

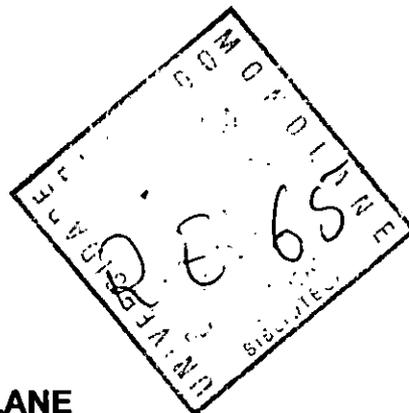
BIO-13



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA



TRABALHO DE LICENCIATURA

CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA EM
MOÇAMBIQUE:

A INFLUÊNCIA DO ENSO

AUTOR: JOÃO JOSÉ LOBO

99



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DAPARTAMENTO DE FÍSICA

R.E. 65

TRABALHO DE LICENCIATURA
CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA EM
MOÇAMBIQUE:

A INFLUÊNCIA DO ENSO

AUTOR: JOÃO JOSÉ LOBO

SUPERVISOR :ALFREDO MOREIRA CASEIRO ROCHA

CO- SUPERVISOR : HERMÍNIO TEMBE

Resumo

Pretende-se com este trabalho, investigar a variabilidade climática e a relação entre o fenómeno El-Niño-Oscilação Sul com elementos climáticos (precipitação, temperatura, pressão e vento), em Moçambique para o verão (DJF) e inverno (JJA). Os dados analisados são médias mensais dos elementos climáticos, em 13 estações do país, no período de 1966 a 1995 (30 anos).

Neste sentido, depois de uma breve caracterização de Moçambique, fez-se a classificação do tipo de clima, sendo caracterizado pelo clima tropical, os factores que influenciam o clima desta região, descrição do episódio Enso e Anti-Enso e sua contribuição no clima de Moçambique. Fala-se também do Enso de 1982-83, pela sua grande intensidade, abrangendo maior parte do território moçambicano.

Do ponto de vista prático:

Fez-se a representação gráfica das distribuições de frequências em 13 estações meteorológicas (Maputo, Xai-xai, Inhambane, Vilanculos, Beira, Chimoio, Quelimane, Nampula, Lichinga, Pemba, Montepuez, Mocimboa da Praia), onde se fez as observações, por sua vez submetidos a cálculos de médias e desvio padrão. Ainda de se referir que foi calculada a média trimestral para os meses de DJF, MAM, JJA, SON, posteriormente, foi calculada as anomalias normalizadas, com ajuda de programa no software do Statistica 6.0. A pressão foi reduzida ao nível das águas do mar, através da equação da hidrostática (equação 4.4.4).

Em seguida o SOI é correlacionado com cada elemento climático para cada três meses do ano.

Neste trabalho concluiu-se o seguinte:

Precipitação- Considerando Janeiro como o mês mais chuvoso e Julho mais seco, o fenómeno El Niño tem maior influência sobre o verão que no inverno, sendo atenuado nalguns casos pelos factores locais. A zona mais afetada é a região do sul em seguida do centro e por último a do norte. O seu desvio padrão está entre 1 mm em Tete e 164 mm em Quelimane.

A precipitação de Verão com avanço de 3, 6 meses, correlaciona significativamente com SOI de MAM, DJF respectivamente, sendo pouco significativo no Inverno.

A temperatura média variam entre 19°C em Lichinga e 30°C em Tete nos meses de Julho e Janeiro respectivamente, O seu desvio padrão é de 0.04°C em Quelimane e 2°C em Tete.

A Temperatura de verão com avanço de 6, 3 meses tem correlação significativa com o SOI de JJA, SON, respectivamente e pouco significativo a correlação entre a temperatura de Inverno com SOI de DJF (6 meses antes), SON (9 meses antes).

Para pressão e vento o desvio padrão não é significativo durante o Enso.

DEDICATÓRIA

À MEMÓRIA DOS MEUS PAIS
JOSÉ LOBO ANTÓNIO
MUANIDZA NHAODA



AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar queria agradecer ao professor, Alfredo Rocha, da Universidade de Aveiro, Portugal, que acompanhou de perto a realização deste trabalho, tendo sido também um orientador científico, com espírito aberto e, assim como um amigo sempre pronto a apoiar-me, sem se cingir a horários.

Gostaria de agradecer o meu co-supervisor Dr.Hermínio Tembe pelo apoio e incentivo dado. Julgo que não teria sido possível realizar o trabalho fora da Universidade Eduardo Mondlane.

Agradeço à directora do curso Dr. Mayra de Sousa, pela ajuda prestada, e a todos professores do Departamento em especial: Dr. Jagan Nandamudi, Dr.António Mubango, Dr. Herminio Tembe e Dr.Victor Saide pelos seus conselhos e apoios.

Agradeço igualmente aos colegas e amigos Didier, Isabel, Susana, Margarida, da Universidade de Aveiro, Dr :Ibraimo, de quem tive apoio, particularmente nas fases mais difíceis, dr:Félix Tomo, dr:Humberto Mutevui, Alberto Macamo, Faustimo Nhanombe, Ângela Bilale, Tomás Munhazane, Francisco Brizito, Rogério, Matenga e outros da Universidade Eduardo Mondlane.

À fundação calouste Gulbekian agradeço a bolsa concedida.

À Raquel Brito e ao Niall Power da Universidade de Aveiro, Dr.Domingos Mosquito do INAM, reconheço o apoio prestado.

Agradeço a colaboração pelo INAM pela cedência dos dados utilizados neste trabalho.

Agradeço ao arquitecto Caetano Alberto José e a sua esposa, Mónica, pela ajuda prestada durante o curso.

Finalmente, queria expressar a minha gratidão aos meus irmãos :António J. Lobo, Pires J.Lobo; Irmãs: Ana J.Lobo, Maria J.Lobo, Rosalina J.Lobo,Isabel J.Lobo, Helena J.Lobo, Luisa J.Lobo;Tios,primos, e aqueles que directamente ou indirectamente deram o seu apoio. Muito obrigado.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Este trabalho foi completamente realizado com base no material, a que ao longo do mesmo se faz referência. As ideias originais nele expressas, são de inteira responsabilidade do autor.

Maputo, Julho de 1999

O autor

(João José Lobo)

SÍMBOLOS

PNM- Pressão a Nível Médio das Águas do Mar

DJF- Dezembro, Janeiro, Fevereiro.

MAM- Março, Abril, Maio;

JJA- Junho , Julho, Agosto.

SON- Setembro, Outubro, Novembro;

INAM- Instituto Nacional de Meteorologia.

ITCZ- Zona de Convergência Inter-tropical

ENSO- El Niño - Oscilação Sul (austral)

.r- Coeficiente da Correlação Linear ou de Person; SOI-Índice de Oscilação Sul (austral).

CAC- Climate Analysis Center

JAN-Janeiro; FEV-Fevereiro; MAR-Março;

ABR-Abril; MAI-maio JUN-Junho; JUL-Julho

AGO-Agosto SET- _Setembro; OUT_ Outubro ; NOV-Novembro

DEZ_Dezembro

SPCZ-Zona de convergência de Pacífico Sul.

PNA-Pacífico-América norte.

EUA-Estados Unidos da América.

TABELAS:**Página**

Tabela 1-Sucessão dos eventos quentes e frios (Rocha, 1992)-----	17
Tabela 2- O início e o fim da época das chuvas e o número de meses com precipitação, em 13 estações, entre 1966-1995.-----	30
Tabela 3- Pressão média mínima e máxima em 13 estações, entre 1966-1995.-----	32
Tabela 4- Vento médio mínimo e máximo em 13 estações, entre 1966-1995.-----	33
Tabela 5 – Desvio padrão de Precipitação em 13 estações, entre 1966-1995.-----	35
Tabela 6- Desvio padrão de Temperatura em 13 estações, entre 1966-1995.-----	37
Tabela 7-Desvio padrão de Pressão em 13 estações, entre 1966- 1995.-----	39
Tabela 8-Desvio padrão de Vento em 13 estações, entre 1966-1995.-----	40

FIGURAS	Página
Figura 5.2.1. Média de Precipitação em 13 estações, entre 1966-1995.....	29
Figura 5.2.2. Média de Temperatura em 13 estações, entre 1966-1995.....	31
Figura 5.2.3. Média de Pressão em 13 estações, entre 1966-1995.....	32
Figura 5.2.4. Média do Vento em 13 estações, entre 1966-199.....	33
Figura 5.2.5. Desvio padrão da Precipitação em 13 estações, entre 1966-19.....	35
Figura 5.2.6. Desvio padrão da Temperatura em 13 estações, entre 1966-1995.....	36
Figura 5.2.7. Desvio padrão da Pressão em 13 estações, entre 1966-1995.....	38
Figura 5.2.8. Desvio padrão do Vento em 13 estações, entre 1966-1995.....	40
Figura 5.3.1a. Anomalias normalizadas da Precipitação de Verão (DJF) com SOI de JJA e SON.....	42
Figura 5.3.1b. Anomalias normalizadas da Precipitação de Inverno (JJA) com SOI de DJF e MAM.....	43
Figura 5.3.2a. Anomalias normalizadas da Temperatura de Verão (DJF) com SOI de JJA e SON.....	45
Figura 5.3.2b. Anomalias normalizadas da Temperatura de Inverno (JJA) com SOI de DJF e MAM.....	46
Figura 5.3.3a. Anomalias normalizadas da Pressão de Verão (DJF) com SOI de MAM e SON.....	48
Figura 5.3.3b. Anomalias normalizadas da Pressão de Inverno (JJA) com SOI de DJF e MAM.....	49
Figura 5.3.4a. Anomalias normalizadas do Vento de Verão (DJF) com SOI de MAM e SON.....	51
Figura 5.3.4b. Anomalias normalizadas do Vento de Inverno (JJA) com SOI de DJF e SON.....	52

ANEXOS

Anexo I: Quadro 1. Precipitação média, desvio padrão e correlação com SOI.

AnexoII: Quadro 2. Temperatura média, desvio padrão e correlação com SOI.

Anexo III: Quadro 3. Pressão média, desvio padrão e correlação com SOI.

Anexo IV: Quadro 4. Vento médio, desvio padrão e correlação com SOI.

AnexoV: Mapa 1. Situação geográfica e as estações meteorológicas de Moçambique.

Anexo VI: Mapa 2. Movimento Básico das massas de ar na África Austral no Verão (retirada de Rojas e Amade, 1997).

Anexo VII. Figura 2. Frequência da Precipitação de Janeiro, entre 1966-1995.

Anexo VIII: Figura 3. Frequência da Precipitação de Julho, entre 1966-1995.

Anexo IX: Figura 4. Frequência da Temperatura de Janeiro, entre 1966-1995.

Anexo X: Figura 5. Frequência da Temperatura de Julho entre 1966-1995.

Anexo XI: Figura 6. Frequência da Pressão de Janeiro, entre 1966-1995.

Anexo XII: Figura 7. Frequência de Pressão de Julho, entre 1966-1995.

Anexo XIII: Figura 8. Frequência do Vento de Janeiro, entre 1966-1995.

AnexoXIV: Figura 9. Frequência do Vento de Julho, entre 1966-1995.

<i>ÍNDICE</i>	<i>Página</i>
Resumo-----	I
Dedicatória-----	II
Agradecimento-----	III
Declaração de honra-----	IV
Simbolos-----	V
Lista de tabelas-----	VI
Lista de figuras-----	VII
Lista de anexos-----	VIII
 CAPÍTULO I	
1-Introdução-----	1
 CAPÍTULO II	
2-Clima -----	3
2.1-Introdução -----	3
2.2-Componentes do Sistema Climático -----	3
2.3-Factores que influenciam o clima-----	4
2.3.1- Zona de Convergência Inter-tropical-----	4
2.3.2- Ciclones tropicais.-----	4
2.3.3- Anticiclones-----	5
2.3.4- Frentes frias do Sul.-----	5
2.3.5-Orografia-----	6
2.3.6- Baixas Costeira-----	6
2.3.7- O Fenómeno do El Niño-Oscilação Sul.-----	7
 CAPÍTULO III	
3-El Niño-Oscilação Sul (Austral)-----	8
3.1-Introdução.-----	8
3.2- Ciclo Anual e o Enso-----	10
3.3- Compósito e o Enso.-----	11
3.4- Um caso particular: O Enso de 1982-83.-----	12
3.5-Tele-Conecções.-----	13
3.6-Interação Oceano-Atmosfera.-----	14
 CAPÍTULO IV	
4-Dados e Técnicas.-----	18
4.1- Distribuição de Frequências.-----	18
4.2-Medidas Descritivas ou estatísticas.-----	18
4.2.1- Medidas de Posição-----	18
4.2.2-Medidas de dispersão.-----	19
4.3-Anomalias Normalizadas.-----	19
4.4-Pressão do Nível Médio do Mar-----	20
4.5- Índice de Oscilação Sul (SOI).-----	21
4.6- Análise de Correlação.-----	21

CAPÍTULO V

5-Análise dos Dados.....	21
--------------------------	----

PARTE I- VARIABILIDADE CLIMÁTICA.....23

5.1-Frequências.....	23
----------------------	----

5.1.1- Frequências da Precipitação.....	23
---	----

5.1.2- Frequência da Temperatura.....	24
---------------------------------------	----

5.1.3-Frequência da Pressão.....	25
----------------------------------	----

5.1.4-Frequência da Vento.....	26
--------------------------------	----

5.2- Climatologias e Desvio Padrao.....	28
---	----

5.2.1- Climatologia da Precipitação.....	28
--	----

5.2.2- Climatologia da Temperatura.....	30
---	----

5.2.3-Climatologia da Pressão.....	32
------------------------------------	----

5.2.4-Climatologia do Vento.....	33
----------------------------------	----

5.2.5-Desvio Padrão de Precipitação.....	34
--	----

5.2.6- Desvio Padrão de Temperatura.....	36
--	----

5.2.7- Desvio Padrão de Pressão.....	38
--------------------------------------	----

5.2.8- Desvio Padrão de Vento.....	40
------------------------------------	----

Parte II-Relação entre o clima com o ENSO.....	41
--	----

5.3-Variabilidade não Sazonal e Enso.....	41
---	----

5.3.1-Precipitação de verão e inverno.....	41
--	----

5.3.2-Temperatura de verão e inverno.....	44
---	----

5.3.3-Pressão de verão e inverno.....	47
---------------------------------------	----

5.3.4- Vento de verão e inverno.....	50
--------------------------------------	----

CAPÍTULO VI

6-Conclusão e Recomendações.....	53
----------------------------------	----

6.1-Precipitação.....	53
-----------------------	----

6.2-Temperatura.....	54
----------------------	----

6.3-Pressão.....	54
------------------	----

6.4-Vento.....	54
----------------	----

6.5 Recomendações.....	55
------------------------	----

7-Bibliografia.....	56
---------------------	----

8-Anexos.....	58
---------------	----

CAPÍTULO I

1-INTRODUÇÃO

A República de Moçambique está situada na costa oriental da África, entre 10°27' e 27°00' latitude Sul e 30° 12' e 40° 51' longitude Este. É limitada, por seis países, sendo a Norte a Tanzânia, a Noroeste o Malawi e a Zâmbia, a Oeste o Zimbabwe, a Sudoeste a África do sul e a Suazilândia, a sul a África do Sul, a Este no oceano Índico está o canal de Moçambique numa extensão de 1965 Km (Silva, 1997). O país está dividido em dez províncias, sendo do Norte para Sul: Cabo Delgado, Niassa, Nampula, Zambézia, Tete, Manica, Sofala, Inhambane, Gaza e Maputo, onde estão localizadas as principais estações meteorológicas. O território moçambicano ocupa uma superfície de 799380 Km², sendo 786380 Km² constituído por Terra e 1300 Km² por águas interiores.

Quanto a morfologia, Moçambique é constituído por três formas principais: Planícies, planaltos e formações montanhosas.

Planícies ocupam cerca de um terço do território nacional e estão em maior extensão nas províncias de Sofala, Inhambane e Gaza (Silva, 1997).

Planaltos constituem cerca de dois terços do território nacional, estando mais representados nas regiões de Centro e Norte.

As principais formações montanhosas, com mais de 1000 metros, localizam-se no Centro e Norte, nas zonas planálticas.

O estudo da variabilidade climática, particularmente da precipitação em Moçambique é de extrema importância, por esta exercer um grande impacto sócio - económico, na vida humana, afectando as populações, através da agricultura de sequeiro como a que tem o país, é a principal fonte de água para as culturas. A água é essencial para as plantas pois é um constituinte básico das células, e órgãos em actividade vegetativa. É importante ainda na produção de electricidade por meio de centrais hidroeléctricas, para o consumo e da destruição devido as inundações, doenças etc.

O El Niño-Oscilação Sul (em inglês, El Niño-Southern Oscillation, ENSO) é um fenómeno que influencia a variabilidade inter-anual da precipitação de várias regiões do globo (Rocha, 1992).

Em Moçambique as últimas secas registadas em (1982/83, 1991/92 e 1994/95) estiveram relacionadas com fenómeno quente de ENSO (Rojas e Amade, 1997). Alguns autores analisaram as anomalias da precipitação de Inverno nos episódios de ENSO e de Anti-ENSO sobre a Europa. De acordo com estes autores Bjerknes, ao analisar o Inverno de 1957-1958, notou uma relação entre o evento de ENSO e anomalias de circulação nas latitudes médias, sobre o pacífico (Norte), a América do Norte, o Atlântico Norte. Bjerknes argumentou que as anomalias positivas no pacífico tropical seriam responsáveis pela intensificação da depressão da Aleutas, posteriormente, esta

anomalia propagar-se-ia para leste, até a Europa, com ventos de Oeste na troposfera superior, induzindo um padrão de anomalias positivas e negativas, alternadamente.

O objectivo principal desta tese é o estudo da variabilidade climática em Moçambique. Estabelecer a relação entre o ENSO e a variabilidade inter-anual dos elementos climáticos (precipitação, temperatura, pressão e vento) no Verão, e Inverno sobre Moçambique. Em seguida tenciona-se identificar possíveis mecanismos físicos que possam ser responsáveis por essa variabilidade. Para atingir este objectivo foram utilizados dados de uma série de variáveis atmosféricas, observados em 13 estações meteorológicas do país.

este trabalho foi organizado em capítulos, dos quais: Capítulo 2, apresenta-se alguns aspectos de natureza teórica, sobre o clima. Capítulo 3, El Niño-oscilação Sul. Capítulo 4 dados e técnica. Capítulo 5, análise dos resultados. Capítulo 6, conclusões e recomendações. Capítulo 7, bibliografia e anexos.

CAPÍTULO 2

2- O CLIMA

2.1- INTRODUÇÃO

Tempo e clima são conceitos intimamente relacionados entre si e ligadas a todas actividades humanas quer pela influência que exercem sobre a vida animal e vegetal quer pela relação com caracteres fitogeográficos, edáficos e fisionómicos de uma região. Embora « tempo » e clima dependam directamente das condições atmosféricas, não podem, contudo confundir-se.

O conjunto dos elementos meteorológicos num dado momento determina o tempo; os seus valores predominantes durante um intervalo de tempo, determina o clima.

clima é uma palavra de origem grega e está relacionado com a inclinação dos raios solares. O clima define-se como sendo descrição estatística da atmosfera ou seja a utilização das médias aritméticas, valores extremos, frequências, amplitude de dispersão, desvio médio, ou desvio médio quadrático. Dos elementos climáticos simples, a temperatura e a precipitação são os mais frequentemente usados, não só porque as suas informações são mais completas como também pelo facto de o calor e a água constituir factores de primordial importância no mundo orgânico e inorgânico. Ainda a precipitação condiciona o ciclo hidrológico que posteriormente determina ou regula as actividades agrícolas.

O Clima de Moçambique classifica-se, essencialmente em: Tropical húmido, tropical seco e de altitude.

Clima tropical húmido, no norte e centro do país. Caracteriza-se por ter época chuvosa maior que seca, e temperaturas médias anuais entre 24°C e 26°C.

Clima tropical seco, predominante na zona sul do país. Caracteriza-se por ter o período seco superior ao período chuvoso e a temperatura superior a 26°C.

Clima tropical de altitude, nas zonas de maior altitude, onde as temperaturas médias são geralmente inferiores a 22°C.

2.2 – COMPONENTES DO SISTEMA CLIMÁTICO

As várias componentes do sistema climático são: Atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera.

Atmosfera- é uma camada de ar que envolve a Terra, onde ocorrem misturas gasosas que é distribuída uniformemente sobre a superfície da Terra. É dividida, segundo a diferença da composição da temperatura, estabilidade e energia em: Troposfera, estratosfera, mesosfera.

Hidrosfera – é a camada líquida, constituída pela água na fase líquida distribuída sobre a terra, incluindo oceano, lagos, rios e água subterrânea.

Criosfera- é constituída por grandes massas de neve e gelo na superfície da terra, incluindo grandes campos de gelo de Greenland e Antártida. Outras glacial continental, campo de neve, eceberg.

Litosfera- incluindo o continente, sua topografia, afecta o movimento do ar e superfície dos oceanos.

Biosfera- é composta por vegetação terrestre, fauna continental, flora e fauna dos oceanos.

2.3- FACTORES QUE INFLUENCIAM O CLIMA

Entre os factores principais que influenciam o clima no país estão: A zona de convergência inter-tropical sigla proveniente do inglês (ITCZ), Ciclones tropicais, Anticiclones, frentes frias do sul, fenómeno El Niño-Oscilação Sul (ENSO), Orografia e Baixas costeiras.

2.3.1- ZONA DE CONVERGÊNCIA INTER-TROPICAL (ITCZ).

A zona de convergência inter-tropical é uma zona de baixas pressões, onde convergem diferentes massas de ar (tropical marítimo subsidente, alísio SE e equatorial do norte, alísio NW) e criam-se nuvens de desenvolvimento vertical (nuvens convectivas) que provocam grandes regimes de precipitação (anexo VI).

