



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL

**Estudo de datas de sementeira para reduzir o risco de falha
da cultura de milho (*Zea mays* L.) na agricultura de sequeiro
no Distrito de Chókwè**

PROJECTO FINAL

Estudante:

Cesário M. Cambaza

Supervisor:

Sebastião Famba, Msc

Maputo, Março de 2007

RESUMO

O presente trabalho pretende estudar datas de sementeira como um dos métodos de manejo de água em regime de agricultura de sequeiro, de modo a reduzir o risco de falha da cultura de milho na zona Sul de Moçambique, mais propriamente no Distrito de Chókwè, Província de Gaza.

Este estudo foi baseado no uso de um modelo de crescimento da cultura e de balanço de água (modelo CROPWAT, versão 7.2), que foi aplicado para simular a produção do milho Matuba (OPV) em regime de sequeiro. A estratégia de sementeira usada foi a variação da data de sementeira, em décadas, onde para todas décadas ao longo do ano, durante 30 anos (1964 – 2003), o rendimento do milho foi determinado. O critério de decisão para a escolha do melhor período de sementeira foi definido na base do nível de produção. Para o presente estudo, a identificação dos períodos de sementeira mais adequados foi feita de acordo com os rendimentos apresentados para cada data de sementeira, onde as décadas que apresentaram menor risco de falha da cultura e maior rendimento foram seleccionadas as melhores épocas de sementeira.

Os resultados do estudo mostram que as décadas que apresentam menor risco de falha da cultura são as décadas 12, 13, 14, 15 e 16, correspondentes a penúltima década de Abril até a 1^a década de Junho, onde 90% dos anos apresentam rendimentos maiores que 50%. Conclui-se assim que, o melhor período de sementeira, para a redução do risco de falha da cultura, se apresenta da penúltima década de Abril até a 1^a década de Junho, sendo o mês de Maio mais aconselhável para a sementeira do milho (variedade Matuba) no Distrito de Chókwè.

O presente estudo poderá ser feito para outras regiões do país, a fim de complementá-lo e de fornecer mais informação para a prática de agricultura de sequeiro no país. Ensaios de campo em diferentes tipos de solo são necessários para confirmar os resultados do estudo e incluir aspectos sócio-económicos.

*Para os meus pais, Virgílio e Ana Cambaza...
meus mentores e heróis.*

*Que este trabalho sirva de inspiração para os meus irmãos mais novos
Edy, Melvin e Dexter...
Amo-vos...*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais. Sem eles nada disto seria possível.

Uma dívida de gratidão para com o meu supervisor, Engenheiro Sebastião Famba, Msc, pela orientação e incondicional apoio.

A todo pessoal do Departamento de Engenharia Rural pelos ensinamentos e aconselhamentos.

Aos professores do Departamento de Produção e Protecção Vegetal, em particular ao Engenheiro Rogério Chiulele, Msc, e ao Engenheiro Cugala, Msc, pelos ensinamentos.

Ao senhor Pachisso, técnico do Sector do milho do INIA (agora IIAM) pelas informações sobre o milho fornecidas.

Ao Engenheiro Vilanculos da Secção Terra e Água do INIA (agora IIAM) pelas informações sobre os solos do Distrito de Chókwè fornecidas.

À todo o pessoal do Departamento de Terra e Água do INIA (agora IIAM) pela ajuda imprescindível na leitura das cartas de solos das Províncias de Maputo e Gaza.

À todo o pessoal do Departamento de Pedologia do Ministério da Agricultura pela ajuda e colaboração na interpretação dos mapas de solos.

À minha querida melhor amiga e colega Maria Odete Camba e aos restantes membros do grupo de estudo, Leocádio Mucipo, Jaime Gado, José “Catcheco” Filipe, vai um especial agradecimento pelo apoio, companheirismo e aconselhamentos durante o curso e para o trabalho final.

Aos restantes colegas da turma T1 e de curso, em especial a Amélia Balate, Isabel Jamisse, Arlete Macuácuca, Amilcar Nhamona, Celma Niquice, Lara Domingos, Telma, Sheila Comé, Feliciano Chamo Jr., Alguineiro, Cláudio Julaia e muitos outros não mencionados, pela amizade, companheirismo e bom convívio.

Aos meus irmãos, primos e amigos, que muitas vezes deixei de conviver e visitá-los durante o curso, em especial o Edy, Lilando, Dino, Nhataque, Ginho e Félix, agradeço do fundo do coração pela paciência e apoio.

ÍNDICE

RESUMO.....	i
AGRADECIMENTOS	iii
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
I. INTRODUÇÃO	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Problema e justificação.....	2
1.3. Objectivos	2
1.3.1. Geral	2
1.3.2. Específicos.....	3
II. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	3
2.1. Caracterização geral do distrito de Chókwè.....	3
2.2. Caracterização climática do distrito	4
2.3. Caracterização dos solos.....	4
2.4. Agricultura e sistemas de produção.....	5
III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1. Relações Rendimento e défice hídrico	6
3.2. Cultura do milho.....	9
3.2.1. Factores que afectam o rendimento do milho.....	11
3.2.2. Variedades de milho usadas no Distrito de Chókwè	12
3.2.2. Necessidades de água da cultura do milho	13
3.3. Agricultura de sequeiro em Moçambique	14
3.4. O modelo CROPWAT.....	17
3.4.1. Dados a serem pelo modelo CROPWAT	17
3.4.2. Limitações do modelo CROPWAT	18
3.5. Contribuição do presente estudo.....	18
IV. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
4.1. Determinação das necessidades de água da cultura (NAC) e o défice hídrico..	19
4.2. Determinação dos rendimentos actuais	20
4.3. Identificação dos períodos de sementeira mais adequados	20
V. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5.1. Necessidades de água da cultura (NAC) do milho	20

5.2. Períodos de sementeira e rendimentos.....	21
VI. CONCLUSÕES	26
VII. RECOMENDAÇÕES.....	27
BIBLIOGRAFIA	28
ANEXOS.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Factor de redução do rendimento para défices de água para milho	10
Tabela 2: Variedades de milhos usadas no Distrito de Chókwè	14
Tabela 3: Média semanal do início do período de sementeira na época das chuvas (S), em número da semana	16
Tabela 2.1: Dados climáticos mensais da estação agrária do Chókwè, usados pelo modelo CROPWAT v7.2	39
Tabela 2.2: Dados da cultura para cada fase de crescimento usados pelo modelo CROPWAT v7.2	40
Tabela 3.1: Tabela geral das necessidades de água da cultura obtidos usando o modelo CROPWAT v7.2	41
Tabela 3.2: Tabela das perdas de rendimento por década em relação aos anos estudados, para solos pesados	42
Tabela 3.3: Valores e percentagens do nº de anos em função dos rendimentos ao longo das décadas do ano durante 30 anos (Janeiro – Junho), para solos pesados	43
Tabela 3.4: Valores e percentagens do nº de anos em função dos rendimentos ao longo das décadas do ano durante 30 anos (Julho – Dezembro), para solos pesados	44
Tabela 3.5: Tabela das perdas de rendimento por década em relação aos anos estudados, para solos leves	45
Tabela 3.6: Valores e percentagens do nº de anos em função dos rendimentos ao longo das décadas do ano durante 30 anos (Janeiro – Junho), para solos leves	46
Tabela 3.7: Valores e percentagens do nº de anos em função dos rendimentos ao longo das décadas do ano durante 30 anos (Julho – Dezembro), para solos leves	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Razão de evapotranspiração da cultura sob stress de humidade no solo	9
Figura 2: Variação das NAC segundo às décadas de sementeira ao longo do ano	23
Figura 3: Gráfico da variação do rendimento em relação às décadas de sementeira ao longo dos anos para, solos pesado.	25
Figura 4: Gráfico da variação do rendimento em relação às décadas de sementeira ao longo dos anos, para solos leves.	26
Figura 1.1: Mapa de Moçambique com uma seta a indicar a província de Gaza	36
Figura 1.2: Localização do distrito de Chókwè	37
Figura 1.3: Mapa de solos da província de Gaza	38

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: MAPAS	36
1.1. Mapa de Moçambique	36
1.2. Mapa da Província de Gaza	37
1.3. Mapa de distribuição de solos na província de Gaza	38
ANEXO 2: DADOS USADOS	39
2.1. Dados do solo	39
2.2. Dados climáticos	39
2.3. Dados da cultura	40
ANEXO 3. RESULTADOS	41
3.1. Necessidades de água da cultura (NAC)	41
3.2. Perdas de rendimento	42

LISTA DE ABREVIATURAS

- DINA – Direcção Nacional de Agricultura;
- FAEF – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal;
- FAO – Food and Agriculture Organization;
- INAM – Instituto Nacional de Meteorologia;
- INIA – Instituto Nacional de Investigação Agronómica;
- DTA – Departamento de Terra e Água;
- NAC – Necessidades de água da cultura;
- MADER – Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural;
- QPM – Milho com qualidade Proteica;
- SNAP – Sistema Nacional de Aviso Prévio;
- VPA ou OPV – Variedade de Polinização Aberta.

I. INTRODUÇÃO

1.1. Generalidades

A água é a principal causa de flutuação dos rendimentos das diferentes culturas, seja pela má distribuição espacial e temporal, pela insuficiência ou pelo excesso. Éliard (1995) refere que, todas as intervenções do agricultor actuam directa ou indirectamente sobre o comportamento da água no solo e na atmosfera.

Nos trópicos secos, a produção por unidade de área é determinada por um sistema de agricultura específico, e, por sua vez, os sistemas de agricultura são determinados pelo clima específico. Mesmo nos sistemas de agricultura apropriados, há um certo nível de risco na produção agrícola de sequeiro, associados às condições climáticas, tais como a seca, as cheias ou épocas de sementeira. Ainda Reddy (1986) acentua que estes aspectos podem ser avaliados através de quantificação e qualificação agro climática (Reddy, 1986).

A precipitação é o factor do clima que com mais frequência torna limitante o desenvolvimento das culturas, a sua distribuição, ao longo do ano e de ano para ano, é muito desigual. Em Moçambique é a mais desfavorecida por se encontrar numa região semi-árida (SNAP, 1995).

O uso de modelos planta-solo-água, segundo Schouwenaars (1990), podem servir para analisar estratégias de sementeira para regiões semi-áridas como é o caso do Sul de Moçambique.

Desta forma, o presente trabalho, sobre data de sementeira, pretende contribuir para a adopção de estratégias para a maximização do uso de água pelas plantas de modo a reduzir grandes perdas de rendimento ou mesmo falhas da cultura do milho.

1.2. Problema e justificação

A agricultura é a base de subsistência da maioria da população rural moçambicana. Contudo, grande parte desta agricultura está dependente da água proveniente da precipitação, o que causa baixos rendimentos e risco de falha da cultura, com o agravante do não uso de *pacotes tecnológicos*¹ pela população.

Em Moçambique, praticar agricultura de sequeiro torna-se uma actividade de grande risco, sobretudo na zona sul do país, devido a grande eraticidade e irregularidade das chuvas, o que faz com que o rendimento das culturas nesta zona seja baixo ou quase nulo. Daí que seja necessário procurar métodos de maximizar o uso da água das chuvas pelas culturas ou procurar métodos de conservar a pouca água fornecida pela precipitação.

A informação do SNAP (1995), indica que o milho é das culturas consideradas básicas representativas e importantes a nível nacional, apresentando-se com um peso significativo na alimentação da população.

Menete & Givá (2002), afirmam que o milho é a cultura mais praticada por cerca de 100% dos agricultores no distrito de Chókwè, principalmente na época fria. A maior parte destes agricultores praticam agricultura para o sustento da sua família.

Assim, dada a grande importância da cultura do milho e a necessidade de reduzir o risco de falha da produção na agricultura de sequeiro, o presente estudo vai contribuir na investigação do melhor período de sementeira.

1.3. Objectivos

1.3.1. Geral

- Identificar o melhor período de sementeira para reduzir o risco de falha da cultura do milho (*Zea mays L.*) na agricultura de sequeiro no Distrito de Chókwè.

¹ Uso de insumos e técnicas de cultivo que possam tornar a agricultura mais eficiente e efectiva.

1.3.2. Específicos

- Determinar as necessidades de água da cultura (NAC) para diferentes datas de sementeira, para a cultura de milho no Distrito de Chókwè;
- Simular os rendimentos actuais da cultura de milho, com base no défice hídrico, para diferentes datas de sementeira no Distrito de Chókwè;
- Identificar períodos de sementeira mais adequados, com base nos rendimentos esperados.

II. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1. Caracterização geral do distrito de Chókwè

Segundo Ferro (2005), o distrito de Chókwè localiza-se a Oeste da região Sul de Moçambique, mais concretamente a sudoeste da província de Gaza, entre as coordenadas geográficas 24° 05' e 24° 48' Sul, de latitude, e 32° 31' e 33° 35' Este, de longitude. Com uma superfície de aproximadamente 2 435 km², o distrito de Chókwè é limitado a Norte pelo rio Limpopo, este rio separa o distrito de Chókwè com distritos de Mabalane e Guijá; a Sul, o distrito tem como limites o distrito de Bilene e o rio Mazimechopes; o rio Mazimechopes faz a separação com o Distrito de Magude na Província de Maputo; a Este é limitado pelo Distrito de Chibuto e por uma pequena faixa do Distrito de Xai-Xai; a Oeste pelos distritos de Massingir e Magude (ver figura 1.2 no Anexo 1).

