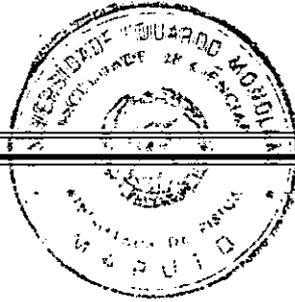


FRS 62

Albuquerque L
19.11.05



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

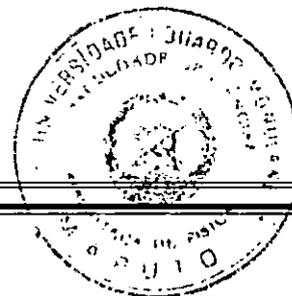
TRABALHO DE LICENCIATURA

**“INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO E ESCOAMENTOS DOS RIOS
NA ABUNDÂNCIA DO CAMARÃO NA BAÍA DE MAPUTO”**



AUTOR: CARLOS MARCOS BACAIMANE

Maputo, Julho de 2005



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

TRABALHO DE LICENCIATURA

**“INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO E ESCOAMENTOS DOS RIOS
NA ABUNDÂNCIA DO CAMARÃO NA BAÍA DE MAPUTO”**

AUTOR: Carlos Marcos Bacaimane

SUPERVISOR : Dr. Rui de Paula e Silva

CO - SUPERVISOR: Prof. Doutor António Hogueane

Maputo, Julho de 2005

Dedicatória

O presente trabalho em memória ao meu pai Zeca Bacaimane Mourinho Ncunga Tonga Chirenge. À minha mãe Minália Marcos Foguete Goba e aos meus irmãos Nascy, Sheila e Maninha.

Agradecimentos

Endereço os meus sinceros agradecimentos a todos os amigos e instituições que de uma maneira directa ou indirecta contribuíram para a realização deste trabalho.

Especial agradecimento:

Ao Prof. Doutor António Hogueane (Departamento de Física, UEM), pela supervisão prestada, e pela confiança que depositou em mim para a realização deste trabalho.

Ao Dr. Rui de Paula e Silva (Departamento do Ambiente Aquático, IIP), pela supervisão prestada, tempo disponível mesmo nos momentos inconvenientes, boa vontade demonstrada e apoio prestado nas diversas fases do trabalho. Pela maneira inteligente que tutorou o trabalho, respondendo por meio de perguntas, indicações de publicações apropriadas com palavras tais como: “.....Porque é que achas que deve ser assim,”.....” Lêia os seguintes livros.....,”.....Vá a biblioteca.....”;.....”Consulte o fulano”;.....”Cabeça é para pensar”.....” isto não é verdade se tiveres dúvidas consulte-me”, ...”já te perguntei esta questão”,.....”. Deste modo pude responder a questões levantadas por mim mesmo.

À dr^a. Verónica Dove (Departamento de Física, UEM), pelos primeiros “ bla - blas ” acerca do tema. Pela boa vontade demonstrada, apoio na provisão de artigos científicos, acima de tudo pelo apoio moral.

À todos professores do Departamento de Física com os quais estive directa e indirectamente ao longo do curso, especialmente à Dr. Saíde, Prof. Doutor Maphossa, Prof. Doutor Rogério, Dr. Chale, dr. Mavume, dr. Gilberto e ao dr. Cláudio. À todo o pessoal do Departamento de Física.

À minha mãe Minália, aos meus irmãos Nascimento, Sheila, Maninha, cunhada Dora, Fina, Anelka, Nelma, Dércio M., S. Patel, Jorge Weah, Daniel P. À todos os que me ajudaram e que não foram aqui mencionados o meu muito obrigado.

“Ndatenda Kunawense”

Declaração de Honra

Juro por minha honra que o presente trabalho é da minha autoria e que o mesmo teve uma assistência cabal dos meus supervisores. As ideias originais nele contida, são da inteira responsabilidade do autor.

Maputo, Julho de 2005

Carlos Marcos Bacaimane

Carlos Marcos Bacaimane

Lista de Abreviaturas

DNA -----	Direcção Nacional de Águas
<i>F.indicus</i> -----	<i>Fenneropenaeus indicus</i>
ind. esc.-----	índice de escoamento
ind esc. est. chuv ---	índice de escoamento na estação chuvosa
IIP-----	Instituto de Investigação Pesqueira
INAM-----	Instituto Nacional de Meteorologia
NE-----	-Noroeste
prec.-----	precipitação
prec. est. chuv-----	precipitação na estação chuvosa
Rend. -----	Rendimento
Rend. (kg/d)-----	Rendimento (kg/dias de pesca)
SE-----	Sudoeste
ton-----	toneladas

Lista de Figuras	Página
Figura 1. Ciclo de vida de Peneídeos do Género <i>Penaeus</i>	11
Figura 2. Área de estudo.....	13
Figura 3. Precipitação média mensal de Outubro a Setembro.....	19
Figura 4. Índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti.....	20
Figura 5. Capturas médias mensais da espécie <i>F.indicus</i>	21
Figura 6. Dias de pesca	22
Figura 7. Rendimento da espécie <i>F. indicus</i>	23
Figura 8. Capturas anuais de camarão (1965 – 2003).....	26
Figura 8a. Capturas anuais de camarão (1989 – 2003).....	27
Figura 9. Esforço de Pesca (1965 – 2003).....	28
Figura 9a. Esforço de Pesca (1989 – 2003).....	28
Figura 10. Rendimento da frota semi – industrial de camarão (1965 – 2003).....	29
Figura 10a. Rendimento da frota semi – industrial de camarão (1989 – 2003).....	30
Figura 11. Capturas de camarão da espécie <i>F.indicus</i> (1989 – 2003).....	31
Figura 12. Rendimento do camarão da espécie <i>F.indicus</i> (1989 – 2003).....	32
Figura 13. Rendimento médio anual de camarão e prec. total anual (1964 – 2003).....	33
Figura 14. Relação entre rendimento médio anual de camarão e a precipitação. total anual (1984 – 2003).....	34
Figura 15. Rendimento total de camarão e prec. est. chuv. (1984 – 2003).....	35
Figura 16. Rendimento médio anual do camarão da espécie <i>Fenneropenaeus indicus</i> e precipitação total (1984 – 2003).....	36
Figura 17. Rendimento médio anual do camarão da espécie <i>F.indicus</i> e precipitação na estação chuvosa (1984 – 2003).....	37
Figura 18. Índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti e rendimento total de camarão (1995 – 2003).....	39
Figura 19. Relação entre o rendimento total anual e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti (1995 – 2003).....	40
Figura 20. Índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa e rendimento total de camarão (1995 – 2003).....	41

Figura 21. Relação entre o rendimento total de camarão e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa (1995 – 2003).....	42
Figura 22. Índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti e rendimento de camarão da espécie <i>F.indicus</i> (1995 – 2003).....	43
Figura 23. Índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa e rendimento do camarão da espécie <i>F.indicus</i> (1995 – 2003).....	44

Tabela

Página

Tabela 1. Coeficiente de mortalidade total (Z)24

Anexos

- Anexo 1 – Captura e esforço da pesca semi-industrial de Camarão da Baía de Maputo (1965/2003).
- Anexo 2. Proporção das capturas (*F.indicus*) de Dengo e Govender – 1995/1997
- Anexo 3. Capturas total mensal (ton) -1995/2003 (pesca semi-industrial).
- Anexo 4. Capturas total mensal de camarão da espécie *F. indicus* (ton) – 1995/2003
- Anexo 5. Dias de pesca médios mensais na Baía de Maputo -1995/2003
- Anexo 6. Captura estimada da espécie *Fenneropenaeus indicus* -1984/2003
- Anexo 7. Precipitação média mensal na Baía de Maputo.
- Anexo 8. Escoamento médio mensal do rio Maputo em m³ desde 1995 a 2003.
- Anexo 9. Escoamento médio mensal do rio Incomáti em m³ desde 1995 a 2003.
- Anexo 10. Análise do modelo de regressão da precipitação média mensal.
- Anexo 11. Análise do modelo de regressão do índice de escoamento médio mensal dos rios Maputo e Incomáti.
- Anexo 12. Teste F para análise do modelo da regressão da curva de capturas e rendimento do camarão da espécie *F.indicus*.
- Anexo 13. Análise de regressão do modelo linear entre o rendimento total de camarão na Baía de Maputo e a precipitação total.
- Anexo 14. Análise de regressão do modelo linear entre o rendimento total de camarão na Baía de Maputo e a precipitação na estação chuvosa.
- Anexo 15. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento da espécie *Fenneropenaeus indicus* e a precipitação total.
- Anexo 16. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento da espécie *Fenneropenaeus indicus* e a precipitação na estação chuvosa.
- Anexo 17. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento total de camarão e o índice de escoamento total dos rios Maputo e Incomáti.
- Anexo 18. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento total de camarão e o índice de escoamento total dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa.
- Anexo 19. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento de camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti.
- Anexo 20. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento de camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa.

Resumo

A Baía de Maputo é uma zona estuarina onde a existência de mangais e de quantidades elevadas de nutrientes, é favorável ao desenvolvimento de recursos pesqueiros como por exemplo o camarão. No entanto, este recurso apresenta flutuações sazonais e interanuais que têm sido associadas à influência de factores ambientais, nomeadamente a precipitação e o escoamento dos rios.

No presente trabalho foram analisadas estatisticamente as séries temporais das condições ambientais, capturas de camarão, esforço de pesca e índice de abundância do camarão e depois foram testadas relações lineares entre o índice de abundância média anual do camarão capturado pela frota semi-industrial da Baía de Maputo e a precipitação e o escoamento dos rios Maputo e Incomáti.

Os resultados mostraram que as capturas do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* seguem um regime sazonal, com uma tendência exponencial negativa; os testes de regressão linear mostraram existir relações estatisticamente significativas entre o rendimento total de camarão e a precipitação total no ano anterior, assim como entre o rendimento total e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti. No entanto, as mesmas análises aplicadas à espécie *F. indicus* não mostraram existir relações lineares significativas entre os rendimentos e as condições ambientais.

Os modelos apenas explicam uma parte das flutuações do rendimento de camarão, pelo que se conclui-se que a abundância do camarão na Baía de Maputo não depende somente da precipitação e do escoamento dos rios, mas provavelmente também de outros factores bióticos, abióticos e esforço de pesca.

Os resultados obtidos são importantes, porque permitem-nos afirmar que a precipitação e o escoamento dos rios influenciam a abundância do camarão, o que poderá levar, depois de estudos mais aprofundados, usando modelos de regressão multipla para atingir a previsão das capturas com base nas flutuações daqueles factores ambientais, permitindo melhorar a gestão, não só deste tipo de pescarias, mas também das bacias hidrográficas que desaguam nestes ecossistemas.

Índice	Página
Capítulo I (Introdução e Objectivos)	
1.1 Introdução.....	1
1.2 Hipóteses.....	3
1.3 Objectivos.....	3
Capítulo II (Revisão Bibliográfica)	
2.1 Caudal Ecológico.....	4
2.2 Estuários.....	4
2.3 Floresta de Mangal.....	5
2.4 Historial da Pescaria de Camarão na Baía de Maputo.....	6
2.5 Descrição da Pescaria de Camarão na Baía de Maputo.....	8
2.6 Breve Descrição Biológica do Camarão da espécie <i>F.indicus</i>	10
2.7 Ciclo de Vida do Camarão.....	11
2.8 Habitat, Comportamento e Regime Alimentar.....	11
2.9 Descrição Geral da Área de Estudo.....	13
Capítulo III (Metodologia)	
3.1 Fonte de Informação.....	15
3.2 Análise das Séries Temporais.....	15
3.3 Análise das relações entre o rendimento do camarão e as condições ambientais.....	18
Capítulo IV (Resultados e Discussão)	
4.1 Variações Sazonais.....	19
4.2 Coeficiente de Mortalidade total (Z) da espécie <i>F.indicus</i>	24
4.3 Variações Interanuais.....	26
4.4 Análise das relações entre o rendimento do camarão e as condições ambientais.....	32
4.5 Análise da relação entre o rendimento do camarão e a precipitação.....	32
4.6 Análise da relação entre o rendimento do camarão e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti.....	38

Capítulo V (Conclusões e Recomendações)

5.1 Conclusões.....46
5.2 Recomendações.....47

Capítulo VI (Referências Bibliográficas).....49

Capítulo I

Introdução e Objectivos

1.1 Introdução

A Baía de Maputo é uma área associada a estuários, zonas ecologicamente importantes por ser muito produtiva. A existência de mangais e de quantidades elevadas de nutrientes, característica desta área, é favorável ao desenvolvimento de recursos pesqueiros (Hogwane e Dove, 2001).

A Baía de Maputo tem uma importância económica e histórica considerável e é onde as cidades de Maputo, a capital e maior cidade de Moçambique, e Matola, a maior zona industrial, se localizam. Em termos de problemas ambientais, os riscos que a cidade de Maputo representa para a baía, estão relacionados com a deficiente capacidade de colecta e tratamento dos resíduos domésticos que são drenados para a baía sem o adequado tratamento e a crescente pressão sobre os recursos costeiros que resulta na sobre-exploração de alguns recursos, sobretudo os recursos pesqueiros e florestas costeiras (Dové, em preparação).

A indústria pesqueira têm uma grande importância no desenvolvimento do país contribuindo com cerca de 40 % para a economia nacional (Suluda, 2001) na geração de receita em divisas, na produção de alimentos e na criação de emprego.

O principal recurso pesqueiro de Moçambique é o camarão de superfície que ocorre a profundidades inferiores a 70 metros e em que as principais espécies são o camarão branco, *Fenneropenaeus indicus*, e o camarão castanho, *Metapenaeus monoceros*, cujas zonas de ocorrência são o Banco de Sofala e a Baía de Maputo (Brinca e Palha da Sousa, 1984). Na Baía de Maputo, o camarão é explorado pelas frotas semi-industriais, artesanal e por um grupo considerável de pescadores sem barcos – recolectores (Dengo e Govender, 1999).

O rendimento das capturas de camarão de águas pouco profundas na Baía de Maputo apresenta flutuações sazonais assim como flutuações interanuais. Estas variações podem ser devidas a várias razões, tais como abundância do camarão, esforço de pesca, técnicas de pesca e factores ambientais. Um dos factores ambientais que pode influenciar nas variações das capturas é a flutuação da

salinidade da água, isto é, a influência da água doce proveniente da precipitação e do escoamento dos rios.

No estudo realizado sobre a pescaria do camarão no mundo no período desde 1971 a 2002 por Shatz (2000), observou – se uma tendência crescente nas capturas mundiais, em que no ano 2000 foi atingida a cifra mais alta em termos de capturas, acima de 3 milhões de toneladas. Este desenvolvimento aparente das capturas mundiais esconde as flutuações que ocorrem na pescaria deste recurso. As variações ou flutuações são consequências de mudanças na estratégia de pesca dos maiores países pesqueiros ou na diminuição da abundância do recurso devido à sobrepesca (exploração excessiva), mas noutros casos são reflexos de variações naturais ligadas a fenómenos naturais como por exemplo a precipitação.

Hildebrand e Gunter (1953) referem que a precipitação tem uma relação directa nas capturas de camarão no Texas; por outro lado, Staples (1985), Gammelsrød (1992 a,b) e Gammelsrød e Hogue (1995) referem que o escoamento dos rios fornece nutrientes e estimula o recrutamento dos juvenis nas áreas dos mangais para o alto mar .

O presente trabalho tem como objectivo estudar a influência da precipitação e do escoamento dos rios nas diferentes fases do ciclo de vida do camarão como por exemplo o recrutamento. O conhecimento da relação existente entre os factores ambientais, tais como a precipitação e o escoamento dos rios, e a ocorrência e abundância do camarão, pode contribuir como uma fonte importante para a gestão do camarão da Baía de Maputo, mas também pode ajudar a interpretar a distribuição do camarão e suas épocas de maior ocorrência para a pesca noutras regiões do mundo.

Para realizar este estudo são testadas duas hipóteses principais:

1.2 Hipóteses

- a) As flutuações sazonais do índice de abundância (captura por unidade de esforço) do camarão branco, *Fenneropenaeus indicus*, na pescaria semi-industrial da Baía de Maputo, reflectem o ciclo anual da precipitação e do escoamento dos rios.

- b) As flutuações interanuais do índice de abundância do camarão branco, *Fenneropenaeus indicus*, na pescaria semi-industrial da Baía de Maputo, têm uma relação linear com os valores da precipitação e do escoamento dos rios.

1.3 Objectivos

Geral

O presente trabalho tem como objectivo geral estudar a influência da precipitação e do escoamento dos rios na abundância do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* na Baía de Maputo.

Específicos

- a) Estudar as séries temporais da precipitação, escoamento dos rios, capturas de camarão, esforço de pesca e índice de abundância do camarão na Baía de Maputo.

- b) Estabelecer as relações lineares entre o índice de abundância do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* com a precipitação e escoamento dos rios.

Capítulo II

Revisão Bibliográfica

2.1 Caudal Ecológico

A modificação do regime hidrológico dos cursos de água é uma das mais importantes alterações antropogénicas no ambiente. No mundo, particularmente em Moçambique, o crescimento da população e o desenvolvimento económico e social têm conduzido ao incremento do consumo de água e à diversificação da sua utilização, sendo de prever um aumento do número de aproveitamentos para abastecimento público, rega e produção de energia eléctrica.

O caudal ecológico, pode ser definido como sendo o caudal que permite assegurar a conservação e manutenção dos ecossistemas aquáticos costeiros, a produção das espécies com interesse desportivo ou comercial, assim como a conservação e manutenção dos ecossistemas ripícolas e os aspectos estéticos da paisagem ou outros de interesse científico ou cultural, descrito por (Wesche e Rechar, 1980; Gordon *et al*, 1992) e citado por Alves e Henriques (1994).

O caudal desempenha um papel fundamental na ecologia dos ecossistemas lóticos, constituindo um factor determinante na estrutura e diversidade das comunidades bióticas. Os aproveitamentos hidráulicos alteram o regime hidrológico a jusante, reduzindo o caudal médio anual, diminuindo a variação sazonal do caudal, alterando a época de ocorrência dos caudais extremos, reduzindo a magnitude das cheias, ou impondo descargas não naturais, descrito por (Ward e Stanford, 1987) e citado por Alves e Henriques (1994). A modificação do regime hidrológico conduz à alteração da velocidade e da profundidade do escoamento, do regime de transporte sólido e da morfologia do leito, da temperatura e da qualidade da água. O habitat das espécies dulciaquícolas é consequentemente afectado, induzindo impactos nas comunidades bióticas, nomeadamente na composição específica, estrutura e relações inter e intraespecíficas, descrito por (Sale, 1985; Ward e Stanford, 1987) e citado por Alves e Henriques (1994)

2.2 Estuários

Os estuários constituem os únicos sistemas aquáticos onde ocorre a interação dinâmica entre as águas doces, as águas marinhas, o sistema terrestre e a atmosfera (Day *et al.*, 1989).

Estes ecossistemas destacam-se por sua alta produção biológica que ocorre como reflexo : (i) da alta diversidade de sistemas produtores, (ii) do abundante suplemento de nutrientes provenientes das descargas fluviais, pluviais , (iii) da renovação da água nos ciclos de maré (Day *et al.*, 1989) e (iv) da troca de nutrientes e outras propriedades biogeoquímicas entre o sistema bentónico e a coluna de água estuarina, através dos processos de erosão e ressuspensão dos sedimentos de fundo (Nichols, 1986).

Na Baía de Maputo existem três estuários, nomeadamente o estuário do Incomáti, Espírito Santo e Maputo, que servem de viveiro a várias espécies de importância comercial, como os camarões peneídeos (Hoguane e Dove, 2001).

2.3 Florestas de Mangal

Os mangais são uma das formas mais familiares de vegetação característica dos ambientes de transição entre o meio marinho e terrestre. Ocorrem em zonas entre marés, ao longo de costas abrigadas e nas margens dos rios, nas regiões tropicais e subtropicais (Dove, em preparação).

Os mangais constituem formações de reconhecida riqueza, tendo um papel importante na regulação do meio ambiente e um alto valor ecológico, económico e sócio-cultural. Este ecossistema constitui área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas, estuarinas e terrestres, além de pousio de aves migratórias; desempenha ainda um papel importante no combate à erosão costeira, uma vez que as raízes das árvores do mangal funcionam como filtros para a retenção dos sedimentos. O mangal mantém a qualidade da água costeira, reduz o impacto das tempestades costeiras e é exportador de matéria orgânica para os estuários, contribuindo assim para a produtividade primária na zona costeira (Odum, 1997; Hoguane e Dove, 2004).

