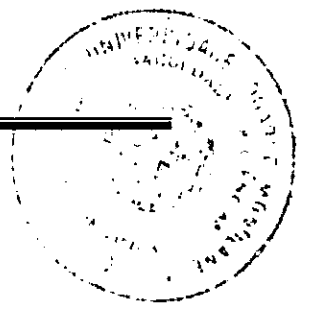


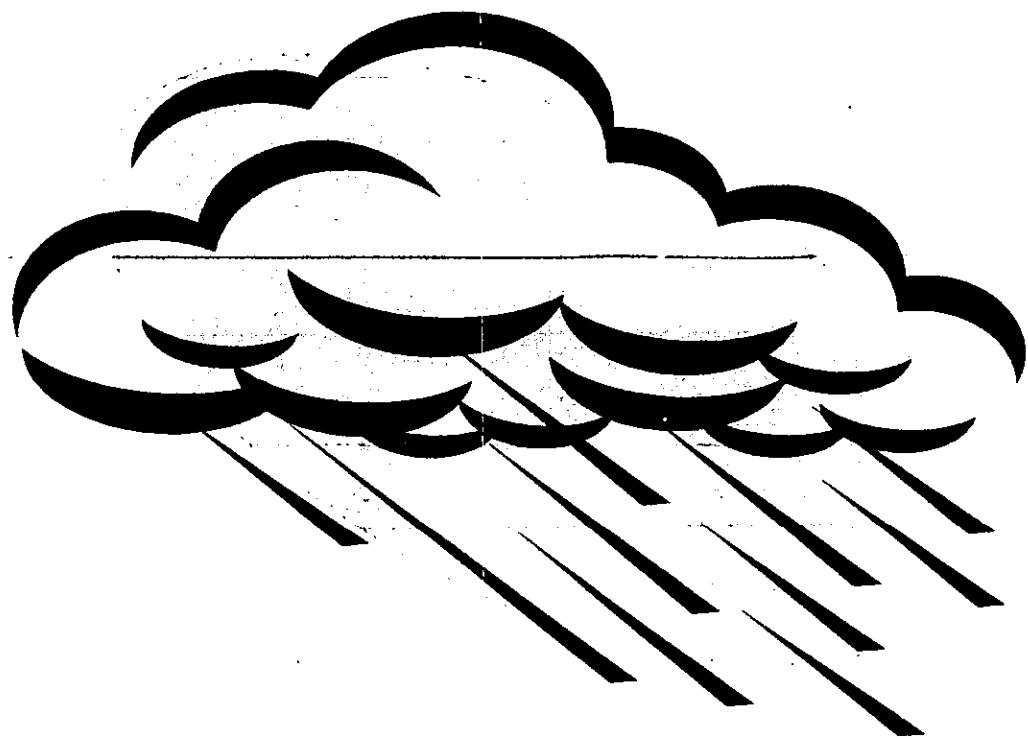
FIS. 16



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Trabalho de Licenciatura

**ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO  
MÁXIMA DIÁRIA ANUAL NA CIDADE DA BEIRA**



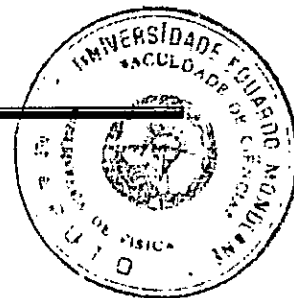
Autor: Lelo Jaime Domingos Tayob

Maputo, Junho de 2005



---

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA



Trabalho de licenciatura

**ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO  
MÁXIMA DIÁRIA ANUAL NA CIDADE DA BEIRA**

**AUTOR:** Lelo Jaime Domingos Tayob

**SUPERVISORES:** Dr. Filipe Domingos Freires Lúcio  
dr. Momade Chale Ibrahim

Maputo, Junho de 2005

---

O Júri

Presidente

Oponente

Supervisor

.....

.....

.....

**Dedicatória**

Dedico o presente trabalho à todos os que me ajudaram a fazer de meu sonho uma realidade, em particular à minha família.

### **Agradecimentos**

Confesso que me é difícil encontrar pelo menos uma frase que descreva a minha gratidão à todos aqueles que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho e pelo sucesso dos meus estudos.

- À Deus pela luz, força, coragem e vontade,
- Ao meu supervisor, Dr. Filipe D. F. Lúcio, pela orientação científica, dedicação, paciência e disposição durante a realização deste trabalho,
- Ao co-supervisor Dr. Momade Chale Ibrahim, pela gentileza, paciência, entrega e colaboração
- Ao dr. Cláudio Jamal pela gentileza, paciência, entrega e colaboração,
- Ao dr. Cláudio Moisés pela entrega, gentileza e colaboração,
- Aos docentes e funcionários do departamento de Física, pelos conhecimentos fornecidos e pela paciência ao longo do curso,
- Aos funcionários do Instituto Nacional de Meteorologia, pela gentileza,
- À todos amigos e colegas, pelo companheirismo,
- Aos meus familiares que incansavelmente lutam para me ver crescer

**Muito obrigado!**

**Declaração de honra**

Declaro por minha honra que este trabalho é resultado de investigações feitas por mim e que não foi submetido a outro grau que não seja o indicado, grau de licenciatura em Meteorologia na Universidade Eduardo Mondlane.

As ideias originais nele expressas, são de minha inteira responsabilidade.

O autor

.....  
Lelo Jaime Domingos Tayob

### Resumo

A cidade da Beira, à semelhança de outras cidades moçambicanas, tem sido afectada, nos últimos anos, por doenças diarreicas, principalmente por contaminação de água em comunidades com latrinas descobertas, por cheias, destruição total ou parcial das vias de acesso, erosão hídrica, perda de culturas, etc., como resultado da ocorrência da precipitação máxima diária.

O estudo do comportamento da precipitação máxima diária anual é fundamental para a compreensão dos processos hidrológicos numa determinada região, permite-nos fazer ideia da quantidade máxima de precipitação que pode ocorrer num determinado local, durante um dia.

O número de dias com precipitação, comparado com a quantidade de precipitação dá-nos uma ideia da distribuição das ocorrências da precipitação e da sua intensidade.

A quantificação da variabilidade espacial da precipitação máxima diária anual a que está associada uma certa probabilidade de ocorrência, constitui uma variável chave no dimensionamento da maioria das obras hidráulicas.

A realização deste trabalho baseou-se em análise de dados de precipitação diária, de duas estações da cidade da Beira para um período de 31 anos, desde 1970 à 2000, nomeadamente Beira Observatórios e Beira Aeroporto.

Para a análise da precipitação máxima diária mensal foi usado o maior valor de precipitação diária de cada mês, de cada ano, da série histórica das estações já referidas.

A análise da precipitação máxima diária anual da região da Beira foi realizada considerando a maior precipitação diária de cada ano da série histórica colhida nas estações da Beira Aeroportos e Beira Observatórios.

Os resultados obtidos no presente estudo poderão ajudar, de certo modo, na tomada de decisões em vários sectores da sociedade.

Recomenda-se o conhecimento prévio da probabilidade sobre o que vai ser a estação chuvosa, pois, para uma economia melhor planificada é necessário utilizar as condições favoráveis do clima.

### Acrónimos

- % - Percentagem
- ' - Minuto/s
- n - Número de dias com chuva durante o mês
- p - Probabilidade de ocorrer precipitação nos *n* dias em %
- h - Hora
- ° - Grau de latitude (afastamento, do equador ao polo, perpendicularmente aos paralelos)
- °C - Grau(s) Celcius (temperatura)
- Km - Quilómetro
- mm - Milímetro(s)
- cm - Centímetro(s)
- mm<sup>2</sup> - Milímetro(s) quadrado(s)
- mm<sup>3</sup> - Milímetro(s) cubico(s)
- mm/h - Milímetro(s) por hora
- mm/mês - Milímetro(s) por mês
- mm/dia - Milímetro(s) por dia.
- Tr - Tempo de retorno
- T. retorno – tempo de retorno
- r - Correlação
- Jan - Janeiro
- Fev - Fevereiro
- Mar - Março
- Ag - Agosto
- Set – Setembro
- Out – Outubro
- Nov – Novembro
- Dez – Dezembro
- Fig – Figura
- Tab – Tabela
- Prob – probabilidade em %
- IOS- Índice de oscilação sul
- ENOS – El Niño Oscilação Sul
- WMO- do inglês “ Organização Mundial de Meteorologia”
- INAM- Instituto Nacional de Meteorologia



**Lista de tabelas**

**pg**

Tabela 1. Ocorrência da precipitação máxima diária mensal no período chuvoso.....	12
Tabela 2. Ocorrência da precipitação máxima diária mensal no período seco .....	14
Tabela 3. Extremos máximos diários mensais de precipitação.....	15
Tabela 4. Ocorrência de precipitação máxima diária anual (1970-1980).....	16
Tabela 5. Ocorrência de precipitação máxima diária anual (1981-1991).....	16
Tabela 6. Ocorrência de precipitação máxima diária anual (1992-2000).....	16
Tabela 7. Frequências de precipitação máxima diária.....	16
Tabela 8. Período de ocorrência e magnitudes dos valores máximos da precipitação diária anual .....	17
Tabela 9. Dias com precipitação mais prováveis (n) no período chuvoso.....	18
Tabela 10. Dias com precipitação mais prováveis (n) no período seco .....	19
Tabela 11. Dias consecutivos com precipitação .....	21
Tabela 12. Tempo de retorno da precipitação extrema máxima diária .....	22

**Lista de figuras**

	<b>pg</b>
Figura 1. Precipitação máxima diária anual .....	22
Figuras 2- 7 Tendência da precipitação máxima mensal de Outubro a Março .....	23
Figuras 3- 13 Tendência da precipitação máxima diária mensal de Abril a Setembro.....	24
Figura 14 Correlação entre IOS e a precipitação máxima diária anual.....	26
Figura 15 Correlação entre Temperatura e precipitação máxima diária anual.....	26

**Lista dos Anexos**

**Anexo 1**

Varição de Precipitação Máxima Diária no Período Chuvoso  
(outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março)

**Anexo 2**

Varição de Precipitação Máxima Diária no Período Seco  
(Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto e Setembro)

