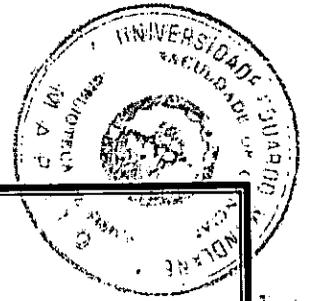


F15.03



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS**

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Trabalho de Licenciatura

**“PROGNÓSTICO DOS RENDIMENTOS QUALITATIVOS DO
MILHO NA AGRICULTURA DE SEQUEIRO EM MOÇAMBIQUE”**



Autor:

José Sawanguane

Maputo, Setembro de 2005



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Trabalho de Licenciatura

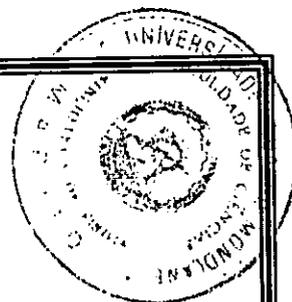
**“ PROGNÓSTICO QUALITATIVOS DOS RENDIMENTOS DO
MILHO NA AGRICULTURA DE SEQUEIRO EM MOÇAMBIQUE”**

AUTOR: José Sawanguane

SUPERVISOR: Eng^o Domingos Mosquito Patrício

CO-SUPERVISOR: Eng^o Raul Diogo Cumba

Maputo, Setembro de 2005



Dedicatória

Dedico aos meus pais Fernando Tinosse e Maria José, em especial a minha namorada Alcida Armando Duvane e meu filho Hernandes José Sawanguane.

Agradecimentos

Em primeiro lugar eu gostaria de agradecer ao meu Supervisor Eng. Domingos Mosquito Patricio, ao meu Co-Supervisor Eng. Raul Diogo Cumba e dr. Cláudio Moisés Paulo pelos ensinamentos e as valiosas sugestões que me deram para o delineamento do trabalho.

Agradeço a todos docentes da faculdade de Ciências, em especial aos de Departamento de Física e aos meus colegas do curso, pelos ensinamentos e auxílios que me prestaram.

O meu agradecimento é extensivo ao dr. Benzane e dr. Fato do INIA, assim como para os trabalhadores do MADER e do INAM, pela ajuda e interesse que mostraram no presente estudo e os esforços desenvolvidos para a sua publicação.

De igual modo agradeço aos meu amigo Gilberto Nhampure pela cedência gentil do computador e Titos Mondlane pelo auxílio prestado na preparação do trabalho final.

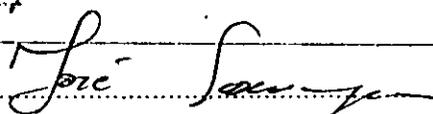
Guardo um sentimento de gratidão aos meus pais e da minha família por todo tipo de ajuda e carinho que sempre me deram.

A todos, agradeço a colaboração que me deram na execução do presente trabalho por meio de actos e ideias.

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que os resultados obtidos são creíveis e da minha inteira responsabilidade.

Maputo, Setembro de 2005



(José Sawanguane)

Resumo

Apresenta-se neste trabalho um prognóstico dos rendimentos qualitativos do milho na Agricultura de sequeiro em Moçambique. Para a concretização dos objectivos, foi escolhido o período compreendido entre 1974 e 2003 e feita a manipulação dos dados usando dois pacotes estatísticos (Excel e AgroMetShell).

Na zona Sul o início da época chuvosa varia entre a terceira década de Outubro e a terceira década de Novembro. O fim da época chuvosa varia entre a terceira década de Fevereiro e a segunda década de Abril.

Na zona Centro o início da época chuvosa varia entre a terceira década de Outubro e a terceira década de Novembro. O fim da época chuvosa varia entre a primeira década de Março e a terceira década de Abril.

Na zona Norte o início da época chuvosa varia entre a segunda década de Novembro e a primeira década de Dezembro. O fim da época chuvosa varia entre a terceira década de Março e a terceira década de Abril.

~~Existe uma estreita relação entre as características da época chuvosa representadas pela~~ quantidade e distribuição da precipitação e os rendimentos do milho em Moçambique. A precipitação durante campanha agrícola, é duma forma geral, mal distribuída principalmente na zona Sul, onde os rendimentos esperados são baixo. Entretanto, na zona Centro e Norte, a precipitação não está tão mal distribuída como acontece na zona Sul, para os quais os resultados mostram rendimentos esperados médios.

Propõe-se com este trabalho desenvolver o modelo de regressão liner, determinar evapotranspiração actual, continuar com o estudo utilizando mais estações meteorológicas com melhor representatividade e em zonas agro-ecológicas.

Termos Técnicos e Abreviaturas

AMS - AgroMetShell

ENSO - El Niño-Oscilação Sul

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

IOS - Índice de Oscilação Sul

ISNH - Índice de Satisfação das necessidades Hídricas

INAM - Instituto Nacional de Meteorologia

INIA - Instituto Nacional de Investigação Agronómica

MADER - Ministério de agricultura e Desenvolvimento Rural

Km - quilómetros

m - metros

mm - milímetros

h - horas

°C - graus Celsius

% - por cento

dec - década (período de 10 dias)

ton - toneladas

ha - hectares

Jan - Janeiro

Fev - Fevereiro

Mar - Março

Abr - Abril

May - Maio

Jun - Junho

Jul - Julho

Agu - Agosto

Sep - Setembro

Out - Outubro

Nov - Novembro

Dec - Dezembro

Lista de Figuras

Figuras	Páginas
Figura 4.1: Precipitação em função das Décadas na zona Sul.....	37
Figura 4.2: Precipitação em função das Décadas na zona Centro.....	38
Figura 4.3: Precipitação em função das Décadas na zona Norte.....	39
Figura 4.4: Representação da análise do ISNH da cultura do milho na zona Sul.....	41
Figura 4.5: Representação da análise do ISNH da cultura do milho na zona Centro.....	41
Figura 4.6: Representação da análise do ISNH da cultura do milho na zona Norte.....	42
Figura 4.7: Distribuição do ISNH pelas zonas Sul, Centro e Norte.....	42

Lista das Tabelas e Mapas

Tabelas.....	páginas
Mapa 2.1: Mapa de Moçambique na sua zona da África Austral.....	15
Tabela I: Estações Meteorológicas utilizadas no estudo.....	35
Tabela II: Relação entre o ISNH e o Rendimento esperado.....	33
Tabela III: Análise do ISNH da cultura do milho na zona Sul.....	43
Tabela IV: Análise do ISNH da cultura do milho na zona Centro.....	44
Tabela V: Análise do ISNH da cultura do milho na zona Norte.....	44

Anexos

Anexo I: ISNH das campanhas agrícolas compreendidas entre 1974/75 a 2002/03 de todas as Estações Meteorológicas.

Anexo II: Parâmetros das Culturas de todas as Estações Meteorológicas.

Anexo III: Dados Decendiais de Precipitação Actual (em mm) de todas as estações Meteorológicas.

Anexo IV: Dados Decendiais de Precipitação Normal (em mm) de todas as Estações Meteorológicas.

Anexo V: Dados Decendiais de Evapotranspiração Normal (em mm) de todas as Estações Meteorológicas.

Anexo VI: Dados Decendiais de Precipitação Média (em mm) de todas as Estações Meteorológicas.

Anexo VII: Mapa que ilustra a distribuição espacial da precipitação em Moçambique.

Índice

Índice.....	Páginas
Contra-capa.....	I
Dedicatória.....	II
Agradecimento.....	III
Declaração de Honra.....	IV
Resumo.....	V
Termos Técnicos e Abreviaturas.....	VI
Lista de Figuras.....	VII
Lista de Tabelas e Mapas.....	VIII
Anexos.....	IX
Capítulo I.....	13
Introdução e Objectivos.....	13
1.1 Introdução.....	13
1.1.1 Problema de Estudo.....	14
1.1.2 justificação do Estudo.....	14
1.2 Objectivos.....	14
1.2.1 Objectivo Geral.....	14
1.2.2 Objectivos Especificos.....	14
Capítulo II.....	15
Revisão Bibliográfica.....	15
2.1 Área de Estudo.....	15
2.1.1 Situação Geográfica.....	15
2.1.2 Solos.....	16
2.1.3 Clima.....	16
2.2 Precipitação.....	17
2.2.1 Conceito e Classificação de Precipitação.....	17
Trabalho de Licenciatura.....	X
José Sawanguane.....	

2.2.2 Formação da precipitação.....	18
2.2.3 Tipos de precipitação.....	18
2.2.3.1 Precipitações Convectivas	18
2.2.3.2 Precipitações Orográficas	19
2.2.3.3 Precipitações Ciclónicas ou Frontais	19
2.2.4 Variabilidade da Precipitação em Moçambique.....	20
2.2.5 Factores que Influenciam a Precipitação e a sua Variabilidade.....	20
2.2.5.1 Fenómeno El-Niño Oscilação Sul (ENSO).....	20
2.2.5.2 Ciclones Tropicais.....	21
2.2.5.3 Anticiclones.....	21
2.2.5.4 Frentes Frias.....	22
2.2.5.5 Baixas Costeiras.....	22
2.2.5.6 Zona de Convergência Inter tropical.....	23
2.2.5.7 Orografia.....	24
2.2.5.8 Latitude.....	24
2.2.5.9 Continentalidade.....	24
2.2.5.10 Correntes Marítimas.....	25
2.2.6 Relação entre a Precipitação e as plantas.....	25
2.2.7. Análise da Precipitação.....	27
2.3 A Cultura do Milho.....	27
2.3.1 Preferência das Variedades do Milho.....	28
2.4 Modelos Estatísticos.....	29
2.4.1 O modelo FOAINDEX.....	29
2.4.1.1 Apresentação.....	29
2.4.1.2 Procedimento do Modelo.....	29
2.4.1.3 Dados de Entrada para o Modelo.....	30
2.4.2 AgroMetShel I.....	31

Capítulo III	32
Materiais e Métodos	32
3.1 Materiais	32
3.2 Métodos.....	33
3.2.1 Distribuição temporal da precipitação em Moçambique.....	33
3.2.2 Distribuição espacial da precipitação em Moçambique.....	34
3.2.3 Índice de Satisfação das Necessidades Hídricas da cultura (ISNH).....	34
3.2.4 Relação entre o ISNH e Rendimentos do milho.....	34
Capítulo IV	36
Resultados e Discussão	36
4.1 Distribuição temporal da Precipitação.....	36
4.2 Distribuição espacial da precipitação de Outubro a Março.....	39
4.3 Cálculo do ISNH da cultura do Milho.....	40
4.4 Relação entre o ISNH e Rendimentos.....	43
Capítulo V	46
Conclusões e Recomendações	46
5.1 Conclusões.....	46
5.2 Recomendações.....	47
<hr/>	
Referências Bibliográficas	48

Capítulo I

Introdução e Objectivos

1.1 Introdução

A produção agrícola no país é limitada por diferentes factores dentre os quais destacam-se a escassez e a irregularidade da precipitação de época para época, influenciando assim os rendimentos das culturas (Lúcio, 1995).