Este é um fenómeno migratório, que se desloca periodicamente, do hemisfério Norte para hemisfério Sul e (vice-versa), normalmente, da seguinte forma: Entra no hemisfério Sul em princípio de Novembro, alcança o Niassa em Dezembro e a Beira, ponto mais ao Sul em Fevereiro cerca de 17°S, o extremo. No regresso deixa o país em Março e entra no hemisfério Norte em fins de Abril e em Julho atinge cerca de 4°S. O efeito em Moçambique faz-se sentir nas províncias de Niassa, Cabo Delgado, Nampula, Zambézia, ao norte de Tete e Sofala. O deslocamento da ITCZ dá início à estação chuvosa, nesta região, em alguns anos de deslocamento extremo, este fenómeno chega a influenciar no padrão da precipitação da Beira.

2.3.2- CICLONES TROPICAIS

Ciclones tropicais são zonas de baixas pressões com características dinâmicas, movimentando ar húmido e quente horizontalmente. Na faixa costeira, durante o Verão, época quente, o tempo é modificado pelo aparecimento dos ciclones tropicais, oriundos das seguintes zonas de convergência inter-tropical do sudoeste do Índico:

- a) Zonas de convergência do Norte do canal de Moçambique, passando pelas ilhas Comores.
- b) Zonas de convergência do nordeste de Madagáscar abrangendo a área do oceano Índico onde se situam as ilhas Mascarenhas, Almirantes, Seychelles e Ágalega. A sua formação se dá na inversão de ar frio proveniente da circulação do sul, dos anticiclones móveis, post-frontais.

A estação ciclónica estende-se de Novembro até Abril. De três a cinco ciclones entram ou formam-se no canal de Moçambique todos os anos, tem a duração a cerca de 6 dias (desde a sua

formação até a dissipação), porém por vezes há ciclones que duram cerca de duas semanas às vezes até um mês. Este fenómeno produz grandes quantidades de precipitação sobre o país que afectam com maior frequência a zona costeira do Norte do rio Zambeze, mas também tem afectado as restantes regiões do país, sobretudo próximas do litoral.

2.3.3- ANTICICLONES

Anticiclones são zonas de altas pressões (anexo VI), caracterizadas por grande actividade do regime térmico (depressão térmica) ou dinâmica. As depressões térmicas são acompanhadas por massas de ar geralmente quente e seco, influenciam negativamente na ocorrência de precipitação. Porém, as dinâmicas dependendo do seu posicionamento por vezes originam ocorrências de chuvas fracas, inferior a 10mm/dia. Estes fenómenos ocorrem geralmente no Sul do rio Zambeze, e resultam das deslocações e movimentações dos Anticiclones subtropicais originário do oceano Índico e Atlântico (denominado Mascarenhas e Santa Helena), respectivamente (anexo VI).

A zona dos Anticiclones subtropicais, aqui pertencem os Anticiclones do sueste do Atlântico e do sudoeste do Índico é constituída por uma área de altas pressões cujas posições variam, aproximadamente, entre os paralelos 25° e 40° S. Segundo as épocas do ano, tendo deslocamentos, máximos, para Sul; na época do Novembro a Fevereiro e para o Norte na época de Junho e Julho. Basicamente tempo em Moçambique depende da posição do sistema anticiclónico, móvel, do sudoeste do Índico, vale depressionário permanente do canal de Moçambique. Na época fresca (Maio-Setembro), as células Anticiclones do Atlântico e do Índico encontram-se na sua posição extrema Norte, ligando, por vezes entre si, sobre o continente, de que resulta o enchimento do vale depressionário do canal. Na época quente, (Dezembro-Março), as células anticiclónicas encontram-se na posição extrema Sul, vale depressionário do canal bastante pronunciado tempo nas regiões a norte do paralelo 20°S é comandado pelas deslocações da ITCZ.

2.3.4 -FRENTES FRIAS DO SUL

Quando duas massas de ar com características diferentes entram em contacto, as mesmas não se misturam ou misturaram-se lentamente, formando no ponto de separação uma superfície frontal. A linha de intersecção desta superfície com a superfície terrestre chama-se frente.

Frentes frias do sul são massas de ar que se formam na superfície polar sul, elas tem uma migração periódica anual em direcção ao equador. Na sua trajectória, estas massas de ar altamente frias convergem com as massas quentes, na zona de convergência forma-se grandes nuvens de desenvolvimento vertical (nuvens convectivas) que provocam precipitações. A duração duma frente fria, geralmente, é de três a cinco dias. As frentes frias são mais frequentes no Inverno (Junho à

Agosto), no entanto são responsáveis pela maioria das chuvas que ocorrem no Verão na parte Sul do país, sobretudo na costa.

2.3.5 – OROGRAFIA

As precipitações podem se formar também devido à fisiografia da região. Por exemplo, a composição orográfica duma determinada região facilita o processo de ascensão das massas de ar que com o aumento da altitude provoca-se a diminuição da temperatura. A massa de ar ascendida alcança baixas temperaturas evolui até o ponto de saturação onde a água condensa-se e precipita-se. Este fenómeno ocorre geralmente nas regiões planálticas do país.

2.3.6- BAIXAS COSTEIRAS

O sistema de brisas costeiras constitui um dos melhores exemplos dos efeitos da interacção entre o mar a terra sobre a atmosfera. Apesar de apresentarem características típicas bem identificáveis, estes sistemas de circulação costeira podem definir consideravelmente de uma região para outra, variando em direcção, intensidade e fase dependendo das condições meteorológicas sinópticas e de mesoescala, da época do ano, da morfologia da linha de costa, da topografia e das características superficiais do terreno (Avisar et al, 1990).

As brisas costeiras tem como origem a diferença de temperaturas entre a água e a superfície terrestre. A grande capacidade térmica dos lagos e oceanos faz com que a temperatura da superfície da água se mantenha praticamente inalterada ao longo de um dia (Stull, 1988). Pelo contrário a superfície do solo aquece e arrefece muito mais rapidamente, pois a baixa condutibilidade molecular e a baixa capacidade térmica dos solos impedem que as variações diurnas de temperaturas do ar se propaguem para as camadas mais profundas do solo. Consequentemente, a temperatura do solo é mais quente do que a água durante o dia. Devido à sua maior temperatura, o ar continental expande-se mais rapidamente do que o ar marítimo, originando um gradiente vertical de pressão inferior sobre a Terra. Deste modo, a um determinado nível vertical, a pressão sobre a Terra é superior à pressão sobre o mar à mesma altitude.

Durante a noite, a situação tende a inverter-se a Terra poderá tornar-se mais fresca do que o mar. Gera-se assim, uma alternância do gradiente horizontal de pressões indutor de uma rotação periódica da direcção do vento nas zona costeiras. Baixas costeiras são células de baixas pressões, localizadas na parte costeira da África Austral. Em Moçambique ocorrem geralmente no Verão e são observados com maior frequência no Sul do rio Save. A passagem das baixas costeiras que algumas vezes são caracterizadas por céu coberto localizado, as quais podem ser acompanhadas por chuvas de curta duração e fraca (Rojas e Amade, 1997).

Na transição da estação quente para fresca, no Sul de Moçambique, o tempo é influenciado pelas baixas costeiras, que formam por altura do paralelo 25°S, desloca-se ao longo da costa para se dissiparem entre Durban e Maputo, algumas dissipam antes de Inhambane e possivelmente por efeitos da corrente marítima, do canal de Moçambique. Acontece, porém, que algumas dessas depressões se deslocam, tanto na época fresca, como na transição desta para quente através do continente e, quando alcançam o Sul da província, a frente quente, por vezes lhe está associada, e dá lugar a chuva fraca contínua.

2.3.7- O FENÓMENO EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL (ENSO).

A precipitação sobre a África Austral apresenta grande variabilidade, sendo agora conhecido que esta variabilidade é fortemente condicionada por um fenómeno atmosférico-oceânico denominado El Niño-Oscilação Sul (ENSO).

O fenómeno atmosférico denominado Oscilação Sul, corresponde a uma variação de pressão através do oceano Pacífico, a qual se apresenta em intervalos de 3 a 10 anos.

As fases da oscilação sul são indicadas por Índice de Oscilação Sul (SOI) que é a diferença estandardizada de pressões ao nível do mar entre anormal alta sobre Darwin e uma anormal baixa pressão sobre Tahiti.

O fenómeno oceânico conhecido como El Niño, é o aquecimento anormal das águas do Pacífico Equatorial, como consequência dos índices negativos da oscilação sul.

Devido à estreita relação entre o El Niño e a Oscilação sul, os dois fenómenos são conhecidos em forma conjunta como episódios El Niño-Oscilação Sul (ENSO).

Um episódio quente ENSO, o índice de oscilação sul (SOI), negativo, conduz a uma alteração no comportamento das chuvas através do mundo e está associado a níveis baixas de precipitação em África Austral. Porém, o impacto final do ENSO sobre a precipitação em África Austral depende de outros factores regionais, tais como o regime de temperatura da superfície da água no Oceano Índico (Rojas e Amade, 1997).

CAPÍTULO-3

3- EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL (AUSTRAL)

3.1- INTRODUÇÃO

Em 1920, O Gilbert Walker, chefe do departamento de meteorologia na Índia, durante a sua investigação do percurso da moção, notou tendências de anomalias anuais de pressão na Índia e no pacífico a variar inversamente (Rocha, 1992).

Ele comentou o seguinte "se a pressão é alta no Pacífico, então a tendência é de baixar no oceano Índico de África Austral". E é denominada esta larga escala por oscilação Sul (Rocha, 1992).

Zonas de influência directa do ENSO (África Austral, América do sul, Australia e Pacífico Sul).

O ENSO é um fenómeno responsável por grande parte da variabilidade inter-anual da atmosfera do Pacífico e da precipitações em várias regiões do globo. O ENSO tem duas componentes: A componente atmosférica e oceânica.

A componente atmosférica do fenómeno é designada Oscilação sul (southern oscillation, SO). A SO é uma oscilação de massas atmosférica com dois centros de acção, um sobre o Pacífico tropical ocidental e oceano Índico oriental e outro sobre o Pacífico oriental. Walker em 1932 documentou pela primeira vez a SO. Esta oscilação é irregular, o seu período varia entre 3 a 10 anos (Rocha, 1992). Pode ser quantificada a partir da correlação negativa que existe entre a pressão atmosférica ao nível médio do mar (PNMM) em Darwin (12.4°S, 130.9°E) e a em Tahiti (17.5°S, 149.6°W). A SO não é um modo estacionário, as variações da PNMM no Pacífico oriental sul tendem a preceder as variações de sinal oposto da PNMM na zona da Austrália entre 3 e 7 meses (Trenberth and Shea, 1987).

A outra componente, oceânica, do ENSO é o El Niño (EN). O nome El Niño foi associado a uma corrente quente, pouco intensa, que por vezes aparecia ao longo da costa do Equador e do Perú. Estas correntes quentes impedem, normalmente a expansão do frio, ricos em nutrientes que suporta economicamente a população pesqueira. O El Niño tipicamente ocorre próximo do final do ano, na época do natal, por esse motivo, o nome El Niño (o menino). Actualmente é conhecido como um fenómeno de larga escala, durante o qual as SST do Pacífico equatorial central e oriental aumentam vários graus, a pressão sobre o Pacífico tropical e subtropical ocidental aumenta, a pressão sobre o pacífico Sul oriental diminui e ocorre um enfraquecimento dos ventos Alísios sobre o Pacífico tropical central e oriental. O El Niño é também conhecido uma das fases da SO. À outra fase da SO foi atribuído o nome de La Niña, ao contrário de EL Niño, também conhecida por anti-ENSO. Durante esta fase, as SSTs e a precipitação no Pacífico tropical central e oriental são mais

baixas que normal, o gradiente de PNMM entre Pacífico oriental e o Pacífico ocidental intensifica-se, o mesmo acontecendo com os ventos Alísios.

Berlage em 1966, foi o primeiro a estabelecer uma ligação entre a SO e o El Niño. Berlage notou uma forte relação entre as variações de pressão em Djakarta e as SSTs em Puerto Chicama na costa do Perú.

Os centros de acção da SO estão ligados através de uma circulação directa, designada circulação de Walke, por Bjerknes (1969). Este autor propôs que o gradiente da SST ao longo do equador seria a causa desta circulação térmica. A circulação de Walker é uma circulação zonal na qual, o ar húmido sobre as SSTs quentes no Pacífico ocidental, na zona da Indonésia, sobe provocando precipitação abundante nesta zona. Posteriormente, o ar desloca-se para leste na troposfera superior, desce sobre as águas frias do Pacífico tropical oriental e dirige-se para oeste ao longo do equador com os ventos alísios SO é uma perturbação desta circulação directa e esta associada a flutuações na intensidade e posição das convectivas. Bjerknes propôs que no ENSO actua um mecanismo de retroacção (feedback) positiva. Por exemplo, se por qualquer motivo as SSTs no Pacífico tropical oriental aumentam, diminuindo assim o gradiente zonal da SSTs no Pacífico tropical, isto induz o enfraquecimento da circulação de Walker e dos ventos Alísios. Por sua vez o enfraquecimento dos vento Alísios provoca o enfraquecimento do afloramento (upwelling) equatorial, tornando o Pacífico equatorial oriental mais quente. Segundo Bjerknes este mecanismo pode actuar durante o El Niño e durante La Niña. No entanto, ele não conseguiu entender qual seria o mecanismo responsável pela passagem de uma fase para a outra.

Durante os episódios de ENSO, a precipitação aumenta sobre o Pacífico central, Pacífico central sul o sudeste da América do sul África equatorial oriental.

Nestes episódios as regiões do nordeste da América do sul, do sudeste da África, da Indonésia, da Nova Guiné, do Pacífico ocidental e da Austrália, com excepção do sudoeste deste continente, sofrem secas (Pereira, 1997).

Nos episódios de anti-ENSO, a precipitação diminui no Pacífico central, no Pacífico central Sul, no sudeste da América do Sul, e em África equatorial oriental.

Durante estes eventos, a precipitação aumenta nas regiões do nordeste da América do sul, do sudeste da África e na região do norte, da Indonésia, da Nova-Guiné, e Este da Austrália (Ropelewski and Halpert, 1987)

Durante o ENSO, a circulação de Hadley intensifica-se, sobre o Pacífico, aumentando o transporte do momento angular para as latitudes médias, o que provoca o reforço da corrente de jacto

subtropical. Os episódios de ENSO são também caracterizados pelo aquecimento da troposfera tropical (Horel and Wallace, 1981).

Existe uma forte ligação entre o ENSO e o ciclo anual, pois os factores que influenciam os movimentos inter-anuais das zonas convectivas, variações na distribuição espacial das SSTs e no aquecimento dos continentes, influenciam também os movimentos sazonais das zonas convectivas.

3.2- CICLO ANUAL E O ENSO.

O fenómeno ENSO depende fortemente das variações das SSTs entre o Pacífico ocidental e oriental. No Pacífico ocidental os ventos relativamente fracos minimizam as perdas de calor no oceano por evaporação, permitindo assim o aquecimento do Pacífico ocidental devido a radiação solar. Ao mesmo tempo os ventos Alísios de sudeste provocam o afloramento (upwelling) de água fria ao longo da costa da América do Sul e ao longo do equador no Pacífico oriental. Os ventos Alísios também induzem a corrente equatorial superficial de Oeste que provocam a advecção de águas frias da costa da América do Sul. Por este motivo, normalmente, no Pacífico tropical ocidental as SSTs são vários graus mais elevados do que no Pacífico tropical oriental.

A distribuição das zonas convectivas depende grandemente da distribuição espacial das SSTs, pois a convergência dos ventos Alísios é favorecida pela presença das águas quentes. Por isso, a zona da convergência inter-tropical (ITCZ) e a zona de convergência do Pacífico Sul (SPCZ) situam-se preferencialmente sobre regiões de SSTs superiores a 27°C.

Em Fevereiro os ventos Alísios de nordeste estendem-se ao longo do Pacífico Norte e convergem no Pacífico ocidental com os ventos da monção asiática de Inverno. A ITCZ no Pacífico oriental situa-se alguns graus a Norte do equador.

No hemisfério Sul, os ventos Alísios de sudeste são interrompidas pela SPCZ, que se estende da área da Nova Guiné para sudeste, no Pacífico Sul. A SPCZ é uma zona de velocidade mínima do vento, de confluência, de convergência e de ventos ciclónicos à superfície.

Em Agosto a ITCZ e os ventos Alísios de nordeste deslocam-se vários graus para o Norte. É entre Agosto e Setembro que a ITCZ atinge a sua posição mais ao Norte. A Oeste de 160°E, os ventos fazem parte da monção de Verão Asiática. Na área de transição 0-10°N, 130-170°E, os ventos são muito fracos e o sinal da componente zonal deste, pode mudar com relativamente pequenas anomalias do vento. Esta área parece ter grande importância no início do ENSO. Ao contrário da ITCZ, a SPCZ sofre apenas pequenas alterações sazonais na sua posição (Trenberth and Shea, 1987).

3.3- COMPÓSITO E ENSO

Observam-se diferenças na evolução e amplitude dos episódios individuais, como mostra Segundo Rasmusson e Carpenter (1982) as condições antecedentes de um episódio de ENSO (Agosto - Outubro do anterior ao evento) são:

As SSTs ao longo da costa do Perú e Equador apresentam valores abaixo do normal

O anticiclone do Pacífico Sul enfraquece rapidamente;

A Oeste do meridiano 180°, na vizinhança do equador, os ventos de leste intensificam-se;

No Pacífico oriental, a Sul de 15°S, surge uma área de pequenas anomalias positivas das SSTs e de ventos de nordeste; A SPCZ desloca-se para sudeste da sua posição normal; A Sudeste da posição normal da SPCZ observa-se um enfraquecimento dos ventos Alísios de Sudeste.

Deslocamento para leste do ramo da circulação de Walker, para uma região entre a Nova Guiné e o meridiano 180° retirada de (Perreira, 1997).

Um episódio típico de ENSO passa por 4 fases (Rasmusson and Carpenter, 1982)

1. Fase inicial (onset)

Durante esta fase, ao longo do Equador e do Perú, as SSTs aumentam rapidamente.

No Pacífico oriental, observa-se uma diminuição na intensidade dos ventos Alísios de sudeste que é consistente com o enfraquecimento do sistema de pressões situado nessa zona .

A SPCZ encontra-se perto da normal.

Desenvolve-se uma área de anomalias positivas das SSTs perto do meridiano 180°.

O índice de precipitação nas ilhas Nauru (1°S, 167°E) e ocean (1°S, 169°E) indica que nesta fase, do equador, a Oeste do meridiano de 180°, a precipitação aumenta.

Em Janeiro observa-se um aumento da precipitação nas ilhas Washington, Fanning (4°N, 159°W) e Christmas (2°N, 157°W).

No Pacífico oriental há um deslocamento para Sul da ITCZ, quando esta atinge a sua posição mais sul, devido à sua migração sazonal. Há portanto, uma intensificação do ciclo sazonal (Philander, 1983).

2. Fase de pico (peak)

Nesta fase surge uma área extensa de anomalia positivas das SSTs, que se estende ao longo do equador, desde a América do sul até a 160°E.

Aparecem anomalias negativas das SSTs, a sudoeste da posição normal da SPCZ e anomalias positivas a nordeste da mesma.

A Este da Austrália, os ventos Alísios intensificam-se. Existe uma zona de divergência (anómala) a sudoeste da posição normal SPCZ. Estes aspectos estão de acordo com o ligeiro deslocamento da SPCZ para nordeste da sua posição habitual.

Perto do equador as anomalias de Oeste, que surgiram a Oeste do meridiano de 180° na fase inicial, deslocaram-se para Este até aproximadamente 160°W.

3-Fase de Transição

Nesta fase verifica-se a existência de grandes anomalias positivas das SSTs numa vasta área do Pacífico equatorial central e oriental.

Junto à costa da América do sul, as SSTs atingem valores próximos do normal entre Setembro e Outubro.

No Pacífico equatorial ocidental, entre 0° e 10°N, existem anomalias de Oeste superiores a 2m/s que se estendem para Este de 160°E.

Nas ilhas Nauru e Ocean as anomalias de precipitação estão quase a atingir o seu valor máximo. Nas ilhas Washington e Christmas as anomalias têm valores elevados mas ainda não atingiram o seu máximo.

4- Fase Madura

As anomalias positivas das SSTs cobrem ainda uma grande parte do Pacífico equatorial central e oriental.

Perto da costa da América do sul, as SSTs atingem quase os seus valores normais.

A ITCZ move-se para sudoeste.

No hemisfério Sul, a SPCZ desloca-se para nordeste. O deslocamento destas duas grandes zonas de convergências, origina uma zona anómala de convergência no Pacífico equatorial central.

3.4- UM CASO PARTICULAR : O ENSO DE 1982-83.

El Niño é usualmente fraco e de vida curta, mas o de 1982-83 foi diferente. O ENSO de 1982-83 tem um interesse particular pela forma como evoluiu e pela sua grande intensidade. Comparando a evolução das anomalias das SSTs durante o evento de 1982-83 com a evolução das anomalias do compósito (médias) de 6 episódios de ENSO, pode se observar como as anomalias das SSTs junto à costa da América do sul evoluíram de forma pouco usual e atingiram valores muito elevados. Normalmente, as anomalias das SSTs primeiro atingem um valor máximo na costa da América do sul, só 3 meses depois atingem um máximo no Pacífico central (Rocha, 1992). No entanto, em 1982, junto à costa da América do sul as anomalias só surgiram no fim deste ano, atingindo um primeiro máximo em Dezembro. Em junho de 1983, nessa região, as anomalias atingiram um

segundo máximo (Gill and Rasmusson, 1983). Geralmente, nesta altura as anomalias deviam estar a diminuir.

