



Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Curso de licenciatura em Biologia Marinha Aquática e Costeira

Trabalho de Culminação de Estudos II

(Variante: Investigação)

Estudo preliminar da estrutura populacional e relação comprimento-peso do camarão *Macrobrachium idae* (Heller 1962), Família Palaemonidae, no estuário do Rio Incomáti.

Autor: Miguel Aníbal Baimbai



Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Curso de licenciatura em Biologia Marinha Aquática e Costeira

Trabalho de Culminação de Estudos II

(Variante: Investigação)

Estudo preliminar da estrutura populacional e relação comprimento-peso do camarão *Macrobrachium idae* (Heller 1962), Família Palaemonidae, no estuário do Rio Incomáti.

Autor:

Miguel Aníbal Baimbai

Supervisores:

Prof^a. Doutora Daniela de Abreu

Licenciado Álvaro Vetina

Maputo, Outubro de 2023

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que o presente trabalho é fruto do meu esforço e dedicação, da minha inteira responsabilidade, e que a informação aqui contida reflete só e somente a verdade estando indicadas na bibliografia as fontes por mim consultadas, e tem como objectivo a obtenção do grau de licenciatura em Biologia Marinha Aquática e Costeira.

Maputo, 25 de Outubro de 2023

Autor

(Miguel Aníbal Baimbai)

Dedicatória

Dedico este trabalho a Deus, por ter me concedido a capacidade intelectual que me permitiram alcançar essa vitória, tendo plena convicção de que sem o seu mover não teria sido possível alcançar. Também dedico a minha fonte de inspiração e motivação, os meus estimados e louváveis Pais, (Aníbal Miguel Baimbai e Maria António Nhamunda), Irmãos (Florentina Aníbal Baimbai, Eunice da Carlota Aníbal Baimbai, Helder do Achino Aníbal Baimbai, Eva Mess Aníbal Baimbai e Valter Aníbal Baimbai), Sobrinhos (William de Clésio Cândido, Wagner Cândido), Tios (Joaquim Miguel e Lídia Mutemba) e Primos (Milton Sengo, Márcia Bai-Bai, Arla Bai-Bai, Kyumina Isabel Bai-Bai e Kim kateko Bai-Bai), que participam calorosamente deste meu processo evolutivo.

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero endereçar a minha gratidão a Deus todo-poderoso pelo dom da vida, saúde, proteção, direção, suporte e entendimento nesta longa caminhada. A minha família, (Aníbal Miguel Baimbai, Maria António Nhamunda, Florentina Aníbal Baimbai, Eunice da Carlota Aníbal Baimbai, Hélder do Achino Aníbal Baimbai, Eva Mess Aníbal Baimbai e Valter Aníbal Baimbai, William de Cléusio Cândido, Wagner Cândido, Joaquim Miguel, Lúcia Criasta Isac Mutemba, Milton Sengo, Márcia Bai-Bai, Arla Bai-Bai, Kyumina Isabel Bai-Bai, Kim Kateko Bai-Bai e Vera Malfo). Que amou-me incondicionalmente e atenciosamente cuidaram de mim e apoiaram-me em diferentes momentos. Aos meus avós, sobrinhos, tios e tias e primos pela compreensão das minhas ausências e por todo carinho oferecido. Amo-vos.

Agradeço aos meus supervisores Prof^ª. Doutora Daniela de Abreu e Licenciado Álvaro Vetina pelo apoio, críticas construtivas, toda atenção prestada, todo ensinamento e toda a prontidão na transmissão de conhecimentos durante todo o trabalho. Meu profundo agradecimento.

Aos docentes do Departamento de Ciências Biológicas (DCB) por terem dado o melhor de si para a transmissão dos conhecimentos, aos colegas de turma de (Biologia Marinha Aquática e Costeira - 2017 e 2018) e em especial Edson Mangane, Manuel Manuel, Idilson Tembe, Élio Bila, Danilo Nhamumbo e Ernesto Macau por terem suportado as minhas manias durante este período;

Aos meus queridos amigos Martinho Jamal, Jho Cumbucane, Osvaldo Cavele, David Chacufuna pela força e pelo companheirismo nos bons e maus momentos, e a todos que directa e indirectamente apoiaram-me nessa caminhada.

Agradeço a todos irmãos da igreja.

Enfim, a todos a minha sincera gratidão!

Resumo

A espécie *Macrobrachium idae* está distribuída na região do Indo-Pacífico Ocidental, da África Oriental às Filipinas, Nova Guiné e Austrália (Short, 2004). Abunda em áreas de planície, incluindo estuários (Nursyahrhan *et al.*, 2021). É uma espécie de interesse comercial capturada no Estuário do rio Inconmati, na Baía de Maputo, sobre a qual se sabe muito pouca informação.

Este trabalho teve como objectivo avaliar a estrutura populacional e relação comprimento-peso de *Macrobrachium idae* no estuário de Incomáti, a partir dos seguintes aspectos: Comprimento total, Composição de tamanho, Proporção sexual, Estágio de desenvolvimento e Relação peso-comprimento.

Captura das amostras de espécimes de *Macrobrachium idae* foi feita na época chuvosa e época seca do ano 2022 no estuário de Incomáti, usando a rede Fyke (armadilhas feitas com argolas de ferro) com tempo médio de imersão de 24 horas próximo à vegetação marginal. Os espécimes amostrados foram identificados, determinado o sexo e medidos.

Na época chuvosa foram analisados 162 espécimes, os machos representaram 22%, as fêmeas 62% e os sexualmente indiferenciados 17% da população. Na época seca, foram analisados 63 espécimes, os machos representando 29%, as fêmeas 32% e os sexualmente indiferenciados 40% da população.

Na época chuvosa assim como na época seca foram observados machos maiores que fêmeas.

Observou-se uma razão sexual diferente de 1:1, havendo desvio a favor das fêmeas ($p < 0,05$) na época chuvosa assim como na época seca.

As fêmeas não ovígeras apresentaram maior proporção que fêmeas ovígeras na época chuvosa assim como na época seca. Tanto na época chuvosa como na época seca ocorrem indivíduos sexualmente indiferenciados.

Quanto a relação comprimento-peso, machos e fêmeas na época chuvosa apresentaram crescimento do tipo alométrico positivo ($b > 3$), e tanto machos como fêmeas na época seca apresentaram crescimento do tipo alométrico negativo ($b < 3$).

Palavras-chave: *Macrobrachium idae*, Estrutura populacional, relação comprimento-peso, época seca e chuvosa, estuário de Incomáti.

Lista de Abreviaturas

Sigla	Designação
%	Porcentagem
Cc	Comprimento de carapaça
m	metro
Cm	Centímetro
Ct	Comprimento total
g	Gramma
mm	Milímetro
X ²	Teste Qui-Quadrado
U	Teste de Mann-Whitney
gl	Graus de liberdade
±	Erro padrão
P	Valor do Teste
Ln	Logaritmo natural
α	Nível de significância
R ²	Coefficiente de correlação

Índice de figuras

Figura 1: maior; D- terceiro pereiópode; E- dátilo e própodo do terceiro pereiópode (Yixiong e Peter, 2001).	7
Figura 2: Mapa da área de estudo incluindo a localização geográfica dos diferentes pontos de amostragem.	12
Figura 3: Rede Fyke. (fonte: "fyke Net" photos, royalty-free images, graphics, vectors & videos Adobe Stock)	14
Figura 4: Variação da população de <i>Macrobrachium idae</i> no estuário de Incomáti na época chuvosa e época seca do ano 2022.....	18
Figura 5: Distribuição da frequência relativa de comprimento total de <i>Macrobrachium idae</i> na época chuvosa (A) e na época seca (B) do ano 2022.....	19
Figura 6: Frequência de ocorrência de machos e fêmeas de <i>Macrobrachium idae</i> na época chuvosa e época seca do ano 2022.....	20
Figura 7: Relação comprimento-peso de camarão da espécie <i>Macrobrachium idae</i> capturados na época chuvosa, 8A - relação para machos e 8B - relação para fêmeas.	21
Figura 8: Relação comprimento-peso de camarão da espécie <i>Macrobrachium idae</i> capturados na época seca, 8C - relação para machos e 8D - relação para fêmeas.	22

Índice de Tabela

Tabela 1: Comprimento total (mm), média, \pm Erro padrão das categorias dos indivíduos colectados na época chuvosa e época seca de 2022.....	17
Tabela 2: Proporção sexual de <i>Macrobrachium idae</i> na época chuvosa e época seca, e teste Qui-quadrado. ($p < 0,05$ representa desvio significativo).....	19
Tabela 3: Tabela dos Testes de normalidade Kolmogorov-Smirnov de composição de tamanho (CT) de machos e fêmeas na época chuvosa e época seca.	37
Tabela 4: Tabela dos Testes de homogeneidade de variância de Levene de composição de tamanho (CT) de machos e fêmeas na época chuvosa e época seca.....	37

Índice

Declaração de Honra.....	i
Dedicatória.....	ii
Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Lista de Abreviaturas	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de Tabela.....	vii
1. Introdução.....	1
1.1. Problema.....	3
1.2. Justificativa.....	4
2. Objectivos.....	5
2.1. Geral.....	5
2.2. Específicos	5
3. Revisão Bibliográfica	6
3.1. Características Morfológicas da espécie <i>Macrobrachium idae</i>	6
3.2. Tamanho da espécie <i>Macrobrachium idae</i>	7
3.3. Ciclo da vida da espécie <i>Macrobrachium idae</i>	8
3.4. Distribuição Global da espécie <i>Macrobrachium idae</i>	8
4. Hipóteses	9
5. Área de estudo	10
6. Materiais e Metodologia.....	13
6.1. Lista de materiais	13
6.2. Metodologia	13
6.2.1. Amostagem	13
6.2.2. Processamento laboratorial	14
6.2.3. Análise de dados	15

7.	Resultados.....	17
7.1.	Estrutura populacional de <i>Macrobrachium idae</i> no estuário do Incomáti na época chuvosa e época seca.....	17
7.2.	Composição de tamanho entre machos e fêmeas	19
7.3.	Proporção sexual	19
7.4.	Frequências de fêmeas ovígeras e não ovígeras na época chuvosa e seca.....	20
7.5.	Relação comprimento-peso de <i>Macrobrachium idae</i> no estuário de Incomáti na época chuvosa e época seca.....	20
8.	Discussão	23
8.1.	Composição de tamanho entre machos e fêmeas	23
8.2.	Proporção sexual	23
8.3.	Relação comprimento-peso de <i>Macrobrachium idae</i> no estuário de Incomáti na época chuvosa e época seca.....	24
9.	Conclusão	25
10.	Recomendação	26
11.	Constrangimentos	27
12.	Referências Bibliográficas	28
13.	Anexos	36

1. Introdução

A costa de Moçambique apresenta uma diversidade de habitats, nomeadamente: praias arenosas, dunas costeiras, recifes de corais, estuários, baías, florestas e pântanos de mangal, tapetes de ervas marinhas, e com um comprimento de cerca de 2700km (Hoguane, 2007).

O Banco de Sofala e Baía de Delagoa são as duas maiores plataformas onde a maioria dos recursos pesqueiros estão localizados em Moçambique, e os principais recursos são: o camarão de águas pouco profundas (Banco de Sofala e na Baía de Maputo), os crustáceos de profundidade (no talude continental da zona centro e sul), o carapau e cavala (banco de Sofala), peixes demersais (zona sul e norte, incluindo o Banco de São Lázaro). A pesca artesanal ocorre em toda a costa, os principais recursos explorados são peixe, camarão, moluscos, e o potencial estimado de produtos pesqueiros é cerca de 310000 toneladas ao ano, e a pescaria artesanal e semi-industrial contribuem com mais de 50% (Hoguane, 2007).

