the coast of Mozambique. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 6(2), 1-14.
- Ministério da terra, ambiente e desenvolvimento rural (2015). *Estratégia e plano de acção para a conservação da diversidade biológica em Moçambique*. Maputo. MITADER. 124 pp.
- Ministério do Meio Ambiente. *Quinto Relatório Nacional para a Convenção da Biodiversidade*. Brasília: MMA, (2016). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/10772-quinto-relat%C3%B3rio>>. Acesso em 10 out. 2017.
- Ocean Biodiversity Information System (OBIS). (2024). OBIS: A global open-access data and information clearing-house on marine biodiversity for science, conservation and sustainable development. Recuperado de <https://obis.org/>.
- Oliveira, F., Santos, M., & Costa, R. (2023). Ecological consequences of species dominance in coastal marine habitats. *Marine Ecology*, 44(1), e12603.
- Obura, D. O., Bandeira, S. O., Bodin, N., Burgener, V., Braulik, G., Chassot, E., Gullström, M., Kochzius, M., Nicoll, M., Osuka, K., Ralison, H. O., Richmond, M., Samoilys, M. A., Scheren, P., & Ternon, J.-F. (2018). The northern Mozambique Channel. *World Seas: An Environmental Evaluation*, 2018, 75–99. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100853-9.00003-8>.
- Obura, D. O., Bandeira SO, Bodin N et al (2018) O Canal do Norte de Moçambique. Em: *Mares do mundo: uma avaliação ambiental: 2—do Oceano Índico ao Pacífico*. C. Sheppard.
- Obura, D., Gudka, M., Rabi, F. A., Gian, S. B., Bijoux, J., Freed, S., ... & Ahamada, S. (2017). Coral reef status report for the Western Indian Ocean (2017). In Nairobi convention. Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN)/International Coral Reef Initiative (ICRI).

- Orth, R. J., Carruthers, T. J., Dennison, W. C., Duarte, C. M., Fourqurean, J. W., Heck, K. L., ... & Williams, S. L. (2006). A global crisis for seagrass ecosystems. *Bioscience*, 56(12), 987-996.
- Programa de las Naciones Unidas para Medio Ambiente, & Organizacion Mundial Turismo. (2006). Por un turismo más sostenible: guía para responsables políticos. UNEP/Earthprint.
- Popova, E., Yool, A., Byfield, V., Cochrane, K., Coward, A. C., Salim, S. S., ... Roberts, M. J. (2016). From global to regional and back again: Common climate stressors of marine ecosystems relevant for adaptation across five ocean warming hotspots. *Global Change Biology*, 22(6), 2038–2053. <https://doi.org/10.1111/gcb.13247>.
- Rao, G. S., et al. (2010). Cephalopod fishery and population dynamics of *Loligo duvauceli* (Orbigny) off Saurashtra, Gujarat. *Indian Journal of Fisheries*, 57(2), 13–19. Disponível em: <https://azpdf.net/document/y4wx2d7k-cephalopod-fishery-population-dynamics-duvauceli-orbigny-saurashtra-gujarat.html>.
- Rodrigues, M. J.; Motta, H.; Whittington, M.; Schleyer, M. (2000). Coral Reefs of Mozambique. In: Maclanahan, T., D. Obura & C. Sheppard (eds.). *Coral Reefs of the Western Indian Ocean – Their Ecology and Conservation*. 111–132 pp. Oxford University Press, New York.
- Rodrigues, R., Carvalho, P., & da Silva, A. (2021). Biodiversity in mesophotic coral ecosystems and associated fauna. *Frontiers in Marine Science*, 8, 642256.
- Irigoien, X., Klevjer, T. A., Røstad, A., Martinez, U., Boyra, G., Acuña, J. L., ... Kaartvedt, S. (2014). Large mesopelagic fishes biomass and trophic efficiency in the open ocean. *Nature Communications*, 5(3271), 1–10. <https://doi.org/10.1038/ncomms4271>.
- Santos, M. N., Borges, T. C., & Erzini, K. (2023). Sustainable fisheries and biodiversity conservation in coastal ecosystems. *Marine Environmental Research*, 175, 105518. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105518>.
- Schwarzhan, W., & Carnevale, G. (2021). Rise to dominance of lanternfishes (Teleostei: Myctophidae) in the oceanic ecosystems: A paleontological perspective. *Paleobiology*, 47(4), 664–683. <https://doi.org/10.1017/pab.2021.26>
- Sete, C. I., Ruby, J., & Dove, V. (2002). Seasonal variation of tides, currents, salinity and temperature along the coast of Mozambique. Unesco (IOC).
- Santos, J., & Carvalho, R. (2022). Vulnerability of tropical marine biodiversity to environmental stressors. *Global Change Biology*, 28(3), 854-865.

- Silva, D., Fernandes, A., & Oliveira, R. (2024). Patterns of marine diversity across tropical depth gradients. *Marine Ecology Progress Series*, 694, 35-47.
- Samoilys, M., Alvarez-Filip, L., Myers, R., & Chabanet, P. (2022). Diversity of Coral Reef Fishes in the Western Indian Ocean: Implications for Conservation. *Diversity*, 14(2), 102. <https://doi.org/10.3390/d14020102>
- Silva, L., Balguerias, E., Afonso, P., Sobrino, E. Gil, J., Burgos, C. (2009). Espécies de cefalópodes em águas moçambicanas capturadas no levantamento “Moçambique 0307”: distribuição, abundância e conjuntos. Vol. 8 No. 1
- Sutton, T. T., Clark, M. R., Dunn, D. C., & Rogers, A. D. (2008). Ecology of deep pelagic ecosystems of the oceanic midwaters. *Progress in Oceanography*, 79(4), 224–252. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.06.002>.
- Smith, M. M., & Heemstra, P. C. (2012). *Smiths’ Sea Fishes*. Southern Book Publishers, Johannesburg.
- Smith, T., Brown, R., & Garcia, L. (2021). Adaptability and ecological significance of dominant fish species in marine ecosystems. *Ecology and Evolution*, 11(12), 7528-7541.
- Spalding, M., Ravilious, C. & Green, E.P. (2001). *World Atlas of Coral Reefs*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Tew-Kai, E., & Marsac, F. (2009). Environmental drivers of marine diversity in oligotrophic regions of the western Indian Ocean. *Marine Biology Research*, 5(1), 98-107.
- Tschakert, P., & Hoelzel, A. R. (2022). The role of intermediate predators in ecological stability: The case of *Loligo* in marine food webs. *Marine Biodiversity*, 52(4), 58. <https://doi.org/10.1007/s12526-022-01234-7>.
- Tserpes, G., & Peristeraki, P. (2014). Environmental effects on the distribution and abundance of marine species in the Mediterranean. *Marine Biology Research*, 10(7), 685-699. <https://doi.org/10.1080/17451000.2014.880937>.
- WCS Moçambique (2019). *Conservação Marinha de Moçambique*
- WWF (2021). *Marine species of the Northern Mozambique Channel*
- Williams, D., Johnson, A., & Martinez, C. (2023). Species migration patterns due to climate change in the Indian Ocean. *Journal of Marine Research*, 102, 45-67.

## Anexos



**Figura 14:** Abundância relativa das espécies ao longo da costa de Moçambique.