No Pacífico ocidental, a evolução do ENSO de 1982-83 foi semelhante à de um episódio típico de ENSO. Começou com deslocamento da SPCZ para Este, em Maio de 1982. Esta zona de convergência continuou a sua migração através do Pacífico durante 16 meses. Em Setembro de 1982, ocorreram chuvas intensas numa região junto ao meridiano 180° e depois em Dezembro desse ano, numa região mais a leste, aproximadamente a 140° W. Este facto está associado ao deslocamento da SPCZ para este.

O deslocamento, para Este, da zona de convergência, ao longo do Pacífico, está associada à deslocação das SSTs quentes e das anomalias de oeste do vento, para leste. Estas condições anómalas atingiram a costa da América do sul no fim ano 1982. Nesta fase, os ventos de Oeste prevalecem sobre grande parte do Pacífico equatorial central e ocidental. Estas anomalias atingem uma maior amplitude em fevereiro de 1983. No Pacífico ocidental, as condições anómalas começaram a atenuar-se durante o princípio de 1983. Contudo, no Pacífico tropical central e oriental as anomalias permaneceram durante vários meses.

3.5 -TELE-CONECÇÕES

O ENSO não afecta apenas a circulação atmosférica dos trópicos, como também influencia indirectamente a circulação extra-tropical, principalmente durante a fase madura do ENSO.

As anomalias típicas da circulação na troposfera média sobre o Pacífico durante a sua fase madura. No Pacífico tropical, o aspecto dominante é um par de anticiclone anómalo. As anomalias de Oeste, no ramo situado mais a norte do anticiclone anómalo. no hemisfério norte, estão associadas à intensificação e ao deslocamento para o Sul da corrente de jacto subtropical sobre o Pacífico.

Nas latitudes mais elevadas observa-se sobre o Pacífico norte e sobre o sudeste dos E.U.A uma circulação ciclónica anómala. Sobre o Canadá ocidental observa-se uma circulação anticiclónica anómala. Horel e Wallace (1981) identificaram esta estrutura como sendo padrão de tele-conecção do Pacífico-América do norte (PNA). Este padrão foi descrito por Wallace e Gutzler (1981). Esta fase do ENSO está associada a invernos menos frios sobre o nordeste do Canadá e a Invernos mais frios sobre sudeste dos E.U.A

Horel e Wallace (1981) sugeriram que a PNA resulta da propagação de um trem de ondas de Rossby com origem na região do Pacífico equatorial, onde surge o aquecimento anómalo .

Mas esta explicação não é satisfatória, pois de acordo com o estudo efectuado por Geisler, et al. (1985), o padrão da PNA situa-se sempre na mesma região, independentemente da localização das anomalias das SSTs. Contudo a amplitude da PNA diminui à medida que as anomalias se situam

mais a leste do meridiano 180° (Simmons et al, 1983) sugeriram que a PNA estaria associada a uma instabilidade barotrópica da circulação média, que poderia ser estimulada de várias formas. O forçamento através dos trópicos, seria apenas um modo possível. Esta forçamento pode influenciar a intensidade e a polaridade da PNA. Segundo Sarachik (1986), esta hipótese é confirmada pelas experiências realizadas por Lau, com um GCM integrado com SSTs climatológicas, onde se detecta a presença da PNA mas não da SO (Pereira, 1997).

3.6- INTERAÇÃO OCEANO -ATMOSFERA

Durante o ENSO as interações entre o oceano e atmosfera são muito importantes. As anomalias das SSTs parecem ser provocadas pelo relaxamento dos ventos alísios sobre o Pacífico. Numa primeira fase de um episódio típico de ENSO o enfraquecimento da componente meridional dos ventos Alísios no Pacífico oriental contribui para o aparecimento de anomalias positivas das SSTs nessa região. Normalmente, os ventos Alísios de sudeste que prevalecem a Sul da ITCZ, provocam o afloramento (upwelling) costeiro e SSTs baixas ao longo da costa da América do sul, mas provocam downwelling a Norte do equador, onde as SSTs são quentes. Quando os ventos alísios de sudeste enfraquecem, essa água superficial quente desloca-se para o Sul junto à costa. Geralmente, isto acontece nos anos de ENSO.

No Pacífico ocidental, o enfraquecimento da componente zonal dos ventos alísios, provoca o aquecimento das águas nessa região e das águas superficiais das regiões a Este dessa, devido à propagação da perturbação, para Este, pelas ondas de Kelvin equatorial Este aquecimento em áreas a Este da região onde ocorreram as perturbações iniciais, depende da extensão zonal da região sobre a qual os ventos sofreram alterações, da magnitude dessas alterações e do tempo de duração o qual esta actuaram.

As águas quentes nas latitudes equatoriais estão associadas a um movimento ascendente do ar, pois nestas latitudes o aquecimento adiabático e equilibrado aproximadamente pelo movimento vertical, com convergência dos ventos superficiais nessa região. Por isso, Águas quentes sobre o Pacífico tropical oriental podem provocar o enfraquecimento dos ventos Alísios e por vezes provocar o aparecimento de ventos de Oeste, a Este dessa região.

A influência de anomalias das SSTs na atmosfera durante o ENSO depende das interações entre o oceano e a atmosfera são muito importantes. Por isso, para entender este fenómeno é necessário entender a resposta do oceano a alterações atmosféricas e a resposta da atmosfera a alterações das SSTs.

Como já foi dito, no Pacífico equatorial, as SSTs assumem valores mais baixos junto a costa da América do Sul e aumentam para Oeste. Este gradiente de temperatura é mantido pelos ventos

Alísios. Durante o ENSO as anomalias das SSTs parecem ser provocadas pelo relaxamento dos ventos Alísios sobre o Pacífico. Numa primeira fase de um episódio típico de ENSO o enfraquecimento da componente meridional dos ventos Alísios no Pacífico oriental contribui para o aparecimento de anomalias positivas das SSTs nessa região. Normalmente, os ventos Alísios de sudeste que prevalecem a Sul da ITCZ, provocam o afloramento (*upwelling*) costeiro e SSTs baixas ao longo da costa da América do Sul, mas provocam *downwelling* a Norte do equador, onde as SSTs são quentes. Quando os ventos Alísios de sudeste enfraquecem, essa água superficial quente desloca-se para Sul junto a costa. Geralmente, isto acontece nos anos de ENSO.

O enfraquecimento da componente zonal dos ventos Alísios também contribui para o aparecimento de anomalias positivas das SSTs no Pacífico equatorial, pois induz modificações nas correntes equatoriais, produzindo assim alterações na advecção das águas equatoriais superficiais do Pacífico. No Pacífico ocidental, o enfraquecimento da componente zonal dos ventos Alísios, provoca o aquecimento das águas superficiais nessa região e das águas superficiais das regiões a Este dessa, devido a propagação da perturbação, para Este, pelas ondas de Kelvin equatoriais. Este aquecimento em áreas a Este da região onde ocorreram as perturbações iniciais, depende da extensão zonal da região sobre a qual os ventos sofreram alterações, da magnitude dessas alterações e do tempo durante o qual estas actuaram. Aparentemente, a amplitude das alterações no Pacífico ocidental em 1982, foram suficientes para induzir anomalias positivas das SSTs no Pacífico central e mais tarde no Pacífico oriental. Num episódio típico de ENSO, um enfraquecimento modesto dos ventos Alísios sobre o Pacífico ocidental durante a fase anterior ao evento parece ter uma importância secundária no desenvolvimento desse evento, da magnitude desta e das condições atmosféricas de larga escala na vizinhança dessa anomalia. Por exemplo, águas superficiais quentes numa região de convergência. A superfície induzem convecção mais intensa, provocando uma amplificação da convergência de vapor de água a superfície. No entanto, numa região de divergência a superfície, o calor latente libertado pelo oceano pode ser insuficiente para reverter o sentido do movimento vertical, não conseguindo induzir um aquecimento local da atmosfera.

A influência das anomalias das SSTs na atmosfera, depende também da região onde esta anomalia ocorre. No caso desta anomalia surgir nas latitudes médias, onde os termos advectivos são intensos, pode haver uma rápida advecção de ar frio sobre a região de anomalias positivas das SSTs, dificultando assim a propagação vertical dessas anomalias na atmosfera. No entanto, nas latitudes tropicais os termos advectivos são mais pequenos que nas latitudes médias, e o movimento ascendente na região das anomalias permite o aquecimento da atmosfera (Webster, 1981).

Anomalias das SSTs no Pacífico central ou ocidental dificilmente se propagam para Este, porque existem dois factores em competição, que influenciam as SSTs, a Este da região da anomalia inicial. Um factor a convergência atmosférica sobre a zona de anomalia positiva das SSTs. A Este da zona da anomalia, este factor provoca a intensificação dos ventos Alísios, o que induz o aumento do afloramento equatorial e conseqüentemente, a diminuição das SSTs. O segundo factor que influencia as SSTs o enfraquecimento dos ventos Alísios a Oeste da anomalia, o que provoca o aquecimento das temperaturas superficiais a Este da anomalia, como já foi referido. Para determinar qual dos factores dominante, preciso conhecer a intensidade e o efeito de corte (*shear*) dos ventos Alísios. Este assunto requer mais estudo.

Uma região de anomalias positivas das SSTs, para se amplificar deve afectar a atmosfera local, de modo a provocar alterações nos ventos. A superfície que induzam uma corrente oceânica quente dirigida para essa mesma região (Philander, 1983). Sobre o Pacífico equatorial sudeste, esta condição satisfeita quando a ITCZ está na sua posição mais a Sul, em Fevereiro e Março. Por isso que a fase inicial de um ENSO típico ocorre na Primavera boreal e o crescimento das condições anómalas continua a modular o ciclo sazonal.

Durante a fase madura do ENSO, o ramo ascendente da célula de Walker move-se para o Pacífico central. Nesta fase, a convergência de ventos à superfície para o ramo ascendente da célula de Walker está associada. A intensificação dos ventos Alísios sobre o Pacífico oriental, onde as SSTs começaram diminuir devido ao afloramento costeiro e equatorial. Posteriormente, a redução no aquecimento da atmosfera provoca o deslocamento da zona de convergência para Oeste e progressivamente restabelecem-se as condições normais.

Eventos Quentes	Eventos Frios
1951-52	
1953-54	
	1954-55
1957-58	
1963-64	
	1964-65
1970	
	1970-71
1972-73	
	1973-74
1982-83	
1986-87	
	1988-89

Tabela1. Sucessão dos eventos quentes e frios (Rocha, 1992)

CAPÍTULO 4

4- DADOS E TÉCNICAS

Para o estudo do clima utilizou-se os dados obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia de Moçambique (INAM), para um período de 1966 a 1995, ou seja 30 anos. Os dados foram recolhidos em 13 estações meteorológicas do país através de observações sinópticas. Os principais elementos meteorológico estudados são: Precipitação, Temperatura, Pressão e o Vento (módulo).

4.1- DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS

Na representação gráfica das distribuições de frequências, usou-se distinta e exclusiva, o histograma, definido como um conjunto de rectângulos cuja base é igual à amplitude do intervalo a altura proporcional à frequência da classe respectivas figuras em anexos.

4.2- MEDIDAS DESCRITIVAS OU ESTATÍSTICAS

Até aqui, os dados foram sumariados em gráfico. Entretanto, são exigidas medidas que caracterizam mais precisamente um conjunto de dados, as medidas descritivas consideradas a respeito dessa distribuição de frequências são medidas de posição e de dispersão. Essas medidas numéricas têm como propósito a redução dos dados a um pequeno número de valores denominados estatísticos, fornecendo toda a informação relevante à população. Ademais, uma distribuição de frequências muito mais do que um simples processo de organização e apresentação de dados é uma aproximação empírica da forma como se distribui os valores da população e dessa maneira, medidas descritivas a respeito dessa distribuição de frequências são, igualmente, medidas à compressão da população. Nesta tese foram usadas as medidas de posição (tendência central, e de dispersão).

4.2.1- MEDIDA DE POSIÇÃO

A medida de posição usada foi a média aritmética, pela sua facilidade de uso, de cálculo e de compreensão aliada à potencialidade de uso para propósito de inferência e, ainda às suas propriedades matemáticas, é a medida de posição mais conhecida e utilizada. Neste caso usou-se média aritmética simples, pois trata-se de valores com o mesmo peso, cuja a expressão matemática

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4.2.1)$$

Onde \bar{X} é o valor médio do elemento, X_i é o valor do elemento, n – número total de observações, i – índice

4.2.2- MEDIDAS DE DISPERSÃO

Sendo a medida de posição, a média, inicialmente, calcula-se a variância, como medida de dispersão mais utilizada, seja pela sua facilidade de compreensão, cuja a expressão é:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n} \quad (4.2.2)$$

onde S^2 a variância, X_i é o valor do elemento climático.

A variância embora seja de grande utilidade, especialmente para propósito de inferência, a sua utilização como média descritiva ocasiona alguma dificuldade, como se trata por definição, de uma média quadrática, ele não possui a mesma unidade dos dados originais. É possível contornar o problema utilizando-se, ao invés da variância, uma outra medida de dispersão que consiste na sua raiz quadrática positiva, chamado desvio padrão e representado por s , e terá a mesma unidade dos dados originais. Um resultado obtido pelo matemático russo Chebyshev permite dar uma interpretação simples ao desvio padrão, fornecendo uma conexão entre os valores de x de s . expressão é:

$$s = \sqrt{S^2} \quad (4.2.3)$$

onde s é o desvio padrão, S^2 é a variância

4.3 -ANOMALIAS NORMALIZADAS

Ainda de referir que foi calculada a média trimestral para os meses de DJF, MAM, JJA, SON, posteriormente foi calculada as anomalias normalizadas. As anomalias foram obtidas subtraindo a cada valor do elemento climático total mensal a sua média climatológica e normalizadas, dividindo-as pelo respectivo desvio padrão sazonal, resultando numa série temporal de média nula e desvio padrão unitário. Este procedimento elimina a oscilação sazonal dos dados, permitindo que as anomalias de diferentes meses pudessem ser comparadas.

4.4 - PRESSÃO AO NÍVEL MÉDIO DO MAR

Os dados originais também obtidos no INAM, teve além dos cálculos mencionados na página anterior, a pressão foi reduzida ao nível das águas do mar (PNMM), considerando atmosfera estática, segundo o modelo.

Teoricamente esta consideração tem muita vantagem para melhor uso na distribuição simples da variável atmosférica. Em particular a variação de alta pressão, temperatura, densidade.

São caracterizados pelas ambas simplificações e pelo facto da equação hidrodinâmica é integrada exactamente, usando funções simples. Portanto, os modelos atmosféricos não são normalmente realistas comparando com atmosfera real.

A temperatura decresce linearmente com altura na atmosfera homogénea, sendo o gradiente de temperatura, Γ definido por:

$$\Gamma = -\frac{\partial T}{\partial Z} \quad (4.4.1)$$

onde T é a temperatura, Z-altitude

A temperatura é definida como :

$$T = T_0 - \Gamma Z \quad (4.4.2)$$

Onde T_0 é a temperatura para $Z=0$ considera a estação e T é a temperatura para Z diferente de zero.

A equação hidrodinâmica é:

$$dp = -g \frac{P}{R(T_0 - \Gamma Z)} dz \quad (4.4.3)$$

Integrando

$$P = P_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\frac{g}{R\Gamma}} \quad (4.4.4)$$

onde P-representa a pressão PNMM e T a temperatura no nível medio do mar. Utilizou-se um valor de $\Gamma = 6.5$ C/km que corresponde à atmosfera padrão.

$$R = 287 \text{ J/K.Kg}, \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

4.5 ÍNDICE DA OSCILAÇÃO SUL (SOI)

As fases da oscilação Sul são indicadas por um índice (SOI), já foi referido na página anterior, que é a diferença estandardizada de pressões ao nível médio do mar entre Tahiti no Pacífico Oeste e Darwin na Austrália. Um Índice negativo (fase baixa) implica uma anormal alta pressão sobre Darwin e uma anormal baixa sobre Tahiti. A SO é uma oscilação de massas atmosféricas entre dois centros de acção sobre o Pacífico tropical ocidental e o oceano Índico oriental e outro sobre o Pacífico tropical oriental. Têm sido utilizados vários índices para quantificar a componente atmosférica do ENSO. Geralmente, estes índices envolvem a PNMM em várias estações situadas nos principais centros de acção da SO. Por este motivo o Índice que quantifica a SO designa-se Southern Oscillation Index (SOI), segundo Trenberth (1984), Chen propôs um índice utilizando a PNMM em Rapa (27.6° S, 144.3°W), e em Easter (27.2° S, 109°W). Posteriormente, verificou-se que um índice baseado na PNMM em Tahiti (17.5°S, 149.6° W) e em Darwin (12.4°S, 130.9 E) retinha uma maior percentagem de variância na escala temporal do ENSO (Trenberth, 1984).

Neste estudo foi utilizada a versão do SOI da acordo com o climate analysis Center (CAC). Para calcular este índice, primeiro as anomalias em Tahiti e em Darwin, dividindo essas anomalias pelo respectivo desvio padrão mensal. DE seguida, calcula-se a diferença entre anomalias normalizadas da PNMM em Tahiti e em Darwin. Esta diferença é posteriormente normalizada pela média dos 12 desvios padrões mensais da série das diferenças. Os valores mensais observáveis do SOI foram obtidos através do CAC, para o período desde 1966 a 1995.

4.6 ANÁLISE DE CORRELAÇÕES

O coeficiente linear ou de person (r) é uma medida de dependência linear entre duas variáveis, serve para detectar relações entre duas variáveis. Contudo r , não estabelece só por si, qualquer relação causa-efeito entre duas variáveis. Normalmente, para determinar a correlação entre duas variáveis de uma população, utiliza-se uma amostra dessa população. Então o que se fica a conhecer é uma estimativa do coeficiente de correlação da população. Valores indicativos de uma forte relação entre as variáveis é relativamente alta. Logo, quanto maior for a mostra mais estável é r .

A definição do coeficiente da correlação linear para uma amostra é

$$r = \frac{Cov(x, y)}{S_x S_y} \quad (4.6.1)$$

$$\text{Cov}(x, y) = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \quad (4.6.2)$$

Onde n é tamanho da amostra, $\text{Cov}(x, y)$ é a covariância entre as variáveis x e y e S_x é o desvio padrão da variável x , S_y é o desvio padrão da variável y .

$$S_x = \left[\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4.6.3)$$

$$S_y = \left[\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4.6.4)$$

CAPÍTULO 5

5-ANÁLISE DOS DADOS

5.1 FREQUÊNCIAS

5.1.1. FREQUÊNCIAS DA PRECIPITAÇÃO

Os valores mensais e anuais, da quantidade de precipitação ocorrente em determinado local podem porém ser de tal maneira variáveis, que é de todo o interesse, em estudos mais aprofundados, dimensionar essa variabilidade.

Procedeu-se para efeito a um estudo estatístico dos valores de que se dispunha, partindo-se do princípio geralmente aceite de que os valores da quantidade de precipitação, que se vão registando num local, são estatisticamente independentes entre si. Assim pode-se tomar como amostra, o conjunto de valores correspondentes a um certo número de anos de observações.

A cobertura meteorológica no país infelizmente não permite dispor-se de um número desejado de locais de observações com séries ininterruptas, e a sua distribuição geográfica é muito irregular. Procurou-se no entanto, dentro das possibilidades de dados e das limitações no seu manuseamento, fazer o estudo estatístico. As figuras de frequências estão no anexo.

As figuras 2, 3, 4 e 5 em anexo mostram claramente a frequência da precipitação dos meses : Chuvoso (Janeiro) e seco (Julho) repectivamente.

Precipitação de Janeiro

Em Janeiro (figuras 2 e 3), em todas estações, o valor mínimo de precipitação é aproximadamente 50 mm, Com excepção das estações de Montepuez (50 mm), Lichinga com 90mm .

Os valores máximos de precipitação variam entre 290 mm em Pemba e 730 mm em Maputo, a saber :

Maputo (730 mm); Xai-Xai (390 mm); Inhambane (510 mm); Vilanculos (410mm); Beira (650 mm); Chimoio (410 mm); Tete (370 mm); Quelimane (490 mm); Nampula (470 mm); Lichinga (410 mm); Pemba (290 mm); Montepuez (350 mm); Mocimboa da Praia (450 mm).

A maior precipitação regista-se na região do litoral.

Precipitação de Julho

Em Julho figura(4 e 5), numa forma geral em todas as estações registaram-se valores abaixo de 50 mm, excepto as estações de XAI_XAI [50, 170], Inhambane – [50, 150], Beira – [50, 270], Chimoio [50, 150], Quelimane – [50, 190].

5.1.2 FREQUÊNCIAS DE TEMPERATURA

As Figuras (6, 7, 8 e 9) mostram as temperaturas máximas e mínimas nas diferentes estações. Normalmente as temperaturas máximas ocorrem em Janeiro e as mínimas no mês de Julho, e nesta tese foi considerada a classe de 0.5°C.

Temperatura de Janeiro (figuras 6 e 7)

Maputo—A temperatura mínima é de 25°C e a máxima é de 28°C, sendo as mais frequentes as temperaturas entre 26°C e 27°C.

Xai-Xai—As temperaturas variam entre 25°C e 29°C, com maior frequência as temperaturas entre 26°C e 27°C.

Inhambane - A temperatura mínima é de 25°C e a máxima é de 28°C, as temperaturas mais frequente entre 25°C e 27°C.

Vilanculos - A temperatura mínima é de 26°C e a máxima é de 29°C, destaca-se maiores frequências entre 26°C e 28°C.

Beira— As temperaturas variam entre 26,5°C e 29°C, sendo as temperaturas mais frequentes entre 27°C a 28,5°C.

Chimoio- As temperaturas variam entre 22,5°C e 26°C. As mais frequentes variam entre 23°C e 25°C, é a região com menor temperatura, comparando com as estações da zona sul e centro, e é a Segunda estação ao nível do país, com temperaturas mais baixas, depois da estação de Lichinga.