O camarão é um dos principais produtos da pesca de Moçambique, devido ao elevado valor comercial. As espécies de camarão das águas profundas e pouco profundas são alvo da pesca artesanal, semi-industrial e industrial (WWF, 2017).

As populações de camarão de Moçambique encontram-se ameaçadas, apesar de terem sido historicamente abundantes. Esse facto coloca em risco os meios de subsistência e a biodiversidade, sendo os factores que contribuem para o agravamento desta situação a sobrepesca; pesca ilegal, não declarada e não regulamentada; captura acessória; mudanças climáticas e ameaças aos ecossistemas (WWF, 2017).

Em Moçambique existem três géneros da família Palaemonidae, nomeadamente: género *Macrobrachium*, *Nematopalaemon* e *Palaemon*, sendo o género *Macrobrachium* o mais importante (Fisher *et al.*, 1990).

Macrobrachium é um género de camarão de água doce e estuarino (Torati *et al.*, 2011). É amplamente distribuído a nível global, ocorrendo em diferentes regiões biogeográficas, abundando em regiões tropicais e subtropicais (New, 2002; Short, 2004; de Grave *et al.*, 2008).

Macrobrachium é um género que apresenta um total de 230 espécies (Andrade *et al.*, 2017). São altamente apreciados como alimento (Ukagwu e Deekae, 2016) e apresentam um elevado valor económico (Trijoko *et al.*, 2015; Fadli *et al.*, 2018).

Uma das características chamativas do género *Macrobrachium* é o aumento extremo do segundo par de pereiópodes nos machos, que em muitas espécies tende a ultrapassar o comprimento do corpo (Nursyahrhan *et al.*, 2021). O camarão desse género possui espinho hepático, porém não possuem espinhos supraorbitais e branquiostegais na carapaça, possuem rostró bem desenvolvido, comprimido e dentado (Jurniati *et al.*, 2021). Telson tem dois pares de espinhos dorsais e posteriores (de Grave *et al.*, 2011).

A espécie *Macrobrachium idae* nas suas características morfológicas possui dentes no rostró na parte superior e inferior, um número de 9-12 e 3-4 (Yusuf, 2006). Pode-se observar que o tórax possui cinco pares de pereiópodes, e os cinco segmentos do abdome distribuem cada um dos pereiópodes, sendo esses pereiópodes longos nos machos e curtos nas fêmeas (Nursyahrhan *et al.*, 2021). É nos pleópodes onde as fêmeas incubam seus ovos (Hadie *et al.*, 2001).

A espécie *Macrobrachium idae* está distribuída na região do Indo-Pacífico Ocidental, da África Oriental às Filipinas, Nova Guiné e Austrália (Short, 2004). Abunda em áreas de planície, incluindo estuários e água doce (Nursyahrhan *et al.*, 2021).

Macrobrachium idae apresenta um ciclo de vida e habitat muito complexo, apresentando uma vida larval muito longa com 12 estágios, de forma que qualquer perturbação de fatores ambientais pode ter um impacto negativo em sua sustentabilidade e podendo causar a extinção dessa espécie (Ho, 1976).

Pesquisas populacionais de crustáceos dão-nos informações importantes sobre a dinâmica das espécies e contribuem para a preservação da sua biodiversidade natural (Mantelatto e Barbosa, 2005). Sendo a descrição da estrutura da população e as relações morfométricas, alguns dos aspectos de extrema importância nestas pesquisas.

A estrutura populacional de uma determinada espécie, ou seja, o conjunto de suas características genéticas e demográficas, resulta da acção e das interações de uma série de mecanismos evolutivos e ecológicos (Martins, 1987).

Em estudos, uma das relações morfométricas mais comumente usada é a relação comprimento-peso que descreve o aumento em comprimento e o ganho em peso, ou é usada para estimar o peso médio quando apenas conhece-se o comprimento dos indivíduos (Queiroz *et al.*, 2007). A relação comprimento-peso fornece importantes resultados que descrevem o tipo de crescimento das populações estudadas (Schneider *et al.*, 2000; Rêgo *et al.*, 2008).

1.1. Problema

Macrobrachium é um gênero de camarão com importância econômica, e trata-se de uma boa fonte de proteína na dieta humana (Priti *et al.*, 2018), porém os camarões do gênero *Macrobrachium*, não são suficientemente estudados a nível global (Bowles *et al.*, 2000).

Com base na literatura existente para o gênero *Macrobrachium*, não é possível oferecer uma visão clara do estado actual de suas populações (Marcelo *et al.*, 2013). Com base nisso, sugere-se que a nível global tenha ocorrido uma redução das populações naturais (Mantelatto e Barbosa, 2005), apesar de não existirem dados estatisticamente confiáveis sobre o estado de cada uma dessas populações.

A sobrepesca, condições adversas, a falta de regulamentação e o conhecimento limitado sobre esses grupos tem limitado a sua conservação (Coviche *et al.*, 1999; Bauer, 2004). Pelo facto de não haver estudos populacionais de longo prazo em uma determinada região, não há elementos suficientes para regular sua exploração ou mesmo propor medidas de conservação com precisão (Marcelo *et al.*, 2013).

A nível global, a falta de informação sobre o *Macrobrachium* deve-se ao facto da sua pesca ser maioritariamente artesanal e informal, na maioria das vezes não organizada ou fiscalizada por parte das autoridades competentes, sendo frequentemente pesca de subsistência e na maioria dos países não existem registos fiáveis das capturas (Marcelo *et al.*, 2013).

A maior parte dos estudos sobre o camarão do gênero *Macrobrachium*, concentram-se em espécies que alcançam tamanhos maiores, e as espécies que alcançam tamanhos menores são menos estudados, como é o caso de *Macrobrachium idae*, o que futuramente pode levar a extinção desta espécie de camarão pela falta de informação sobre o estado da sua população (Winarni *et al.*, 2011).

Macrobrachium idae é uma espécie que ocorre no estuário de Incomáti, com elevada importância alimentar e econômica, porém a informação sobre a biologia, exploração, ocorrência, abundância e consumo da espécie no estuário de Incomáti é limitada. Entretanto, esse estudo é de extrema importância para a obtenção de informações científicas biológicas e ecológicas para a tomada de medidas de gestão da espécie em estudo. Este trabalho vai procurar dar resposta a questão: Qual é a estrutura populacional e relação comprimento-peso do camarão *Macrobrachium idae* (Heller 1962) no estuário do Rio Incomáti?

1.2. Justificativa

A nível global não tem sido feito registos ou monitoramento das espécies do género *Macrobrachium*, e na maioria das vezes não tem sido considerado no estabelecimento de planos de manejo devido à falta de dados confiáveis ou contínuos sobre as capturas (Marcelo *et al.*, 2013) e por causa da falta de informações claras ou suficientes, apenas suposições podem ser feitas com base no que acontece com outras pescarias (Jaquet e Pauly, 2007).

Após exaustiva revisão bibliográfica, notou-se que informação sobre a biologia, exploração, ocorrência, abundância e consumo da espécie *Macrobrachium idea* é bastante limitada para o estuário de Incomáti e no país no geral.

Geralmente qualquer população frequentemente explorada sem ter em consideração as medidas de conservação, acabam entrando em colapso (Pauly *et al.*, 2002).

Algumas das espécies de *macrobrachium* possuem alto valor econômico devido ao sabor, alto teor de proteína e apelo visual, sendo um produto de bom preço como alimento para consumo humano (Kent, 1995).

Na região do estuário de Incomáti, a espécie *Macrobrachium idae* tem importância alimentar e alto valor económico.

Portanto, devido a escassez da informação e da importância alimentar e económico da espécie *Macrobrachium idae*, este estudo é de extrema importância, pois, pesquisas sobre a estrutura populacional de uma determinada espécie tem grande contributo no conhecimento da biologia e ecologia no ambiente natural, sendo um instrumento de extrema importância no estudo de diferentes grupos, pelo facto de fornecerem informações da amplitude de tamanho alcançado pelos indivíduos de uma população (Hartnoll e Bryant, 1990; Begon *et al.*, 1996).

Por ser limitada a informação sobre a espécie *Macrobrachium idae* no estuário de Incomáti e no país em geral, esse estudo torna-se necessário para a obtenção de informações científicas da espécie que poderão ser usadas para posteriores estudos.

2. Objectivos

2.1. Geral

- Avaliar a estrutura populacional e relação comprimento-peso de *Macrobrachium idae* na época chuvosa e época seca no estuário de Incomáti.

2.2. Específicos

- Determinar a estrutura populacional de *Macrobrachium idae* no estuário do Incomáti na época chuvosa e época seca;
- Comparar a estrutura populacional de *Macrobrachium idae*, em termos de composição de tamanho entre machos e fêmeas, proporção sexual e estágio de desenvolvimento (sexualmente indiferenciados, machos, fêmeas e ovígeras) na época chuvosa e época seca;
- Descrever a relação comprimento-peso de *Macrobrachium idae* no estuário de Incomáti na época chuvosa e época seca.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. Características Morfológicas da espécie *Macrobrachium idae*

O género *Macrobrachium* é caracterizado pelo aumento extremo do segundo par de pereiópodes nos machos, que tende a ultrapassar o comprimento do corpo em muitas espécies e uma dessas espécies é *Macrobrachium idae* (Nursyahrhan *et al.*, 2021).

As espécies do género *Macrobrachium* apresentam variações fenotípicas em diferentes regiões pelo facto de estarem amplamente distribuídas em ambientes heterogêneos ou geograficamente isolados, onde são susceptíveis a apresentarem respostas variadas a diferentes influências ambientais (Schwander e Leimar, 2011).

Os machos da espécie *Macrobrachium idae* são totalmente desenvolvidos em relação as fêmeas, as fêmeas carregam ovos e possuem uma casca (em ambos os lados do esterno) que é um pouco macia e flexível (aparentemente endurecendo após a muda) (Johnson, 1962).

A espécie *Macrobrachium idae* apresenta microestruturas específicas, presentes na mesma área, tais microestruturas são: pequenos tubérculos arredondados, tubérculos triangulares, espínulos triangulares agudos oprimidos (Xuân e Tur, 2011).

Na sua característica morfológica a espécie *Macrobrachium idae* possui dentes no rostro sendo 9-12 na parte superior e 3-4 na inferior (Yusuf, 2006) (Figure 1), e também possui três dentes do rostro na parte superior e atrás da órbita (Holthuis, 1955). A espécie possui cinco pares de pereiópodes no tórax, sendo cada um distribuído pelos cinco segmentos do abdome e os pereiópodes são longos nos machos e curtos nas fêmeas (Nursyahrhan *et al.*, 2021). Pereiópode 2 é mais longo que o mero e delgado nos lados direito e esquerdo dos pleópodes, enquanto o pereiópode 2 da quela é tubérculo, sem pelos e sem dentes (Winarni *et al.*, 2011).

A espécie *Macrobrachium idae* apresenta um tegumento que é um pouco macio e flexível (especialmente nas laterais do córtex esternal de machos adultos totalmente desenvolvidos) (Xuân e Tur, 2011).