**Índice**

<b>Capítulo I</b> .....	1
Introdução e Objecto de estudo.....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 Objecto e justificação do estudo.....	2
1.2.1 Objecto de estudo.....	2
1.2.2 Justificação e importância do estudo.....	2
1.3 Objectivos.....	3
1.3.1 Geral.....	3
1.3.2 Específicos.....	3
<b>Capítulo II</b> .....	4
2.1 Localização.....	4
2.2 Clima.....	4
2.3 Hidrogeografia da Beira.....	4
2.4 Variação da Precipitação diária.....	5
2.5 Número de dias com precipitação.....	6
2.6 Tendência da precipitação.....	6
2.7 Tempo de retorno da precipitação máxima diária anual.....	6
2.8 Número de dias consecutivos com precipitação.....	7
2.9 Tipos de precipitação associada com a precipitação máxima diária anual.....	7
2.9.1 Precipitação convectiva ou de convecção.....	8
2.9.1.1 Características da precipitação convectiva ou de convecção.....	8
2.9.1.2 Formação da precipitação convectiva ou de convecção.....	8
2.9.2 Precipitação Ciclónica.....	9
2.9.2.1 Características da precipitação Ciclónica.....	9
2.9.2.2 Formação da precipitação Ciclónica.....	9
<b>Capítulo III</b> .....	10
Material e métodos.....	10
3.1 Material.....	10
3.2 Métodos.....	10
<b>Capítulo IV</b> .....	12
Resultados e discussão.....	12
4.1 Análise da frequência da ocorrência da precipitação máxima diária mensal e anual.....	12
4.1.1 Análise da ocorrência da precipitação máxima diária mensal no período chuvoso.....	12
4.1.2 Análise da ocorrência da precipitação máxima diária mensal no período seco.....	13
4.1.3 Frequência e magnitude da precipitação máxima diária anual.....	16
4.1.4 Dias com precipitação mais prováveis.....	18
4.1.5 Dias consecutivos com precipitação.....	19
4.2. Tempo de retorno da precipitação máxima diária anual.....	21
4.3. Tendência da precipitação máxima diária anual.....	22
4.4. Causas da precipitação máxima diária anual.....	25
<b>Capítulo V</b> .....	27
Conclusões e recomendações.....	27

Análise da ocorrência da precipitação máxima diária anual na cidade da Beira

5.1 Conclusões.....	27
5.2 Recomendações.....	28
<b>Capítulo VI.....</b>	<b>29</b>
Bibliografia.....	29
Anexos.....	32

## Capítulo I

### Introdução e Objecto de estudo

#### 1.1 Introdução

A cidade da Beira, a semelhança de outras cidades moçambicanas, tem sido afectada, nos últimos anos, por doenças diarreicas, principalmente por contaminação de água em comunidades com latrinas descobertas, também por cheias, destruição total ou parcial das vias de acesso, erosão hídrica, perda de culturas, etc., como resultado da grande variabilidade que a precipitação diária denota, consequência não só dos padrões de circulação atmosférica associados à latitude e à longitude, mas também dos mecanismos de arrefecimento e de formação das nuvens.

A análise da distribuição da precipitação possibilita o conhecimento de condições médias da variabilidade da precipitação e ainda a identificação de comportamentos extremos e aspectos sazonais do fenómeno. Deste modo, essa análise facilita a localização de zonas vulneráveis que poderão condicionar a prática de algumas actividades económicas e, contribui para a identificação de padrões de distribuição espacial que influenciam as disponibilidades hídricas.

A quantificação de precipitação sobre uma área geográfica em particular, é imprescindível no cálculo de balanços hídricos, pois possibilita a estimação indirecta de caudais de ponta em cursos de água bem como para o desenvolvimento de estudo de recarga de aquíferos.

A quantificação da variabilidade espacial da precipitação máxima diária anual a que está associada uma certa probabilidade de ocorrência, constitui uma variável chave no dimensionamento da maioria das obras hidráulicas (Castro et al, 2000).

A precipitação máxima diária anual é essencial à modelação de diversos fenómenos ambientais entre os quais se destaca a erosão hídrica do solo (Chevallier et al, 1993).

Os resultados obtidos, na análise da precipitação máxima diária anual, ajudam na tomada de decisões, sejam de ordem tática ou estratégica, em actividades como construção civil, turismo, entre outras (Smith, 2001) .

Espera-se que os resultados do presente estudo possam ser úteis para o conhecimento do comportamento da precipitação da cidade da Beira, pois, irão permitir um melhor planeamento das actividades, tendo em conta o parâmetro precipitação máxima diária anual.

## **1.2 Objecto e justificação do estudo**

### **1.2.1 Objecto de estudo**

O estudo do comportamento da precipitação máxima diária anual na cidade da Beira é fundamental para a compreensão dos processos hidrológicos na mesma cidade.

O presente trabalho procura analisar a ocorrência da precipitação máxima diária anual, visto que esta vem sendo uma das principais causas dos inúmeros problemas tais como corte ou destruição parcial de estradas, alagamento de pequenas áreas, principalmente as mais baixas, eclosão de doenças diarreicas, por contaminação da água em comunidades com latrinas sem cobertura, erosão de solos, entre outros.

Por isso, e muito mais, torna-se importante conhecer o comportamento da precipitação máxima diária anual devido às implicações que causa em vários domínios da vida sócio-económica.

### **1.2.2 Justificação e importância do estudo**

O estudo justifica-se, principalmente, pelo crescente número de desastres causados pela queda excessiva da precipitação, a qual tem impactos fortes e directos para a sociedade, resultado da ausência de estudos ou informação sobre a ocorrência da precipitação máxima diária e sua intensidade.

De certo modo, o estudo vai ajudar a prevenir as possíveis consequências negativas que poderão surgir, como a erosão, inundações, entre outras.

### 1.3 Objectivos

#### 1.3.1 Geral

- Análise da ocorrência da precipitação máxima diária anual na cidade da Beira.

#### 1.3.2 Específicos

- Analisar a frequência da ocorrência da precipitação máxima diária mensal e anual.
- Avaliar o tempo de retorno dos eventos de precipitação máxima diária anual.
- Analisar a tendência da precipitação máxima diária anual.
- Analisar as causas da precipitação máxima diária anual.



## Capítulo II

### Revisão bibliográfica

#### 2.1 Localização

A cidade da Beira fica situada na entrada mais pronunciada da baía de Sofala, na província de Sofala, no centro de Moçambique, entre os paralelos 19° 30' e 19° 52' Sul e os meridianos 34° 30' e 35° 10' Este, a uma altitude média de oito metros acima do nível médio do mar (dos Muchangos, 1994).

#### 2.2 Clima

Rigorosamente, Beira, possui um clima de tipo tropical chuvoso, com inverno seco (Atlas Geográfico, 1983 e 1986) com o período húmido mais longo (Faria, 1964).

A temperatura média anual é 25 °C, os máximos de temperatura registam-se entre Janeiro e Fevereiro e os mínimos em Julho. Apesar da fraca amplitude térmica anual já foram registados valores extremos de 42.9 °C e 9.4 °C para os períodos quente e frio, respectivamente (dos Muchangos, 1994).

#### 2.3 Hidrogeografia da Beira

Dispersos em toda a área administrativa da cidade ocorrem alguns cursos de água. São também encontrados ao longo da cidade terrenos baixos, pantanosos e alagadiços. Os cursos de água na parte ocidental são afluentes do rio Púnguè e a sua direcção predominante é Nordeste-Sudoeste. Na parte Oriental, os cursos de água são mais numerosos e orientam-se no sentido dos ventos dominantes, Noroeste-Sudeste (dos Muchangos, 1994).

#### 2.4 Variação da Precipitação diária

Embora seja importante o conhecimento de valores médios da quantidade de precipitação mensal, sazonal e anual, estes valores não nos dão a amplitude máxima da precipitação diária a que esta quantidade está sujeita de ano para ano (Filho, 1996).

A precipitação máxima diária anual permite-nos fazer ideia da quantidade máxima de precipitação que pode ocorrer num determinado local (Xavier et al, 2001).

Em vários problemas, como sejam os de drenagem, cheias, albufeiras, esgotos em aglomerados urbanos, inundações de aeródromos, etc., é útil conhecer o valor máximo da precipitação diária que tenha sido registada em período de curta duração. Por exemplo, em Ombria (Itália), no ano de 1933 caíram 554 mm de precipitação em 8 h, chuva que originou o rebentamento de uma barragem, o que provocou uma catástrofe (Cunha, 1972).

O estudo de precipitação diária tem extraordinária importância para o Homem. Permite planificar adequadamente a utilização da terra para cultivo, pasto, obras de engenharia, (Cabral, 2001), entre outras actividades.

Na saúde, a informação da variação do parâmetro precipitação é um dos pré-requisitos para a planificação das actividades de prevenção e controlo de epidemias (Benessene, 2002). A abundante precipitação associada ao aumento da temperatura favorece a reprodução e desenvolvimento de mosquitos, o que tem implicação directa no aumento de casos de malária e febre (Iacurima, 2003).

Na gestão de recursos hídricos, as cheias que normalmente ocorrem no período de chuvas, são principalmente causadas pela queda excessiva da precipitação. Deste modo o uso de previsões climáticas pode contribuir imenso para a redução dos impactos negativos da precipitação (Benessene, 2002), como são os casos de alagamento de zonas por causa do fraco escoamento das águas, cheias, erosão hídrica de solos, rebentamento de barragens, entre outros.

## 2.5 Número de dias com precipitação

O número de dias com precipitação (precipitação igual ou superior a 0.1 mm) comparado com a quantidade de precipitação dá-nos uma ideia da distribuição das ocorrências da precipitação e da sua intensidade (Chevallier, 1991 e Cunha, 1972).

O número de dias com precipitação dá-nos a saber quais são os valores que raramente ocorrem, podendo depois se obter a probabilidade de ocorrência de quantidades de precipitação superior ou inferior a um determinado valor (Cunha, 1972).

## 2.6 Tendência da precipitação

Segundo Viela, 1975, Para analisar a tendência da precipitação normalizam-se os dados de precipitação com relação ao desvio padrão para se obter a média de zero e a variância de uma unidade.

$$R = \frac{R_i - R_m}{\delta}; \text{ (Sampaio, et al; 1999)}$$

Eq. 01

Onde:

R - é a precipitação normalizada;

R<sub>i</sub> - é o valor de precipitação máxima diária mensal ou anual;

R<sub>m</sub> - é média da precipitação máxima diária;

δ - é o desvio padrão

## 2.7 Tempo de retorno da precipitação máxima diária anual

Segundo Queface, 2003 "a divisão por n + 1 ao invés de n, no cálculo de probabilidade de ocorrência da precipitação, dá uma estimativa melhor das probabilidades, principalmente nas extremidades".

$$Tr = \frac{1}{(1 - F)}$$

Eq. 02

$$F = \frac{m}{(n+1)} \quad \text{Eq. 03}$$

Onde:

F- Probabilidade de ocorrência de precipitação inferior a uma já conhecida

m - Ordem do evento de precipitação

n - O número de anos de observação

Tr - O tempo de retorno de uma certa quantidade de precipitação, em anos

### 2.8 Número de dias consecutivos com precipitação

O estudo probabilístico da distribuição da precipitação (conhecer com uma certa margem de segurança a probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos) também desempenha um papel relevante na planificação de actividades como pulverização, construção civil, extração de sal, turismo, secagem, entre outras (Aron, 1987).

Segundo Brandão e Rodrigues, 2001, o conhecimento do número de dias com precipitação, no período em que ocorre o valor máximo de precipitação, é uma importante ferramenta para a avaliação das causas da ocorrência do valor máximo de precipitação diária. Por outro lado ajuda a perceber melhor o sistema de drenagem de uma certa região e a avaliação dos caudais nesse período em que ocorre o valor máximo de precipitação.

### 2.9 Tipos de precipitação associada com a precipitação máxima diária anual

A precipitação diária é, em regra, de convecção, pode durar cerca de uma hora ou pouco mais sem interrupção. Grande parte dos casos de precipitação máxima diária anual ocorrem chovendo torrencialmente (Faria, 1964).