Tete- A temperatura mínima é de 26°C, que é igual a temperatura máxima de Chimoio no mês mais quente, e a temperatura máxima é de 32°C, a mais elevada do país.

Quelimane- A temperatura mínima é de 26°C e a temperatura máxima é de 29°C, sendo as mais frequentes entre 27°C e 28,5°C, é a Segunda estação mais quente depois de Tete.

Nampula – As temperaturas variam entre 24°C e 27,5°C, as temperaturas mais frequentes entre 25°C e 27°C.

Lichinga- A temperatura mínima é de 21,5°C, a mais baixa de todo o país e a máxima é de 21,5°C, esta temperatura é menor em relação as temperaturas mínimas de todas estações do país.

Pemba- As temperaturas variam entre 25,5°C e 28°C.

Montepuez- As temperaturas tem valores extremos entre 24,5°C e 27°C.

Mocimboa da Praia- A temperatura mínima é de 26°C e a máxima é de 28,5°C.

Temperatura de Julho (figuras 8 e 9)

Maputo - A temperatura mínima é de 17,5°C e a máxima é de 20,5°C. com maior frequência as temperaturas entre 19°C e 20°C.

Xai-Xai- As temperaturas extremas entre 16,5°C e 20°C, sendo as mais frequentes entre 18°C e 19,5°C.

Inhambane- A temperatura mínima é de 18,5°C e a máxima é de 21,5°C.

Vilanculos- As temperaturas extremas variam entre 18,5°C e 21°C.

Beira- Os valores extremos variam entre 19°C e 24°C.

Chimoio- A temperatura mínima é de 15,5°C e a temperatura máxima é de 19°C, sendo as mais frequentes entre 16,5°C e 18°C.

Tete- Apesar de estar no mês onde se faz sentir o frio, em Tete a temperatura mínima é de 20,5°C e a máxima é de 24°C. Estas temperaturas são elevadas em relação as temperaturas de Lichinga no mês de janeiro (quente).

Quelimane- As temperaturas extremas variam entre 19°C e 22,5°C.

Nampula – A temperatura mínima é de 19,5°C e a máxima é de 22°C.

Lichinga- Nesta estação meteorológica, as temperaturas registadas são as mais baixas do país, sendo a temperatura mínima de 15°C e a máxima é de 16°C.

Pemba –A temperatura mínima é de 21°C e a máxima é de 24,5°C.

Montepuez – As temperaturas variam entre 20°C e 23°C.

Mocimboa da Praia – A temperatura mínima é de 21,5°C e a máxima é de 24,5°C.

5.1.3 FREQUÊNCIAS DE PRESSÃO

Pressão de Janeiro (figuras 10 e 11).

Maputo –A pressão varia de 1002 hPa a 1008 hPa

Xai-Xai –Os valores extremos da pressão variam entre 1008 hPa e 1015 hPa.

Inhambane- A pressão mínima é de 1006hPa e a máxima é de 1013 hPa.

Vilanculos –A pressão varia de 1005 hPa a 1011 hPa.

Beira- A pressão tem valor mínimo 1006 hPa e o valor máximo é de 1012 hPa.

Chimoio- A pressão mínima é de 1008 hPa e a pressão máxima é de 1015 hPa.

Tete- A pressão tem valores extremos entre 1006 hPa e 10 12 hPa.

Quelimane- A pressão varia de 1006 hPa a 1012 hPa.

Nampula- A pressão varia de 1006 hPa a 1015 hPa.

Lichinga- Os valores de pressão variam entre 1012 hPa e 1019 hPa.

Pemba- A pressão mínima é de 997 hPa e a máxima é de 1006 hPa.

Montepuez- A pressão varia entre 1009 hPa e 1015 hPa.

Mocimboa da Praia- A pressão mínima é de 1004 hPa e máxima é de 1012 hPa.

Pressão de Julho (figuras 12 e 13) em anexo.

A pressão no mês de Julho é maior em a relação o mês de Janeiro e varia de hPa a hPa.

Maputo- A pressão mínima é de 1012 hPa e a máxima é de 1019 hPa.

Xai-Xai- A pressão varia entre 1019 hPa e 1026 hPa.

Inhambane- A pressão mínima é de 1018 hPa e 1024 hPa .

Vilanculos- A pressão mínima é de 1017 hPa e 1023 hPa.

Beira- A pressão varia de 1017 hPa a 1023 hPa.

Chimoio –Os valores extremos da pressão variam entre 1018 hPa e 1025 hPa.

Tete- A pressão varia entre 1018 hPa e 1023 hPa.

Quelimane- A pressão mínima é de 1017 hPa e 1023 hPa.

Nampula- A pressão mínima é de 1017 hPa e 1023 hPa.

Lichinga – A pressão mínima é de 1021 hPa e 1026 hPa.

Pemba – A pressão varia entre 1005 hPa e 1014 hPa.

Montepuez- A pressão varia entre 1016 hPa e 1022 hPa.

Mocimboa da Praia- A pressão mínima é de 1011 hPa e a máxima é de 1017 hPa .

5.1.4 –FREQUÊNCIAS DE VENTO.

Vento de Janeiro (figuras 14 e 15).

Maputo – Os ventos variam de 4 Km/h a 20 Km/h , sendo os valore mais frequentes entre 7 Km/h e 12 Km/h.

Xai –Xai – A velocidade mínima do vento é de 3 Km/h e a máxima é de 16 Km/h, com a maior frequência os ventos entre 4Km/h a 12 Km/h.

Inhambane- o vento tem valores extremos entre 2 Km/h e 18Km/h, os mais frequentes entre 4 Km/h a 9 Km/h .

Vilanculos – os ventos variam de 7 Km/h a 20 Km/h, a destacar o mais frequente, o vento entre 9 Km/h a 14 Km/h.

Beira- A velocidade mínima do vento é de 6 Km/h a 17 Km/h, com a maior frequência os ventos entre 11 Km/h a 15 km/h.

Chimoio – Os valores extremos variam entre 3 Km/h a 11Km/h, sendo o vento mais frequente entre 8 Km/h e 11Km/h.

Tete- O vento varia entre 1km/h a 12 Km/h, com maior frequência entre 2Km/h a 6 Km/h.

Quelimane- O vento varia entre 5 Km/h a 13 Km/h, com maior frequência entre 7Km/h a 10 Km/h.

Nampula- A velocidade mínima do vento é de 4 Km/h e a máxima é de 13 Km/h, o vento predominante entre 7 Km/h a 10 Km/h.

Lichinga- O vento varia de 6 Km/h a 16 Km/h, sendo o mais frequente entre 10 Km/h a 15 Km/h.

Pemba- O vento varia de 2 Km/h a 15 Km/h, com maior frequência entre 8 Km/h e 15 Km/h.

Montepuez- A velocidade mínima é de 1 Km/h e a máxima é de 8 Km/h, os ventos mais frequentes variam entre 2 Km/h e 6 Km/h.

Mocimboa da Praia - O vento varia entre 4 Km/h e 18 Km/h, mais frequente entre 4 Km/h a 8 Km/h, aqui salientar o número não significativo de amostras (10 amostras).

Vento de Julho (figuras 16 e 17).

Maputo- A velocidade mínima do vento é de 4 Km/h e a máxima é de 14 Km/h, com maior frequência entre 7 Km/h e 9 Km/h.

Xai-Xai- O vento varia de 2 Km/h a 11 Km/h, o mais frequente entre 3 Km/h e 7 Km/h.

Inhambane - Os valores extremos variam entre 2 Km/h e 12 Km/h, sendo o mais frequente entre 3 Km/h e 7 Km/h.

Vilanculos- O vento varia entre 6 Km/h e 12 Km/h, o mais frequente entre 7 Km/h e 11 Km/h.

Beira- O valor mínimo do vento é de 6 Km/h e o valor máximo é de 15 Km/h, com maior frequência entre 10 Km/h e 13 Km/h.

Chimoio- O vento varia entre 5 Km/h e 11 Km/h, sendo o mais frequente entre 7 Km/h e 10 Km/h.

Tete - O vento varia entre 2 Km/h e 11 Km/h, com frequência os ventos entre 4 Km/h e 8 Km/h.

Quelimane- A velocidade mínima é de 4 Km/h e a máxima 12 Km/h, com frequência os ventos entre 5 Km/h e 10 Km/h.

Nampula- O vento mínimo é de 5 Km/h e máximo é de 14 Km/h, com mais frequência entre 10 Km/h e 14 Km/h.

Lichinga- O vento varia entre 8 Km/h e 19 Km/h, com mais frequência entre 12 Km/h e 18 Km/h.

Pemba- O vento varia entre 3 Km/h e 21 Km/h, com mais frequência entre 16 Km/h e 18 Km/h.

Montepuez- O valor mínimo do vento é de 1 Km/h e o máximo é de 10 Km/h, com mais frequência entre 2 Km/h e 5 Km/h.

Mocimboa da Praia- A velocidade mínima é de 4 Km/h e a máxima é de 26 Km/h.

5.2- CLIMATOLOGIAS E DESVIO PADRÃO

5.2.1 CLIMATOLOGIA DA PRECIPITAÇÃO

Antes de procurar dar uma ideia geral da distribuição geográfica e estacional da precipitação, convém adoptar uma definição de base de mês chuvoso e de mês seco. Nesta tese será considerado como mês seco aquele em que a quantidade de precipitação é, em média inferior a 60 mm, e como mês chuvoso, os outros. É nesta base que se define a estação das chuvas, neste contexto escolheu-se os meses de Julho (seco) e Janeiro (chuvoso), para a sua análise.

Na figura 5.2.1 estão indicadas os meses em que começa a época das chuvas nas diferentes regiões do país.

ESTAÇÃO HÚMIDA

A estação de DJF (chuvosa), tem-se a seguinte situação :

Duma forma geral a precipitação média mensal em todo o país está entre 133.75mm e 310.16 mm, os valores máximos em todas as estações é atingido no mês de Janeiro com excepção das estações de Vilanculos, Beira, Chimoio, Quelimane, Mocimboa da Praia e Pemba, com a seguinte distribuição:

A zona Sul de Moçambique regista-se a menor precipitação do país, nomeadamente: Maputo (167.13 mm), Xai-Xai (133.74 mm) a menor precipitação do país, Inhambane (143.34 mm), Vilanculos (154.11 mm) em Fevereiro;

enquanto que a zona centro a precipitação varia de 160.99 mm a 217.46 mm, a destacar a estação da Beira (310.16 mm) em Dezembro, a maior precipitação do país, em seguida a estação de Chimoio (219.00 mm) em Fevereiro, Tete (160.99 mm).

A região do Norte regista-se maiores precipitações do país, nomeadamente: Quelimane(231.54mm) em Fevereiro, Nampula (230.22 mm), Lichinga (227.62 mm), Montepuez (215.34 mm), Mocimboa da Praia (207.86 mm) em Março, e Pemba (160.13 mm) no mês de Fevereiro.

ESTAÇÃO SECA (JJA)

A figura 5.2.1 mostra os valores mínimos de precipitação registrados abaixo de 50 mm .

A precipitação mínima regista-se em Lichinga no mês de Agosto, com 1.11 mm e máxima é de 62.04 mm em Quelimane. Os valores mais críticos (abaixo de 15 mm), regista-se em: Tete, Lichinga e Montepuez.

A precipitação média em todo o país tem a seguinte situação :

Maputo- a precipitação varia de 13.98 mm em Agosto e 16.37 mm em Julho.

Xai-Xai –o valor mínimo é de 29.80 mm em Agosto e o máximo é de 61.22 mm no mês de Junho. Inhambane- a precipitação mínima é de 27.38 mm em Agosto e 53.35 mm em Junho.

Vilanculos- a precipitação varia entre 18.27 mm em Junho e 22.00 mm em Agosto.

Beira-a precipitação varia entre 35.53 mm em Agosto e 53.71 mm em Junho.

Chimoio- o valor mínimo é de 15.25 mm e o valor máximo é de 19.01 mm.

Tete - a precipitação mínima é de 1.90 mm em Agosto e a máxima é de 3.57 mm.

Quelimane- a precipitação varia entre 28.19 mm em Agosto e 62.04 mm em Junho.

Nampula- a precipitação mínima é de 8.22 mm e máxima é de 17.23 mm.

Lichinga - o valor da precipitação varia entre 1.11 mm em Agosto e 3.26 mm em Julho.

Pemba- o valor da precipitação varia entre 8.90 mm e 17.00 mm.

Montepuez- a precipitação mínima é de 2.70 mm em Julho e a máxima é de 12.65 mm em Junho.

Mocimboa da Praia- a precipitação mínima é de 11.84 mm e máxima é de 15.16 mm.

É necessário saber o início da época das chuvas e quando elas termina. Tomando em consideração a definição anterior da estação chuvosa.

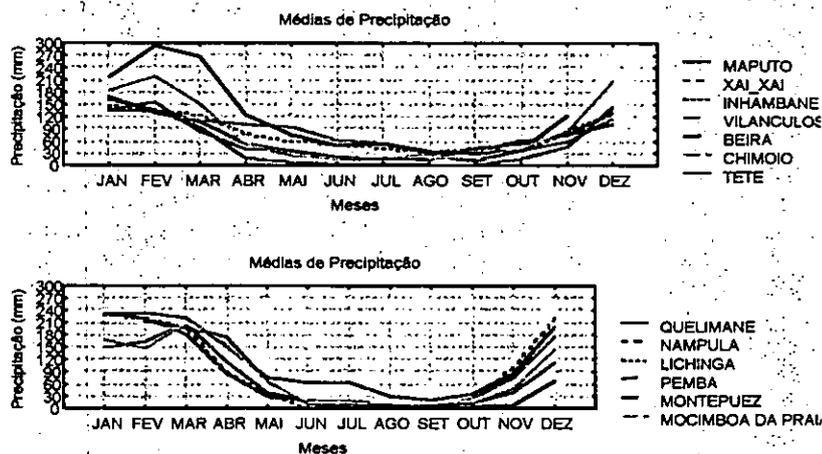


Fig 5.2.1 mostra a média de Precipitação em 13 estações, entre 1966-1995

A tabela 2. Mostra o início e o fim da época das chuvas e o número de meses da precipitação para cada estação meteorológica.

Estação	Início da época chuvosa	Fim da época chuvosa	Número de meses de chuva
Maputo	Novembro (75.76 mm)	Março (104.94)	5 meses
Xai-Xai	Outubro (61.04 mm)	Junho (61.22 mm)	9 meses
Inhambane	Novembro (121.99 mm)	Maió (60.17 mm)	7 meses
Vilanculos	Dezembro (113.26 mm)	Março (81.58 mm)	4 meses
Beira	Novembro (121.99 mm)	Maió (74.48 mm)	7 meses
Chimoio	Novembro (84.23 mm)	Março (91.00 mm)	5 meses
Tete	Dezembro (142.38 mm)	Março (91.00 mm)	4 meses
Quelimane	Novembro (82.86 mm)	Julho (62.04 mm)	9 meses
Nampula	Novembro (73.68 mm)	Abril (83.16 mm)	6 meses
Lichinga	Novembro (95.56 mm)	Abril (89.05 mm)	6 meses
Pemba	Dezembro (110.45 mm)	Abril (111.21 mm)	5 meses
Montepuez	Dezembro (67.06 mm)	Maió (64.20 mm)	6 meses
Mocimboa da Praia	Dezembro (145.17 mm)	Maió (61.75 mm)	6 meses

5.2.2 CLIMATOLOGIA DA TEMPERATURA

A figura (5.2.2) é apresentada com vista a dar ideia geral da distribuição geográfica e estacional da temperatura do ar. Constatou-se que o mês mais quente é Janeiro no Verão e o mais frio é o mês de Julho no Inverno.

Temperatura de Janeiro

Para o mês de Janeiro, verifica-se que os valores da temperatura variam entre 20.31°C em Lichinga a 28.72°C em Tete. No litoral, a temperatura aumenta gradualmente de sul para o norte. Por exemplo a temperatura média de Maputo (26.20°C), Xai-Xai (26.69°C), Inhambane (26.90°C), Vilanculos (27.31°C), Beira (27.70°C), Chimoio (24.17°C), Tete (28.72°C), Quelimane (27.92°C), Nampula (26.08°C), Lichinga (20.31°C), Pemba (27.00°C), Montepuez (25.58°C) e Mocimboa da Praia (27.23°C).

Temperatura de Julho

Para o mês de Julho, as temperaturas variam entre 14.99°C em Lichinga e 22.23°C em Tete.

Os núcleos de temperaturas mínimas ocorrem em regiões do interior em consequência do relevo do terreno e sabe-se que a temperatura na troposfera diminui com altitude a cerca de 6.5°C em cada mil metros. As temperaturas do mês mais frio são: Maputo (19.43°C), Xai-Xai (18.71°C), Inhambane (20.21°C), Vilanculos (19.85°C), Beira (20.69°C) Chimoio (17.25°C), Tete (22.23°C), Quelimane (20.78°C), Nampula (20.71°C), Lichinga (14.99°C), Pemba (22.73°C), Montepuez (21.45°C), Mocimboa da Praia (23.35°C).

“A temperatura mais baixa em Tete é maior em relação a temperatura mais alta em Chimoio no mês de Janeiro.”

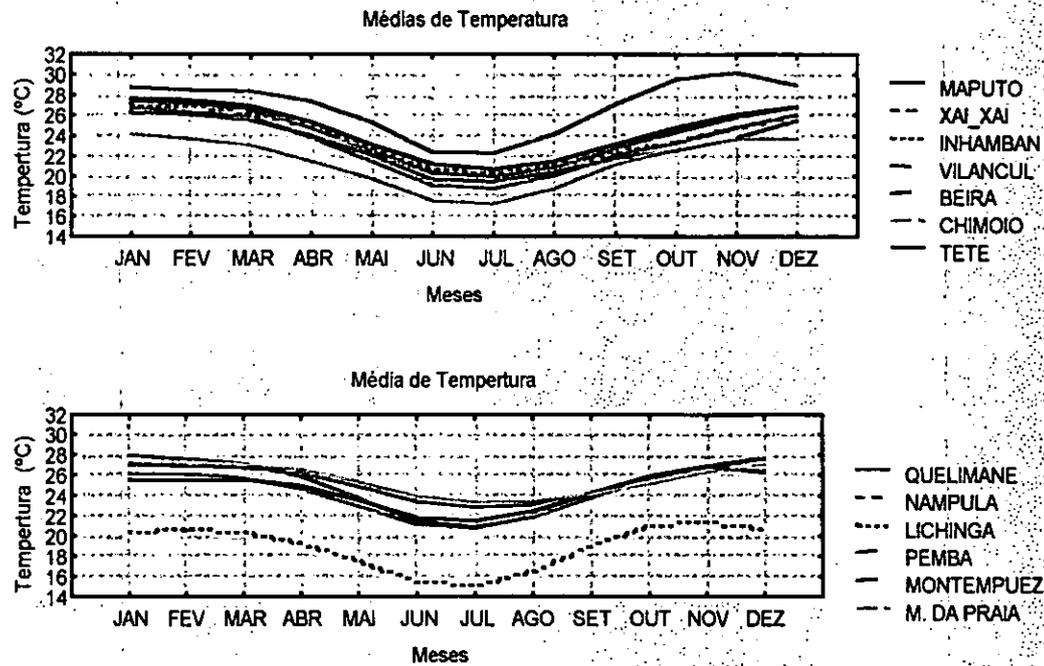


Fig 5.2.2 mostra a média de Temperatura em 13 estações meteorológicas, entre 1966-1995

5.2.3- CLIMATOLOGIA DA PRESSÃO.

A pressão em todo o país varia entre 1000.00 hPa em Pemba no mês de Fevereiro e 1023.70 hPa em Lichinga no mês de Julho.

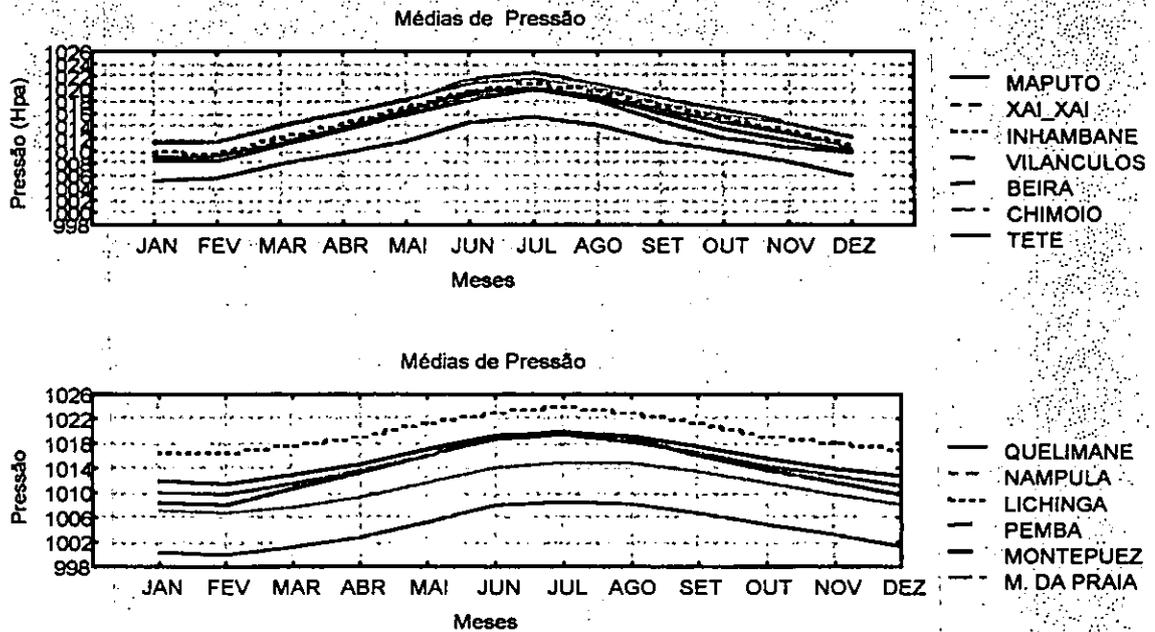


Fig 5.2.3 mostra a média de Pressão em 13 estações, entre 1966-1995

A tabela 3 abaixo mostra os valores mínimos e máximos para cada estação.