O conhecimento da variabilidade da precipitação é extremamente importante, pois que, ela constitui um dos principais factores responsáveis pelas amplas flutuações da produção agrícola, sobre os países onde se pratica em grande escala a agricultura de sequeiro (Frere e Popov, 1986).

Nas condições de sequeiro, a precipitação é a principal fonte de água para as culturas. Ela pode influenciar directa ou indirectamente no crescimento da planta e desenvolvimento da mesma, através das modificações que pode provocar sobre o solo, desempenhando um grande papel na meteorização do solo com toda sua importância física, química e biológica para a vida das plantas (Frere e Popov, 1986).

Segundo Rojas e Amade (1996), a água é um constituinte básico das células e responsável pela manutenção da rigidez de toda a planta.

Em Moçambique a precipitação é um dos parâmetros do clima que com maior frequência limita o desenvolvimento das culturas. A sua distribuição (alternância da estação seca com a chuvosa) é muito desigual e a sua variabilidade intra-anual é grande (Rojas e Amade, 1996).

1.1.1 Problema do Estudo

O presente trabalho analisa a cultura do milho em regime de sequeiro por ela representar a principal cultura no sector familiar e constituir uma das maiores fontes da segurança alimentar no país.

1.1.2 Justificação do Estudo

Sabendo que o milho é um dos principais cereais cultivados em Moçambique, sendo extremamente sensível às variações climáticas e que a água tem um papel importante na sua vida, é de grande importância se criarem bases para o prognóstico dos rendimentos qualitativos do milho na Agricultura de sequeiro.

1.2 Objectivos

O trabalho é constituído por um objectivo geral e quatro objectivos específicos.

1.2.1 Objectivo geral

- Relacionar o Índice de satisfação das Necessidades Hídricas da cultura (ISNH) com os rendimentos esperados do milho.

1.2.2 Objectivos específicos

- Fazer a distribuição temporal da precipitação em Moçambique.
- Fazer a distribuição espacial da precipitação total de Outubro a Março para Moçambique.
- Calcular o Índice de satisfação das Necessidades Hídricas da cultura (ISNH).
- Relacionar o Índice de satisfação das Necessidades Hídricas da cultura (ISNH) com os rendimentos esperados do milho

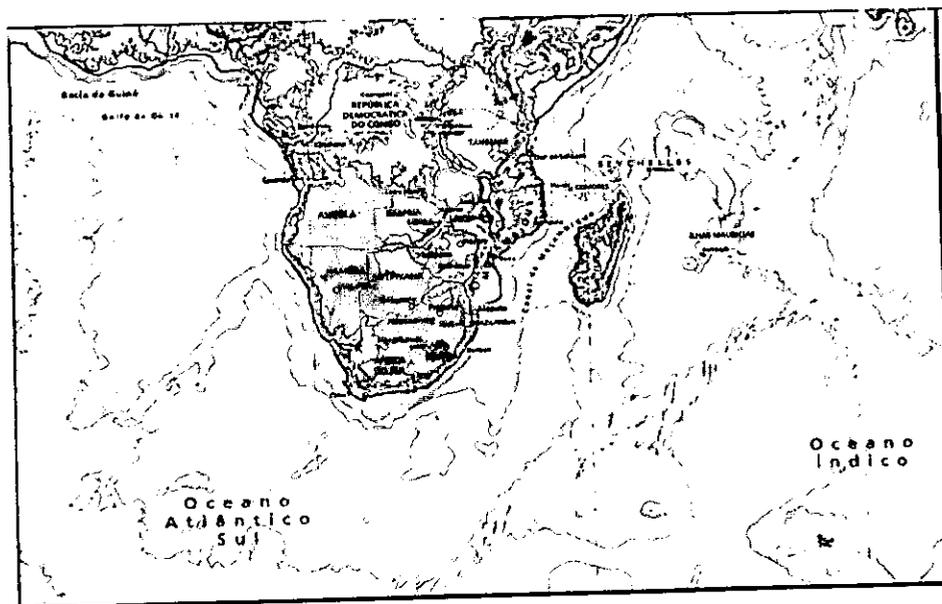
Capítulo II

Revisão Bibliográfica

2.1 Área de Estudo

2.1.1 Situação Geográfica

Moçambique situa-se na costa Oriental da África Austral, entre as latitudes $10^{\circ}27'$ e $26^{\circ}52'$ Sul, entre as longitudes $30^{\circ}12'$ e $40^{\circ}51'$ Este, desde a zona equatorial de baixas pressões até à zona de anticiclones subtropicais do hemisfério Sul. O país ocupa uma superfície de 799.380 Km^2 dos quais 786.380 Km^2 constituem terra firme. É a Este banhado pelo Oceano Índico e tem fronteiras terrestres com a Tanzânia, Zâmbia e Malawi a Norte, Zâmbia a Oeste, África do Sul e Suazilândia a Sul. A costa tem o comprimento de cerca de 2700 Km (Pereira, 1998).



Fonte: (GeoAtlas, 1992)

Mapa 2.1: Mapa que ilustra a localização de Moçambique na zona da África Austral.

2.1.2 Solos

Os solos de melhor potencial agrícola encontram-se nas terras a Norte de país. Os solos nas zonas montanhosas são em geral de textura ligeiramente argilosas com uma fertilidade natural elevada. No Sul, à excepção das planícies juntos dos rios, os solos são na sua maioria arenosos, de baixa fertilidade e retenção de água (Bueno, 1991).

2.1.3 Clima

Ao conjunto dos elementos meteorológicos, num dado momento, damos o nome de tempo e, aos valores predominantes destes mesmos elementos durante um certo intervalo de tempo (30 anos) damos o nome de clima (Soares, 1964).

O clima de Moçambique é fortemente influenciado pelos ventos alísios e pelas correntes marítimas do Índico Sul. As quatro estações das zonas temperadas são mal definidas, sendo preferível reunir em dois períodos: Verão (época quente ou chuvosa) e Inverno (época fria ou seca). O regime pluvial é ciclónico, chovendo com a passagem das depressões, tendo no entanto o aspecto de um regime tropical (Azevedo, 1946).

O período húmido de modo geral ocorre entre Outubro e Abril e está perfeitamente definida, sendo a transição muito nítida.

A época seca ocorre entre Maio e Setembro e não é facialmente delimitada, sendo particularmente difícil para algumas zonas indicar qual o período de transição para o período húmido (Azevedo, 1946).

2.2 Precipitação

2.2.1 Conceito e Classificação de Precipitação

Segundo Peixote (1973) precipitação é a deposição de água no globo terrestre, proveniente da atmosfera; pode efectuar-se no estado líquido ou sólido.

De acordo com o mesmo autor, constata-se que as formas mais significativas da precipitação são o chuvisco, a chuva, o aguaceiro a neve, o granizo e a saraiva que resultam de processos termodinâmicos que se verificam nos sistemas nebulosos.

A precipitação no estado líquido, classifica-se de acordo com as dimensões das gotas predominantes, as quais influenciam a sua intensidade. Assim, a precipitação classifica-se em:

- O chuvisco é a precipitação uniforme, constituída por gotas de água líquida de diâmetro em regra não inferior a 0.5 mm. Tem a sua origem em nuvens estratificadas, designadamente estratos, estratocumulos e mais raramente de nimbostratos e altostratos e a intensidade é geralmente inferior a 1 mm/h (Peixote, 1973).
- A chuva é a precipitação no estado líquido que ocorre de forma contínua, em que as gotas têm diâmetro geralmente superior a 0.5 mm; esta forma de precipitação está associada a nuvens médias estratificadas (nimbostratos e altostratos). A chuva classifica-se em fraca quando a intensidade é inferior a 2.5 mm/h moderada para valores de 2.5 a 7.5 mm/h e forte quando a intensidade é superior a 7.5 mm/h (Peixote, 1973).
- Os aguaceiros correspondem a uma forma de precipitação caracterizada por se iniciar e terminar bruscamente e com duração que não ultrapassa 30 a 60 minutos. A intensidade dos aguaceiros pode ser muito variável dependendo essencialmente da intensidade do vapor de água, mas a quantidade total de precipitação de aguaceiro pode atingir 70 a 100 mm. Aos aguaceiros mais intensos estão frequentemente associados aos fenómenos eléctricos que se manifestam nas trovoadas através dos relâmpagos (Peixote, 1973).

2.2.2 Formação de Precipitação

A formação de precipitação segue o seguinte processo: o ar húmido das camadas baixas da atmosfera é aquecido por condução, torna-se mais leve que o ar das vizinhanças e ascende adiabaticamente, expandindo-se e resfriando-se (1° C por 100 metros) até atingir a condição de saturação, ao que se seguirá a condensação de vapor de água em forma de minúsculas gotas, que são mantidas em suspensão como nuvens ou nevoeiro. Estas gotas entretanto não possuem massa suficiente para vencer a força do ar, sendo mantidas em suspensão, até atingirem um tamanho suficiente para precipitar (Peixote, 1973).

2.2.3 Tipos de Precipitação

Com base no fenómeno meteorológico que lhes está associado, as precipitações classificam-se em precipitações Convectivas, Orográficas e Ciclónicas ou Frontais (Lencastre e Franco, 1992).

2.2.3.1 Precipitações Convectivas

Quando em tempo calmo, certas massas de ar, na vizinhança do solo, são aquecidas pelas radiações solares, directamente ou através do próprio solo, dilatam-se, tomam um movimento ascensional e, ao encontrarem camadas superiores da atmosfera mais frias, ocasionam a condensação do vapor de água, dando origem à formação de nuvens convectivas. Se o movimento ascensional inicial for intenso e durar tempo suficiente, o sistema de nuvens assim formado pode atingir zonas de temperaturas baixas e turbulência forte, capaz de dar início à chuva. Estas precipitações resultam, portanto, do tempo quente e são geralmente acompanhadas por trovoadas. Dão normalmente origem a chuva e só ocasionalmente ao granizo. São mais frequente nas regiões tropicais, ocorrendo também, nos períodos quentes, nas regiões temperadas (Lencastre e Franco, 1992).

