



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção de grau de Licenciatura em Biologia Marinha

Análise da Estrutura Populacional dos camarões-juvenis da Família Penaeidae Acessível a Pesca Artesanal no Estuário dos Bons Sinais e Praia de Zalala, Zambézia

Autora

Gertrudes Da Esperança Alexandre

Quelimane, Outubro de 2024



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção de grau de Licenciatura em Biologia Marinha

Análise da Estrutura Populacional dos camarões-juvenis da Família Penaeidae Acessível a Pesca Artesanal no Estuário dos Bons Sinais e Praia de Zalala, Zambézia

Autora:

Gertrudes da E. Alexandre

(Gertrudes Da Esperança Alexandre)

Supervisor:

Anildo Nataniel

(Doutor. Anildo Naftal Nataniel)

Avaliador:

Daniel Mualeque

(Msc. Daniel Mualeque)

Presidente de júri

Bonifácio (Manuessa)

(Msc. Bonifácio Manuessa)

Quelimane, Outubro de 2024

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais Alexandre Manuel António e Esperança Paulo Amós, aos meus irmãos, Milva Da Esperança Alexandre, Eunice Da Esperança Alexandre e Winkson Da Esperança Alexandre por todo apoio, incentivo e encorajamento, espero ter sido merecedora de toda a confiança depositada em mim.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço ao Pai celestial pelo dom da vida, protecção diária, força e por guiar os meus passos para que eu conseguisse ultrapassar qualquer adversidade durante o meu percurso académico.

O meu profundo e terno agradecimento dirijo aos meus pais, Alexandre Manuel António e Esperança Paulo Amos que são alicerce da minha existência, obrigada pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos.

A minha imensa gratidão vai para o meu Supervisor, Doutor Anildo Naftal Nataniel pelo incentivo, paciência, compressão e apoio prestado durante todo o processo de realização do presente trabalho.

Agradecer igualmente aos meus irmãos Milva Da Esperança Alexandre, Eunice Da Esperança Alexandre e Winkson Da Esperança Alexandre, por me darem forças para continuar lutando para alcançar os meus objectivos

Agradeço também ao meu companheiro, Bento Arlindo Manuari a minha âncora, pelo companheirismo, suporte, paciência e constante incentivo em minha vida.

A minha colega Nomssa Aurélio Chitlhango, pela amizade sincera, cumplicidade e por todos os momentos inesquecíveis que passamos, o meu muito obrigado.

Ao corpo docente da UEM-ESCMC pelos conhecimentos transmitidos durante toda a formação, a turma de Biologia Marinha (2020) que me proporcionou momentos de convivência agradáveis e produtivos durante esta longa jornada, o meu muito obrigado.

E a todos que directa ou indirectamente apoiaram-me e ajudaram-me durante esta longa caminhada, minha profunda e sincera gratidão.

Declaração de honra

Declaro que esta monografia nunca foi apresentada para obtenção de qualquer grau e constitui resultado do meu esforço individual. Esta monografia apresentada em cumprimento parcial dos requisitos de obtenção do grau de licenciatura em Biologia Marinha, na Universidade Eduardo Mondlane.

Quelimane, Outubro de 2024

A autora:

(Gertrudes Da Esperança Alexandre)

Resumo

O presente estudo teve como objectivo principal analisar a estrutura da população e factor de condição de Fulton de camarões-juvenis de três espécies (*Fenneropenaeus indicus*, *Metapenaeus monoceros* e *Parapenaeopsis sculptilis*) em diferentes estratos do estuário dos bons sinais e praia de Zalala. E para a realização do estudo, foram utilizados dados de capturas, provenientes da pesca artesanal de arrasto para a praia e chicocota, disponibilizados pelo Instituto Nacional Oceanográfico de Moçambique (InOM), antigo Instituto de Investigação Pesqueira (IIP), no período compreendido entre Junho á Novembro de 2018 e Janeiro á Maio de 2019. Foi feita uma análise exploratória dos dados a nível de todos os estratos com número mínimo de amostragem ($n > 30$), foram definidos os intervalos de classes de comprimento (Lc) dos indivíduos de cada espécie, e a frequência de ocorrência das espécies em cada estrato. Posteriormente, fez-se os histogramas de distribuição das espécies em classes de comprimento, determinou-se o factor de condição de Fulton e analisou-se a relação peso-comprimento em cada estrato e espécie. Os resultados mostraram que a estrutura populacional das três espécies de camarão variou entre os diferentes estratos analisados. Para a espécie *Fenneropenaeus indicus* nos estratos Quelimane, Gazelas e Zalala os picos dos comprimentos foram observados nas classes entre 11-17 mm, correspondente a (20%), 9-23 mm, correspondente a (15 %), e 13-21 mm correspondente a (20%). Para a espécie *Metapenaeus monoceros* as abundâncias foram registadas nas classes de 10-18 mm correspondente a (20%), 7-9mm e 14-16mm (20% e 40%), para os estratos Quelimane, Gazelas e Zalala respectivamente. E para a espécie *Parapenaeopsis sculptilis* nos estratos Quelimane, Gazelas e Zalala as maiores frequências de indivíduos foram observada nas classes que variaram entre 17-23mm, 12-22mm e 19-33mm respectivamente. O crescimento das espécies demonstrou padrões distintos, as três espécies apresentaram crescimento isométrico nos de estratos Quelimane e Gazelas ($b=1.66$), no estrato Zalala a espécie *Fenneropenaeus indicus* apresentou um crescimento alométrico positivo ($b=2.23$), a espécie *Metapenaeus monoceros* também apresentou um crescimento alométrico positivo ($b= 2.80$), diferente da espécie *Parapenaeopsis sculptilis* que apresentou crescimento alométrico negativo no estrato Zalala ($b= 0.33$). Em relação ao estado nutricional dos camarões, os valores médios do factor de condição de Fulton para a espécie *Fenneropenaeus indicus* em todos os estratos esteve em torno de ~ 0.10 , para a espécie *Metapenaeus monoceros* foi de 0.99 no estrato Quelimane, e para os estratos Gazelas e Zalala foi de ~ 0.11 . Por fim, para a espécie *Parapenaeopsis sculptilis* também esteve em torno ~ 0.10 a nível de todos os estratos, isto é, indicando um mau estado nutricional das especies estudadas, excepto a especie *Metapenaeus monoceros* no estrato Quelimane. O estudo em causa fornece informações relevantes sobre as zonas de maior concentração de juvenis, ajudando os gestores a planificar melhor as suas actividades o que pode contribuir para conservação dos ecossistemas sensíveis das espécies dos camarões penaeídeos. Por outro lado, o estudo pode apoiar na elaboração de políticas de gestão baseadas em ecossistemas, nas pescarias e em particular para os conselhos comunitários de pesca.

Palavras-chave: Camarões-juvenis, Estrutura populacional, Pesca Artesanal, Estuário Dos Bons Sinais e Praia de Zalala.

Abstract

The present study aimed to analyze the population structure and Fulton's condition factor of juvenile shrimp from three species (*Fenneropenaeus indicus*, *Metapenaeus monoceros*, and *Parapenaeopsis sculptilis*) in different sections of the Bons Sinais Estuary and Zalala Beach. To conduct the study, data from catches obtained from artisanal beach-seine fishing and "chicocota" nets, provided by the National Institute of Oceanography of Mozambique (InOM), former Fisheries Research institute, were used. The data spanned from June to November 2018 and January to May 2019. An exploratory analysis of the data was carried out for all sections with a minimum sample size ($n > 30$). Length class intervals (Lc) were defined for individuals of each species, and the frequency of occurrence of species in each section was determined. Subsequently, histograms of species distribution by length class were created, Fulton's condition factor was determined, and the weight-length relationship was analyzed for each section and species. The results showed that the population structure of the three shrimp species varied across the different sections analyzed. For *Fenneropenaeus indicus*, the length peaks in the Quelimane, Gazelas, and Zalala sections were observed in the 11-17 mm class (20%), 9-23 mm class (15%), and 13-21 mm class (20%), respectively. For *Metapenaeus monoceros*, abundances were recorded in the 10-18 mm class (20%), and 7-9 mm and 14-16 mm classes (20% and 40%) for the Quelimane, Gazelas, and Zalala sections, respectively. For *Parapenaeopsis sculptilis*, the highest frequency of individuals was observed in the 17-23 mm, 12-22 mm, and 19-33 mm classes for the Quelimane, Gazelas, and Zalala sections, respectively. The growth patterns of the species differed: all three species exhibited isometric growth in the Quelimane and Gazelas sections ($b = 1.66$), while *Fenneropenaeus indicus* and *Metapenaeus monoceros* showed positive allometric growth ($b = 2.80$) in the Zalala section. In contrast, *Parapenaeopsis sculptilis* exhibited negative allometric growth in the Zalala section ($b = 0.33$). Regarding the nutritional status of the shrimp, the average Fulton's condition factor values for *Fenneropenaeus indicus* in all sections were around ~ 0.10 , for *Metapenaeus monoceros* it was 0.99 in the Quelimane section, and for the Gazelas and Zalala sections it was ~ 0.11 . Finally, for *Parapenaeopsis sculptilis*, the values were also around ~ 0.10 in all sections, indicating poor nutritional status for the species studied, except for *Metapenaeus monoceros* in the Quelimane section. This study provides relevant information on areas with higher juvenile concentrations, helping managers better plan their activities, which can contribute to the conservation of sensitive ecosystems for penaeid shrimp species. Additionally, the study can support the development of ecosystem-based management policies for fisheries, particularly for community-based fishery management councils.

Keywords: Juvenile prawns, Population structure, Artisanal fishing, Bons Sinais Estuary, and Zalala Beach.