Estação	Mês e Pressão (hPa) mais alta	Mês e Pressão (hPa) mais baixa
Maputo	Julho (1015.31)	Janeiro (1005.07)
Xai-Xai	Julho (1022.46)	Janeiro (1011.18)
Inhambane	Julho (1020.70)	Fevereiro (1009.33)
Vilanculos	Julho (1019.74)	Fevereiro (1008.45)
Beira	Julho (1019.97)	Fevereiro (1008.46)
Chimoio	Julho (1021.61)	Fevereiro (1011.58)
Tete	Julho (1019.89)	Janeiro (1009.06)
Quelimane	Julho (1019.90)	Fevereiro (1007.97)
Nampula	Julho (1019.29)	Fevereiro (1009.62)
Lichinga	Julho (1023.70)	Fevereiro (1016.26)
Pemba	Julho (1008.399)	Fevereiro (1000.00)
Montepuez	Julho (1019.78)	Fevereiro (1011.38)
Mocimboa da Praia	Julho (1014.939)	Fevereiro (1006.93)

5.2.4- CLIMATOLOGIA DO VENTO

Os ventos aumentam de Inverno para o Verão, sendo assim regista-se maiores ventos no verão. Duma forma geral atinge o valor máximo no mês de Outubro, quase em todo o país. Na Beira registou-se o valor mais alto de 18.76 Km/h e o valor mínimo é de 4.19 Km/h, observou-se em Montepuez. Enquanto nas restantes regiões o vento varia entre 8 Km/h e 17 Km/h. O valores mais baixos (mínimo), registam-se em geral entre os meses de Fevereiro a Junho, sendo o valor máximo de 14.42 Km/h no mês de Junho em Tete e o mínimo de 2.56 Km/h no mês de Fevereiro, em Montepuez.

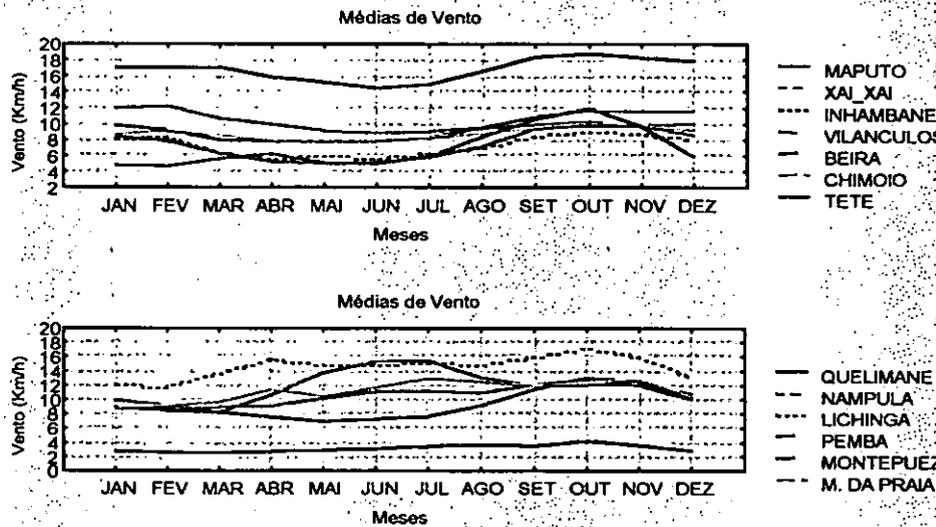


Fig 5.2.4 mostra a média do Vento em 13 estações meteorológicas, entre 1966-1995

A Tabela 4. Mostra o resumo do vento médio em todas estações :

Estação	Mês e velocidade (Km/h) mais alta	Mês e velocidade (Km/h) mais baixa
Maputo	Outubro (10.16 Km/h)	Junho (7.74 Km/h)
Xai-Xai	Dezembro (8.48 Km/h)	Maió (4.96 Km/h)
Inhambane	Novembro (8.47 Km/h)	Junho (5.42 Km/h)
Vilanculos	Fevereiro (12.16 Km/h)	Junho (8.77 Km/h)
Beira	Outubro (18.76 Km/h)	Junho (14.42 Km/h)
Chimoio	Outubro (10.04 Km/h)	Maió (7.81 Km/h)
Tete	Setembro (10.53 Km/h)	Fevereiro (4.62 km/h)
Quelimane	Outubro (12.92 Km/h)	Maió (6.84 Km/h)
Nampula	Outubro (12.67 Km/h)	Fevereiro (8.6 Km/h)
Lichinga	Outubro (16.79 Km/h)	Fevereiro (11.72 Km/h)
Pemba	Julho (15.37 Km/h)	Março (8.07 Km/h)
Montepuez	Outubro (4.19 Km/h)	Fevereiro (2.56 Km/h)
Mocimboa da Praia	Julho (12.92 Km/h)	Fevereiro (9.10 Km/h)

5.2.5 DESVIO PADRÃO DE PRECIPITAÇÃO.

O desvio máximo atingido é de 170.00 mm no mês de Fevereiro em Maputo e o mínimo é de 1.79 no mês de Setembro em Tete. Os maiores desvios verificam-se no litoral entre Janeiro a Março, onde as precipitações são maiores.

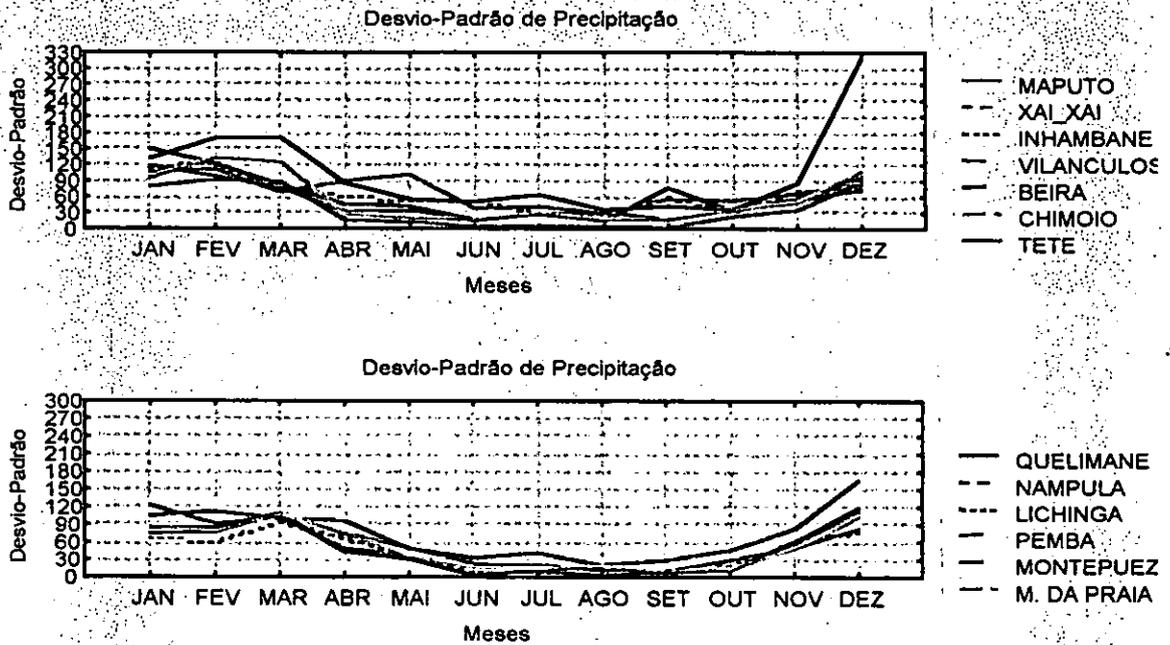


Fig 5.2.5 mostra o Desvio-Padrão de Precipitação em 13 estações entre 1966-1995

A tabela 5. Mostra o maior e menor desvio padrão de precipitação.

Estação	Mês e desvio padrão (mm) máximo	Mês e desvio padrão (mm) mínimo
Maputo	Janeiro (148.24)	Julho (14.29)
Xai-Xai	Fevereiro (110.45)	Agosto (28.10)
Inhambane	Fevereiro (121.72)	Agosto (23.14)
Vilanculos	Janeiro (115.82)	Setembro (16.36)
Beira	Fevereiro (170.00)	Outubro (35.62)
Chimoio	Fevereiro (132.40)	Agosto (16.85)
Tete	Fevereiro (91.21)	Setembro (1.79)
Quelimane	Fevereiro (110.32)	Agosto (18.02)
Nampula	Janeiro (120.92)	Setembro (7.94)
Lichinga	Março (92.819)	Junho (3.32)
Pemba	Março (108.53)	Setembro (4.00)
Montepuez	Março (108.92)	Junho (2.75)
Mocimboa da Praia	Março (107.629)	Setembro (9.40)

5.2.6 DESVIO PADRÃO DE TEMPERATURA

Há maior desvio padrão de temperatura em: Tete (1.88^oC), Quelimane(1.29^oC) e Maputo(1.41^oC) e nas restantes estações o desvio é menor a destacar M.da Praia (0.38^oC). A tabela 6 mostra os desvios máximos e mínimo de Temperatura.

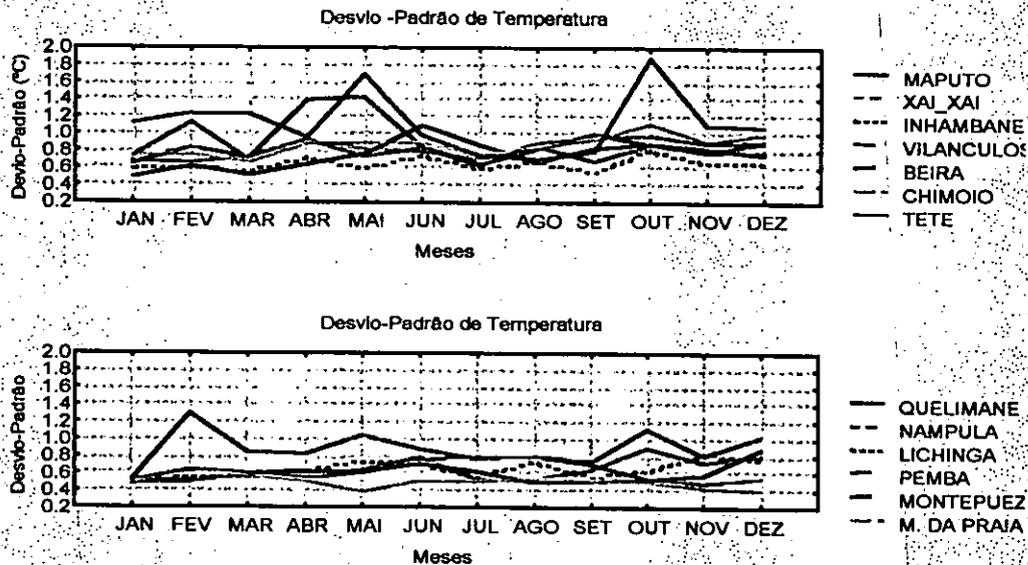


Fig 5.2.6 mostra o desvio-Padrão de temperatura em 13 estações entre 1966-1995.

A Tabela 6 mostra o desvio máximo e mínimo de temperatura

Estação	Mês e desvio padrão (°C) máximo de temperatura	Mês e desvio padrão (°C) mínimo de temperatura
Maputo	Maio (1.41)	Janeiro (0.64)
Xai-Xai	Fevereiro (1.12)	Março (0.67)
Inhambane	Outubro (0.79)	Setembro (0.54)
Vilanculos	Abril (0.91)	Fevereiro (0.64)
Beira	Junho (1.09)	Março (0.50)
Chimoio	Outubro (1.11)	Março (0.65)
Tete	Outubro (1.88)	Agosto (0.69)
Quelimane	Fevereiro (1.29)	Janeiro (0.52)
Nampula	Outubro (0.82)	Fevereiro (0.50)
Lichinga	Novembro (0.81)	Janeiro (0.469)
Pemba	Agosto (0.79)	Novembro (0.47)
Montepuez	Dezembro (0.88)	Janeiro (0.51)
Mocimboa da Praia	Fevereiro (0.64)	Maio (0.38)

5.2.7- DESVIO PADRÃO DA PRESSÃO DO NÍVEL DO MAR

A figura 5.2.7 mostra o desvio padrão de pressão varia em todo país entre 0.66 hPa em Montepuez , no mês de Setembro e 2.92 hPa em Vilanculos no mês de Julho.

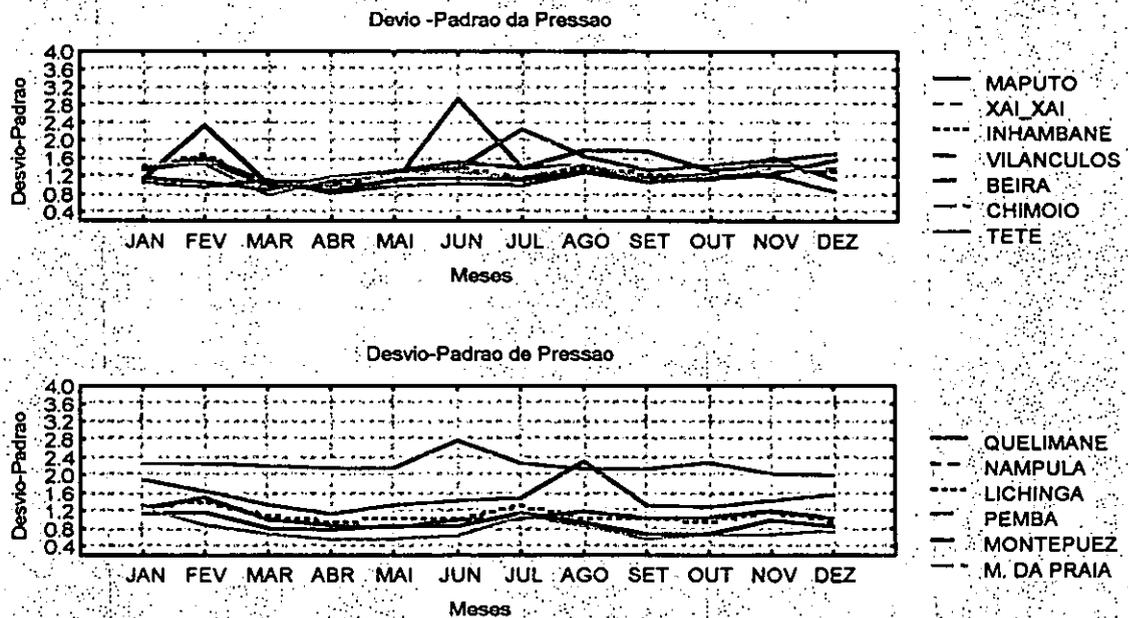


Fig.5.2.7. Desvio-Padrão da Pressão em 13 estações, entre 1966-1995.

A tabela 7. Mostra os valores mínimos e máximos do desvio padrão para todas estações em análise.

Estação	Mês e desvio padrão máximo de pressão (hPa)	Mês e desvio padrão mínimo de pressão (hPa)
Maputo	Junho (1.49)	Março (0.88)
Xai-Xai	Julho (2.23)	Março (1.05)
Inhambane	Fevereiro (1.63)	Abril (0.90)
Vilanculos	Julho (2.92)	Abril (0.98)
Beira	Fevereiro (2.34)	Abril (0.86)
Chimoio	Abril (1.46)	Março (0.77)
Tete	Agosto (1.27)	Abril (0.819)
Quelimane	Fevereiro (1.47)	Junho (0.80)
Nampula	Agosto (2.29)	Setembro (1.30)
Lichinga	Fevereiro (1.35)	Dezembro (0.95)
Pemba	Fevereiro (2.23)	Dezembro (1.98)
Montepuez	Fevereiro (1.15)	Setembro (0.66)
Mocimboa da Praia	Janeiro (1.24)	Dezembro (0.73)

5.2.8 - DESVIO PADRÃO DO VENTO

A figura 5.2.8 mostra o máximo desvio padrão que varia de 0.9 Km/h, Março em Chimoio e 8.53 Km/h, no mês de Julho em Mocimboa da Praia.

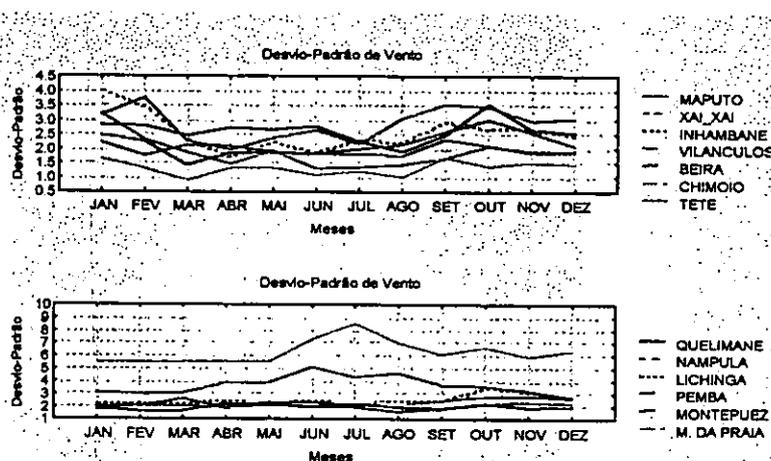


Fig 5.2.8 mostra o desvio-Padrão de vento em 13 estações, entre 1966-1995.

Tabela 8 mostra o desvio padrão máximo e mínimo do Vento.

Estação	Mês e desvio padrão máximo do vento (Km/h)	Mês e desvio padrão mínimo do vento (Km/h)
Maputo	Janeiro (2.45)	Março (1.38)
Xai-Xai	Fevereiro (3.75)	Abril (1.68)
Inhambane	Janeiro (3.98)	Junho (1.84)
Vilanculos	Janeiro (3.19)	Junho (1.28)
Beira	Janeiro (2.83)	Agosto (1.88)
Chimoio	Janeiro (1.64)	Março (0.90)
Tete	Janeiro (2.21)	Fevereiro (1.72)
Quelimane	Novembro (2.29)	Agosto (1.53)
Nampula	Novembro (2.82)	Abril (1.86)
Lichinga	Dezembro (2.58)	Mai (2.17)
Pemba	Agosto (4.57)	Novembro (2.60)
Montepuez	Abril (2.26)	Fevereiro (1.63)
Mocimboa da Praia	Julho (8.53)	Fevereiro (5.49)

PARTE II

5.3- VARIABILIDADE NÃO SAZONAL E ENSO

Todas as anomalias positivas representam valores do elemento climático acima da média, enquanto que as anomalias negativas representam valores abaixo da média.

5.3.1-PRECIPITAÇÃO DE VERÃO E INVERNO

Anexo I mostra as correlações entre a precipitação no Verão e SOI de JJA, e SON, é de recordar que o Verão (DJF), é definido como a média de Dezembro do ano anterior e Janeiro, Fevereiro desse ano. Observa-se que os valores cuja correlação é significativa está entre SOI de SON e JJA. A precipitação tem um avanço de 3, 6 meses em relação o SOI de SON e JJA respectivamente. A correlação negativa entre a precipitação e SOI de SON cujo valor máximo é de $r=-0.2$ em Inhambane e o mínimo é de $r=-0.24$ em Nampula, e ainda Pemba ($r=-0.14$), é positiva em todas estações meteorológicas.

A correlação com SOI de JJA, com a o avanço de 6 meses da precipitação de Verão é negativa em Inhambane ($r=-0.15$), Nampula ($r=-0.21$) e positiva nas restantes.

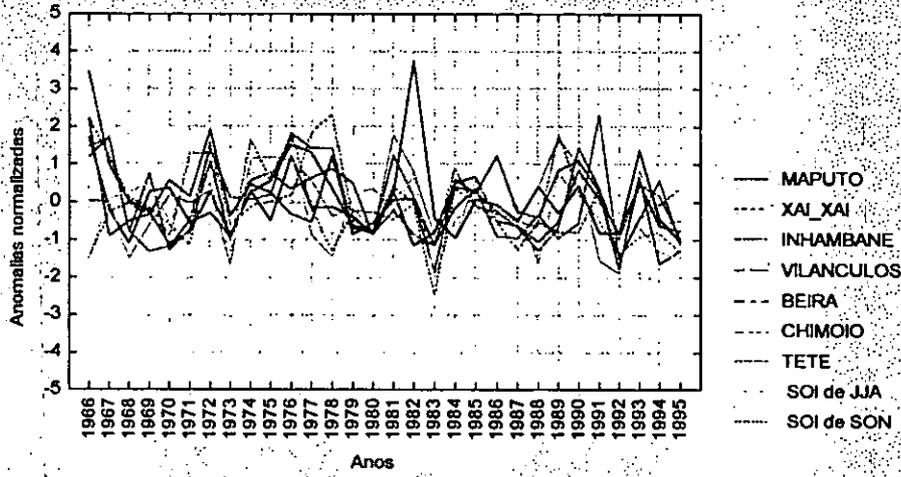
A figura 5.3.1a mostra a série temporal do SOI e precipitação de Verão, verifica-se que durante os episódios do ENSO, ($r<0$) a precipitação tende a baixo da média em Maputo, Xai-Xai, Inhambane, Vilanculos Beira, Chimoio, Tete e Pemba e acima da média em Quelimane, Nampula Lichinga Montepuez e Mocimboa da Praia. Esta comparação foi feita com SOI de SON com o atraso de 3 meses, o mais forte em relação a SOI de JJA, tomando em consideração o ENSO de 1983.