Administrativamente, o distrito está dividido em quatro postos administrativos: Macarretane, Lionde, Cidade de Chókwè e Xilembene, oito localidades e trinta e seis aldeias (Ferro, 2005).

A principal actividade sócio-económica do distrito é a agricultura e a criação de gado, sendo também neste distrito que se localiza o maior perímetro irrigado do país, com uma superfície de 26 000 hectares, da qual cerca de metade tem apenas aptidão para a cultura do arroz e cerca de 5% está actualmente inapta devido a problemas de salinização dos solos. Embora 90% da área seja irrigada por gravidade, a infra-estrutura encontra-se numa situação de grande degradação (FAEF, 2001).

As obras de recuperação da infra-estrutura prosseguem, sendo que no momento um sector com cerca de 1000 hectares de área agrícola útil se encontra em fase de completa recuperação e plena actividade (FAEF, 2001).

2.2. Caracterização climática do distrito

De acordo com a FAEF (2001), pode-se afirmar que o clima do distrito do Chókwè é do tipo semi-árido seco, caracterizado por grandes variações pluviométricas ao longo do ano e entre os anos, por conseguinte com uma agricultura de sequeiro de elevado risco. A precipitação média anual ronda os 620 mm, ocorrendo, essencialmente, de Novembro a Março e a evapotranspiração de referência média anual situa-se nos 1500 mm. O regime pluviométrico permite apenas um período de crescimento com uma duração estimada em cerca de 90 dias, apresentando a região um elevado risco de perda de colheita para as culturas de sequeiro. Segundo o Grupo Intersectorial de Avaliação de Vulnerabilidade e Mapeamento, citado por FAEF (2001), a probabilidade de ocorrência de secas nestas áreas é superior a 30%. A probabilidade de perda das colheitas na região ascende aos 50% (Reddy, 1986). A temperatura média anual é de 23,6°C, e o risco de ocorrência de geadas é nulo, mesmo durante a época fria.

2.3. Caracterização dos solos

Segundo a FAEF (2001), a distribuição dos principais tipos de solo é fortemente influenciada pela geomorfologia da área. De acordo com Gomes *et al.* (1998) e INIA-DTA (1995), citados por FAEF (2001), os solos do distrito do Chókwè, podem ser agrupados da seguinte maneira (ver figura a13 no Anexo 1.3):

- Solos das dunas interiores;
- Solos dos sedimentos marinhos do Pleistocénico nas áreas elevadas;
- Solos dos sedimentos marinhos do Pleistoceno nas depressões ou planícies;
- Solos dos sedimentos fluviais recentes que se desenvolveram sobre os sedimentos recentes do rio Limpopo ocupando uma zona entre os meandros do rio.

É importante dizer, ainda, que os diferentes tipos de solos podem ocorrer na forma de complexos ou associações de um mais tipos dos solos acima descritos.

De uma maneira geral, pode-se dizer que os solos do Distrito de Chókwè são solos maioritariamente argilosos e pesados (Vilanculos, 2005), apresentando, pedimentos de Mananga (M_1 e M_2), coluviões (C_m) e aluviões (F_a) (INIA, 1995).

2.4. Agricultura e sistemas de produção

No concernente ao uso da terra pode-se afirmar que o distrito de Chókwè é basicamente agrário, com uma área agrícola que ronda os 80 000 ha que são explorados por dois tipos de agricultura, nomeadamente a de irrigação e de sequeiro (Ferro, 2005).

Em sequeiro, a produção agrícola caracteriza-se por uma mistura de culturas com ênfase para o milho, o amendoim e a mandioca, na época quente, e o milho, o feijão nhemba ou o feijão manteiga e a mandioca, na época fresca. Na agricultura de sequeiro, os produtores praticamente não utilizam insumos tais como fertilizantes químicos e pesticidas, e conseqüentemente os rendimentos são de um modo geral muito baixos, por exemplo o milho, que é cultivado com um rendimento ao redor de 200 a 300 kg/ha (FAEF, 2001).

Os agricultores na área do regadio são classificados, segundo a FAEF (2001), em três categorias tendo como referência a área explorada, a saber:

- Pequenos agricultores, que exploram áreas de 0,25 a 3 ha;
- Médios agricultores que exploram áreas de 3 a 20 ha;
- Grandes agricultores que exploram áreas maiores que 20 ha.

Os pequenos agricultores usam níveis baixos de insumos, praticam a consociação (ou mistura) de culturas e as actividades de produção são orientadas mais para a subsistência do que para fins comerciais.

Os médios e grandes agricultores praticam uma agricultura em quase tudo muito parecida. Fazem quase todas as operações culturais recomendadas, usam níveis altos de insumos e contratam mão-de-obra. Suas produções, são orientadas para fins comerciais, comportam, essencialmente, duas culturas: arroz, na época quente cultivado em monocultura e tomate, na época fresca. Para além destas assumem ainda alguma importância as seguintes culturas: milho, feijão manteiga, feijão verde, cebola, repolho e a couve, cultivados em rotação.

III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Relações Rendimento e défice hídrico

Segundo Schouwenaars (1990), a produção de culturas em regime de sequeiro na zona costeira, no sul de Moçambique, é feita, maioritariamente por pequenas famílias. Da costa para o interior, a precipitação média anual decresce de 800 – 1000 mm para 550 mm. A produção média é muito baixa (menos de 1000 kg/ha, nos cereais) e os rendimentos variam consideravelmente.

Segundo Kirda (2002), as medidas agronómicas, tais como práticas de lavoura variadas, mulching e uso de anti-transpirantes, podem reduzir a demanda de água na agricultura, com as plantas expostas a certos níveis de stress durante alguns períodos de crescimento particulares ou em toda a sua fase de crescimento, sem redução significativa do seu rendimento.

Antes de começar um programa de agricultura sob condições de défice hídrico, é necessário saber a resposta do rendimento da cultura em relação ao stress hídrico, tanto durante os estágios de crescimento definidos ou em toda estação da cultura (Kirda, 2002, citando Kirda & Kanber, 1999).

Segundo Kirda (2002), citando FAO (1979), as variedades de alto rendimento são mais sensíveis ao stress hídrico que as variedades de baixo rendimento. Stewart & Musick (1982), citados por Kirda (2002), afirmam que as variedades com maior resistência ao défice hídrico são as que possuem a estação de crescimento curta e tolerantes a seca.

Para assegurar o sucesso da agricultura sob condições de défice hídrico, é necessário considerar a capacidade de retenção de água do solo. Em solos arenosos as plantas podem entrar em stress hídrico mais cedo, enquanto que plantas em solos profundos de textura fina podem ter mais tempo para se ajustar a condição de baixa humidade do solo e manterem-se intactas ao baixo conteúdo de água no solo. Contudo, o sucesso da agricultura sob condições de défice hídrico é mais provável em solos de textura fina (Kirda, 2002).

Sob condições de défice hídrico, medidas agronómicas podem necessitar de algumas modificações, tais como: diminuir a população de plantas, aplicar menos fertilizantes, adoptar datas de sementeira flexíveis e seleccionar variedades de ciclo curto (Kirda, 2002).

As relações encontradas entre a cultura, clima, água e solo são complexas, envolvendo muitos processos biológicos, fisiológicos, físicos e químicos. Grande quantidade de informações de pesquisa sobre esses processos, em relação à água, encontra-se disponível. Contudo, para a sua aplicação prática, esse conhecimento deve ser reduzido a um número manejável de componentes principais para permitir uma análise significativa do efeito da água sobre a cultura, a nível de campo (Kassam & Doorembos, 1994).

Segundo Smith & Kivumbi (2002), citando FAO (1998), o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_0) é baseado no método de Penman-Monteith da FAO. Os dados a serem usados incluem a temperatura (máxima e mínima), humidade, brilho do sol e velocidade do vento, mensais e em décadas. As necessidades de água da cultura (ET_c) na fase de crescimento são determinadas à partir da ET_0 e estimam as taxas de evapotranspiração de cultura, expressadas como coeficientes da cultura (K_c), baseados em procedimentos bem estabelecidos (FAO, 1977), de acordo com a seguinte equação:

$$ET_c = K_c * ET_0 \quad (1)$$

FAO (1998) apresenta valores recentes para o K_c . O conteúdo de água no solo crítico, varia para diferentes culturas e diferentes estados da mesma cultura e é determinado pelas características e densidade das raízes da cultura, taxa de evapotranspiração e, em algum grau, tipo de solo.

A figura 1 apresenta a razão de evapotranspiração da cultura reduzida, ET_a/ET_c , como estimada de acordo com a depleção do solo húmido (Heng, 2002, e citando FAO, 1992).

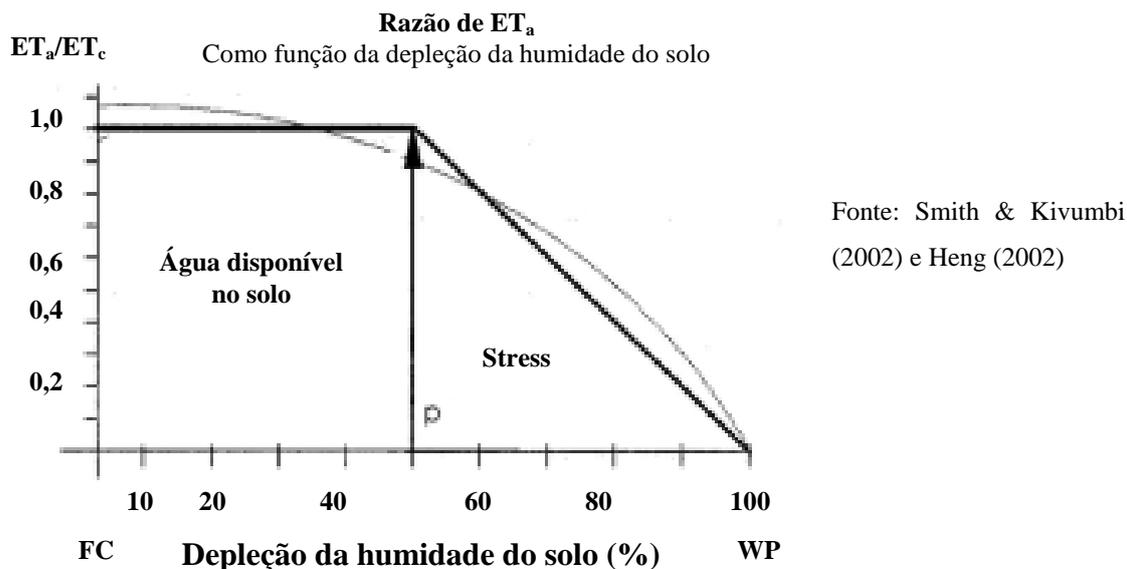


Figura 1: Razão de evapotranspiração da cultura sob stress de humidade no solo

Para aplicação no planeamento, projecto e operação de sistemas de irrigação, é possível analisar o efeito do suprimento de água sobre os rendimentos das culturas. A relação entre o rendimento da cultura e o suprimento de água pode ser determinada quando se puder quantificar, por um lado, as necessidades hídricas da cultura e os efeitos dos défices hídricos e, por outro, os rendimentos máximos e actual da cultura. O stress hídrico pode ser quantificado mediante a relação entre as taxas de evapotranspiração actual e máxima (Kassam & Doorembos, 1994).

Schouwenaars (1990), afirma que, no sul de Moçambique, pesquisas sobre redução do rendimento devido ao défice de água concentram-se mais no efeito do stress hídrico sobre condições sub-óptimas e dão mais ênfase nos benefícios da rega suplementar. A maior parte destes trabalhos foram sumariados por Doorembos & Kassam (1994). Eles propuseram a seguinte relação para várias culturas:

Error! (2)

Onde:

Y_a – Rendimento actual (kg/ha);

Y_m – Rendimento máximo (kg/ha);

k_y – Coeficiente de resposta da cultura;

ET_a – Evapotranspiração actual (mm);

ET_m – Evapotranspiração máxima (mm).

As razões Y_a/Y_m e ET_a/ET_m são conhecidas como rendimento relativo e evapotranspiração relativa, respectivamente.

k_y é um factor de resposta de rendimento da cultura que varia dependendo da espécie, variedade, método de irrigação e seu manejo e estado de crescimento quando sujeita ao défice de evapotranspiração. Com o factor de resposta do rendimento da cultura pode-se saber se a cultura é tolerante ao stress hídrico ou não. Um factor de resposta maior que a unidade indica que os esperados decréscimos relativos do rendimento para certo défice de evapotranspiração é proporcionalmente maior que o decréscimo relativo em evapotranspiração (Kirda, 2000, citando Kirda *et al.*, 1999). Segundo Schouwenaars (1991), os valores para o factor de resposta são apresentados numa tabela (tabela 1) preenchida por Doorembos e Kassam (1979), ao aplicar a equação (2) para o milho.

Tabela 1: Factor de redução do rendimento para défices de água para milho

FASE DE CRESCIMENTO	MILHO	
	Período (dias)	k_y
Vegetativo	0 - 50	0.4
Floração	51 - 65	1.5
Formação da semente	66 - 105	0.5
Maturação	106 - 115	0.2

Fonte: Schouwenaars (1991)

3.2. Cultura do milho

Segundo de Oliveira (1987), o milho (*Zea mays L.*) é uma planta anual, da família das gramíneas, com interesse agrícola na alimentação humana (grão) e na dos animais (parte aérea). É provavelmente originário da América, tendo sido primeiramente cultivado no México. A planta possui espiguetas masculinas bifloras reunidas numa grande panícula terminal (bandeira) e espiguetas femininas unifloras em espigas axilares de eixo carnudo (maçaroca), envolvidas por grandes brácteas (camisas). Possui um estilete único prolongado em estigma forma um conjunto muito alongado (barbas) (de Oliveira, 1987).