Lista de abreviaturas e Símbolos

%	Percentagem
g	Gramma
Kg	Quilograma
mm	Milímetro
IIP	Instituto de Investigação Pesqueira
MIMAIP	Ministério do Mar Águas Interiores e Pescas
InOM	Instituto Oceanográfico de Moçambique
REPMAR	Regulamento Geral da Pesca Marítima
Km	Quilómetro
m	Metros

Lista de Tabela

Tabela 1: *Estado nutricional das espécies de camarão através do factor condição fulton.....17*

Tabela 2: *Relação peso-comprimento das espécies de camarão37*

Lista de figuras

- Figura 1:** Ciclo de vida do camarão penaeídeo. Fonte: adaptado por (Sciro 2011; Nhantumbo, 2024).....8
- Figura 2:** Localização da área de estudo ao longo do estuário dos Bons Sinais e praia de Zalala. Estão indicados os estratos Quelimane, Gazelas e no mar aberto a Praia de Zalala.9
- Figura 3:** Distribuição dos juvenis de três espécies de penaeídeos por estratos.12
- Figura 4:** Distribuição de classes de comprimento de três espécies de camarões penaeídeos, ao nível dos estratos ao longo do estuário dos bons sinais e na praia de zalala. Os painéis superiores, central e inferior indicam respectivamente a variação das classes de comprimento das14
- Figura 5:** Relação peso/comprimento dos camarões-juvenis em diferentes estratos14

Índice

Dedicatória	I
Agradecimentos.....	III
Declaração de honra	IV
Resumo.....	V
Abstract	VI
Lista de Tabela	VIII
CAPÍTULO I:	1
1. Introdução	1
1.1. Problema.....	3
1.2. Justificativa.....	3
1.3. Objectivos da pesquisa	4
1.3.1. Objectivo Geral.....	4
1.3.2. Objectivos Específicos	4
CAPITULO II: Revisão de literatura	5
2. Pesca artesanal.....	5
2.1. Distribuição e composição específica das capturas de camarão	6
2.2. Épocas de desova e de recrutamento das principais espécies	6
2.3. Características biológicas dos camarões peneídeos	7
2.4. Ciclo de vida e crescimento do Camarão	7
2.5. Dinâmica populacional	8
CAPITULO III: Metodologia	9
3. Área de estudo.....	9
3.1. Dados de Capturas.....	10
3.2. Análise de Dados.....	10
3.3. Relação Peso e Comprimento	11
3.4. Fator de Condição de Fulton	11
4. Ocorrência das espécies ao nível dos estratos	12

4.1.Estrutura da População dos camarões-juvenis.	13
4.2. Relação peso/comprimento de camarão-juvenis	15
4.3.Determinação factor de condição de Fulton em diferentes extractos.....	17
CAPITULO V: Discussão dos resultados.....	19
CAPITULO VI: Conclusões e Recomendações	24
6.1.Conclusões	24
6.2.Recomendações e sugestões	24
7.Referências bibliográficas.....	26
8.Anêxos e/ou Apêndices.....	37

CAPÍTULO I:

1. Introdução

Moçambique é um país cuja actividade pesqueira tem um impacto social significativo, uma vez que contribui para a segurança alimentar, para o aumento do emprego, da renda e arrecadação de divisas através das exportações (MIMAIP, 2020).

Os três subsectores da pesca (industrial, semi-industrial e artesanal) exploram muitos mais as espécies *Fenneropenaeus indicus* e *Metapenaeus monoceros* em relação aos stocks do camarão que é um importante recurso ao nível nacional. Na pesca artesanal, a espécie dominante é o camarão branco juvenil (*Fenneropenaeus indicus*) com cerca de 55% das capturas em 2018, o camarão castanho (*Metapenaeus monoceros* 15%), o camarão tigre gigante ou jumbo (*Penaeus monodon* 13%) e uma nova espécie invasora semelhante ao jumbo (*Parapenaeopsis sculptilis*, 12%) (MIMAIP, 2020).

O conhecimento da distribuição e abundância das populações do camarão é fundamental para o manejo e conhecimento efectivo da pesca (Katsanevakis *et al.*, 2009). Apesar de muitas espécies de Penaeidos habitarem nos estuários quando juvenis, são predominantemente marinhos (Nhantumbo, 2024). Entretanto, os estuários são ecossistemas utilizados pelos Penaeidos e, desempenham um papel importante na alimentação e crescimento (Bauer, 2004).

Portanto, o estuário dos Bons Sinais e as praias adjacentes, servem como áreas de interligação dos ecossistemas que determinam o nicho ecológico dos camarões Penaeidos durante o ciclo de vida. E nesta área, as espécies mais predominantes são o *Fenneropenaeus indicus*, *Metapenaeus monoceros*, *Penaeus monodon* e *Parapenaeopsis sculptilis*.

A abundância e recrutamento para pesca dos camarões da família Penaeidae são regulados pelas variáveis ambientais tais como a variação da temperatura, salinidade, correntes geostroficas, produtividade do ecossistema, precipitação entre outros processos ecológicos (Pickens *et al.*, 2021; Schlenker *et al.*, 2023; Nhantumbo, 2024).

Estudos da dinâmica dos Penaeidos nos estuários de bons sinais e na praia de Zalala com resultados reveladores mostram que a proporção para o total dos indivíduos segue um padrão de (1:4), a favor das fêmeas, e a população foi constituída por jovens e adultos, entretanto, reconhecem a necessidade de investigação aprofundada dos estuários da região de forma a identificar as fontes dos

juvenis recrutados para o Banco de Sofala e outros aspectos da dinâmica da população de camarões penaédeos (Tembe, 2011; Simango, 2019).

Portanto, esta é uma das componentes relevantes que poderá ajudar na formulação de políticas e estratégias de manejo que promovem a conservação dos recursos pesqueiros e a sustentabilidade das comunidades costeiras. A integração de dados biológicos, ecológicos, ambientais e socioeconómicos é essencial para desenvolver estratégias de gestão que garantam a saúde das populações de camarões e outras espécies associadas, isto é, uma abordagem de gestão baseada em ecossistemas e na pesca artesanal (Ruas *et al.*, 2011).

1.1.Problema

A pesca artesanal é uma actividade predominante nas regiões costeiras e é responsável por uma parcela significativa da produção pesqueira global e desempenha um papel crucial na segurança alimentar e na subsistência de milhões de pessoas em todo o mundo. No entanto, a falta de um manejo adequado dessa prática pode levar a um drástico declínio nas populações adultas de camarão, comprometendo a sustentabilidade da pesca e afectando as comunidades que dependem dela. A captura de juvenis de camarão durante a pesca artesanal é uma preocupação crescente, uma vez que esses indivíduos representam a futura geração de camarões adultos que garantem a continuidade das populações.

Portanto, a problematização da pesquisa se concentra na falta de dados detalhados sobre densidade de juvenis das espécies de Penaeidos nos estratos estuarinos e da praia, inexistência de informação relacionada com estágio de desenvolvimento e o estado nutricional dos juvenis nos estratos para cada espécie e, as épocas de maior abundancia de juvenis. Também, são raras as informações sobre os factores que influenciam a distribuição e agregação dos juvenis das espécies de Penaeidos ao longo do Estuário dos Bons Sinais e na Praia de Zalala.

1.2.Justificativa

A pesquisa proposta é justificada pela necessidade de compreender a estrutura populacional e o estado de saúde dos camarões-juvenis no Estuário dos Bons Sinais e praia de Zalala, visto que, os camarões são recursos essenciais dos ecossistemas estuarinos e marinhos, e desempenham um papel importante na cadeia alimentar. Além disso, são recursos pesqueiros significativos para as comunidades costeiras, pois contribuem para a segurança alimentar e sustento económico através da pesca artesanal.

Compreender a estrutura populacional, distribuição e a abundância dos camarões-juvenis nos diferentes estratos é crucial para a gestão sustentável dos recursos pesqueiros. Por outro lado, a análise da relação entre peso e comprimento, é fundamental para entender os padrões de crescimento e o desenvolvimento desses organismos sob condições naturais e impactos antropogénicos para conservação dos ecossistemas onde estas espécies estão associados, para garantir que o desenvolvimento dos indivíduos ocorra dentro dos padrões de qualidade desejado e para exportação da população para banco de Sofala de modo a continuar como um caldeiro pesqueiro de referência para o camarão ao nível nacional.

1.3.Objectivos da pesquisa

1.3.1.Objectivo Geral

- ✓ Analisar a Estrutura Populacional dos camarões-juvenis da Família Penaeidae acessível a pesca artesanal no Estuário dos Bons Sinais e praia de Zalala.

1.3.2.Objectivos Específicos

- ✓ Caracterizar a estrutura populacional de juvenis do camarão em diferentes estratos;
- ✓ Determinar a relação peso-comprimento das espécies em diferentes estratos;
- ✓ Determinar o factor de condição de Fulton de cada espécie por estratos.

CAPITULO II: Revisão de literatura

2. Pesca artesanal

A pesca artesanal é uma actividade de pequena escala realizada por pescadores que utilizam métodos e técnicas tradicionais, de baixo impacto ambiental e com embarcações de pequeno porte, que podem ser propulsionadas a remos, vela, motores fora de borda ou motores interiores de baixa potência (REPMAR, 2020).

Em Moçambique a pesca artesanal não tem espécies alvos, mas a família Penaeidae tem grande importância socioeconómica para a pesca artesanal. Os principais alvos desta família abordados no presente estudo são *Fenneropenaeus indicus*, *Metapenaeus monoceros* e *Parapenaeopsis scuptilis*, em conjunto, são responsáveis por cerca de 90% da captura total da família Penaeidae na pesca artesanal (Brito e Pena, 2007; de Sousa *et al.*, 2009; Nhantumbo, 2024).

A pescaria de camarão do Banco de Sofala é suportada por captura de seis principais espécies de camarão Peneídeos nomeadamente: *Fenneropenaeus indicus*, *Metapenaeus monoceros*, *Penaeus monodon*, *Penaeus semisulcatus*, *Penaeus japonicus* e *Penaeus latisulcatus*, todas espécies de elevado valor comercial, cuja produção anual varia entre 5.000 e 9.000 toneladas desde 1980 e a qual se destina à exportação. No entanto cerca de 50% a 70% das capturas em peso representa o camarão *Fenneropenaeus indicus* dependendo do sector de pesca e da profundidade de pesca e *Metapenaeus monoceros* que representa cerca de 25% a 45% (de Sousa *et al.*, 2011).

Delta do rio Zambeze e o distrito de Moma são as áreas mais produtivas e estas espécies distribuem-se até aos 70 metros de profundidade, encontrando-se as maiores concentrações a profundidades inferiores a 25 metros, é nesta profundidade onde se exerce maior actividade pesqueira ou o esforço de pesca é maior. As principais áreas de pesca, vão desde Beira a Angoche (de Sousa *et al.*, 2011).

Na província de Zambézia, a pesca artesanal é praticada em todos os distritos costeiros, tanto no mar aberto, nos estuários e em água doce que ocorrem na província. No entanto o sistema de amostragem abrange apenas a zona costeira. Zambézia é uma das províncias que contribui com maior número de capturas em Moçambique. Várias artes de captura ou apanha dos recursos pesqueiros são usados por exemplo, Redes de Arrasto, Emalhe de superfície, Emalhe de fundo, Palangre e Linha (Chaúca *et al.*, 2010). No estuário dos Bons Sinais diferentes tipos de artes de pesca são usados na captura dos recursos como os organismos Pelágicos, pequenos demersais, Crustáceos (caranguejo e camarões) e moluscos (bivalves).

2.1. Distribuição e composição específica das capturas de camarão

Ao longo da costa de Moçambique desaguam vários rios que favorecem o desenvolvimento dos mangais, devido a sua riqueza em matéria orgânica, são locais óptimos para o crescimento do camarão nos primeiros meses da sua vida. Assim podemos constatar que a distribuição do camarão de águas pouco profundas encontra-se associada a presença de mangais (de Sousa, 2024).