Os canais do mangal, por serem ricos em matéria orgânica, são campos de alimentação e de protecção de juvenis de diversas espécies de peixes e crustáceos como, por exemplo, os camarões peneídeos, tais como *Fenneropenaeus indicus*, *Penaeus monodon* e *Metapenaeus monoceros* (Kalk, 1995).

Para além de contribuírem para a ecologia, os mangais têm importância sócio-económica para as comunidades locais, variando o seu aproveitamento de acordo com a cultura de cada comunidade.

No geral, a madeira do mangal é usada para a construção de barcos, casas, na produção de lenha, carvão e como medicamento.

Os mangais estão sujeitos a ameaças de degradação contínua devido à actividade humana e a factores naturais. As cheias e as secas extremas podem conduzir a uma super-diluição ou à salinização nos pântanos dos mangais, causando assim perturbações no desenvolvimento natural desta vegetação. A subida dos níveis dos rios e a acção das ondas podem fazer com que os sedimentos bloqueiem os canais dos mangais.

As tempestades que atingem a zona costeira causam inundações que originam estragos massivos aos habitats costeiros, como o mangal. As ameaças devido às actividades humanas estão associadas ao corte de mangal para a construção, obtenção de combustível lenhoso e para a abertura de machambas e salinas. Às vezes, as áreas de mangais são usadas para despejar lixos (Hoguane e Dove, 2004).

Ao redor da Baía de Maputo existem extensas florestas de mangal compreendendo cinco espécies, as mais importantes das quais são o mangal branco (*Avicennia marina*) e o mangal vermelho (*Rhizophora mucronata*) que desempenham um papel importante na abundância de crustáceos e peixes (Macia *et al.*, em preparação).

Em Moçambique, particularmente na cidade e Província de Maputo, tem-se registado uma expansão urbana e a floresta de mangal tem sido devastada para a construção de infra-estruturas urbanas, como é o caso da zona da Costa do Sol e do Bairro Triunfo. Estudos feitos para avaliar o estado da floresta do mangal em Moçambique mostraram que, num período de 18 anos, no estuário do rio Incomáti, onde em 1972 havia uma área de 14.605 hectares de mangal, em 1990, este valor decresceu para 12.599 hectares em 2002, representando assim uma taxa de desflorestação de cerca de 15,2% (Balidy, 2004).

2.4 Historial da Pescaria do Camarão na Baía de Maputo

Até 1965, a captura de camarão na Baía de Maputo (na altura Baía de Lourenço Marques) era efectuada exclusivamente por pescadores “tradicionais” com fins de subsistência, em zonas costeiras e para o fornecimento dos mercados locais (de Freitas, 1972). As técnicas de pesca eram

rudimentares e muito ineficientes sendo o arrasto para a praia e as gamboas (armadilhas em forma de V) as principais artes de pescas utilizadas, enquanto que o arrasto mecânico era proibido em águas territoriais (de Freitas, 1967 *in* Coelho, 1972; de Freitas, 1972).

Segundo de Freitas (1967) *in* Coelho (1972), com a publicação do Diploma Legislativo nº 2567 de 25 de Janeiro de 1965, foi autorizada a pesca experimental de arrasto mecânico dentro da baía. A área total da zona autorizada era de 502,3 km² mas por causa do calado das embarcações utilizadas, a área de pesca ficou reduzida a 163,3 km² (de Freitas, 1967 *in* Coelho, 1972). O sucesso desta modalidade de pesca, proporcionou um importante desenvolvimento do sector das pescas em Moçambique, iniciando-se assim o arrasto mecânico para bordo nas águas da baía, com o aparecimento dos primeiros arrastões de popa semi-industrial com 12 metros de comprimento (Caixeiro, 1970 *in* Coelho 1970).

Em 1968, a então Província de Moçambique produzia 850 toneladas de camarão dos quais 16,2 % eram capturados na Baía de Lourenço Marques, onde o esforço de pesca aumentou de 10 embarcações semi-industriais em 1967, para 25 em 1968 (de Freitas, 1972). Mais tarde, com o aumento da extensão da área de pesca dentro da baía, foi notório o incremento do número de embarcações tendo atingido em 1971 um total de 58 embarcações mecanizadas e uma produção de 746 toneladas (de Freitas, *in* Coelho, 1972).

Analisando a informação disponível da pesca semi-industrial do período entre 1965 e 1970, de Freitas e Araújo (1974) calcularam uma produção máxima sustentável de 450 toneladas. Como resultado desta avaliação, foi recomendada a redução do esforço de pesca, uma vez que os rendimentos médios haviam decrescido para valores excessivamente baixos. Os barcos que excederam o esforço de pesca foram derivados para o Banco de Sofala.

Ulltang (1980) calculou os índices de mortalidade de camarão branco (*Fenneropenaeus indicus*), tendo concluído que era necessário gerir cuidadosamente a pescaria que, em 1978, era explorada por 22 embarcações semi-industriais.

Paula e Silva e Macia (1991) *in* Dengo e Govender (1999), utilizando informações da empresa estatal Sulpesca, para o período 1980-1990, concluíram que o esforço de pesca naquele período encontrava-se ao nível máximo que o recurso de camarão da Baía de Maputo poderia suportar. Presentemente, a pesca de pequena escala exercida na Baía de Maputo emprega cerca de 6000 pescadores dos quais cerca de 3000 estão activamente ligados à pesca de camarão (IIP, 2000).

2.5 Descrição da Pescaria do Camarão na Baía de Maputo

Na Baía de Maputo, a pescaria de camarão é caracterizada pela dominância da família Penaeidae, sendo as espécies *Fenneropenaeus indicus* (camarão branco), *Metapenaeus monoceros* (camarão castanho), *Marsupenaeus japonicus* (camarão flor), *Penaeus monodon* (camarão tigre gigante), *Penaeus semisulcatus* (camarão tigre) e *Metapenaeus stebbingi* (camarão peregrino) as mais abundantes. As espécies de camarão que constituem maior volume de capturas são o camarão branco e o camarão castanho (Saetre e Paula e Silva, 1990).

Em Moçambique, o camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* constitui 48 – 80 % das capturas totais de camarão de águas pouco profundas (Silva e Palha de Sousa, 1988). A pescaria de camarão na Baía de Maputo produz uma significativa fauna acompanhante de camarão, constituída principalmente por peixes demersais e pelágicos (Paula e Silva *et al.*, 1993).

Na Baía de Maputo, o camarão é explorado por frotas semi-industrial e artesanal e por um grupo considerável de pescadores sem barcos - recolectores (Dengo e Govender, 1999).

A pesca semi-industrial é efectuada por pequenos arrastões de popa, com comprimento entre 8,7 e 16 metros (média 10,8 metros) e potência de motor principal entre 85 e 190 CV. As embarcações semi-industriais têm uma autonomia máxima de 5 dias, mas normalmente realizam campanhas de pesca diárias, e a tripulação é constituída por 6-8 marinheiros. A arte de pesca utilizada é a rede de arrasto para bordo e as principais áreas de pesca localizam-se ao longo do canal de navegação da baía e zonas associadas aos estuários dos rios Incomáti, Umbelúzi e Maputo, a profundidades entre 5 e 20 metros. A produção é conservada em gelo e destina-se ao abastecimento do mercado interno e à exportação para o mercado regional (Dengo e Govender, 1999).

A pesca artesanal ocorre em águas menos profundas, utilizando pequenas embarcações de madeira com comprimentos entre 3 e 7 metros, propulsionadas a motor, remo ou vela, sendo as capturas raramente conservadas em gelo. As artes de pesca utilizadas são a rede de arrasto para a terra e arrasto para bordo. A tripulação é normalmente composta por 8-10 pescadores e a actividade de pesca têm lugar em dias úteis e aos fins de semana. A captura é desembarcada em diversos centros de pesca ao longo da baía, sendo os mais importantes Catembe, Macaneta, Muntanhana, Matola e Costa do Sol. A produção destina-se ao abastecimento do mercado interno. Geralmente as embarcações artesanais possuem mais de um tipo de arte de pesca (rede de arrasto e linha), utilizando a segunda ou ambas quando as capturas alvo não produzem rendimentos satisfatórios (Dengo e Govender, 1999).

Existe ainda na Baía de Maputo um número considerável de recolectores (pescadores sem barcos) maioritariamente constituídos por mulheres e crianças que utilizam redes mosquiteiras e capturam quantidades significativas de camarão juvenil ao longo das fozes dos rios que desaguam na baía. *Acetes erythaeus* e *Parapenaeopsis aclivirostris* (camarão aquilino ou “mundle”) são outras espécies que embora sem valor comercial são capturados por estas redes e consumidas localmente, geralmente em forma de camarão seco (Dengo e Govender, 1999).

2.6 Breve Descrição Biológica do Camarão da Espécie *F. indicus* (camarão branco)

A posição sistemática dos penaeídeos segundo de Freitas (1984) e Fisher *et al.* (1984) e da espécie-alvo, em particular, é a seguinte:

Reino: Animalia;

Phylum: Arthropoda;

Classe: Crustacea;

Sub classe: Malacostraca;

Serie: Eumalacostraca;

Super Ordem: Eucarida;

Ordem: Decapoda;

Sub Ordem: Dendobranchiata;

Infra Ordem: Penaeidea;

Super Família: Penaeoidea;

Família: Penaeidae;

Espécie: *Fenneropenaeus indicus*

Nomes nacionais: camarão branco (nome oficial em Moçambique) (Fisher *et al.*, 1990).

Nomes vernáculos: Indian white prawn (Inglaterra), crevette royale branche (França), camarón blanco de la India (Espanha) (Fisher e Bianchi, 1984).

2.7 Ciclo de vida do camarão

O camarão branco, *Fenneropenaeus indicus*, é uma espécie marinha com um ciclo de vida de um ano que consiste em duas fases: a marinha e a estuarina (Figura 1).

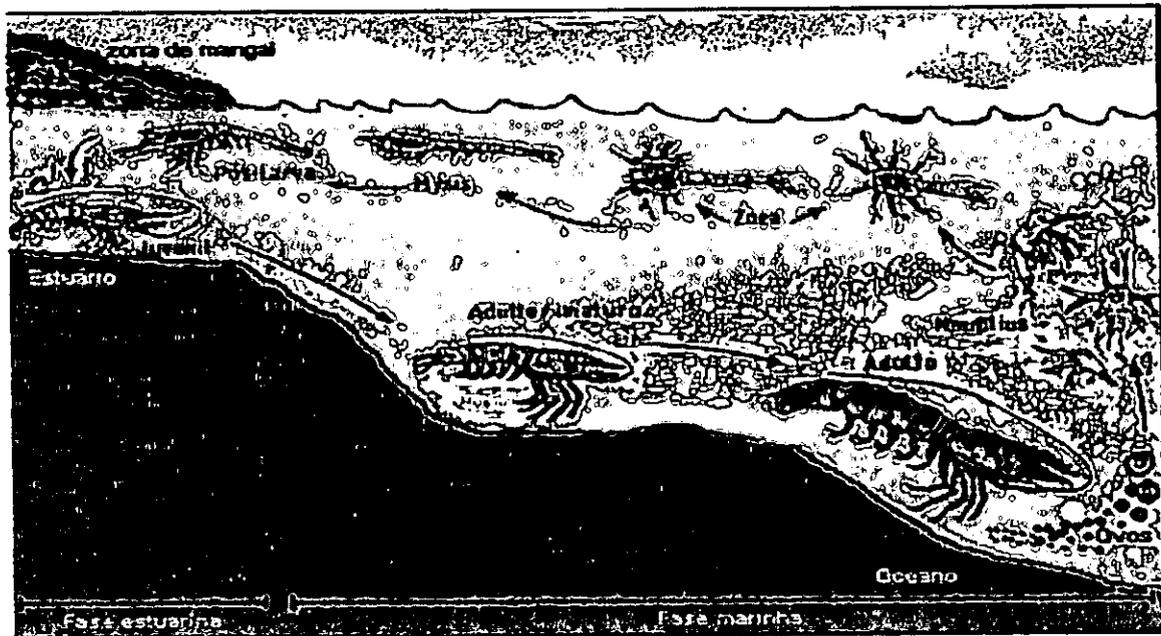


Figura 1. Ciclo de vida de Peneídeos do Género *Penaeus* (de Freitas, 1984).

As espécies da família Penaeidae desovam no alto mar. Os ovos eclodem após algumas horas, libertando larvas que têm vida planctónica e que sofrem vários estados larvares: a fase naupliar, protozoa e mysis, até atingirem a fase pós-larval. Factores conjugados de correntes e respostas comportamentais facilitam o camarão na sua fase pós-larval a dirigir-se aos estuários ou mangais à procura de viveiros, que são zonas com alimentos e abrigo. As pós-larvas crescem e desenvolvem-se até atingirem a fase juvenil. Os juvenis são muito sensíveis às condições ambientais, como por exemplo, a temperatura e a salinidade da água, que parece estimular o regresso dos juvenis em direcção ao mar, onde atingem a fase adulta. Com a maturação sexual, começam um novo ciclo (Fischer *et al.*, 1984).

2.8 Habitat, Comportamento e Regime Alimentar

O habitat do camarão pode ser dividido em três categorias de acordo com o seu desenvolvimento e crescimento: as fases larvares são componentes do zooplâncton das águas abertas do oceano e, na fase de pós-larvar, quando já têm todas as características morfológicas do adulto (excepto a maturidade sexual), começam a procurar as zonas protegidas das baías, como por exemplo, os

estuários ou os mangais, zonas estas que são de uma elevada importância como viveiro para os penaeídeos de plataforma, proporcionando altas taxas de sobrevivência dos juvenis, possivelmente devido a uma acrescida abundância de vegetação que serve de protecção e proporciona altas concentrações de alimentos (de Freitas, 1986).

Antes de alcançar o estado adulto o camarão dirige-se para as águas oceânicas costeiras onde, depois de atingir a maturação, realiza a reprodução, se entretanto não for pescado.

Muitas das espécies da família Penaeidae possuem comportamentos nocturnos preferindo zonas de águas turbidas, permanecendo enterradas durante o dia no substrato, normalmente do tipo arenoso ou lodoso, e activos durante a noite, quando a luz solar é ausente e o calor menos intenso (de Freitas, 1984; Kalk, 1995).

O camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* têm uma fase adulta marinha e uma fase juvenil estuarina, permanecendo em zonas com fundos de lodo e areia, a profundidades que variam entre 2 e 90 metros (de Freitas, 1984 ; Fischer *et al.* , 1984).

Durante os estados larvares, o camarão alimenta-se por filtração doutros organismos planctónicos. Ao passarem da fase planctónica à de pós-larva (no mangal ou estuários), os penaeídeos tornam-se omnívoros bentónicos, alimentando-se vorazmente de algas, pequenos poliquetas, crustáceos e moluscos, bem como de matéria em decomposição. (de Freitas, 1984 ; Fischer *et al.* , 1984).

As diferenças entre as dietas das fases de vida juvenil e adulta são resultantes principalmente, segundo de Freitas (1984), da diferença de habitat, com os juvenis alimentando-se de organismos do estuário ou mangais e os adultos, de organismos do mar adjacente.

2.9 Descrição Geral da Área em Estudo

A Baía de Maputo, com uma área de 1200 km², localiza-se a sul de Moçambique, entre os paralelos 25°55' S e 26°10' S e os meridianos 32°40' E e 32°55' E, (Figura 2). Está ligada ao Oceano Índico a nordeste e a este situam-se a península de Machangulo e as ilhas da Inhaca e dos Portugueses, que a protegem das correntes e ondas do oceano. A entrada da baía têm cerca de 27 km de largura e é formada pela península da Macaneta e pela ponta norte da Ilha da Inhaca designada por Cabo da Inhaca (Hoguane, 1996).

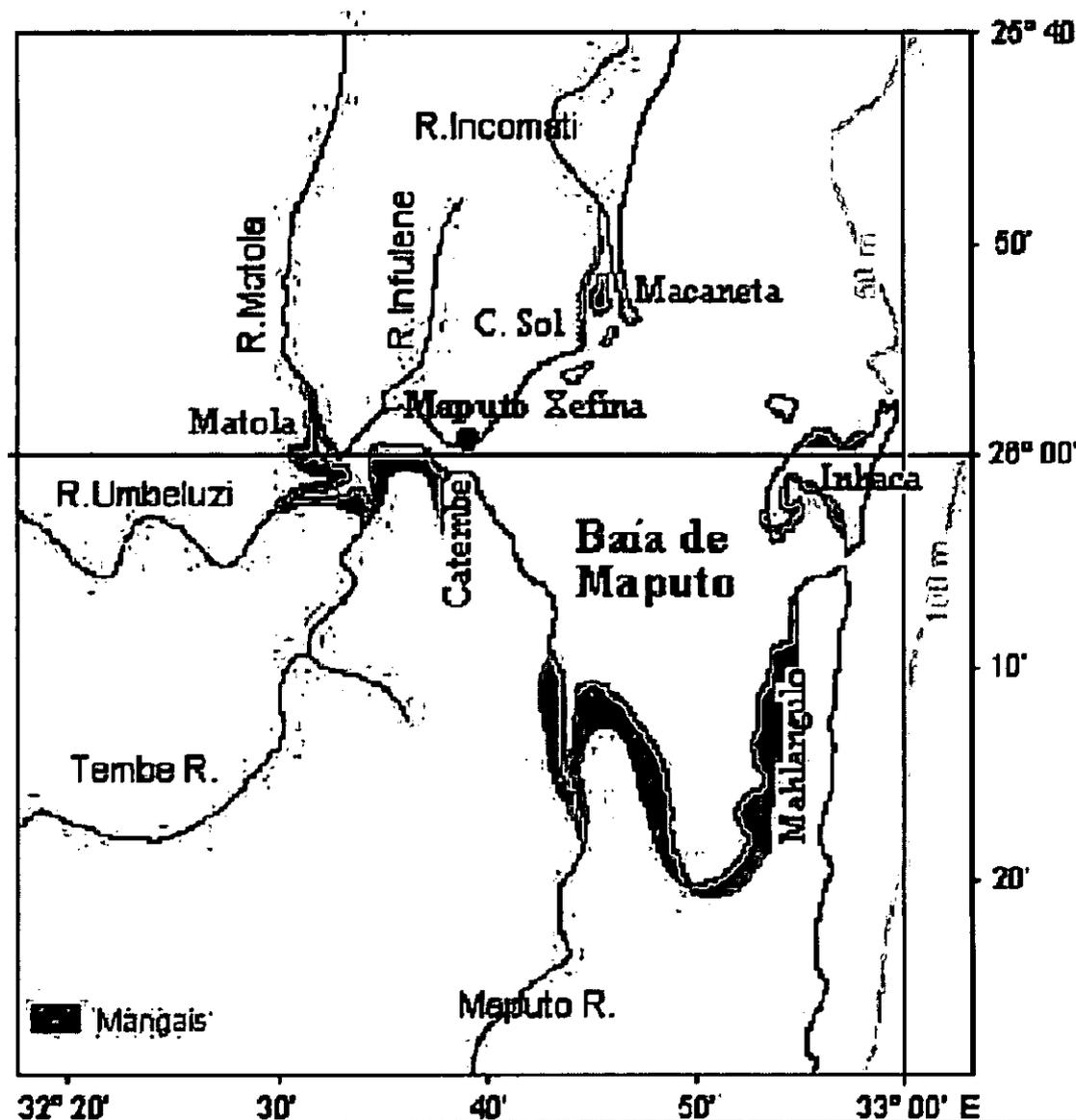


Figura 2. Área de estudo – Baía de Maputo

A Baía de Maputo situa-se numa região de clima sub-tropical (Kalk, 1995), caracterizado por duas estações, húmida e seca. A estação húmida e quente (verão) estende-se de Outubro a Março

enquanto que estação seca e fria (inverno) é de Abril a Setembro. A precipitação média anual é de 1100 mm (Hoguane, 1996).

Os ventos predominantes na baía são de SE, mas são frequentes os de NE e têm uma velocidade média que varia de 2 m/s no inverno e cerca de 4 m/s no verão (Hoguane, 1996).

A Baía de Maputo é influenciada por cinco rios, o Incomáti a norte, o Umbelúzi, Tembe e Matola a oeste, e o rio Maputo a sul. Os rios Umbelúzi, Tembe e Matola juntam-se no estuário do Espírito Santo, a oeste, antes de drenar as suas águas na baía. Existem ainda canais e pântanos de mangais. Os três rios mais importantes que drenam na baía são o Incomáti, o Umbelúzi e o Maputo. O volume total de água que entra na baía, proveniente de todas estas fontes, é cerca de 6 km³ por ano (Hoguane e Dove, 2001).