O ciclo da cultura varia de 80 a 150 dias. Os tipos de híbridos cultivados são simples, duplo e trilinear, podendo ter geralmente o grão branco a amarelo e serem dentados ou redondos.

A descoberta do mutante do milho *opaque-2*, contendo maior teor de aminoácidos, foi fundamental para a geração de variedades de milho com perfil aminoacídico superior (Mertz *et al.* 1964, citado por Naves *et al.*, 2004). Porém, somente na década de oitenta, com o entendimento dos genes modificadores de textura de endosperma, é que foi possível desenvolver genótipos de milho com conteúdo elevado de lisina e de triptofano e com características agronómicas desejáveis. Esses genótipos foram denominados "milhos de alta qualidade proteica" ou QPM (*Quality Protein Maize*) (National Research Council 1988, Villegas *et al.* 1992, Vasal 2001, citados por Naves *et al.*, 2004). O milho QPM é uma variedade que apresenta 50% mais de lisina que no milho comum (Neto *et al.*, 2004).

Contudo, segundo Sibale (2001), o maior problema para o agricultor continua a ser a disponibilidade de boas sementes a um preço justo. É desencorajante que o custo das sementes melhoradas aumente de dia para dia e não são apenas os pequenos produtores que sofrem as consequências. Trata-se também de um bloqueio para os programas de segurança alimentar. O milho QPM representa um grande custo para o agricultor por ser um híbrido².

Sibale (2001) diz que é aqui que entram as Variedades de Polinização Aberta (VPA ou OPV). Se as variedades de milho de polinização aberta não podem competir com os híbridos num contexto de fertilidade elevada, conseguem melhores resultados em caso de fraca fertilidade. É por isso que se recomenda as VPA para os pequenos produtores dos países em desenvolvimento, onde a terra é frequentemente menos fértil devido à cultura intensiva sem rotação.

As VPA podem ser recicladas durante três anos sem perdas de produtividade. Esta reciclagem permite baixar custos aos pequenos produtores. É a forma de garantirem a

² Variedades híbridas requerem uso de bons pacotes tecnológicos.

segurança alimentar. A produção de alimentos para a família não é reduzida como poderia ser o caso com a utilização das variedades primitivas locais (Sibale, 2001).

Segundo Beck *et al.* (2004), Os camponeses podem produzir a sua própria semente de variedades de polinização aberta da cultura de milho. Não existe qualquer desvantagem neste procedimento desde que a semente seja produzida e armazenada adequadamente.

A variedade seleccionada para o presente estudo é a variedade Matuba OPV, por ser uma variedade de ciclo muito curto (menos riscos de perda da cultura) e apresentar bons rendimentos. Esta variedade foi produzida e desenvolvida pelo INIA e aprovada em 2005.

3.2.1. Factores que afectam o rendimento do milho

Segundo FAEF (2004), o milho adapta-se a diferentes tipos de climas e solos. No entanto, as condições climáticas mais favoráveis são:

- Temperaturas entre 18 e 30°C;
- Chuvas entre 450 a 600 mm bem distribuídas durante o ciclo vegetativo;
- É pouco sensível a variações de luz, não obstante prefere dias longos, principalmente na etapa de floração.

Quanto aos solos:

- Pode cultivar-se numa grande variedade de solos, incluindo os de menos fertilidade com uma adubação adequada;
- Precisa de solos profundos e com boa drenagem;
- Os solos aluviais, assim como os solos argilo-arenosos férteis, são considerados os melhores para esta cultura;
- Desenvolve bem em pH desde 5,0 até 7,5, sendo o óptimo de 6,0 a 7,0.

As brocas dos colmos, juntamente com as infestantes, fazem parte das mais destrutivas pragas das culturas dos cereais e podem reduzir grandemente o rendimento do milho e da mapira em pequenos campos. Os agricultores podem sofrer perdas de 30 a 100% se não houver controle adequado. O controle de brocas com insecticidas químicos e das

infestantes com compostos de semelhante natureza é muito dispendioso e pode causar danos ao ambiente (ICIPE, 2006).

Das três espécies de brocas que ocorrem em Moçambique, *Chilo partellus* é exótica e a mais importante em zonas de altitude baixa e temperaturas elevadas. As outras duas espécies são originárias de África. A *Sesamia calamistis* ocorre quase em todo o país e *Busseola fusca* é a espécie de ocorrência restrita apenas em zonas elevadas com clima mais fresco (acima de 900m de altitude). *Chilo partellus* e *Busseola fusca* coexistem em zonas de altitude média a elevada (500 a 800m) (Barbosa, 2001).

Chilo partellus é a espécie mais abundante na maioria das localidades do país (mais de 95% das brocas individualmente encontradas), *Busseola fusca* é somente dominante nas maiores altitudes no Centro e Norte do país, enquanto *Sesamia calamistis* é encontrada em todas as localidades mas numa densidade muito baixa (Barbosa, 2001).

Segundo Robertson (2006), existem 3 gerações das brocas do milho:

- A primeira, em que os adultos das brocas do milho emergem das pupas no último trimestre, frequentemente em Novembro, e, normalmente, depositam vários grupos de ovos, que devem totalizar 1000;
- A segunda, em que a emergência ocorre no primeiro quarto do ano, normalmente em Fevereiro. Algumas das larvas formam a pupa no caule antes do inverno e começam a emergir depois de cerca de três semanas. A maioria das larvas, contudo, passam o inverno na base do colmo e só formam a pupa na estação seguinte, pois elas não resistem às temperaturas baixas dessa época;
- A terceira (apenas em alguns indivíduos), em que as larvas que formam pupas e emergem antes do inverno, depositam os ovos no milho que se produz fora da estação.

3.2.2. Variedades de milho usadas no Distrito de Chókwè

As principais variedades de milho produzidas no Distrito de Chókwè são descritas na tabela 2, apresentada à seguir.

Tabela 2: Variedades de milho usadas no Distrito de Chókwè

VARIETADES	CICLO	OBSERVAÇÃO	FONTE
Matuba	Muito curto (90 – 100 dias)	OPV ³ , com épocas de sementeira óptimas de Abril a Maio (rendimento médio 2500 kg/ha) e Outubro a Dezembro (rendimento médio 2000 kg/ha)	FAEF (2001) e Pachisso (2005)
SC501	Curto (100 – 110 dias)	Híbrido, com épocas de sementeira óptimas de Abril a Maio (rendimento médio 4500 kg/ha) e Outubro a Dezembro (rendimento médio 3500 kg/ha)	FAEF (2001)
Changalane	Curto (100 – 110 dias)		Pachisso (2005)
SC521	Médio (110 – 120 dias)	Híbrido, com épocas de sementeira óptimas de Abril a Maio (rendimento médio 5000 kg/ha) e Outubro a Dezembro (rendimento médio 3800 kg/ha)	FAEF (2001)
Chinaca	Médio a longo (110 – 150 dias)		Pachisso (2005)
Tsangana	Médio a longo (110 – 150 dias)		Pachisso (2005)
Sussuma	Médio a longo (110 – 150 dias)	QPM ⁴	Pachisso (2005)

3.2.2. Necessidades de água da cultura do milho

O milho é um cereal, o que já justifica a sua escolha por muitos agricultores para a sua prática em sequeiro, devido a grande resistência a seca que apresenta (Pachisso, 2005).

De acordo com Pachisso (2005), as necessidades de água da cultura do milho são iguais para todas as variedades de milho de ciclo igual, isto é, as necessidades de água para a cultura de milho variam entre as variedades de ciclo muito curto a curto, ciclo médio e ciclo longo. Para o caso da variedade Matuba (OPV), que foi a variedade escolhida para o estudo em causa, as necessidades hídricas da cultura variam entre 320 mm e 480 mm na época fria e quente, respectivamente.

³ Open Polinization Variety (Variedade de polinização aberta – VPA);

⁴ Quality Protein Maize (milho com qualidade proteica).

3.3. Agricultura de sequeiro em Moçambique

Existem vários trabalhos que relacionam o rendimento com o défice de água, mas a maior parte deles fala sobre a agricultura irrigada e não relaciona a variação das épocas de sementeira com o risco de falha da cultura.

Reddy (1986), usando dados de seca, cheia, época de sementeira, precipitação, temperatura, velocidade do vento e zonas climáticas gerais, práticas agronómicas, tais como a época de sementeira e suas possibilidades de risco, culturas e padrões de cultivo, práticas de manejo, nível esperado de anos de falha da cultura, nível esperado de risco de excesso de água e nível climático apropriado para a agricultura irrigada, determinou o risco associado a agricultura de sequeiro e a caracterização agro climática de Moçambique relevante para a agricultura de sequeiro. O estudo não só quantifica a situação geral do clima mas também apresenta o risco associado em relação ao tempo de sementeira, seca e excesso de água, ao longo das práticas de sistemas agrícolas apropriados e os níveis do potencial de produção para diferentes zonas agroclimáticas.

Como resultados, Reddy (1986) apresenta uma série de tabelas, mapas e gráficos localizando e descrevendo as diferentes zonas agroclimáticas de Moçambique. As conclusões dos estudos dividem-se em 5 partes:

1. Época de sementeira e seus riscos;
2. Período disponível de chuvas efectivas;
3. Zonas com esperança de risco de falha da cultura;
4. Zonas com esperança de excesso de água;
5. Zonas climaticamente aptas para a agricultura de regadio.

As mais importantes para o presente estudo são a época de sementeira e seus riscos e as zonas com esperança de risco de falha da cultura.

No caso de solos de textura leve, a sementeira pode ser realizada em períodos por ele especificados, depois de uma chuva de 25 mm num único dia, ou 30 mm em 2 dias consecutivos, enquanto, que no caso de solos de textura pesada antes de uma chuva boa neste mesmo período. Os períodos de sementeira por Reddy (1986) indicados encontram-se na seguinte tabela:

Tabela 3: Média semanal do início do período de sementeira na época das chuvas (S), em número da semana

S, Semana número	Mês	Data
46	Novembro	12 – 18
47		19 – 25
48		26 – 02
49	Dezembro	03 – 09
50		10 – 16
51		17 – 23
52		24 – 31
01	Janeiro	01 – 07
02		08 – 14
03		15 – 21
04		22 – 28
05	Fevereiro	29 – 04
06		05 – 11
07		12 – 18
08		19 – 25
09	Março	26 – 04
10		05 – 11

Fonte: Reddy 1986

Nos períodos onde o ciclo de precipitação está acima da média, as chuvas efectivas começam mais cedo do que S e naqueles em que o ciclo de precipitação está abaixo da média, as chuvas efectivas começam mais tarde do que S.

Para o Distrito de Chókwè, Reddy (1986), apresenta que a média semanal, do início da sementeira na época das chuvas, é de 52, localizada entre os dias 24 e 31 de Dezembro, sendo que, risco de sementeira se apresenta alto e a esperança de falha da cultura apresenta-se muito alta (maior que 75%).

Quanto as zonas com esperança de risco de sementeira, Reddy (1986) conclui que os níveis de risco podem ser modificados para uma extensão marginal devido à capacidade disponível de retenção de água no solo (AWC). Nos solos com AWC alto, o risco deve

ser ligeiramente baixo, enquanto que nos solos com AWC baixo, deve ser ligeiramente mais alto.

O risco de falha da cultura é elevado nas zonas secas e nas zonas semi-áridas secas. O risco de falha da cultura apresenta uma associação com ciclos climáticos, daí que parece ser elevado durante o ciclo de precipitação abaixo da média e baixo durante o ciclo de precipitação acima da média.

Segundo Schouwenaars (1990), foi aplicado um pequeno balanço e modelo de crescimento da cultura para simular a produção de milho no Sul de Moçambique. Para diferentes estratégias de sementeira, foi determinado, variando das mais dispersas sementeiras a uma por ano, o milho disponível para o consumo de uma unidade de família média de agricultores. Diferentes parâmetros do modelo foram variados para estudar os seus impactos na estratégia de sementeira.

Schouwenaars (1990), testa vários modelos para o rendimento de milho e chega a conclusão que devia usar o modelo de simples aproximação SWETAM, que é um modelo para balanço de água. Neste modelo, as variações de conteúdo de água no solo, na zona radicular, são simuladas usando um simples conceito de perda de água por evaporação do solo exposto e pela canópia. O *run off* e intercepção da precipitação pela cultura foram negligenciados. Detalhes deste modelo foram descritos por este autor no Schouwenaars (1988).

Em suas tabelas de resultados, Schouwenaars (1990), sugere que existem vários anos em que melhores rendimentos são obtidos semeando tanto mais cedo como mais tarde do que nos “períodos mais favoráveis” (Outubro – Março). Ademais, em alguns anos, a consequência de sucessivas sementeiras do milho em períodos mais favoráveis é catastrófica devido a precipitação que acaba sendo muito baixa nesses períodos.

Como conclusão, Schouwenaars (1990) acrescenta que, para maximizar o consumo anual, a estratégia preferida quase que depende totalmente das perdas por pragas, doenças e pós-colheita. Considerando o critério de decisão de minimizar os períodos de escassez de alimentos, a estratégia de sementeira preferida depende, fortemente, da água disponível e níveis de produção potenciais.