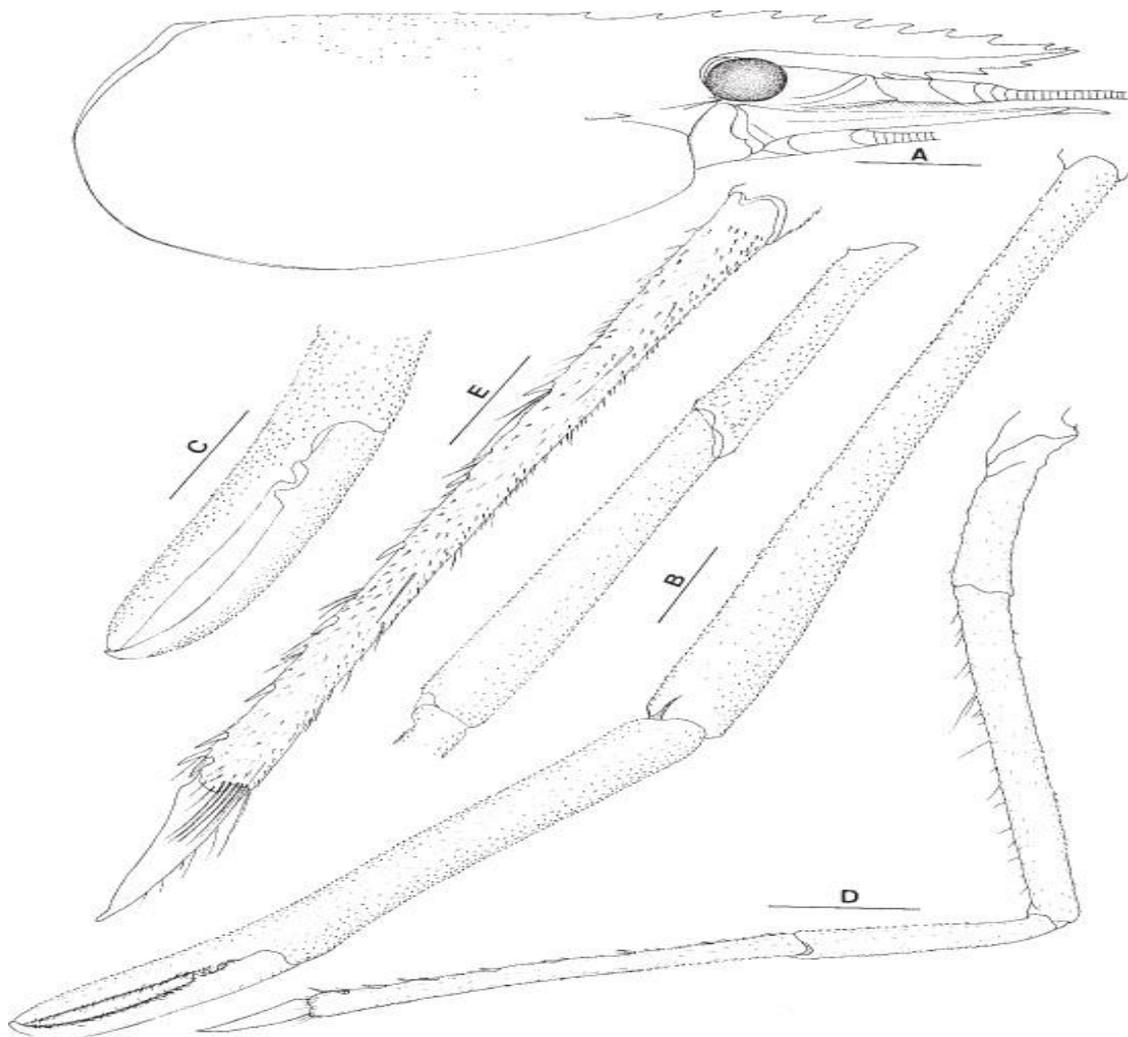


Figura 1: maior; **D-** terceiro pereiópode; **E-** dátilo e própodo do terceiro pereiópode (Yixiong e Peter, 2001).

3.2. Tamanho da espécie *Macrobrachium idae*

Macrobrachium idae é considerada uma espécie de tamanho médio. Machos adultos coletados em Phu Quoc (Golfo da Tailândia) apresentaram tamanho máximo de comprimento total (CT) de 102,5 mm e a fêmea que transportou maior quantidade de ovos apresentou comprimento total (CT) de 86,3 mm; a menor fêmea que carrega ovos apresentou comprimento total (CT) de 79,5 mm; Fêmeas de comprimento total (CT) de 84 mm podem transportar 9680 ovos e de comprimento total (CT) de 82 mm podem transportar 9405 ovos; Os ovos da espécie são relativamente pequenos podendo apresentar tamanhos de 0,45 mm x 0,55 mm e 0,40 mm x 0,58 mm (Xuân e Tur, 2011).

No estudo feito na Austrália observou-se que o maior macho adulto apresentou 27 mm de comprimento total (CT) e a maior fêmea apresentou 18,5 mm de comprimento total (CT); a

menor fêmea que carrega ovos com 10,5 mm comprimento total (CT); as fêmeas podem carregar de 500 a 3.000 ovos por ninhada (Short, 2004).

3.3. Ciclo da vida da espécie *Macrobrachium idae*

A espécie *Macrobrachium idae* apresenta um ciclo de vida e habitat muito complexo, é uma espécie euryhalina (tolera uma grande variação de salinidade), de 0 a 33%, os indivíduos adultos encontram-se em habitats de água doce, salobra e salgada, e as larvas também estão em água salgada, sendo assim uma espécie anfidroma (Xuân e Tu, 2011). A vida larval desta espécie apresenta 12 estágios, onde o desenvolvimento começa em 32,1 – 32,9%, porém completa a vida larval apenas em 90% da água do mar (Ho, 1976)

3.4. Distribuição Global da espécie *Macrobrachium idae*

A espécie *Macrobrachium idae* encontra-se distribuída na região do Indo-Pacífico Ocidental, da África Oriental às Filipinas, Nova Guiné e Austrália (Short, 2004). É muito abundante em áreas de planície, incluindo estuários e água doce (Xuân e Tu, 2011).

4. Hipóteses

- Nos crustáceos da água doce/estuário, até a fase da maturidade o crescimento é geralmente similar entre os sexos, depois dessa fase nas fêmeas o crescimento torna-se mais lento e com menor ganho em comprimento devido o prolongamento do período de muda, fazendo assim com que as fêmeas atingem menor tamanho que os machos na maioria dos crustáceos (Flexa *et al.*, 2005). O mesmo foi observado para a espécie de *Macrobrachium idae* num estudo feito nos rios Kawung e Luk Ulo na Indonésia (Winarni *et al.*, 2011). Com base nisso espera-se observar um crescimento diferenciado entre machos e fêmeas da espécie *Macrobrachium idae* no estuário de Incomati, ocorrendo machos com tamanhos maiores em relação as fêmeas.
- Entre os crustáceos são amplamente difundidas as proporções sexuais distorcidas por diferenças entre machos e fêmeas relacionadas a migrações sazonais, taxas de natalidade, mortalidade, longevidade e predação (Wenner, 1972). A maior proporção de fêmeas geralmente esta relacionada às fases do processo reprodutivo em que as fêmeas adotam um padrão de distribuição agregado nas áreas de reprodução, tornando-se mais vulneráveis a captura no momento da coleta amostral (Coelho e Santos, 1993), e tem sido proposto que a dominância de fêmeas pode ser uma estratégia reprodutiva para compensar a baixa fecundidade (Fransozo *et al.*, 2004). No gênero *Macrobrachium* foi observado uma proporção com desvio a favor das fêmeas em várias espécies, como *Macrobrachium olfersi* (Mossolin e Bueno 2002), *Macrobrachium jelskii* (Barros-Alves *et al.*, 2012), *Macrobrachium acanthurus* (Román e Campos, 1993), *Macrobrachium brasiliense* (Mantelatto e Barbosa, 2005), e com base nisso, espera-se no estuário de Incomati observar para *Macrobrachium idae* predominância de fêmeas em relação a machos.

5. Área de estudo

Os estuários são regiões dinâmicas diversas e complexas na zona de transição entre terra e mar (Markull *et al.*, 2014). São ecossistemas naturais mais frutíferos por fornecerem funções de grande importância e serviços ecológicos como habitat, proteção da costa, alimento para espécies migratórias e residentes, porto e fins recreativos (Kennish, 2002; Paerl, 2006). Os estuários recebem grande quantidade de nutrientes e poluentes derivados de atividades antrópicas, como efluentes agrícolas e industriais, por estarem situados nos trechos mais baixos da bacia (Paerl, 2006; Lillebo *et al.*, 2005).

O rio Incomáti ocupa uma área de cerca de 46.700 km² e é compartilhado entre Moçambique, a África do Sul e Suazilândia, sendo assim uma das bacias hidrográficas internacionais localizadas no canto sudeste da África (Khalili, 2007).

O Rio Incomáti tem ligação com 6 rios principais, sendo nomeadamente o rio Komati, Crocodile, Sabie, Massintonto, Uanetze e Mazimechopes (Khalili, 2007). Da nascente do rio Komati até a confluência com o rio Crocodile, a extensão total do rio Komati é de aproximadamente 450 km (NKomo e Zaag, 2003). A geologia da bacia do rio é caracterizada por rochas sedimentares, vulcânicas, graníticas, dolomíticas e depósitos quaternários e recentes (Carmo e Van, 2003).

O estuário do rio Incomáti localiza-se na costa leste da África no sul de Moçambique, nas Latitudes 25-43⁰S e 25-53⁰S e Longitudes 32-41⁰E e 32-44⁰E, com cerca de 40 a 50 km de comprimento, o estuário serpenteia dentro da planície costeira, e por uma duna de areia estreita é separada do oceano (Hoguane e António, 2016; Soko 2019; Hoguane *et al.* 2016).

O estuário apresenta uma forma tipo funil, resultado das laterais convergirem gradualmente a montante, e durante a maré alta a superfície da área da foz é de 9.000 m² com cerca de 0,1km de fator de inclinação (Hoguane e António, 2016; Soko, 2019).

O estuário do Incomati é classificado como negativo, porque a evaporação anual excede a entrada anual de água doce (Pritchard, 1967). Com base na sua geomorfologia é classificado como um tipo lagunar (Hoguane e António, 2016; Soko, 2019). O estuário do Incomati pode também ser classificado como um estuário misto a parcialmente misto com base em sua circulação de água, isso deve-se às reduzidas entradas de água doce e sua baixa profundidade (Dyer, 1997).

Na bacia do Incomáti, o clima apresenta variações com a mudança de localização da bacia, o clima é tropical quente a quente húmido (Hoguane e António, 2016; Soko, 2019). A precipitação média anual no Rio Incomati é de cerca de 735 mm, e com cerca de 1.900 mm de evaporação média anual (Leestemaker, 2000; JIBS, 2001), culminando em um défice crescente entre as chuvas e evaporação potencial e maiores demandas de irrigação na bacia (Sengo *et al.*, 2005).

No estuário de Incomáti a temperatura média mensal do ar varia entre 19^oC e 26^oC nos meses de Junho a Julho (inverno) e Janeiro e Fevereiro (verão) (Hoguane e António, 2016). Entre os meses de novembro a fevereiro onde geralmente ocorre a precipitação, sendo equivalente a cerca de 25% a 35% da evapotranspiração potencial e a precipitação anual varia entre 800 e 1000 mm (Hoguane e António, 2016).

A vegetação estuarina é dominada por uma floresta de mangal que cobre cerca de 5000ha na foz (Soko, 2019) algumas ainda em estado primitivo, enquanto outras estão fortemente degradadas (Hoguane e António, 2016). A vetação também é dominada por floresta de *Ubperenifolia* a subdecídua, com franjas de florestas sub-húmidas; Florestas Secundárias de *Trichilia emeica*, *Albizzia verticolor*, *A. Adiantipholia*, *Alfzelia quazensis*; formações hidrófitas compostas por *Phoenix reclinata*, *Syzygium cordatum*, *Voacanga*, com *Phragmites*, *Cyperus*, *Juncus*, *Pteridium aquilidum*. (Hoguane e António, 2016).

O Estuário do Incomáti contribui com água e serviços ecológicos para a população local, sendo também um importante local para colónias de aves aquáticas serem criadas (Sengo *et al.* 2005). O Estuário também contribui com cerca de 20% do camarão capturado na Baía de Maputo (Anon, 2001) e cerca de 24 espécies de peixes de água doce e estuarinos de significativo valor social e comercial existem no baixo rio Incomáti e no lago Chuáli, um dos grandes lagos naturais do baixo Incomáti (Leestemaker, 2000).