Considerando as distribuições da temperatura e salinidade na baía, os lados oeste e este são diferentes. O lado oriental é caracterizado no tempo e espaço por salinidade oceânica e o lado ocidental é caracterizado por salinidade estuarina, mais influenciado pela descarga dos rios, variando consideravelmente no tempo e no espaço. Na época chuvosa, podem identificar-se duas massas de água distintas: a água estuarina, do lado ocidental, e a água oceânica do lado oriental. A temperatura da água na baía é alta durante o verão e mais baixa durante o inverno (Hoguane, 1994). As temperaturas médias variam entre 19,2^oC e 28,0^oC (Hoguane e Dove, 2001).

A circulação na Baía de Maputo é influenciada pela topografia, sistema de ventos, escoamento dos rios e marés e têm uma resultante horária, o que significa que a água do lado ocidental não se propaga facilmente para o lado oriental, situação que ajuda na manutenção das distintas massas de água (Sete, 2000).

A topografia da Baía de Maputo é formada por bancos de areia e canais, na sua maior parte com profundidades inferiores a 10 metros, com excepção de alguns canais que têm profundidades maiores que 15 metros. Os bancos de areia cobrem uma área de cerca de 381 km². O fundo é arenoso do lado oriental e lodoso do lado ocidental. Existem também algumas rochas, pedras soltas e pedaços de corais (Hoguane e Dove, 2001). As marés na baía são semi-diurnas com a amplitude máxima de 3 metros (Hoguane, 1996).

Capítulo III Metodologia

3.1 Fontes de Informação

Neste trabalho foram usados dados sobre as capturas e esforço de pesca da pescaria semi-industrial de camarão da Baía de Maputo, fornecidos pelo Instituto de Investigação Pesqueira (IIP). Até 1995, a informação consistiu em valores anuais mas, desde esse ano até 2003, estavam disponíveis valores mensais.

Os dados da precipitação total mensal entre 1964 e 2003 foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INAM), provenientes da estação de Maputo (Observatório).

Os dados de caudais médios mensais dos rios Maputo e Incomáti de 1995 a 2003 foram fornecidos pela Direcção Nacional de Águas (DNA) provenientes da estação de Magude, para o rio Incomáti, e Madubula para o rio Maputo.

3.2 Análise das Séries Temporais

Variações Sazonais

Para a análise das variações sazonais da precipitação calculou-se a média mensal da série de 30 anos (1974-2003), cujos valores são apresentados num diagrama de dispersão com ajuda dos programas estatísticos Minitab e Excell.

Foi determinado o volume de água que drena na baía, calculando o escoamento médio mensal dos rios Maputo e Incomáti para a série de dados obtida, isto é, de 1995 a 2003, e somando o escoamento do médio mensal dos dois rios. Os valores obtidos foram apresentados graficamente num diagrama de dispersão com ajuda dos programas estatísticos Minitab e Excell.

Foi determinada a curva modelada com base nos dados observados, e a variação sazonal da precipitação e do escoamento do rio só pode ser explicado com um modelo sinusoidal. Este modelo, obedece o processo cíclico anual com um máximo que representa a estação chuvosa e o mínimo representa a estação seca.

Para comparar a curva de escoamento dos rios com a curva de precipitação, calculou-se um “índice de escoamento médio mensal”, a fim de obter valores da mesma ordem de grandeza, através da seguinte fórmula:

$$\text{Índice de escoamento médio mensal} = \frac{\text{escoamento médio mensal}}{1000000} \quad (1)$$

As flutuações sazonais das capturas, do esforço de pesca e do índice de abundância de camarão (captura por unidade de esforço), desde 1995 a 2003, foram estabelecidas calculando os valores médios mensais daqueles parâmetros durante o período considerado.

Foram ainda estimadas as capturas e os rendimentos do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* na Baía de Maputo, no período 1995 a 2003, com base nas proporções observadas entre 1995 e 1997 por Dengo e Govender (1999).

A proporção de Dengo e Govender foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Proporção} = \frac{F.indicus}{\text{Total de camarão}} \quad (2)$$

A proporção assim calculada foi multiplicada pelas capturas mensais do camarão entre 1995 e 2003, com o objectivo de obter as capturas da espécie *F.indicus* na Baía de Maputo. Os dados foram organizados em médias mensais e total anual.

$$F.indicus = \frac{F.indicus}{\text{Total de camarão}} * \text{captura mensal} \quad (3)$$

Os dados foram apresentados graficamente num diagrama de dispersão e com ajuda do pacote estatístico Excell foi determinada a variação média da sucessão ao longo do tempo, isto é, a tendência da série.

Coefficiente da Mortalidade Total (Z) da Espécie *Fenneropenaeus indicus*

A curva das capturas de camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* entre 1995 e 2003 (Fig. 5) mostra uma tendência exponencial negativa, cujo modelo assemelha-se à curva de mortalidade total descrito por Edser (1908) citado por Pauly e Ingles (1987) com a seguinte fórmula:

$$C = a * e^{-Z * t} \quad (4)$$

Onde: C – representa as capturas,

a - uma constante,

Z - o coeficiente de mortalidade total,

t - tempo

Por esta razão, foi determinado o coeficiente da mortalidade total (Z) da espécie *Fenneropenaeus indicus* relativa àquele período, que se considerou ser o expoente da curva, calculada pelo pacote estatístico Excell.

Variações Interanuais

Foram analisadas as variações interanuais das capturas, esforço de pesca e índice de abundância do total de camarão da pescaria semi-industrial da Baía de Maputo e da espécie *Fenneropenaeus indicus* de 1989 a 2003, representadas graficamente em diagramas de dispersão com ajuda do pacote estatístico Excell .

As capturas anuais de 1989 a 1994 da espécie *Fenneropenaeus indicus* foram obtidos na base da proporção média anual de Dengo e Govender (1995 a 1997), multiplicadas pelas capturas totais de camarão, segundo a seguinte fórmula:

$$F. \textit{ indicus} \textit{ anual} = \textit{ proporção média anual} * \textit{ capturas totais} \quad (5)$$

As variações interanuais das capturas de camarão, esforço de pesca e índice de abundância desde 1965 até 2003 (dados disponíveis no Instituto de Investigação Pesqueira) foram igualmente apresentadas graficamente em diagramas de dispersão com ajuda do pacote estatístico do Excell.

3.3 Análise das Relações entre os Rendimentos do Camarão e as Condições Ambientais

Foram analisadas as relações entre os rendimentos do camarão e as condições ambientais (precipitação e índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti) utilizando os programas estatísticos Minitab e Excell para testar os modelos de regressão.

Para verificar se o modelo de regressão proposto entre duas variáveis era significativo ou não, calculou-se o $F_{\text{observado}}$ com base do pacote estatístico Minitab, comparou-se com o $F_{\text{crítico}}$ obtido da tabela dos pontos críticos da distribuição de Fisher – Snedecor. Também pode-se verificar o modelo da regressão proposto entre as variáveis se é significativo ou não, tendo sido calculado o coeficiente de determinação, usa-se o teste F da distribuição de Fisher, citado por Mulenga (2004).

O $F_{\text{observado}}$ calculou-se pela seguinte fórmula:

$$F_{\text{observado}} = \frac{R^2 * K_2}{(1 - R^2) * K_1} \quad (6)$$

Onde R^2 é o grau de associação entre a variável independente e a variável dependente ou coeficiente de correlação.

O valor de $F_{\text{crítico}}$ foi obtido com a seguinte fórmula:

$F_{\text{crítico}} = F_{1-\alpha}(\alpha; k_1; K_2)$, (7), onde α é o nível de significância escolhido, para diferentes valores de K_1 e K_2 . Os valores de K_1 e K_2 – são os graus de liberdades e que podem ser obtidos com as seguintes formulas:

$$K_1 = m - 1 \quad (8)$$

$$K_2 = n - m \quad (9)$$

Onde:

m é o número de parâmetros calculados (para o modelo linear $m=2$), n é o número de pares de observações.

Depois de obtidos os valores de $F_{\text{observado}}$ e $F_{\text{crítico}}$, comparou-se e depois foram tomadas as seguintes decisões:

Se $F_{\text{observado}} < F_{\text{crítico}}$ o modelo de regressão não é significativo.

Se $F_{\text{observado}} > F_{\text{crítico}}$ o modelo de regressão é significativo.

Capítulo IV Resultados e Discussão

4.1 Variações Sazonais

Na Figura 3 apresentam-se os gráficos da variação da precipitação média mensal observada e modelada no período desde 1974 a 2004 na estação de Maputo.

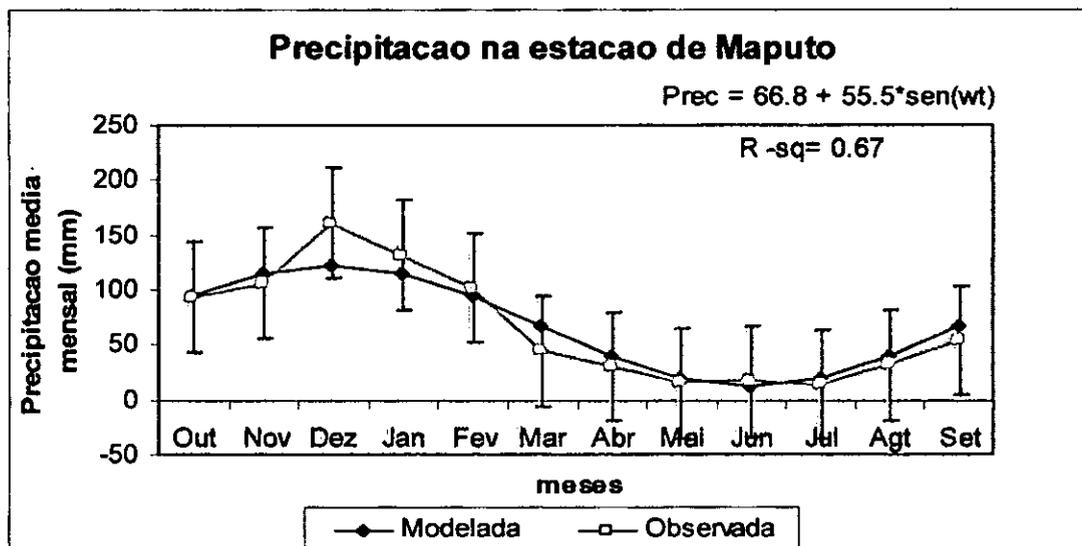


Figura 3. Precipitação média mensal de Outubro a Setembro (1974-2004).

O modelo mostra uma variação sinusoidal da precipitação média mensal com um máximo em Dezembro e um mínimo em Junho, com duas estações bem definidas, a estação chuvosa, de Outubro a Março e a estação seca, de Abril a Setembro. Segundo o teste estatístico F com o nível de significância $\alpha=0,05$, conclui-se que o modelo de regressão é significativo (Anexo 10), isto é, existe um relacionamento entre a curva observada e a curva modelada.

Na Figura 4 apresenta-se o gráfico do índice de escoamento médio mensal observado dos rios Maputo e Incomáti.

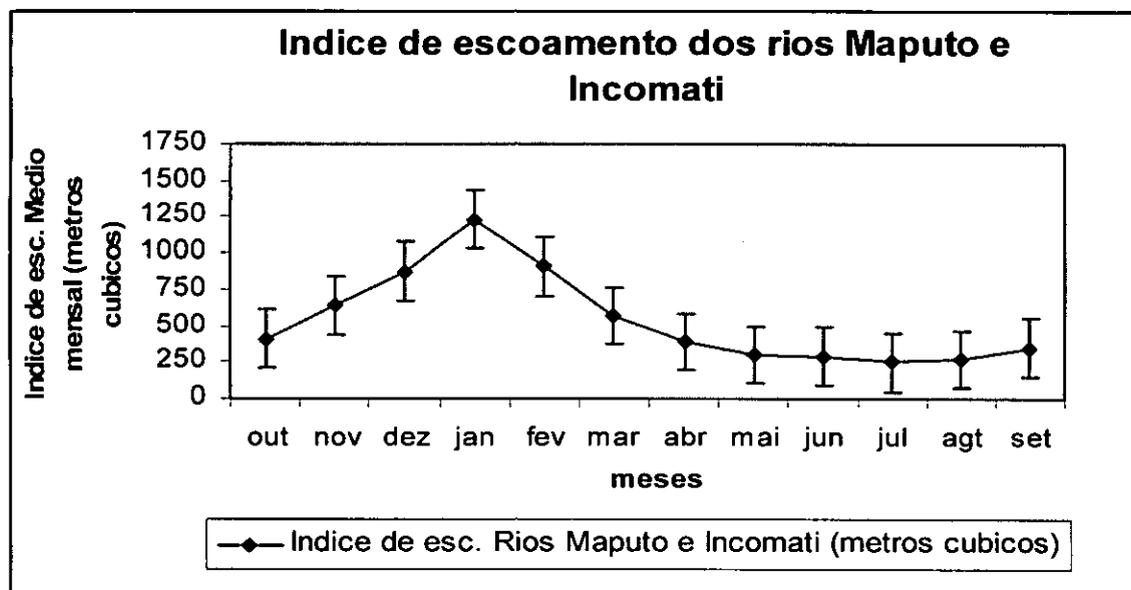


Figura 4. Índice de escoamento médio mensal dos rios Maputo e Incomáti (1995-2003).

O gráfico mostra um máximo em Janeiro e um mínimo em Julho, que aparece a reflectir o ciclo das chuvas. No entanto, segundo o teste estatístico F com o nível de significância $\alpha=0,05$, conclui-se que o modelo de regressão não é significativo (Anexo 11), isto é, não existe uma relação entre a curva observada e a curva modelada com base no modelo sinusoidal. Por essa razão, não é possível estabelecer um paralelismo entre as curvas da precipitação e do escoamento.

Na Figura 5 apresenta-se o gráfico das capturas médias mensais de camarão da espécie *F. indicus* proveniente da pesca semi-industrial na Baía de Maputo, no período 1995 a 2003.

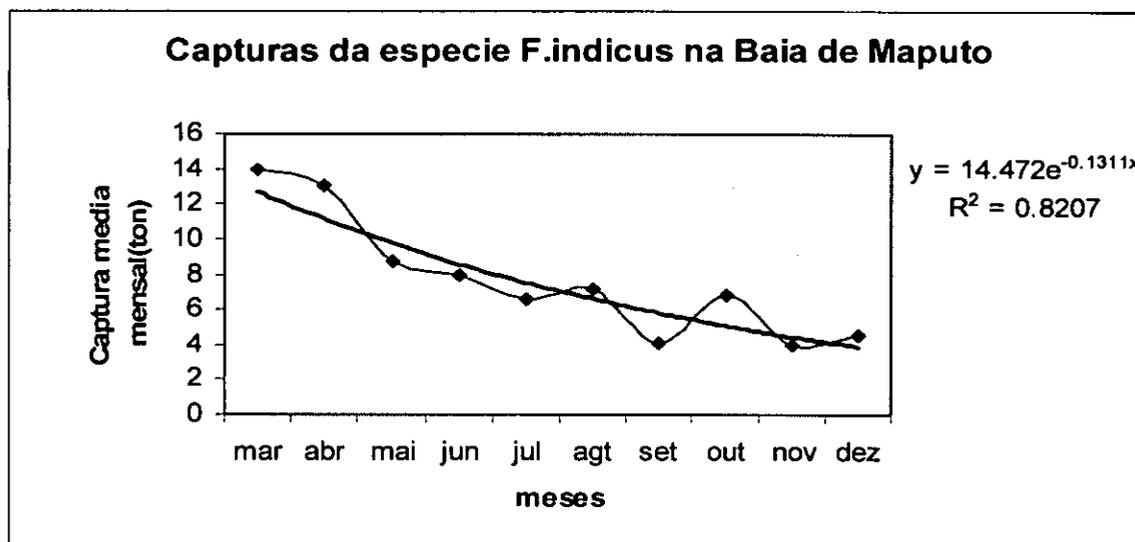


Figura 5. Captura média mensal da espécie *F. indicus* da pesca semi-industrial na Baía de Maputo (1995-2003).

Observa-se que capturas mais elevadas foram registadas em Março, com um valor de 14 toneladas e as mais baixas no mês de Setembro, com um valor de 4,1 toneladas. A série apresenta uma tendência exponencial negativa e tende a diminuir até ao final do ano, o que reflecte que o recurso está a ser explorado e aparentemente não existe, ao longo do ano, um recrutamento que se oponha a esta tendência; ao mesmo tempo, durante o seu ciclo de vida, o camarão está sujeito a morrer por varias causas naturais tais como a doença, predação e a esperança de vida da própria espécie.

Segundo o teste F com o nível de significância ($\alpha=0,05$), conclui-se que o modelo de regressão é significativo (Anexo 12).

Este modelo parece igualmente reflectir o ciclo climático em que, na estação chuvosa, as descargas dos rios aumentam e as correntes de água em direcção ao mar são fortes, com consequente redução da salinidade nos estuários. Provavelmente durante este período os juvenis, por não tolerarem baixas concentrações de salinidade, saem das regiões de crescimento (estuários e mangais) para a zona de pesca constituindo assim o recrutamento para a pescaria.

As descargas dos rios, além de estimularem o recrutamento do camarão na fase juvenil, também transportam nutrientes que vão contribuir para o aumento do nível de produtividade biológica na Baía de Maputo.

Segundo Gammesrød (1995), durante o ciclo de vida do camarão da espécie *F. indicus*, a desova têm lugar no alto mar. No estado de pós-larva o camarão entra nos estuários ou mangais e, para as pós-larvas serem capazes de entrar nas áreas dos estuários ou mangais, é preciso, provavelmente, um período de fracas correntes de água doce, isto é, uma estação seca. As pós-larvas ficam nestas regiões alguns meses para atingir o estado juvenil, em que já podem suportar diferentes graus de água doce (Staples *et al.*, 1984). Quando a concentração da água doce ultrapassa um certo valor, isto é, quando a salinidade for baixa demais, os juvenis saem das regiões de crescimento para o alto mar onde a salinidade é maior, constituindo o recrutamento para a pescaria.

As análises feitas comparam-se com as análises feitas por Gammesrød (1992 a,b) e Gammesrød e Hogueane (1995) ao reportar que, durante o seu ciclo de vida, o camarão precisa de um período de baixo escoamento, para as pós-larvas serem capazes de entrar nos mangais ou estuário, assim como de um período de alto escoamento para estimular o recrutamento.

A Figura 6 apresenta-nos o gráfico do esforço médio mensal, isto é, dias de pesca do camarão na pesca semi-industrial na Baía de Maputo no período desde 1995 a 2003 em função do tempo em meses estabelecido para a prática da actividade pesqueira na baía.

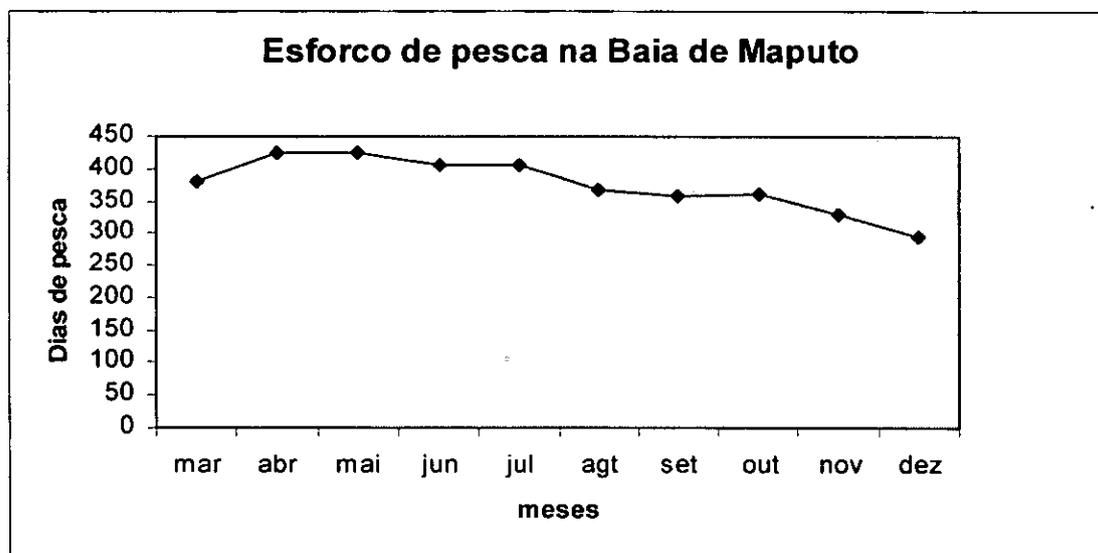


Figura 6. Dias de pesca da pescaria semi-industrial de camarão da Baía de Maputo (1995-2003)

Observa-se um aumento dos dias de pesca nos meses de Março a Abril, a partir de quando a série teve uma tendência decrescente até ao final do ano. Este facto pode dever-se ao decréscimo dos rendimentos e, conseqüentemente, o tempo total dedicado à pesca reduz-se.