2.2.3.2 Precipitações Orográficas

Quando os ventos marítimos, carregadores de humidade, atingem uma cadeia montanhosa, tem tendência a se elevarem e conseqüentemente, a arrefecerem, dando origem a nuvens e permitindo o início das precipitações. O arrefecimento pode também se dar em contacto com o solo, que, no Inverno está mais frio que o mar.

Estas precipitações tomam a forma de chuva ou neve sobre as vertentes viradas ao vento (barlavento). Nas vertentes de sotaventos (do lado contrário ao vento), o ar descendente aquece por compressão e a sua humidade relativa reduz-se, criando zonas de fracas precipitações, e podendo mesmo originar zonas semi-áridas (Lencastre e Francos, 1992).

2.2.3.3 Precipitações Ciclónicas ou Frontais

A precipitação associada à aproximação e passagem da depressão designa-se precipitação ciclónica, visto ter como origem a ascendência que resulta da convergência horizontal do ar associado ao movimento ciclónico em torno do centro da depressão. Quando as depressões têm superfícies frontais associados a precipitação, toma a designação de frontal (Peixote, 1973).

Segundo Peixote (1973), a precipitação é em regra inicialmente fraca, tornando-se moderada à aproximação de frente quente à superfície e tem carácter contínuo.

A precipitação associada à aproximação a passagem da superfície frontal fria é em regra chuva forte, sendo acompanhada de aguaceiros que vão aumentando ainda mais a sua intensidade. A precipitação associada às depressões frias extra-tropicais ocorre numa forma generalizada em toda a extensão circulação ciclónica sob a forma de chuva, ou de neve nas latitudes altas de intensidade moderada mas em regra de grande duração.

As depressões tropicais dão origem a precipitação em regra mais intensa chegando a atingir valores de 300 a 400 mm em períodos de 12 a 24 horas.

2.2.4 Variabilidade de Precipitação em Moçambique

Embora seja importante o conhecimento dos valores médios da quantidade de precipitação anual mensal e sazonal, estes não dão a variação que essa quantidade está sujeita de ano para ano. No entanto em algumas regiões do globo essa variação é relativamente pequena coincidindo geralmente com as regiões mais pluviosas do globo, noutras essa variação é muito acentuada, designadamente em regiões áridas (Cunha, 1972).

Para a zona Norte, temos uma variação inter-anual de precipitação homogénea e existe uma cobertura total das necessidades hídricas das culturas e amplitude entre o valor máximo e mínimo é pequeno. Para zona Centro e Sul a variação não é homogénea, havendo anos em que podem ocorrer cheias e anos em que podem ocorrer secas. A diferença entre a zona Centro e Sul tem a ver com a amplitude entre o máximo e mínimo, onde para a zona Centro é grande e para zona Sul é pequena (Rojas e Amade, 1996).

2.2.5 Factores que Influenciam a Precipitação e a sua Variabilidade em Moçambique

Os factores que originam a variabilidade de precipitação em Moçambique são: O fenómeno El Niño-Oscilação Sul (ENSO), Ciclones Tropicais, Anticiclones, Frentes Frias, Baixas Costeiras, Zonas de Convergência Intertropical (ZCIT), Orografia, Latitude, Continentalidade e Correntes Marítimas.

2.2.5.1 O Fenómeno El Niño-Oscilação Sul (ENSO)

A precipitação sobre a África Austral apresenta grande variabilidade, tanto espacial como temporal, fortemente condicionada por um fenómeno oceânico-atmosférico, denominado El Niño-Oscilação Sul (Rojas e Amade, 1997).

O fenómeno oceânico como El Niño é o aquecimento anormal das águas do Pacífico Equatorial, como consequência dos índices negativos da Oscilação Sul. Devido a estreita relação entre o El

Niño e a Oscilação Sul, os dois fenómenos são conhecidos em forma conjunta como episódio El Niño - Oscilação Sul (ENSO) (Ferreira, 1995).

Um episódio quente do ENSO, em que o IOS é negativo, conduz a uma alteração no comportamento de precipitação através do mundo ao que associam os níveis baixos de precipitação na África Austral incluindo Moçambique, com efeitos negativos notórios na zona Sul do país. Porém, o impacto final do ENSO não só exerce sobre a precipitação na África Austral mas também sobre outros factores regionais tais como o regime das temperaturas da superfície da água no Oceano Índico (Rojas e Amade, 1997).

2.2.5.2 Ciclones Tropicais

Os Ciclones ou Depressões, são principalmente de dois tipos: Tropicais e Extra tropicais. Ciclones Tropicais, são zonas de baixas pressões com características dinâmicas, movimentando ar húmido e quente horizontalmente. A estação ciclónica estende-se do mês de Novembro até Abril. Em média três a cinco Ciclones podem entrar ou formar-se no canal de Moçambique durante o ano. Quando um ciclone Tropical passa num local a pressão pode baixar 50 hecto pascal, em cerca de 20 horas, até um mínimo de cerca de 960 hecto pascal, valores dramáticos, quer para as dimensões, quer para a rapidez da modificação que indicam velocidades do vento. Este fenómeno produz grande quantidade de precipitação sobre o país em que na agricultura, dependendo da intensidade de fenómeno, estes podem ser favorável (proporcionando chuva) ou desfavoráveis (provocando cheias e destruições) (Rojas e Amade, 1996).

2.2.5.3 Anticiclones

Segundo Atkinson e Gadd (1986), Anticiclones são áreas de pressão alta em torno dos quais o vento sopra no sentido do movimento dos ponteiros do relógio no hemisfério Norte e em sentido contrário no hemisfério Sul.

Reconhecem-se três tipos de Anticiclones. Primeiro, altas subtropicais, que são sistemas vastos e muito profundos na atmosfera, situados a cerca de 30^o em cada hemisfério e aproximadamente

elíptico, com o eixo maior ao longo das latitudes, são formas persistentes que mantêm numa carta de valores médios da pressão. Em segundo lugar, as altas polares continentais, que ocorrem nos continentes do Norte, no Inverno contém ar muito frio, -3°C , ou mais frio, e tem somente 2,4 a 3,3 Km de espessura. Em terceiro lugar, altas que se formam entre Ciclones, frequentemente como cunhas, ou cristas, relativamente fracas (Atkinson e Gadd, 1986).

Segundo o mesmo autor, estes tipos de ar subsidente tendem a contrariar, mas não evitam totalmente, o crescimento de nuvens. Por isso os Anticiclones estão sempre associados a céu limpo e boa insolação.

2.2.5.4 Frentes Frias

Quando duas massas de ar com características diferentes entram em contacto, as mesmas não se misturam, ou misturam-se lentamente, formando uma linha de separação chamada zona frontal. A linha de intersecção desta zona com a superfície terrestre chama-se frente.

As Frentes Frias do Sul são massas de ar que se formam na superfície Polar Sul, elas têm migração periódica anual com direcção ao Equador. Na sua trajectória, estas massas de ar altamente frias convergem com as massas quentes na Zona de Convergência e formam-se grandes nuvens de desenvolvimento vertical (nuvens convectivas) que provocam precipitações. As Frentes Frias são mais frequentes no Inverno (Junho a Julho), no entanto são responsáveis pela maioria das precipitações que ocorrem no Verão na parte Sul do país, sobretudo na zona costeira (Rojas e Amade, 1996).

2.2.5.5 Baixas Costeiras

As Baixas Costeiras têm 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. Pelo contrário a superfície do solo aquece e arrefece muito rapidamente, pois a baixa condutividade molecular e baixa capacidade térmica dos solos impedem que as variações diurnas da temperatura do ar se

propaguem para as camadas mais profundas do solo. 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 (Ferreira, 1995).

Na transição da estação quente para fresca, no Sul de Moçambique, o tempo é influenciado pelas Baixas Costeiras, que são formadas por volta do paralelo 25^o, deslocam-se ao longo da costa para se dissiparem entre Durban e Maputo, vindo algumas a dissipar-se antes de Inhambane e possivelmente por efeito de 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 de Maputo, a frente quente por vezes lhes está associada e dá lugar à chuva fraca contínua (Ferreira, 1995).

2.2.5.6 Zona de Convergência Inter tropical

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é uma faixa migratória de nuvens a volta do globo onde encontram-se os ventos alísios dos dois hemisférios. Influi directamente no regime pluviométrico de Moçambique principalmente ao Norte do rio Save. No seu movimento para Sul, a ZCIT invade parte Norte de Moçambique, em Novembro e Dezembro, alcançando em Janeiro ou Fevereiro a posição extrema Sul, nas proximidades da Beira.

No seu movimento para Norte, a ZCIT ultrapassa o limite Norte de Moçambique em Março ou Abril. Sobre Moçambique a ZCIT é formada por massas de ar tropical marítimo do anticiclone subtropical do Índico e por massas de ar equatorial transportada pela crista do anticiclone subtropical da arábia Saudita. Estas massas de ar são quente, húmidas e instáveis com nuvens de desenvolvimento vertical que originam aguaceiros e trovoadas ou granizo, principalmente ao entardecer (Benessene, 2002).

2.2.5.7 Orografia

As precipitações podem se formar também devido a fisiografia da região. A sua formação já foi descrita no parágrafo 2.2.3.2 (tipos de precipitação).

Este fenómeno ocorre geralmente nas regiões planálticas do país tais como Sussendenga, Vila Manica, Ribau, Malema, etc. Estes tipos de pluviosidade jogam um papel positivo na prática de agricultura nas regiões planálticas (Rojas e Amade, 1996).

2.2.5.8 Latitude

A precipitação varia com a Latitude devido a disposição dos diferentes centros barométricos que, apesar de ocuparem faixas do globo mais ou menos paralelo ao equador, deslocam-se para Norte e para Sul acompanhando, com ligeiro atraso, o movimento aparente do sol. As áreas do globo com maior nível de precipitação são as regiões equatoriais e as latitudes médias, pois é aí que se localizam os centros de baixas pressões equatoriais e subpolares. Pelo contrário, as áreas com menor valor de precipitação localizam-se nos trópicos e regiões polares, devido á subsidência do ar nos centros de altas pressões (Lowry, 1979).

2.2.5.9 Continentalidade

A precipitação varia também com a proximidade ou afastamento de um lugar em relação ao mar. Os lugares mais próximos do Oceano têm tendência a registar maiores valores de precipitação anual do que os lugares localizados no interior dos continentes. Em Moçambique, a diminuição da precipitação acentua-se com a aumento da Continentalidade na maioria das regiões do vale do Zambeze e Sul do Save, onde a influência do baixo nível dos terrenos, não permite em contrapartida pronunciada influência Orográfica (Benessene, 2002).