O rio Incomáti é de importância estratégica apesar de ser uma bacia relativamente pequena, essa importância deve-se ao facto de estar localizada em uma área de intensa pressão de desenvolvimento, o que resulta em uma demanda consideravelmente alta por seus recursos hídricos (Almeida, 2004).

No estuário do rio Incomáti também verifica-se a poluição proveniente de diferentes atividades como mineração, indústrias, agricultura que existem na bacia superior (Suazilândia e África do Sul) (Innocent e Thomas, 2019). Através das infiltrações, efluentes e escorrências, poluente provenientes das atividades antrópicas chegam ao estuário (Sengo, 2003).

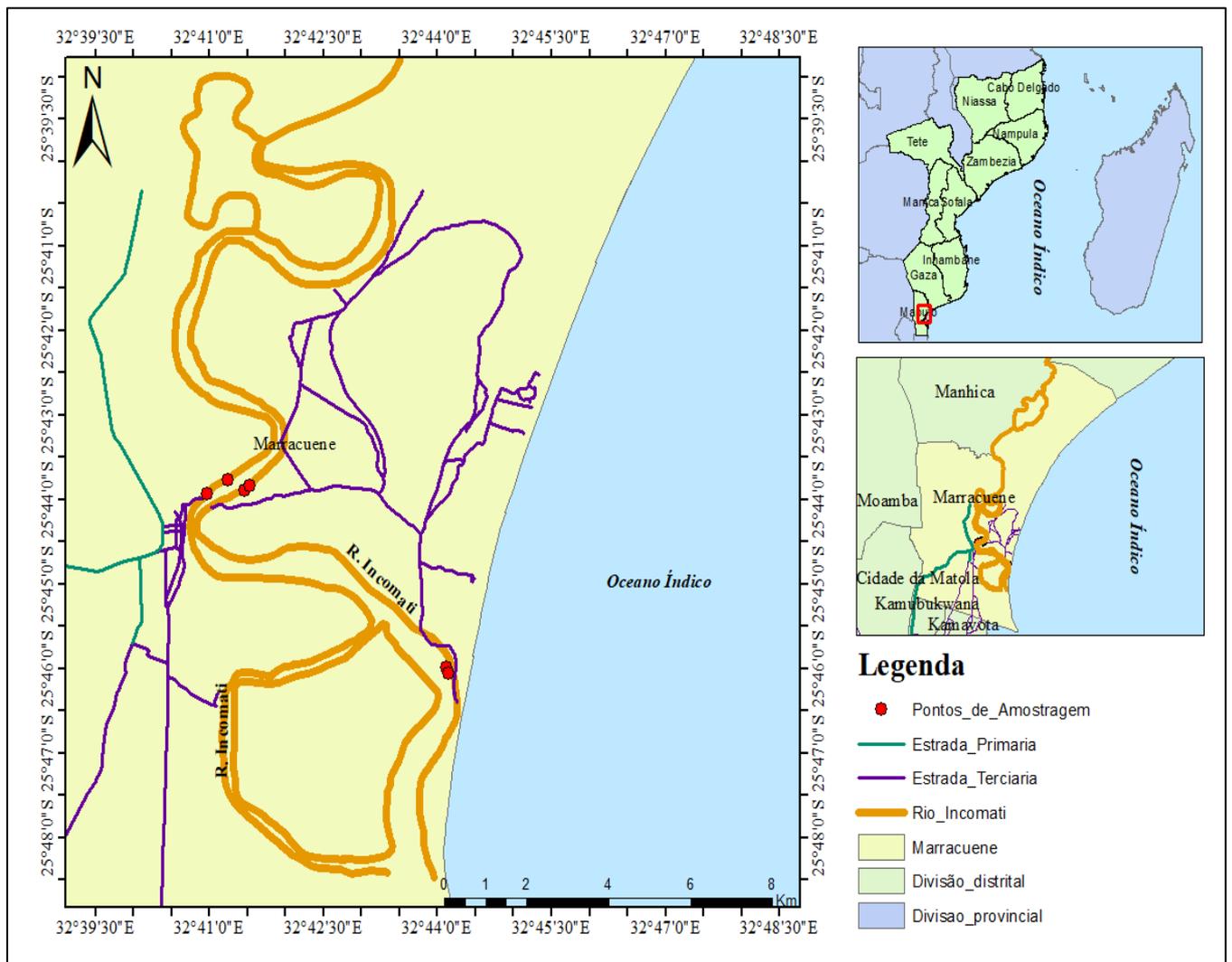


Figura 2: Mapa da área de estudo incluindo a localização geográfica dos diferentes pontos de amostragem.

6. Materiais e Metodologia

O estudo foi desenvolvido no estuário de Incomáti, e foi realizada amostragem aleatória na época chuvosa (março) e época seca (junho e agosto) do ano 2022. Em cada época foram amostrados 7 dias numa condição de maré viva.

6.1. Lista de materiais

- Rede Fyke (malha 10mm);
- Baldes plásticos;
- Sacos ziplocks;
- Congelador;
- Paquímetro manual;
- Balança analítica (com precisão de 0,01g);
- Bandeja;
- Pinça.
- Corda
- Faca
- GPS

6.2. Metodologia

6.2.1. Amostragem

Para a captura do camarão, foram usadas 6 redes Fyke (Figura 3), porém ao decorrer do tempo foram reduzindo o número de redes devido o furto que ocorria nos pontos de amostragem. A rede Fyke é um tipo de armadilha cilíndrica que apresenta uma série de aberturas em forma de funil que facilitam a entrada dos animais na armadilha, e também contem uma ou mais seções verticais de rede chamadas líderes, que se estendem da boca da rede e guiam-os nadando para dentro da rede. São consideradas equipamento de amostragem do tipo passivo porque dependem das espécies-alvo para encontrar e entrar na rede voluntariamente (Hubert, 1996; Argente, 2008).

A probabilidade de que os espécimes encontrem, entrem e sejam retidos dentro da rede até serem recuperados é o que influencia a eficiência e seletividade das redes fyke (Portt *et al.* 2006).

A rede Fyke apresenta um diâmetro de 0,9 a 2 m e comprimento de 3 a 4 m (Terán e Richard, 2004). Essa estrutura é unida a um pano de rede com uma malha de 10mm, com um comprimento de 14 m, uma largura de 2 m e apresentam flutuadores na parte superior e chumbo na parte inferior. Estas redes foram instaladas junto a margem próximo a vegetação marginal

em locais rasos (1m de profundidade), onde permitia com que o chumbo do painel de malha tocasse o fundo, para tornar a armadilha mais eficiente (Terán e Richard, 2004). As redes tiveram tempo médio de imersão de 24 horas.

Após o tempo indicado, as redes foram retiradas e os espécimes capturados foram imediatamente transferidos para baldes plásticos contendo água do local de coleta, acondicionados em sacos ziplocks etiquetados e foram transportados para o laboratório e mantidos em um congelador (Mantelatto e Barbosa, 2005; Silva *et al.*, 2019).

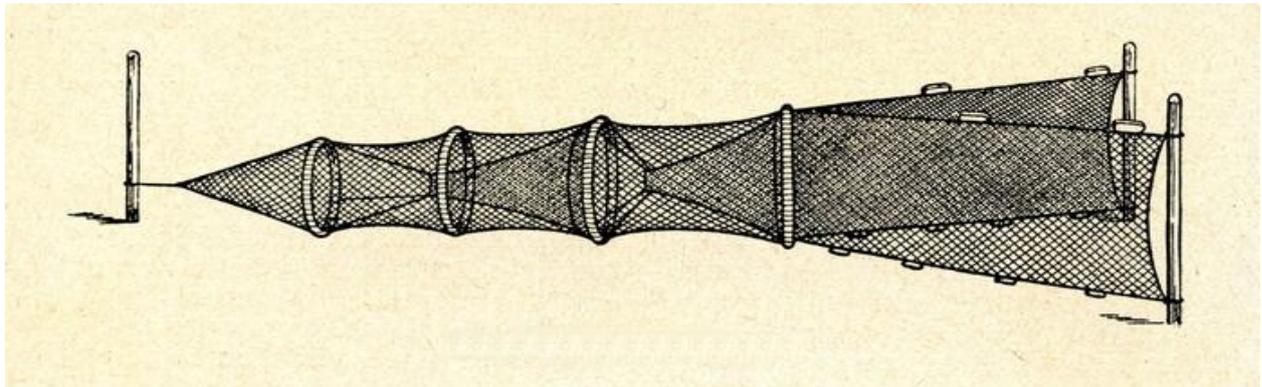


Figura 3: Rede Fyke. (fonte: ["fyke Net" photos, royalty-free images, graphics, vectors & videos](#) [Adobe Stock](#))

6.2.2. Processamento laboratorial

No laboratório, dos indivíduos colectados fez-se a identificação e determinação do sexo de cada indivíduo, identificados a partir da verificação da presença do apêndice masculino no segundo par de pleópodes, sendo deste modo agrupados em quatro categorias: sexualmente indiferenciados (indivíduos que não apresentaram caráter sexual secundário e que tiveram comprimento total menor que o da menor fêmea ovígera encontrada), machos, fêmeas não ovígeras e fêmeas ovígeras (Costa *et al.*, 2016; Rocha e Barbosa, 2017; Silva *et al.*, 2019). As fêmeas ovígeras foram identificadas pela presença de ovos aderidos aos pleópodes (Soares *et al.*, 2009).

Mediu-se o comprimento total (CT) e da carapaça (CC) em milímetros (mm), peso total em gramas (g) em sexos separados, sendo efetuada com o auxílio de um paquímetro manual, e o peso com o auxílio de balança analítica (com precisão de 0,01g) (Queiroz, *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2016).

Os dados obtidos no laboratório, foram transferidos para uma folha do Microsoft Office Excel 2016 de modo a criar uma base de dados e efectuar os cálculos referentes à estatística descritiva e inferencial.

Os espécimes pertencentes a cada categoria antes estabelecida na época chuvosa e época seca foram distribuídos em 16 classes de comprimento total (CT) de 7,0 mm de amplitude (CT) (de Mattos e Oshiro, 2009; Soares *et al.*, 2009; Costa *et al.*, 2016).

6.2.3. Análise de dados

Para responder ao objectivo de comparar a estrutura populacional de *Macrobrachium idae*, em termos de composição de tamanho (CT) entre machos e fêmeas na época chuvosa e época seca foi primeiramente testada a normalidade através do teste Kolmogorov-Smirnov, $\alpha = 0,05$ (Vanzolini, 1993) e a homogeneidade de variância. Os dados não apresentaram os pressupostos de normalidade para ambas épocas, na época chuvosa os dados apresentaram homogeneidade de variância, e na época seca os dados não apresentaram homogeneidade de variância (anexo 1), deste modo foi aplicado o teste não paramétrico U de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$) para comparar a estrutura populacional de *Macrobrachium idae*, em termos de composição de tamanho (CT) entre machos e fêmeas na época chuvosa e época seca.

Foi feito o teste Qui-quadro ($\alpha = 0,05$) para responder ao objectivo da comparação da proporção sexual para época chuvosa e época seca (da Silva *et al.*, 2010; Ukagwu e Deekae, 2016).

Os desvios nas frequências de fêmeas ovígeras e de não ovígeras na época chuvosa e época seca foram comparados pelo teste Qui-quadro ($\alpha = 0,05$) (Costa *et al.*, 2016).