A Figura 7 apresenta-se o gráfico do índice de abundância (captura por unidade de esforço) do camarão da espécie *F. indicus* da pesca semi-industrial da Baía de Maputo no período 1995 a 2003.

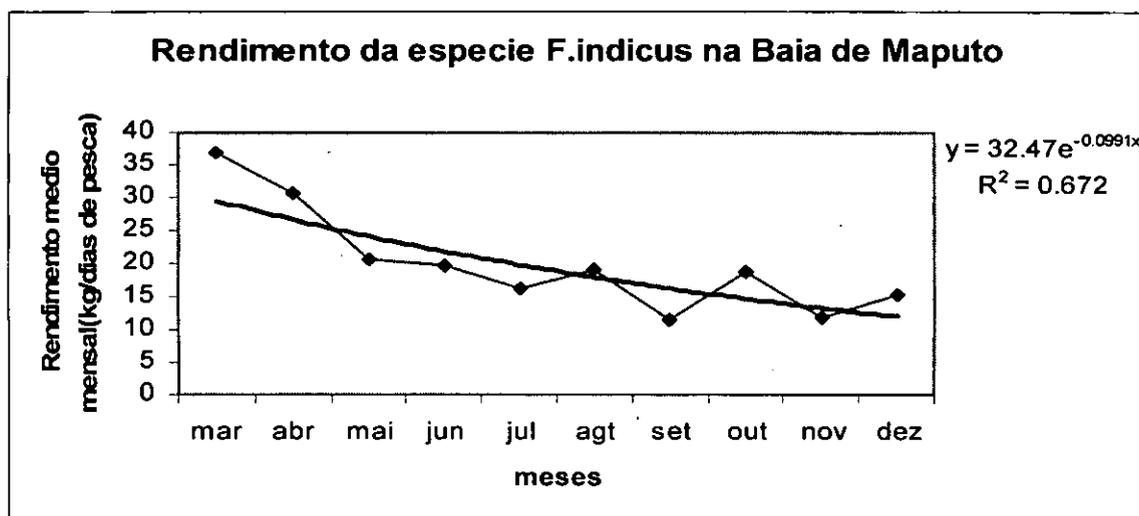


Figura 7. Rendimentos da espécie *Fenneropenaeus indicus* na pesca semi-industrial da Baía de Maputo (1995 – 2003)

Observa-se que os rendimentos médios mensais da espécie *Fenneropenaeus indicus* registaram valores elevados nos primeiros meses após a veda e tendem a reduzir até ao final do ano. Os rendimentos mais altos foram registados em Março, com um valor de 36,8 kg/dia de pesca e o mais baixo da série registou-se em Setembro, com um valor de 11,5 kg/dia de pesca.

O índice de abundância da espécie *Fenneropenaeus indicus* na Baía de Maputo apresenta flutuações sazonais, com os maiores rendimentos no primeiro semestre, tendendo a reduzir-se ao longo do segundo semestre até ao final do ano. Os resultados obtidos comparam-se com os resultados obtidos por Macia (1990), também com base em dados da frota semi-industrial.

Estes resultados estão também de acordo com os estudos realizados por Dengo e Govender (1999), ao reportarem que a pescaria do camarão na Baía de Maputo é sazonal, ocorrendo a melhor época de pesca na primeira metade do ano. Este padrão poderá estar associado ao facto de, no início da

campanha, os camarões serem mais vulneráveis às rede, uma vez que formam agregados durante o período de veda (Janeiro/ Fevereiro), que é também o período de maior precipitação e escoamento dos rios. O mesmo padrão foi também observado na pescaria industrial do Banco de Sofala (Skagen *et al.*,1998).

Segundo o teste F com o nível de significância ($\alpha=0,05$), conclui-se que o modelo de regressão é significativo (Anexo 12).

4.2 Coeficiente de Mortalidade Total (Z) da Espécie *Fenneropenaeus indicus*

A curva das capturas de camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* modelada tem uma tendência exponencial negativa, em que o modelo assemelha-se ao modelo clássico da curva de mortalidade total que foi descrito por Edser (1908) citado por Pauly e Ingles (1987), cuja a equação é a seguinte:

$$N_t = N_{t-1} * e^{-Z*t} \quad (10)$$

onde: N_t – é a população de camarão no ano actual (em toneladas ou kilogramas).

N_{t-1} - é a população de camarão no ano anterior (em toneladas ou kilogramas).

Z- é o coeficiente de mortalidade total (em anos⁻¹ ou meses⁻¹).

t- tempo (em anos ou meses)

Na tabela 1 apresentam-se os valores de coeficiente de mortalidade total (Z) estimados por Macia (1990) e no presente trabalho, em que se utilizou como estimativa o expoente do modelo da curva de capturas.

Tabela 1. Coeficiente de mortalidade total (Z)

	Macia (1990) – valores anuais		1995-2003 (a)
Machos	10,40 ano ⁻¹ a)	7,24 ano ⁻¹ b)	Mensal - 0,13 mês ⁻¹
Fêmea	3,90 ano ⁻¹ a)	2,98 ano ⁻¹ b)	Anual - 1,3 ano ⁻¹

a- curva de captura de camarão.

b-comprimento médio da carapaça.

Antes de comparar com os resultados obtidos por Macia (1990) é necessário referir as diferenças nas metodologias:

I. No presente trabalho o coeficiente de mortalidade total (Z) foi obtido através do modelo da curva das capturas. Este modelo exponencial decrescente significa que o recurso está a ser explorado, mas também o camarão está sujeito a mortalidade devido a causas naturais, tais como a predação, e à esperança de vida da própria espécie. É por estas causas que as capturas do camarão tendem a decrescer ao longo do ano.

II. Macia (1990) usando a curva das capturas e o comprimento médio da carapaça com auxílio do modelo e o sistema de programas ELEFAN (Pauly e David, 1981 citado por Sparre, 1985), calculou o coeficiente de mortalidade total (Z). No seu estudo considerou também amostras de camarão das espécies *F.indicus* e *Metapenaeus monoceros* provenientes da pescarias artesanal.

O método utilizado por Macia (1990), para determinar o coeficiente de mortalidade total (Z) através da composição de comprimentos foi a curva das capturas que consistiu no cálculo do decréscimo dos números de indivíduos nas diferentes classes de comprimento, considerando que cada classe corresponde a uma idade determinada. Este método é uma variante do modelo clássico de Edser (1908) citado por Pauly e Ingles (1987) utilizado para animais cuja idade pode ser determinada.

III. No presente trabalho não foi usado o modelo utilizado por Macia (1990). O coeficiente de mortalidade total (Z) obtido no presente trabalho refere-se a mortalidade da população de camarão em exploração e não da espécie *Fenneropenaeus indicus*, porque na curva do rendimento da espécie *Fenneropenaeus indicus* temos um pico principal no primeiro semestre, em Março que representa o recrutamento principal, isto é, a entrada de novos indivíduos para as zonas de pesca e no segundo semestre também temos três picos secundários, em Agosto, Outubro e em Dezembro, o que nos leva a concluir que temos uma situação em que, durante o período em análise, o recrutamento ocorreu ao longo de todo o ano, sendo assim difícil de estimar, por este método, o coeficiente de mortalidade total (Z) para a espécie *Fenneropenaeus indicus*.

4.3 Variações Interanuais

Na Figura 8 apresenta-se o gráfico das capturas anuais de camarão em toneladas da pesca semi-industrial na Baía de Maputo no período de 1965 a 2003.

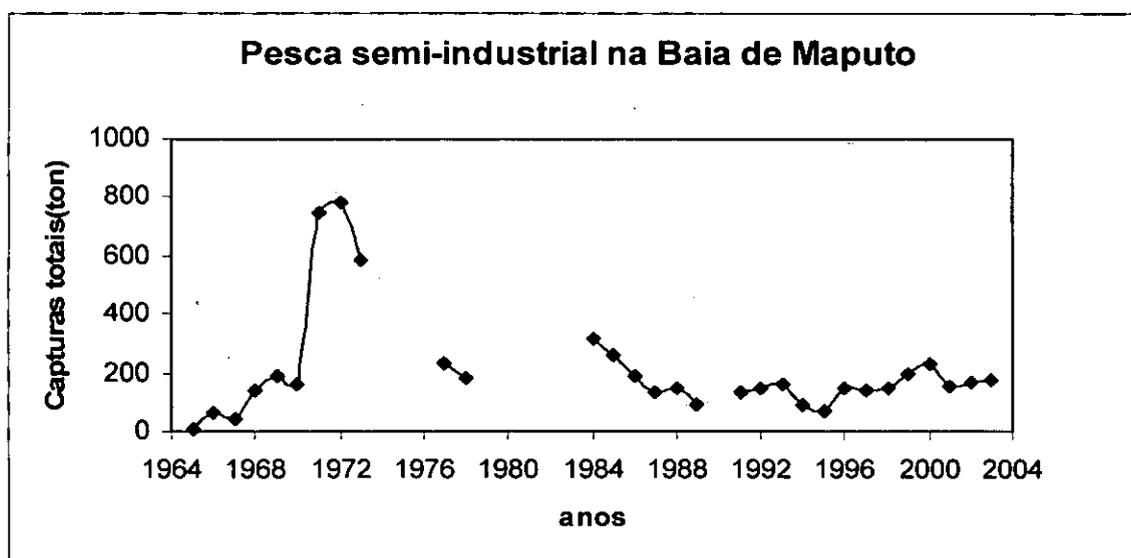


Figura 8. Capturas anuais de camarão da frota semi-industrial da Baía de Maputo (1965 – 2003).

No período entre 1965 a 1972 houve um aumento acentuado na capturas, correspondente ao esforço de pesca crescente ao longo deste período (ver Figura 9, abaixo). A partir de 1973 houve uma diminuição de capturas e do esforço de pesca até finais da década de 80. A partir do anos 90, apesar da introdução do período de veda de 2 meses no início de cada ano, as capturas registadas não recuperaram para os níveis dos anos 80.

Freitas e Araújo (1973), Paula e Silva e Macia Jr. (1991) e Uiltang (1980) associaram a redução do volume das capturas a um conjunto de factores, nomeadamente, ambientais e ao efeito combinado das frotas.

As capturas de camarão obtidas pela frota semi-industrial da Baía de Maputo foram de 121 toneladas em 2003, cifra muito pequena se comparada com 779 toneladas em 1972, ano em que as capturas atingiram o seu pico máximo. Estes resultados estão de acordo com os obtidos pelos autores acima citados e também com os estudos realizados por Dengo e Govender (1999) e Tomás (2001).

Na Figura 8a apresenta-se o gráfico das capturas anuais de camarão em toneladas da pesca semi-industrial na Baía de Maputo no período de 1989 a 2003, em que o número de barcos foi relativamente constante.

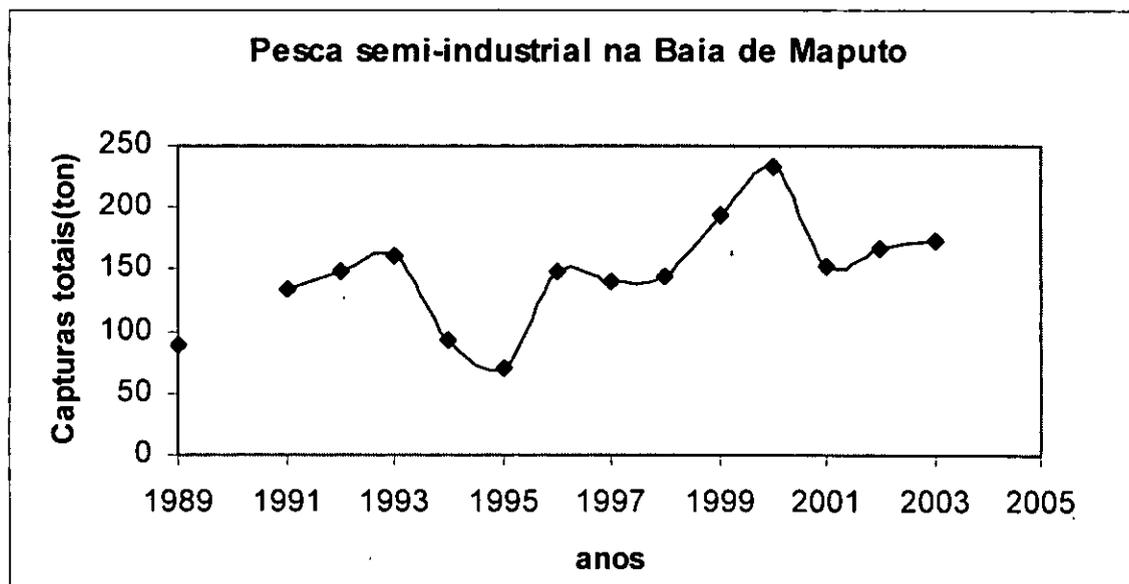


Figura 8a. Capturas anuais de camarão da frota semi-industrial da Baía de Maputo (1989 – 2003).

Nestes gráficos podemos verificar flutuações ano após ano que parecem reflectir, por um lado, as variações do esforço de pesca da frota semi-industrial e, por outro lado, as condições ambientais que influenciam o recrutamento.

Na Figura 9 apresenta-se o gráfico do esforço de pesca, isto é, dias de pesca da frota semi-industrial na Baía de Maputo no período desde 1965 a 2003.

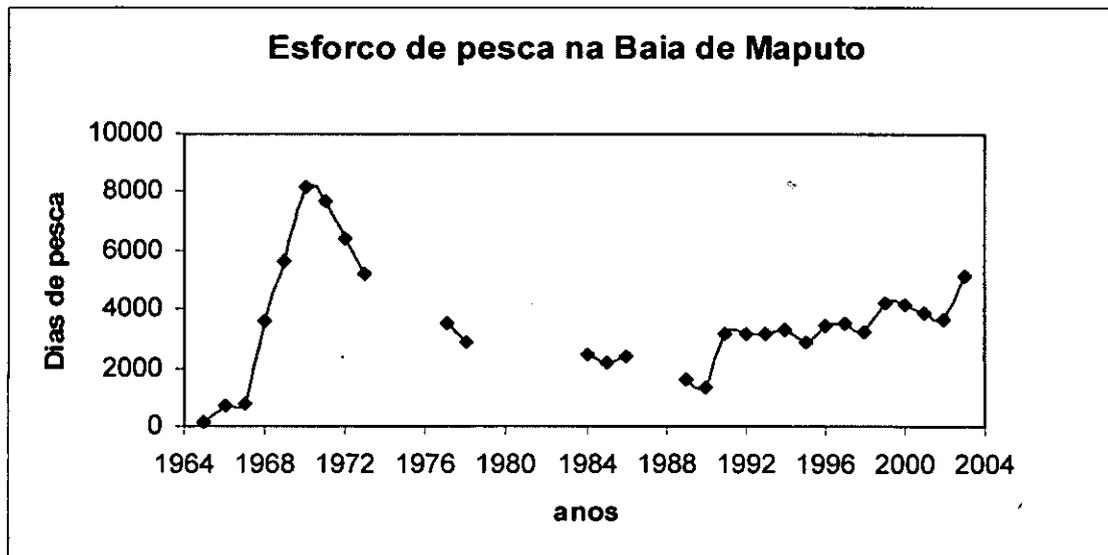


Figura 9. Esforço de pesca da frota semi-industrial de camarão da Baía de Maputo (1965-2003).

Na Figura 9a apresenta-se o gráfico do esforço de pesca, isto é, dias de pesca da frota semi-industrial na Baía de Maputo no período desde 1989 a 2003.

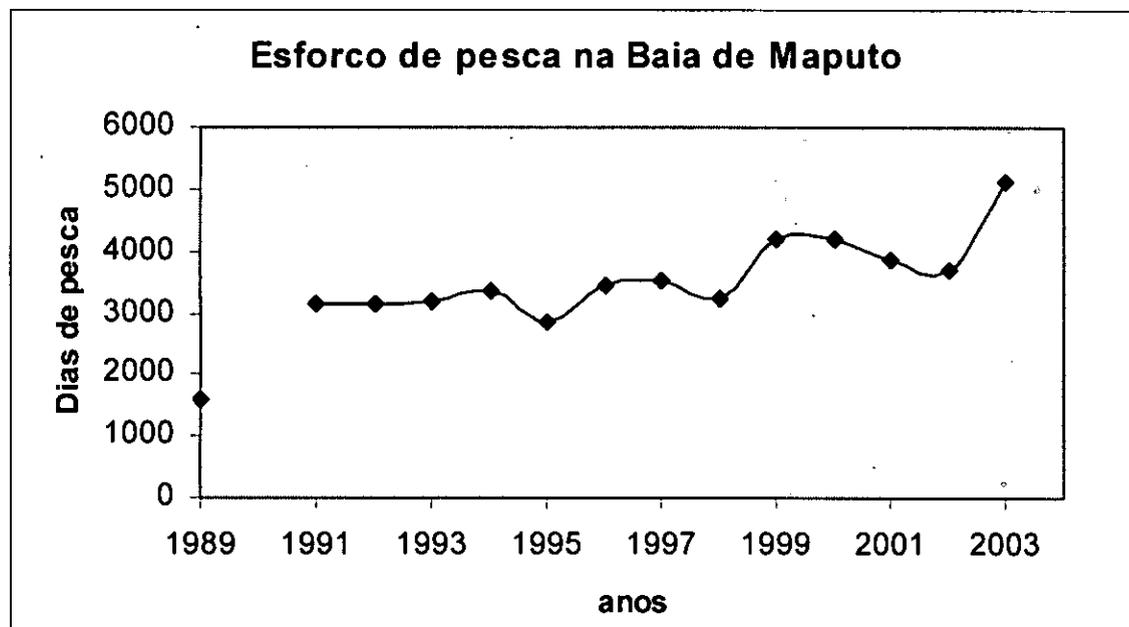


Figura 9a. Esforço de pesca da frota semi-industrial de camarão da Baía de Maputo (1989-2003).

No período entre 1965 a 1972 houve um aumento acentuado do esforço de pesca. A partir de 1973 houve uma diminuição do esforço de pesca até finais da década de 80. A partir dos anos 90, com a

introdução do período de veda de cerca de 2 meses no início de cada ano até o presente ano, têm sido registado um esforço de pesca relativamente constante.

Na Figura 10 apresenta-se o gráfico do rendimento total, isto é, índice de abundância do camarão da frota semi-industrial na Baía de Maputo no período desde 1965 a 2003.

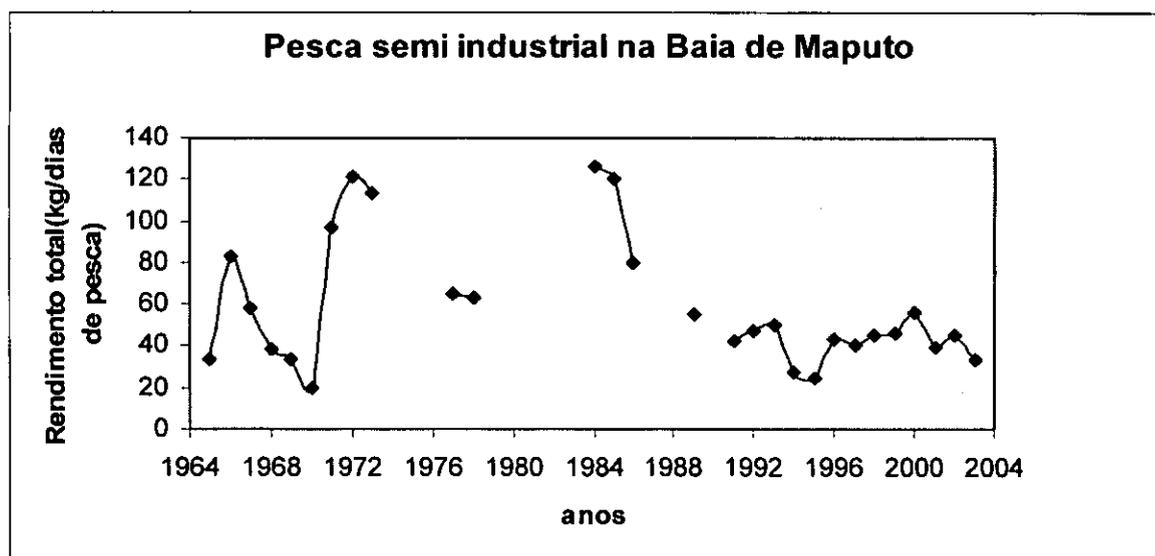


Figura 10. Rendimentos da frota semi-industrial de camarão da Baía de Maputo (1965-2003).