## 2.9.1 Precipitação convectiva ou de convecção

### 2.9.1.1 Características da precipitação convectiva ou de convecção

É típica de verão, com grande intensidade e curta duração (é menos comum no inverno). Pode produzir ventos locais e muitos raios. Ocorre pela formação de correntes verticais de ar provocadas pela elevação de massas de ar quente e húmido (Cabral, 2000).

### 2.9.1.2 Formação da precipitação convectiva ou de convecção

A precipitação convectiva resulta de movimentos ascendentes intensos que se geram na baixa troposfera devido ao aquecimento do ar em contacto com a superfície do globo mais quente ou ainda por arrefecimento do ar na atmosfera livre por radiação (Peixoto, 1973).

O aquecimento do ar em contacto com a superfície do globo pode ter como origem, quer o aquecimento do solo continental por absorção da radiação solar, quer por ser a superfície constituída por águas oceânicas mais quentes que o ar sobrejacente. Assim os movimentos ascendentes que se formam dão origem a nuvens de desenvolvimento vertical do tipo Cumulus (Cumulus e Cumulonimbus) que eventualmente dão origem a aguaceiros (Peixoto, 1973).

As nuvens de desenvolvimento vertical são características dessas ascendências, resultando em fortes aguaceiros, trovoadas e, quando o processo produz nuvens muito altas e de grande energia cinética, cria-se ambiente ideal para formação de granizo. Apresenta violentos ventos verticais e turbulências diversas. São um enorme perigo para as aeronaves (Cabral, 2000).

Os aguaceiros são uma forma de precipitação convectiva caracterizada por se iniciar e terminar bruscamente. Duram entre 30 a 60 minutos, sua intensidade depende principalmente da intensidade dos movimentos ascendentes do ar e do conteúdo em vapor

de água. É muito variável, a quantidade de precipitação acumulada atinge valores entre 70 a 100 mm (Garstrang, 1985).

## **2.9.2 Precipitação Ciclónica**

### **2.9.2.1 Características da precipitação Ciclónica**

A precipitação ciclónica é uma precipitação que está associada à passagem de depressões. A precipitação associada às depressões frias extra-tropicais ocorre sob a forma de chuva em geral em toda a extensão da circulação ciclónica, podendo durar de 24 a 72 horas e dá origem a quantidades de precipitação da ordem de 50 a 300 mm (Peixoto, 1973).

As depressões tropicais dão origem a precipitação em regra mais intensa chegando a atingir valores de 300 a 400 mm em períodos de 12 a 24 horas (Peixoto, 1973 e WMO, 1993)

### **2.9.2.2 Formação da precipitação Ciclónica**

A precipitação ciclónica deve-se à ascendência que resulta da convergência de massas de ar, horizontalmente, associada ao movimento ciclónico em torno do centro da depressão. Está associada à aproximação e passagem de depressões (Riehl, 1965 e Harrison, 1984).

### Capítulo III

#### Material e métodos

##### 3.1 Material

Para a realização do presente trabalho usaram-se dados de precipitação diária da cidade da Beira dos anos de 1970 a 2000, dados de Índice de Oscilação Sul e dados de temperatura diária. Os dados referidos foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INAM).

##### 3.2 Métodos

A realização deste trabalho baseou-se em análise de dados de precipitação diária de duas estações da Beira para um período de 31 anos, desde 1970 a 2000, nomeadamente Beira Observatório e Beira Aeroporto.

A partir de valores significativos de 0.1 mm de precipitação diária os registos foram devidamente analisados, separados em termos de número de dias com precipitação. Depois de extraídos os valores mais elevados de precipitação diária mensal e anual, foram elaborados gráficos e tabelas que simplificaram as análises de frequências e ocorrência dos eventos extremos máximos de precipitação diária mensal e anual, tendências da precipitação máxima diária mensal, anual e a avaliação do tempo de retorno dos valores máximos de precipitação diária anual.

Para avaliar o tempo de retorno, recorreu-se a métodos estatísticos para o cálculo da probabilidade da ocorrência e o tempo de retorno de um evento.

Para a análise da tendência da precipitação, normalizaram-se os dados de precipitação, com relação ao desvio padrão para se obter a média de zero e a variância de uma unidade. A análise de dias consecutivos com precipitação resulta de análises da frequência de ocorrência de dias consecutivos com precipitação e da probabilidade de ocorrência da precipitação.

Para a análise de dias consecutivos com precipitação foram extraídos, para cada mês, o número máximo de dias consecutivos com precipitação. Somaram-se os números encontrados e achou-se a média para encontrar o número de dias consecutivos com precipitação mais provável.

Para a análise da ocorrência de precipitação máxima diária mensal e anual foram usados os maiores valores de precipitação diária de cada mês em cada ano assim como dos valores mais altos de precipitação diária de cada ano, respectivamente. Foram 31 valores para cada mês da série histórica das estações já referidas.

Com base na literatura consultada e nas análises feitas, foi possível encontrar as causas da ocorrência dos eventos extremos máximos de precipitação diária anual da cidade da Beira.



## Capítulo IV

### Resultados e discussão

#### 4.1 Análise da frequência da ocorrência da precipitação máxima diária mensal e anual

##### 4.1.1 Análise da ocorrência da precipitação máxima diária mensal no período chuvoso

Na estação quente e chuvosa, de Outubro a Abril, os valores máximos de precipitação diária ocorrem com maior frequência entre as segunda e terceira décadas, excepto o mês de Fevereiro que tem os valores máximos de precipitação diária a ocorrerem com maior frequência na primeira década, (tab.1).

Tabela 1. Ocorrência da precipitação máxima diária mensal no período chuvoso

Tempo (mês)	Frequências da ocorrência (dias)		
	] 0-10]	]10-20]	]20-31]
Outubro	6	12	13
Novembro	7	10	14
Dezembro	7	11	13
Janeiro	7	9	15
Fevereiro	17	8	6
Março	8	14	9
Abril	9	13	9

Fonte de dados: INAM

Análises em torno da precipitação máxima diária mensal revelam que o mês de Outubro tem um máximo absoluto da precipitação diária igual a 95 mm e apresenta 28 registos de precipitação diária inferiores a 50 mm, ou seja cerca de 90% dos máximos de precipitação diária de Outubro são inferiores a 50 mm. O grosso número desses valores, 69% dos 28 registos de Outubro, são inferiores a 30 mm, (tab.3).

No mês de Novembro o máximo absoluto da precipitação diária é 226.7 mm. Foram registados 20 valores de precipitação diária inferiores a 50mm e que 60% da precipitação inferior a 50mm concentra-se entre os 20 e 40 mm, (tab.3).

No mês de Dezembro o máximo absoluto da precipitação diária é 157.4 mm e cerca de 21 valores da precipitação máxima diária mensal correspondem a valores superiores a 50 mm. 62% da precipitação superior a 50 mm não passa dos 94.3 mm, (tab.3).

Do universo de máximos de precipitação diária de Janeiro 21 registos de precipitação, que correspondem a 67.7%, são superiores a 50 mm e que 50% da precipitação superior a 50 mm concentra-se entre os 60 e 70 mm. O máximo absoluto da precipitação diária do mês de Janeiro é 255.2 mm, (tab.3).

Para a precipitação de Fevereiro o máximo absoluto registado foi 251.8 mm e que o maior número de máximos de precipitação deste mês, 24 máximos que correspondem a 77.4%, variam de 51.7 mm a 251.8 mm, (tab.3).

No mês de Março o máximo absoluto registado foi 282.4 mm e o maior número de máximos de precipitação diária de Março, 21 registos, que correspondem a 67.7% concentram-se entre os 53 e 282.4 mm, (tab.3).

Dos 31 máximos de precipitação diária de Abril o máximo absoluto é 201.5mm. 64.5% correspondentes a 20 máximos de precipitação são valores de precipitação abaixo de 50 mm. O grosso número destes, 60% dos 21 valores, é de valores entre 50 e 30 mm, (tab.3).

#### **4.1.2 Análise da ocorrência da precipitação máxima diária mensal no período seco**

Na estação relativamente seca e fria, de Maio a Setembro, o mês de Setembro apresenta valores extremos máximos de precipitação diária mais frequentes na segunda década. Nos meses de Maio, Julho e Agosto os valores máximos de precipitação diária são mais frequentes na primeira década, (tab.2).

O mês de Junho apresenta características diferentes relativamente à ocorrência do valor extremo máximo de precipitação diária, tem igual probabilidade de ocorrência de valor extremo máximo de precipitação diária para as primeira e terceira décadas.

Tabela 2 Ocorrência da precipitação máxima diária mensal no período seco

Tempo(mês)	Frequências da ocorrência (dias)		
	] 0-10]	]10-20]	]20-31]
Maio	13	9	9
Junho	12	7	12
Julho	13	8	10
Agosto	13	11	7
Setembro	11	13	6

Fonte de dados: INAM

No mês de Maio o máximo absoluto registado foi 105.3 mm. 28 valores correspondentes a 90.3% da precipitação máxima diária de Maio são inferiores a 50 mm e grande parte destes registos, 60.7% dos 28 valores, é de máximos entre os 25 e 40 mm de precipitação diária, (tab.3).

Em Junho o máximo absoluto registado foi 95 mm e 93.5% da precipitação máxima diária, correspondente a 29 registos, é de valores inferiores a 50 mm, (tab.3). Cerca de 93.5% da precipitação máxima diária de Julho, 29 registos de precipitação, é inferior a 50 mm, com o grosso dessa precipitação, cerca de 78.6% dos 29 registos abaixo dos 25mm. O máximo absoluto da precipitação do mês de Julho é 134.1mm, (tab.3).

O mês de Agosto apresenta um máximo absoluto igual a 102.1mm e 87.1% de máximos de precipitação diária, 27 valores de precipitação, abaixo de 50 mm. O grosso da precipitação inferior a 50 mm, 70.6% dos 31 valores de precipitação, é inferior a 25 mm. Em Setembro 30 valores, cerca de 96.8% dos 31 registos, de precipitação máxima diária são de precipitação inferior a 50 mm e que deste universo 83% corresponde a valores abaixo de 25mm de precipitação máxima diária. O máximo absoluto registado no mês de Setembro é 71.3mm, (tab.3).

A análise de valores de quantidade de precipitação máxima de cada mês revela que o intervalo de 50 e 100 mm de precipitação máxima diária é o que concentra mais valores, no período de Dezembro a Março, (tabs 4 a 6).