3.4. O modelo CROPWAT

O modelo escolhido para o presente trabalho foi o modelo CROPWAT, desenvolvido pela FAO.

Segundo Smith & Kivumbi (2002), CROPWAT é um programa de computador para a gestão planeamento da irrigação. Contém funções básicas incluindo o cálculo da evapotranspiração de referência, necessidades de água da cultura e planos de culturas e de irrigação. À partir de um balanço diário, o usuário pode simular várias condições de disponibilidade de água e estimular a redução do rendimento e eficiências de rega e de precipitação. Aplicações típicas do balanço de água incluem o desenvolvimento de programas de irrigação para várias culturas e vários métodos de rega, a avaliação de práticas de rega, assim como produção em regime de sequeiro e efeitos da seca.

3.4.1. Dados a serem pelo modelo CROPWAT

Cálculo de água e necessidades de rega precisa de dados climáticos, culturas e solos como também dados de rega e de precipitação. Os dados climáticos requeridos são referentes a evapotranspiração (década) e precipitação (década). A evapotranspiração de referência podem ser calculados à partir dos dados da temperatura actual, humidade, radiação e velocidade do vento, de acordo com o método da FAO – Penman-Monteith (Smith & Kivumbi, 2002).

Segundo Smith & Kivumbi (2002), os parâmetros da cultura usados para estimar a evapotranspiração da cultura, cálculo de balanço de água e redução do rendimento devido ao stress incluem k_c , comprimento da estação de crescimento, nível crítico de depreciação (p) e factor de resposta de rendimento (k_y).

Os dados do solo incluem informação do total de água disponível contido no solo e a infiltração máxima para estimar o run-off. O conteúdo inicial de água disponível no solo no início da estação é necessário. O impacto no rendimento de vários níveis de fornecimento de água é simulado por ajustamento das datas e aplicação dos valores de precipitação.

3.4.2. Limitações do modelo CROPWAT

Segundo Boteta *et al* (2005), o modelo CROPWAT tem limitações para ser utilizado em tempo real, porque utiliza valores mensais de precipitação e ET_0 , embora seja uma boa ferramenta de planeamento e de controlo à posterior.

Sandhu (2003), destaca as seguintes:

- a) *Aplicabilidade*: é principalmente indicado como uma ferramenta prática para agrometeorologistas, agrónomos e coordenadores de rega para realizar cálculos padrão da evapotranspiração e estudos de uso de água pela planta e mais especificamente no maneo e gerência de esquemas de rega;
- b) *Conhecimentos de fundo*: são simples de se usar visto que não requerem muitos dados de entrada detalhados e usam aproximações simples do balanço da água para o ciclo hidrológico da atmosfera-planta-solo;
- c) *Dados de entrada*: padrão, facilmente disponíveis, especialmente da FAO e de outras bases de dados existentes;
- d) *Escolha de procedimentos para simular vários processos*: Limitada.

3.5. Contribuição do presente estudo

Sabe-se que, em Moçambique, a precipitação varia muito quando se vai da zona costeira para o centro e do Norte para o Sul (Schouwenaars, 1991). Isto faz com que o estudo de Reedy (1986), que parece geral ou de grande escala, não seja aplicado a todas as regiões do país, e, embora o estudo do Schouwenaars (1991) seja mais direccionado para a zona Sul do país, incluindo a faixa costeira, este também não pode ser aplicado para todas as regiões do Sul, apesar de se poder usar na maioria dos casos, pois o clima da região Sul do país não difere muito. Um estudo mais direccionado seria necessário.

Por outro lado, no tempo em que os autores Schouwenaars (1991) e Reedy (1986) fizeram os seus estudos, o INIA ainda não havia desenvolvido a variedade de milho Matuba OPV, de ciclo muito curto.

Portanto, o presente estudo, que é mas direccionado para o distrito de Chókwè, pretende complementar, aprofundar e actualizar os estudos feitos anteriormente.

IV. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Determinação das necessidades de água da cultura (NAC) e o défice hídrico

O cálculo da evapotranspiração de referência (ET_0) foi baseado no método da FAO – Penman-Monteith. Os dados usados incluíram dados de temperatura (máxima e mínima), humidade, radiação e velocidade do vento (médias mensais). NAC (ou ET_c) em toda a estação de crescimento foi determinada da ET_0 e estimou a razão de evaporação da cultura, expressa por coeficientes da cultura (K_c), baseada em procedimentos bem estabelecidos, de acordo com a equação (1).

Os valores de K_c apresentam-se tabelados pela FAO (1998). Estima directamente a precipitação efectiva (ver tabela 2.5 no anexo 2).

Segundo Clarke (1998), no modelo CROPWAT a precipitação é dividida em um número de chuvas diárias em cada mês. Os dados necessários para o cálculo das necessidades de água da cultura foram:

1. Valores da Evapotranspiração de referência (ET_0);
2. Cultura e datas de sementeira;
3. Dados de precipitação diária.

Os dados de precipitação (diária) usados foram dados de 30 anos (escolhidos entre 1964 e 2003)⁵ e foram divididos em décadas, totalizando 36 décadas por ano (ver tabelas 2.3 e 2.4 no anexo 2).

Os outros dados climáticos usados foram médias mensais pré-calculadas para o distrito de Chókwè, presentes no próprio modelo (ver tabela 2.2 no anexo 2). Os dados do solo encontram-se também apresentados em anexo (anexo 2).

O défice hídrico é directamente apresentado em percentagem após aplicada a equação (2) e resumido em forma de tabela.

⁵ A escolha dependeu das falhas nos dados de precipitação fornecidos pelo INAM.

4.2. Determinação dos rendimentos actuais

O efeito do stress hídrico foi quantificado relacionando o decréscimo do rendimento relativo com o défice de evapotranspiração relativa directamente através de um coeficiente de resposta da cultura (k_y) derivado empiricamente através da equação (2), incorporada no modelo CROPWAT.

4.3. Identificação dos períodos de sementeira mais adequados

A identificação dos períodos de sementeira mais adequados foi feita de acordo com os rendimentos apresentados para cada década⁶ de sementeira, isto é, de acordo com as décadas que apresentarem menor risco de falha da cultura ao longo dos anos. A década que apresentar menor risco de falha da cultura e maior rendimento será a melhor época de sementeira.

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Necessidades de água da cultura (NAC) do milho

No anexo 3 (tabela 3.1) estão apresentados os valores das NAC, que foram usados para a construção do gráfico da figura 2. Pode-se notar que, os valores das NAC, nos meses de Janeiro – Março e de Julho – Dezembro, são maiores que nos meses Abril, Maio e Junho. Isto deve-se aos valores da ET_0 que, também, são baixos nesse período, pois nesses meses do ano o clima é fresco em Moçambique, porém a precipitação é baixa neste período.

⁶ As décadas são apresentadas de 1 (em Janeiro) a 36 (em Dezembro).

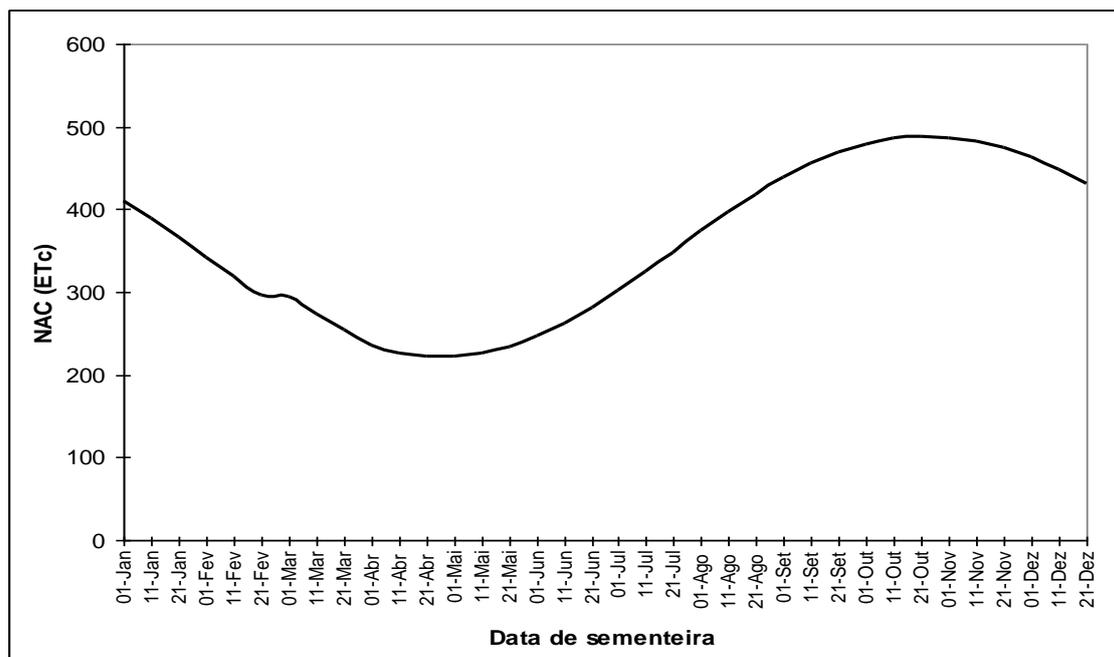


Figura 2: Variação das NAC segundo às décadas de sementeira ao longo do ano.

5.2. Períodos de sementeira e rendimentos

As tabelas 3.3, 3.4, 3.6 e 3.7 (anexo 3) apresentam os resultados agregados em percentagem da perda de rendimento, para solos pesados e solos leves. Estes são derivados das tabelas 3.2 e 3.5 presentes no anexo 3, sobre perdas de rendimento resultantes das simulações pelo CROPWAT, para solos pesados (tabela 3.2) e para solos leves (tabela 3.5). Estas tabelas foram resumidas em dois gráficos, que mostram a tendência dos rendimentos em relação às décadas de sementeira ao longo dos anos para solos pesados (figura 3) e para solos leves (figura 4).

A figura 3 mostra que o mês Maio apresentou maior número de anos com os rendimentos indicados pelas linhas apresentadas na legenda, em todas as classes de rendimentos apresentados na legenda, para solos pesados.

Nota-se, na figura 3, para solos pesados, que o mês Maio (décadas 13; 14 e 15) é o que apresenta os maiores rendimentos, sendo que em quase 90% dos anos em estudo os rendimentos situam-se acima de 50%. O mesmo não acontece com os restantes meses. Porém, por serem décadas isoladas, a 11^a e a 16^a década não podem ser tomadas como melhores décadas para a sementeira.

A figura 4 mostra que, para os solos leves, o maior número de anos com os rendimentos indicados pelas linhas apresentadas na legenda, em todas as classes de rendimentos apresentados na legenda, apresentam-se no mês de Fevereiro, mais precisamente na década número 5 (2^a década de Fevereiro).

A figura 4 apresenta os resultados agregados em percentagem da perda de rendimento, para solos leves. Na figura 4 é possível notar que o mês de Fevereiro (década 5) é o que apresenta maior rendimento, sendo que em 73% dos anos em estudo, os rendimentos se encontram acima dos 50%. O mesmo não acontece para as restantes décadas.

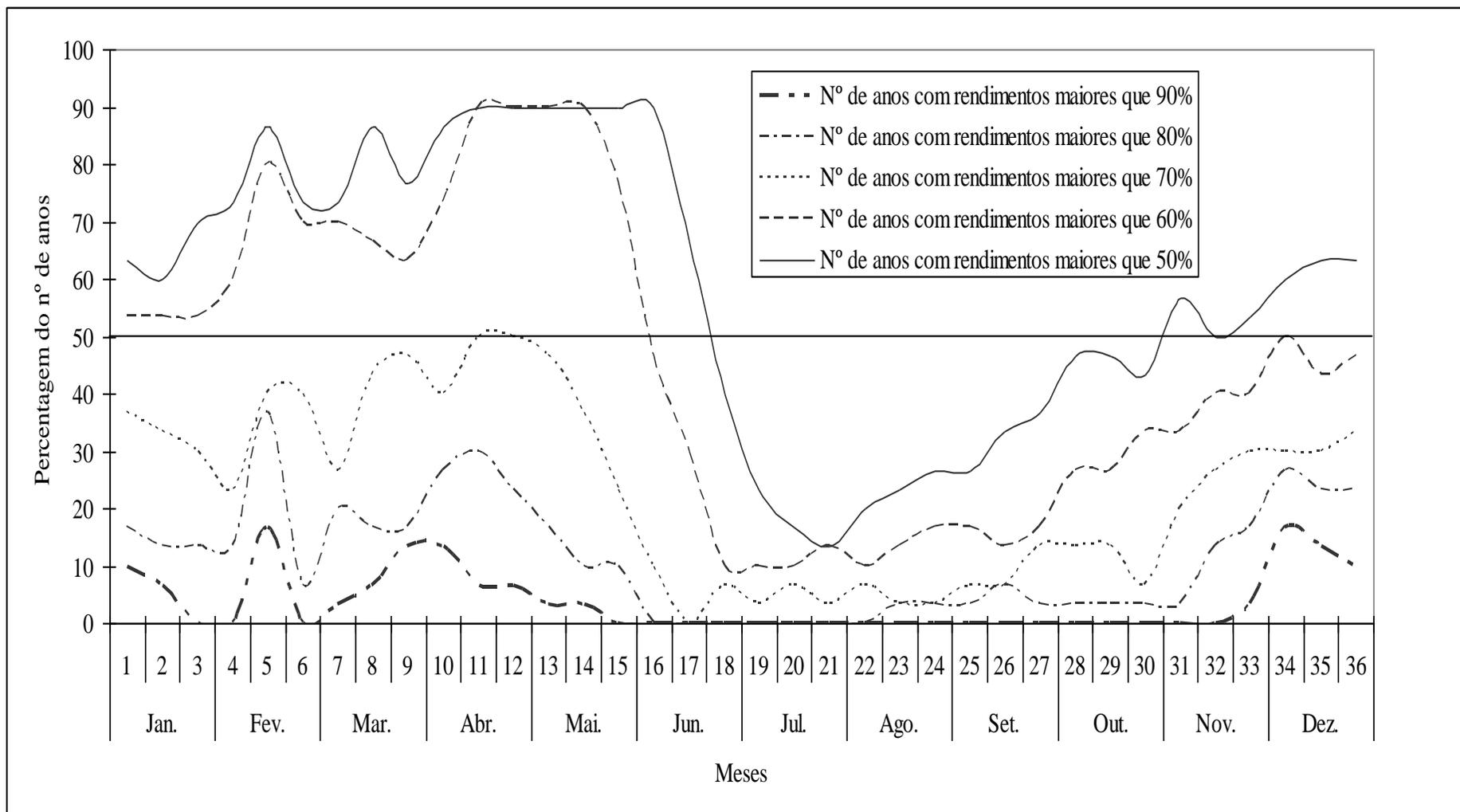


Figura 3: Gráfico da variação do rendimento para diferentes décadas de sementeira ao longo dos anos, para solos pesados.