No gráfico do rendimento médio anual de camarão observam-se flutuações interanuais, com os rendimentos mais elevados nos anos 1966, 1972, 1984 e 2000. O maior rendimento anual foi de 121,7 kg/dia de pesca em 1972, tendo decrescido para 33,7 kg/dia de pesca em 2003.

Esta quebra de rendimentos poderá estar associada ao facto de a pesca artesanal não estar sujeita à redução da actividade (não é abrangida pela veda). Estes resultados estão de acordo com estudos realizados por Dengo e Govender, (1999) e Tomás (2001).

Na Figura 10a apresenta-se o gráfico de rendimento, isto é, do índice de abundância do camarão da frota semi-industrial na Baía de Maputo no período desde 1989 a 2003 em função do tempo em anos.

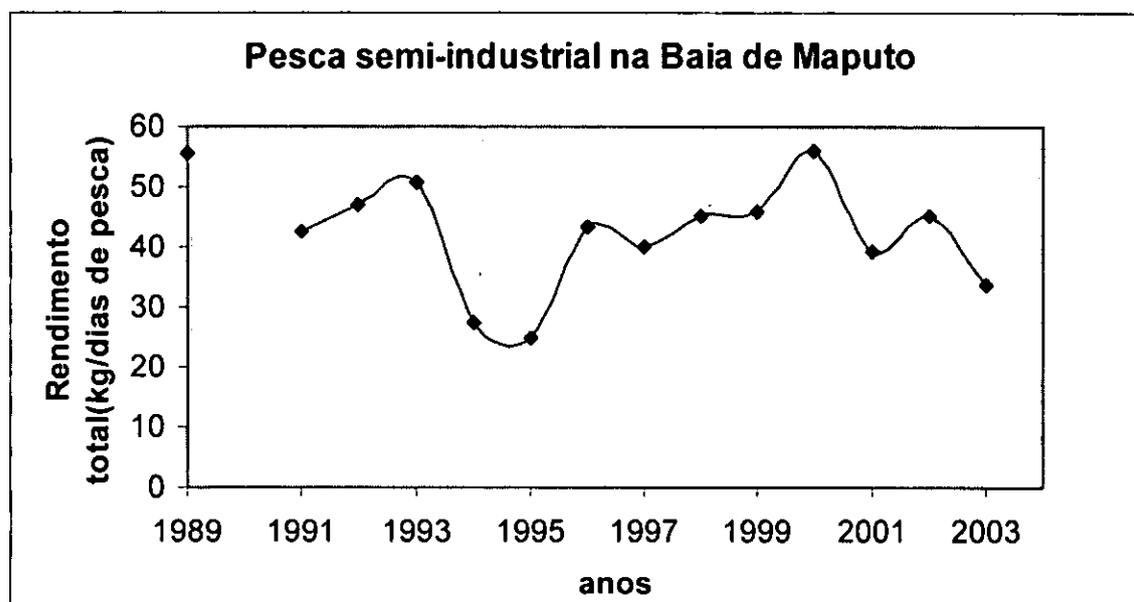


Figura 10a. Rendimentos da frota semi-industrial de camarão da Baía de Maputo (1989-2003).

Observam-se flutuações interanuais no rendimento total do camarão na Baía de Maputo entre 1989 e 2003, que podem estar dependentes do esforço de pesca, do padrão de pesca e das condições ambientais.

Na Figura 11 apresenta-se o gráfico das capturas totais anuais do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* da pesca semi-industrial na Baía de Maputo no período 1989-2003.

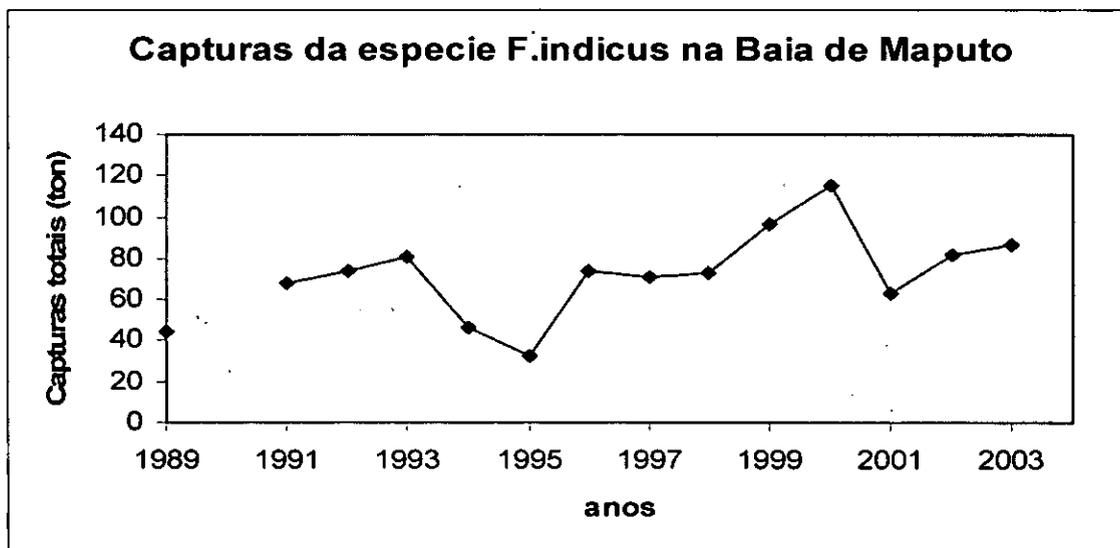


Figura 11. Capturas do camarão da espécie *F.indicus* da pesca semi-industrial na Baía de Maputo (1989-2003).

Observam-se flutuações interanuais, em que a captura mais elevada da espécie *Fenneropenaeus indicus* foi registada no ano 2000 (115,5 toneladas) e a captura mais baixa foi registada em 1995 (32,24 toneladas).

Na Figura 12 apresenta-se o gráfico do rendimento total anual do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* da pesca semi-industrial na Baía de Maputo no período 1989-2003.

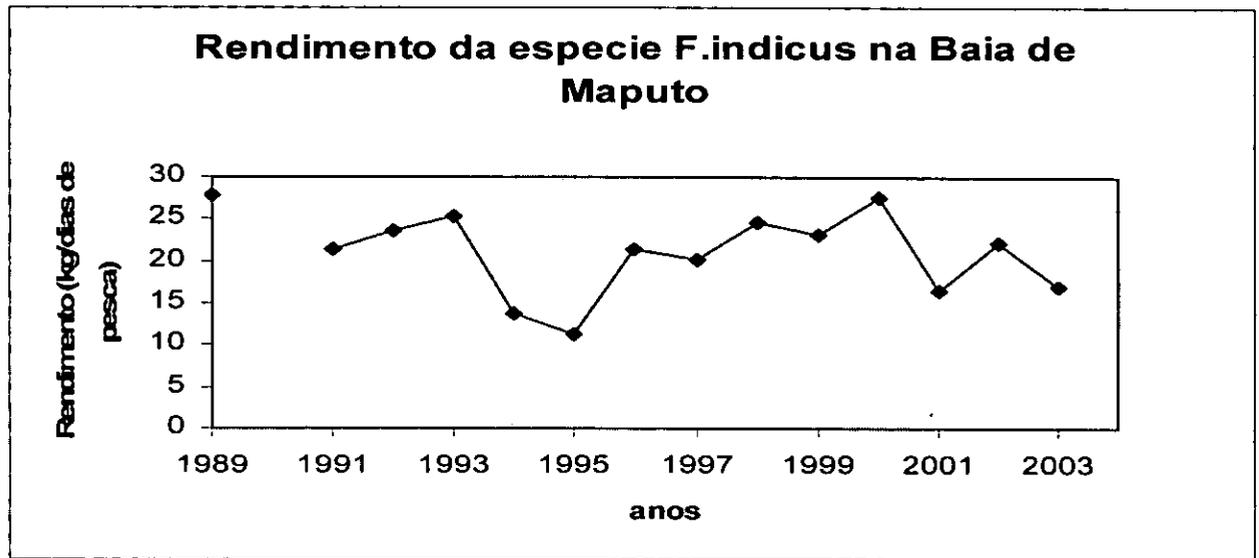


Figura 12. Rendimento do camarão da espécie *F.indicus* da pesca semi-industrial na Baía de Maputo (1989 -2003).

Observam-se flutuações interanuais, em que o rendimento mais elevado foi registado em 2000, com um valor de 27,5 kg/dia de pesca e o rendimento mais baixo da série registou-se em 1995, com um valor de 11,3 kg/dia de pesca.

4.4 Análise das Relações entre os Rendimentos do Camarão e as Condições Ambientais

O camarão de águas pouco profundas está condicionado à disponibilidade de água doce, proveniente do fluxo dos rios e das chuvas que caem directamente na zonas costeiras. Estudos feitos noutras regiões do mundo, concluíram que a abundância do camarão estava relacionada com a água doce que, para além de estimular o recrutamento, fornece nutrientes que enriquecem a água dos estuários onde se desenvolvem estas espécies.

4.5 Análise da Relação entre o Rendimento de Camarão e a Precipitação

Staples (1985) e Vance *et al.* (1985) observaram relações estatisticamente significativas entre as capturas de camarão da espécie *P. Merquiensis* e as chuvas no Golfo da Carpentária, na Austrália. Hildebrand e Gunter (1953) e Gunter e Hildebrand (1954) no Texas, Thomsom (1956), Viosca (1958) e Ingle (1962) citados por Castello e Möller Jr. no Rio Grande do Sul, Brasil em 1978, Chapa Saldaña e López R. Soto no Golfo do México em 1969 encontraram relações estatísticas significativas entre o rendimento do camarão e a precipitação.

Na Figura 13 apresentam-se os gráficos sobrepostos do rendimento médio anual de camarão da pesca semi-industrial da Baía de Maputo e da precipitação total anual, medida na estação de Maputo, no período de 1964 a 2003 .

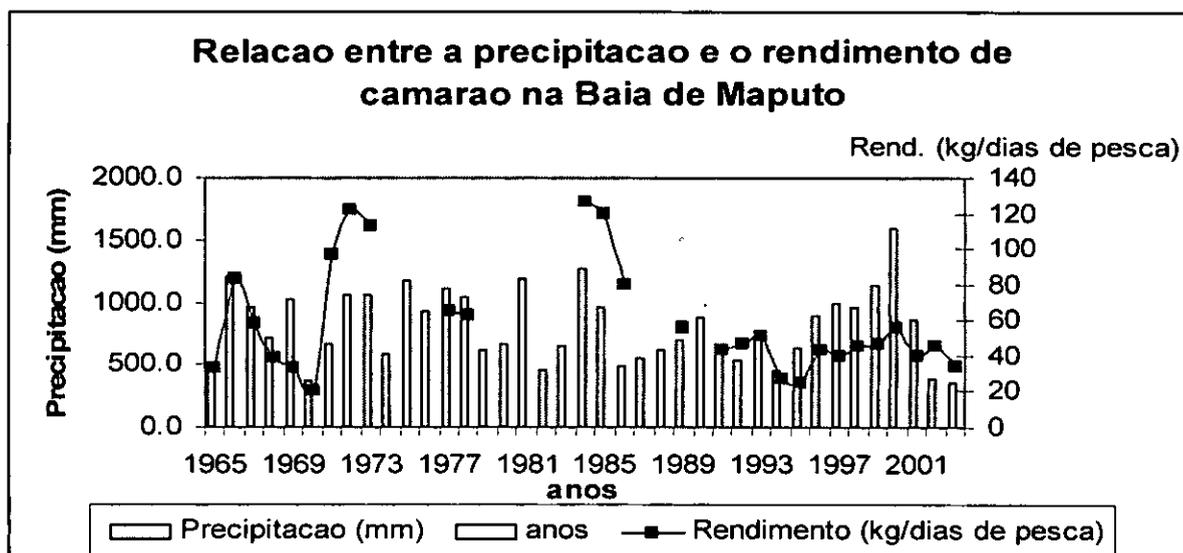


Figura 13. Relação entre o rendimento médio anual de camarão da pesca semi-industrial da Baía de Maputo e precipitação total anual (1964-2003).

Observa-se que a curva de rendimentos parece acompanhar as flutuações na precipitação e, por essa razão, testou-se a relação linear entre o rendimento médio anual de camarão da pesca semi-industrial da Baía de Maputo entre 1984 a 2003 (anos em que o esforço de pesca foi relativamente estável) e a precipitação total do ano anterior, que é apresentada na Figura 14.

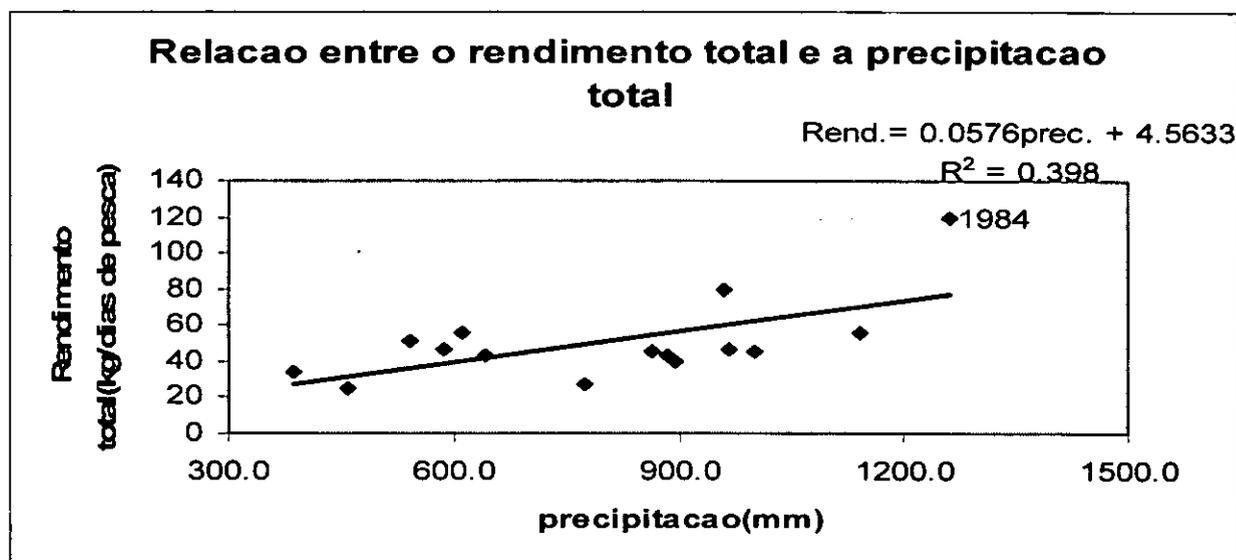


Figura 14. Relação entre o rendimento médio anual de camarão da pesca semi-industrial da Baía de Maputo e precipitação total do ano anterior (1984 – 2003).

Excluindo o ano 2000 (valor não considerado na análise), o ano em que a precipitação foi anormal, observa-se que a captura por unidade de esforço do camarão na Baía de Maputo aumentou com a precipitação total do ano anterior. Segundo o teste F com o nível de significância $\alpha=0,05$ conclui-se que o modelo de regressão é significativo (Anexo 13).

Os resultados obtidos estão de acordo com os resultados pelos autores acima citados que afirmaram que a precipitação tinha influência no rendimento total de camarão, considerando que a água que os rios transportam para o mar nutrientes que vão condicionar uma boa produção.

No entanto, no nosso caso, o coeficiente de correlação explica apenas 39,8% das variações do rendimento total de camarão. Na análise de variância para o modelo de regressão linear, a dispersão da regressão é menor que a dispersão residual, isto quer dizer que a variável dependente (rendimento total) não depende somente da variável independente (precipitação total), mas também provavelmente doutros factores ambientais como, por exemplo, os factores meteorológicos (vento), oceanográficos (temperatura da água) e biológicos (nutrientes).

Na Figura 15 apresentam-se os gráficos sobrepostos do rendimento médio anual de camarão da pesca semi-industrial da Baía de Maputo, no período de 1984 a 2003, e da precipitação na estação chuvosa correspondente (Outubro do ano anterior a Março do ano a que correspondem as capturas).

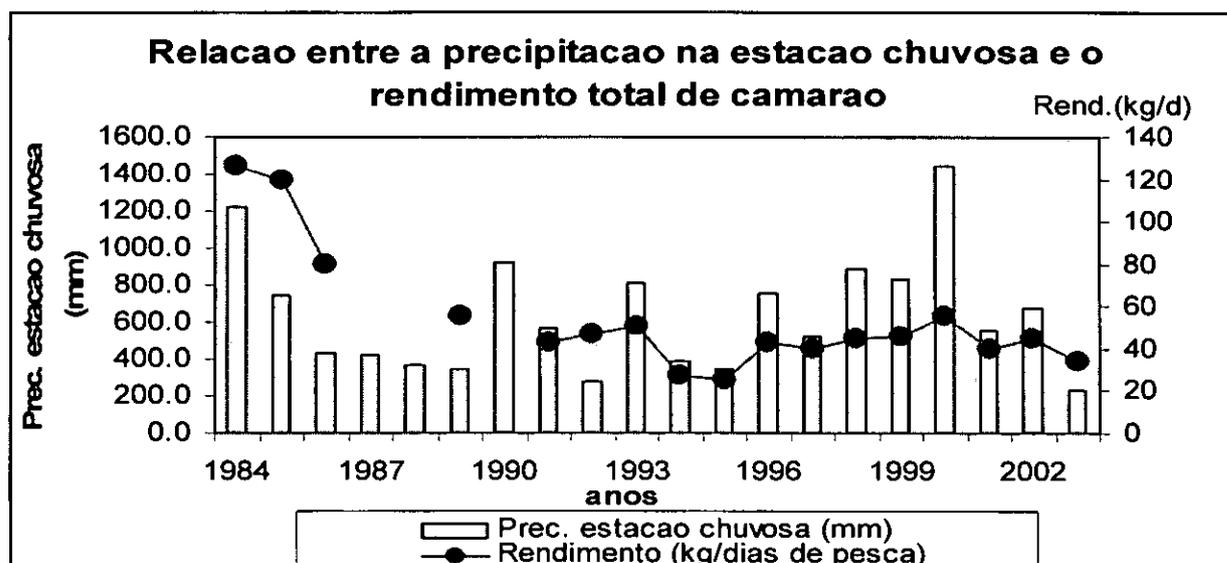


Figura 15. Rendimento total de camarão da pesca semi-industrial da Baía de Maputo e precipitação na estação chuvosa (1984 – 2003).

Observa-se uma relação aparente entre a precipitação na estação chuvosa e o rendimento total de camarão na Baía de Maputo mas, segundo o teste estatístico F com um nível de significância $\alpha=0,05$, conclui-se que o modelo de regressão não é significativo (Anexo 14), ou seja, que não existe relação linear entre a precipitação na estação chuvosa e o rendimento total de camarão. Na análise de variância para o modelo de regressão linear, a dispersão da regressão é menor que a dispersão residual, isto quer dizer que a variável dependente (rendimento total de camarão) não depende somente da variável independente (precipitação na estação chuvosa) mas provavelmente também de outros factores ambientais como os factores meteorológicos e oceanográficos. De facto, o coeficiente de correlação calculado explica que apenas 20,9% das variações do rendimento total de camarão dependem das variações da precipitação na estação chuvosa.

Na Figura 16 apresentam-se os gráficos sobrepostos dos rendimentos médios anuais do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* capturada pela frota semi-industrial no período 1984 a 2003 na Baía de Maputo e a precipitação total no ano anterior.