Tabela 3. Extremos máximos diários mensais de precipitação

Ano/ Mês	Jan	Fev	Marco	Abril	Mai	Junho	Julho	Ag	Set	Out	Nov	Dez
1970	109	34.1	45.5	42.4	24	25.3	25.9	1.9	3.6	22.8	60	40
1971	106.1	66.3	20.9	62.3	23.6	14.4	1.7	12.1	4.6	31.8	125.4	31.2
1972	129	129	53	45.4	14.6	3.4	4.7	2.5	1.1	11.5	62.3	61.4
1973	74.6	37.5	119.5	46.6	26.3	17.6	17.1	2.9	1.6	43.4	66.6	90.1
1974	66.8	69.3	130.1	45.5	74.7	0.3	11.8	22.2	38.3	2.2	18.3	56.2
1975	23.6	81.8	90.3	78.9	39.1	95	7.8	102.1	0	5.8	23.9	76.5
1976	87.3	251.8	94.9	68.7	18.4	19.2	0.7	10.3	1.7	19.2	15.4	94.3
1977	53.7	80.1	218.1	31.2	5.2	36.1	28.5	37.3	25	2.7	80	167
1978	65.3	46.3	187.4	42.7	54.2	60.6	26.7	0.3	0.7	37.3	25.6	102.1
1979	113.6	106.3	100.9	34.8	25.7	25.7	16.9	14.7	5	14.7	60.8	52.1
1980	133.8	37.1	32	39.4	35	11.3	13.6	63.4	71.3	3.9	25.8	62
1981	40.5	83.4	137.1	23.3	30.2	16.4	3.4	65.9	16.9	56.8	14.2	90.5
1982	61.7	142.9	25.8	201.5	28.5	33.2	31.3	10.2	27.1	31.3	27.6	34.3
1983	49.8	123.7	14.8	16.2	21.8	11.8	134.1	9.8	0.1	13.9	98.9	57.2
1984	20.9	113.4	215.7	26.2	48.6	4.8	10.2	28.6	0.3	11.2	36.3	157.4
1985	49	47.1	183.9	55.1	37.6	8.1	11.4	17.4	48.2	20.9	46.6	143.6
1986	66.4	51.7	282.4	107	15.3	5.4	11.7	0.9	5.3	52	41.2	77.6
1987	61.1	40	47.9	21.1	36.4	26.8	2.3	15.2	8.7	12.3	6.4	137.4
1988	93.6	68	138.4	23.5	105.3	40.6	4.9	31.1	0.3	43	24.5	102.7
1989	66.3	89.9	46.2	85.1	25	5.3	22.2	1.3	4	36.9	22.5	42.4
1990	255.2	61.1	71.6	91.8	27.5	18.5	6.9	17.3	21.7	7.5	55.3	19.7
1991	25	140.3	107.9	8.4	10	6.8	18.2	3.8	12.6	0.7	33.2	39.3
1992	50.1	73.3	34.4	83.3	21.1	16.8	1.7	16.1	0.3	7.6	32.2	35.2
1993	27.3	153.2	87.7	5.4	9.6	30.9	49.5	13.6	0.3	1.9	96.1	46.9
1994	186	62.2	39.7	39	14.2	11.1	18.6	27.8	29.5	4.8	2.7	74
1995	46.2	36.2	57.4	41.1	21.3	16.7	25.1	56.7	0.9	14.8	42.3	112.8
1996	140.9	133.9	71.4	27.3	10.5	37.9	55.6	37.9	1.1	15.7	18.6	17.8
1997	32.5	116.6	73.9	87.7	4.8	6	13	0.3	22.3	44.7	84	104.6
1998	87.2	60.8	92.3	30.7	3	37	17.5	5.5	6.8	21.9	226.7	41.6
1999	117.1	107.1	22.5	47.9	19	11.6	27.1	11	5	95	26.2	85.5
2000	34.8	75.4	83.4	129.1	34.3	40	14.8	24	5.3	34	34.6	83.5

Fonte de dados: INAM

#### 4.1.3 Frequência e magnitude da precipitação máxima diária anual

A análise da precipitação máxima diária anual da cidade da Beira foi realizada considerando a maior precipitação diária de cada ano da série histórica colhida nas estações Beira Aeroportos e Beira Observatórios.

O maior número de valores extremos máximos de precipitação diária (os mais altos da série) ocorrem principalmente no segundo trimestre do período chuvoso (Março, Janeiro e Fevereiro, respectivamente), que concorda com (Griffiths, 1979).

Tabela 4. Ocorrência de precipitação máxima diária anual (1970-1980)

Tempo (ano)	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Magnitude	109.1	125.4	129	119.5	130.1	102.1	251.8	218.1	187.4	114	133.8
Ocorrência	Jan	Nov	Fev	Mar	Mar	Aug	Fev	Mar	Mar	Jan	Jan

Tabela 5. Ocorrência de precipitação máxima diária anual (1981-1991)

Tempo (ano)	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Magnitude	137.1	201.5	134.1	215.7	183.9	282.4	137.4	138.4	89.9	255.2	140.3
Ocorrência	Marco	Abril	Julho	Mar	Mar	Mar	Dez	Mar	Fev	Jan	Fev

Tabela 6. Ocorrência de precipitação máxima diária anual (1992-2000)

Tempo (ano)	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Magnitude	83.3	153.2	186	112.8	140.9	116.6	226.7	117.1	129
Ocorrência	Abril	Fev	Jan	Dez	Jan	Fev	Nov	Jan	Abril

Tabela 7. Frequências de precipitação máxima diária

Precipitação(mm)	]0-50]	]50-100]	]100-150[	]150-200]	]200-250]	]250-300]
Frequências	0	2	18	4	4	3

Fonte de dados: INAM

Ao longo da série foram verificados valores de precipitação máxima diária anual cuja ocorrência dependeu de vários factores. Um valor diário igual a 282.4 mm, considerado o mais elevado da série, foi registado em 1986, (tab.5).

Valores diários superiores a 250 mm foram três vezes registados, os maiores da série. Em 1992 foi registado o valor mais baixo, 83.3 mm cuja ocorrência de valor igual ou superior a este pode ser esperada todos anos, com cerca de 97% de probabilidade, (tab.3).

Da série de dados em análise foram extraídos 31 valores de precipitação máxima diária anual, dos quais dois valores, 125.4 e 226.7 mm foram lidos em Novembro, dois valores 137.4 e 112.8 mm foram lidos em Dezembro; sete, variando entre 109.1 e 255.2 mm, em Janeiro; seis, entre 89.9 e 216.8 mm, em Fevereiro; nove, entre 119.5 e 282.4 mm, em Março. Em Março foi registado o maior número de valores máximos de precipitação diária anual. Em Abril foram registados três valores entre 83.3 e 201.5 mm, (tabs.3 e 7).

No período seco, em Julho e Agosto, foram lidos 134.1 e 102.1 mm, respectivamente. Nos restantes meses, Outubro, Maio, Junho e Setembro, não foram registados valores extremos máximos de precipitação diária anual (tab.7).

**Tabela 8.** Período de ocorrência e magnitudes dos valores máximos da precipitação diária anual

Tempo (mês)	Estação	Trimestre	Extremos do intervalo	Total de frequências
Outubro	Quente e chuvosa	Primeiro	-	-
Novembro			125.4 e 226.7	2
Dezembro			112.8 e 137.4	2
Janeiro		Segundo	109.1 e 255.2	7
Fevereiro			89.9 e 251.8	6
Março			119.5 e 282.4	9
Abril	Seca e Fresca	Primeiro	83.3 e 201.5	3
Maio			-	-
Junho			-	-
Julho		Segundo	134.1	1
Agosto			102.1	1
Setembro			-	-

Fonte de dados: INAM

#### 4.1.4 Dias com precipitação mais prováveis

Análises sobre o número de dias com precipitação, prováveis, indicam que chove entre 5 e 10 dias em Outubro. Nos meses de Novembro, Dezembro, Janeiro, Março e Abril, 10 a 15 dias com precipitação é o período mais provável, enquanto que em Fevereiro chove entre 15 e 20 dias (tab.8).

No período seco, para Maio, Junho e Agosto o período entre cinco e 10 dias com precipitação é o mais esperado. O mês de Julho apresenta igual probabilidade de ocorrência de precipitação entre 5 e 10 dias assim como entre 10 e 15 dias. Em Setembro entre 5 e menos dias com precipitação é o mais esperado (tab. 9).

Tabela 9. Dias com precipitação mais prováveis (n) no período chuvoso

Dias com precipitação /Mês	]0-5]	]5-10]	]10-15]	]15-20]	]20-25]	]25-31]
Outubro	n = 11 P = 34.4	n = 15 P = 46.9	n = 5 P = 15.6			
Novembro	n = 6 P = 18.8	n = 11 P = 34.4	n = 13 P = 40.6	n = 1 P = 3.1		
Dezembro		n = 5 P = 15.6	n = 20 P = 62.5	n = 5 P = 15.6	n = 1 P = 3.1	
Janeiro		n = 5 P = 15.6	n = 12 P = 37.5	n = 10 P = 31.3	n = 4 P = 12.5	
Fevereiro		n = 1 P = 3.1	n = 12 P = 37.5	n = 14 P = 43.8	n = 4 P = 12.5	
Março		n = 2 P = 6.3	n = 14 P = 43.8	n = 9 P = 28.1	n = 6 P = 18.8	
Abril	n = 2 P = 3	n = 10 P = 31.3	n = 18 P = 56.3	n = 1 P = 3.1		

Fonte de dados: INAM.

Tabela 10. Dias com precipitação mais prováveis (n) no período seco

Dias com precipitação / mês	]0-5]	]5-10]	]10-15]	]15-20]	]20-25]	]25-31]
Maio	n = 4 P = 12.9	n = 16 P = 50	n = 11 P = 34.4			
Junho	n = 6 P = 18.8	n = 13 P = 40.6	n = 11 P = 34.4	n = 1 P = 3.1		
Julho	n = 2 P = 6.3	n = 13 P = 40.6	n = 13 P = 40.6	n = 2 P = 6.3	n = 1 P = 3.1	
Agosto	n = 6 P = 18.8	n = 19 P = 59.4	n = 5 P = 15.6	n = 1 P = 3.1		
Setembro	n = 18 P = 56.3	n = 12 P = 37.5	n = 1 P = 3.1			

Fonte de dados: INAM.

Onde:

n é o número de dias com precipitação registados em cada intervalo de dias do mês.  
P é a probabilidade de ocorrência da precipitação nos n dias.

#### 4.1.5 Dias consecutivos com precipitação

Ainda que os valores extremos estejam, nalguns casos, muito separados das restantes frequências, na maioria dos casos, esses valores extremos máximos ocorrem dentro de 2 dias até pouco mais de 2 semanas consecutivas com precipitação.

Em Outubro e Novembro, raras vezes chove de 5 a 7 dias consecutivos. No mês de Outubro foram registados um máximo de 7, um mínimo de 2 e uma média de 3 dias consecutivos com precipitação. O grosso dessa precipitação, 74.2%, é de valores inferiores a 4 mm. Em Novembro foram registados um máximo de 7, um mínimo de 2 dias consecutivos com precipitação. Somente cinco registos revelam ter chovido mais de 4 dias consecutivos. Em média chove 4 dias consecutivos no mês Novembro, (tab.10).

O número de dias consecutivos com precipitação no mês de Dezembro varia de 2 a 15. Este mês apresenta, em média, 5 dias consecutivos com precipitação. 58.1% do universo



corresponde a mais de 4 dias consecutivos com precipitação. No mês de Janeiro, o número de dias consecutivos com precipitação varia de 3 a 18, e em média chove 6 dias consecutivos. 55% dos registos revelam que chove acima de 5 dias consecutivos, (tab.10).