Para responder ao objectivo de descrever a relação comprimento-peso de *Macrobrachium idae* no estuário de Incomáti, fez-se para a época chuvosa e época seca a relação comprimento-peso dos indivíduos, sendo o peso total a variável dependente (y), o comprimento total a variável independente (x) e o coeficiente alométrico (b) segundo a fórmula $y=ax^b$, os parâmetros dessa relação foram estimados após a transformação logarítmica dos valores de peso total e comprimento total através da equação: $\ln y = \ln A + B \ln x$, onde \ln é o logaritmo natural e obtendo-se pelo método dos mínimos quadrados os valores da constante de regressão (A) e do coeficiente de regressão (B) (Queiroz, *et al.*, 2007; da Silva, *et al.*, 2010).

Após a verificação da relação comprimento-peso na análise dos dados, através da equação $y = ax^b$, onde: y = peso total (g), x = comprimento padrão (mm), a = constante de

regressão relacionada com o grau de engorda e b = coeficiente angular relacionado com o tipo de crescimento da população (Caetano e Daniela, 2018), foi possível classificar, através do coeficiente alométrico (b), o crescimento em: alométrico negativo ($b < 3$) com maior acréscimo em comprimento, ou seja, a variável dependente (Y) cresce a uma taxa relativamente menor que a independente (X); alométrico positivo ($b > 3$) que significa um ganho maior em peso, quando a variável dependente (Y) cresce em uma taxa relativamente maior que a independente (X); e crescimento isométrico ($b = 3$), quando as partes morfométricas (X e Y) crescem de maneira uniforme ou com crescimento em comprimento equivalente ao ganho em peso (Rocha *et al.*, 2003; Rêgo *et al.*, 2008; da Silva *et al.*, 2010).

7. Resultados

7.1. Estrutura populacional de *Macrobrachium idae* no estuário do Incomáti na época chuvosa e época seca

Durante o presente estudo, na época chuvosa foram colectados um total de 162 indivíduos da espécie *Macrobrachium idae* na época chuvosa, sendo 35 machos, 100 fêmeas (sendo 24 das fêmeas ovíferas) e 27 indivíduos sexualmente indiferenciados. Deste modo, os machos representando respectivamente 22%, as fêmeas 62% e os Sexualmente indiferenciados 17% da população. Na época seca, foram colectados um total de 63 indivíduos, sendo 18 machos, 20 fêmeas (sendo 8 das fêmeas ovíferas) e sexualmente indiferenciados 25 indivíduos, os machos representando 29%, as fêmeas 32% e os Sexualmente indiferenciados 40% da população (Figura 4).

Na época chuvosa os machos apresentaram um comprimento médio de 107.2 ± 1.433 mm; nas Fêmeas o comprimento médio foi de 87.1 ± 0.808 mm e nos indivíduos sexualmente indiferenciados o comprimento médio foi de 56 ± 1.482 mm (Tabela 1).

Na época seca os machos apresentaram um comprimento médio de 121.1 ± 1.661 mm; nas Fêmeas o comprimento médio foi de 80.7 ± 6.085 mm e nos indivíduos sexualmente indiferenciados o comprimento médio foi de 34.8 ± 1.674 mm (Tabela 1).

Tabela 1: Comprimento total (mm), média, \pm Erro padrão das categorias dos indivíduos colectados na época chuvosa e época seca de 2022.

	Época chuvosa		Época seca	
	Comprimento máximo e mínimo total (mm)	Média de tamanhos (mm) \pm Erro padrão	Comprimento máximo e mínimo total (mm)	Média de tamanhos (mm) \pm Erro padrão
Sexo indiferenciado	66 - 39	56 ± 1.482	57 - 26	34.8 ± 1.674
Macho	128 - 87	107.2 ± 1.433	135 - 106	121.1 ± 1.661
Fêmea	117 - 68	87.1 ± 0.808	112 - 36	80.7 ± 6.085

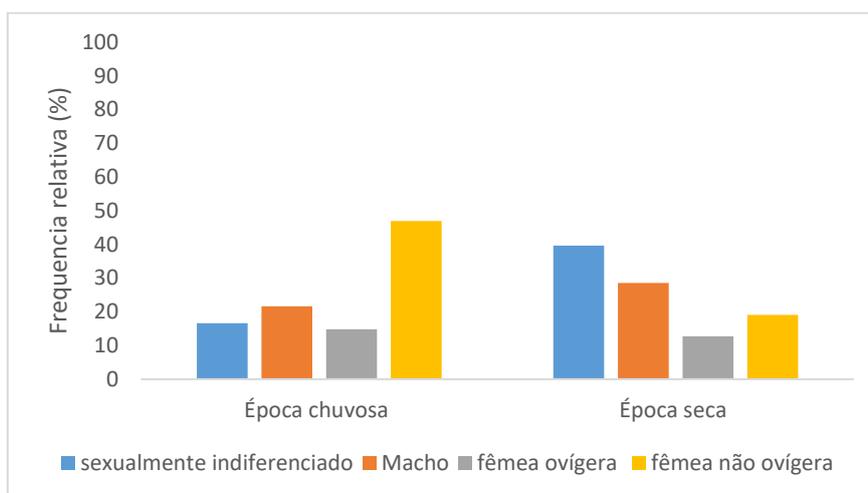
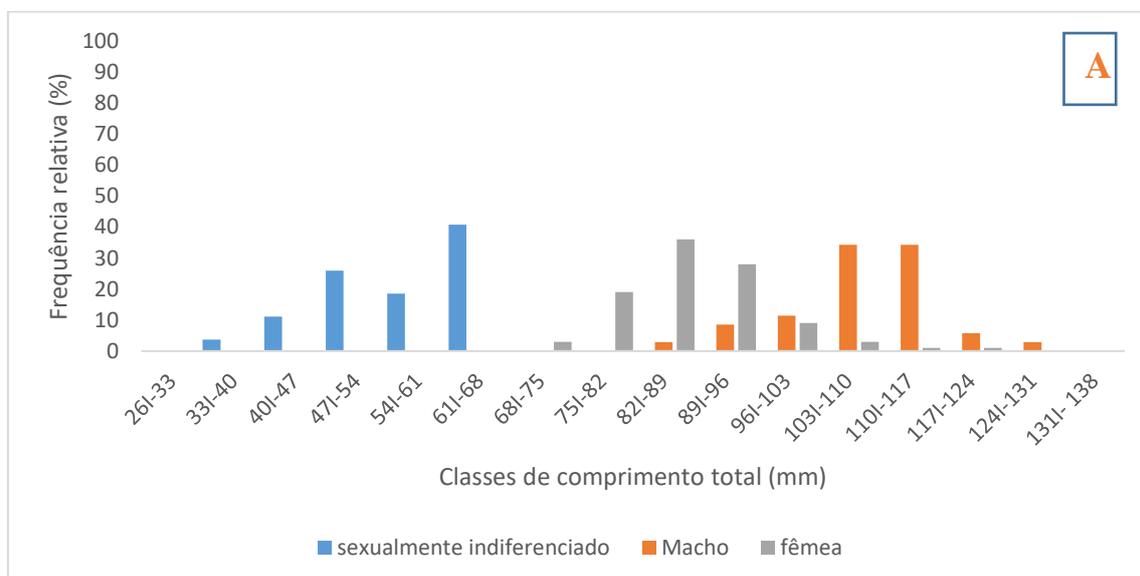


Figura 4: Variação da população de *Macrobrachium idae* no estuário de Incomáti na época chuvosa e época seca do ano 2022.

Em ambas épocas (chuvosa e seca) os indivíduos sexualmente indiferenciados estiveram representados nas classes iniciais de comprimento total (CT). Na época chuvosa apresentaram maior frequência ocupando o intervalo de 33 a 68 mm (Figura 5A), na época seca estiveram representados no intervalo de 26 a 61 mm (Figura 5B). Tanto na época chuvosa como na época seca os machos ocuparam as ultimas classes de comprimento total, observando-se na época chuvosa maior frequência no intervalo de 96 a 117 mm (Figura 5A), maior frequência de machos para época seca no intervalo de 117 a 131 mm (Figura 5B). As fêmeas na época chuvosa foram representadas no intervalo de 68 a 124 mm (Figura 5A), na época seca foram observados nas classes de 33 a 117 mm (Figura 5B).



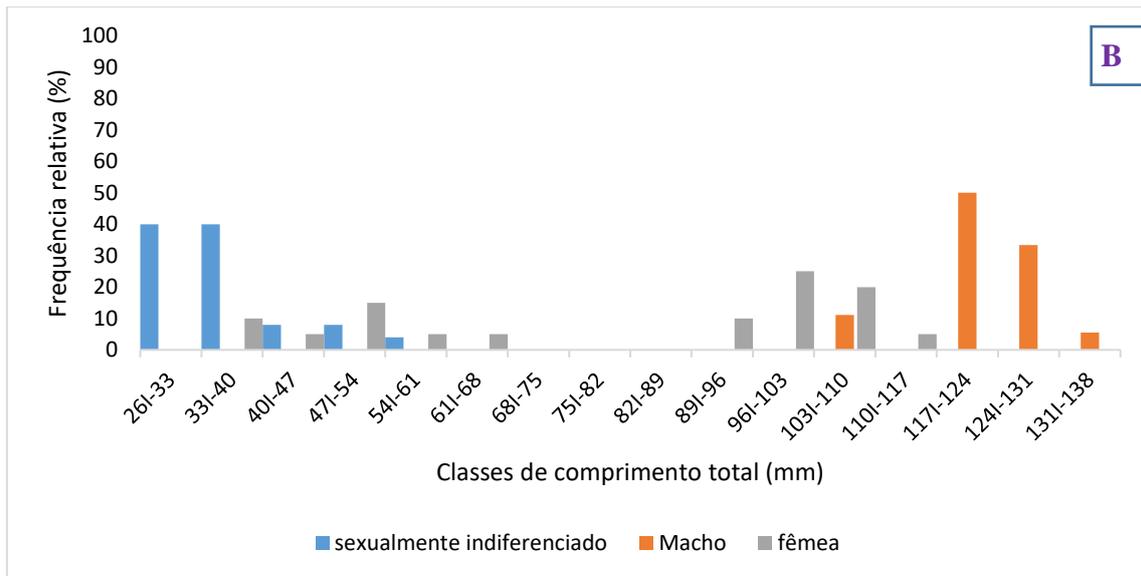


Figura 5: Distribuição da frequência relativa de comprimento total de *Macrobrachium idae* na época chuvosa (A) e na época seca (B) do ano 2022.

7.2. Composição de tamanho entre machos e fêmeas

Comparando a estrutura populacional de *Macrobrachium idae*, em termos de composição de tamanho (CT) entre machos e fêmeas, foi verificado uma diferença estatisticamente significativa entre os tamanhos dos machos e fêmeas em ambas épocas, observando-se machos maiores que fêmeas, sendo para a época chuvosa ($U = 196.000$, $p = 0.000$) e para a época seca ($U = 5.500$, $p = 0.000$).

7.3. Proporção sexual

A proporção sexual na época chuvosa e na época seca foi comparada, e observou-se que a proporção sexual apresentou desvios a favor das fêmeas tanto na época chuvosa como na época seca (Tabela 2) (Figura 6). Na época chuvosa foram analisados no total 135 indivíduos, sendo 35 machos e 100 fêmeas, observou-se uma diferença significativa na proporção sexual ($X^2 = 31.30$; $GL = 1$; $p = 0.0001$). Para a época seca foram analisados no total 38 indivíduos, sendo 18 machos e 20 fêmeas, e observou-se que não houve diferença significativa na proporção sexual ($X^2 = 0.1053$; $GL = 1$; $p = 0.7456$) (Tabela 2).

Tabela 2: Proporção sexual de *Macrobrachium idae* na época chuvosa e época seca, e teste Qui-quadrado. ($p < 0,05$ representa desvio significativo).