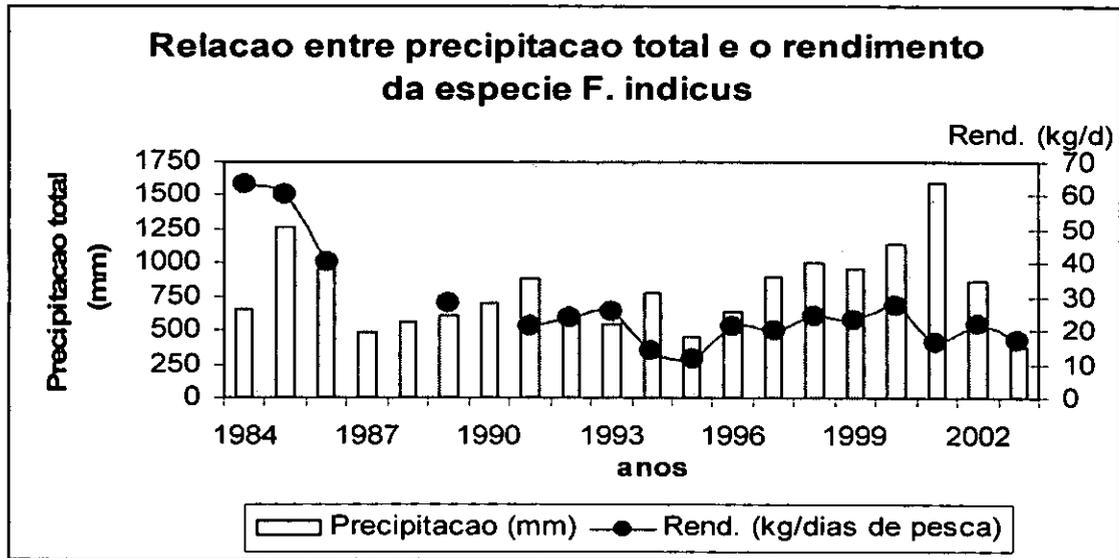


Figura 16. Rendimentos médios anuais do camarão da espécie *F. indicus* capturada pela frota semi-industrial na Baía de Maputo e a precipitação total no ano anterior (1984 – 2003)

Observa-se uma aparente relação concordante entre os rendimentos do camarão da espécie *F. indicus* e a precipitação total anual mas, segundo o teste estatístico F com o nível de significância $\alpha=0,05$ conclui-se que o modelo de regressão não é significativo (Anexo 15), e não existiu relação linear entre os rendimentos da espécie *Fenneropenaeus indicus* e a precipitação total anual, durante o período observado. O coeficiente de correlação mostra que apenas 3,1 % das variações do rendimento total de camarão são explicadas pelas variações da precipitação total.

Na Figura 17 apresentam-se os gráficos sobrepostos dos rendimentos médios anuais do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* capturada pela frota semi-industrial na Baía de Maputo e a precipitação na estação chuvosa, no período 1984 a 2003.

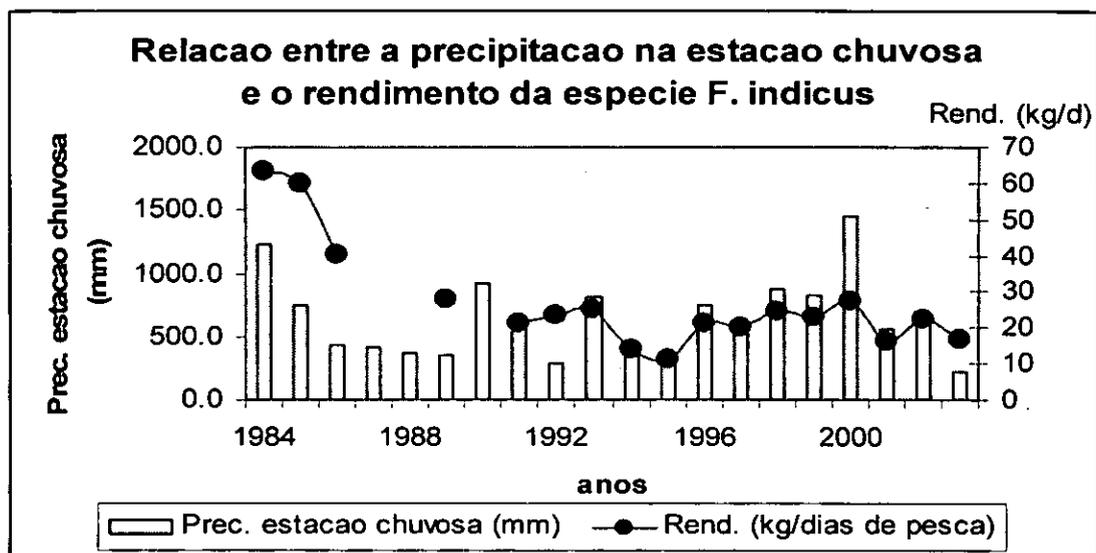


Figura 17. Rendimentos médios anuais do camarão da espécie *F. indicus* capturada pela frota semi-industrial na Baía de Maputo e precipitação na estação chuvosa (1984 – 2003).

Observa-se uma aparente relação concordante entre os rendimentos da espécie *F. indicus* e a precipitação na estação chuvosa mas, segundo o teste estatístico F com o nível de significância $\alpha=0,05$ conclui-se que o modelo de regressão não é significativo (Anexo 16), ou seja, que não existiu uma relação linear entre o rendimento do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* e a precipitação na estação chuvosa, durante o período analisado. O coeficiente de correlação mostra que apenas 21,1 % das variações do rendimento total de camarão são explicados pelas variações da precipitação na estação chuvosa.

Os testes de regressão linear mostraram que, apesar de se ter observado uma relação significativa entre os rendimentos médios anuais do total de camarão capturado pela pescaria semi-industrial na Baía de Maputo e a precipitação total no ano anterior às capturas, não se observaram relações significativas entre a precipitação na estação chuvosa, o rendimento total de camarão e o rendimento do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus*, nem entre a precipitação total e o rendimento de camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus*, durante o período analisado. Quando a salinidade da água nas zonas de crescimento (mangais, estuários) baixa devido à água doce proveniente da precipitação o camarão juvenil, por não tolerar grandes variações de salinidade,

tende a migrar para o alto mar onde a salinidade não sofre variações tão grandes. A não existência da relação, provavelmente indica que a espécie *Fenneropenaeus indicus* tem um padrão de recrutamento complexo, acontecendo ao longo de todo o ano, o que pode ser observado na curva anual de rendimento da espécie *Fenneropenaeus indicus*, (Figura 7) onde temos um recrutamento principal que aparece logo após a veda (Janeiro e Fevereiro) e temos recrutamentos secundários, que aparecem ao longo do segundo semestre.

Gammelsrød (1989), observou que havia relação entre a precipitação anual no período de 1974 a 1985 e o rendimento do camarão pequeno da espécie *P. indicus* no Banco de Sofala. A não existência da relação na Baía de Maputo, pode estar relacionada com a não especificação das categorias por tamanho de camarão.

Os testes de regressão linear mostraram também que os rendimentos do camarão na Baía de Maputo não dependem somente da precipitação total, mas também de vários outros factores ambientais tais como os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água.

4.6 Análise da Relação entre o Rendimento de Camarão e Índice de Escoamento dos Rios Maputo e Incomáti

Gammelsrød (1992a,b) e Gammelsrød & Hogueane (1995) revelaram existir correlação entre o escoamento do rio Zambeze e a abundância de camarão no Banco de Sofala. Baseando-se na relação linear entre a taxa de capturas do camarão e o fluxo do rio Zambeze, a redução do camarão foi atribuída à diminuição do fluxo do rio Zambeze.

Na figura 18 apresentam-se os gráficos sobrepostos do índice de escoamento total dos rios Maputo e Incomáti no período desde 1995 a 2003 e o rendimento total de camarão da pesca semi-industrial da Baía de Maputo no mesmo ano.

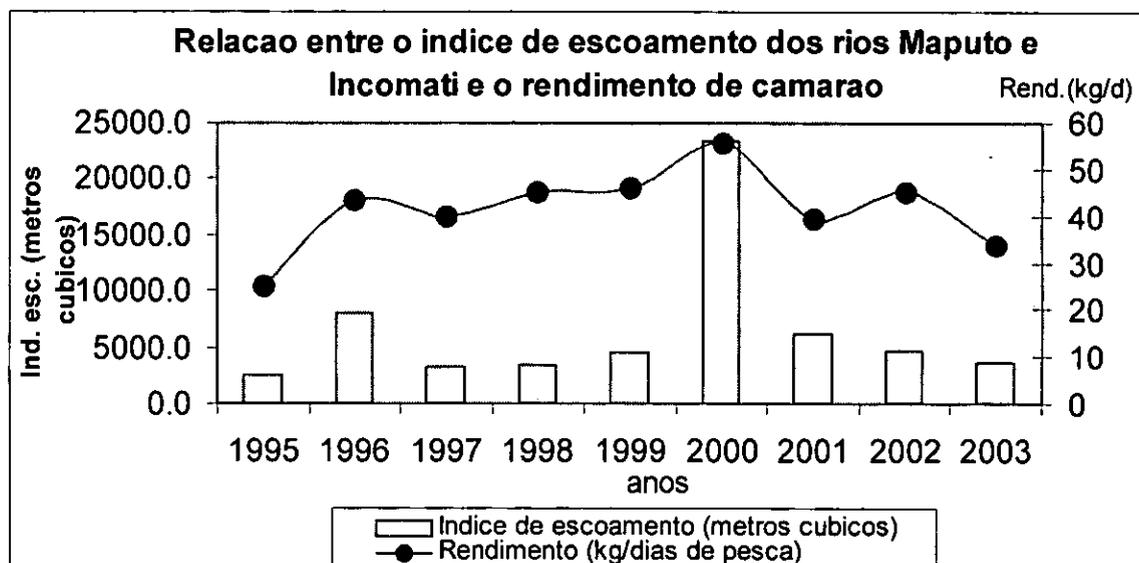


Figura 18. Índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti e rendimento total de camarão da pesca semi-industrial da Baía de Maputo (1995 – 2003).

Observa-se que a curva de rendimentos total de camarão não parece acompanhar as flutuações do índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti e, por essa razão, testou-se a relação linear entre o rendimento total de camarão da pesca semi-industrial da Baía de Maputo entre 1995 a 2003 e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti no mesmo ano, que é apresentada na Figura 19.

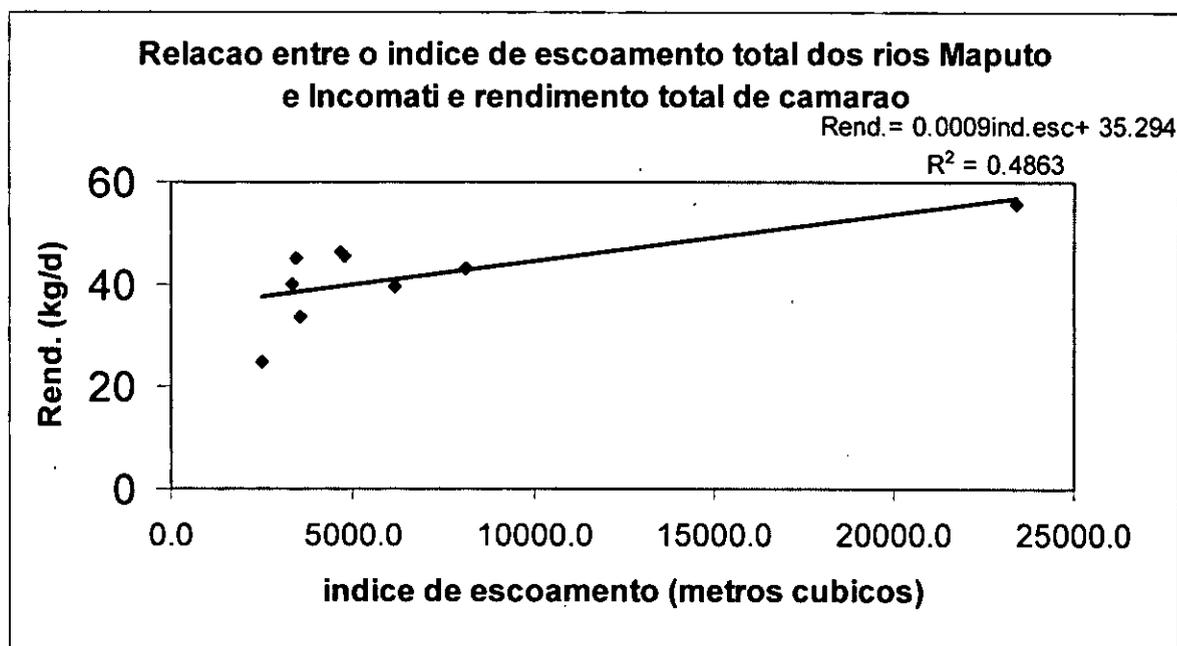


Figura 19. Relação entre o rendimento total anual do camarão capturado pela frota semi-industrial da Baía de Maputo e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomati (1995 – 2003).

Segundo o teste estatístico F com o nível de significância $\alpha=0,05$ pode-se concluir que o modelo de regressão é significativo (Anexo 17) e que se verificou uma relação linear entre o rendimento total de camarão na Baía de Maputo e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomati, durante o período analisado. O coeficiente de correlação calculado, no entanto, explica que apenas 48,6 % das variações do rendimento total de camarão na Baía de Maputo dependem das variações do índice de escoamento dos rios Maputo e Incomati. Na análise de variância para o modelo de regressão linear, a dispersão da regressão é menor que a dispersão residual, isto quer dizer que a variável dependente (rendimento total) não depende somente da variável independente (índice de escoamento dos rios Maputo e Incomati), mas também doutros factores ambientais como, por exemplo, os factores meteorológicos, oceanográficos e biológicos.

Na figura 20 apresentam-se os gráficos sobrepostos do índice de escoamento total dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa e o rendimento total de camarão no período 1995 a 2003 na Baía de Maputo.

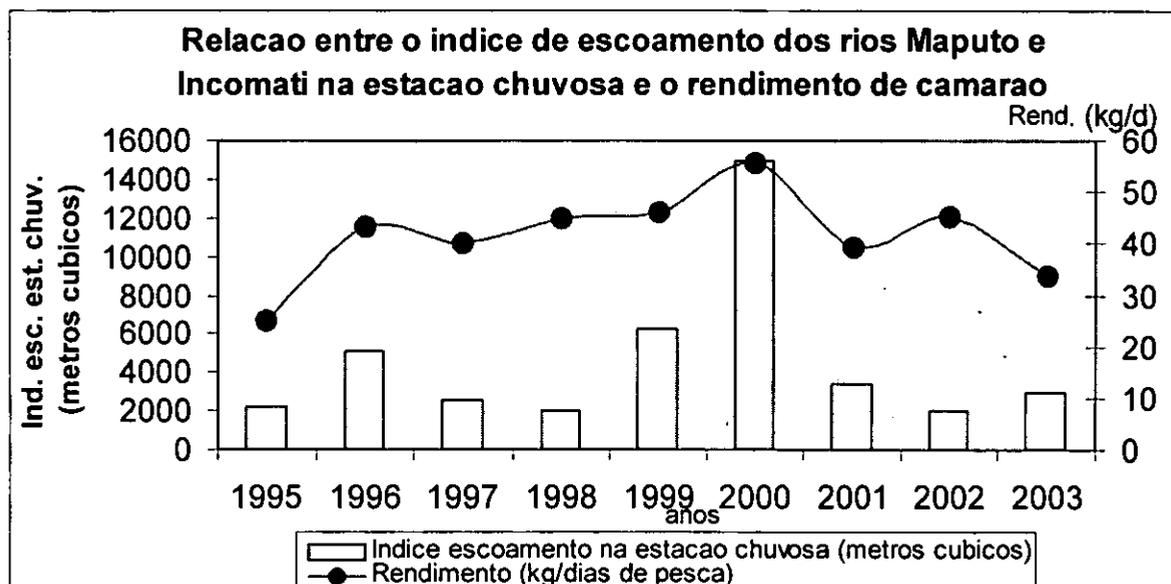


Figura 20. Índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa e rendimento total do camarão capturado pela frota semi-industrial na Baía de Maputo (1995 – 2003).

Observa-se que a curva do rendimento total de camarão não parece acompanhar as flutuações do índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa e, por essa razão, testou-se a relação linear entre o rendimento total de camarão da pesca semi-industrial da Baía de Maputo entre 1995 e 2003 e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa, que é apresentada na Figura 21.

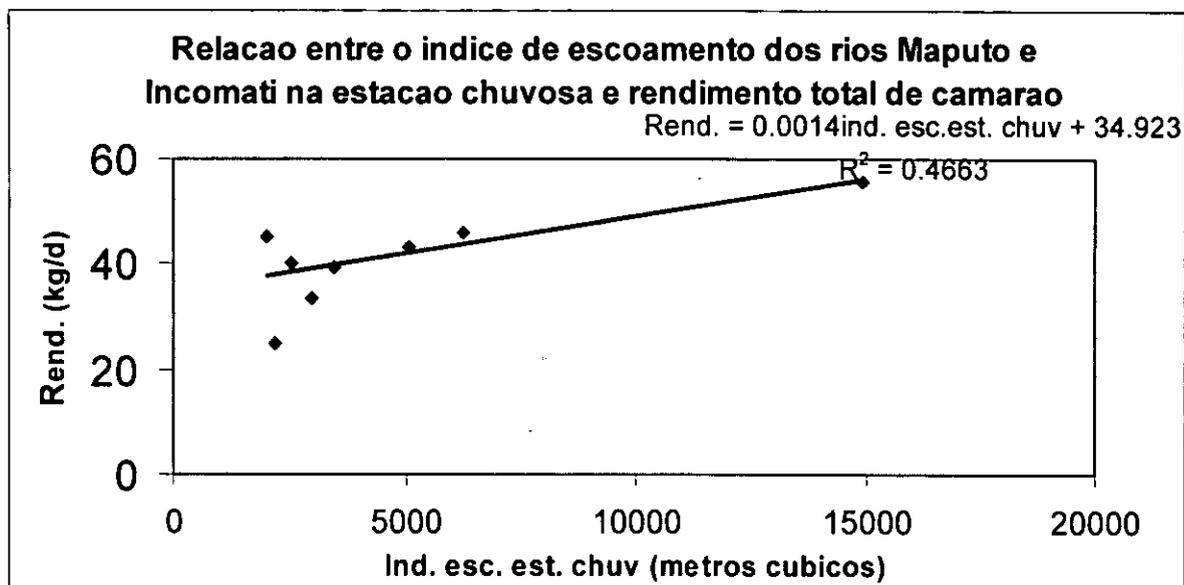


Figura 21. Relação entre o rendimento total do camarão capturado pela frota semi-industrial na Baía de Maputo e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa (1995 – 2003).

Segundo o teste estatístico F com o nível de significância $\alpha=0,05$ conclui-se que o modelo de regressão é significativo (Anexo 18) e que existiu uma relação linear entre o rendimento total de camarão na Baía de Maputo e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa, durante o período analisado. O coeficiente de correlação calculado indica que o modelo explica apenas 46,6 % das variações do rendimento total de camarão na Baía de Maputo como dependentes das variações do índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa.

Os resultados obtidos nas relações entre o rendimento total de camarão e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa estão de acordo com os resultados obtidos por Gammelsrød (1992 a,b) e Gammelsrød e Hogueane (1995) no Banco de Sofala, onde encontraram relações significativas entre o rendimento de camarão e o escoamento do rio Zambeze.

Na figura 22 apresentam-se os gráficos sobrepostos do índice de escoamento total dos rios Maputo e Incomáti no período 1995 a 2003 e o rendimento total de camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* capturado pela frota semi-industrial na Baía de Maputo no mesmo ano.

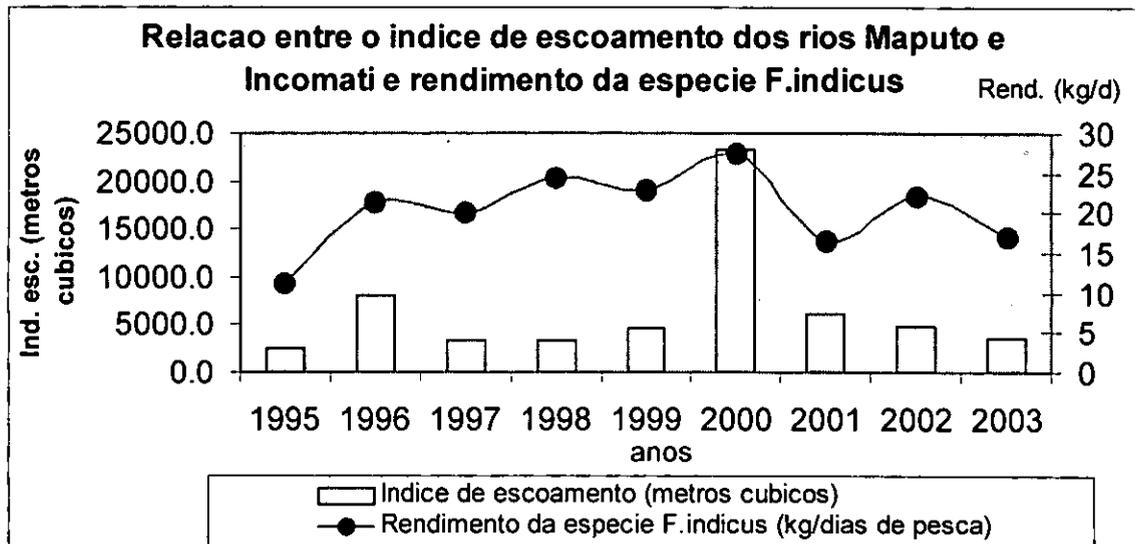


Figura 22 Índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti e rendimento do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* capturado pela frota semi-industrial na Baía de Maputo (1995 – 2003).