No mês de Fevereiro, o número de dias consecutivos com precipitação varia de 2 a 16, em média chove 7 dias consecutivos. 61.3% de registos indicam que chove acima de 6 dias consecutivos. No mês de Março, o número de dias consecutivos com precipitação varia de 2 a 13 e em média chove 5 dias consecutivos. 61.3% do universo de dias consecutivos com precipitação indicam que chove acima de 5 dias. Para o mês de Abril, o número de dias consecutivos com precipitação varia de 2 a 7. Em média chove 4 dias consecutivos. 67.7% do universo de dias consecutivos com precipitação indicam que chove abaixo de 5 dias, (tab.10).

No período seco, no mês de Maio foram registados 8 dias consecutivos com precipitação, o máximo e um mínimo de 2 dias. Em média chove três dias consecutivos. 83.9% do universo de dias consecutivos com precipitação revelam que chove abaixo de 5 dias. Nos meses de Junho e Julho o número de dias consecutivos com precipitação varia de 2 a 7 e 2 a 8, respectivamente. Em média chove 4 dias consecutivos e que 71% e 77.4% do total de registos de Junho e Julho, respectivamente, indicam que chove abaixo de 5 dias consecutivos.

Nos meses de Agosto e Setembro o número de dias consecutivos com precipitação varia de 2 a 7 e 2 a 5, respectivamente. Em média chove 3 dias consecutivos em Agosto e 2 dias consecutivos em Setembro. 77.4% e 51.6% dos dias consecutivos com precipitação de Agosto e Setembro, respectivamente, revelam que chove abaixo de 4 dias consecutivos, (tab10).

Tabela 11. Dias consecutivos com precipitação

Ano	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Junho	Julho	Ag	Set	Out	Nov	Dez
1970	6	7	2	4	4	3	3	2	0	4	2	3
1971	4	7	4	2	5	3	3	0	3	3	3	4
1972	5	3	5	4	2	3	3	3	0	2	4	3
1973	4	4	6	5	3	3	3	0	0	2	7	15
1974	4	7	13	5	2	3	4	3	5	3	3	8
1975	3	10	6	4	4	5	4	3	0	2	2	5
1976	7	6	6	4	4	4	2	3	3	2	2	8
1977	3	7	7	4	0	3	6	4	3	2	3	6
1978	8	7	9	4	4	5	4	7	2	2	3	9
1979	3	8	6	5	3	5	4	2	3	2	4	5
1980	3	4	3	3	2	2	3	3	4	0	4	9
1981	5	14	4	3	4	3	3	3	0	4	3	5
1982	10	11	5	7	4	3	7	2	2	2	2	2
1983	3	4	3	2	2	3	5	2	0	3	4	6
1984	6	6	5	3	2	2	3	2	2	3	5	7
1985	7	7	11	5	3	2	4	2	3	4	3	7
1986	7	7	3	3	5	3	2	2	4	3	2	5
1987	4	5	7	3	4	6	2	3	4	5	2	4
1988	6	5	8	6	4	4	8	2	0	4	4	8
1989	11	11	7	3	3	4	4	3	4	6	5	3
1990	8	16	5	5	8	4	2	4	3	2	4	7
1991	6	9	12	3	2	7	3	2	2	0	4	2
1992	3	7	7	2	3	6	2	2	0	2	4	4
1993	5	9	4	3	3	5	7	3	0	2	6	4
1994	7	6	7	3	6	2	4	5	3	7	2	3
1995	6	4	6	4	4	0	3	3	2	3	5	5
1996	18	4	6	7	4	5	5	4	0	2	0	3
1997	15	9	7	4	4	3	7	3	3	4	4	3
1998	9	5	8	5	2	2	3	2	2	3	6	6
1999	8	7	9	7	3	3	3	3	2	3	4	5
2000	5	8	5	2	3	4	3	3	2	3	2	3

Fonte de dados: INAM.

#### 4.2. Tempo de retorno da precipitação máxima diária anual

Precipitação máxima diária anual entre 83.3 e 125 mm tem o tempo de retorno de um ano. O valor mais alto da série, 282.4 mm, é registado uma vez em cada 32 anos.

Tabela 12. Tempo de retorno da precipitação extrema máxima diária

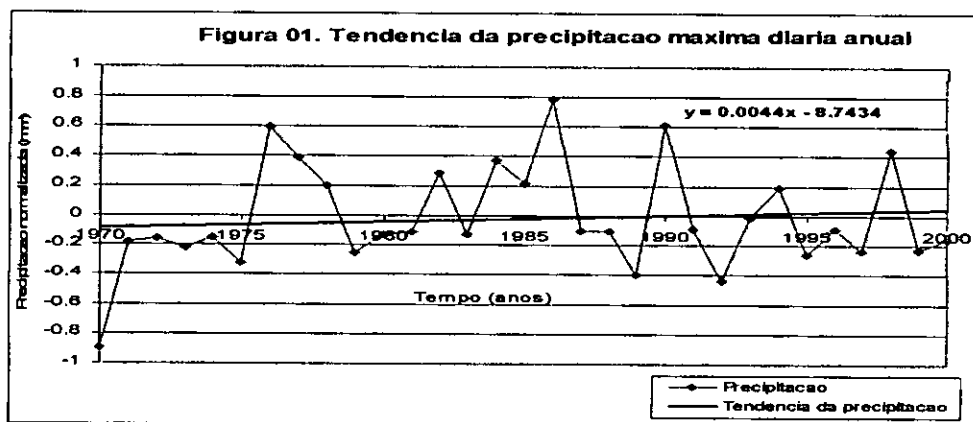
m	P(mm)	F	Tr	m	P(mm)	F	Tr	m	P(mm)	F	Tr
1	83.3	0.03	1.0	12	129	0.38	1.6	23	187.4	0.72	3.6
2	89.9	0.06	1.1	13	130.1	0.41	1.7	24	189.9	0.75	4.0
3	102.1	0.09	1.1	14	133.8	0.44	1.8	25	201.5	0.78	4.6
4	109.1	0.13	1.1	15	134.1	0.47	1.9	26	215.7	0.81	5.3
5	112.8	0.16	1.2	16	137.1	0.50	2.0	27	218.1	0.84	6.4
6	114	0.19	1.2	17	137.4	0.53	2.1	28	226.7	0.88	8.0
7	116.6	0.22	1.3	18	138.4	0.56	2.3	29	251.8	0.91	10.7
8	117.1	0.25	1.3	19	140.3	0.59	2.5	30	255.2	0.94	16.0
9	119.5	0.28	1.4	20	140.9	0.63	2.7	31	282.4	0.97	32.0
10	125.4	0.31	1.4	21	153.2	0.66	2.9				
11	129	0.34	1.5	22	186	0.69	3.2				

Fonte de dados: INAM.

### 4.3. Tendência da precipitação máxima diária anual

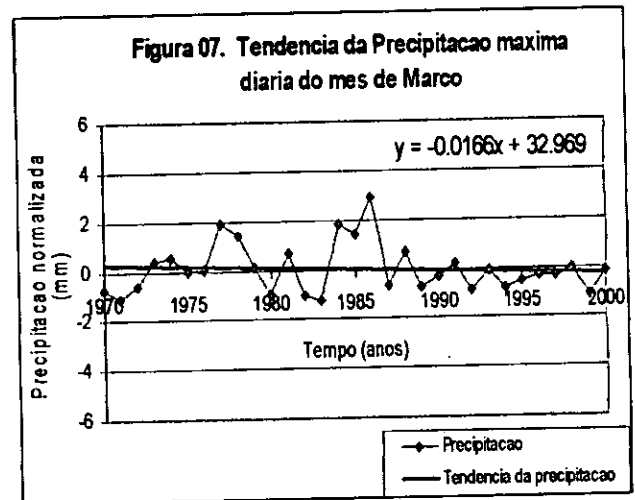
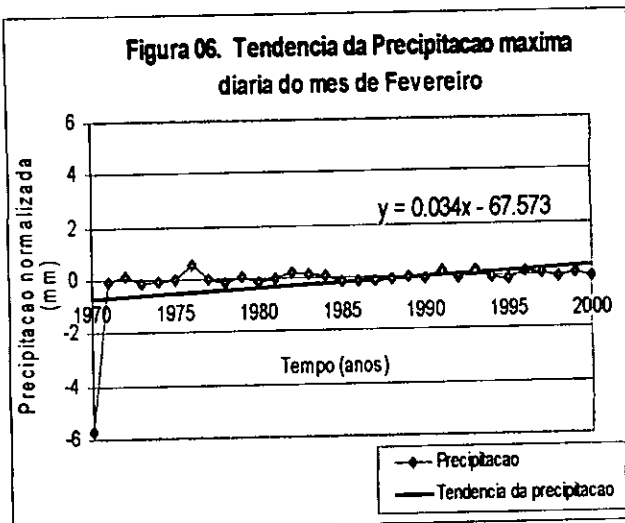
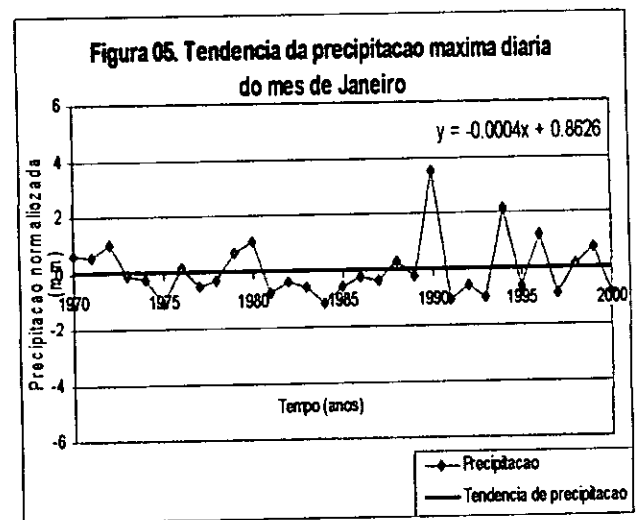
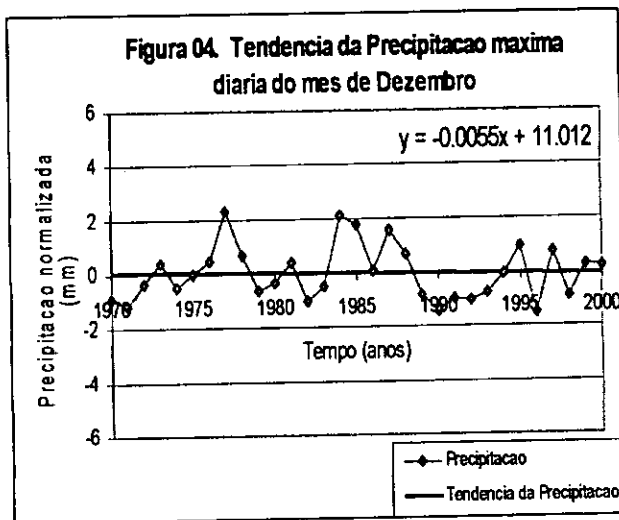
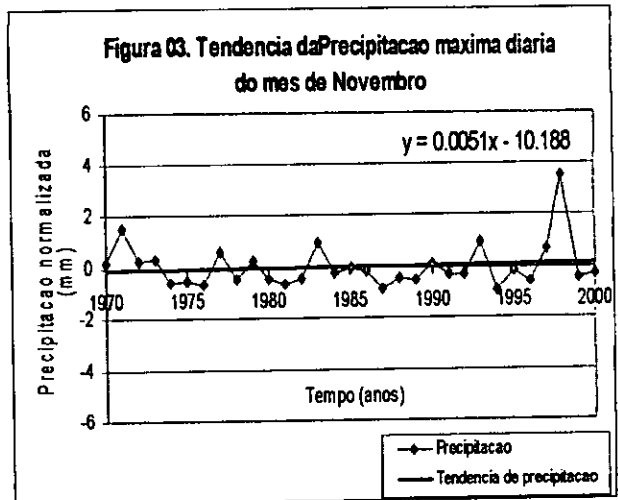
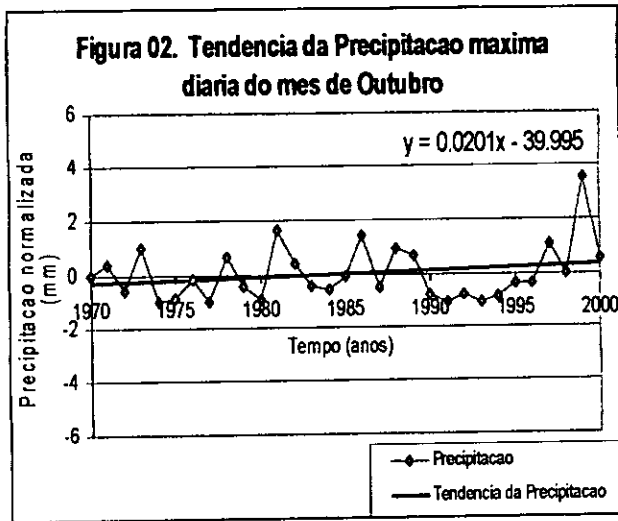
Os dados de precipitação máxima diária anual revelam pequeno aumento da quantidade da precipitação de 1970 a 2000 (fig.1). Os valores extremos máximos de precipitação diária de cada mês (1970-2000) tendem a aumentar de magnitudes em Outubro (Fig.2), Novembro (Fig.3) e Fevereiro (fig.6), principalmente em Fevereiro.