O camarão é capturado por artes artesanais, semi-industrial e industrial. A captura e a composição específica da pesca artesanal são pouco conhecidas. Esta pesca é efectuada através do arrasto para terra (Brinca & Palha de Sousa, 1984).

No Banco de Sofala as maiores concentrações encontram-se entre Angoche e Mache e entre Beira e Chiloane, mas existem pequenas áreas onde o esforço de pesca é maior sobretudo entre Pebane e o delta do Zambeze. A frota industrial é composta por arrastões congeladores de cerca de 25-30m que operam com plumas. Na zona entre Beira e Chiloane operam arrastões de papa de 12-20 metros com conservação a gelo (Brinca & Palha de Sousa, 1984).

As capturas comerciais são compostas por camarões que pertencem a família Penaeidae constituindo as duas espécies mais abundantes cerca de 90% das capturas. As espécies são *Fenneropenaeus indicus* (camarão branco) que aparece em 48% das capturas e *Metapenaeus monoceros* (camarão castanho ou rosa) que aparece em 42% das capturas. Os restantes 10% incluem as espécies *Penaeus monodon*, *Penaeus japonicus* e *Penaeus latisulcatus* (de Sousa, 2024).

2.2. Épocas de desova e de recrutamento das principais espécies

A espécie *F. indicus* desova entre Agosto a Novembro. O período de recrutamento inicia por volta de Novembro até Abril mas o pico manifesta-se de Janeiro a Março. Em geral, esta espécie permanece na área de pesca por um período de cerca de um ano (de Sousa, 2024).

A espécie *M. monoceros* recruta ao longo de todo o ano com um pico em Abril -Maio e provavelmente terá vários períodos de desova durante o ano. Permanece na área de pesca também cerca de um ano (de Sousa, 2024).

Ainda não foi possível determinar os parâmetros de crescimento das principais espécies do Banco de Sofala. Existe apenas um estudo sobre *M. monoceros* da Baía de Maputo feito com base em dados de 1968 a 1973. Atendendo a que existem estudos aprofundados sobre *F. indicus* em Madagáscar (feito nos anos setenta) e que a localização geográfica e as condições ambientais do meio em que aquela espécie vive, não são muito diferentes de Moçambique, tem-se optado por utilizar aqueles parâmetros (Brinca & Palha de Sousa, 1984).

2.3. Características biológicas dos camarões peneídeos

A maior parte dos camarões peneídeos habitam águas rasas e costeiras de regiões tropicais e subtropicais (Dall *et al.*, 1990). Alguns membros desta família, principalmente dos géneros *Parapenaeus* e *Penaeopsis*, ocorrem em águas profundas superiores a 750m. Geralmente os Penaeídeos são betónicos, preferindo fundos arenosos e lodosos.

Baseados na morfologia do télson, os Penaeídeos podem ser divididos em dois grupos: um grupo com o télson fechado (*Penaeus*, *Fenneropenaeus*, *Marsupenaeus*, *Melicertus*, *Farfantepenaeus*, e *Metapenaeus*) e o outro, constituído por aqueles com o télson aberto (*Litopenaeus*). Estes possuem ainda sulcos com protuberâncias que facilitam o contacto com os espermatóforos, enquanto o primeiro grupo possui placas laterais que conduzem para o receptáculo seminal, onde o espermatóforo é depositado (Primavera, 1979; Yano *et al.*, 1988).

Os juvenis de *F. indicus*, *M. monoceros* e *P. monodon* são mais abundantes na região costeira e estuarina, enquanto os adultos abundam no mar aberto, em regiões mais distantes da costa (Teikwa; Mgaya, 2003).

2.4. Ciclo de vida e crescimento do Camarão

O ciclo de vida das espécies da família Penaeidae possui duas fases distintas: (i) uma fase marinha no estágio adulto e uma fase estuarina no estágio juvenil (Figura 1). A desova ocorre em mar aberto, entre Outubro e Março, após a eclosão, as larvas migram gradualmente para os estuários, onde se desenvolvem nos mangais até atingirem a fase juvenil. O recrutamento ocorre entre Abril e Setembro, durante os meses de verão, coincidindo com os períodos de maior disponibilidade de alimento e condições ambientais favoráveis para os juvenis, com cerca de 4 meses de idade e um comprimento total de aproximadamente 10 cm, migram para o mar e alcançam as zonas de pesca (De Sousa *et al.*, 2016; Nhantumbo, 2024).

O crescimento dos indivíduos também contribui para a entrada na pesca, com variações entre os sexos: enquanto as fêmeas continuam a crescer mais rapidamente, os machos desaceleram o crescimento após atingirem determinado tamanho. No entanto, acredita-se que a longevidade máxima dos indivíduos não difira entre os sexos, permanecendo na área de pesca por cerca de um ano (Nalini, 1968; Brinca & Sousa, 1984).

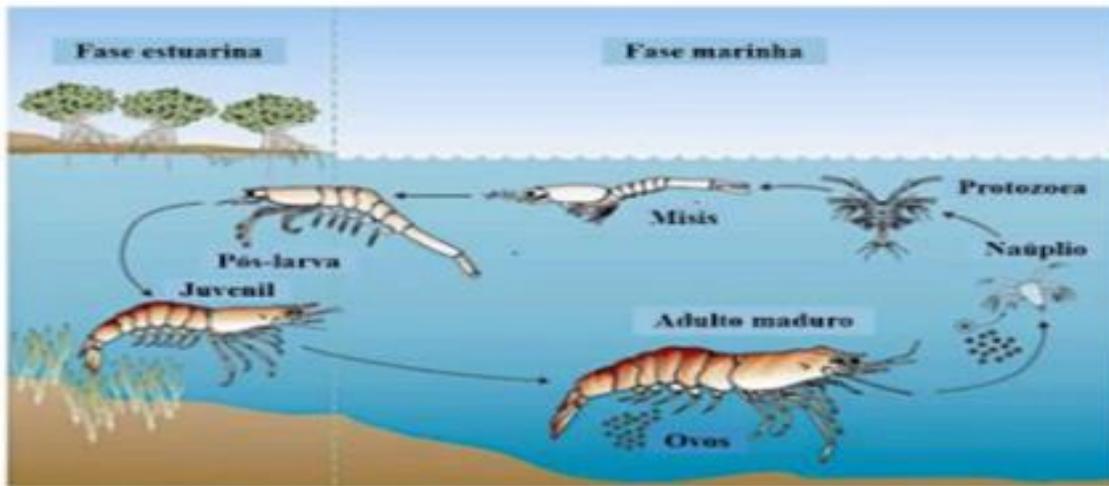


Figura 1: Ciclo de vida do camarão peneídeo. Fonte: adaptado por (Sciro 2011; Nhantumbo, 2024).

2.5. Dinâmica populacional

A dinâmica populacional dos crustáceos é caracterizada por um crescimento descontínuo, já que o exoesqueleto impede o aumento contínuo do tamanho (Petriella; Boschi, 1997). Além disso, a ausência de estruturas rígidas que permitam identificar a idade desses organismos faz com que a análise das frequências de comprimento seja o método mais adequado para determinar a estrutura populacional dos peneídeos (Sparre; Venema, 1997). No ciclo de vida dos peneídeos, os indivíduos passam por vários estágios de desenvolvimento, incluindo muda, onde trocam o exoesqueleto para possibilitar o crescimento, cada estágio está relacionado à sua idade e tamanho, influenciando a dinâmica de sua população.

Vários factores ambientais como temperatura, qualidade de água, salinidade, pH, concentração de oxigénio dissolvido, níveis de nitrato e metais pesados influenciam no ciclo de vida dos camarões (Zacharia e Kakati, 2004; Nunes 2007).

As variações sazonais da salinidade e da temperatura da água influenciam na disponibilidade de alimento para os camarões, podendo afectar a cadeia alimentar do ecossistema costeiro, e consequentemente a sobrevivência de outras espécies marinhas (Garcia & Wasielesky, 2016). A redução do pH nos oceanos também afecta negativamente os camarões da família penaeidae, tornando a água mais ácida e reduzindo a disponibilidade de carbonato de cálcio, que é um importante componente para a formação de conchas e carapaças de camarões e outros organismos marinhos (Nhantumbo, 2024). O aumento da temperatura da água afecta a fisiologia e o comportamento dos camarões, o que pode levar a uma redução na sua taxa de crescimento, reprodução, e a susceptibilidade a doenças.

CAPITULO III: Metodologia

3. Área de estudo

O estudo foi realizado no Estuário dos Bons Sinais e na praia de Zalala localizados e na parte leste de Moçambique, entre as longitudes. $36^{\circ}51'25,67''\text{E}$ e latitudes $17^{\circ}52'25,67''\text{S}$; (Figura 2). O clima é tropical húmido seco com duas épocas do ano bem distintas: inverno seco (Março - Agosto) e verão chuvosa (Setembro - Abril). O estuário tem cerca de 30 km de extensão desde a boca até a confluência e 2 km de largura e possui uma profundidade média de 12 metros. A zona é fortemente influenciada pelos ventos de monções da África Oriental, e é predominada por marés de natureza semidiurnas. As temperaturas diurnas são em geral superiores a 30°C na estação quente, mas as vezes podem baixar até 20°C na estação fria (INAHINA, 2000). A praia de Zalala esta situada na costa moçambicana aproximadamente a 30 km da cidade de quelimane esta entre as longitudes $37^{\circ}3'50''\text{E}$ e latitudes $17^{\circ}50'7''\text{S}$. A praia de Zalala é uma zona turística caracterizada por uma planície costeira e por uma vegetação coberta por casuarinas e dunas costeiras.