Precipitação de Inverno (JJA)

Anexo I mostra a correlação entre a precipitação no Inverno (JJA) e o SOI de DJF e SON. Nota-se os com maior significância estão entre a precipitação e SOI de DJF e SON. A precipitação tem um avanço de 6 meses em relação o SOI de DJF é negativa para Maputo ($r=-0.17$) Xai-Xai ($r=-0.2$), Inhambane ($r=-0.01$), Vilanculos ($r=-0.31$), Beira ($r=-0.31$), Chimoio ($r=-0.53$), Tete ($r=-0.20$), Quelimane ($r=-0.12$), Nampula ($r=-0.14$), Pemba ($r=-0.20$) e é positiva nas restantes estações. Enquanto que a precipitação no Inverno com SOI de SON (9 meses antes), é negativa para Maputo ($r=-0.16$), Xai -Xai ($r=-0.02$), Vilanculos ($r=-0.20$), Beira ($r=-0.23$), Chimoio ($r=-0.44$), Tete ($r=-0.20$), Quelimane ($r=-0.26$), Nampula ($r=-0.05$), Pemba ($r=-0.09$), e positiva nas restantes estações.

A figura 5.3.1b mostra a série temporal da precipitação de inverno com SOI de DJF e SON. Comparando com SOI de DJF (o mais forte), verifica-se que durante o ENSO a precipitação está acima da média em Maputo, Xai-Xai, Inhambane, Vilanculos, Beira, Chimoio, Nampula, Lichinga, Pemba e precipitação a baixo da média para Tete, Montepuez e Mocimboa da Praia.

Figura 5.3.1a. Anomalias normalizadas de precipitação no Verão (DJF) com SOI de JJA e SON



Anomalias normalizadas de precipitação no Verão (DJF) com SOI de JJA e SON

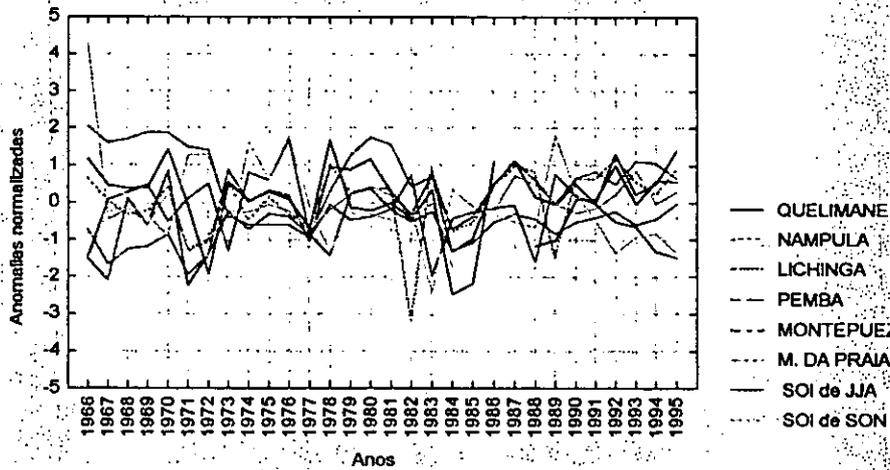
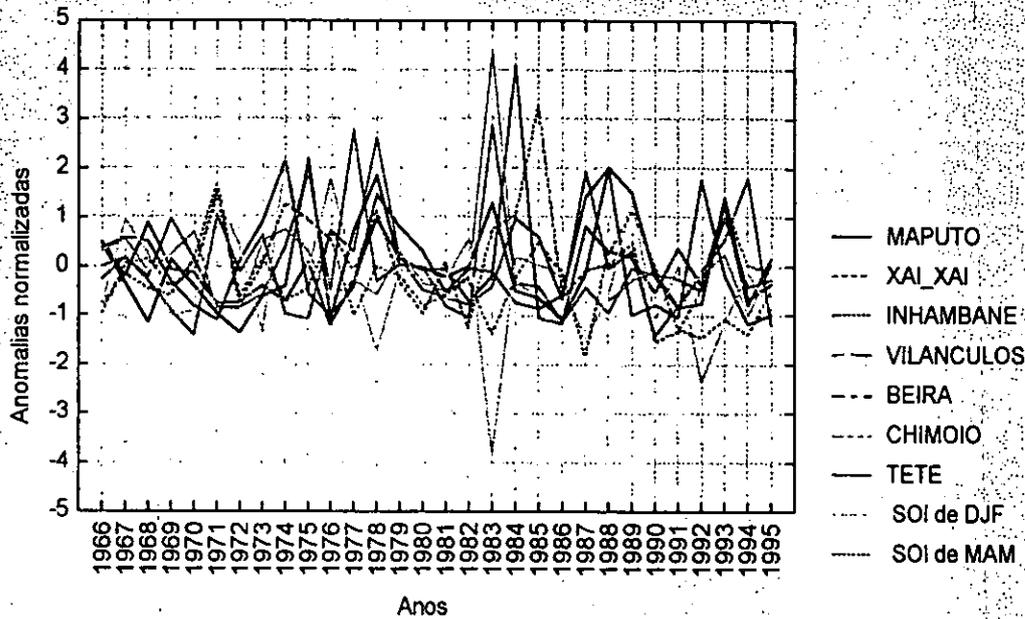
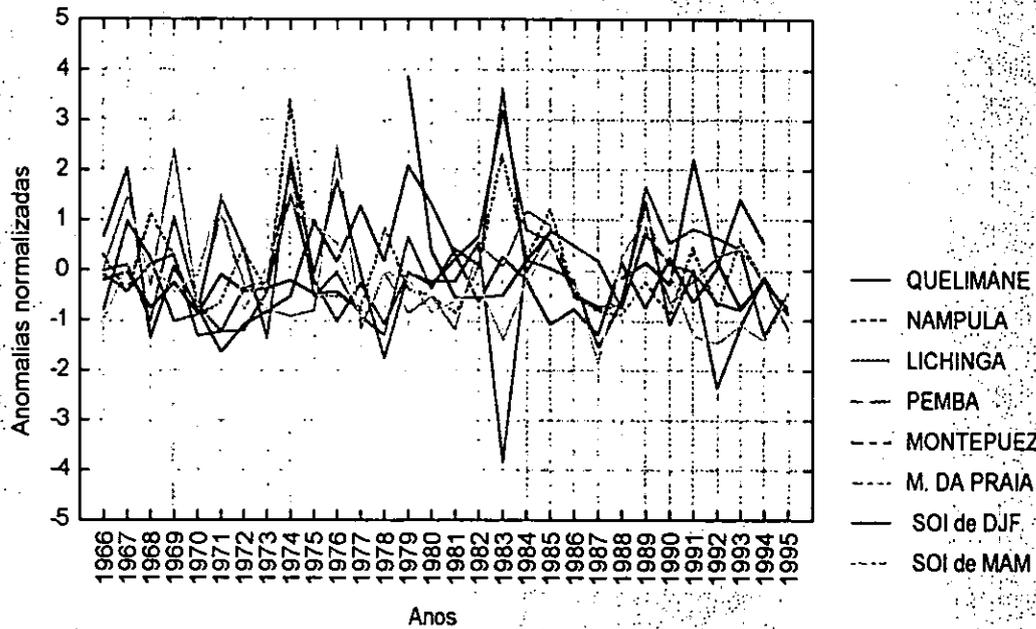


Figura 5.3.1b. Anomalias normalizadas de precipitação no Inverno (JJA) com SOI de DJF e MAM



Anomalias normalizadas de precipitação no Inverno (JJA) com SOI de DJF e MAM



5.3.2 TEMPERATURA DE VERÃO E INVERNO.

Temperatura de Verão

Anexo II mostra a correlação significativa entre a temperatura de Verão com SOI de JJA e SON.

A correlação entre a temperatura no Verão com SOI de JJA (6 meses de atraso), é negativa em: Maputo ($r=-0.45$), Xai-Xai ($r=-0.29$), Inhambane ($r=-0.29$), Vilanculos ($r=-0.54$), Chimoio ($r=-0.26$), Tete ($r=-0.49$), Quelimane ($r=-0.29$), Nampula ($r=-0.42$), Lichinga ($r=-0.54$), Pemba ($r=-0.35$), Mocimboa da praia ($r=-0.43$) e as restantes é positiva.

A correlação de temperatura de Verão com SOI de SON (3 mese de atraso), é negativa em: Maputo ($r=-0.47$), Xai-Xai ($r=-0.28$), Inhambane ($r=-0.28$), Vilanculos ($r=-0.52$), Chimoio ($r=-0.30$), Tete ($r=-0.60$), Quelimane ($r=-0.19$), Nampula ($r=-0.39$), Pemba ($r=-0.30$), Montepuez ($r=-0.44$), Mocimboa da Praia ($r=-0.41$) e positiva nas restantes.

A figura 5.3.2a mostra a série temporal da temperatura no Verão, com avanço de 3,6 meses em relação o SOI de SON e JJA respectivamente. Nesta figura observa-se que durante o ENSO, as temperaturas tendem a subir em relação a média para: Maputo, Xai-Xai, Inhambane, Vilanculos, Chimoio, Tete, Lichinga, Montepuez e Mocimboa da Praia, a temperatura aproxima-se a média na Beira, Quelimane, Nampula e Pemba.

Temperatura de Inverno

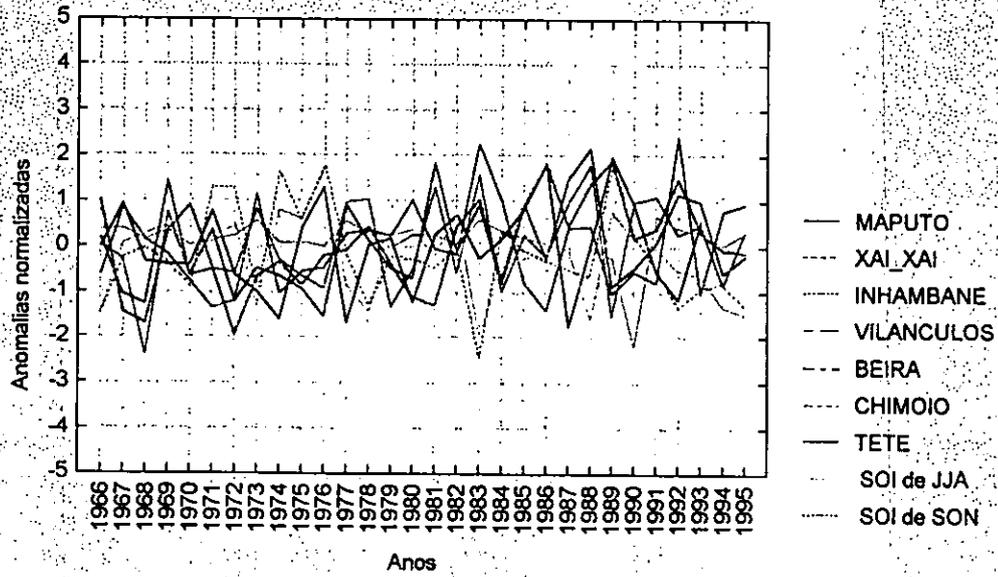
A correlação entre a temperatura de Inverno com SOI de DJF (6 meses antes), é negativa em: Maputo ($r=-0.32$), Inhambane ($r=-0.16$), Vilanculos ($r=-0.21$), Chimoio ($r=-0.36$), Tete ($r=-0.48$), Quelimane ($r=-0.14$), Nampula ($r=-0.49$), Lichinga ($r=-0.41$), Pemba ($r=-0.12$), Montepuez ($r=-0.26$), Mocimboa da Praia ($r=-0.29$) e positivo na Beira ($r=0.17$). Enquanto que a correlação de temperatura de Inverno com SOI de SON é negativa em:

Maputo ($r=-0.23$), Inhambane ($r=-0.19$), Vilanculos ($r=-0.14$), Chimoio ($r=-0.30$), Tete ($r=-0.48$), Quelimane ($r=-0.25$), Nampula ($r=-0.53$), Lichinga ($r=-0.37$), Pemba ($r=-0.26$), Montepuez ($r=-0.29$), Mocimboa da Praia ($r=-0.43$) e positiva as restantes.

A figura 5.3.2b mostra a série temporal da temperatura de Inverno com o SOI de DJF e SON. Nesta série a temperatura tem avanço de 6 e 9 meses em relação o SOI de DJF e SON respectivamente.

Nesta época do ano, a temperatura tende a subir em relação a normal em: Maputo, Xai-Xai, Inhambane, Vilanculos Tete, Quelimane, Nampula, Lichinga e Montepuez. Para Beira, Chimoio, e Mocimboa da Praia quase não varia muito.

Figura 5.3.2a. Anomalias normalizadas de temperatura de Verão com SOI de JJA e SON



Anomalias normalizadas de temperatura de Verão com SOI de JJA e SON

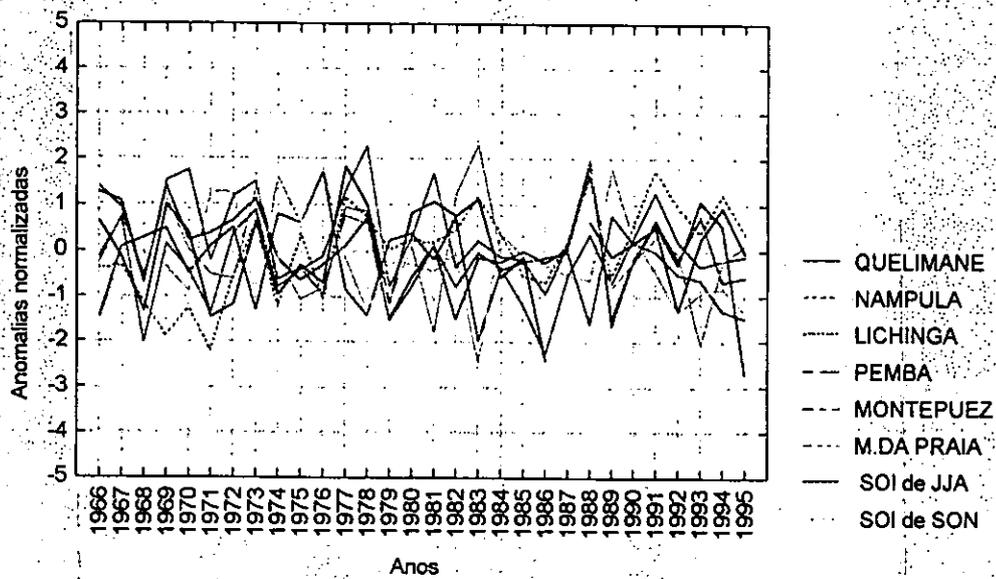
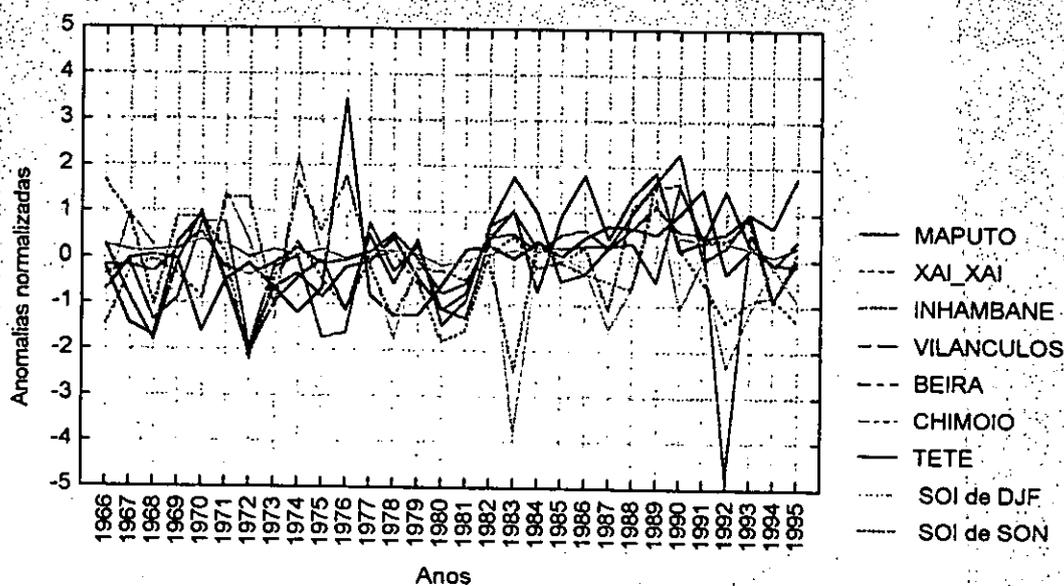
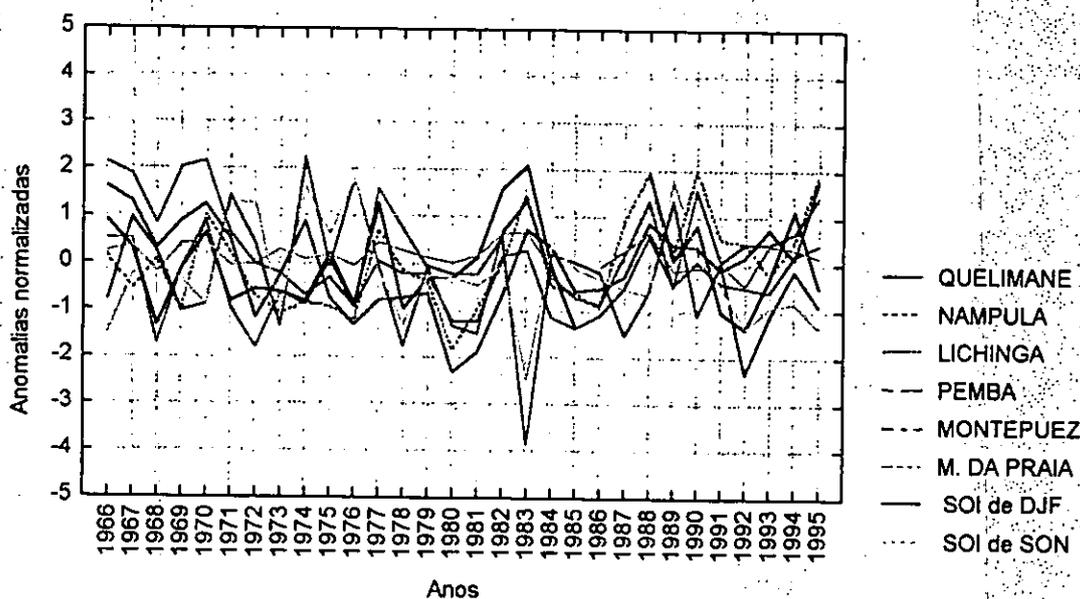


Fig. 5.3.2b. Anomalias normalizadas de temperatura de Inverno (JJA) com SOI de DJF e SON



Anomalias normalizadas de temperatura de Inverno (JJA) com SOI de DJF e SON



5.3.3- PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR NO VERÃO E INVERNO

Pressão ao nível do mar no Verão

Anexo III mostra a correlação mais significativa entre a pressão no Verão com o SOI de MAM (9 meses antes) e SON (3 meses antes). A correlação entre a pressão de Verão e SOI de SON é negativa em: Maputo ($r=-0.23$), Xai-Xai ($r=-0.36$), Inhambane ($r=-0.20$), Vilanculos ($r=-0.28$), Beira ($r=-0.47$), Chimoio ($r=-0.36$), Tete ($r=-0.36$), Quelimane ($r=-0.40$), Nampula ($r=-0.40$), Lichinga ($r=-0.62$), Pemba ($r=-0.10$), Montepuez ($r=-0.47$), Mocimboa da Praia ($r=-0.43$). A correlação da pressão de Verão com o SOI de MAM, verifica-se valores negativos em: Maputo ($r=-0.22$), Xai-Xai ($r=-0.37$), Inhambane ($r=-0.20$), Vilanculos ($r=-0.32$), Beira ($r=-0.37$), Chimoio ($r=-0.31$), Tete ($r=-0.17$), Quelimane ($r=-0.16$), Nampula ($r=-0.28$), Lichinga ($r=-0.26$), Montepuez ($r=-0.09$), Mocimboa da Praia ($r=-0.14$) e positiva em Pemba ($r=0.09$).

A figura 5.3.3a mostra a série temporal da pressão de Verão com SOI de SON (3 meses antes) e MAM (9 meses antes) ou seja a pressão tem um avanço de 3 e 9 meses em relação o SOI de SON e MAM respectivamente.

Nota-se que na figura 5.3.3a, a pressão de Verão tende a aumentar em relação a média em Maputo, Xai-Xai, Inhambane, Vilanculos, Chimoio, Nampula, Lichinga, e as restantes tende a baixar.

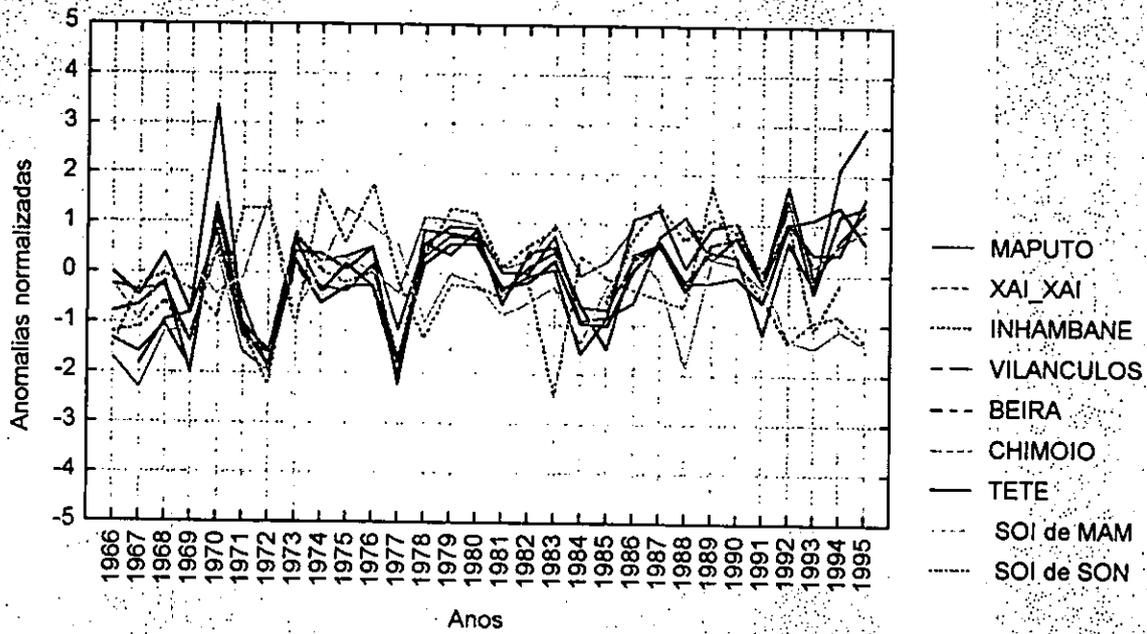
Pressão ao nível do mar no Inverno

O anexo III mostra a Correlação entre a pressão no Inverno e SOI. A correlação entre a pressão do Inverno com o SOI de MAM (3 meses de atraso) e DJF (6 meses de atraso) é significativa. neste caso a correlação entre a pressão e SOI MAM é negativa em todas estações menos em Pemba, enquanto que a correlação entre a pressão de inverno com SOI de DJF é positiva em: Pemba e Montepuez, sem nenhuma correlação significativa com Quelimane e negativa nas restantes.