Épocas	Macho	Fêmea	Proporção sexual (M:F)	X^2
--------	-------	-------	---------------------------	-------

Época chuvosa	35	100	0,4:1	p = 0.0001
Época seca	18	20	0.9:1	p = 0.7456

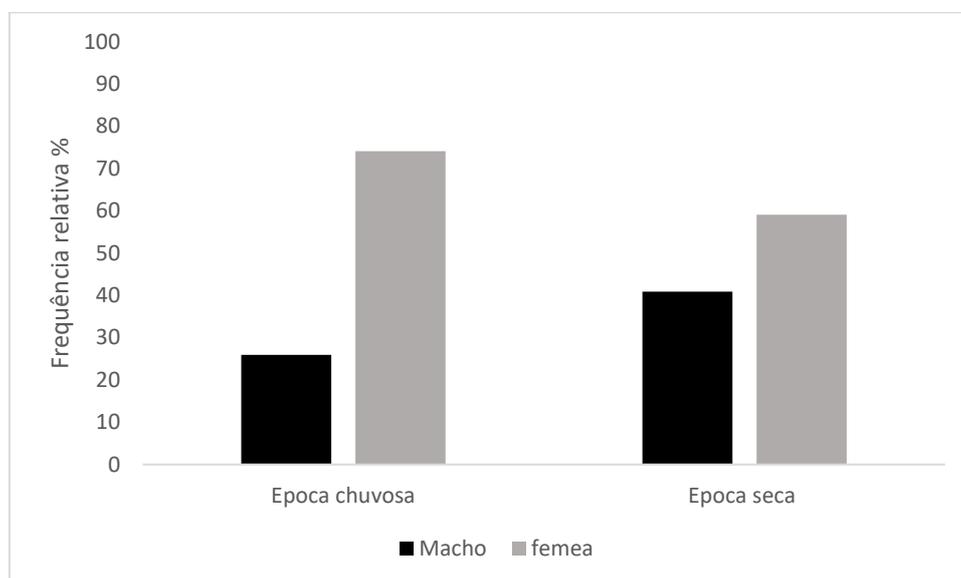


Figura 6: Frequência de ocorrência de machos e fêmeas de *Macrobrachium idae* na época chuvosa e época seca do ano 2022.

7.4. Frequências de fêmeas ovígeras e não ovígeras na época chuvosa e seca

As fêmeas não ovígeras na época chuvosa assim como na época seca apresentaram proporção maior em relação a fêmeas ovígeras, porém na época chuvosa houve desvio significativo ($X^2 = 27.04$; GL = 1; p = 0.0001). E na época seca o desvio não foi significativo ($X^2 = 0.8000$; GL = 1; p = 0.3711). Em todas as épocas (chuvosa e seca) foram verificados indivíduos sexualmente indiferenciados, sendo a maior frequência registrada na época seca (40%) (Figura 4).

7.5. Relação comprimento-peso de *Macrobrachium idae* no estuário de Incomáti na época chuvosa e época seca.

Na época chuvosa, a relação comprimento-peso apresentou o coeficiente de correlação de $R^2 = 0.7906$ para machos e de $R^2 = 0.7075$ para fêmeas. Sendo o peso representado pela variável dependente (Y) e o comprimento total representado pela variável independente (X), nos machos observou-se crescimento do tipo alométrico positivo ($b = 5.1487$) e nas fêmeas também observou-se crescimento alométrico positivo ($b = 5.1133$) (Figura 7A, 7B).

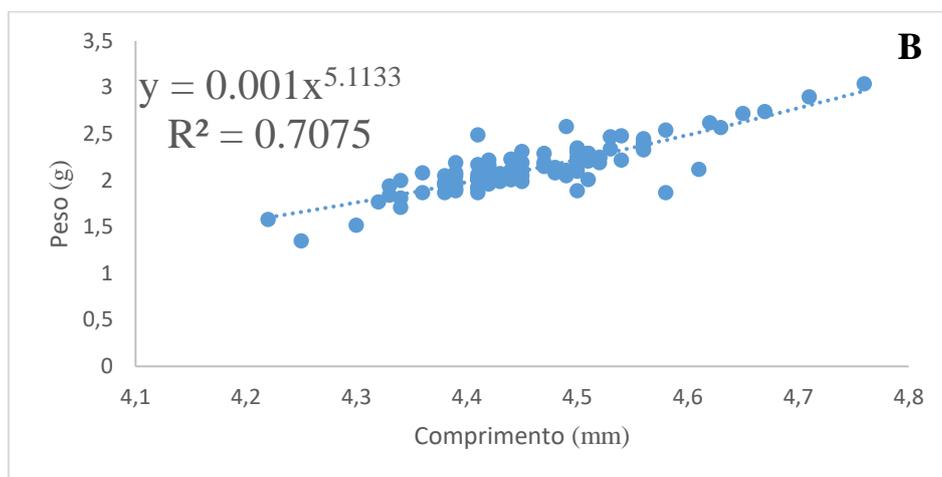
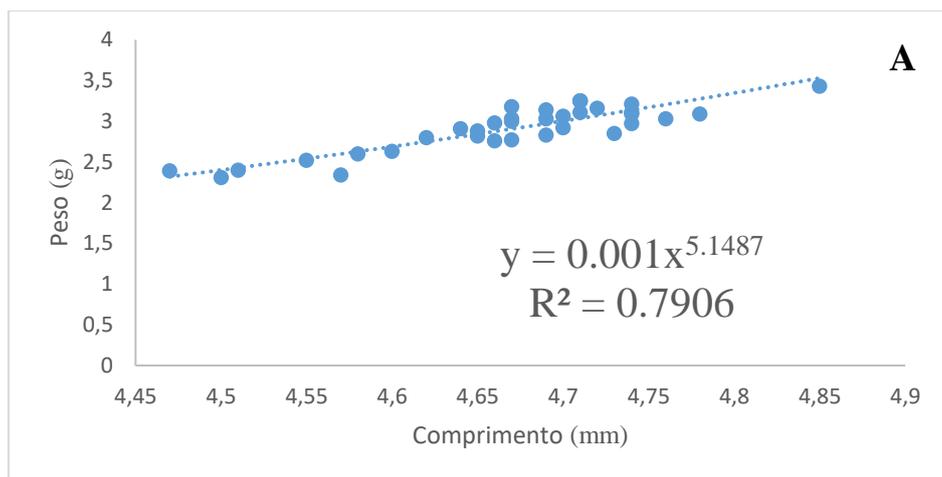
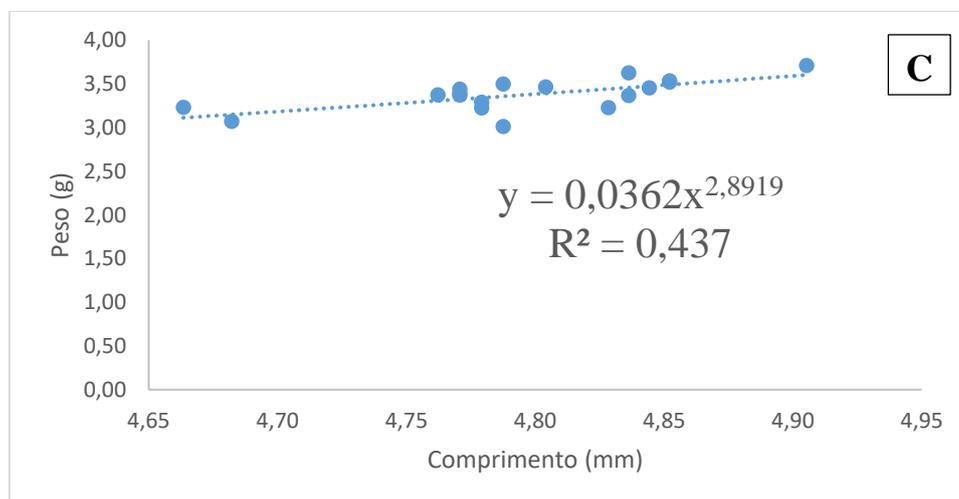


Figura 7: Relação comprimento-peso de camarão da espécie *Macrobrachium idae* capturados na época chuvosa, 8A - relação para machos e 8B - relação para fêmeas.

Na época seca, o coeficiente de correlação para machos foi de $R^2 = 0.437$ e para fêmeas foi de $R^2 = 0.9472$. observou-se um crescimento do tipo alométrico negativo para ambos os sexos ($b < 3$), sendo para macho ($b = 2.8919$) e para fêmea ($b = 2.7355$) (Figura 8C, 8D).



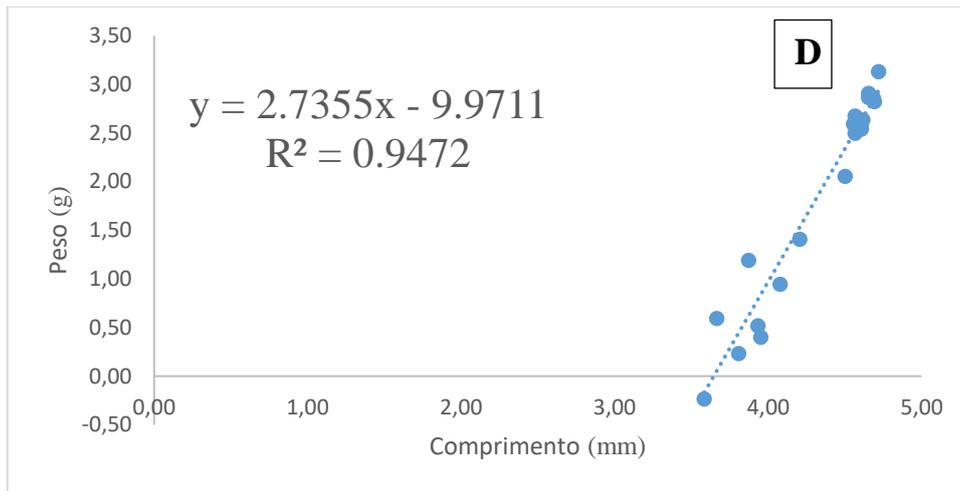


Figura 8: Relação comprimento-peso de camarão da espécie *Macrobrachium idae* capturados na época seca, 8C - relação para machos e 8D - relação para fêmeas.

8. Discussão

8.1. Composição de tamanho entre machos e fêmeas

A diferença no crescimento dos machos e fêmeas pode caracterizar a estratégia reprodutiva desenvolvida por ambos os sexos (Costa *et al.*, 2016). As fêmeas da espécie *Macrobrachium idae* no estuário do rio Incomáti tanto na época chuvosa como na época seca apresentam tamanho menor em relação aos machos, possivelmente pelo facto de haver maior canalização de energia por parte das fêmeas para a produção de oócitos, no período de incubação dos ovos (Alunno-Bruscia e Sainte-Marie, 1998), e devido o longo período de muda, que faz com que as fêmeas atinjam menor tamanho que os machos (Flexa *et al.*, 2005). Assim aceita-se a hipótese de que há um crescimento diferenciado entre machos e fêmeas da espécie *Macrobrachium idae* no estuário de Incomati, ocorrendo machos com tamanhos maiores em relação as fêmeas.

Também foi verificado fêmeas com menor tamanho em relação a machos da espécie *Macrobrachium idae* em diferentes estudos feitos, tendo como referência o estudo feito nos rios Kawung e Luk Ulo na Indonésia (Winarni *et al.*, 2011); estudo feito no Lago Tempe na Indonésia (Wahidah *et al.*, 2019) e o estudo feito no Vietnã (Xuân e Tur, 2011).

Os espécimes capturados no presente estudo apresentam um tamanho superior para fêmeas tanto para machos comparativamente aos apresentados por Xuân e Tur (2011) na Indonésia (macho - CT. 102,5 mm respectivamente) e por Short (2004) na Austrália (macho - CC. 27 mm, CC. 28,5 mm e fêmea- CC. 18,5 mm).