2.2.5.10 Correntes Marítimas

A proveniência das Correntes Marítimas vai influenciar a variabilidade das precipitações em Moçambique. Se as Correntes Marítimas forem provenientes das regiões equatoriais e tropicais são quentes, pelo que vão provocar maior humidade do ar originando precipitações mais elevadas nas áreas litorais junto dos quais passam (Lowry, 1979).

2.2.6 Relação entre a Precipitação e as Plantas

A precipitação tem um papel muito importante na vida das plantas, por constituir uma fonte de reposição da água perdida pelos vegetais nos processos fisiológicos como a transpiração, entre outras funções. A água dissolve os principais nutrientes existentes, quer de forma natural ou incorporados e por essa via a planta extrai os elementos de que necessita para os processos que se dão na fotossíntese. Deficiência de água não só prejudica o normal fornecimento da água às plantas, mas também reduz evidentemente o desenvolvimento vegetativo com influência directa sobre o rendimento (Rojas e Amade, 1996).

Segundo Rojas e Amade (1996), a água é um constituinte básico das células em proporção que vai desde 10% a 15% na semente, até 95% de total nos frutos e órgãos em actividade vegetativa. As substâncias que formam o protoplasma (hidratos de carbono, proteínas, ácidos nucleicos) estão hidratadas em seu estado natural; se perdem água ficam afectadas as suas propriedades físicas e químicas.

A água, também é responsável pela manutenção da rigidez das células e portanto de toda a planta. É o meio de transporte das substâncias nutritivas, desde as raízes às folhas e desde estas até aos órgãos de utilização e reserva. É o meio em que se realiza a fecundação e participa na disseminação de alguns esporos, frutos e sementes. Para a germinação, os processos fisiológicos das células vivas tem lugar principalmente em meios aquosos, e a germinação não se pode verificar sem que a semente possa absorver água do ambiente que o rodeia (Rojas e Amade).

Absorção da água inicia uma série de processos físicos e químicos que, na ausência de um factor limitante, resultam na emergência do embrião a partir de semente. O teor de humidade do solo não necessita, porém, de ser elevado para que a germinação se verifique. Quando os níveis de humidade do solo estão na capacidade do campo ou ligeiramente abaixo dela, a germinação de semente é mais rápida, mas a boa germinação de muitas espécies de sementes é a subsequente emergência das jovens plântulas que se podem verificar quando a humidade do solo se encontra em percentagem de emurchecimento permanente ou mesmo ligeiramente abaixo (Meyer et al, 1965).

Segundo Famba (1998), Evapotranspiração é soma de água perdida a partir de superfície do solo descoberto através de evaporação e a perda pelas plantas através de transpiração. A evaporação do solo é incluída porque em muitos casos é a perda inevitável de água que deverá ser repostada pela precipitação ou rega.

A probabilidade de chuva semanal ou decadal que permitirá o acesso a data de sementeira é caracterizada pelo início da estação chuvosa que consiste sempre em alguns eventos dos quais podem ser seguidos por um período de seca depois de estação chuvosa. A década de sementeira nas regiões semi-áridas é geralmente considerada igual àquela em que se observa uma precipitação, igual ou superior a 30mm. Para o cálculo em intervalos semanais ou decadal é equivalente a quantidade de 25mm (Frere e Popov, 1986).

Segundo Rojas (1997) a duração máxima do período de cultivo na agricultura de sequeiro em Moçambique, ocorre na província de Zambézia (250 dias). Na maior parte do território Moçambicano, a duração do período de cultivo está a baixo de 160 dias e as menores durações verificam-se nas províncias de Tete, Manica e Gaza, destacando-se neste última, zona onde o desenvolvimento de maior parte das culturas não é possível em condições de sequeiro, cujo período potencial é inferior a 80 dias.

2.2.7 Análise de Precipitação

Para a análise das precipitações, são necessários parâmetros estatísticos que são medidas utilizadas com a finalidade de condensar a informação e a tendência de um conjunto de dados numéricos, parâmetros tais como a Média, Mediana, Desvio padrão, Variância mínima e máxima de séries (Dantes e Rodrigues, 1980).

2.3 A Cultura do Milho

O milho é uma cultura que pertence a família Gramínea e o seu nome botânico é *Zea mays*, é um cereal importante para o consumo humano e animal cultivando-se para grão e forragem.

O milho produz-se em climas que variam desde zonas temperadas até as zonas tropicais, durante o período em que as temperaturas médias durante a fase vegetativa são superiores a 20°C, as variedades das zonas temperadas tardam a amadurecer variando de 80 a 110 dias e as variedades médias, 110 a 140 dias (Jy e Wibberly, 1979).

O milho é tolerante as condições quentes e secas desde que se disponha de água suficiente para as plantas e, as temperaturas sejam inferiores a 45°C. Em relação à botânica, as flores masculinas aparecem primeiro no topo de planta, e produzem massa de pólen que é espalhado no meio ambiente pelo vento. Flores femininas são produzidas em inflorescência "Spadix" e os seus longos estigmas chegam até ao final destes. Como as flores femininas aparecem depois das masculinas, a polimerização cruzada é geralmente inevitável e a pólen caídos no estigma de inflorescência feminina fertilizará todos os ovários (Joy e Wibberly, 1979).

Os solos argilosos muito densos e solos muito arenosos dificultam o desenvolvimento da cultura de milho. Preferencialmente, o milho desenvolve-se bem em solos bem drenados e arejados, com o lençol freático profundo e um PH óptimo situando-se entre 1 e 7 (Nunes *et al.*, 1985).

Em relação a produção da matéria seca e dentre os cereais, o milho é potencialmente o grão de maior rendimento que usa eficientemente a água. Para uma produção máxima, em cultivo de grão

com ciclo de maturação de 100 a 150 dias, exige entre 500 a 800 mm de água, dependendo do clima (Deorembos e Kassin, 1986).

O sector familiar é o mais importante na produção de milho em Moçambique, pois responde por mais de 90% das áreas cultivadas e do total da produção. Entende-se por camponeses do sector familiar os agricultores pobres que produzem culturas geralmente em condições de sequeiro para sua subsistência. No entanto, os rendimentos neste sector são muito baixos, principalmente em zonas de Centro, Sul e faixa litoral devido, entre outros factores, ao nível tecnológico empregue, aos inúmeros problemas bióticos e abióticos que limitam os rendimentos de milho nestes ambientes (Bueno, 1992).

As áreas geográficas onde se situam as regiões agro-ecológicas com maior potencial de rendimento são as terras de Niassa, Tete, Manica, Zambézia e Cabo Delgado. As áreas de altitude médias destas províncias também apresentam boas condições de produção (Bueno, 1991).

O rendimento médio de milho em Moçambique no sector familiar, é cerca de 0.85ton/ha, considerado extremamente baixo quando comparado com o de África 1.35 ton/ha (Tecnoserve, 1998).

As variedades (cultivares) utilizadas em Moçambique são variedades de polimerização aberta de grão branco. As variedades comerciais mais difundidas em Moçambique são Matuba e Manica, ambas desenvolvidas no INIA (Bueno, 1991).

2.3.1 Preferência das Variedades do Milho

Os camponeses preferem variedades de milho com grão duro do tipo "flint" (Bueno, 1991).

Kent (1925) considera que o milho pode ser de cores branca, amarela ou mistura de cores. Este autor, ainda admite que o milho possa ter outras cores apesar de não ter as mencionado.

2.4 Modelos Estatísticos

2.4.1 O modelo FAOINDEX

2.4.1.1 Apresentação

Este modelo foi produzido por Gomes (1992) a partir de metodologia descrita no documento número 73 da FAO para simplificar o cálculo do chamado índice de satisfação das necessidades hídricas (ISNH) que será utilizado para simular a estimativa dos rendimentos. O modelo baseia-se num balanço de água estabelecido durante todo o período de crescimento de uma cultura, e é calculado para períodos sucessivos de 10 dias (década). O balanço de água é a diferença entre a precipitação recebida e a perda de água pelo solo e pela cultura (evapotranspiração). Nos períodos em que a precipitação é menor do que as necessidades de água da cultura, esta utiliza as reservas de água do solo (Frere e Popov, 1986).

2.4.1.2 Procedimento do Modelo

O cálculo é feito em cada período de 10 dias (década), da sementeira até a colheita. Se em cada década a precipitação for igual ou maior do que a perda de água pelo processo de evapotranspiração, a cultura terá um bom abastecimento de água. Caso contrário, se numa ou mais décadas a precipitação for inferior às necessidades de água, a cultura sofrerá um défice hídrico (Rojas, 1997).

Dentro do modelo, a informação sobre disponibilidade de água é facultada pelo ISNH da cultura. Desta maneira o efeito é cumulativo, uma vez que o índice quando desce, não pode subir mais e o estrago por falta de água tem lugar. Quanto maior for o índice, melhor é o rendimento (Rojas, 1997).

Um dos problemas do modelo tem a ver com a precipitação excessiva. Por cada 100mm de excesso de água sobre ao que o solo pode reter, o índice baixa em 3%. O que o modelo não toma em consideração é excesso de água provocado pela subida dos caudais. É importante notar que o

modelo não tem em consideração, nesta fase, a fertilidade do solo, tecnologia, as diferenças de variedades, práticas de campo, as pragas e doenças, entre outros aspectos. É de sublinhar que o índice é calculado para estações ou pontos. O seu significado depende do número de estações meteorológicas e da sua representatividade (Rojas, 1997).

2.4.1.3 Dados de Entrada para o Modelo

Para correr o modelo são necessários 5 tipos de dados (Rojas, 1997).

Precipitação Actual por Décadas

A precipitação actual é aquela que ocorre dentro de década. É um dos dados muito importantes de entrada no modelo.

Precipitação Normal por Décadas

Precipitação normal é a média decadal de precipitação numa série de dados de 30 anos. O modelo geralmente usa a precipitação normal quando existe um dado em falta de precipitação actual.

Evapotranspiração Actual por Décadas

Evapotranspiração actual é aquela que ocorre dentro de década. É um dos dados muito importantes de entrada no modelo.

Evapotranspiração Normal por Décadas

Evapotranspiração normal é a média decadal numa série de 30 anos. O modelo geralmente usa essa evapotranspiração quando existe um dado em falta da evapotranspiração actual.

Parâmetros das Cultura

Deste ponto fazem parte uma série de parâmetros tais como a capacidade de retenção de água de solo, tipo e ciclo da cultura e década de sementeira. A capacidade de retenção de água e precipitação efectiva são dados calibrados para a cultura de milho e as zonas ecológicas no modelo. Para a chuva efectiva considera-se uma percentagem de 100% de precipitação actual registada e 50% para a capacidade de retenção de água da cultura.