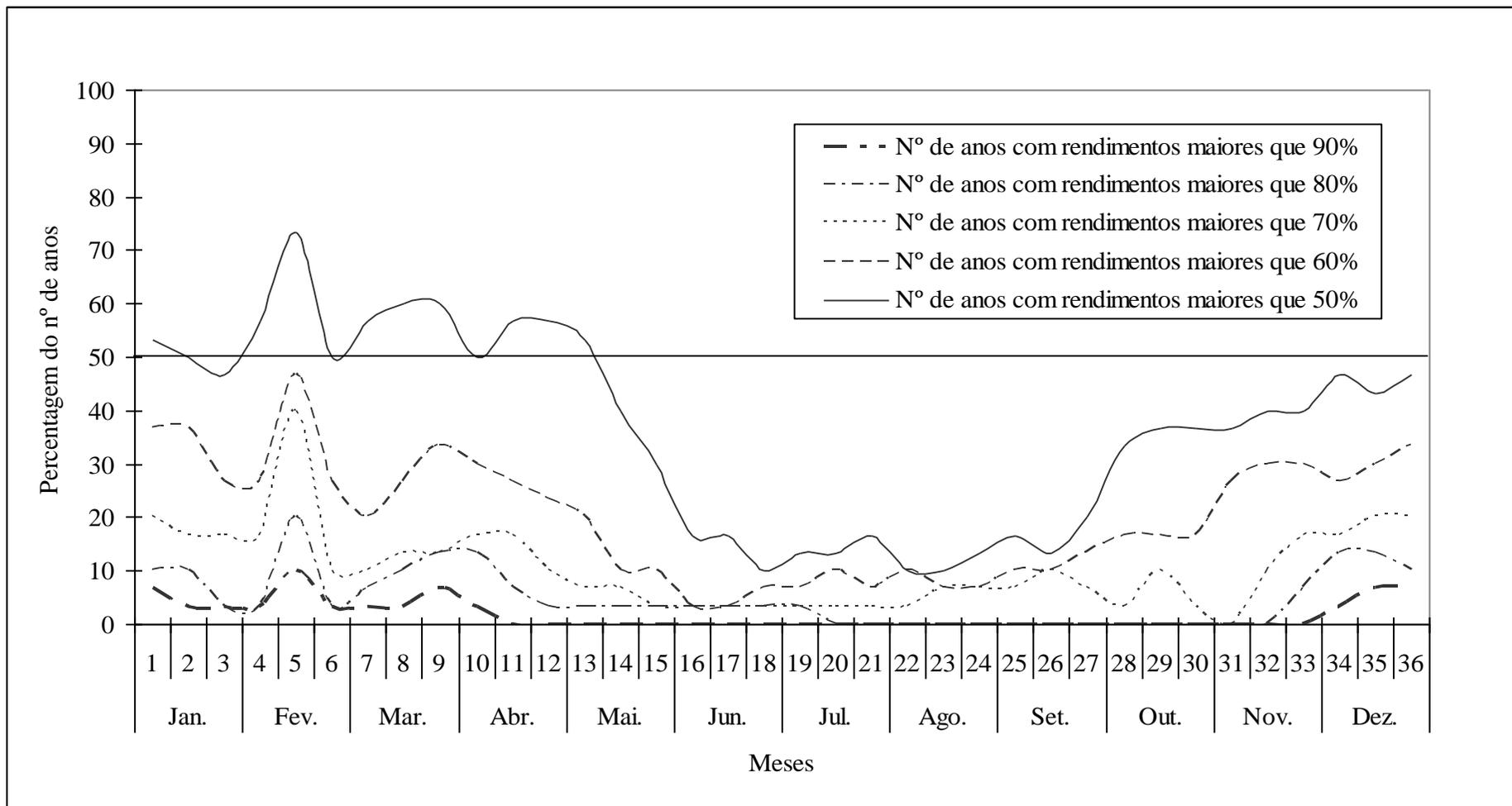


Figura 4: Variação do rendimento para diferentes décadas de sementeira ao longo dos anos, para solos leves.

É visível na figura 3 que, de Novembro a Junho, em de mais que 50% dos anos obteve-se rendimentos maiores que 50%, após as simulações. Isto significa que, com um bom manejo de água, pode-se semear nestes meses, em solos pesados, com o risco de falha da cultura bem reduzido. Em solos leves (figura 4), pode-se semear com um bom manejo de água, para reduzir o risco de falha da cultura, nos meses que vão desde Janeiro a Maio, pois em mais de 50% dos anos obteve-se, após as simulações rendimentos maiores que 50%.

Nota-se, também, que o gráfico da figura 4 apresenta as linhas de rendimento mais abaixo que as linhas de rendimento no gráfico da figura 3. Isto significa que, em solos leves, houve muitas perdas de rendimento acima dos 50%, em relação aos solos pesados. Isto deve-se ao facto de os solos pesados terem uma capacidade de retenção de água maior que à dos solos leves.

É visível também que, nas figuras 3 e 4, as linhas de rendimento oscilaram muito, havendo muita variação dos valores das percentagens dos anos em relação as décadas. Isto deve-se, segundo Kassam & Doorembos (1994), ao facto da distribuição da precipitação ao longo do ciclo da cultura e particularmente pela ocorrência do défice hídrico nas fases de crescimento da cultura do milho ter um grande efeito no rendimento dos grãos.

Como os solos do Distrito de Chókwè, na sua maioria, são pesados, segundo Vilanculos (2005), pode-se então dizer que ao se semear no mês de Maio, em Chókwè, corre-se menor risco de perda da cultura, contrariamente ao que era de se imaginar, pois, segundo FAEF (2004), a data de sementeira para regiões semi-áridas do sul de Moçambique, em regime de sequeiro, é de quando começam as chuvas (primeiras semanas de Outubro) até 30 de Novembro.

Segundo Reddy (1986), as datas de sementeira que menos apresentam riscos de perda da cultura vão desde a semana 46 (2ª semana de Novembro) até a semana 10 (2ª semana de Março) e o risco aumenta de moderado (zona do interior de Gaza) a alto ou muito alto na zona costeira.

Segundo FAEF (2004), a cultura do milho a temperatura mínima para o cultivo é de 10°C e a máxima situa-se acima dos 45°C, embora os rendimentos sejam escassos nos seus limites superior e inferior. Mas a temperatura média e óptima para o cultivo do milho situa-se um pouco acima dos 20°C, que são exactamente as temperaturas que se fazem sentir nos meses de Abril e Maio na zona sul de Moçambique. Este, talvez, seja um dos motivos para a obtenção dos resultados acima apresentados.

Segundo Vilanculos (2005), os solos do Distrito de Chókwè são argilosos e pesados, isto significa que estes solos apresentam uma capacidade de retenção de água alta. Este facto pode ter ajudado na obtenção dos resultados apresentados, pois em alguns dos anos estudados, a precipitação foi muito aquém das necessidades de água da cultura do milho para todo o seu ciclo vegetativo, que são de 320 a 480 mm (Pachisso, 2005), para a variedade de milho seleccionada para o presente estudo.

Schouwenaars (1990), citando Nunes *et al* (1986), no Sul de Moçambique, as culturas que crescem nos meses com maiores temperaturas (Novembro – Fevereiro), que coincide com o período das chuvas, são as mais vulneráveis a pragas e doenças. A vulnerabilidade do milho a algumas pragas é maior depois do mês de Outubro.

O facto da broca do milho não resistir às temperaturas baixas do inverno, pode ser uma vantagem ao se semear o milho na estação fresca, em Moçambique, pois estar-se-á a reduzir o risco de ataque ao milho por esta praga, constituindo uma mais valia em termos de poupança de insumos para o combate desta.

VI. CONCLUSÕES

As necessidades de água da cultura (NAC ou ET_c) são relativamente altas em relação a quantidade de precipitação, no Distrito de Chókwè.

Os rendimentos obtidos quando se cultiva o milho em sequeiro são muito variáveis. Estes são muito afectados pela distribuição da precipitação ao longo do ciclo da cultura e particularmente pela ocorrência do défice hídrico nas fases de crescimento da cultura.

Este estudo indica que as melhores décadas de sementeira para reduzir o risco de falha da cultura do milho (variedade Matuba), em sequeiro, no Distrito de Chókwè, são as décadas 12, 13, 14, 15 e 16, isto é, dos finais de Abril ao início de Junho.

Se a sementeira for feita em solos leves, a melhor década de sementeira para se reduzir o risco de falha da cultura de milho (variedade Matuba), em sequeiro, para as condições climáticas do Distrito de Chókwè, é a 2^a década de Fevereiro.

VII. RECOMENDAÇÕES

O processo sementeira deve ser muito bem planeado, pois determina o início de um processo que dura cerca de 100 dias e que afectará todas as operações envolvidas, além de determinar as possibilidades de sucesso ou insucesso da produção.

Para melhores resultados, em termos de rendimentos, deverá semear-se o milho após a queda de uma boa chuva no mês de Maio.

Apesar de haver alto risco de falha da cultura, pode-se semear o milho no Distrito de Chókwè de Novembro a Junho, se for efectuado um bom manejo de água.

Não se recomenda a sementeira do milho entre os meses de Julho e Outubro, pois há grandes riscos de falha da cultura.

Um estudo de campo seria necessário para complementar o presente estudo, que foi baseado em simulações dentro de um modelo desenhado para condições específicas.

O presente estudo poderá ser feito em outras regiões do país, a fim de mais informação sobre agricultura de sequeiro nas outras regiões semi-áridas do país, tendo em conta:

- Ensaio de campo;
- O estudo em diferentes tipos de solo e;
- Considerações sócio-económicas.

BIBLIOGRAFIA USADA

Barbosa, S. M. (2001). Maneio do Habitat Para o Controlo das Brocas dos Cereais em Moçambique. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo;

BECK, D. (2004). Produção de sementes de variedades de polinização aberta de milho, in STIMELA, P., E. Moyo & M. Bänziger (2004). Produção de sementes de culturas alimentares na região da SADC: manual 1, CIMMYT, México;

BOTETA, L., C. Guerreiro & H. Catronga (2005). Projecto Agro5: Implementação de um sistema de avisos de reganos perímetros de rega do Alentejo, in COTR informa (2005). Boletim informativo do Centro Operativo e de tecnologia de regadio (Janeiro de 2005), Ano III, nº 6, Alentejo, pp 6 – 7;

CLARKE, D. (1998). CROPWAT for windows: User guide, Institute of Irrigations Development Studies (IIDS), Southampton University, Southampton;

DE OLIVEIRA, M. (1987). Moderna Enciclopédia Universal, Tomo XIII, Círculo de Leitores, Lda. e Verlagsgruppe Bertelsmann GmbH/Bertelsmann, 1629ª edição, Portugal;

ÉLIARD, J. (1995). Manual geral de agricultura, 2.ª edição, Publicações Europa-América, Lisboa;

FAEF (2004). Apontamentos de Culturas alimentares e industriais, Departamento de Produção e Protecção Vegetal (PPV) – FAEF – Universidade Eduardo Mondlane (UEM), Maputo

FAEF (2004). Apontamentos de Rega e Drenagem, Departamento de Engenharia Rural (DER) – FAEF – Universidade Eduardo Mondlane (UEM), Maputo;

FAEF (2001). Programa Competir: região agrícola do Chókwè diagnóstico da fileira agrícola, FAEF – UEM, Maputo;

Ferro, C. V. (2005). Avaliação das Mudanças de Cobertura Florestal no Distrito do Chókwè, pp. 4 – 8. UEM – FAEF. Maputo.

HENG, L. (2002). Deficit irrigation practices: Use of the FAO CROPWAT model in deficit irrigation studies, Joint FAO/IAEA Division, International Atomic Energy Agency, Vienna.

ICIPE biennial scientific report 2004 – 2005

“Stemborers and striga weeds”.