A figura 5.3.3b mostra a série temporal da pressão no Inverno com SOI de MAM e DJF.

Observa-se que durante o ENSO a pressão tende subir em todas estações, excepto em Pemba e Montepuez.

Figura 5.3 3a. Anomalias normalizadas de pressão no Verão (DJF) com
Soi de MAM e SON



Anomalias normalizadas de pressão no Verão (DJF) com
SOI de MAM e SON

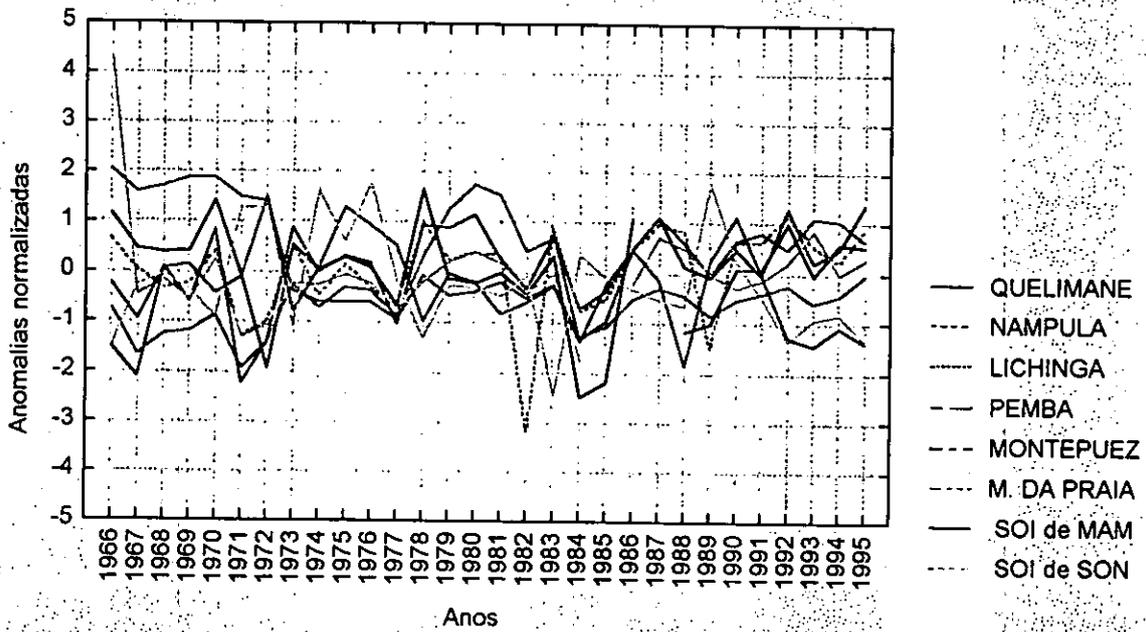
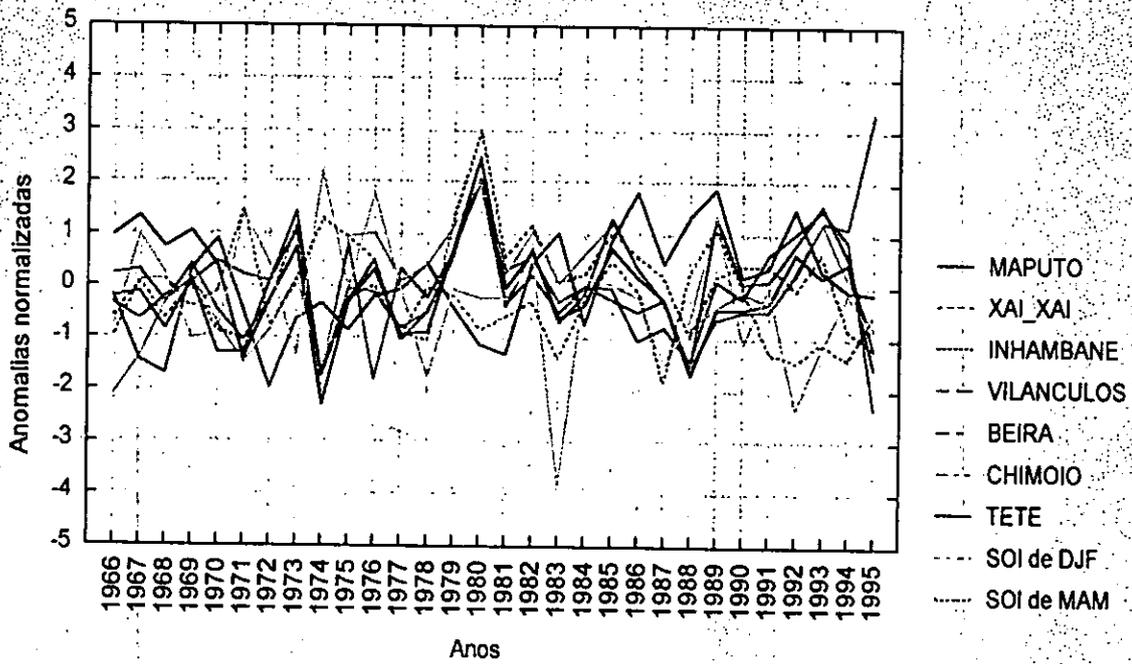
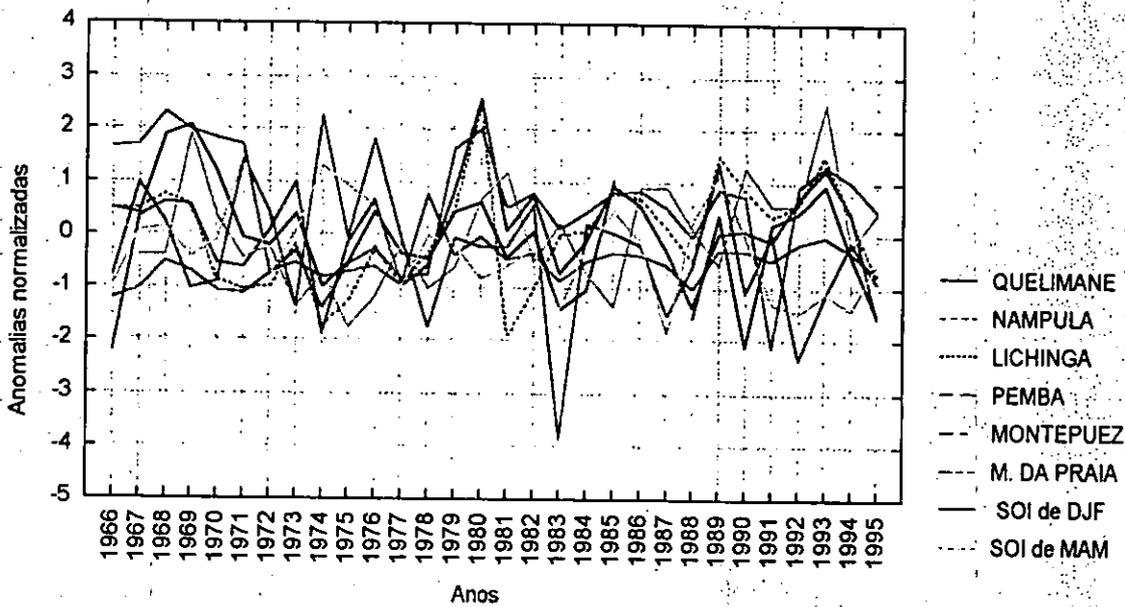


Figura 5.3.3b. Anomalias normalizadas de pressão no Inverno (JJA) com SOI de DJF e MAM



Anomalias normalizadas de pressão no Inverno (JJA) com SOI de DJF e MAM



5.3.4 - VENTO DE VERÃO E INVERNO

O anexo IV mostra a correlação significativa entre o vento e SOI de MAM (9 meses antes) e SON (3 meses antes). Verifica-se que a correlação é negativa com SOI de MAM em: Maputo ($r = -0.09$), Inhambane ($r = -0.11$), Vilanculos ($r = -0.15$), Chimoio ($r = -0.20$), Tete ($r = -0.11$), Quelimane ($r = -0.18$) e positiva nas restantes. A correlação entre o vento de Verão com SOI de SON é negativa em: Maputo ($r = -0.20$), Inhambane ($r = -0.10$), Chimoio ($r = -0.24$), Tete ($r = -0.18$), e positiva nas restantes.

A figura 5.3.4a mostra a série temporal do vento de Verão com SOI de MAM e SON.

Pode se observar que durante o ENSO o vento tende a aumentar em relação a sua média em Maputo, Xai-Xai, Inhambane, Vilanculos, Tete, Lichinga, Pemba, e Mocimboa da Praia.

e tende a diminuir em relação a Vento normal na Beira, Chimoio, Quelimane, Nampula e Montepuez.

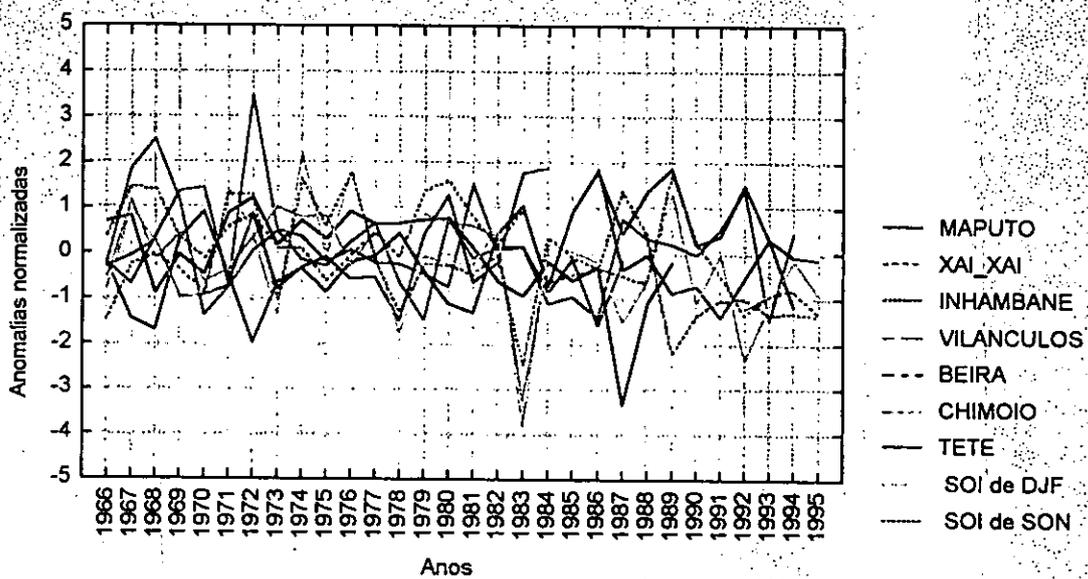
O anexo IV apresenta a correlação significativa entre o vento e SOI de DJF (6 meses de atraso) e SON (9 meses de atraso). Pode-se ver as correlações negativas entre o vento e SOI de DJF em: Maputo ($r = -0.32$), Xai-Xai ($r = -0.01$), Inhambane ($r = -0.01$), Tete ($r = -0.22$), Lichinga ($r = -0.02$), Mocimboa da Praia ($r = -0.06$) e positivas nas restantes.

A correlação entre o vento de Inverno e o SOI de SON é negativa em: Maputo ($r = -0.23$), Inhambane ($r = -0.09$), Tete ($r = -0.13$) e positivas nas restantes.

A figura 5.3.4b mostra a série temporal de vento do Inverno com SOI de DJF e SON.

O vento aumenta em relação a média em todas as estações, excepto na Beira, Chimoio, Quelimane e Lichinga.

Figura 5.3.4b. Anomalias normalizadas de vento no Inverno (JJA) com SOI de DJF e SON



Anomalias normalizadas de vento no Inverno (JJA) com SOI de DJF e SON

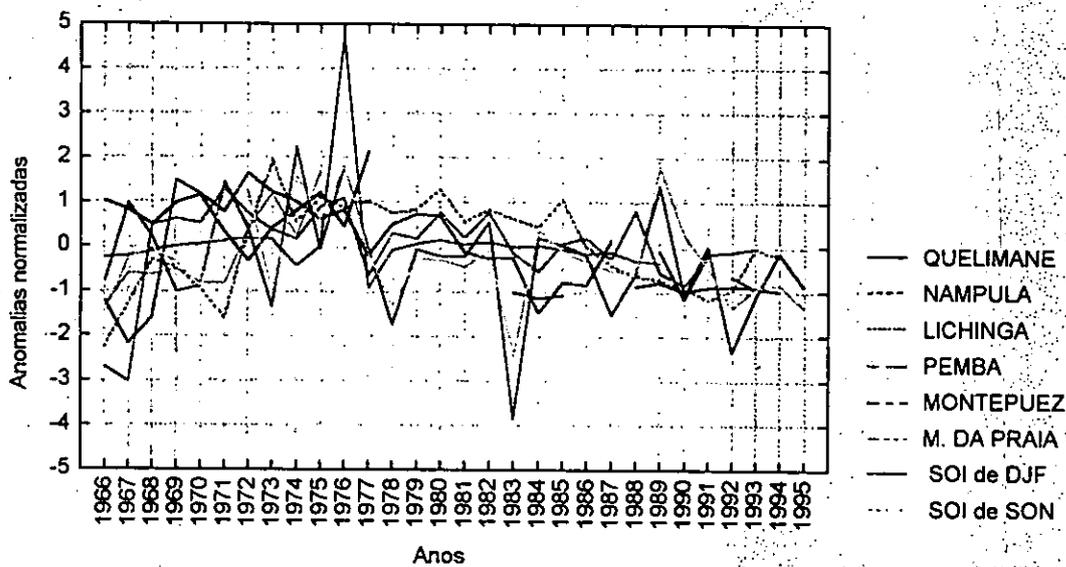
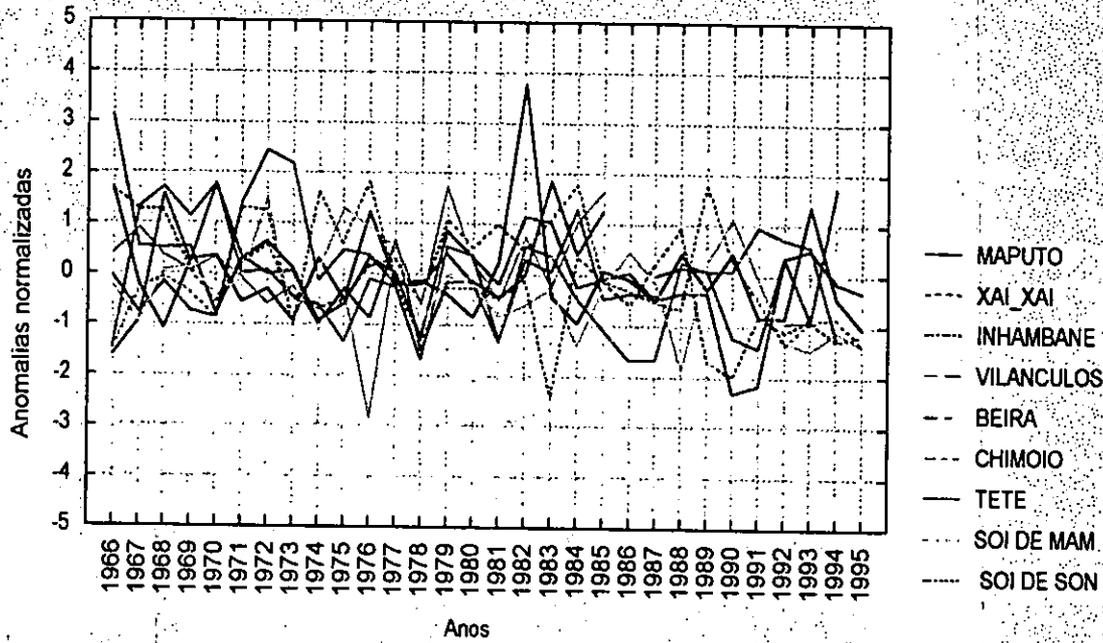
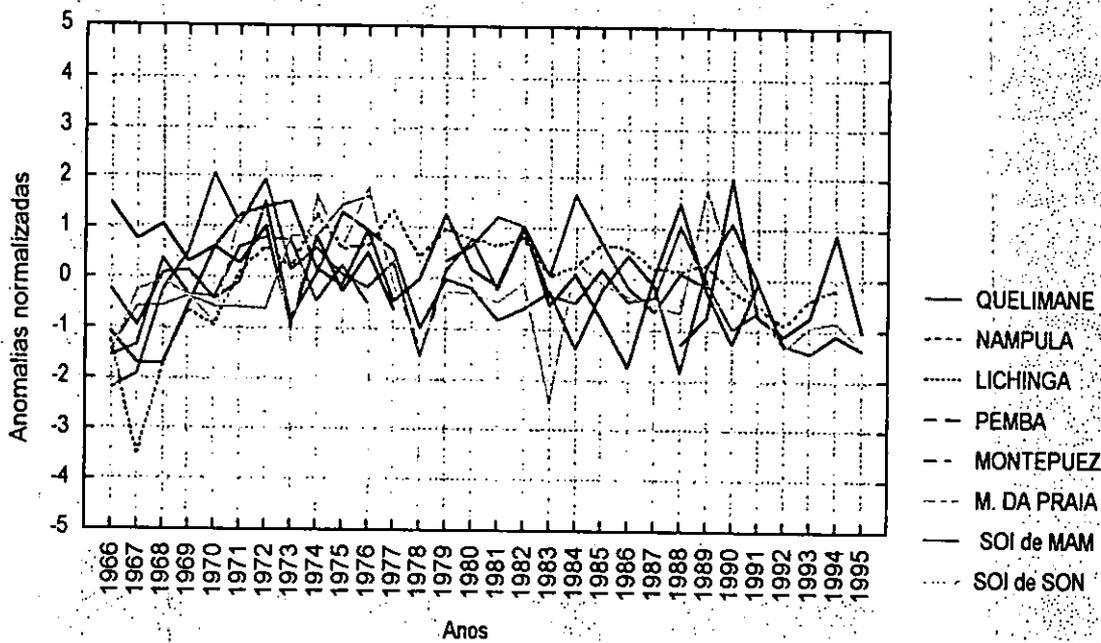


Figura 5.3.4a. Anomalias normalizadas de vento no Verão (DJF) com SOI de SON e MMA



Anomalias normalizadas de vento no Verão (DJF) com SOI de MAM e SON



6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1-PRECIPITAÇÃO

A distribuição da precipitação de uma forma geral é uma distribuição assimétrica para os meses de Janeiro (chuvoso) e Julho (seco). A precipitação aumenta de Sul para o Norte, os valores extremos em Janeiro é de 100 mm a 300 mm para a zona Norte e entre 100 mm a 250 mm para a zona Sul e Centro.

Em Julho regista-se a precipitação mais baixas do ano cuja a frequência é abaixo de 50 mm. Os meses de Junho a Outubro, são meses de seca, ou seja a precipitação é abaixo de 60 mm, enquanto que os meses de Dezembro a Março, há chuvas abundantes e para algumas estações do Norte chega até o mês de Maio. Aqui salientar que em Tete, Lichinga e Montepuez a precipitação é abaixo de 50 mm..

O índice da precipitação de Verão encontra correlacionado positivamente com soi de SON e JJA, com desfasamento de 3 a 6 meses respectivamente (significativo a 5%). Enquanto que a correlação entre a precipitação de Inverno com SOI é negativa, com desfasamento de 6 a 9 meses ou seja com SOI de DJF e SON respetivamente.

As séries temporais de precipitação de Verão mostra que as secas registadas nos anos 1972/73, 1982/83 e 1992/93 estão relacionados com com episódio quente do ENSO e afetou principalmente a zona Sul e Centro, muito raramente no Norte. A seca de 1992/93 foi a mais forte, pois atingiu a maior área em relação as outras secas anteriores. Durante o El Niño observa-se a diminuição da precipitação sobre todo o país, principalmente na zona Sul e Centro. É importante referir as condições locais

O Verão é mais chuvoso devido a presença da ITCZ e ciclones tropicais que atingem o nosso país e a zona Sul raramente é influenciada sobre estes factores sofrendo a influência dos anticiclones mas as chuvas nessa época do ano são influenciadas pelas frentes frias e depressões.

No Inverno a retirada da ITCZ, acompanhado por deslocamento de anticiclones, diminui a precipitação sobre todo o país. O El Niño pouco influencia na precipitação do Inverno. A variação da precipitação é de 1 mm em Tete(mínimo) e 164 mm em Quelimane (máximo). As variações são maiores e aumentam ao longo do litoral do Sul para o Norte e diminui a medida que se vai para o interior. As maiores variações de cada zona do Sul para o Norte: Maputo, Beira e Quelimane.