Segundo o teste estatístico F com o nível de significância $\alpha=0,05$ pode-se concluir que o modelo de regressão não é significativo (Anexo 19) e, portanto, que não existiu uma relação linear entre o rendimento da espécie *F. indicus* capturado pela frota semi-industrial na Baía de Maputo e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti durante o período analisado. O coeficiente de correlação calculado indica que apenas 35,1 % das variações do rendimento total do camarão da espécie *F. indicus* na Baía de Maputo são explicadas pelas variações do índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti.

Na figura 23 apresentam-se os gráficos sobrepostos do índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa e o rendimento do camarão da espécie *F. indicus* capturado pela frota semi-industrial da Baía de Maputo no período 1995 a 2003.

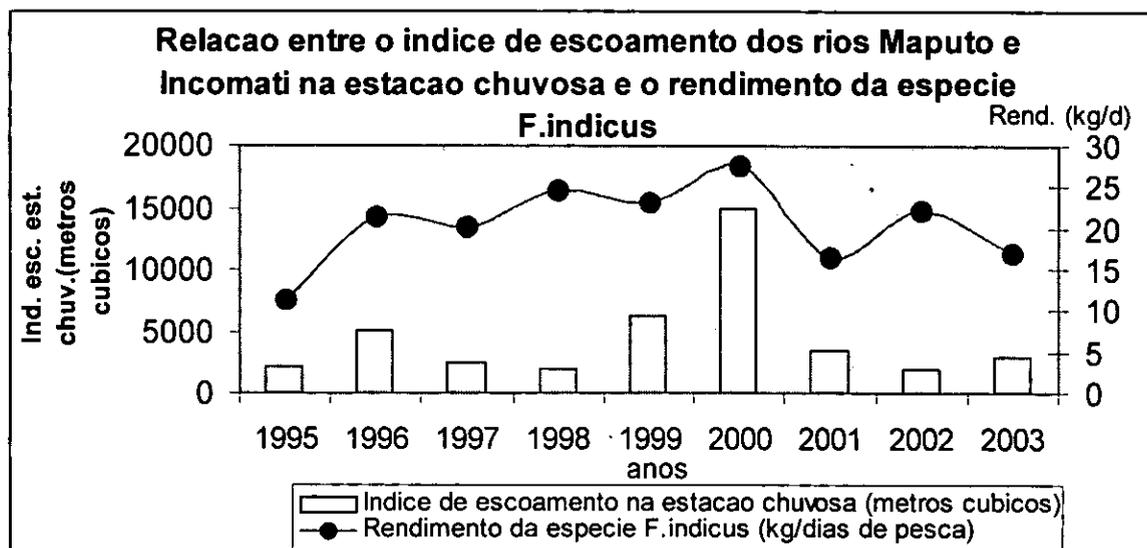


Figura 23 Índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa e rendimento do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* capturado pela frota semi-industrial na Baía de Maputo (1995 – 2003)

Segundo o teste estatístico F com o nível de significância $\alpha=0,05$ conclui-se que o modelo de regressão não é significativo (Anexo 20) e que, portanto, não existiu uma relação linear entre o rendimento do camarão da espécie *F. indicus* na Baía de Maputo e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa, durante o período analisado. O coeficiente de correlação calculado indica que apenas 35,1 % das variações do rendimento total de camarão da espécie *F. indicus* na Baía de Maputo são explicados pelas variações do índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti durante a estação chuvosa.

Jorge da Silva (1986), estabeleceu a relação entre as capturas de camarão das frotas industriais a operarem no Banco de Sofala e o escoamento do rio Zambeze, onde observou que as capturas por unidade de esforço variavam de ano para ano da mesma maneira que o escoamento; a mesma análise foi feita por Gammelsrød (1989), utilizando dados do período 1974 a 1985 no Banco de Sofala.

O teste de regressão linear mostrou não ter existido relação entre o rendimento do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* capturado pela frota semi-industrial da Baía de Maputo com o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti, quer na estação chuvosa, quer durante todo o ano anterior, apesar de se terem detectado relações significativas para o rendimento total do camarão.

Observações feitas no Golfo da Carpentaria na Austrália por Vance *et al.* (1985), mostraram que a abundância da espécie *P. merguensis* estava associada a hipersalinidade, o que não se observa, segundo Gammelsrød (1992 a,b), com a espécie *P. indicus* que reage a qualquer mudança das condições hidrográficas. A não existência da relação provavelmente está relacionada com os altos níveis de tolerância à salinidade do camarão da espécie *F. indicus* nas áreas de crescimento, o que pode influenciar muito o seu recrutamento.

Garcia & Reste (1981) também reportaram que a espécie *Fenneropenaeus indicus* (*P. indicus*) era característica de águas salobras, enquanto que Staples *et al.* (1984) observaram que a espécie *Penaeus merguensis* tinha uma pequena tolerância à água doce, onde os juvenis não toleravam uma salinidade abaixo de 7 ‰. Abaixo deste nível de salinidade, os juvenis do camarão daquela espécie tendem a migrar em direcção ao oceano aberto.

Segundo Kalk (1995), os canais do mangal, por serem ricos em matéria orgânica, são campos de alimentação e de protecção de juvenis de diversas espécies de peixes e crustáceos, por exemplo, de camarões peneídeos, tais como *Fenneropenaeus indicus*, *Penaeus monodon* e *Metapenaeus monoceros*. A não existência da relação provavelmente pode igualmente ser devida à subida dos níveis do rio e à acção das ondas, que podem fazer com que os sedimentos bloqueiem os canais dos mangais, perturbando assim o ecossistema natural para o desenvolvimento dos juvenis e consequentemente afectando o seu recrutamento.

Os testes de regressão linear mostraram também que o rendimento total de camarão na Baía de Maputo não depende somente do índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti assim como do índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa, mas provavelmente também de outros factores ambientais tais como os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água. Presume-se que estes factores ambientais tenham influência no recrutamento total do camarão na Baía de Maputo.

Capítulo V

Conclusões e Recomendações

5.1 Conclusões

Do estudo conclui-se que:

- O regime anual da precipitação em Maputo segue um modelo sinusoidal com um máximo de 125 mm em Dezembro e um mínimo de 20 mm em Junho.
- O regime anual do escoamento dos rios Maputo e Incomáti mostra igualmente um ciclo sazonal, com um máximo de 1250 m³ em Janeiro e um mínimo de 300 m³ em Julho, mas este regime não é explicado por um modelo sinusoidal, isto porque foi testado estatisticamente e observou-se que não existia relação entre a curva observada e a curva modelada.
- A pescaria do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* é sazonal, ocorrendo as melhores capturas durante a estação chuvosa, logo após a veda (Janeiro e Fevereiro), com um máximo de 14 toneladas de capturas de camarão branco no mês de Março e baixando exponencialmente até Dezembro.
- A tendência exponencial negativa das capturas e rendimentos médios mensais do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* é semelhante ao modelo clássico da curva de mortalidade total; no entanto, o valor do expoente desta curva é muito mais baixo que os valores de Z calculados para a mesma espécie, provavelmente por esta espécie apresentar picos de recrutamento ao longo do ano, o que não permite utilizar a curva de capturas para a estimação deste parâmetro da população.
- As flutuações interanuais das capturas e rendimento do camarão capturado pela frota semi-industrial da Baía de Maputo parecem estar associadas a um conjunto de factores ambientais combinados com o efeito do esforço de pesca.
- Observou-se uma relação linear estatisticamente significativa entre o rendimento médio anual do camarão capturado pela frota semi-industrial na Baía de Maputo e a precipitação total relativa ao ano anterior às capturas, durante o período 1984-2003; no entanto, não foi detectada uma

- Não foram observadas relações lineares estatisticamente significativas entre o índice de abundância do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* e a precipitação, quer o total anual, quer o da estação chuvosa, durante o mesmo período.
- Observaram-se relações lineares estatisticamente significativas entre o rendimento médio anual do camarão capturado pela frota semi-industrial na Baía de Maputo e o índice de escoamento total dos rios Maputo e Incomáti, durante o período 1995-2003; no entanto, não foram detectadas relações lineares entre o índice de abundância do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* e o escoamento daqueles rios.
- Pelas conclusões anteriores, são rejeitadas as hipóteses formuladas de que as flutuações sazonais e interanuais do índice de abundância (captura por unidade de esforço) do camarão branco, *Fenneropenaeus indicus*, na pescaria semi-industrial da Baía de Maputo, apesar de reflectirem parcialmente o ciclo anual da precipitação e do escoamento dos rios, não têm uma relação linear com os valores daqueles parâmetros .
- Em todas as relações lineares observadas, constatou-se que os modelos apenas explicam uma parte das variações do rendimento do camarão, pelo que se conclui que este recurso é influenciado, não só pela precipitação e pelo escoamento, mas provavelmente por outros factores, bióticos e abióticos da Baía de Maputo, para além das variações do esforço de pesca e da influência da pesca artesanal.

5.2 Recomendações

De acordo com os resultados deste estudo, podem formular-se as seguintes recomendações:

- Uma vez que os modelos de regressão linear simples mostraram haver relações estatisticamente significativas entre o rendimento total do camarão capturado pela frota semi-industrial na Baía de Maputo e a precipitação e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti, mas que estes factores não explicam a maior parte das flutuações interanuais, nem se aplicam à espécie *Fenneropenaeus indicus*, recomenda-se o uso de modelos de regressão múltipla, testando não só as variáveis e os períodos considerados neste estudo, mas também outros factores ambientais e o esforço de pesca.

- Uma vez que se observaram relações lineares estatisticamente significativas entre o rendimento médio anual do camarão capturado pela frota semi-industrial na Baía de Maputo e o índice de escoamento total dos rios Maputo e Incomáti, durante o período 1995-2003, recomenda-se que se estude o efeito potencial de caudais ecológicos destes rios e, se possível, também do rio Umbelúzi, nos rendimentos do camarão nesta baía.

Capítulo VI Referências Bibliográficas

1. Alves, M. H. e A. G. Henriques (1994). O caudal ecológico como medida de minimização dos impactos nos ecossistemas lóticos. Métodos para a sua determinação e aplicações. Actas do 6º SILUSB/1º SILUSBA, Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Lisboa, 11 a 14 de Abril de 1994.
2. Bandeira, S. O. (1991). Distribuição e taxonomia das ervas marinhas na Ilha de Inhaca. Trabalho de Licenciatura. UEM, Maputo (manuscrito).
3. Brinca, L. e L. Palha de Sousa (1984). O recurso de camarão de águas pouco profundas. In Acta do seminário conjunto Moçambique/NORAD sobre "os recursos marinhos de Moçambique". Revista de Investigação Pesqueira N° 9. IIP. Maputo.
4. Chapa Saldaña e López R. Soto (1969). Resultados preliminares del estudio ecológico y pesquero de las lagunas litorales del sur de Sinaloa, México. In: Castañares and Phleger. Edit. Lagunas Costeras, un Simposio UNAM – UNESCO, México, Nov. 28 – 30, 1967 : 653 – 662.
5. Castello, J. P. e Möller Jr, O. O. (1978). On the Relationship Between Rainfall and Shrimp Production in the Estuary of the Patos Lagoon. Atlântica, Rio Grande, v.3: 67 – 74.
6. Cadima, E. L. (1984). Avaliação do estudo de um recurso e da pesca. Revista de Investigação Pesqueira N° 9. IIP. Maputo.
7. de Freitas, A. J. (1972). Abundância relativa e sazonal do camarão de maior interesse económico de Baía de Lourenço Marques. Relatório científico.(1969): 11-16. MEBPM. L. Marques.
8. de Freitas, A. J. (1984). The Penaeoidea of Southeast Africa. I. The study area and key to the southeast African species. Investigation Report N° 56. Oceanographic Research Institute. Durban. 31 pp.
9. de Freitas, A. J. (1986). Selection of Nursey Area by Six Southeast African Penaeidae. Investigation Report N° 23. Oceanographic research Institute. Durban. P. 901-908.
10. Dengo, A. e A. Govender (1999). Pesca semi-industrial e artesanal de camarão na Baía de Maputo. IIP. Maputo.
11. Fischer, W., I. Sousa; C. Silva; A. de Freitas; J. M. Poutiers; W. Schneider; T. C. Borges; J. P. Féral; and A. Massinga.(1990). Guia de Campo des Espécie Comerciais Marinhas e de Águas Salobras de Moçambique. FAO., Rome.
12. Gammelsrød, T. (1989). Capturas de camarão de águas pouco profundas e condições ambientais no Banco de Sofala. Instituto de Investigação Pesqueira .18. Maputo.

13. Gammelsrød, T. (1992 a). Improving shrimp catch by Zambezi River regulation. AMBIO 21, 145 - 147
14. Gammelsrød, T. (1992 b). Variation in Shrimp abundance on the Sofala Bank, Mozambique, and relation to the Zambezi river runoff. Estuarine, Coastal and Shelf Science 35, 91-103.
15. Gammelsrød, T. e Hogueane, A. M. (1995). Influência de alguns factores ambientais na abundância do camarão no Banco de Sofala. Revista de Investigação Pesqueira 20, Vol 2, in press. Maputo.
16. Garcia S. & L. Le Reste (1981). Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. FAO Fisheries Technical paper 203, 1 - 215.
17. Gove, D. (1991). Factores ambientais que influenciam a pesca na zona economica e exclusiva de Moçambique. Trabalho de licenciatura. UEM, Maputo.
18. Hildebrand, H. e G. Gunter (1953). Correlation of rainfall with the Texas catch of white shrimp. Trans. Am. Fish. Soc. 82: 151-155.
19. Gunter, G. e H. Hildebrand (1954). The relation of the total rainfall of the state and catch of marine shrimp, *Penaeus paulensis*, in Texas waters. Bull. Mar. Sci. Gulf Carib. 4 (2): 95-103.
20. Hogueane, A. M. (1996). Hidrodinamica, temperatura and salinity in mangrove swamps in Mozambique. Tese de Doutoramento, Universidade de Wales, UK, 179 pp.
21. Hogueane, A. M. e V. Dove (2001). Condições Oceanográficas da Baía de Maputo. Boletim de divulgação 34. IIP. Maputo.
22. Hogueane, A. M. e Dove, V., (2004). Algumas notas sobre gestão integrada da zona costeira.
23. Instituto de Investigação Pesqueira (2000). Relatório sobre estado dos recursos: camarão da Baía de Maputo. IIP. Maputo.
24. Instituto de Investigação Pesqueira (2001). Seminário sobre as pescarias da Baía de Maputo. Boletim de divulgação 34. IIP. Maputo.
24. Kalk, M. (1995). A natural history of Inhaca Island, Mozambique. 3rd Ed, Witwatersrand University Press, Johannesburg. 395p.
25. Macia Jr, A. (1990). Estudo de duas espécies de camarão (*Penaeus indicus* e *Metapenaeus monoceros*) capturadas nas pescarias artesanal e semi-industrial da Baía de Maputo. Tese de licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane, Maputo
26. Mulenga, A. (2004). Introdução à estatística. Maputo.

27. Palha de Sousa, L.,(1989). Distribuição e Biologia das espécies de camarão de águas pouco profundas. Revista de Investigação Pesqueira 18. IIP. Maputo.
28. Paula e Silva, R.; Sousa, M.I. e Caramelo, A. M. (1990). The Maputo Bay Ecosystem (Mozambique). Relatório 16. IIP. Maputo.
29. Saetersdal, G., (1992). Problemas da gestão dos stocks de camarão. Revista de Investigação Pesqueira 20, Vol 1, 9 – 26. IIP, Maputo.
30. Sete, C. I. (2000). Correntes de mares e circulação geral da Baía de Maputo. Trabalho de licenciatura. UEM, Maputo.
31. Shatz, Yuri (2000). Fishstat Plus, Version 2.30. FAO, Rome.
32. Staples, D. J. (1985). Modelling of the recruitment process of the banana prawn, *Penaeus merguensis*, in the southeastern Gulf of Carpentaria, Austrália. In Second Australian National prawn seminar (Rothlisberg, P.C, Hill, B. J., eds.). Fishing News Books. Surrey. pp.259-267.
33. Vance, D.J., D.J. Staples and J.D. Kerr. (1985). Factors affecting the year-to-year variation in the catch of banana prawns (*Penaeus merguensis*) in the Gulf of Carpentaria, Austrália. J. Cons. Int. Explor. Mer, 42, 83-97.

Anexos

Anexo 1 – Captura e esforço da pesca semi-industrial de Camarão da Baía de Maputo (1965/2003)

Anos	Nº.barcos	Esforço(dias de pesca)	Capturas (ton)	Rendimentos(kg/dias)
1965	3	120	4	33.3
1966	4	720	60	83.3
1967	10	740	43	58.1
1968	25	3600	138	38.3
1969	37	5620	188	33.5
1970	46	8170	165	20.2
1971	58	7680	746	97.1
1972	42	6400	779	121.7
1973	31	5200	587	112.9
1974				
1975				
1976				
1977	22	3550	230	64.8
1978	22	2870	180	62.7
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984	14	2499	316	126.5
1985	12	2161	259	119.9
1986	15	2414	193	80
1987			135	
1988			147	
1989	9	1599	89	55.6
1990	11			
1991	15	3165	135	42.7
1992	23	3149	148	46.9
1993	20	3178	161	50.7
1994	21	3340	92	27.5
1995	18	2856	71	24.9
1996	18	3446	149	43.2
1997	19	3510	140	40
1998	17	3225	145	45
1999	20	4202	194	46.1
2000	22	4190	234	55.8
2001	20	3860	152	39.4
2002	23	3683	167	45.2
2003	25	5138	173	33.7

Anexo 2. Proporção das capturas (*F.indicus*) de Dengo e Govender – 1995/1997

	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1995	0.529	0.667	0.533	0.8	0.357	0.428	0.36	0.212	0.1	0.5
1996	0.333	0.367	0.5	0.375	0.4	0.4	0.344			
1997	0.641	0.648	0.322	0.277	0.576	0.937	0.4	1	0.714	0.722
Média	0.501	0.560	0.451	0.484	0.444	0.588	0.368	0.606	0.407	0.611

Anexo 3. Capturas total mensal (ton) -1995/2003 (pesca semi-industrial)

	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1995	17.213	15.985	12.763	7.899	4.278	1.783	1.343	2.997	0.14	
1996	26.48	28.734	31.418	15.412	9.409	7.137	7.674	9.431	7.944	5.206
1997	24.79	30.153	21.574	12.833	10.792	10.395	6.999	8.885	7.43	6.622
1998	25.815	26.661	23.368	15.531	12.065	6.663	7.074	10.484	9.851	7.639
1999	31.334	29.676	21.043	20.989	19.671	16.411	15.183	11.563	13.95	13.88
2000	34.112	19.451	22.02	27.561	38.395	20.473	23.183	20.54	12.93	14.9
2001	26.228	...		20.478	15.969	16.942	11.35	12.04	12.64	11.45
2002	36.288	30.107	21.486	14.2	9.78	11.248	16.549	13.733	13.18	
2003	29.524	27.98	20.115	15.77	14.875	18.43	13.834	12.975	11.58	8.255
Média	27.97	26.09	21.72	16.74	15.02	12.16	11.50	11.40	9.96	9.70

Anexo 4. Capturas total mensal de camarão da espécie *F. indicus* (ton) – 1995/2003

	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1995	8.6	8.9	5.7	3.8	1.9	1	0.49	1.8	0,05	0	32.24
1996	13.2	16.1	14.2	7.4	4.1	4.2	2.6	5.7	3.2	3.1	73.8
1997	12.4	16.9	9.7	6.2	4.7	6.1	2.5	5.3	3	4	70.8
1998	12.9	14.9	10.5	7.5	5.3	3.9	2.6	6.3	4	4.6	72.5
1999	15.7	16.6	9.5	10.1	8.7	9.6	5.5	7	5.6	8.4	96.7
2000	17.1	10.9	9.9	13.3	17	12	8.6	12.4	5.2	9.1	115.5
2001	13.1	0	0	9.9	7.1	9.9	4.1	7.3	5.1	6.9	63.4
2002	18.2	16.8	9.7	6.8	4.3	6.6	6	8.3	5.3	0	82
2003	14.8	15.6	9	7.6	6.6	10.8	5	7.8	4.7	5	86.9
Média	14	13	8.6	8.0	6.6	7.1	4.1	6.8	4.0	4.5	