O ciclo é um dos parâmetros que é introduzido com base nas observações feitas no campo e a duração da época chuvosa, tendo se constatado que para a zona Norte e Centro usou-se variedades de ciclo longo (nas zonas altas) e ciclo médio (nas zonas baixas) e na zona Sul, ciclo curto. Não são usadas variedades semelhantes no que diz respeito ao ciclo pelas diferenças existentes na duração da época chuvosa.

O outro parâmetro que é introduzido é a data de sementeira uma vez que varia anualmente, sendo nesta análise considerada a quantidade de precipitação igual ou superior a 25mm numa década. Para correr o modelo FAOINDEX as culturas que ultrapassam o ano calendário, como o caso de Moçambique onde a maioria das sementeiras são feitas no mês de Novembro e as colheitas por volta do mês de Março do ano seguinte, é preciso ter em conta dois anos.

2.4.2 AgroMetShell

AgroMetShell (AMS), versão do Window 2000 - é uma ferramenta melhorada comparada com o FAOINDEX - versão de DOS. Ambos os pacotes permitem calcular o balanço hídrico conhecido por Índice de Satisfação da Necessidades Hídricas (ISNH) da cultura baseado na diferença entre a precipitação e a Evapotranspiração (Mukhala e Hoefsloof,2004).

O cálculo do ISNH por décadas ao longo do ciclo da cultura, segundo a metodologia e Gomes (1992) descrita, na publicação da FAO nº 73, é mais rápido com AgroMetShell ou FAOINDEX do que seria feito manualmente, processo este Bastante moroso, principalmente quando se lida com um grande Número de estações e uma séria longa de dados.

Capítulo III

Materiais e Métodos

3.1 Materiais

Durante a realização deste trabalho foram usados os seguintes dados:

- Dados de precipitação no período de 1974 – 2003, obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INAM).
- Dados normais de evapotranspiração e parâmetros de cultura adquiridos no Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural (MADER) e no Instituto Nacional de Investigação Agronómica (INIA).

Os dados em consideração, são referentes a 15 estações de Moçambique, a destacar:

- Maputo Observatório, Chokwe, Umbeluze, Xai-Xai, Inhambane, Vilanculos, Beira, Chimoio, Sussundenga, Quelimane, Tete, Nampula, Lichinga, Pemba e Mocímboa da Praia.

As coordenadas da estações que foram usadas no estudo constam da tabela I.

Tabela I: Estações Meteorológicas utilizadas no estudo.

Estação	Longitude	Latitude	Altura (m)	Serie (anos)
Maputo	32.57	-25.93	39.0	30
Chokwe	33.0	-24.55	33.0	30
Umbeluze	32.23	-26.06	12.0	30
Xai-Xai	33.63	-25.05	4.0	30
Inhambane	35.38	-23.87	14.0	30
Vilanculos	35.23	-22.27	20.0	30
Beira	34.85	-19.83	7.0	30
Chimoio	33.47	-19.12	732.0	30
Sussundenga	33.13	-19.20	635.0	30
Quelimane	36.88	-17.88	16.0	30
Tete	33.58	-16.18	149.0	30
Nampula	39.28	-15.0	441.0	30
Lichinga	35.23	-13.3	1364.0	30
Pemba	40.53	-12.98	50.0	30
Micímboa da P.	40.37	-11.35	27.0	30

3.2 Métodos

3.2.1 Distribuição temporal da precipitação em Moçambique

Durante o estudo usou-se o programa Excel para fazer a distribuição temporal da precipitação. Calculou-se as médias decendiais de precipitação em cada estação e construiu-se os gráficos de precipitação em função de número de décadas para as zonas Sul, Centro e Norte de Moçambique.

3.2.2 Distribuição espacial da precipitação em Moçambique

Os dados normais da precipitação foram acumulados de Outubro a Março, por dentro deste período calhar a sustentabilidade, o crescimento / desenvolvimento e as fases críticas das culturas tais como a floração e o enchimento de grãos no caso dos cereais. Seguidamente, os dados totalizados foram mapeados usando ArcView 3.2.

3.2.3 Índice de Satisfação das Necessidades Hídricas da cultura (ISNH)

Os dados de precipitação, evapotranspiração e parâmetros da cultura foram preparados no Excel e depois salvos como CSV e importados com o programa AgrometShell que permitiu calcular o índice.

3.2.4 Relação entre o Índice de Satisfação das Necessidades Hídricas da cultura e os rendimentos esperados

O índice dá-nos indicações de disponibilidade de água para a cultura durante o seu ciclo. Um índice alto (100%) significa que a cultura de milho não sofreu défice de água e em ausência de algum outro factor negativo, tais como, pragas e doenças, o rendimento esperado estará muito próximo do máximo da localidade. A um valor baixo do índice corresponde um valor baixo de rendimento (Frere e Popov, 1986).

Para relacionar o índice com os rendimentos esperados do milho foi utilizada a tabela II.

Tabela II : Relação entre o índice e o rendimento esperado do milho
(Fonte: Frere e Popov, 1986).

ISNH (%)	Rendimento esperado
100	Muito bom
99-95	Bom
94-80	Médio
79-60	Medíocre
59-50	Pobre
Menos que 50	Perda total

Capítulo IV

Resultados e Discussão

4.1 Distribuição temporal da precipitação em Moçambique

Adicionalmente à quantidade total, a maneira como a precipitação se distribui é de extrema importância para vários sectores de actividade humana, principalmente para a agricultura.

Para o presente trabalho, definiu-se época chuvosa como sendo o período em que a quantidade de precipitação por década seja igual ou superior a 25 mm ao longo de todo o ciclo vegetativo da cultura do milho.

A seguir são mostrados os resultados da distribuição temporal da precipitação em Moçambique.

4.1.1 Zona Sul

De acordo com a figura 4.1, a época chuvosa na zona Sul iniciar entre 3ª década de Outubro a 3ª década de Novembro e termina, entre 3ª década de Fevereiro e 2ª década de Abril, cujos máximos da precipitação variam de 53,1 mm (Chókwè) a 80,6 mm (Maputo Observatório).

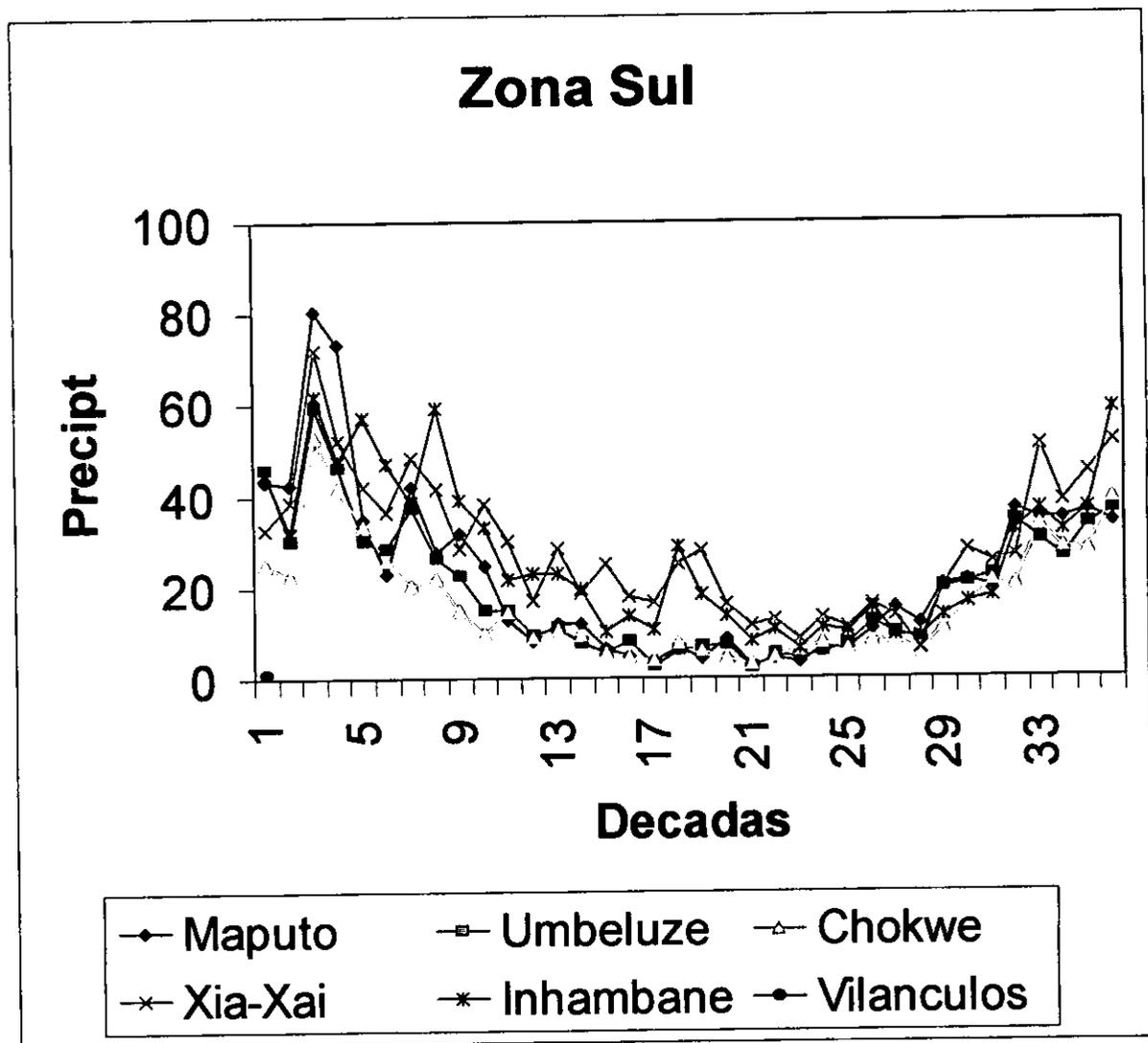


Figura 4.1 Distribuição temporal da precipitação (mm) para a Zona Sul de Moçambique.

4.1.2 Zona Centro

A figura 4.2 mostra que a época chuvosa na zona Centro começa entre 3ª década de Outubro a 3ª década de Novembro e tem o seu fim, entre 1ª década de Março a 3ª década de Abril, variando os valores máximos da precipitação entre 75,7 mm (Tete) a 121,3 mm (Beira).