6.2- TEMPERATURA

As temperaturas em Janeiro e Julho têm uma distribuição assimétrica, variando entre 25°C a 30°C e 19°C a 22°C respectivamente. O valor mais frequente de temperatura em Janeiro é 27°C e em Julho 22°C. Os meses com temperaturas mais baixas JJA e altas DJF, variando entre 14°C a 24°C e 26°C a 31°C respectivamente. A temperatura diminui a medida que se vai para interior, devido o relevo, sendo assim as temperaturas de Chimoio e Lichinga as mais baixas do país, e as temperaturas de Tete são as mais altas. A temperatura aumenta do sul para o norte, os meses mais quentes são Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março em todas as estações excepto as de Chimoio e Lichinga. A temperatura varia entre 0.04°C a 2°C, as maiores variações ocorrem em Tete e Quelimane. As menores variações ocorrem na zona norte e a zona sul a variação é aproximadamente a 1°C.

A correlação é negativa entre o índice de temperatura do Verão com o SOI de DJF na zona Norte e positiva na região do Sul e Centro. Enquanto que a correlação com o SOI de SON é negativa em todo o país.

O índice de temperatura de Inverno com SOI de DJF e SON, com desfasamento de 6 a 9 meses respectivamente a correlação é negativa.

Durante o ENSO, as temperaturas são altas e as sua variações são também maiores. A zona Centro do país em particular em Tete, regista-se as maiores variações, em seguida a zona Norte e por último na zona Sul.

6.3- PRESSÃO

A pressão tem uma distribuição assimétrica, quase em todo o país, variando entre 1000 hPa a 1020 em Janeiro e 1016 hPa a 1023 hPa para o mês de Julho, valores aceites, de acordo com valores médios, teóricos de pressão, tanto em Janeiro como em Julho, para zonas tropicais.

A pressão de Verão e Inverno, correlaciona negativamente com SOI de MAM com desfasamento de 9 a 3 meses respectivamente. A pressão de Verão varia muito pouco durante o ENSO principalmente na zona Norte.

6.4- VENTO

A distribuição de frequências em Janeiro e Julho é uma distribuição assimétrica, em todo o país variando entre 2 Km/h e 12 Km/h, em Janeiro com mais frequências o vento de 7 Km/h para a zona sul .6Km/h a 15 Km/h para a zona Centro. Na Beira regista-se o maior vento de 15 Km/h, provavelmente esteja relacionado com ciclone.

Durante o inverno a zona norte regista-se menos variações do vento enquanto que a zona sul e centro há maiores variações, sendo os meses com maior variação entre Setembro a Novembro..

CAPÍTULO 7

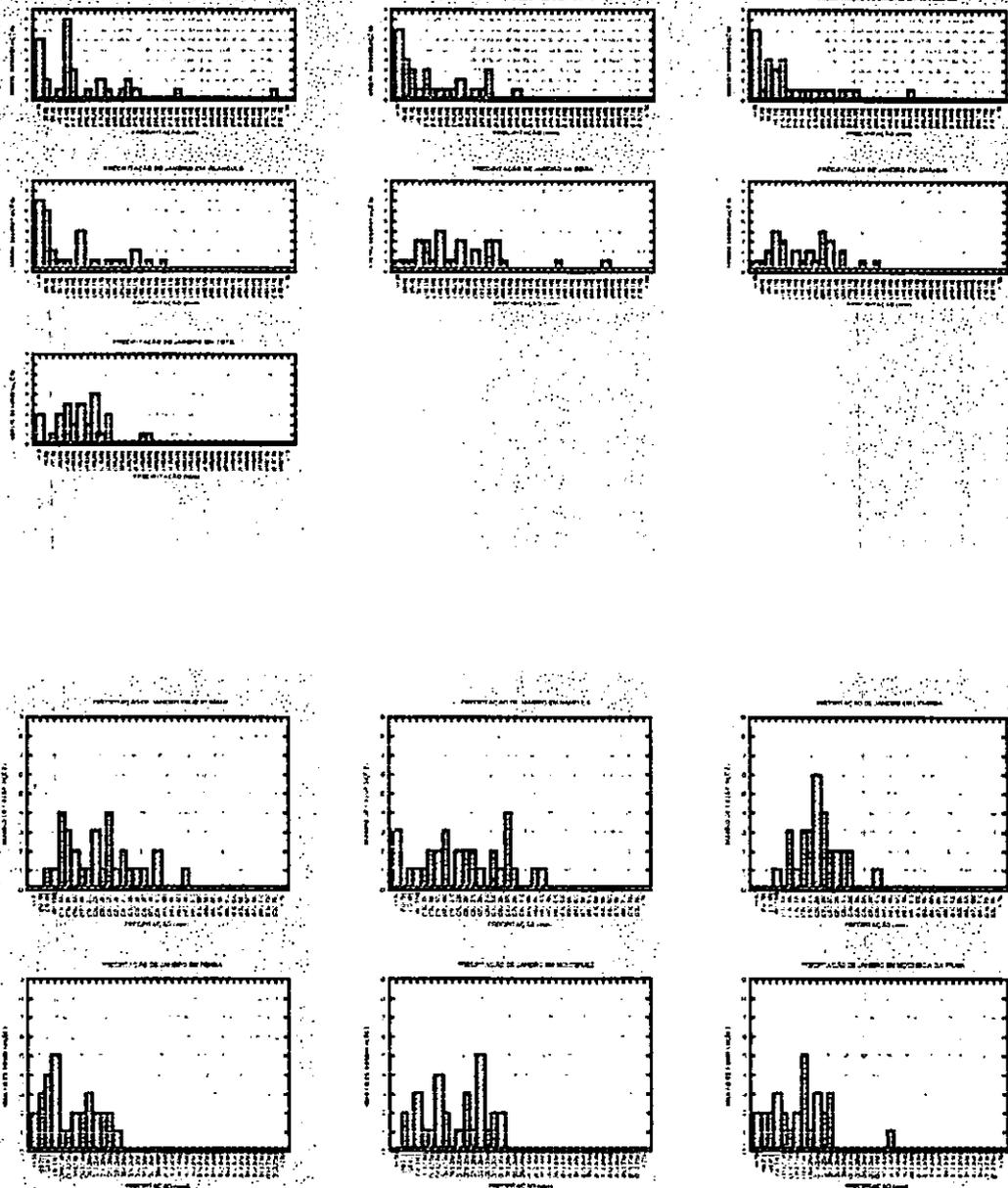
BIBLIOGRAFIA

- ALLAN, Robert de et al. "Sea level and Rainfall correction in Australia. Tropical Link". Volume 3. Nº.8. August 190.
- ANTUNES, João." *Ensino secundário 10º ano*". Pontencializar os recursos, realidades e Utopias. Plátano Editora.
- BICHE, João de et al (1984). *Notas preliminares sobre o estudo da seca em Moçambique entre 1980-1983*.
- COUTINHO, Miguel (19970): "As circulações atmosféricas de Mesoscala na costa portuguesa". Aplicação da teoria transiente da turbulência.
- ELDIN, M. "A system of agroclimatic Zoning to evaluate climatic potencial for crop production In: *casack, Df. Agroclimatic information for development. Reviving the green Revolution*". Boulder, colorado, westvian. 83-91 pp.
- GEIGER, Rudolf (1961). "Manual de Microclimatologia". O clima da camada de ar junto ao solo, 4ª edição 1961.
- HILANDER, S. George (1965). *El niño, La niña and the Southern Oscillation*, London sydney Tokyo Toronto. Volume 46, in international, geophysical series.
- Météo-France (la Réunion), (1994). *Saison cyclonique 1993-1994 das le sudouest de l'océan Indien. Centre des cyclones tropicaux de la Réunion*. 107 p.
- JÚNIOR, Paulo Silva de et al. *Curso de estatística*, volume 1. Editora universitária. Universidade Federal de Pelotas.
- LOWRY, W (1971). Para organização meteorológica mundial. "Volume II do compêndio para formação profissional de pessoal de meteorológico da classe IV". Instituto nacional de meteorologia e geofísica. Lisboa. Portugal.
- FÁRIA, José Mendes da Rocha de et al (1965). "Algumas notas sobre o clima de Moçambique".
- FEREIRA, T. c (1983). "A study of the water vapour Balance off S". Africa. junho 1983.
- GONÇALVES, Carlos A. "Clima da província de Moçambique". Características do regime da precipitação na região do sul do Save.
- MORGAN (1986). "226 Meteorology the atmosphere and the Science of Weather". The niño of 1982-1983.
- NATÁRIO, Agostinho Pereira. "Condições meteorológicas predominantes na província de Moçambique". Serviço de meteorologia de Moçambique.

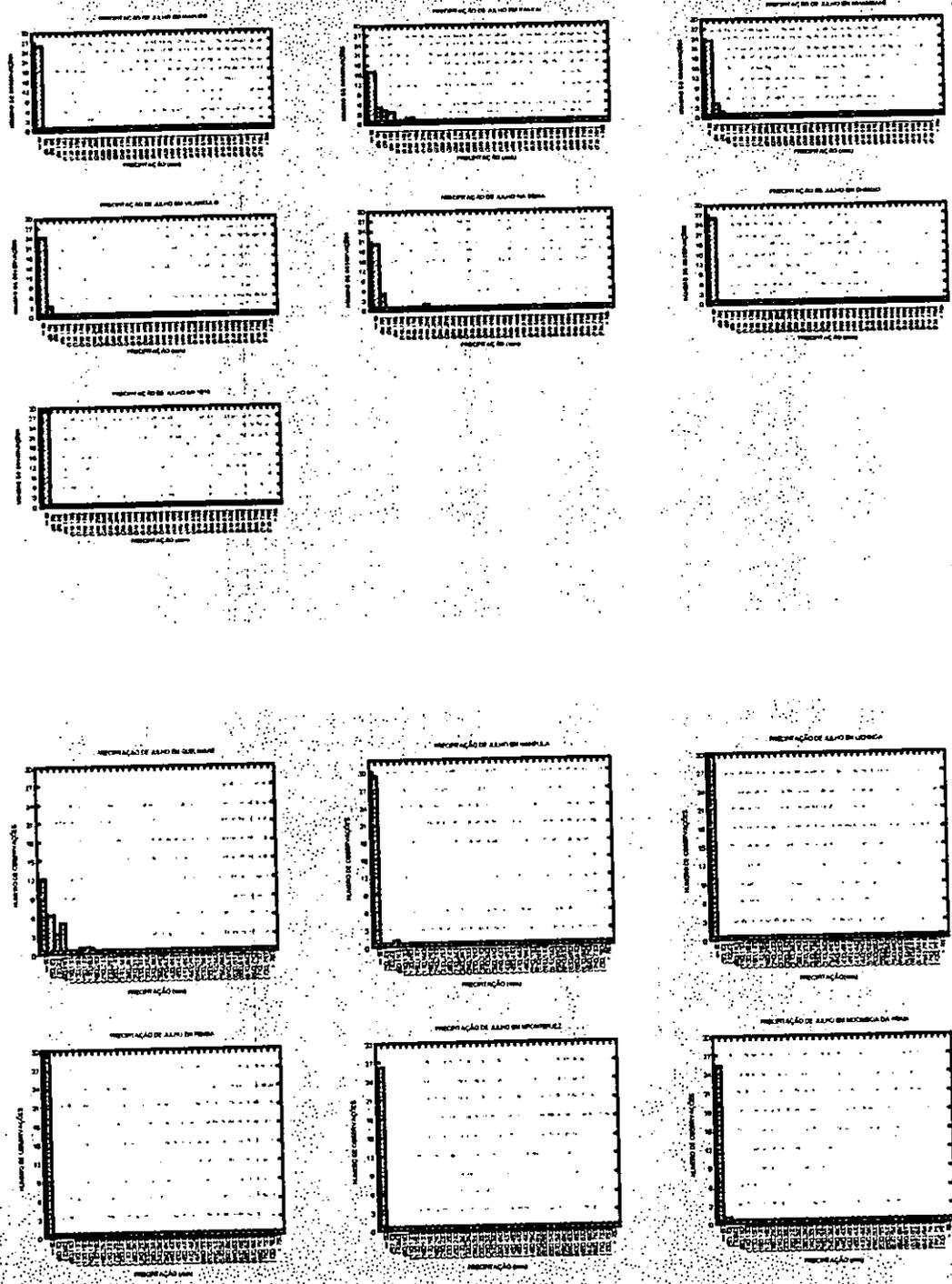
- PEREIRA, Maria Margarida Sena Belo Santos (1997). "*Contribuição para o estudo da influência na península Ibérica do fenómeno ENSO, durante o inverno do hemisfério norte*".
- PRESTON- WHYTE, Ra Tyson, PD 1993. "*The atmosphere and weather of southern Africa, Oxford university press*". Cape Town. 374.p.
- RIEHL, Herbet (1965). "*Meteorologia Tropical*". Rio de Janeiro 1965.
- ROCHA, Alfredo Moreira Caseiro, (PD 1992). "*The influence of global sea Surface Temperatures on Southern African Summer climate*". Universidade de Melbourne. February 1992.
- ROJAS, O de et al (1997). "*Estudo agroclimático da precipitação e sua aplicação na segurança alimentar*".
- ROPELEWSKI, cf; and M.s. Halpert (1987). "*Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern oscillation*". Mon. Wea. Ver, 115, 1906-1626.
- SANTO, Tomas Ribelo do Espirito (1955). "*Ensaio para o estudo do clima na província de Moçambique*". Aplicação da nova classificação de Thornthwaite.
- SILVA, Maria Teresa Francisco (1997). "*A cultura algodoeira em Moçambique*". Universidade .
- SPIEGEL, Marray R, Schaums. "*Outline of theory and problems of Statistics in si Units*". First Edition.
- WIIN, Aksel de at al (1973). Compendium of Meteorology . Volumel. Partel. "*Dinamic Meteorology*". WMO N°. 364. Geneva-Switzerland 1973.

ANEXOS

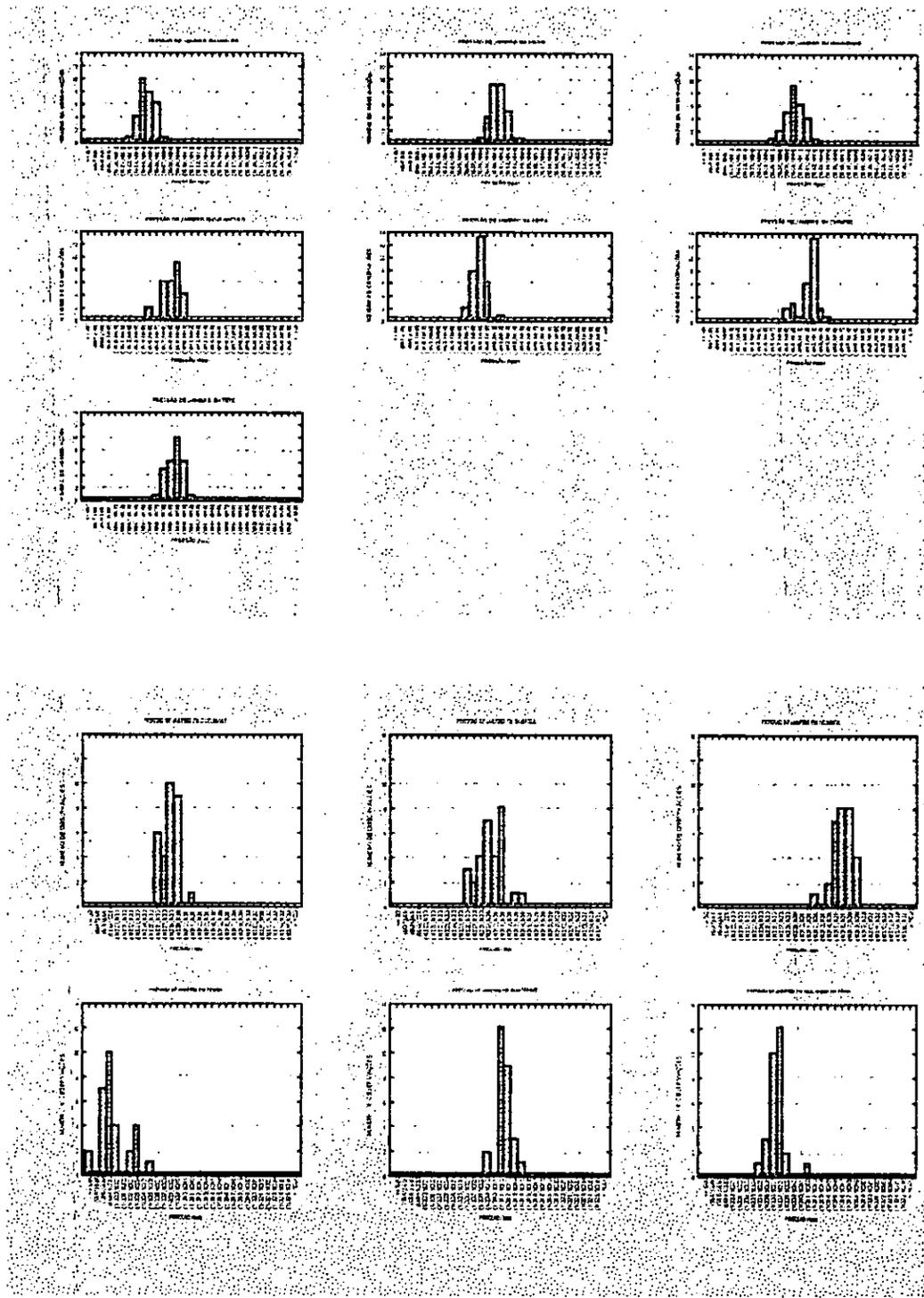
Anexo VII: Fig2. Frequências da Precipitação de Janeiro nas regiões do Sul, Centro e Norte entre 1966-1995



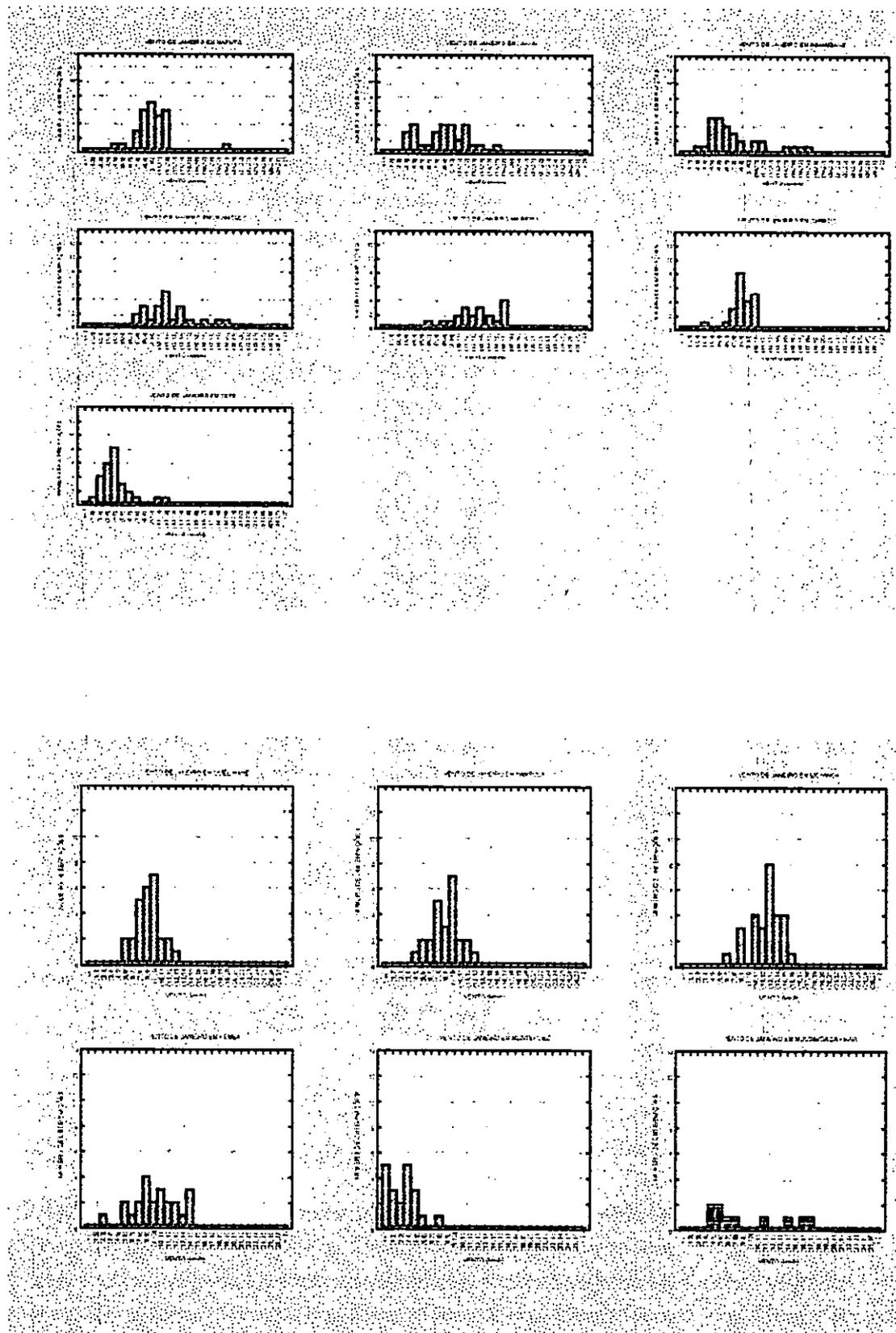
Anexo VIII: Fig3. Frequências da Precipitação de Julho nas regiões do Sul, Centro e Norte entre 1966-1995



Anexo XI: Fig 6. Frequências de Pressão de Janeiro nas regiões do Sul, Centro e Norte entre 1966-1995



Anexo XIII: Fig 9. Frequências de Vento de Janeiro nas regiões do Sul, Centro Norte entre 1966-1995



Anexo XIV: Fig 9. Frequências do Vento de Julho nas regiões do Sul, Centro e Norte entre 1966-1995