Anexo 5. Dias de pesca médios mensais na Baía de Maputo -1995/2003

	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1995	363	390	355	313	272	168	97	105	8	100
1996	298	354	448	385	393	353	307	344	300	264
1997	302	417	385	368	385	408	271	403	322	249
1998	362	379	377	360	352	253	260	301	298	283
1999	365	462	476	484	450	449	412	347	381	376
2000	345	373	433	431	480	369	449	460	409	441
2001	374	332	300	422	453	461	423	441	431	402
2002	443	531	474	326	282	336	499	380	412	200
2003	575	585	573	558	593	525	496	479	422	332
Média	380	424	424	405	406	369	357	362	331	294

Anexo 6. Captura estimada da espécie *Fenneropenaeus indicus* -1984/2003

Anos	Capturas (ton)	Dias de pesca	Rendimentos (kg/dias)
1984	158.7	2499	63.5
1985	130	2161	60.1
1986	96.9	2414	401
1987	67.8		
1988	73.8		
1989	44.7	1599	27.9
1990		1320	
1991	67.8	3165	21.4
1992	74.3	3149	23.5
1993	80.9	3178	25.4
1994	46.2	3340	13.8
1995	32.24	2856	11.3
1996	73.8	3446	21.4
1997	70.8	3510	20.2
1998	725	3225	24.5
1999	96.7	4202	23
2000	115.5	4190	27.5
2001	63.4	3860	16.4
2002	82	3683	22.2
2003	86.9	5138	17

Anexo 7. Precipitação média mensal na Baía de Maputo

Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1964	260.9	127.4	13.9	15.9	16.6	1.2	1.6	4.3	2.4	51.2	55.1	50.9
1965	27.3	82.4	85.7	28.7	3.9	17.0	6.9	31.3	63.5	46.8	84.0	18.3
1966	729.1	137.0	38.1	13.1	41.4	33.8	6.5	18.4	18.3	33.5	38.2	97.5
1967	141.8	418.2	118.9	76.6	7.7	25.6	8.3	2.6	2.1	74.4	45.2	40.4
1968	120.2	249.3	26.6	56.6	27.5	32.3	29.9	8.4	18.7	40.9	82.9	24.9
1969	184.3	131.6	119.4	147.1	65.2	1.3	26.7	12.7	32.6	32.7	186.9	88.6
1970	1.4	26.9	87.1	43.9	27.7	10.3	1.3	27.1	11.8	64.7	49.3	20.3
1971	112.9	61.3	87.7	79.8	29.2	6.1	5.8	6.8	17.0	98.8	38.2	123.1
1972	115.8	232.3	316.0	28.7	164.3	3.9	15.1	0.9	3.2	49.0	82.5	48.8
1973	63.7	66.2	78.2	40.9	10.1	6.1	10.6	13.3	392.5	40.2	151.2	186.3
1974	238.2	45.4	87.1	35.1	3.8	1.4	17.7	0.9	9.8	24.1	79.2	48.5
1975	307.7	187.6	72.7	110.0	71.8	43.4	0.0	2.5	83.0	10.0	43.9	233.0
1976	434.1	128.6	37.4	75.1	23.5	4.2	0.0	0.5	16.2	37.6	61.5	106.4
1977	138.1	494.5	174.7	2.3	7.2	3.6	0.0	29.5	119.6	44.5	15.8	76.9
1978	302.3	119.1	212.5	37.2	40.1	1.6	60.5	11.5	9.6	62.6	89.4	87.1
1979	128.9	24.8	153.4	36.2	8.0	16.6	7.6	23.9	15.3	58.1	55.4	85.6
1980	47.5	71.2	73.2	115.3	29.0	0.3	8.1	31.7	97.0	50.3	98.8	44.1
1981	229.4	206.9	97.9	10.8	157.7	10.7	7.3	23.1	78.0	113.9	189.9	56.8
1982	27.1	23.1	59.2	194.2	19.0	3.0	3.4	14.0	12.0	32.9	15.6	46.4
1983	110.9	38.0	29.2	7.9	75.2	9.6	10.6	15.8	6.2	34.7	241.3	72.8
1984	280.7	180.1	359.7	90.1	16.5	26.7	136.3	9.6	29.7	72.4	47.2	12.3
1985	217.6	345.1	109.0	15.9	10.1	2.2	5.8	1.3	20.8	55.1	89.8	86.1
1986	130.6	53.9	25.3	50.4	4.8	5.0	0.4	0.0	17.8	19.9	65.8	110.8
1987	120.8	7.7	64.1	48.1	8.4	5.3	14.3	49.1	111.0	39.1	49.6	39.9
1988	18.4	69.4	132.4	53.8	4.0	42.3	7.2	3.3	12.4	141.3	24.4	102.9
1989	37.0	127.4	25.1	32.6	8.5	40.8	5.0	2.7	24.1	27.2	122.5	244.2
1990	325.6	52.4	163.3	17.5	25.3	1.1	0.4	24.3	1.0	31.5	28.7	210.1
1991	116.5	103.8	92.6	10.5	18.1	40.2	14.3	0.1	14.0	6.4	58.5	111.5
1992	44.3	36.0	29.7	1.2	9.8	21.9	8.7	0.5	2.9	6.0	73.0	307.5
1993	67.2	166.6	163.9	30.8	22.6	12.0	29.8	41.3	1.5	91.6	46.0	99.5
1994	112.2	31.1	47.0	52.3	11.2	7.0	0.1	10.7	14.4	76.8	48.5	46.7
1995	109.7	47.6	66.9	22.6	73.8	13.3	1.3	33.1	1.7	108.0	53.7	109.2
1996	308.4	189.2	36.4	53.2	84.3	5.3	11.5	11.9	0.8	3.2	44.0	146.1
1997	129.5	88.2	84.6	27.7	69.0	19.8	71.6	33.0	63.0	79.3	273.0	61.0
1998	365.5	52.1	96.9	37.6	3.0	0.0	4.9	1.7	28.5	73.0	164.6	136.7
1999	100.4	263.8	97.8	65.8	44.3	14.6	0.0	27.4	77.9	161.5	162.6	124.2
2000	234.8	502.1	364.8	59.8	30.7	4.5	13.8	2.4	65.1	60.4	150.6	111.6
2001	76.9	148.6	33.6	32.2	40.5	4.8	10.4	3.5	1.3	69.3	290.9	150.7
2002	184.8	33.9	12.0	7.4	0.0	5.3	4.8	15.1	9.3	44.1	21.9	46.9
2003	24.3	81.3	38.9	14.5	13.0	81.1	10.7	0.0	28.1	9.8	25.1	33.2

Anexo 8. Escoamento médio mensal do rio Maputo em m³ desde 1995 a 2003

	jan	fev	mar	abr	mai	jun
1995	326818368	303246720	261208282	234446400	215771904	172238400
1996	506003328	622791936	528019776	377680320	252535622	111095712
1997	169341840	188871782	248874250	279339840	199958630	162609120
1998	515833056	331390656	284499648	215610336	145019290	72845568
1999	296659584	213293606	141100790	107329536	87168528	64291968
2000	1011149568	1032883488	100054310	479102656	0790181568	661219200
2001	641450016	431948160	269688096	253601280	130732704	127681920
2002	170292672	280101024	176961888	93856320	67817088	51321600
2003	112064256	104630400	71593632	26464320	24828768	31311360

	jul	ago	set	out	nov	dez
	135259200	119858400	76075200	95083200	58457376	287070912
	93923452.8	101053354	104693472	115313155	118493280	108148435.2
	150638573	102266669	135833760	178456435	209563200	366190848
	60210432	48781699.2	38138688	247851101	175740192	424044288
	108879638	151321565	187513056	236205418	121971744	443462688
	576980928	530349984	518659200	804912768	832343040	858828960
	99074016	58523040	65422080	142946208	156142080	623665440
	153311616	61469280	45982080	32274720	45411840	65727936
	30614112	28391040	80688960	82414368	48755520	38917152

Anexo 9. Escoamento médio mensal do rio Incomáti em m³ desde 1995 a 2003

	jan	fev	mar	abr	mai	jun
1995	17195328	25353216	12186720	13530240	13981248	12752640
1996	517574016	1691931456	1467093600	372029760	255519360	160030080
1997	124170624	102235392	102207744	88283520	80218080	67003200
1998	122697504	56125440	94011840	31518720	23784192	20943360
1999	413223552	885983616	502253568	157308480	92270880	49429440
2000	24181666564	390312320	2469591936	1614582720	754478496	518970240
2001	385287840	190245888	193219776	168713280	114126624	173378880
2002	304668000	204381792	97868736	153213120	141098112	153679680
2003	92645856	255177216	281392704	253860480	257635296	241781760

	jul	ago	set	out	nov	dez
	12508128	12186720	10679040	7633440	7153920	74245248
	140723136	121170816	77526720	76736160	69491520	135152064
	58255200	39774240	65810880	35970912	59330880	154704384
	19123776	17543520	16744320	70013376	153835200	286079904
	34176384	25498368	20684160	62031744	99351360	143321184
	294918624	119938752	207385920	250028640	396420480	559946304
	194987520	267893568	330583680	349316928	396420480	409634496
	313104960	305846496	287530560	257153184	514175040	793797408
	251528544	252840960	239500800	268429248	278665920	224128512

Anexo 10. Análise do modelo de regressão da precipitação média mensal

$$\text{Prec.} = 66.8 + 55.5 * \text{sen}(\text{wt})$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Const	66.817	8.708	7.67	0,000
Sen(wt)	55.53	12.32	4.51	0,001

S = 30.17 R-sq = 67.0% R-sq (adj) = 63.7%

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	18504	18504	20.33	0,001
Residual Error	10	9101	910		
Total	11	27605			

$F_{\text{CRITICO}}(0,05, 1, 10) = 4.96$

Segundo o teste F para análise do modelo regressão a um nível de significância de 0,05 e com uma probabilidade de 95% pode se concluir que o modelo de regressão é significativo.

Anexo 11. Análise do modelo de regressão do índice de escoamento médio mensal dos rios Maputo e Incomáti

$$\text{Ind. Esc} = 540 + 260 * \text{sen}(\text{wt})$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Const	539.93	83.16	6.49	0,000
Sen(wt)	206.3	117.5	1.76	0.110

S = 288.1 R-sq = 23.5% R-sq (adj) = 15.9%

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	255600	255600	3.08	0.110
Residual Error	10	829800	82980		
Total	11	1085400			

$F_{\text{CRITICO}}(0,05, 1, 10) = 4.96$

Segundo o teste F para análise do modelo regressão a um nível de significância de 0,05 e com uma probabilidade de 95% pode se concluir que o modelo de regressão não é significativo.

Anexo 12. Teste F para análise do modelo da regressão da curva de capturas e rendimento do camarão da espécie *F.indicus*.

	F calculado	F critico	
Captura da espécie <i>F. indicus</i> (0.05,1,8)	36.6	5.32	Significativo
Rend. espécie <i>F. Indicus</i> (0.05,1,8)	16.39	5.32	Significativo

Anexo 13. Análise de regressão do modelo linear entre o rendimento total de camarão na Baía de Maputo e a precipitação total.

$$\text{Rend} = 4.6 + 0,0576 * \text{prec.}$$

15 cases used 4 cases contain missed value

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Const	4.56	16.39	0.28	0.785
Prec	0,05759	0,01964	2.93	0,012

S = 18.66 R-sq = 39.8% R-sq(adj) = 35.2%

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2993.8	2993.8	8.59	0,012
Residual Error	13	4528.6	348.3		
Total	14	7522.4			

$F_{\text{CRITICO}}(0,05, 1, 13) = 4.67$

Segundo o teste F para análise do modelo regressão a um nível de significância de 0,05 e com uma probabilidade de 95% pode se concluir que o modelo de regressão é significativo.

Anexo 14. Análise de regressão do modelo linear entre o rendimento total de camarão na Baía de Maputo e a precipitação na estação chuvosa.

$$\text{Rend} = 28.6 + 0,0397 * \text{prec.est.chuv.}$$

17 cases used 3 cases contain missed value

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Const	28.55	14.43	1.98	0,067
Prec	0,03967	0,05994	1.99	0,065

S = 26.36 R-sq = 20.9% R-sq(adj) = 15.6%

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2751.8	2751.8	3.96	0,065
Residual Error	15	10424.4	695.0		
Total	16	13176.2			

$F_{\text{CRITICO}}(0,05, 1, 15) = 4.54$

Segundo o teste F para análise do modelo regressão a um nível de significância de 0,05 e com uma probabilidade de 95% pode se concluir que o modelo de regressão é não significativo.

Anexo 15. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento da espécie *Fenneropenaeus indicus* e a precipitação total.

$$\text{Rend.} = 20.1 + 0,0083 * \text{prec.}$$

17 cases used 3 cases contain missing value

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Const	20,06	10.60	1.89	0,078
Prec	0,00831	0,01193	0.70	0.497

S = 14.82 R-sq = 3.1% R-sq (adj) = 0,0%

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	106.7	106.7	0.49	0.497
Residual Error	15	3296.0	219.7		
Total	16	3402.7			

$F_{\text{CRITICO}}(0,05, 1, 15) = 4.54$

Segundo o teste F para análise do modelo regressão a um nível de significância de 0,05 e com uma probabilidade de 95% pode se concluir que o modelo de regressão não é significativo.

Anexo 16. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento da espécie *Fenneropenaeus indicus* e a precipitação na estação chuvosa.

$$\text{Rend.} = 13.9 + 0,0203 * \text{prec. est. chuv.}$$

17 cases used 3 cases contain missing value

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Const	13.851	7.323	1.89	0,078
Prec	0,02028	0,01012	2.00	0,063

S = 13.38 R-sq = 21.1% R-sq(adj) = 15.9%

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	718.9	718.9	4.02	0,063
Residual Error	15	2683.8	178.9		
Total	16	3402.7			

$F_{\text{CRITICO}}(0,05, 1, 15) = 4.54$

Segundo o teste F para análise do modelo regressão a um nível de significância de 0,05 e com uma probabilidade de 95% pode se concluir que o modelo de regressão não é significativo.

Anexo 17. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento total de camarão e o índice de escoamento total dos rios Maputo e Incomáti.

$$\text{Rend.} = 0.000927 * \text{ind. esc} + 35.3$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Const	35.294	3.263	10.82	0,000
Ind.esc	0,0009268	0,0003601	2.57	0.037

S = 6.622 R-sq = 48.6% R-sq (adj) = 41.3 %

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	290.56	290.56	6.63	0.037
Residual Error	7	306.98	43.85		
Total	8	597.54			

$F_{\text{CRITICO}}(0,05, 1, 7) = 5.59$

Segundo o teste F para análise do modelo regressão a um nível de significância de 0,05 e com uma probabilidade de 95% pode se concluir que o modelo de regressão é significativo.

Anexo 18. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento total de camarão e o índice de escoamento total dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa

$$\text{Rend.} = 0.00142 \cdot \text{ind. esc. chuv} + 34.9$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Const	34.923	3.477	10.04	0,000
Ind.esc.chuv	0,0014242	0,0005759	2.47	0.043

S = 6.750 R-sq = 46.6% R-sq (adj) = 39 %

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	278.63	278.63	6.12	0.043
Residual Error	7	318.91	45.56		
Total	8	597.54			

$F_{\text{CRITICO}}(0,05, 1, 7) = 5.59$

Segundo o teste F para análise do modelo regressão a um nível de significância de 0,05 e com uma probabilidade de 95% pode se concluir que o modelo de regressão é significativo.

Anexo 19. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento de camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti.

$$\text{Rend.} = 0,000442 * \text{ind esc.} + 17.4$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Const	17.439	2.061	8.46	0,000
Ind.esc.	0,000442	0,0002275	1.94	0.093

S = 4.183 R-sq = 35.1 % R-sq(adj) = 25.8 %

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	66.12	66.12	3.78	0.093
Residual Error	7	122.51	17.50		
Total	8	188.63			

$F_{\text{CRITICO}}(0,05, 1, 7) = 5.59$

Segundo o teste F para análise do modelo regressão a um nível de significância de 0,05 e com uma probabilidade de 95% pode se concluir que o modelo de regressão não é significativo.

Anexo 20. Análise do modelo da relação linear entre o rendimento de camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti na estação chuvosa.

$$\text{Rend.} = 0,000694 * \text{ind esc. est. chuv} + 17.2$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Const	17.195	2.155	7.98	0,000
Ind.esc. chuv	0,0006939	0,0003569	1.94	0.093

S = 4.183 R-sq = 35.1 % R-sq (adj) = 25.8 %

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	66.14	66.14	3.78	0.093
Residual Error	7	122.49	17.50		
Total	8	188.63			

$F_{\text{CRITICO}}(0,05, 1, 7) = 5.59$

Segundo o teste F para análise do modelo regressão a um nível de significância de 0,05 e com uma probabilidade de 95% pode se concluir que o modelo de regressão não é significativo.

Agradecimentos

Endereço os meus sinceros agradecimentos a todos os amigos e instituições que de uma maneira directa ou indirecta contribuíram para a realização deste trabalho.

Especial agradecimento:

Ao Prof. Doutor António Hogueane (Departamento de Física, UEM), pela supervisão prestada, e pela confiança que depositou em mim para a realização deste trabalho.

Ao Dr. Rui de Paula e Silva (Departamento do Ambiente Aquático, IIP), pela supervisão prestada, tempo disponível mesmo nos momentos inconvenientes, boa vontade demonstrada e apoio prestado nas diversas fases do trabalho. Pela maneira inteligente que tutorou o trabalho, respondendo por meio de perguntas, indicações de publicações apropriadas com palavras tais como: “.....Porque é que achas que deve ser assim,”.....” Lêia os seguintes livros.....,”.....Vá a biblioteca.....”;.....”Consulte o fulano”;.....”Cabeça é para pensar”.....” isto não é verdade se tiveres dúvidas consulte-me”, ...”já te perguntei esta questão”,.....”. Deste modo pude responder a questões levantadas por mim mesmo.

À dr^a. Verónica Dove (Departamento de Física, UEM), pelos primeiros “ bla - blas ” acerca do tema. Pela boa vontade demonstrada, apoio na provisão de artigos científicos, acima de tudo pelo apoio moral.

À todos professores do Departamento de Física com os quais estive directa e indirectamente ao longo do curso, especialmente à Dr. Saíde, Prof. Doutor Maphossa, Prof. Doutor Rogério, Dr. Chale, dr. Mavume, dr. Gilberto e ao dr. Cláudio. À todo o pessoal do Departamento de Física.

À minha mãe Minália, aos meus irmãos Nascimento, Sheila, Maninha, cunhada Dora, Fina, Anelka, Nelma, Dércio M., S. Patel, Jorge Weah, Daniel P. À todos os que me ajudaram e que não foram aqui mencionados o meu muito obrigado.

“Ndatenda Kunawense”

Resumo

A Baía de Maputo é uma zona estuarina onde a existência de mangais e de quantidades elevadas de nutrientes, é favorável ao desenvolvimento de recursos pesqueiros como por exemplo o camarão. No entanto, este recurso apresenta flutuações sazonais e interanuais que têm sido associadas à influência de factores ambientais, nomeadamente a precipitação e o escoamento dos rios.

No presente trabalho foram analisadas estatisticamente as séries temporais das condições ambientais, capturas de camarão, esforço de pesca e índice de abundância do camarão e depois foram testadas relações lineares entre o índice de abundância média anual do camarão capturado pela frota semi-industrial da Baía de Maputo e a precipitação e o escoamento dos rios Maputo e Incomáti.

Os resultados mostraram que as capturas do camarão da espécie *Fenneropenaeus indicus* seguem um regime sazonal, com uma tendência exponencial negativa; os testes de regressão linear mostraram existir relações estatisticamente significativas entre o rendimento total de camarão e a precipitação total no ano anterior, assim como entre o rendimento total e o índice de escoamento dos rios Maputo e Incomáti. No entanto, as mesmas análises aplicadas à espécie *F. indicus* não mostraram existir relações lineares significativas entre os rendimentos e as condições ambientais.

Os modelos apenas explicam uma parte das flutuações do rendimento de camarão, pelo que se conclui-se que a abundância do camarão na Baía de Maputo não depende somente da precipitação e do escoamento dos rios, mas provavelmente também de outros factores bióticos, abióticos e esforço de pesca.

Os resultados obtidos são importantes, porque permitem-nos afirmar que a precipitação e o escoamento dos rios influenciam a abundância do camarão, o que poderá levar, depois de estudos mais aprofundados, usando modelos de regressão multipla para atingir a previsão das capturas com base nas flutuações daqueles factores ambientais, permitindo melhorar a gestão, não só deste tipo de pescarias, mas também das bacias hidrográficas que desaguam nestes ecossistemas.