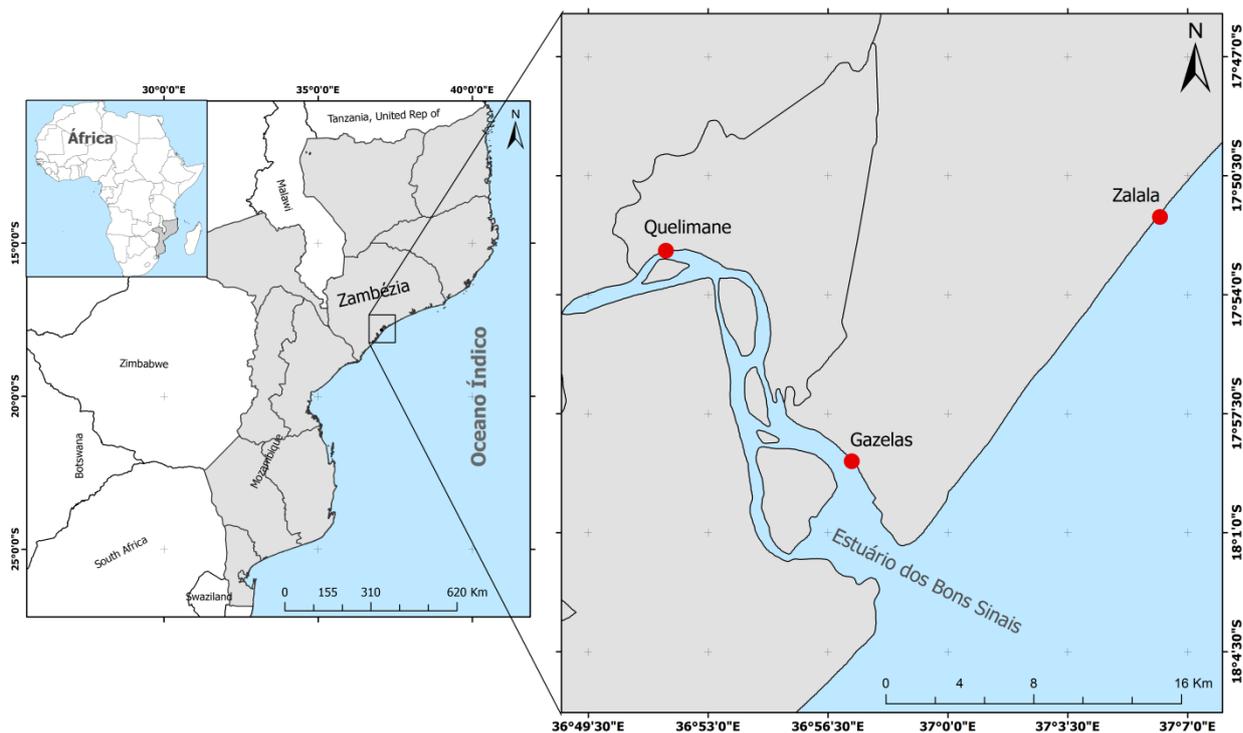


Figura 2: Localização da área de estudo ao longo do estuário dos Bons Sinais e praia de Zalala. Estão indicados os estratos Quelimane, Gazelas e no mar aberto a Praia de Zalala.

3.1. Dados de Capturas

Para a realização deste estudo, foram utilizados dados da pesca artesanal de arrasto para a praia e chicocota, do camarão da família Penaeidae, referentes a um período de 10 meses (Junho a Novembro de 2018 e Janeiro a Maio, excepto Abril, de 2019), fornecidos pelo Instituto Nacional Oceanográfico de Moçambique (InOM), antigo Instituto de Investigação Pesqueira (IIP). Os dados de captura para cada espécie foram agregados em uma planilha do Microsoft Excel 2010 em três estratos geográficos: (Quelimane, Gazelas e Zalala), o que permitiu a simplificação da análise.

3.2. Análise de Dados

Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico R, versão 4.3.2 (R Core Team 2021). Primeiramente, foi feita uma análise exploratória dos dados, que consistiu em visualizar o número de observações a nível dos estratos, considerando-se o número de observações $n > 30$ para cada estrato. Assim, foi observado que as espécies *Fenneropenaeus indicus*, *Metapenaeus monoceros* e *Parapenaeopsis sculptilis* tinham um número de observações em cada estrato geográfico.

Para caracterizar a estrutura da população de cada espécie em cada estrato, utilizou-se o comprimento (L_c) dos indivíduos. Foram produzidos histogramas de distribuição de frequência do número dos indivíduos em intervalos de classes definidas através da equação 1 e, posteriormente, determinada a frequência dos indivíduos para analisar a ocorrência das espécies em cada estrato. As seguintes expressões matemáticas foram utilizadas para determinar a amplitude total ($A_t = X_{max} - X_{min}$), a número de classes ($k = \sqrt{n}$) e a amplitude de classe (h):

$$h = \frac{X_{max} - X_{min}}{\sqrt{n}}$$

Equação: (1)

Onde:

X_{max} - Valor máximo;

X_{min} - Valor mínimo;

k - Quantidade da classe;

h - Amplitude da classe;

n - Número de observações ou tamanho da amostra.

3.3. Relação Peso e Comprimento

A relação entre o peso-comprimento do camarão-juvenil permite estimar o crescimento individual e populacional do camarão. Essa análise revela diferenças nas taxas de crescimento entre as espécies e os estratos, auxiliando na compreensão da dinâmica das populações de camarão no estuário. A relação entre o comprimento e o peso foi determinada separadamente para cada espécie e para cada estrato, usando a equação 2 do tipo potência

$$y = a * x^b$$

Equação:2

$$\log y = \log a + b \log x$$

Quando transformamos ou linearizamos para o logaritmo o valor da alometria passa a ser 1, porém a linha não é exactamente uma recta (Gayon, 2000; Mansur et al, 2004).

Na equação 2, y- Peso (g), a-Coeficiente angular, x- Comprimento (mm) e b- Coeficiente de alometria. Em seguida, foi utilizada a constante (b) para avaliar a tendência de crescimento das espécies por cada estrato, isto é, sendo isométrico (b = 1) quando o crescimento do camarão é proporcional entre o peso e o comprimento, alométrico positivo (b > 1) quando há maior ganho do peso em relação ao comprimento ou alométrico negativo (b < 1) quando a espécie cresce mais em comprimento comparativamente ao peso (Fonteles, 1989).

3.4. Fator de Condição de Fulton

O factor de condição de Fulton é uma medida que expressa a relação entre o peso e o comprimento de um organismo, permitindo avaliar a saúde e o estado nutricional do organismo em relação ao seu tamanho. Para determinar o factor de condição de Fulton em cada estrato foi usada a equação 3.

$$Kc = 100 * W / Lc^3 \text{ (tabela 1).}$$

Equação 3

Nesta equação 3, Kc- Factor de condição, W- Peso (g), Lc- Comprimento (mm). E, para avaliar a saúde e o estado nutricional das espécies em cada estrato foram usados os seguintes critérios: (i) Kc=1 Indica que a espécie esta em condição media ou esperada; (ii) Kc < 1 Indica que a espécie esta em condição abaixo da média, possivelmente magro ou desnutrido e, (iii) Kc > 1 Indica que a espécie esta em condição acima da média, possivelmente gordo ou bem alimentado.

CAPITULO IV: Resultados e Discussão

4.Ocorrência das espécies ao nível dos estratos

A figura (3) abaixo, apresenta a distribuição das espécies por estrato. Observou-se que, a espécie *F. indicus* teve maior contribuição nos três estratos Gazelas, Quelimane e Zalala comparativamente as espécies *M. monoceros* e *P. sculptilis*. A variação por estrato por ordem decrescente revelou que a maior abundância foi observada em Quelimane, seguida de Gazelas e sendo Zalala o estrato com menor abundância para as três espécies em estudo.

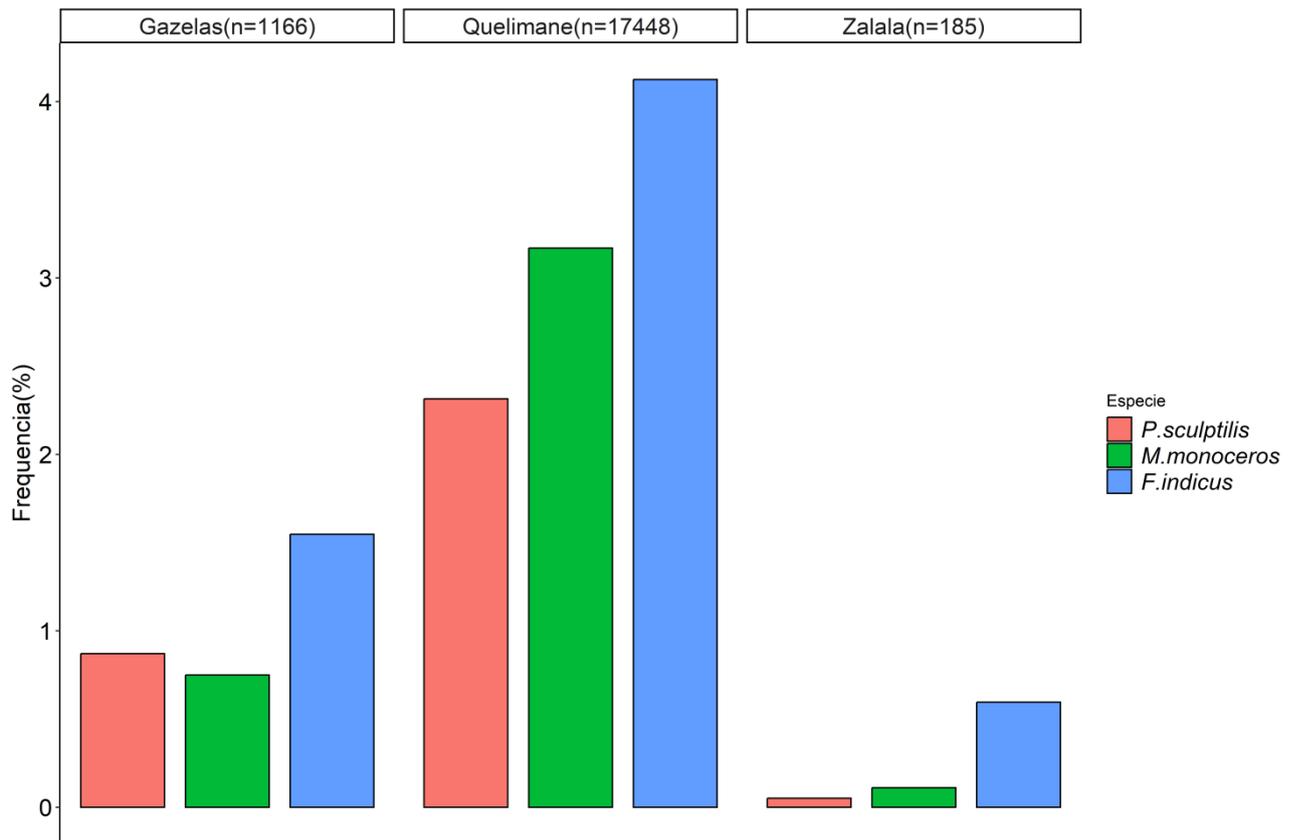


Figura 3: Distribuição dos juvenis de três espécies de penéides por estratos.

4.1.Estrutura da População dos camarões-juvenis.

Caracterização da estrutura populacional do camarão-juvenil de três espécies (*Fenneropenaeus indicus*, *Metapenaeus monóceros* *Parapenaeopsis scuptilis*) em diferentes estratos estudados, as letras “Q”, “G” e “Z” representam os estratos Quelimane, Gazelas e Zalala, respectivamente (Figura 4).