8.2. Proporção sexual

A ocorrência da proporção sexual diferente de 1:1 da espécie *Macrobrachium idae* no estuário do rio Incomáti na época chuvosa e na época seca, pode ser reflexo de diferentes condições ambientais e de predação, que de diferentes formas causam a mortalidade de indivíduos de cada sexo (Souza e Fontoura, 1996). As condições ambientais e bióticas (ecdises, predação, migração etc.) podem ter influenciado os desvios dos valores observados no presente estudo no estuário do rio Incomáti, favorecendo as fêmeas (Costa *et al.*, 2016, Silva 2002 e Silva *et al.*, 2007). Assim aceita-se a hipótese de que há predominância de fêmeas em relação a machos.

8.3. Relação comprimento-peso de *Macrobrachium idae* no estuário de Incomáti na época chuvosa e época seca.

De acordo com os resultados, machos e fêmeas na época chuvosa apresentaram crescimento do tipo alométrico positivo ($b > 3$), o que significa que a variação da massa corporal é proporcional ao comprimento total do indivíduo (Pereira *et al.*, 2019), e machos e fêmeas da época seca apresentaram crescimento do tipo alométrico negativo ($b < 3$), o que significa que a variação da massa corporal é inversamente proporcional ao comprimento total do indivíduo (da Silva *et al.*, 2010). O que mostra que as variáveis biométricas dos grupos da época seca que apresentaram crescimento do tipo alométrico negativo ($b < 3$), podem estar sendo influenciadas por vários factores como densidade populacional, disponibilidade de alimentos e factores abióticos característicos de cada ambiente, que interagindo entre si, poderão estar afectando os valores estimados da relação (da Silva *et al.*, 2010., Queiroz *et al.*, 2007).

Os resultados observados na relação comprimento-peso podem ter sido influenciados pela diferença significativa do número de indivíduos capturados em cada época de amostragem (época chuvosa e época seca), sendo o número de indivíduos da época chuvosa mais do que a metade da época seca (época chuvosa 162 indivíduos, época seca 63 indivíduos).

9. Conclusão

O presente estudo preliminar da estrutura populacional e relação peso-comprimento de *Macrobrachium idae* no estuário de Incomáti na época chuvosa e época seca permitiu concluir:

Os machos e as fêmeas na época chuvosa e época seca apresentam diferença no crescimento, sendo os machos maiores em tamanho que as fêmeas. Dos indivíduos da espécie *Macrobrachium idae* capturados no estuário de Incomáti tanto macho como fêmea apresentam tamanhos maiores em relação a camarões da mesma espécie capturados em outros países como a Austrália e Indonésia.

A razão sexual tanto na época chuvosa como na época seca é diferente de 1:1, e há predominância de fêmeas em relação a machos.

As fêmeas não ovíferas apresentam maior proporção que fêmeas ovíferas na época chuvosa assim como na época seca.

Tanto na época chuvosa como na época seca ocorrem indivíduos sexualmente indiferenciados, e verificasse que a frequência varia de uma época para outra como foi observado a maior frequência na época seca.

Na época chuvosa tanto machos como fêmeas apresentam crescimento do tipo alométrico positivo ($b > 3$) e na época seca apresentam crescimento do tipo alométrico negativo ($b < 3$).

10. Recomendação

Neste estudo pode-se observar que a espécie *Macrobrachium idae*, tem importância alimentar e alto valor económico na região do estuário de Incomáti.

Devido a escassez da informação, importância alimentar e económico da espécie *Macrobrachium idae*, sugere-se um estudo aprofundado da estrutura populacional, pois geralmente os estudos da Estrutura populacional ou Dinâmica da população têm sido anuais, com o objectivo de observar o comportamento dos aspectos biológicos das espécies na época chuvosa assim como na época seca (o que não foi possível neste trabalho por diversos factores). Num estudo mais aprofundado poderá também ser abordado aspectos relacionados a distribuição temporal e da biologia reprodutiva (ex: fecundidade e período reprodutivo) que não foram abordados nesse estudo.

Dando assim mais sustância para o desenho do plano de gestão da espécie *Macrobrachium idae* no estuário de Incomáti.

11. Constrangimentos

Na realização desse trabalho teve-se os seguintes constrangimentos: obtenção de informação referente a espécie *Macrobrachium idae*, por ser uma espécie com escassez de informação e pouco estudada a nível global e muito menos em África e especificamente em Moçambique; dificuldade em localizar pontos seguros para a montagem das redes no estuário de Incomáti por ser muito movimentado por pescadores, pastores de gado, cortadores de caniço e por causa dos furtos de redes que ocorreram no princípio da amostragem e a redução de número de redes de captura por causa do furto.

12. Referências Bibliográficas

- Alunno-Bruscia, M.B. e B. Sainte-Marie (1998). Abdomen Allometry, Ovary Development and Growth of Female Snow Crab, Chionoecetes Opilio (Brachyura, Majidae), in the Northwestern Gulf of St. Lawrence. Canadian Journal Fishery and Aquatic Science, 55: 459 - 477.
- Almeida, L (2004). The Keynote for Introducing the Main Characteristics of the Incomati Basin. (SADC).
- Andrade, K.S.P., M.S.L.C. Araújo., e J.L.S. Nunes (2017). New Records of Macrobrachium Spence Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae) from the Northern Coast of Brazil. Check List, 13(4): 379–390.
- Anon (2001). Transboundary Water Management as an International Public Good Development Financing 2000. A report prepared for the Ministry for Foreign Affairs of Sweden. Department for International Development Cooperation, Ministry for Foreign Affairs/Norstedts, Stockholm.
- Argente, F.A.T (2008). Fyke Net Operations in Manat River, Binmaley, Pangasinan. Pag 9, ResearchGate.
- Bauer, R. (2004). Remarkable Shrimps: Adaptations and Natural History of the Carideans. University of Oklahoma Press, Norman, 282 pp.
- Barros-Alves, S.D.P., A.C. Almeida., V. Fransozo., D.F.R. Alves., J.C.D. Silva and V.J. Cobo (2012). Population Biology of Shrimp Macrobrachium jelskii (Miers, 1778) (Decapoda, Palaemonoidea) at the Grande River at Northwest of the State of Minas Gerais, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, 24(3), 266-275.
- Begon, M., M. Mortimer e D.J. Thompson (1996). Population Ecology. A Unified Study of Animals and Plants. 3ª ed, 256p. London: Blackwell Science.
- Bowles, D.E., K. Aziz e C. Knight. (2000). Macrobrachium (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in the Contiguous United States: a Review of the Species and an Assessment of Threats to their Survival. J. Crust. Biol., 20(1): 158-171.
- Caetano, D.L.F e Daniela, R. J (2018). Peso-Comprimento e Fator de Condição Relativo de Bryconamericus iheringii em Riachos do Paranapanema. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (PR).
- Carmo Vaz, A. and P. van der Zaag, (2003). Sharing the Incomati Waters: Cooperation and Competition in the Balance, UNESCO - IHP Technical Document / PCCP Series Number 13. UNESCO, Paris.

- Coelho, P.A. e M.C.F, Santos, (1993). Época da Reprodução do Camarão Rosa, *Penaeus subtilis*, Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na Região de Tamandaré, PE. Boletim Técnico-Científico do CEPENE, 1: 57-72.
- Costa, T.V., L.A. de Mattos. e N.J.B. Machado (2016). Estrutura Populacional de *Macrobrachium amazonicum* em Dois Lagos de Várzea da Amazônia. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 42 (2): 281-293.
- Covich, A., M. Palmer e T. Crowl (1999). The Role of Benthic Invertebrate Species in Freshwater Ecosystems. Zoobenthic species influence energy flows and nutrient cycling. BioScience, 49(2): 119-127.
- Da Silva, T.C., J.S. Garcia., J.F Lima (2010). Relação Peso-Comprimento do Camarão Pitú, *Macrobrachium Carcinus* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) na Foz do Rio Amazonas. Dicente em Engenharia de Pesca. Macapá, Universidade do Estado do Amapá – UEAP.
- De Grave, S., Y. Cai., e A. Anker (2008). Global Diversity of Shrimps (Crustacea : Decapoda : Caridea) in Freshwater. Hydrobiologia, 595(1): 287–293.
- De Mattos, L.A e L.M.Y, Oshiro, (2009). Estrutura Populacional de *Macrobrachium potiuna* (Crustacea, Palaemonidae) no Rio do Moinho, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. Biota Neotrop., vol. 9, no. 1, Jan./Mar.
- Dyer, K.R (1997). Estuaries. A physical Introduction, 2ª ed. Wiley, Chichester, 195pp.
- Fadli, A., R. Binur e E.I.J.J. Kawulur (2018). Morphology Variation of *Macrobrachium lar* (Fabricius, 1798) Occuring in Rivers of Manokwari, West Papua, Indonesia. Hayati J. Biosciences, 25(1): 6–10.
- Fischer, W., I. Sousa., C. Silva., A. de Freitas., J. M. Poutiers., W. Schneider., T. C. Borges., J. P. Féral e A. Massinga, (1990). Guia de Campo das Espécies Comerciais Marinhas e de Águas Salobras de Moçambique. FAO, Roma.
- Flexa, C.E., K.C.A Silva., J.S. Arnaud., I.H.A. Cintra., V.M.S. Porto (2005). Morfometria do Camarão Cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no Município de Cameté/Pará. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 14. Fortaleza. Sociedade Brasileira de Engenharia de Pesca.
- Fransozo, A., F.D. Rodrigues., F.A.M. Freire and R.C. Costa (2004). Reproductive Biology of the Freswater Prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in the Botucatu Region, São Paulo, Brazil. Nauplius, 12(2), 119-126.

- Hadie L.E., W. Hadie e O. Praseno (2001). Geographical Distribution and Ecological Characteristics of Giant Prawns (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). The Proceedings of the Workshop on Giant Prawn Cultivation Research. Aquaculture Research Center. Jakarta, pp 48-55.
- Hartnoll, R.G. e A.D. Bryant (1990). Size Frequency Distributions in Decapod Crustacea. The quick, the dead, and the cast-offs. *Journal of Crustacean Biology*, 10: 14 – 19.
- Ho, N.N (1976). O Desenvolvimento Larval dos Camarões Equídeos *Macrobrachium* e *Macrobrachium sp.* (Decapoda : Palaemonidae), Criados em Laboratório. *Revista de Zoologia*. Anais da Sociedade Zoológica de Londres, 178: 15 - 55.
- Hogueane, A. M. (2007). Revista de Gestão Costeira Integrada: Perfil Diagnóstico da Zona Costeira de Moçambique., 7 (1): 69-82.
- Hogueane, A.M. e M.H.P. Antonio (2016). The Hydrodynamics of the Incomati Estuary- An Alternative Approach to Estimate the Minimum Environmental Flow. Researchgate, pp 289-300.
- Holthuis L. B., (1955). The Key to the Determination of *Palaemonidae* Genera and Subgenera. The *Palaemonidae* collected by the Sibolga Snellius Expedition with Remark on Other Species I. E. J. Brill, Leiden, 134 p.
- Hubert, W.A. (1996). Passive capture techniques. In Murphy, B.R.; Willis, D.W. (Eds): *Fisheries techniques*. 2nd edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Jacquet, J. and D. Pauly (2007). The Rise of Seafood Awareness Campaigns in an Era of Collapsing Fisheries. *Mar. Policy*, 31: 308-313.
- JIBS (2001). Joint Incomati Basin Study Phase 2. Consultec in association with BKS Acres. Final draft, April 2001, Maputo.
- Johnson, D. S. (1962). On a New Species of *Macrobrachium* (Decapoda: Caridea). *Crustaceana*, Vol.4, No.4: 307-310.
- Jurniati, J., D. Arfiati., A.M.S. Hertika e A. Kurniawan (2021). Morphometric-Meristic Characters and Length-Weight Relationships of *Macrobrachium mammillodactylus* (Thallwitz, 1892) Inhabiting Downstream of Rongkong Watershed, South Sulawesi, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*. 25(1): 91 – 110.
- Kennish, M. J. (2002). Environmental Threats and Environmental Futures of Estuaries. *Environmental Conservation*. 29: 78-107.