No período seco o mês de Julho (Fig. 11) é o que apresenta tendências de aumento. O mês de Janeiro (Fig.5) apresenta valores sem tendências de aumento nem de diminuição. Os restantes meses, Dezembro, Março, Abril, Maio, Agosto e Setembro, têm tendência decrescente, principalmente no mês de Maio, seguido de Junho.

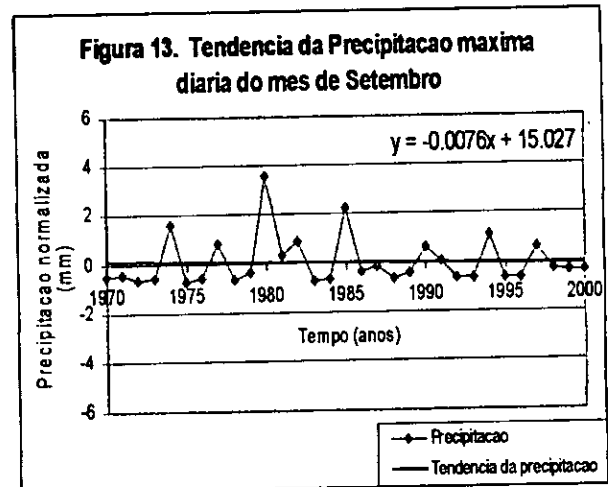
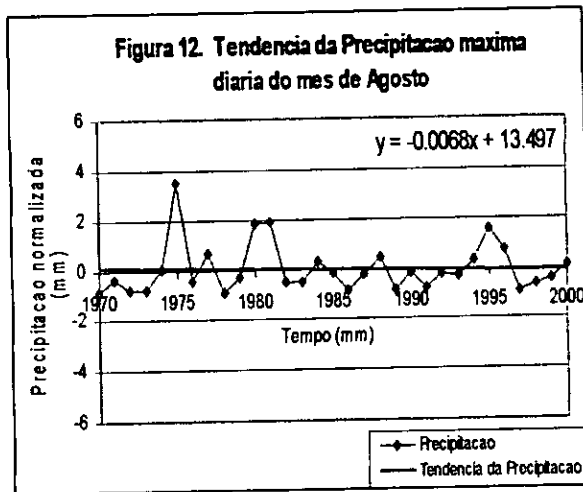
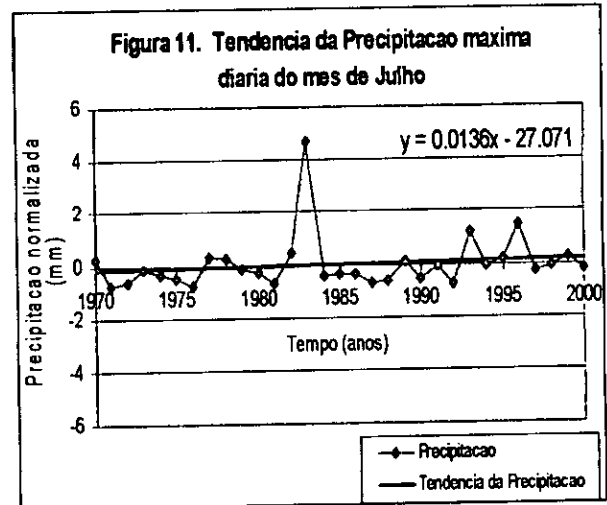
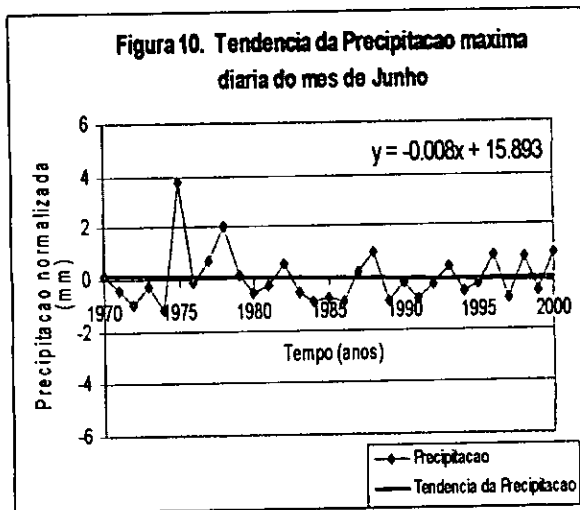
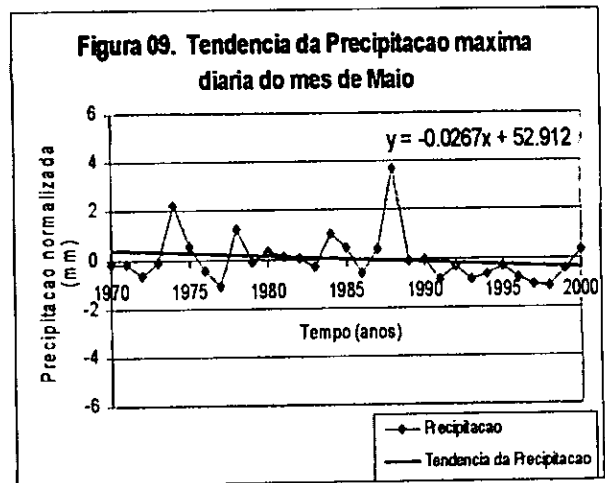
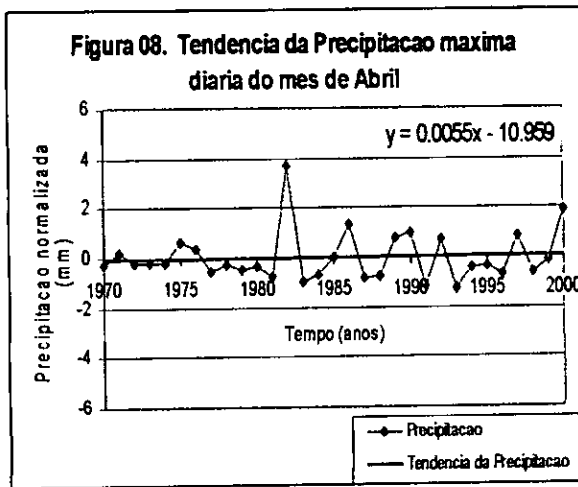


Fonte de dados: INAM

Análise da ocorrência da precipitação máxima diária anual na cidade da Beira



Fonte de dados: INAM



Fonte de dados: INAM

#### 4.4. Causas da precipitação máxima diária anual

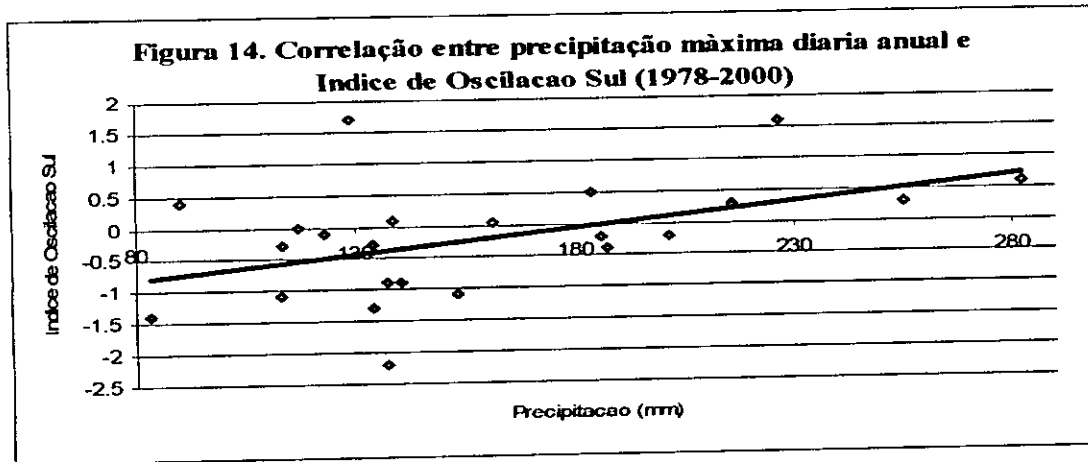
A variabilidade espacial da intensidade da precipitação máxima diária anual é, para uma dada latitude e uma dada longitude, fortemente influenciada por factores locais, tais como a altitude, a temperatura, a intensidade e direcção dos ventos dominantes e a distância relativa à fonte de humidade (Ferreira, 1965).

Das diversas causas da precipitação máxima diária anual, pode-se destacar a intensidade dos elementos envolvidos nomeadamente: velocidade dos deslocamentos, humidade e temperatura das massas de ar, como sendo a principal causa da precipitação máxima diária anual na cidade da Beira.