Disponível no site <http://www.push-pull.net/Introduction.htm> - 20-08-2006

INIA (1995). Legenda explicativa (carta de solos), Províncias de Maputo e Gaza, INIA, Departamento de Terra e Água, Ministério da Agricultura, Pedologia – 1995;

KASSAM, A. & J. Doorembos (1994). Rendimento e água, in FAO 33 (1994). Irrigação e drenagem, Food and Agriculture Organization, série 4, Brasil;

KIRDA, C. (2002). Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance, in FAO water reports 22 (2002). Deficit irrigation practices, Roma;

MENETE, Z. e Nícia Givá (2002). Diagnóstico preliminar dos sistemas de produção e impacto das cheias no distrito do Chókwè, FAEF – UEM, Maputo;

NAVES, M., M. Silva, F. Cerqueira e M. Paes (2004). Avaliação química e biológica do grão em cultivares de milho de alta qualidade proteica, in Pesquisa agro-pecuária tropical 34 (2004), Faculdade de nutrição, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, e EMBRAPA, milho e sorgo, Sete Lagoas, pp 1 – 8.

NETO, J., R. Wolp, E. de Almeida, V. Cantarelli e E. Fialho (2004). Balanço de nitrogénio em suínos alimentados com milho comum e milho QPM, in CICESAL/UFLA XVII (2004), UFLA, Brasil, 341 p;

PACHISSO (2005). Comunicação oral, Sector de milho, Instituto Nacional de investigação agronómica, Maputo;

REDDY, S. (1986). Informação agro-climática de Moçambique para a agricultura de sequeiro, Série terra e água do Instituto Nacional de Investigação Agronómica (INIA), Maputo;

Robertson, Hamis

“*Busseola fusca* (African Stem Borer, Maize Stalk Borer)”

http://www.museums.org.za/bio/insects/lepidoptera/noctuidae/busseola_fusca.htm - 20-08-2006.

SANDHU, C. (2003). A sensitivity analysis of factors affecting the hydrological atmosphere-plant-soil cycle in a semi-arid region, Applied Environmental Geoscience Masters thesis, Centre for Applied Geoscience, Eberhard-Karls Universitaet, Tuebingen;

SCHOUWENAARS, J. (1991). Problem-oriented studies on plant-soil-water relations: Sowing strategies for maize in rated agriculture in southern Mozambique, Water management in bog relicts in the Netherlands, Doctorial thesis, Agricultural University Wageningen, The Netherlands;

SCHOUWENAARS, J. (1988). Rainfall-irregularity and sowing strategies in southern Mozambique. *Agricultural water management* 13: 49-64;

SIBALE, E. (2001). Sementes: Sementes seguras para pequenos agricultores, Esporo, nº 45, Malawi;

SMITH, M. & D. Kivumbi (2002). Deficit irrigation practices: Use of the FAO CROPWAT model in deficit irrigation studies, Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization, Rome.

Sistema Nacional de Aviso Prévio para a Segurança Alimentar (SNAP) (1995). Impacto climático sobre a produção de milho em Moçambique, Direcção Nacional de Agricultura (DINA), Maputo.

VILANCULOS (2005). Comunicação oral, Secção Terra e Água, Instituto Nacional de investigação agronómica, Maputo.

ANEXOS

ANEXO 1: MAPAS

1.1. Mapa de Moçambique



Figura 1.1: Mapa de Moçambique com uma seta a indicar a província de Gaza

Fonte: www.futur.org.mz

1.2. Mapa da Província de Gaza

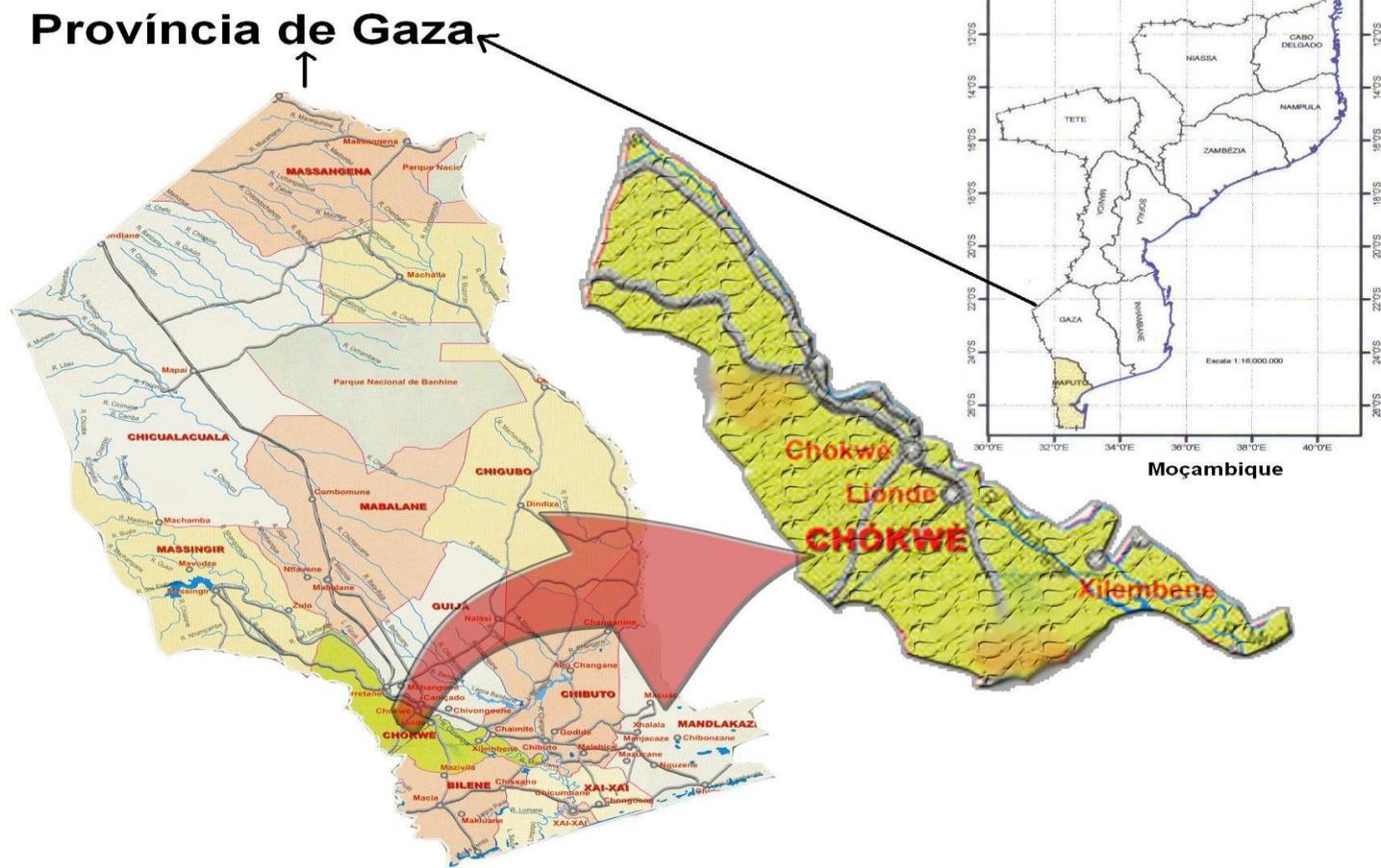


Figura 1.2: Localização do distrito de Chókwe

1.3. Mapa de distribuição de solos na província de Gaza

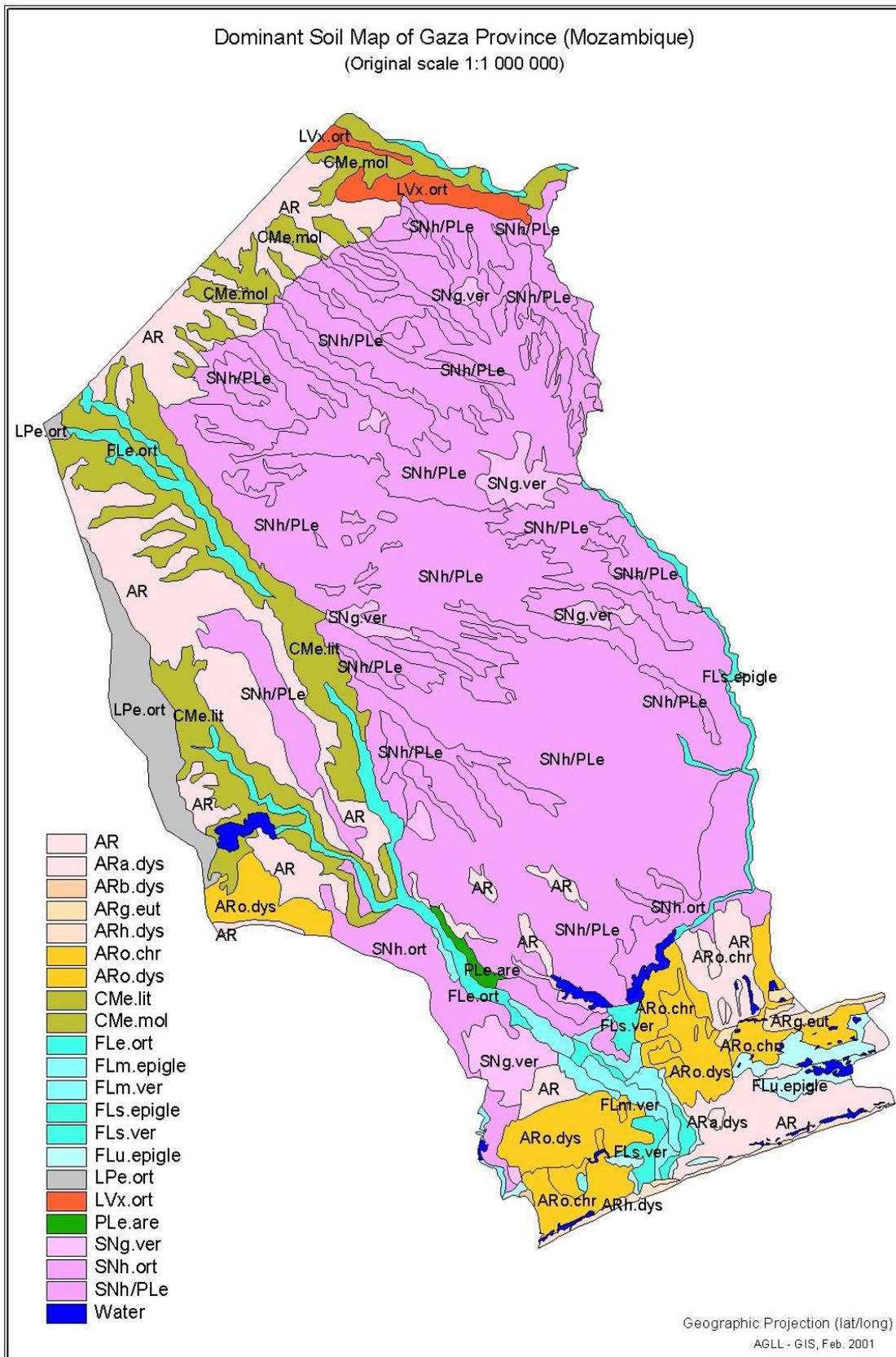


Figura 1.3: Mapa de solos da província de Gaza

Fonte: FAO Limpopo study (2004).

ANEXO 2: DADOS USADOS

2.1. Dados do solo

Descrição do solo: Pesado.

Humidade total disponível no solo = 180,0 mm/m de profundidade.

Depleção inicial da humidade do solo = 0%

Humidade inicial disponível no solo = 180,0 mm/m de profundidade

Razão de infiltração máxima = 40 mm/dia

Profundidade da camada restrita às raízes = 9,00 m

Descrição do solo: Leve.

Humidade total disponível no solo = 100,0 mm/m de profundidade.

Depleção inicial da humidade do solo = 0%

Humidade inicial disponível no solo = 100,0 mm/m de profundidade

Razão de infiltração máxima = 40 mm/dia

Profundidade da camada restrita às raízes = 9,00 m

Fonte: CROPWAT 4 Windows v4.1

2.2. Dados climáticos

Tabela 2.1: Dados climáticos mensais da estação agrária do Chókwè, usados pelo modelo CROPWAT v7.2

Mês	T_{max} (°C)	T_{min} (°C)	HR (%)	Veloc. vento (Km/dia)	Insolação (hrs)	Radiação solar (MJ/m2/dia)	ET_o (mm/dia)
Janeiro	33,7	21,0	75,0	164,0	8,1	23,5	5,66
Fevereiro	33,0	21,1	78,0	164,0	7,8	22,2	5,21
Março	32,1	19,5	80,0	138,0	8,0	20,7	4,55
Abril	30,7	17,6	82,0	121,0	7,8	17,5	3,60
Mai	28,6	14,2	83,0	147,0	8,3	15,4	2,98
Junho	26,2	11,5	84,0	104,0	7,8	13,5	2,24
Julho	26,1	10,9	85,0	112,0	7,9	14,1	2,39
Agosto	27,9	12,6	83,0	147,0	8,0	16,6	3,23
Setembro	30,2	15,3	74,0	181,0	8,2	19,7	4,48
Outubro	31,8	17,5	72,0	199,0	7,8	21,4	5,26
Novembro	32,6	19,3	73,0	181,0	7,1	21,6	5,36
Dezembro	33,3	20,3	71,0	181,0	7,7	23,0	5,76
Média	30,5	16,7	78,3	153,3	7,9	19,1	4,23

Os coeficientes de Angstrong usados na equação de Penman-Monteith para o cálculo da ET₀ foram:

$$a = 0,25$$

$$b = 0,5$$

2.3. Dados da cultura

Tabela 2.2: Dados da cultura para cada fase de crescimento usados pelo modelo CROPWAT v7.2.