- Kent, G. (1995). Aquaculture and Food Security. Proceedings of the PACON Conference on Sustainable Aquaculture June, Honolulu, Hawaii, USA. Honolulu: Pacific Congress on Marine Science and Technology, 95: 11-14.
- Khalili, B. (2007). Monitoring of Incomati River Basin with Remote Sensing. Division of Water Resources Engineering Department of Building and Environmental Technology Lund University, Sweden. 7p.
- Leestemaker, J.H (2000). Revisão da Literatura Relevante sobre a Saúde do Rio Incomáti e seu Estuário. Eduardo Mondlane University, Maputo, Mozambique. 39–66 pp.
- Lillebo, A.I., J.M. Neto., I. Martins., T. Verdelhos., S. Leston., P.G. Cardoso., S.M. Ferreira., J.C. Marques and M.A. Pardal (2005). Management of a Shallow Temperate Estuary to Control Eutrophication: the Effect of Hydrodynamics on the System's Nutrient Loading. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 65: 697-707.
- Mantelatto, F.L.M. e L.R. Barbosa (2005). Population Structure and Relative Growth of Freshwater Prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, 17(3), 245-255.
- Marcelo, U.G.G., B.M. Felipe., V.V. Fernando e D.E.C. Luis (2013). Los Langostinos del Género *Macrobrachium* con Importancia Económica y Pesquera en América Latina: Conocimiento Actual, Rol Ecológico y Conservación. Lat. Am. J. Aquat. Res., 41(4): 651-675.
- Markull, K., J.D. Lencart., J.D. Silva., J.H. Simpson., , J.M. Dias., (2014). The Influence of the Maputo and Incomati Rivers on the Mixing and Outflow of Freshwater from Maputo Bay (Mozambique). Journal of Coastal Research. 70: 580-585.
- Martins, P.S (1987). Estrutura Populacional, Fluxo Gênico e Conservação " In Situ". IPEF, n.35, pp 71-78.
- Mossolin, E.C. and S.L.S. Bueno (2002). Reproductive Biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião. Journal of Crustacean Biology, 22(2), 367-376.
- New, M.B. (2002). Farming Freshwater Prawns: A Manual for the Culture of the Giant River Prawn, (*Macrobrachium rosenbergii*). Food and Agricultural Organization, Fisheries Technical Paper, 428:212pp.
- Nkomo, S and P. v. der Zaag, (2003). Equitable Water Allocation in a Heavily Committed International Catchment Area: the Case of the Komati Catchment.

- Nursyahrhan, N., K. Kariyanti., J. Jayadi., A. Yusuf e S. Wahidah (2021). Molecular Identification of the Freshwater Prawn *Macrobrachium idea* in Tempe Lake, South Sulawesi, Indonesia. AACL Bioflux, Vol 14, Issue 4.
- Paerl, W.H. (2006). Assessing and Managing Nutrient-Enhanced Eutrophication in Estuarine and Coastal Waters: Interactive Effects of Human and Climatic Perturbations. Ecological Engineering. 26: 40-54.
- Pauly, D., V. S. Christensen., T. Guénette., R. Pitcher., C. Sumaila., R. Walters., Watson and D. Zeller. (2002). Towards sustainability in world fisheries. Nature, 418(8): 689-695.
- Pereira, L. C., C.B. Salomão., J.M.S. de Souza., M.d.S. Veiga., M.L. Pereira e M.C. Ferreira (2019). Relação Peso-Comprimento do Camarão da Amazônia *Macrobrachium amazonicum* (heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) Capturado na Ilha de Santana, Santana, Amapá, Brasil. Congresso brasileiro de engenharia de pesca – xxi conbep 21 a 24 de outubro de 2019 manaus (am) – a capital brasileira da pesca e da aquicultura.
- Pritchard, D.W. (1967). What is an Estuary: a Physical Viewpoint? American Association for the Advancement of Science. 83: 3-5.
- Priti, R.P., D. Mitali and B. Tanmay (2018). A Study on the *Macrobrachium Bate*, 1868 (Crustacea: Decapoda:Palaemonidae) of Purba Medinipur District, West Bengal, India. Vol. 7(12), 1-7.
- Portt, C.B., G.A. Coker., D.L. Ming., R.G. Randall (2006). A review of fish sampling methods commonly used in Canadian freshwater habitats. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2604.
- Queiroz, J.A.C., A.C.S, Silva-Júnior., P.A.A, Trindade., R.S, Silva, J.C, Sá-Oliveira., R.N.P, Souto (2007). Relação Peso-Comprimento do Camarão Pitú, *Macrobrachium Carcinus* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) do Estuário Norte do Amazonas, Macapá-ap. ResearchGate.
- Rêgo, C. L., O.P. Pinese., P.A. Magalhães., J.F. Pinese (2008). Relação Peso-Comprimento para *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) e *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) (Characiformes) no Reservatório de Nova Ponte-EPDA de Galheiro, Rio Araguari, MG. Revista Brasileira de Zootecias, v. 10, n. 1, p. 13-21.
- Rocha, M.A., E.D.A. Ribeiro., I.Y. Mizubuti., L.D.F. DA Silva., A.B. Bignardi., A.R. Domingues (2003). Relações entre as Características de Crescimento na Tilápia (*Oreochromis nilotica*). Semina: Ciências Agrárias, v. 24, n. 1, p. 119-122.

- Román-Contreras, R e L.S. Campos-Lince, (1993). Aspectos Reproductivos y Aproximación a un Modelo de Crecimiento para una Población de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el Rio Palizada, Campeche, México. Boletim Ciências del Mar y Limnologia, v. 1, México.
- Schneider, J. C., P.W. Laarman., H. Gowing (2000). Length-Weight Relationships. In: Schneider, J. C. (Ed.). Manual of fisheries survey methods II: with periodic updates. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor, p. 1-16.
- Schwander T. e O. Leimar (2011). Genes as Leaders and Followers in Evolution. Trends in Ecology and Evolution 26(3):143-151.
- Sengo, D., A. Kachaphila, P. van de Zaag., M. Mul e S. Nkomo (2005). Valuing Environmental Water Pulses into the Incomati Estuary: Key to Achieving Equitable and Sustainable Utilization of Transboundary Waters.
- Sengo, D. J. (2003). Effects of Water Management in Incomati River Basin into Estuarine System: a Downstream Perspective of Socio-economic Demands from the Estuarine Services. MSc Thesis Water Management. UNESCO-IHE, Delft.
- Silva, K.C.A. (2002). Aspectos da Bioecologia do Camarão Cascudo, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1962) (Crustácea, Decapoda, Palaemonidae) no Município de Vigia-Pará-Brasil. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Centro Agropecuário, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Silva, M.C.N., F.L. Frédou., J.S.R. Filho (2007). Estudo do Crescimento do Camarão *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) da Ilha de Combú, Belém, Pará. Amazônia: Cia. and Desenvolvimento, v. 2, Belém, n. 4.
- Silva, R.C. et al (2019). Population Structure of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) in Miranda Hydroelectric Plant Reservoir, Araguari river, Minas Gerais, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, vol. 31, e 14.
- Soares, M.R.S., J.C.T. Almeida., L.M.Y. Oshiro and Y. Sato (2009). Estrutura Populacional de *Macrobrachium jelskii* (crustacea, decapoda, palaemonidae) na Represa de Três Marias e no Rio São Francisco, Mg, Brasil. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 13 a 17 de Setembro de 2009, São Lourenço – MG.
- Soko, M.I., T. Gyedu-Ababio (2019). Pollution Status of Incomati River Estuary Based on Meiofauna Analyses (Free-living Nematodes) in Maputo, Mozambique. Journal of Water Resources and Ocean Science. Vol.8, No.5, pp. 63-76.

- Soko, M.I (2019). The use of Free-Living Estuarine Nematodes as Pollution Indicators in the Incomati River Estuary, Mozambique. Submitted in accordance with the requirements for the degree of doctor of philosophy in the subject environmental sciences at the university of south Africa.
- Souza, G.D. e N.F. Fontoura, (1996). Reprodução, Longevidade e Razão Sexual de *Macrobrachium potiuna* (Müller,1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no Arroio Sapucaia, Município de Gravataí, Rio Grande do Sul. Nauplius, 4: 49 - 60.
- Short, J.W. (2004). A Revision of Australian River Prawns, *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). Hydrobiologia, 525:1-100.
- Terán, A.F and C.V. Richard (2004). Estrutura Populacional, Tamanho e Razão Sexual de *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no Rio Guaporé (RO), Norte do Brasil. Phyllomedusa 3(1):29-42.
- Torati, L.S., S. de Grave., T.J. Page e A. Anker (2011). Atyidae and Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Caridea) of Bocas del Toro, Panama. Check List, 7(6): 798–805.
- Trijoko., N.S.N. Handayani., A. Widianawati e R. Eprilurahman, (2015). Morphological and Molecular Characters of *Macrobrachium spp.* Biogenesis Jurnal Ilmiah Biologi, 3(1): 1–10.
- Ukagwu J.I e S. Deekae (2016). Sex Population Structure of *Macrobrachium Felicinum* and *Macrobrachium Vollenhovenii* in the Akor River, Ibere Ikwuano, Abia State. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 4(4): 19-23pp.
- Vanzolini, P.E. (1993). Métodos Estatísticos Elementares em Sistemática Zoológica. Hucitec, São Paulo, 130 p.
- Wahidah, A.P., S.I. Amrullah (2019). The Morphometric Characters of the *Macrobrachium idae* Population of Lake Tempe, Sulawesi, Indonesia. AACL Bioflux, Volume 12, Issue 6.
- Wenner, A.M (1972). Sex Ratio as a Function of Size in Marine Crustacea. *American Naturalist*, 106(949), 321-350.
- Winarni, E.T., A.E. Pulungsari e kusbiyanto (2011). Variasi Morfologi *Macrobrachium idae* asal sungai Kawung Kabupaten Banyumas dan Sungai Luk Ulo kabupaten Kebumen (Morphology Variations of *Macrobrachium idae* taken from kawung River in Banyumas Regency and Luk Ulo River in Kebumen Regency). Jurnal Pembangunan Pedesaan, Vol 11, hal. pp 29 – 36pp.

- WWF, (2017). Uma Pescaria Sustentável de Camarão para Moçambique. [WWF PT#Factsheet Moçambique.indd \(fishforward.eu\)](#). Consultado a 1 de Setembro de 2023.
- Xuân, N.V e và N.V. Tur (2011). The Biology of the Freshwater Prawn *Macrobrachium idae* (heller, 1862) in Phu Quoc Island, Vietnam. Khoa Thủy sản, Trường Đại Học Nông Lâm Tp.HCM.
- Yusuf, A (2006). Bioecology of Freshwater Shrimp (*Macrobrachium idae* Heller, 1862) in Tempe Lake, Wajo Regency. PhD thesis, Hasanuddin University Postgraduate Program, 85 pp.

Anexos

1. Testes de Normalidade e homogeneidade de variância

a) Composição de tamanho (CT) de machos e fêmeas na época chuvosa e época seca

Tabela 3: Tabela dos Testes de normalidade Kolmogorov-Smirnov de composição de tamanho (CT) de machos e fêmeas na época chuvosa e época seca.

	Kolmogorov-Smirnov		
	Estatística	gl	P
Época chuvosa	0.143	135	0.000
Época seca	0.196	38	0.001

Tabela 4: Tabela dos Testes de homogeneidade de variância de Levene de composição de tamanho (CT) de machos e fêmeas na época chuvosa e época seca.

	Teste de Levene			
	Estatística	gl1	gl2	P
Época chuvosa	0.004	1	133	0.948
Época seca	11.704	1	36	0.002