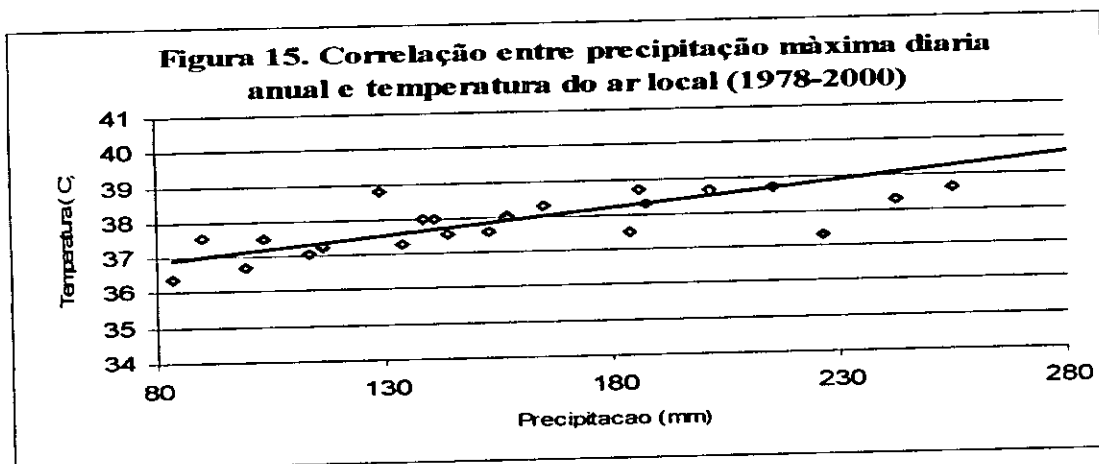
À superfície terrestre a precipitação máxima diária denota uma grande variabilidade temporal e espacial. Esta variabilidade é também consequência dos padrões de circulação atmosférica, como por exemplo os valores 140.3 mm lido no dia 15 de Fevereiro de 1991 e 255.2 mm lido no dia 13 de Janeiro de 1990 resultados, principalmente pela ocorrência simultânea de ciclones tropicais Cinthia e Baomavo, respectivamente, e a Zona de convergência intertropical (Meteo France, 1992).

Análises de correlação entre precipitação máxima diária anual e alguns dos elementos que criam precipitação como são os casos da temperatura do ar local e os Índices de oscilação sul, revelam que a variação da temperatura do ar local desempenha um grande papel para a ocorrência dos valores extremos máximos de precipitação diária anual. O que vem a concordar com Gonçalves, 1973.

Da correlação entre a ocorrência da precipitação extrema diária e os episódios de ENOS resulta  $r = 0.2922$ . Da correlação entre a variação da temperatura do ar local e a ocorrência dos extremos máximos de precipitação diária anual resulta  $r = 0.5496$ .



Fonte de dados: INAM.



Fonte de dados: INAM

## Capítulo V

### Conclusões e recomendações

#### 5.1 Conclusões

A análise da precipitação diária da cidade da Beira permitiu estabelecer as seguintes conclusões:

- A precipitação máxima diária anual varia de 83.3 a 282.4 mm e o grosso da precipitação máxima diária anual concentra-se entre 100 e 150 mm, principalmente em Janeiro, Fevereiro, Março e Novembro, respectivamente.
- Há mais registos de precipitação máxima diária anual acima dos 150 mm que abaixo dos 100 mm e, valores acima dos 150 mm de precipitação máxima diária anual são verificados em Março seguido de Janeiro e Fevereiro.
- Precipitação máxima diária anual igual ou inferior a 125 mm pode ocorrer todos anos enquanto que precipitação máxima diária anual entre 129 e 138.4 mm ocorre uma vez em cada 1.5 a 2 anos. Precipitação superior a 140 mm tem o tempo de retorno entre 2.5 a 32 anos.
- O maior número de dias consecutivos com precipitação verifica-se no segundo trimestre da estação chuvosa, em Fevereiro (sete dias) seguido de Janeiro (seis dias), enquanto que o menor número de dias consecutivos com precipitação verifica-se em Setembro (dois dias).
- Os valores máximos de precipitação diária anual são causados, principalmente, pela elevada intensidade dos elementos envolvidos na formação da precipitação (velocidade dos deslocamentos das massas de ar, humidade do ar, temperatura das massas de ar) e pela ocorrência simultânea de fenómenos que criam precipitação.
- A precipitação máxima diária anual tende a aumentar de magnitude.



## 5.2 Recomendações

Por causa da tendência e intensidade da precipitação diária na cidade da Beira e suas implicações nos diversos domínios da vida sócio-económica, seria melhor a continuação de estudos semelhantes nesta área. Esses estudos poderão, de certo modo, ajudar a melhorar os prognósticos da ocorrência de precipitação máxima diária anual e avaliar seus impactos para melhor se prevenir das possíveis consequências negativas, principalmente pela variabilidade da precipitação.

Como se pode ver, o excesso da precipitação causa inúmeros problemas em vários projectos, principalmente os projectos de engenharia de construção, gestão de recursos hídricos e vários outros projectos ambientais. Sendo assim recomenda-se também o conhecimento prévio da probabilidade sobre o que vai ser a estação chuvosa, pois, para uma economia melhor planificada é necessário utilizar as condições favoráveis do clima.

## Capítulo VI

### Bibliografia

- [1] Alves Filho, A. P. Episódios pluviais intensos na região metropolitana de São Paulo: uma avaliação no decénio 1982-1991. São paulo: McGraw-Hill do brasil, 1996.
- [2] ARON, G. et al. Regional rainfall intensity-duration-frequency curves for Pennsylvania. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- [3] Benessene, Moisés. *Manual para a interpretação das previsões sazonais*, Beira: 2002.
- [4] Brandão, C., Rodrigues, R., Costa, J. "Análise de Fenómenos Extremos, *Precipitações Intensas em Portugal Continental*", Lisboa, DSRH: 2001.
- [5] Cabral, Edson. *Análise da variação da precipitação Diária no município de São Paulo*. São Paulo: Atlas, 2000.
- [6] Cabral, Edson. *Deficiência Hídrica no estado de Pará*. São Paulo: Atlas, 2001.
- [7] Castro, N.M.R., Chevallier, P. *Projecto Potribu (1989-1998), dados básicos de fluviometria e pluviometria*. Instituto de pesquisas hidráulicas. Porto Alegre: Lima, 2000.
- [8] Chevallier, P., *Precipitações na região de cruz alta e Ijúri (RS-Brasil)*. Instituto de Pesquisas hidráulicas da UFRGS. Porto alegre: Globo, 1991.
- [9] Chevallier, P. & Dhein, R. A. *Les precipitaciones exceptionnelles des 26 et 27 mai 1992 dans la région d'Ijúri (Rio grande do sul, Brésil)*. Porto alegre: Mecanografia Sudesul, 1993.
- [10] Cunha, R. F. *Meteorologia Geral e Agrícola*, Lourenço Marques, 1972.
- [11] dos Muchangos, Aniceto. *Cidade da Beira*, colecção: cidades de Moçambique 2, Maputo: Editora Escolar, 1994.

- [12] Faria, J. Mendes da Rocha. *Condições climáticas de Moçambique*, Lourenço Marques, 1964.
- [13] Ferreira, H. Amorim. Serviço Meteorológico Nacional, *Climatologia Dinâmica da África Meridional*, Lisboa: Guide Artes Gráficas, Lda, 1965.
- [14] Garstrang, M., Emmitt, G.D. and Houston, S. *Mesoscale studies and developments, programme for atmospheric water supply, annual report 1984/1985, water research commission*, Pretoria, 1985.
- [15] Gonçalves, Carlos A. *O clima da provincia de Moçambique- características do regime da precipitação na região norte do save*, Lourenço Marques: INAM, 1972.
- [16] Griffiths J.F. World Survey of climatology – *Climates of África*, vol. 10. New York: Crown copyright, 1979.
- [17] Harrison, M.S.J. *A generalized classification of South African summer rain-bearing synoptic systems*. Journal of climatology. Johannesburg: Natal, 1984.
- [18] Iacaturima, F.M.M do Rosário. *Impacto da precipitação sobre as cheias da bacia do Umbeluze*, trabalho para aquisição do grau de licenciatura em Meteorologia na U.E.M. Maputo, 2003.
- [19] Meteo France. *Service Meteorologique dela Reunion Saison Cyclonique 1991-1992*. WMO, 1992.
- [20] Ministério da Educação. *Atlas Geográfico vol.2*, Suécia, 1983
- [21] Ministério da Educação. *Atlas Geográfico vol.1 2ª ed.*, Suécia, 1986.
- [22] Peixoto, P. José. *Hidrometeorologia dinâmica, universidade de lisboa, faculdade de ciências, instituto geofísico infante D. Luis*, Lisboa, 1973.
- [23] Queface, António. *Texto de apoio para aulas de Climatologia*, UEM, 2003.