No estrato de Quelimane (Q), a distribuição de frequência do *Fenneropenaeus indicus* indica que a maioria dos indivíduos se encontra nas classes de comprimento entre 11 - 17 mm com a frequência máxima de 20%. No estrato de Gazela (G), os indivíduos estão mais distribuídas nas classes de comprimento entre 9 - 23 mm com uma frequência máxima de 15 % e, no estrato de Zalala (Z), a maioria dos indivíduos foram observados nas classes de comprimento entre 13 e 21 com um percentagem de frequência máxima de 20%.

Para a espécie *Metapenaeus monoceros* a maior concentração de juvenis foi observado nas classes 10-18 mm com uma frequência máxima de 20%, no estrato de Quelimane (Q) e com fraca ocorrência nos estratos de Gazelas e Zalala, mas as maiores frequências (20% e 40) foram verificadas nas classes de 7-9mm e 14-16mm respectivamente (Figura 3, painel central)

No estrato de Quelimane (Q), a distribuição de frequência do *Parapenaeopsis scuptilis* indica que a maioria dos indivíduos se encontra nas classes de comprimento entre 17 e 23 mm, Com uma frequência máxima de 15%. No estrato de Gazelas (G), a maioria dos indivíduos se encontra nas classes de comprimento entre 12 e 22 mm e com 15% de frequência máxima, e no estrato de Zalala (Z), a maioria dos indivíduos se encontra nas classes de comprimento entre 19 e 33 mm Com uma percentagem de frequência máxima de 30%.

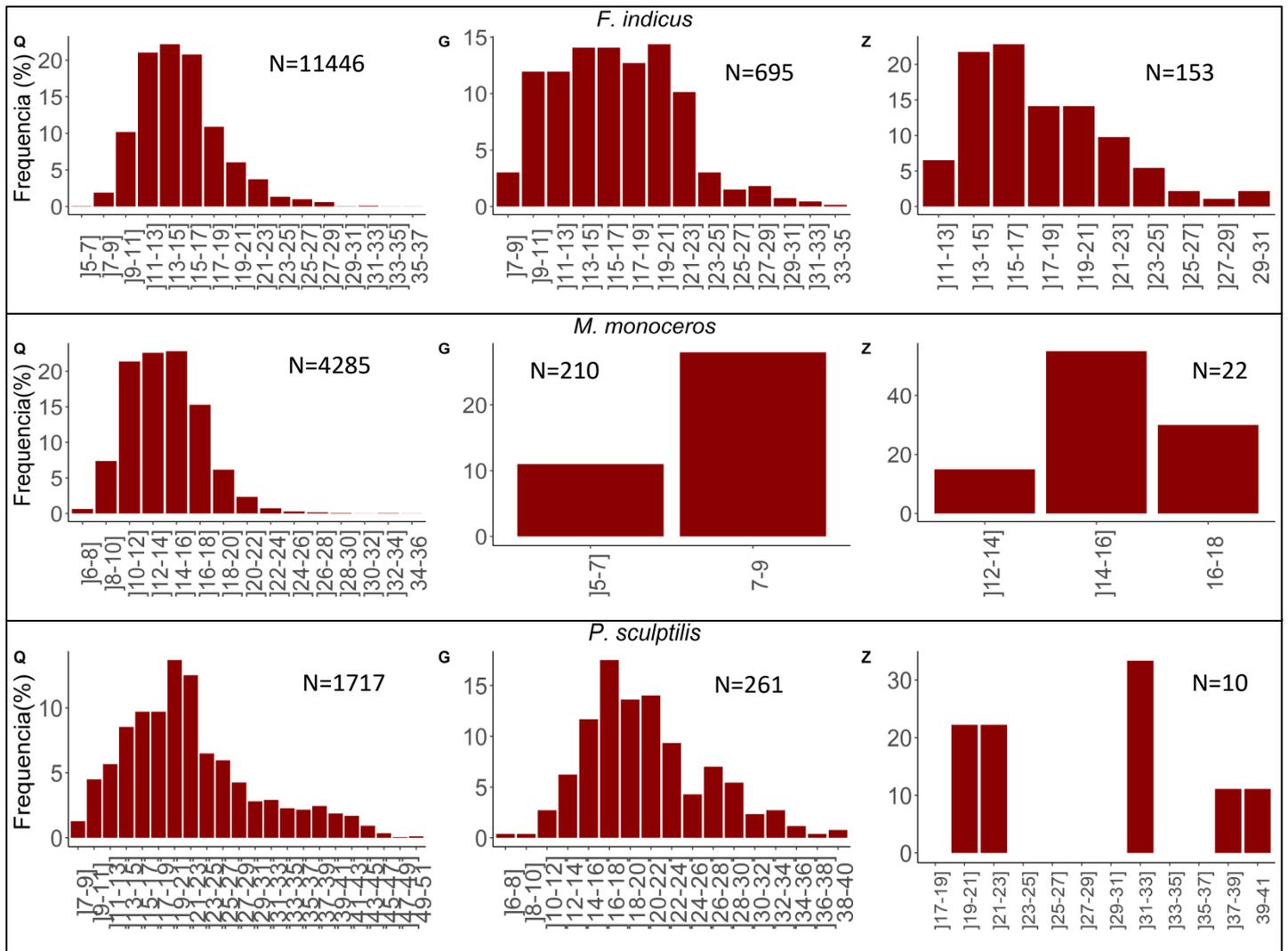


Figura 5: Distribuição das classes de comprimento em (mm) das três espécies (*Faneropeneaus indicus*, *Metapeneaus monoceros* e *Parapeneopsis sculptilis*). A letras Q, G e Z representam os estratos, sendo que Q-Quelimane (Painel esquerdo), G-Gazelas (painel Central) e Z-Zalala (Painel direito).

4.2. Relação peso/comprimento de camarão-juvenis

A relação entre o peso e o comprimento, para a espécie *Fenneropenaeus indicus* esta ilustrada na Figura 5 painel superior. No estrato Quelimane, foi observado um coeficiente de alometria de $b = 1.40$ indicando crescimento isométrico. Indicando que o peso do camarão aumenta proporcionalmente ao comprimento, ou seja, o camarão mantém a mesma forma corporal à medida que cresce. E, no estrato Gazelas, a variação do Peso e comprimento do *Fenneropenaeus indicus* apresentou um coeficiente de alometria de $b = 1.41$, também indicando crescimento isométrico. Porém, no estrato Zalala o coeficiente de alometria de *Fenneropenaeus indicus* foi de 2.23, indicando um crescimento alométrico positivo, isto é, o peso do camarão aumenta a uma taxa maior que o comprimento (Figura 5 painel superior direito).

Em relação a espécie *Metapenaeus monoceros*, nos estratos Quelimane e Gazelas os coeficientes de alometria foram de 1.41 e 1.15 respectivamente, indicando crescimento isométrico (Figura 5 painel central-esquerdo e centro). Entretanto, no estrato Zalala apresentou um coeficiente de alometria de $b = 2,81$ indicando um crescimento alométrico positivo. Isso significa que o peso do camarão aumenta a uma taxa maior que o comprimento, isto é, o camarão fica mais robusto à medida que cresce.

Finalmente, a espécie *Parapenaeopsis scuptilis* demonstrou que nos estratos Quelimane e Gazelas o crescimento é isométrico com os coeficientes de alometria de 1.67 e 1.56 respectivamente (Figura 5, painel inferior-esquerdo e central). Diferentemente das outras espécies, o *Parapenaeopsis scuptilis* no estrato Zalala apresentou um coeficiente de alometria de $b = 0,34$, indicando crescimento alométrico negativo, o que significa que o peso do camarão aumenta a uma taxa menor que o comprimento a medida que os indivíduos crescem (Figura 5, painel inferior-direito).

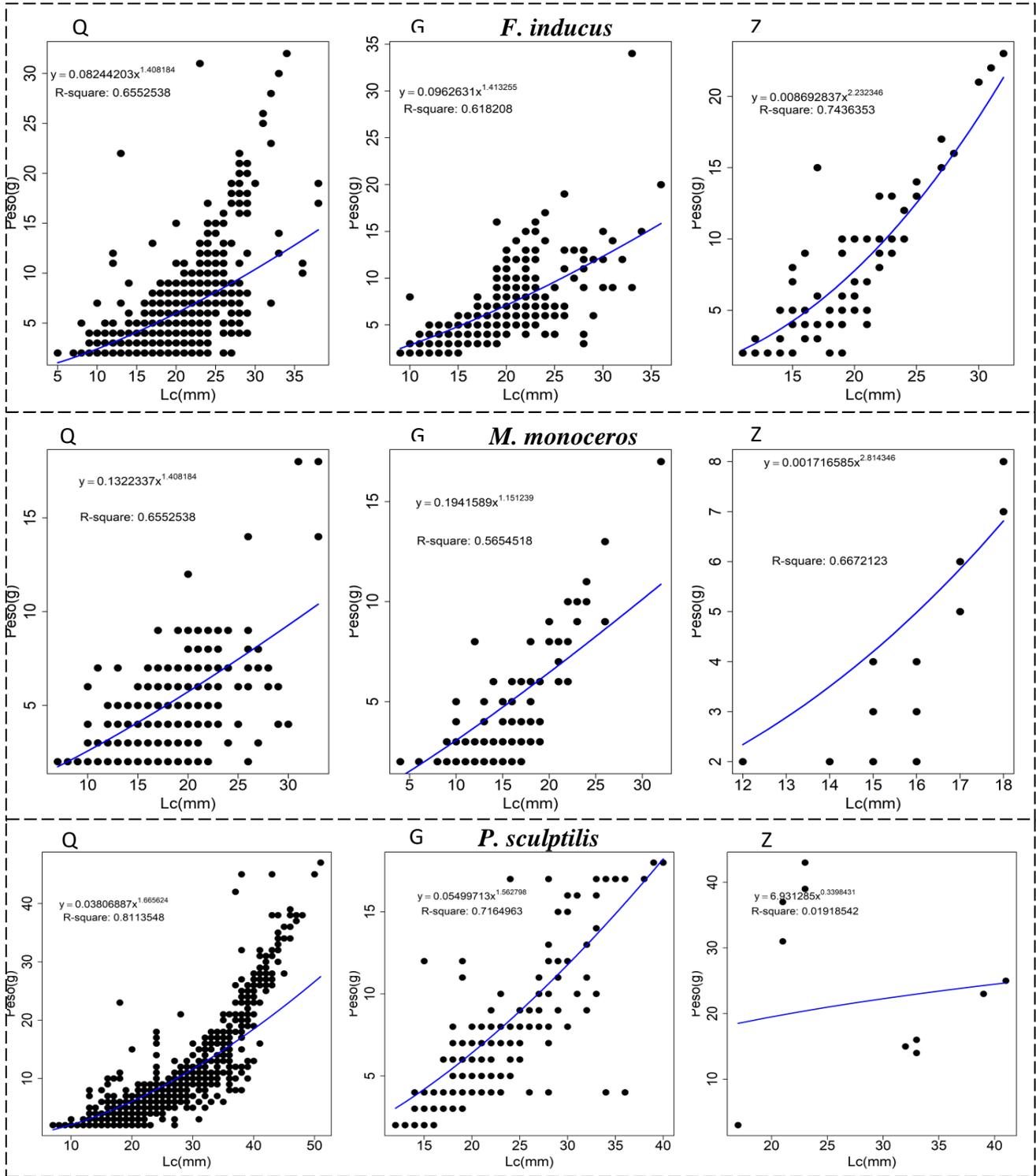


Figura 5: Relação peso/comprimento dos camarões-juvenis em diferentes estratos.