Fases de crescimento		Inicial	Desenvolvimento	Floração	Maturação	Total
Duração das fases	[dias]	15	30	35	20	100
Coeficientes da cultura	(K _c)	0,30	-	1,20	0,50	
Profundidade das raízes	[m]	0,30	-	1,00	1,00	
Fracção de AFD	(P)	0,50	-	0,50	0,80	
Factor de resp. de cresc.	(k _y)	0,40	0,40	1,30	0,50	1,25

AFD – Água facilmente disponível.

ANEXO 3: RESULTADOS

3.1. Necessidades de água da cultura (NAC)

Tabela 3.1: Tabela geral das necessidades de água da cultura obtidos usando o modelo CROPWAT v.7.2

Data de sementeira	ET0 (mm/período)	NAC (Etm) (mm/período)
01-Jan	497,21	409,97
11-Jan	474,4	388,73
21-Jan	449,79	366,3
01-Fev	421,54	341,11
11-Fev	395,64	318,52
21-Fev	370,39	296,96
01-Mar	359,35	294,53
11-Mar	336,25	274,02
21-Mar	313,15	254,44
01-Abr	292,28	234,59
11-Abr	280,52	226,58
21-Abr	273,03	222,48
01-Mai	270,05	222,43
11-Mai	271,69	226,44
21-Mai	277,91	234,41
01-Jun	289,82	247,46
11-Jun	304,93	262,85
21-Jun	323,65	281,12
01-Jul	345,41	301,73
11-Jul	369,54	324,03
21-Jul	395,29	347,33
01-Ago	424,53	373,23
11-Ago	451,02	396,21
21-Ago	476,54	417,87
01-Set	502,51	439,34
11-Set	523,41	456,02
21-Set	541,07	469,47
01-Out	554,98	479,32
11-Out	565,12	485,54
21-Out	571,23	488,14
01-Nov	573,09	486,9
11-Nov	570,28	482,09
21-Nov	563,27	473,93
01-Dez	552,29	462,61
11-Dez	535,68	448,32
21-Dez	519,87	431,33

3.2. Perdas de rendimento

Tabela 3.2: Tabela das perdas de rendimento por década em relação aos anos estudados, para solos pesados.

		Perda de rendimento (%)																																			
Mês	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho			Julho			Agosto			Setembro			Outubro			Novembro			Dezembro			
Ano \ Década	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
1964	55,8	57,0	54,3	51,2	31,8	53,4	54,5	54,6	50,0	44,7	41,2	40,6	39,1	33,9	34,9	37,4	41,2	47,0	51,1	56,7	62,0	60,2	62,2	56,4	54,0	45,9	32,7	24,5	21,5	15,2	23,4	34,4	42,5	45,7	47,0	52,8	
1965	56,0	53,5	47,3	44,0	34,4	36,7	33,8	33,2	31,8	30,1	31,2	30,2	31,0	37,5	44,2	50,0	55,5	54,8	51,2	52,5	52,0	51,1	42,9	34,9	38,5	40,7	41,5	39,2	41,9	46,8	50,6	52,7	50,4	50,5	52,5	54,7	
1966	57,4	57,6	53,1	50,6	68,8	43,2	35,3	27,2	18,8	17,4	15,3	18,6	26,0	32,4	39,4	40,0	41,7	47,2	52,3	53,3	48,8	48,2	50,6	54,6	56,2	53,1	50,8	49,1	42,0	30,5	16,5	16,5	23,8	36,4	47,3	55,5	
1967	4,9	8,0	13,3	18,0	6,7	26,8	32,4	36,6	37,9	37,8	30,0	27,1	23,9	23,3	30,5	38,8	41,9	50,7	59,2	66,1	68,0	62,9	60,3	59,3	56,7	56,9	56,4	52,2	53,9	52,3	42,9	32,2	23,8	12,6	1,6	1,0	
1969	35,2	27,2	28,2	29,1	32,3	22,1	17,6	18,0	22,9	25,1	27,1	28,9	31,2	35,6	39,6	44,1	49,4	55,3	49,7	40,5	35,9	24,8	16,7	16,9	17,4	19,2	23,1	33,5	39,6	42,0	47,2	55,0	55,3	49,2	46,4	42,0	
1970	55,7	57,1	58,5	55,7	38,0	51,9	53,2	52,4	46,4	39,4	36,3	33,0	31,8	37,2	41,3	45,8	54,2	61,1	67,5	68,1	70,7	72,6	72,4	72,4	74,0	75,3	75,6	76,0	79,0	76,3	73,1	73,1	73,9	69,1	63,2	60,0	
1971	39,9	39,0	38,1	32,1	11,0	29,8	32,4	37,6	38,8	35,2	28,2	21,8	21,8	25,6	29,1	36,3	46,9	56,2	63,9	62,5	59,6	57,9	56,9	57,2	53,3	49,1	45,1	46,2	47,5	43,8	36,4	35,2	39,5	39,9	39,0	37,6	
1972	0,0	4,2	11,3	18,8	30,4	17,4	12,6	12,2	0,1	0,8	9,2	16,7	23,8	30,2	37,3	43,4	49,4	57,1	63,3	69,2	75,5	78,0	78,8	78,3	79,2	76,7	70,7	66,1	59,7	51,6	40,3	28,5	15,1	3,1	0,0	0,0	
1973	26,2	27,6	33,9	37,9	22,3	38,1	35,6	32,5	34,2	34,5	34,3	34,0	31,7	31,4	35,1	40,1	48,4	52,1	46,5	46,7	50,4	52,8	50,4	47,4	48,2	49,8	44,3	36,9	35,9	36,6	35,7	39,6	43,0	38,2	33,2	32,8	
1975	8,4	15,4	21,7	24,7	17,7	27,8	29,4	25,2	21,6	18,9	18,8	18,0	21,2	31,5	39,5	48,4	54,6	60,1	65,2	68,8	71,8	74,8	73,6	71,8	60,4	57,1	51,0	39,6	37,3	33,5	40,8	42,0	36,5	31,3	22,0	17,0	
1976	23,9	26,6	29,8	31,0	42,2	23,2	19,0	10,8	5,6	1,2	0,0	8,3	18,3	27,1	35,4	43,9	52,3	61,3	68,7	71,6	73,1	73,1	72,2	72,0	72,3	72,5	68,7	66,9	67,9	67,5	59,1	47,9	32,3	18,8	15,2	18,8	
1978	11,7	22,9	29,4	31,6	19,6	32,0	30,9	29,2	27,5	25,6	25,8	26,3	26,6	28,0	33,4	41,6	41,9	48,0	56,1	63,0	62,7	58,2	48,0	46,5	48,9	49,2	44,4	40,0	38,5	31,5	24,3	17,4	8,0	7,3	4,8	4,5	
1980	36,9	33,1	34,7	34,8	8,0	39,8	42,4	42,7	44,3	43,9	38,9	33,7	30,1	28,8	31,0	39,2	33,8	27,0	30,8	36,7	36,6	40,4	48,9	52,3	55,3	53,2	47,0	43,4	44,6	47,0	43,1	41,5	44,3	45,0	44,9	42,9	
1981	21,9	27,0	26,7	26,1	33,1	16,2	8,7	3,7	2,8	6,5	12,4	22,9	31,5	39,5	45,0	40,8	34,5	25,7	26,9	23,4	21,6	23,2	33,8	33,8	25,4	16,1	19,2	19,1	19,6	25,1	27,1	20,8	10,1	2,7	5,3	14,8	
1982	53,6	50,2	46,7	40,6	31,0	36,5	30,2	23,6	26,7	28,1	29,8	29,4	28,0	27,8	29,4	35,8	39,9	43,7	53,4	61,3	59,1	59,1	61,3	62,1	64,0	63,5	64,3	67,1	69,4	68,1	66,9	61,0	56,0	6,4	56,8	56,2	
1983	47,1	50,3	50,7	42,0	38,3	41,4	38,6	32,3	21,7	10,7	10,8	12,0	13,7	13,5	17,6	25,9	34,5	43,2	52,1	56,7	60,9	64,3	60,7	54,4	50,1	44,6	43,5	44,4	47,4	50,6	50,7	50,7	52,8	50,0	46,7	43,8	
1984	38,9	40,5	38,6	35,8	9,5	24,9	28,1	29,2	32,9	34,2	31,0	25,6	18,7	16,2	18,7	26,8	33,3	41,4	49,0	53,3	53,4	48,4	41,5	37,5	38,1	33,7	29,5	25,9	25,7	32,9	30,9	26,1	27,9	33,3	37,9	35,0	
1985	27,8	35,4	39,2	39,6	47,5	29,9	30,4	28,5	24,4	15,8	17,7	23,2	27,6	33,1	36,4	43,5	48,9	55,7	62,6	65,1	68,9	61,1	53,3	49,3	43,2	42,9	42,7	41,7	40,3	37,6	30,7	26,4	17,8	14,5	17,4	19,7	
1986	60,1	51,6	43,5	32,1	12,4	21,9	17,6	20,3	28,0	33,1	35,0	37,2	38,6	40,2	42,9	49,3	58,2	63,6	65,8	69,2	71,9	70,2	70,9	70,4	61,6	56,7	56,5	49,8	42,6	43,7	41,6	45,7	47,4	49,4	55,4	58,4	
1987	48,9	48,6	48,2	43,7	14,6	44,0	44,7	42,4	41,7	42,2	43,3	40,9	40,2	41,4	40,4	31,2	32,3	35,9	31,5	28,2	31,6	43,9	50,8	54,1	54,1	50,7	52,2	53,8	53,8	50,4	46,2	52,2	56,8	55,9	55,3	52,4	
1988	56,9	50,6	44,9	37,2	38,2	36,9	36,7	35,6	28,9	28,8	26,7	32,3	36,9	40,3	41,8	44,6	48,8	54,8	61,4	64,5	65,3	67,5	71,7	73,1	74,2	72,4	70,9	71,1	75,4	77,2	76,8	76,6	73,5	68,4	64,2	62,1	
1989	42,6	38,5	40,6	51,7	34,8	60,0	59,8	54,0	47,1	41,9	36,8	30,9	30,0	24,5	25,8	33,8	40,4	48,1	54,0	58,5	59,2	61,3	61,8	62,0	52,8	41,2	26,1	22,4	27,5	33,2	47,8	58,3	58,3	54,3	49,6	46,2	
1990	31,2	37,3	39,1	37,1	13,7	33,8	37,0	40,5	41,8	41,4	38,4	41,2	41,5	37,5	36,0	38,8	44,5	49,9	54,8	56,8	63,3	71,1	75,9	77,9	71,4	60,6	50,7	43,7	40,5	35,5	23,5	17,7	20,7	26,4	29,8	26,8	
1991	27,2	21,0	15,3	17,0	0,8	37,5	42,4	43,8	41,8	40,8	36,1	32,0	31,4	32,1	35,1	47,1	56,4	63,6	64,6	67,4	70,6	73,2	73,2	73,0	70,9	69,0	68,2	66,6	62,1	60,6	60,4	57,1	51,4	50,1	45,5	38,8	
1993	18,1	14,1	14,9	17,7	7,0	27,5	30,1	30,7	30,1	30,9	33,9	36,2	38,1	37,4	40,4	45,2	50,5	59,7	65,7	69,6	70,7	69,2	69,8	65,5	58,4	53,0	50,9	49,3	48,1	50,6	51,5	50,0	47,0	39,9	32,5	22,8	
1994	56,8	60,9	62,3	57,7	35,1	50,6	52,1	52,3	47,5	39,1	32,8	32,6	35,0	35,2	33,8	36,8	45,0	54,7	59,1	59,6	60,3	63,2	67,7	68,5	67,5	65,3	61,5	57,7	56,2	50,6	45,3	44,9	47,2	45,6	47,7	50,4	
1995	64,7	60,9	53,8	46,0	57,1	38,9	32,6	27,1	20,8	20,6	24,5	30,0	35,9	35,5	30,5	32,2	36,6	43,2	49,5	56,8	61,3	65,5	67,9	67,8	67,7	68,4	60,7	55,8	59,1	63,1	65,6	66,0	61,8	64,5	67,0	68,5	
1996	29,5	31,2	34,9	36,1	45,2	20,0	11,2	6,7	5,3	4,5	12,0	15,8	19,8	24,6	23,6	28,1	36,4	45,3	53,0	61,3	67,3	74,4	76,3	75,5	73,3	68,2	58,3	55,7	52,2	42,1	27,7	17,2	11,5	9,5	17,9	26,5	
2002	44,4	50,8	53,3	54,6	34,3	53,6	54,6	53,5	46,4	40,0	33,7	30,2	28,1	30,9	35,3	45,6	52,7	57,9	53,1	55,1	59,0	50,9	39,9	30,3	32,2	37,8	45,2	57,9	66,9	72,6	68,1	64,8	62,9	57,1	51,6	49,2	
2003	60,4	58,7	54,4	53,6	46,9	58,6	59,4	43,0	44,5	30,4	16,4	4,7	0,0	3,9	19,4	32,1	38,9	45,9	54,0	59,5	52,3	39,2	37,5	41,1	43,7	50,0	54,5	56,0	58,8	62,3	62,0	63,0	56,5	55,3	58,8	61,0	

Tabela 3.3: Valores e percentagens do nº de anos em função dos rendimentos ao longo das décadas do ano durante 30 anos (Janeiro – Junho), para solos pesados.