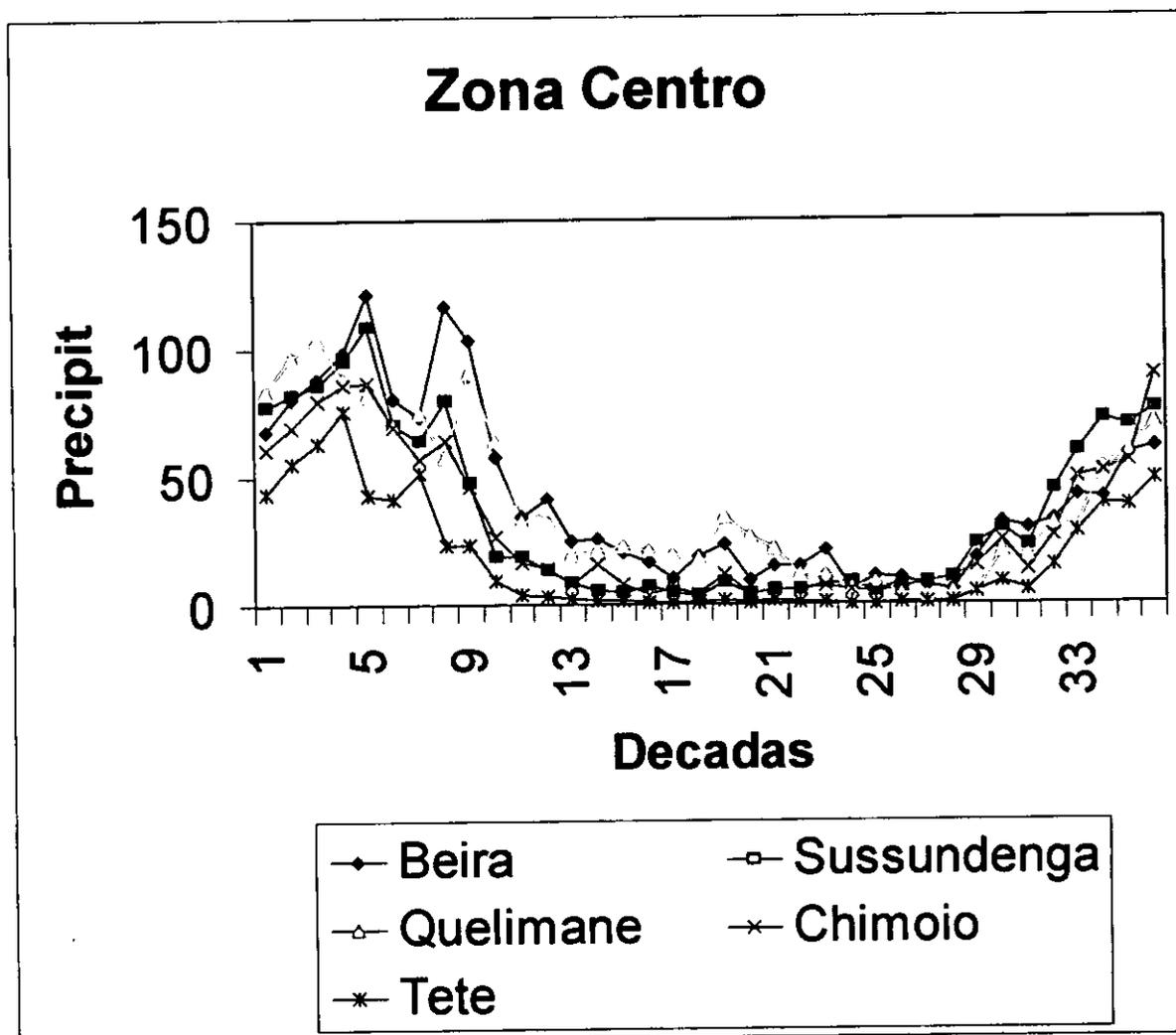


Figura 4.2 Distribuição temporal da precipitação (mm) para a Zona Centro de Moçambique.

4.1.3 Zona Norte

Os resultados mostram que a época chuvosa na zona Norte começa mais tarde em relação às zonas Sul e Centro, i. é entre 2ª década de Novembro a 1ª década de Dezembro e termina, entre 3ª década de Março a 3ª década de Abril, variando os valores máximos da precipitação entre 69,3 mm (Mocímboa da Praia) a 96,7 mm (Lichinga).

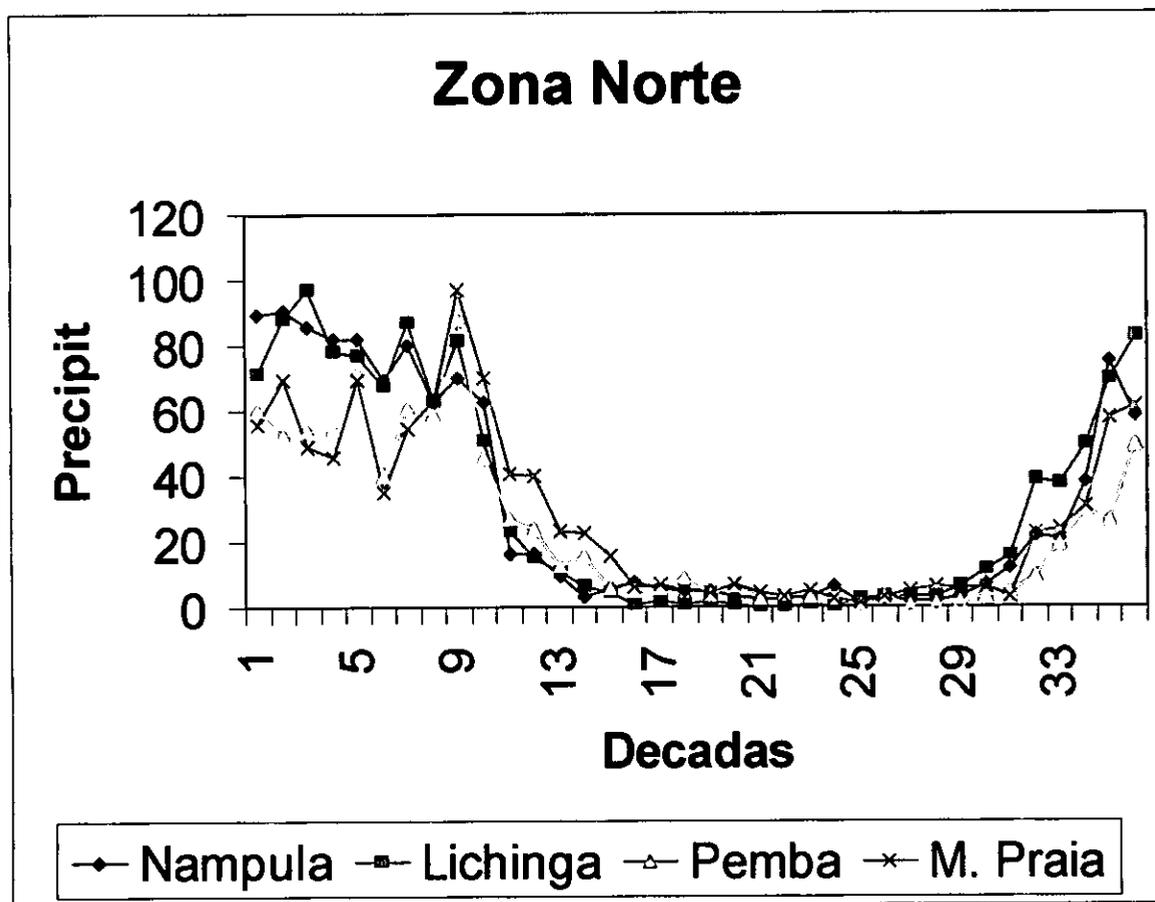


Figura 4.3 Distribuição temporal da precipitação (mm) para a Zona Norte de Moçambique.

Na zona Norte, as estações seca e chuvosa são bem definidas onde durante a época seca, os valores da precipitação aproximam-se ao zero milímetro (figura 4.3), contrariamente ao que acontece nas zonas Sul e Centro, onde ao longo da época seca ainda se regista alguma precipitação acima de zero milímetro (figuras 4.1 e 4.2). Este facto deriva do facto de que os factores que influenciam o clima nessas serem diferentes (por exemplo, frentes frias na zona sul e a actividade da ZCIT na zonas norte e centro).

4.2 Distribuição espacial da precipitação total de Outubro a Março em Moçambique

A distribuição espacial da precipitação permite identificar locais com valores extremos. Consequentemente, o mapa do anexo VII mostra que os maiores valores de precipitação

registam-se nas regiões Norte e Centro do país, onde o regime de precipitação depende fundamentalmente da actividade da Zona de Convergência Inter tropical (ZCIT) associada aos efeitos orográficos, aos ciclones Tropicais, ao pronunciamento do vale depressionário do canal de Moçambique.

Entretanto, os menores valores de precipitação verificam-se na zona Sul, onde o regime fluviométrico depende fundamentalmente das depressões de origem térmica, da passagem das depressões subpolares associadas as frentes frias e devido ao impacto do fenómeno El Niño – Oscilação Sul (ENSO).

4.3 Índice de Satisfação das Necessidades Hídricas (ISNH) da cultura do milho

O ISNH constitui um instrumento amplamente usado pelos agrometeorologistas para a estimativa dos rendimentos das culturas de sequeiro, ajudando, assim, aos farmers e tomadores de decisão a melhorar os sistemas de aviso prévio para a segurança alimentar.

Os resultados de ISNH da cultura do milho de cada estação constam do anexo I.

4.3.1 Zona Sul

De acordo com a figura 4.4, verifica-se que na zona sul o ISNH varia de 79% a <50%, devido eventualmente à ocorrência irregular e de baixos níveis de precipitação que não satisfazem as necessidades hídricas da cultura do milho.

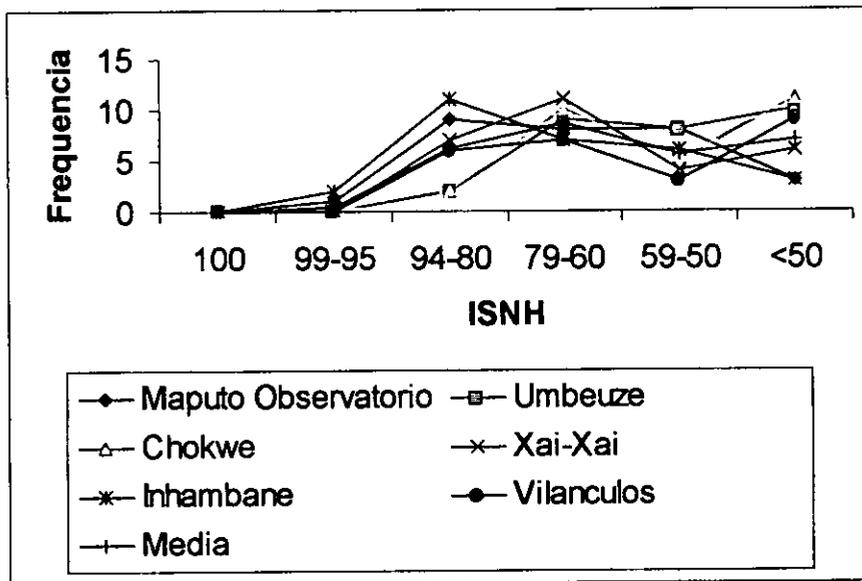


Figura 4.4 Representação gráfica de frequência do ISNH da cultura do milho na Zona Sul.