4.3.Determinação factor de condição de Fulton em diferentes extractos

Os resultados da análise do factor de condição de Fulton indicam que a condição corporal dos camarões-juvenis varia entre as diferentes espécies e estratos no Estuário dos Bons Sinais e ao longo da praia de Zalala. Entretanto, os valores médios do factor de condição de Fulton para a espécie *Fanneropeneaus indicus* nos estratos Quelimane, Gazelas e Zalala foram de 0.095, 0.105 e 0.105 respectivamente (Tabela1). Estes valores são considerados abaixo da média, o que indica que os camarões da espécie *F. indicus* nestas regiões ou estratos estão em mau estado nutricional, ou seja, estão magros ou desnutridos.

E os valores médios do factor de condição de Fulton referente a espécie *Metapenaeus monoceros* nos estratos Quelimane, Gazelas e Zalala foram de 0.988, 0.116 e 0.102 respectivamente (Tabela1), ilustrando um estado nutricional em condição média ou esperada ou bem nutridos para o estrato Quelimane, e condição abaixo da média ou possivelmente magros ou desnutridos para os estratos de Gazelas e Zalala. Por outro lado, os valores médios do factor de condição de Fulton para a espécie *Parapenaeopsis sculptilis* nos estratos Quelimane, Gazelas e Zalala foram de 0.076, 0.067 e 0.102 respectivamente, indicando um estado nutricional abaixo da média esperada ou possivelmente magros ou desnutridos.

Tabela 1: Estado nutricional das espécies de camarão através do factor condição Fulton.

Extratos	Espécies	N (número de observações)	Lc (comprimento médio)	W (peso médio)	Kc (Factor de condição de Fulton)	b (coeficiente de alometria)
Quelimane	<i>F indicus</i>	11446	14,94	3.17	0.095	1.40
	<i>M monoceros</i>	4285	14,62	3.09	0.988	1.40
	<i>P sculptilis</i>	1717	17,71	4.27	0,076	1.66
Gazelas	<i>F indicus</i>	695	16,81	4.99	0.105	1.41
	<i>M monoceros</i>	210	14	3.19	0.116	1.15

	<i>P sculptilis</i>	261	21,23	6,47	0,067	1.56
Zalala	<i>F indicus</i>	153	17,44	5,62	0,105	2.23
	<i>M monoceros</i>	22	15,5	3,81	0,102	2.81
	<i>P sculptilis</i>	10	28,3	24,6	0,108	0.34

Capítulo V: Discussão dos resultados

Os resultados da pesquisa apresentados revelam uma variação na distribuição, estrutura populacional, relações peso-comprimento e condição de Fulton dos juvenis das espécies de camarões peneídeos (*Fenneropenaeus indicus*, *Metapenaeus monoceros* e *Parapenaeopsis sculptilis*) nos diferentes estratos do Estuário dos Bons Sinais e na praia de Zalala. A maior abundância de juvenis foi observada em Quelimane, que apresenta um ambiente estuarino mais favorável, caracterizado por alta produtividade e diversidade de habitats. Em comparação com Zalala que mostraram uma menor abundância de juvenis, possivelmente devido a condições ambientais menos favoráveis, como menor disponibilidade de nutrientes e diversidade de habitats e salinidade. Esses padrões de distribuição são consistentes com os estudos prévios (Munga *et al*, 2012), que sugerem que áreas com alta produtividade oferecem melhores condições para o desenvolvimento de camarões Penaeídeos.

F. indicus tende a concentrar-se em áreas de mangais que oferecem à qualidade dos habitats e à disponibilidade de nutrientes, que são fundamentais para o desenvolvimento das espécies juvenis (Nunes *et al*, 2011), provavelmente seja esta a razão da densidade dominante de juvenis de *F. indicus* no estrato Quelimane.

A predominância da espécie *Fenneropenaeus indicus* nas classes de comprimento entre 11 e 17 mm em Quelimane, com uma frequência máxima de 20%, é consistente com observações feitas em outras áreas costeiras africanas. Em um estudo realizado em Moçambique, verificou-se que esta espécie tende a apresentar concentrações de juvenis em áreas com mangais e estuários, ambientes propícios para o crescimento e desenvolvimento inicial (Nunes *et al*, 2011). Também, em outros estudos foram observados juvenis de *Fenneropenaeus indicus* que ocupam zonas costeiras rasas, usando-as como áreas de protecção contra predadores e como fonte de alimento (Pauly e Ingles, 1999). Esses padrões de distribuição em comprimento também foram relatados por Mohamed e Rao (2016), que estudaram esta espécie na costa da Índia, onde foram observadas frequências máximas em classes de comprimento menores, variando entre 10 e 18 mm.

Entretanto, a maior ocorrência de juvenis em Quelimane sugere que este ambiente estuarino pode ser ainda mais propício para o crescimento e recrutamento. As condições favoráveis em Quelimane podem ser explicadas pela maior produtividade primária, que resulta de factores como a presença de mangais densos e a influência de correntes de água ricas em nutrientes. Esses elementos não só criam um ambiente ideal para a alimentação dos juvenis, mas também proporcionam protecção

contra predadores e condições adversas (Hartnoll *et al.*, 2002). Além disso, a combinação de água doce e salgada no estrato de Quelimane pode promover uma maior diversidade de organismos, aumentando ainda mais a disponibilidade de alimento. Assim, as características únicas do ambiente estuarino no estrato Quelimane, em comparação com Zalala, destacam sua importância como um habitat essencial para o recrutamento de juvenis.

Para *Metapenaeus monoceros* a maior concentração de juvenis nas classes de 10 a 18 mm em Quelimane, com uma frequência máxima de 20%, alinha-se com os achados de Munga *et al.* (2012), que refere que as zonas costeiras de Moçambique e Quênia, com alta produtividade, fornecem ambientes ideais para o desenvolvimento de juvenis de camarões Penaeidos. A ocorrência menos frequente desta espécie em Gazelas e Zalala, provavelmente seja devido a fraca intensidade amostral e acessibilidade do local em relação a actividade pesqueira. Em Zalala, por ser no mar aberto, provavelmente as condições ambientais do local não favoreçam para o crescimento e desenvolvimento dos juvenis, como por exemplo a presença de predadores, elevado teor de salinidade e temperatura, e alta pressão das correntes e ondas que dissipam na costa com uma intensidade muito forte. Entretanto, os mangais aumentam a disponibilidade de matéria orgânica e constituem habitats de protecção, criando um ambiente adequado para o crescimento e sobrevivência dos juvenis (Macia *et al.*, 2002). Assim, as características do ecossistema de Quelimane, como a presença de mangais e alta produtividade, desempenham um papel importante no desenvolvimento de juvenis.

Estudos conduzidos na Índia por Lalrinsanga *et al.* (2014) relataram frequências mais altas de *Metapenaeus monoceros* em áreas costeiras ricas em nutrientes, que favorecem o rápido crescimento dos juvenis. Esses padrões são reforçados por pesquisas conduzidas por Dineshbabu e Radhakrishnan (2010), que encontraram frequências semelhantes em classes de tamanho de juvenis em áreas costeiras de estuários e baías protegidas.

Em relação a distribuição e agregação do *Parapenaeopsis sculptilis* os resultados mostram que no estrato Quelimane e Gazelas, com indivíduos predominantemente nas classes de comprimento entre 17-23 mm e 12-22 mm, reflecte um estudo realizado em águas costeiras do Oceano Índico (Le Reste *et al.*, 2000). Os maiores tamanhos da espécie *Parapenaeopsis sculptilis* em Zalala, onde a maioria dos indivíduos foi encontrada nas classes de comprimento entre 19 e 33 mm, com uma frequência máxima de 30%, alinham-se com estudos realizados na costa espanhola (Sobrino *et al.*, 2005). Em áreas com baixa pressão de pesca e alta disponibilidade de nutrientes, os camarões tendem a atingir tamanhos maiores. Além disso, estudos comparativos em diferentes zonas costeiras

de Moçambique Fennessy *et al.*, (2001) demonstraram que as classes de comprimento podem variar significativamente com a profundidade, qualidade da água e pressão de predadores.

A comparação entre os ambientes estudados revela que Zalala, sendo mar aberto, apresenta características diferentes em relação a Quelimane e Gazelas, que são ambientes estuarinos. As condições estuarinas de Quelimane e Gazelas oferecem maior produtividade e diversidade de habitats, proporcionando uma rica oferta de nutrientes e abrigo, essenciais para o recrutamento e crescimento dos juvenis. Os estratos Quelimane e Gazelas, não apenas favorecem o acúmulo de matéria orgânica, mas também proporcionam áreas de desova e abrigo, que é favorável para a sobrevivência dos juvenis. Assim, as frequências mais altas observadas em Quelimane e Gazelas podem ser atribuídas a combinação de nutrientes disponíveis e a protecção oferecida pelos ambientes estuarinos, em contraste com as condições do mar aberto (Zalala).

Em relação aos padrões de crescimento os resultados indicando isometria nos estratos de Quelimane e Gazelas, são consistentes com a literatura que descreve esse padrão para camarões. Segundo alguns estudos, como o de Froese (2005), para muitas espécies de crustáceos, incluindo camarões, espera-se um crescimento isométrico quando a relação entre o comprimento e o peso é aproximadamente linear. Isso significa que o peso aumenta proporcionalmente ao cubo do comprimento, mantendo a mesma forma corporal à medida que crescem.

O presente estudo encontrou crescimento isométrico ($b = 1.40$ e $b = 1.41$) para *Fenneropenaeus indicus* em Quelimane e Gazelas respectivamente, corroborando com alguns estudos prévios (Nunes *et al.* 2011; Silva *et al.* 2012), onde encontraram um crescimento isométrico ($b = 1.31$) e ($b = 1.35$). Já em Zalala, o estudo observou crescimento alométrico positivo ($b = 2.23$), o que pode estar relacionado a melhor disponibilidade de alimento e condições ambientais favoráveis (Melo *et al.* 2013; Gomes *et al.* 2014).