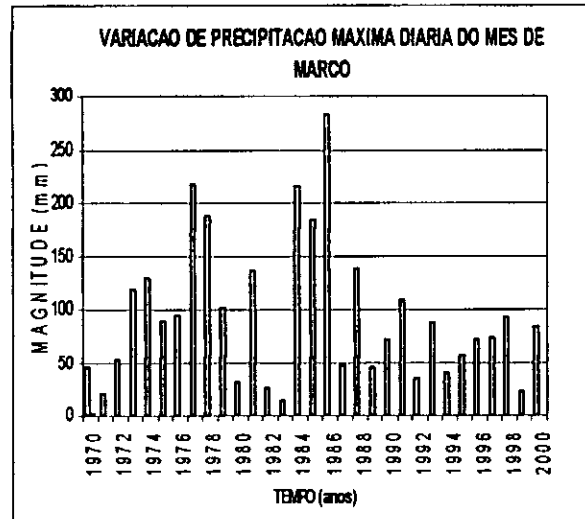
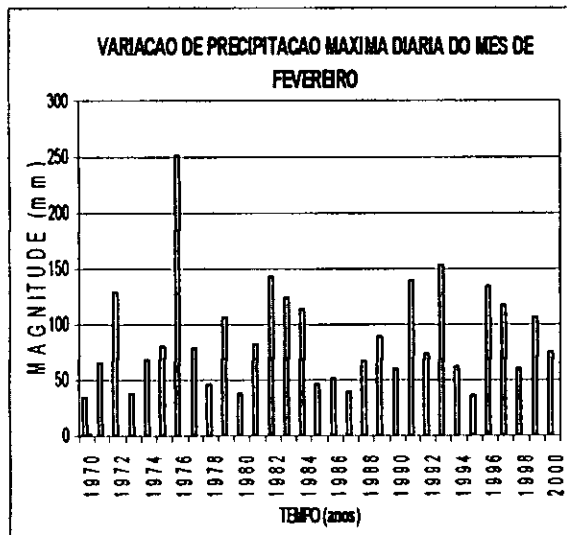
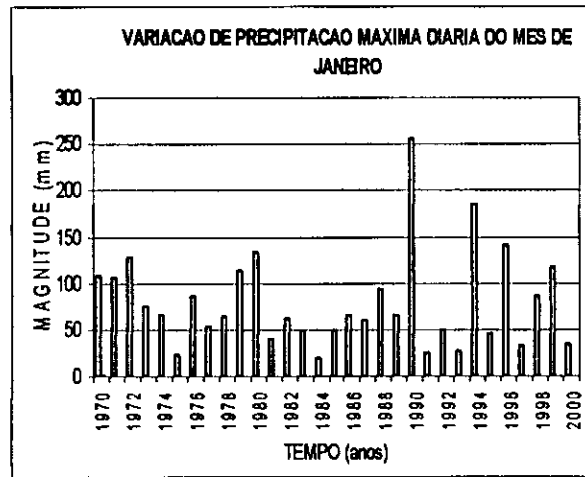
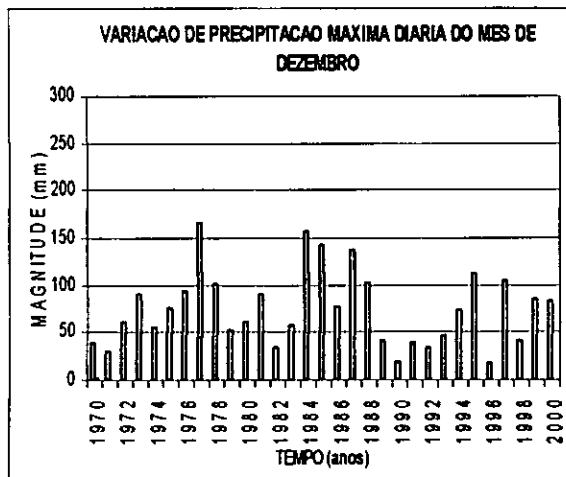
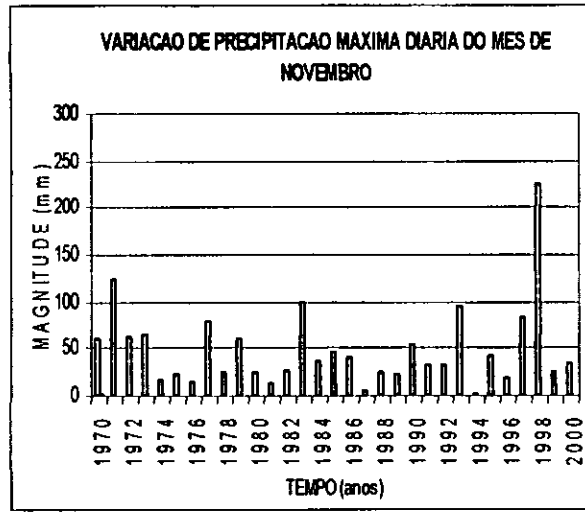
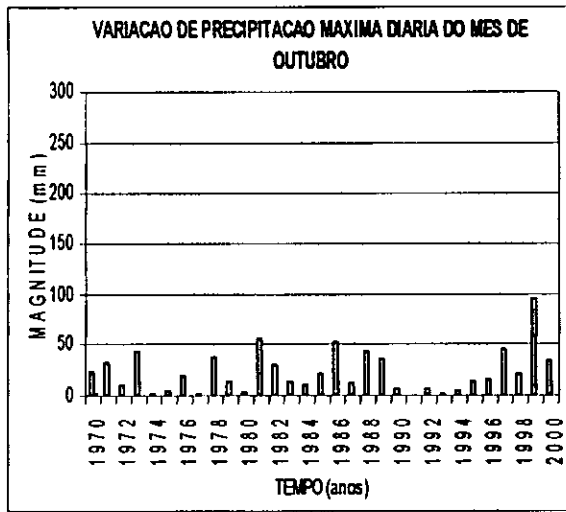
- [24] Retallack, B.J. *Meteorologia, vol.II*, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa, 1970.
- [25] Riehl, Herbert. *Meteorologia tropical*, New York: Mc-Grawhill Book, 1965.
- [26] Sampaio, S.C., Corrêa, M.M., Guimarães, J.C., da Silva, A.M. e de Sousa, M.R. *Precipitação provável para o município de Lavras-MG, utilizando a distribuição Long-Normal*, São Paulo: Mc-Grawhill do Brasil, 1999.
- [27] Smith, Keith. *Environmental Hazards-Assessing risks and reducing disaster*. New York: Brian, 2001.
- [28] Viela, S.M.; *Hidrologia aplicada*. São Paulo: Mc-Graw-Hill do Brasil, 1975.
- [29] Xavier, T.M.B., Dias, S.M.A.F. *Evolução da precipitação diária num ambiente urbano*, 1994a. São Paulo: Cultrix, 2001.
- [30] WMO. *Global guide to tropical cyclone forecasting, tropical cyclone programme, WMO/TD-nº 560*. Geneva, 1993.

**Anexos**

**ANEXO 1**

(Variação de Precipitação Máxima Diária no Período Chuvoso)

Análise da ocorrência da precipitação máxima diária anual na cidade da Beira



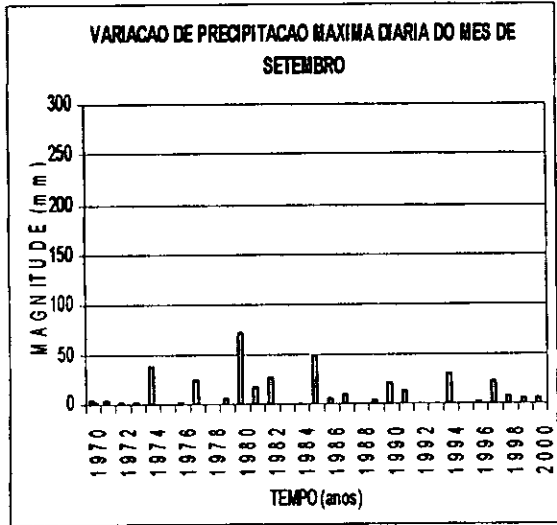
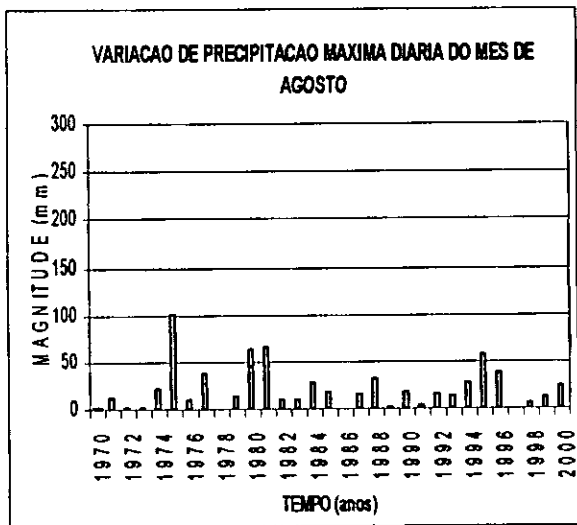
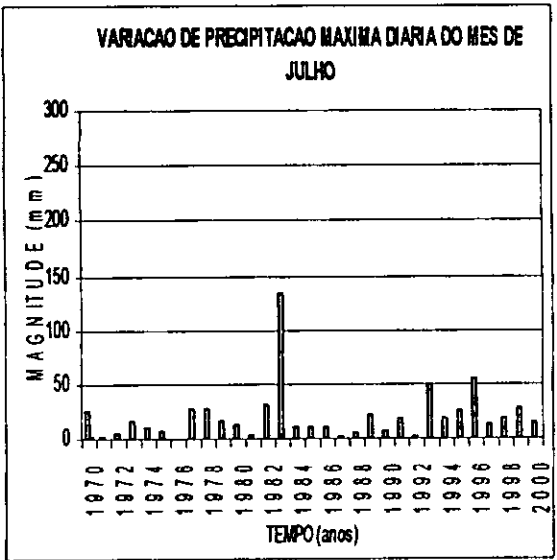
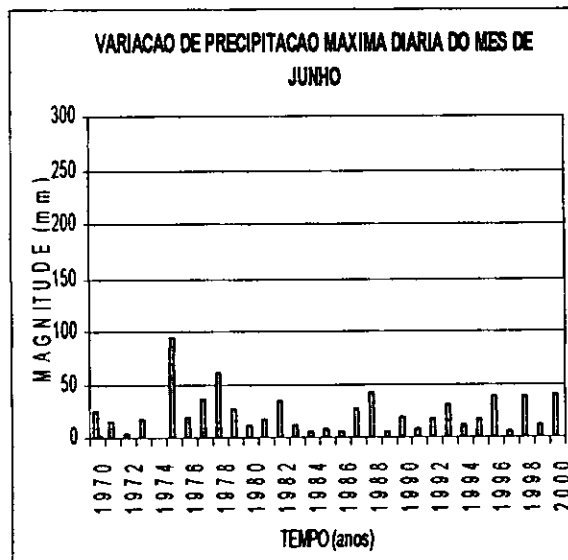
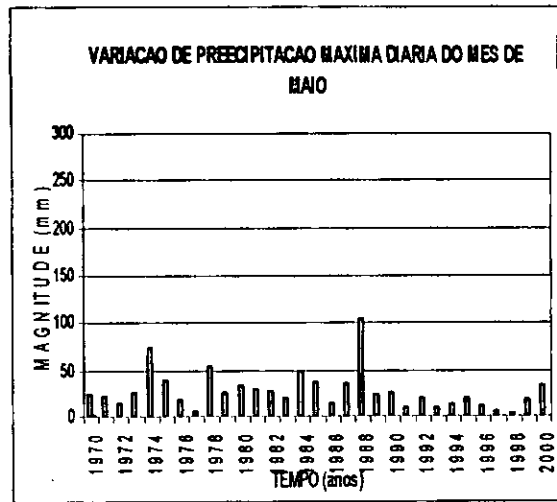
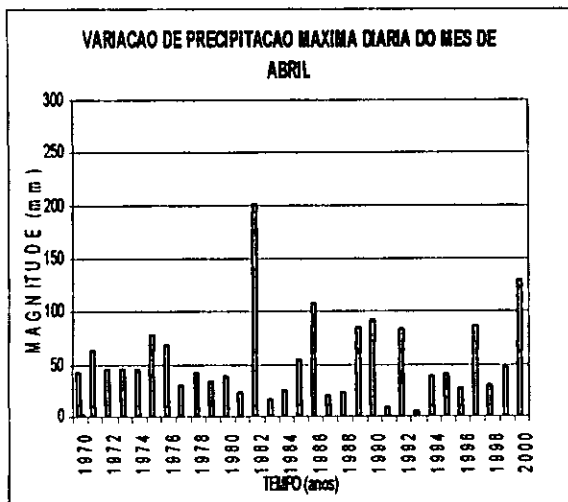
Variação de precipitação máxima diária mensal no período chuvoso

**ANEXO 2**

**(Variação de Precipitação Máxima Diária no Período Seco)**



Análise da ocorrência da precipitação máxima diária anual na cidade da Beira



Varição de precipitação máxima diária mensal no período seco