4.3.2 Zona Centro

Na zona Centro regista-se com maior frequência um ISNH, variando de 94% a 60% (figura 4.5).

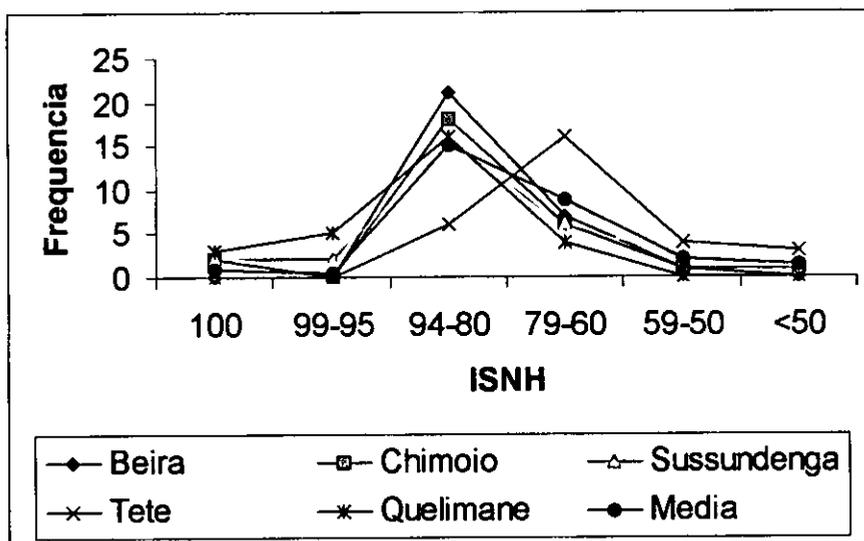


Figura 4.5: Representação gráfica de frequência do ISNH da cultura do milho na Zona Centro.

4.3.3 Zona Norte

Os resultados da figura 4.6 ilustram que o valor do ISNH registado na zona norte é relativamente mais alto comparado com ao que se observa nas restantes zonas (99%-80%).

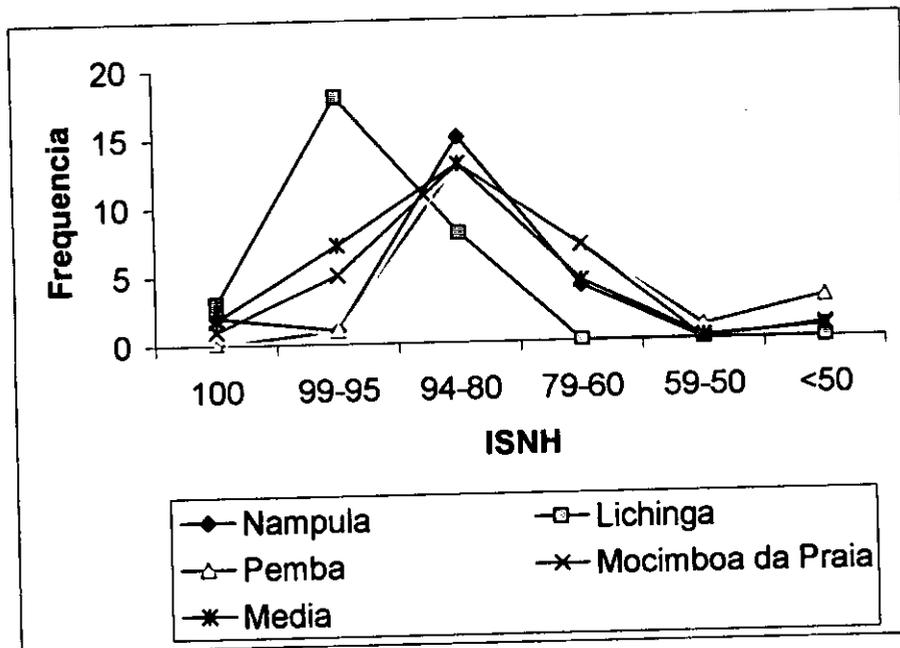


Figura 4.6: Representação gráfica de frequência do ISNH da cultura do milho na Zona Norte.

Em síntese, a zona sul é a que regista valores mais baixos do ISNH da cultura em relação às zonas centro e norte (figura 4.7).

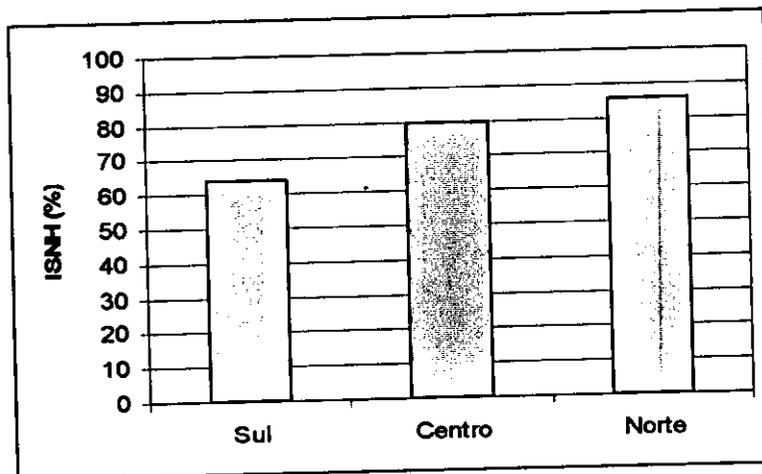


Figura 4.7: Distribuição do índice de satisfação das necessidades da cultura do milho pelas zonas Sul, Centro e Norte de Moçambique.

4.4 Relação entre o ISNH e os rendimentos qualitativos do milho esperados em Moçambique

4.4.1 Zona Sul

Constata-se que na maioria dos locais a Sul do país, os rendimentos qualitativos esperados da cultura do milho variam de **mediocre a perda total** (tabela III e figura 4.4).

Tabela III: Análise de Frequência do ISNH da cultura do milho na zona Sul, feita a a partir do anexo I.

ISNH	Rendimento	Frequência						Média
		Maputo	Umbel.	Chókwe	Xai-Xai	Inham.	Vilanc.	
100	M. Bom	0	0	0	0	0	0	0
99-95	Bom	1	0	0	0	2	0	0.5
94-80	Médio	9	2	2	7	11	6	6.2
79-60	Medíocre	8	9	10	11	7	7	8.7
59-50	Pobre	8	8	5	4	6	3	5.7
<50	Perda Total	3	10	11	6	3	9	7

4.4.2 Zona Centro

Verifica-se que na maior parte da zona Centro do país, os rendimento são **médios** exceptuando Tete que possui um rendimento **mediocre** (tabela IV e figura 4.5):

Tabela IV: Análise de Frequência do ISNH da cultura do milho na zona Centro, feita a partir do anexo I.

ISNH	Rendimento	Frequência					Média
		Beira	Chimoio	Sussundenga	Tete	Quelimane	
100	M. Bom	0	2	2	0	3	1
99-95	Bom	0	0	2	0	5	0.5
94-80	Médio	21	18	15	6	16	15
79-60	Medíocre	7	6	6	16	4	8.8
59-50	Pobre	1	1	2	4	0	2
<50	Perda Total	0	1	1	3	0	1.3

4.4.3 Zona Norte

Para a zona Norte constata-se que os rendimentos esperados variam de médios a bons (tabela V e figura 4.6)

Tabela V: Análise de frequência do ISNH da cultura do milho na zona Norte, feita a partir o anexo I.

ISNH	Rendimento	Frequência				Média
		Nampula	Lichinga	Pemba	M. Praia	
100	M. Bom	2	3	0	1	1.8
99-95	Bom	1	18	1	5	7.2
94-80	Médio	15	8	13	13	13
79-60	Medíocre	4	0	7	7	4.4
59-50	Pobre	0	0	1	0	0.2
<50	Perda Total	0	0	3	1	0.8

Prognóstico dos rendimentos qualitativos do milho na Agricultura de sequeiro em Moçambique

De acordo com os resultados, existe uma estreita relação entre as características da época chuvosa representadas pela quantidade e distribuição da precipitação com os rendimentos do milho em Moçambique. A precipitação durante campanha agrícola, é numa forma geral, mal distribuída principalmente na zona Sul, onde os rendimentos esperados são baixos. Entretanto, na zona Centro e Norte, a precipitação não está tão mal distribuída como acontece na zona Sul, para os quais os resultados mostram rendimentos esperados médios.

Capítulo V

Conclusões e Recomendações

5.1 Conclusões

- Na zona Sul o início da época chuvosa varia entre a terceira década de Outubro e a terceira década de Novembro. O fim da época chuvosa varia entre a terceira década de Fevereiro e a segunda década de Abril.
- Na zona Centro o início da época chuvosa varia entre a terceira década de Outubro e a terceira década de Novembro. O fim da época chuvosa varia entre a primeira década de Março e a terceira década de Abril.
- Na zona Norte o início da época chuvosa varia entre a segunda década de Novembro e a primeira década de Dezembro. O fim da época chuvosa varia entre a terceira década de Março e a terceira década de Abril.
- Os resultados mostram que na zona Sul do país não há boa disponibilidade de água, deste modo, o rendimento esperado da cultura do milho é extremamente baixo, variando de medíocre a perda total.
- Na zona Centro o rendimento é médio com excepção de estação de Tete que é medíocre.
- Na zona Norte o rendimento esperado varia de médio a bom, com maior destaque para a estação de Lichinga.

- Existe uma estreita relação entre as características da época chuvosa representada pela quantidade e distribuição da precipitação e os rendimentos da cultura do milho em Moçambique.
- Este estudo poderá dar uma contribuição valiosa aos agricultores, de modo a implementar as técnicas de conservação de água nos solos incluindo o suplemento de água através de irrigação, nas regiões onde a precipitação é errática e com níveis bastante baixos.