O crescimento alométrico positivo observado no estrato de Zalala, onde o peso aumenta a uma taxa maior que o comprimento, pode ser comparado com estudos que discutem variações no crescimento alométrico dependendo das condições ambientais e da disponibilidade de recursos (Huxley, 1932; Kleiber, 1961).

Para *Metapenaeus monoceros*, o estudo encontrou crescimento isométrico ($b = 1.40$ e $b = 1.15$) em Quelimane e Gazelas respectivamente (Nunes *et al.*, 2011) que foi de $b = 1.33$ e $b = 1.29$ respectivamente. Por outro lado, em Zalala, foi observado um crescimento alométrico positivo, o que significa que o peso do camarão cresce mais rapidamente do que o comprimento.

Possivelmente, este tipo de crescimento pode estar relacionado com factores ambientais, como disponibilidade de alimento, qualidade da água, ou diferenças na temperatura e salinidade que possam favorecer o crescimento em peso (Silva *et al.* 2012). Essa variação demonstra a influência do ambiente nas características de crescimento da espécie, sugerindo que factores locais podem desempenhar um papel essencial na dinâmica de desenvolvimento dos camarões. É importante considerar essas variações regionais para o manejo adequado da espécie e a sustentabilidade da pesca.

O presente estudo também encontrou crescimento isométrico para a espécie *Parapenaeopsis sculptilis* em Quelimane e Gazelas. Este padrão de crescimento parece comum para esta espécie porque tem sido observado em outros estuários (Vieira *et al.* 2015; Barbosa *et al.* 2016). Contrariamente as outras espécies, o estudo registou crescimento alométrico negativo ($b = 0,339$), para *P. sculptilis* em Zalala, provavelmente devido ao alto teor de salinidade e variações da temperatura (Vieira *et al.*, 2015; Barbosa *et al.*, 2016).

Os valores médios de Kc para *F. indicus* em todos os estratos (0.095 e 0.105) foram considerados baixos, indicando que os camarões dessa espécie estão em condição corporal magra ou desnutrida. Essa constatação corrobora com os achados de Kuttikrishnan *et al.* (2008), que observaram valores de Kc entre 0.03 e 0.12 para juvenis de *F. indicus* em diferentes ambientes estuarinos na Índia. Das *et al.* (2015), por outro lado, encontraram valores de Kc entre 0.15 e 0.20 para juvenis da mesma espécie em um estuário no Bangladesh. A discrepância entre os resultados pode estar relacionada a factores como disponibilidade de alimento, qualidade da água e condições ambientais específicas de cada local. Portanto, os resultados deste estudo mostram um factor de condição inferior sugerido para os camarões (Froese *et al.*, 2005).

O Kc para *M. monoceros* apresentou variação entre os estratos amostrado sendo Quelimane com Kc ~0.988 que é condição média esperada de boa saúde e nutrição. Resultados similares já foram encontrados (Kc>) para juvenis de *M. monoceros* em ambientes estuarinos na Índia, associando-os a boas condições ambientais e disponibilidade de alimento (Kuttikrishnan *et al.* 2008). Em Gazelas Kc ~ 0,10, indicando uma condição abaixo da média, possivelmente magro ou desnutrida, sendo diferentes dos valores encontrados por Kuttikrishnan *et al.* (2008) na Índia e similares aos observados no estuário de Bangladesh (Das *et al.*,2015).

Todos os valores de Kc para *P. sculptilis* (0.076 e 0.102) foram baixos, indicando condição corporal abaixo da média esperada, magra ou desnutrida. Das *et al.* (2015) encontraram valores de Kc entre

0.15 e 0.20 para juvenis da mesma espécie em um estuário no Bangladesh, sugerindo que os valores observados no Estuário dos Bons Sinais podem estar abaixo do esperado para a espécie.

Nos estratos de Quelimane e Gazelas, os coeficientes de alometria foram de 1,40 e 1,41 para *Fenneropenaeus indicus* indicando um crescimento isométrico, mas apresentou um factor de condição de Fulton com valores de 0,09 e 0,10 apontando uma condição de mau estado nutricional, o que provavelmente deve estar associado a limitação de nutrientes devido a falta de alimento adequado, super exploração, desmatamento ou degradação dos habitats essenciais. Esses resultados se assemelham a estudos que identificaram crescimento isométrico em habitats com alimentos escassos, como observado por (Carvalho et al., 2007). No estrato Zalala, o coeficiente de alometria foi de 2,23 indicando um crescimento alométrico positivo, no entanto, o factor de condição de Fulton foi de 0,10 com uma condição nutricional abaixo da média, embora o crescimento seja expressivo, a qualidade nutricional do ambiente é limitada (Albertoni et al., 2003).

Em Quelimane e Gazelas, o *Metapenaeus monoceros* apresentou crescimento isométrico em ambos os locais, com coeficientes de alometria de 1,41 e 1,15, respectivamente, e em Zalala, exibiu crescimento alométrico positivo com coeficiente de 2,81, porém, a condição de saúde em Quelimane (0,988) indicando boa nutrição, enquanto em Gazelas (0,116) e Zalala (0,102), sugerindo a má nutrição. Esta condição possivelmente deve estar associada a stress ambiental como mudanças abruptas da temperatura e salinidade que impactam na alimentação, crescimento e desenvolvimento dos organismos (Beverton & Holt, 1957).

Em Quelimane e Gazelas, o *P. sculptilis* apresentou um crescimento isométrico com coeficientes de 1,67 e 1,56, um sinal de maior robustez, já em Zalala, *P. sculptilis* apresentou crescimento alométrico negativo (0,34), indicando que o comprimento aumenta mais que o peso, no entanto, o factor de condição foi baixo da média (0,076 e 0,067) reflectindo provável subnutrição, sugerindo que apesar do crescimento ser isométrico, os recursos disponíveis não são suficientes para manter um estado nutricional ideal.

Este estudo revela que o estuário dos bons sinais ainda é um habitat preferencial dos juvenis de camarão da família Penaeidae. Contudo, o grau de alometria e o factor de condição de Fulton revelam um estado nutricional preocupante das espécies, isto é, de magro ou malnutrição. Estes padrões de crescimento observado nos três estratos estudados, sugerem uma futura linha de investigação sobre os estados dos ecossistemas estuarinos para delinear os padrões de conservação dos ecossistemas e os recursos associados.

Capítulo VI: Conclusões e Recomendações

6.1. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos do estudo conclui-se que:

- ✓ A estrutura populacional mostrou que ao longo dos estratos a dominância foi de indivíduos jovens, a espécie *F.indicus* nos estratos (Q, G e Z) apresentou dominância de cerca de 80% (Lc <20mm), *M. monoceros* com 98% (Lc <20mm) e para *P. sculptilis* variou com 70% (Lc <20mm).
- ✓ O crescimento dos camarões mostrou uma tendência de crescimento variada nos diferentes estratos, com crescimento isométrico para as três espécies nos estratos (Q e G), alométrico positivo para as espécies (*F. indicus* e *M. monoceros*) no estrato (Z), e alométrico negativo para a espécie (*P.sculptilis*) no estrato (Z) .

$$y = a * x^b$$

- ✓ O Factor de condição de Fulton revelou um estado nutricional preocupante das espécies, apresentando-se em mau estado nutricional ao nível dos estratos, excepto a espécie *M. monoceros* no estrato (Q) que apresentou um bom estado nutricional.

6.2.Recomendações e sugestões

A partir dos resultados e conclusões obtidos do estudo sugere-se, futuras linhas de investigação e recomendações aos gestores dos recursos pesqueiros e ecossistemas aquáticos que promovam acções mais eficazes para a conservação das populações de camarão em Moçambique, particularmente no estuário dos bons sinais.

6.2.1. Aos gestores dos recursos pesqueiros e ecossistemas marinhos e costeiros:

- ✓ Recomenda-se a implementação de práticas de pesca sustentável nas comunidades locais para garantir que as populações de camarões sejam mantidas em níveis saudáveis e que a pesca não comprometa o recrutamento de juvenis.
- ✓ Intensificação da fiscalização, promovendo a educação ambiental e a sensibilização das comunidades locais sobre a importância da conservação dos ecossistemas estuarinos e dos recursos pesqueiros, incentivando práticas de pesca responsável e sustentável.
- ✓ O aumento do controle das artes usadas para a pesca (dimensões das malhas das redes usadas nas capturas) por serem ecossistemas sensíveis.

- ✓ Controle da poluição e degradação antropogénica dos ecossistemas estuarinos que se demonstram como berçários de juvenis de camarão.

6.2.2. Futuras linhas de investigação:

- ✓ Recomenda-se um estudo sobre relações ecológicas entre as espécies de camarão e o ambiente estuarino.
- ✓ Uma pesquisa sobre o efeito dos factores ambientais tais como salinidade, temperatura da água, disponibilidade de alimento e qualidade de habitat, no crescimento, distribuição e agregação das espécies de camarão.
- ✓ Estudos adicionais para entender as causas da baixa condição nutricional observada nas populações de camarões nos estratos Quelimane Gazelas e Zalala.

7.Referências bibliográficas

1. Albertoni, E.F., Santos, A.C.,& Oliveira, R.P. (2003). Avaliação do crescimento e condição nutricional de camarões em ambientes limitados. *Journal of Aquatic Ecology*, 34 (1),75-82.
2. Anker, A., Ahyong, S. T., Noel, P. Y., & Palmer, A. R. (2006). Morphological phylogeny of Alpheid shrimps: parallel preadaptation and the origin of a key morphological innovation, the snapping claw. *Evolution*.
3. Bauer, R. T. (2004). *Remarkable Shrimps: Adaptations and Natural History of the Carideans*. Oklahoma University press, norman.
4. Brinca, I. and I. Palha de Sousa (1984) - O recurso de camarão de águas pouco profundas 1984 *Rev. Inv. Pesq.* (9):45-60
5. Brinca, I. and I. Palha de Sousa (1984) - A study of growth of *Metapenaeus monoceros* (Fabricus) of Maputo Bay. *Rev. Inv. Pesq.* (11):77-101
6. Brito, A., Pena, A. (2007). Population Structure and Recruitment of Penaeid Shrimps from the Pungué River Estuary to the Sofala Bank Fishery, Mozambique. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*. 6 (2):147-158
7. Calazans, M. N., Silva, J. M. B., Soares, F. A. R.,... & Melo, J. O. (2021). Composition and abundance of shrimps in estuaries of northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 131(1), 1-12.
8. Carvalho, N.F., Silva, J.R., & Costa, L.M. (2007). Crescimento de *Fenneropenaeus indicus* em habitats com alimentos escassos. *Revista Brasileira de Biologia Marinha*, 57 (2), 145-152.
9. Dall, W., Hill, B. J., Rothlisberg, N. W., & Staples, D. J. (1990). The biology of the Penaeidae. *Advances in Marine Biology*, 27, 489 p. Academic Press
10. Das, M. K., De, S. C., & Mukhopadhyay, M. K. (2015). Seasonal variations in the condition and reproductive status of the Penaeid prawn *Penaeus indicus* in the Sundarbans, India. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 95(4), 811-820
11. De Sousa, Palha De L. (17.07. 2024). Distribuição e biologia das espécies de camarão de águas pouco profundas. Link to Item <http://hdl.handle.net/1834/32674>
12. Dornellas, E. J., Silva, F. M., Motta, D. G., Simões, C. B. e Sá, F. S. (2001). Ocorrência de *Macrobrachium olfersii* (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) em um Afluente do Rio Santa Maria da Vitória, em Santa Leopoldina, ES, Sudeste do Brasil, 9 (1): 19-26.
13. Dineshbabu, A. P., & Radhakrishnan, E. V. (2010). Size frequency distribution of *Metapenaeus monoceros* along the southwestern coast of India. *Journal of the Marine Biological Association of Índia*, 52 (2), 215-222.

14. Froese, R., Jakobsen, T., & Nielsen, T. (2005). FishBase. World Wide Web electronic publication. <https://www.fishbase.se/>
15. Fennessy, S. T., Robertson, W. D., & Grobler, R. (2001). Distribution and population structure of Penaeid shrimps in coastal waters of Mozambique. *South African Journal of Marine Science*, 23, 65-75
16. Garcia, L. C., & Wasielesky, J. W. (2016). Temperature effects on growth and survival of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* cultured in biofloc systems. *Aquaculture Research*.
17. Gayon, J. (2000). History of the concept of allometry. *American zoologist*, 40 (5), 748-758.
18. Gomes, M. A., Silva, M. S. B., Nobre, F. A. R., Melo, J. W., Bezerra, P. H. M., Silva, L. N., & Silva, C. E. O. (2014). Crescimento e reprodução de *Penaeus latisulcatus* (Crustacea, Penaeidae) em cultivo semi-intensivo em viveiros escavados no Nordeste do Brasil. *Aquaculture Research*, 45(11), 1729-1740.
19. Gulland, J. A., & Rothschild, B. J. (2012). *Penaeid Shrimp: Population Biology and Fisheries Management*. Springer Science & Business Media.
20. Hartnoll, R., Groves, S., & Williamson, K. (2002). Ecological relationships of penaeid shrimp in Tanzanian coastal waters. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 2(1), 57-65.
21. Kuttikrishnan, K., Poulouse, K. M., & Ravindranathan, M. H. (2008). Effect of salinity on the growth and survival of the prawn *Metapenaeus dobsoni*. *Aquaculture*, 180(1-2), 169-180.
22. Lalrinsanga, P. L., Vasagam, K. P. K., & John, B. A. (2014). Reproductive biology of *Metapenaeus monoceros* in estuarine ecosystems. *Indian Journal of Fisheries*, 61(2), 145-150.
23. Le Cren, E. D. (1951). The relationship between gonad size and body size in fish. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 28(3), 399-421.
24. Le Reste, L., Thomas, A., & Carleton, S. (2000). Biological characteristics and ecology of *Parapenaeus sculptilis* in the western Indian Ocean. *FAO Fisheries Technical Paper*, 391.
25. Macia, A. A., Ronnback, P., Troell, M. (2002). Os camarões Penaeídeos têm preferência por habitats de mangueais? Análise do padrão de distribuição na ilha de Inhaca, Moçambique.
26. Mansur, C. B., Hebling, N. J., Sousa, A. J (2005). Crescimento relativo de *Dilocarcinus pagi* e *Sylviocarcinus australis* (Decapoda: Trichodactylidae) no Pantanal do rio Paraguai. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 31 (2), 103-107.
27. Melo, B. S., Silva, A. P. F., Silva, C. E. O., Melo, A. P., & Matos, F. A. (2013). Relação peso-comprimento e factor de condição de camarões (*Farfantepenaeus paulensis* e *Litopenaeus schmitti*) em um estuário tropical. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 42 (3), 503-51

28. Melo, J. O., & Lana, P. C. (2006). Population dynamics of the shrimp *Metapenaeus monoceros* (Fabricius, 1798) (Crustacea, Penaeidae) in the Paraíba do Norte River estuary, northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66 (1), 189-200.
29. MIMAIP (2020). Plano de gestão da pescaria de camarão de superfície do banco de Sofala – 2021-2025. Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas, Moçambique.
30. Munga, C., Kimani, E. N., & Ogallo, L. (2012). Role of coastal habitats in the productivity and growth of Penaeid shrimps in Mozambique and Kenya. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 11 (1), 99-110.
31. Mohamed, K. S., & Rao, G. S. (2016). Growth and distribution patterns of Penaeid shrimps along the coast of India. *Indian Journal of Marine Sciences*, 45 (7), 123-135.
32. Nhantumbo, B. F. J. (2024). Efeitos das Alterações Climáticas na Redistribuição do Camarão Penaeidae na costa de Moçambique. Monografia científica, Universidade Eduardo Modlane.
33. Nalini, C. (1968). Observations on the maturity and spawning of *Metapenaeus monoceros* (Fabricius) at Cochin. *Indian Journal of Fisheries*.
34. Nunes, M., Pereira, P., & Santos, A. (2011). *Penaeus indicus* distribution and ecology in Mozambican mangrove ecosystems. *Marine and Coastal Fisheries Journal*, 12 (2), 45-60.
35. Nunes, J. A., et al. (2011). Relação peso-comprimento e factor de condição de camarões (*Farfantepenaeus paulensis* e *Litopenaeus schmitti*) em um estuário tropical. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 42 (3), 503-512.
36. Nunes, H. R (2007). Influência dos Fatores Salinidade, Temperatura, Intensidade Luminosa e Aeração Sobre a Taxa de Metamorfose de Náuplios Para Protozoa e Sobre a Qualidade das Larvas de *Litopenaeus vannamei*. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.
37. Pauly, D., & Ingles, J. (1999). Juvenile Penaeid shrimp and the shallow coastal habitats of Southeast Asia. *Fisheries Research*, 26 (1), 27-37. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(98\)00147-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(98)00147-5)
38. Penha, F. F., Silva, J. M. B., Soares, F. A. R.,... & Melo, J. O. (2019). Population dynamics of the shrimp *Penaeus monoceros* Fabricius (Crustacea, Penaeidae) in a tropical estuary, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 129(1), 147-157.
39. Petriella, A. M., Boschi, E. E. (1997). Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas em Argentina. *Invest. Mar., Valparaíso*, n. 25, p. 135-157.
40. Pickens, B., Carroll, R., & Taylor, C. (2021). Prever a distribuição do camarão Penaeid revela ligações entre os habitats marinhos estuarinos e offshore

41. Primavera, J. H. (1979). Notes on the courtship and mating behavior in *Penaeus monodon* Fabricius (Decapoda, Natantia). *Crustaceana*, 37, 287-292.
42. REPMAR (2020). Decreto que Aprova o Regulamento Geral da Pesca Marítima. Ministério das Pescas.
43. Sparre, P.; Venema, S. C. (1997). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1 - manual. FAO Fish Paper,.
44. Schlenker, L. S., Stewart, C., Rocha, J., Heck, N., & Morley, J. W. (15 de Maio de 2023). Environmental and climate variability drive population size of annual Penaeid shrimp in a large lagoonal estuary. Department of Biology, Coastal Studies Institute, East Carolina University, Wanchese, North Carolina, p. 1
45. Silva, J. M. B., Soares, F. A. R., Alves, F. G., & Melo, J. O. (2020). Population dynamics of the shrimp *Parapenaeus scuptilis* (Heeger, 1861) (Crustacea, Penaeidae) in a tropical estuary, Brazil. *Nauplia*, 28 (1), e2019003.
46. Silva, J. M. B., Soares, F. A. R., Lima, T. C. A., & Melo, J. O. (2008). Population dynamics of the shrimp *Penaeus monodon* Fabricius (Crustacea, Penaeidae) in a tropical estuary, Brazil. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366(1-2), 11-21.
47. Silva, J. M., et al. (2012). Crescimento e reprodução de *Penaeus latisulcatus* (Crustacea, Penaeidae) em cultivo semi-intensivo em viveiros escavados no Nordeste do Brasil. *Aquaculture Research*, 45 (11), 1729-1740.
48. Simango, X., Mutisse, J., & Mavimbe, J. (2019). Estudo da Dinâmica e Abundância Populacional de Camarões Penaeideos no Estuário dos Bons Sinais. Universidade Eduardo Mondlane. <http://aprender.esep.pt/index.php/aprender/article/download/139/125/245>
49. Sobrino, I., Silva, C., & Gordo, L. S. (2005). Length-frequency distribution and growth patterns of penaeid shrimps in the Gulf of Cádiz. *Fisheries Research*, 74 (1), 55-66.
50. Teikwa, E. D., & Mgaya, Y. D. (2003). Abundance and Reproductive Biology of the Penaeidae Prawns of Bagamoyo Coastal Waters, Tanzania. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.*, 2(2), 117–126.
51. Tembe, S. A. (2011). Estudo de aspectos biológicos e crescimento do camarão *Exopalaemon styliferus* (H. Mile Edwards, 1840) no estuário dos Bons Sinais, distrito de Quelimane, província da Zambézia. Tese de licenciatura. Universidade Eduardo Mondhane, Quelimane, p 28.
52. Yano, I., Kanna, R. A., Oyama, R. N., & Wyban, J. A. (1988). Mating behaviour in the penaeid shrimp *Penaeus vannamei*. *Marine Biology*, 97, 171-175

53. Zacharia, S., Kakati, V. S. (2004). Optimal salinity and temperature for early developmental stages of *Penaeus merguensis* De man. *Aquaculture*, 232 (2004) 373 – 382.

8.Anêxos e/ou Apêndices

Tabela 2: Relação peso-comprimento das espécies de camarão.

Extrato	Espécies	n (número de observações)	Lc (comprimento médio)	W(peso Médio)	R² (coeficiente de determinação)	Coeficiente de alometria (b)
Quelimane	<i>F indicus</i>	11446	14,94	3,17	0,65	1,40
	<i>M monoceros</i>	4285	14,62	3,09	0,65	1,40
	<i>P sculptilis</i>	1717	17,71	4,27	0,81	1,66
Gazelas	<i>F indicus</i>	695	16,81	4,99	0,61	1,41
	<i>M monoceros</i>	210	14	3,19	0,56	1,15
	<i>P sculptilis</i>	261	21,23	6,47	0,071	1,56
Zalala	<i>F indicus</i>	153	17,44	5,62	0,74	2,23
	<i>M monoceros</i>	22	15,5	3,81	0,66	2,81
	<i>P sculptilis</i>	10	28,3	24,6	0,01	0,33