5.2 Recomendações

- Recomenda-se que estudos deste género sejam feitos também para outras culturas de sequeiro.
- Recomenda-se com estes resultados o desenvolvimento de modelos de regressão que permitam a estimativa dos rendimentos, especialmente para Moçambique.
- Seria interessante continuar com o estudo utilizando mais estações meteorológicas com melhor representatividade e por zonas agroecológicas.
- Recomenda-se a determinação da evapotranspiração actual, para avaliar a variação do índice comparado com o calculado usando evapotranspiração normal.
- Recomenda-se aos extensionistas da agricultura, formadores e todos ligados a esta área para a interpretação e aplicação das informações meteorológicas e climatológicas incluindo previsões por estas representarem um factor importantíssimo na planificação das actividades da maioria da nossa população que vive da agricultura.

Referências Bibliográficas

1. Azevedo, A. L.(1946). O clima de Moçambique e agricultura. Lisboa.
2. Atkinson, B.W. e Gadd, A.(1986) Um Guia Actual da Previsão. 161p. Portugal.
3. Benessene, M.V.(2002). Manual para a interpretação das previsões sazonais. 43p. Maputo.
4. Bueno, A.(1991). Avaliação e selecção de variedades de milho em Moçambique. Maputo.
5. Cunha, F.R.(1972). Meteorologia tropical e Agrícola. Universidade de Lourenço Marques. Moçambique.
6. Dantes, C.A.B. e Rodrigues, F.N.(1980). Introdução a estatística. 1ª edição. 45p. São Paulo.
7. Doerembos, J. e Kassin A.H.(1986). Yeld response to water. FAO irrigation and drainage. 193p. Roma.
8. Freré, M. e Popov, G.F.(1986). Prognóstico Agrometeorológico del rendimento de los cultivos. Nº 73. Roma.
9. Ferreira, H.A.(1995). Climatologia Dinâmica da África Austral. 207p.Lisboa.
10. Famba, S. I.(1998). Nota de Rega e Drenagem. UEM, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. 59p. Maputo.
11. GeoAtlas (1992) Atlas Geográfica mundial, editor Focus, São Paulo.
12. Joy, D. e Wibberly, E. J.(1979). Tropical Agriculture Hand book. 214p. New York.
13. Kent, N. L.(1975). Technology of Cereals. 2ª edição. México.
14. Lencastre, A. e Franco, F. M.(1992). Lições de Hidrologia. 2ª edição. 453p. Lisboa.
15. Lowry, W.(1979). Climatologia. 159p volume2. Lisboa.
16. Lúcio, F.(1995). Trabalho de Investigação para Mestrado. Maputo.
17. Mayer, B. S.,E. Gomes e G.de Sousa (1965). Introdução a Fisiologia Vegetal. 584p. Lisboa.
18. Mukhala E. e Hoefsloot P.(2004). AgroMetShell Manual. 61p. Harare.
19. Nunes, E., D. Sousa e S. Ivisa (1985). Maize Research in Mozambique to Field Ourselves. 250p. Southern Africa Regional Maize Workshop. 250p. Lusaka.
20. Peixote, J.P.(1973). Hidrologia Dinâmica. Lisboa.

21. Pereira, L. M. R.(1998). Clima e Ecossistema Vegetal. UEM, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. 74p. Maputo.
22. Rojas, O e Jorge, A.(1996). Estudos Agroclimático da precipitação e sua aplicação na segurança alimentar. 27p. Maputo.
23. Rojas, O.(1997). Procedimento para Estimação do rendimento de milho utilizando modelo de Balanço Hídrico de FAO. Ministério da Agricultura e Pesca. 19p. Maputo.
24. Soares, H.C.(1964). Um Estudo do Clima de Moçambique. Lourenço Marques.
25. Tecnoserve, I.(1998). Análise de subsector de milho. USAID. 10p. Maputo.

Anexo I

Neste anexo constam os resultados dos Índices de Satisfação das Necessidades Hídricas das culturas nas campanhas agrícolas compreendidas entre 1974/75 a 2002/03 em cada estação meteorológica usada no estudo.

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE MAPUTO

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	32	27	31	27	29	30	29	26	35	31	29	30	31	29	29	32	32
ISNH	68	55	90	76	59	58	75	37	53	82	97	62	55	50	59	71	66

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
32	32	28	29	28	32	25	29	26	27	31	30
39	81	55	63	80	80	83	90	92	75	69	46

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE UMBELUZE

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	31	31	32	27	31	30	33	27	29	31	26	30	33	27	29	31	34
ISNH	58	91	73	42	47	46	62	60	41	72	43	50	50	36	40	75	61

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/98	99/00	00/01	01/02	02/03
32	32	36	29	28	30	29	28	30	26	31	30
35	56	54	48	55	88	76	70	57	64	53	40

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE CHÓKWE

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	32	32	36	34	31	33	33	29	30	29	28	31	33	27	29	30	31
ISNH	53	76	79	79	43	50	84	67	40	55	69	41	43	37	14	70	49

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
34	32	33	33	36	32	--	31	32	31	31	30
26	68	42	28	59	77	--	73	83	51	67	20

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE XAI-XAI

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	31	33	34	30	29	30	27	25	25	30	29	30	30	27	29	32	33
ISNH	77	70	91	94	57	54	59	53	32	81	79	49	76	60	40	86	61

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
32	31	31	29	29	32	25	26	27	26	31	30
44	67	87	41	64	68	82	79	75	81	71	31

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE INHAMBANE

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	32	34	36	32	35	30	31	26	30	30	31	30	30	34	29	30	33
ISNH	59	62	90	90	47	77	90	89	54	88	72	70	46	50	52	57	68

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
32	35	33	28	32	32	28	29	33	32	32	30
59	61	89	55	92	63	87	88	97	88	84	97

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO VILANCULOS

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	32	30	35	32	34	33	34	33	--	34	34	32	30	33	30	35	--
ISNH	78	82	89	75	41	49	74	55	--	82	76	55	47	55	49	73	--

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
32	--	32	29	34	--	34	33	32	32	32	31
33	--	82	28	75	--	46	93	61	83	42	22

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE BEIRA

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SIEM	31	32	35	31	29	31	25	29	30	30	31	30	30	34	29	29	31
ISNH	76	88	85	88	82	83	87	87	58	65	89	81	74	86	75	90	65

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
33	32	32	36	33	35	31	30	34	30	34	28
76	74	85	82	89	85	83	88	89	90	81	89

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE CHIMOIO

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SIEM	33	32	33	30	31	30	33	33	32	30	28	28	--	34	29	30	32
ISNH	84	94	86	88	81	83	84	90	71	100	86	100	--	91	76	87	63

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
32	32	33	29	33	32	26	30	33	30	32	30
40	92	74	72	90	91	85	94	88	85	71	55

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE SUSSUMDENGA

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	31	32	25	31	30	29	27	31	29	29	28	28	29	33	29	32	32
ISNH	88	94	56	96	53	82	77	87	70	81	88	91	100	85	73	86	70

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
32	32	32	30	--	33	33	30	31	30	29	28
46	100	89	77	--	84	91	94	97	82	92	62

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE TETE

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	32	30	35	32	34	33	34	33	34	34	34	32	30	33	30	35	33
ISNH	69	70	67	78	55	72	77	72	36	80	68	92	57	74	56	75	65

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
32	33	32	29	34	35	34	33	32	32	32	31
39	87	48	51	77	80	76	92	73	80	62	70

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE QUELIMANE

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	35	34	31	31	34	31	34	33	30	30	30	30	30	--	31	32	33
ISNH	96	94	100	65	92	85	86	90	77	96	83	100	84	--	75	80	88

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
32	35	32	34	34	35	32	33	35	32	35	35
80	86	79	95	89	87	97	100	84	94	98	87

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE NAMPULA

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	31	33	29	26	33	33	32	34	30	34	31	33	32	--	34	32	33
ISNH	79	86	83	82	92	90	82	98	100	100	73	97	96	--	95	76	96

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
33	32	31	34	35	35	35	34	32	31	36	35
98	86	83	86	88	89	93	88	92	97	83	78

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE LICHINGA

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	34	32	32	32	30	32	30	29	32	33	32	31	30	30	31	32	32
ISNH	93	97	99	97	97	97	97	100	94	99	97	97	92	94	91	98	100

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
32	32	31	33	35	35	32	34	35	31	35	33
97	100	97	99	93	95	96	91	97	97	88	94

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE PEMBA

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	36	--	--	34	32	33	34	34	32	36	35	33	35	33	35	33	36
ISNH	98	--	--	55	90	84	49	73	89	73	69	91	71	48	86	87	47

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
35	--	35	35	34	34	35	31	--	30	35	36
69	--	88	80	79	61	91	75	--	83	85	85

RESULTADOS DE ISNH NA ESTAÇÃO DE MOCIMBOA DA PRAIA

ANO	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
DEC.SEM	34	35	34	31	32	35	29	34	32	33	--	32	32	33	32	34	--
ISNH	97	96	86	94	97	73	65	89	77	100	--	69	79	87	82	82	--

91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
34	32	35	29	35	28	30	34	--	33	35	32
75	83	92	74	80	32	94	97	--	96	90	90

Anexo II

Neste anexo contam os dados de parâmetros das culturas de todas as estações meteorológicas usadas no estudo.

DADOS DE PARÂMETROS DE CULTURA. DE TODAS AS ESTAÇÕES

ESTACÃO	WHC	Efrain	Crop-ID	Cycle
BEIRA	50	100	1	14
CHIMOIO	50	100	1	13
CHOKWE	50	100	1	11
INHAMBANE	50	100	1	11
LICHINGA	50	100	1	15
MAPUTO	50	100	1	11
MOCIMBOA DA PRAIA	50	100	1	14
NAMPULA	50	100	1	15
PEMBA	50	100	1	14
QUELIMANE	50	100	1	14
SUSSUNDENGA	50	100	1	13
TETE	50	100	1	13
UMBELUZE	50	100	1	11
VILANCULOS	50	100	1	11
XAIXAI	50	100	1	11

Anexo III

Neste anexo constam os dados decendiais de precipitação actual (em mm) de todas as estações meteorológicas usadas no estudo.

Anexo IV

Neste anexo contam os dados decendiais de precipitação normal (em mm) de todas as estações usadas no estudo.

Anexo V

Neste anexo constam os dados decendiais de evapotranspiração normal (em mm) de todas as estações meteorológicas usadas no estudo.

Anexo VI

Neste anexo constam as dados decendiais de precipitação média (em mm) de todas as estações meteorológicas usadas no estudo.

Anexo VII

Neste anexo consta o mapa que ilustra a distribuição especial da precipitação em Moçambique.