Meses	Jan.			Fev.			Mar.			Abr.			Mai.			Jun.		
Década	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nº de anos com rendimentos maiores que 90%	3	2	0	0	5	0	1	2	4	4	2	2	1	1	0	0	0	0
%	10	7	0	0	17	0	3	7	13	13	7	7	3	3	0	0	0	0
Nº de anos com rendimentos maiores que 80%	5	4	4	4	11	2	6	5	5	8	9	7	5	3	3	0	0	0
%	17	13	13	13	37	7	20	17	17	27	30	23	17	10	10	0	0	0
Nº de anos com rendimentos maiores que 70%	11	10	9	7	12	12	8	13	14	12	15	15	14	11	7	3	0	2
%	37	33	30	23	40	40	27	43	47	40	50	50	47	37	23	10	0	7
Nº de anos com rendimentos maiores que 60%	16	16	16	18	24	21	21	20	19	22	27	27	27	27	23	14	9	3
%	53	53	53	60	80	70	70	67	63	73	90	90	90	90	77	47	30	10
Nº de anos com rendimentos maiores que 50%	19	18	21	22	26	22	22	26	23	26	27	27	27	27	27	27	20	12
%	63	60	70	73	87	73	73	87	77	87	90	90	90	90	90	90	67	40

A percentagem de anos com rendimentos maiores que x% (em que x pode ser 90; 80; 70; 60 ou 50) foi calculada com a seguinte fórmula:

$$\% = \frac{\text{Número de anos com rendimentos maiores que } x\%}{\text{Número total de anos estudados}}$$

Tabela 3.4: Valores e percentagens do nº de anos em função dos rendimentos ao longo das décadas do ano durante 30 anos (Julho – Dezembro), para solos pesados.

Meses	Jul.			Ago.			Set.			Out.			Nov.			Dez.		
Década	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Nº de anos com rendimentos maiores que 90%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	4	3
%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17	13	10
Nº de anos com rendimentos maiores que 80%	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	4	5	8	7	7
%	0	0	0	0	3	3	3	7	3	3	3	3	3	13	17	27	23	23
Nº de anos com rendimentos maiores que 70%	1	2	1	2	1	1	2	2	4	4	4	2	6	8	9	9	9	10
%	3	7	3	7	3	3	7	7	13	13	13	7	20	27	30	30	30	33
Nº de anos com rendimentos maiores que 60%	3	3	4	3	4	5	5	4	5	8	8	10	10	12	12	15	13	14
%	10	10	13	10	13	17	17	13	17	27	27	33	33	40	40	50	43	47
Nº de anos com rendimentos maiores que 50%	7	5	4	6	7	8	8	10	11	14	14	13	17	15	16	18	19	19
%	23	17	13	20	23	27	27	33	37	47	47	43	57	50	53	60	63	63

Tabela 3.5: Tabela das perdas de rendimento por década em relação aos anos estudados, para solos leves.

Mês	Perda de rendimento (%)																																			
	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho			Julho			Agosto			Setembro			Outubro			Novembro			Dezembro		
Ano \ Década	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1964	66,9	68,7	66,7	64,3	49,4	68,2	70,0	71,2	67,5	63,1	60,2	60,1	58,2	51,7	52,7	54,4	57,9	63,0	65,8	70,6	75,0	71,0	73,3	67,0	63,7	55,1	41,5	33,3	29,7	23,9	34,3	44,0	52,2	55,6	57,2	63,0
1965	66,6	64,0	58,8	56,3	49,8	50,3	47,7	48,0	47,7	47,1	49,4	48,7	49,9	56,9	63,6	68,0	72,8	70,6	64,3	65,2	63,9	62,5	58,2	44,1	48,3	50,4	50,8	48,3	50,9	55,7	59,9	62,4	60,0	60,4	62,7	64,4
1966	68,3	68,8	64,9	63,0	87,1	56,2	48,5	41,2	33,3	32,8	31,1	35,5	44,3	51,3	58,2	56,5	57,3	62,4	67,0	66,3	59,9	58,8	61,1	65,4	66,5	62,8	60,0	57,8	50,5	38,6	31,1	30,5	33,2	46,3	57,6	66,3
1967	12,1	16,0	22,7	27,7	0,0	37,0	42,8	47,7	49,9	50,9	44,1	41,3	42,0	41,6	49,8	58,1	60,1	66,2	74,5	80,6	81,8	74,5	72,4	70,3	66,3	66,8	66,4	61,5	63,8	62,1	52,2	39,8	30,7	19,2	7,1	7,4
1969	45,7	38,2	38,1	39,9	43,0	34,8	30,5	31,8	38,1	41,5	44,6	47,0	49,6	54,4	58,5	62,4	66,5	71,4	64,1	52,1	45,9	33,5	26,0	26,8	26,4	27,6	32,0	43,1	49,2	51,5	56,4	64,4	64,9	58,1	55,3	51,6
1970	66,8	68,8	71,0	69,2	55,5	66,5	68,6	68,7	63,3	56,9	54,5	51,7	50,8	56,6	60,6	64,1	71,8	77,6	82,8	81,5	83,5	84,6	83,1	83,4	85,0	86,1	86,2	86,3	89,1	85,6	82,5	82,8	84,0	78,8	72,7	70,4
1971	49,6	49,1	49,5	44,3	21,6	43,4	46,9	53,5	55,5	51,5	44,5	38,6	39,7	43,9	47,3	54,0	63,7	72,2	79,0	75,1	70,9	68,8	67,6	68,0	63,0	58,5	54,4	55,6	56,8	52,4	44,9	44,3	48,7	49,2	48,8	47,0
1972	2,7	13,0	21,5	29,8	46,0	27,7	22,4	14,4	6,6	11,4	23,5	32,9	41,5	48,7	56,2	61,7	66,9	73,5	78,5	83,4	88,8	90,2	90,3	89,3	90,1	87,3	80,0	75,2	68,7	59,8	47,7	35,7	21,9	8,5	0,3	0,2
1973	37,3	38,1	44,4	49,8	34,5	52,3	50,4	47,8	50,5	51,7	52,3	52,3	50,1	49,9	53,8	58,3	65,9	68,2	60,2	58,5	62,3	64,0	60,9	57,3	58,6	59,2	53,4	45,5	44,8	46,2	44,5	49,0	52,0	47,3	42,1	42,7
1975	21,2	24,8	32,4	36,5	28,3	41,0	42,9	38,5	35,9	34,4	35,4	34,8	38,8	50,1	58,1	66,7	72,1	76,6	80,3	82,8	84,8	87,3	84,4	82,3	70,2	66,8	60,6	48,3	46,3	43,1	50,0	51,1	45,3	40,1	30,4	26,8
1976	34,4	37,0	41,3	42,6	59,3	34,8	30,1	22,7	17,2	9,3	11,1	23,4	35,5	45,5	54,2	62,3	69,9	77,9	84,1	85,4	85,8	84,7	83,3	82,8	83,0	83,1	78,2	76,6	77,9	77,4	68,8	57,3	42,0	32,7	29,7	31,7
1978	20,8	33,4	40,4	42,9	29,1	45,5	44,9	44,0	43,0	41,7	42,5	43,8	44,9	46,6	52,0	59,6	57,7	63,1	70,8	77,0	74,8	69,4	57,9	56,6	58,7	58,7	53,4	48,6	46,0	39,0	31,7	25,1	14,7	13,7	10,7	15,2
1980	46,6	43,6	46,4	47,5	21,0	54,4	54,7	58,4	61,2	61,5	56,9	52,0	48,5	47,2	49,3	57,1	49,3	40,1	43,7	49,5	48,0	52,2	59,9	62,4	65,5	63,3	55,5	52,0	53,8	56,7	52,8	50,4	53,2	53,9	54,1	52,4
1981	31,5	37,6	37,6	37,2	48,2	26,2	18,0	15,4	13,9	19,4	27,5	40,5	51,0	59,0	64,0	56,6	48,2	38,6	39,9	35,1	32,2	33,0	44,3	43,5	34,2	25,1	29,2	30,0	29,4	34,0	35,1	28,6	17,1	12,5	15,9	23,8
1982	64,8	61,7	57,4	51,5	38,9	49,9	44,3	38,1	42,3	44,8	46,3	46,6	45,5	45,8	47,6	53,2	56,5	59,0	68,1	75,1	70,8	71,0	72,6	73,2	74,4	73,7	74,2	77,1	79,3	77,0	76,4	69,9	65,1	65,8	67,3	67,1
1983	58,1	62,1	63,0	53,9	49,6	54,5	51,9	45,8	36,1	24,8	25,7	27,6	29,7	27,6	33,7	42,7	51,2	59,2	67,1	69,7	72,6	75,7	71,3	64,1	59,5	53,9	53,3	54,4	56,8	59,9	59,5	59,8	62,3	59,1	56,0	54,0
1984	48,8	50,6	49,1	47,6	19,4	38,2	42,3	44,2	49,1	51,5	47,9	41,1	35,1	33,1	35,7	43,8	48,9	56,2	60,5	61,3	65,4	64,4	58,8	51,0	46,5	47,4	42,8	37,8	34,2	42,2	39,8	34,7	37,2	42,9	47,6	46,5
1985	37,8	46,0	50,9	52,3	65,7	42,2	43,5	42,8	39,6	30,6	33,5	40,6	46,2	52,2	55,2	61,9	65,7	71,3	77,4	78,7	81,9	72,8	63,0	59,0	52,6	52,2	52,4	51,9	49,8	45,6	38,0	33,6	25,8	23,6	27,3	28,6
1986	71,3	63,0	54,1	42,8	16,8	35,0	30,8	34,4	43,4	50,1	53,2	56,4	58,4	59,9	62,2	67,9	76,0	79,7	80,6	83,0	84,8	81,7	82,2	81,6	71,3	65,9	66,2	58,9	51,3	53,3	50,6	55,1	56,9	60,1	65,4	68,8
1987	59,2	59,4	60,0	56,5	28,3	58,7	60,1	58,5	58,6	60,1	62,2	60,4	60,1	61,2	59,0	46,7	47,4	50,5	44,3	39,9	43,7	55,8	62,3	65,1	63,6	59,6	61,4	63,3	63,7	60,2	55,4	61,8	66,5	65,4	64,8	62,2
1988	67,4	61,5	56,7	49,1	49,7	50,1	50,9	51,1	45,0	45,7	43,8	50,7	56,3	59,6	60,8	62,5	66,0	71,1	76,6	77,7	77,7	79,5	83,4	84,5	84,9	82,3	80,9	81,3	85,7	87,3	87,0	86,9	83,2	78,0	73,2	72,1
1989	53,6	50,2	52,9	65,0	51,7	75,1	75,2	69,9	63,8	59,6	55,3	49,1	48,2	41,4	42,8	51,2	57,3	64,2	69,1	72,2	71,0	72,1	72,3	72,7	62,0	50,0	33,8	31,6	37,2	44,9	57,3	68,0	68,3	62,5	58,5	56,3
1990	40,6	47,8	50,4	49,7	24,7	47,7	51,9	56,5	59,0	59,6	57,2	60,9	60,7	55,4	53,7	56,4	61,7	66,0	69,6	70,3	76,5	83,5	87,7	89,4	82,4	69,5	58,7	52,3	49,1	44,3	31,6	25,0	29,2	35,7	39,8	36,6
1991	35,8	30,7	26,1	28,5	7,9	51,8	57,5	59,4	57,9	58,0	54,2	50,8	50,4	51,0	53,8	65,6	74,2	79,9	79,1	81,1	83,6	85,4	84,5	83,9	81,1	79,1	77,9	75,8	71,1	70,1	70,3	66,3	60,0	59,4	54,6	47,9
1993	27,8	24,3	24,5	28,1	11,6	40,9	44,6	46,2	46,3	47,5	51,6	54,9	57,5	56,8	59,5	63,6	68,0	76,2	80,6	83,5	83,3	80,4	80,8	76,0	67,5	62,1	60,5	58,8	57,7	60,5	60,8	58,6	55,5	47,4	40,3	30,9
1994	67,9	72,8	74,8	70,8	49,8	65,3	67,7	68,8	65,0	56,3	50,2	51,0	54,2	54,5	51,7	54,2	62,1	71,0	73,6	72,4	72,5	75,2	79,5	78,9	77,9	75,3	70,8	66,4	64,9	59,0	54,2	54,6	57,1	55,9	57,4	60,7
1995	75,9	72,7	66,1	57,4	69,1	51,4	41,6	41,8	35,9	36,4	41,6	48,4	55,3	53,5	47,0	48,8	53,2	59,2	64,6	70,9	73,0	76,9	78,9	78,5	78,4	79,1	70,9	65,2	69,0	73,2	75,9	75,8	70,9	74,2	77,0	79,0
1996	39,4	41,1	45,5	47,9	63,0	31,6	21,1	18,4	16,7	17,5	26,5	31,9	37,0	42,7	40,2	44,6	53,0	61,3	68,1	75,4	80,6	86,9	87,3	85,8	83,5	78,2	67,1	65,1	61,6	51,1	36,0	24,8	20,6	23,1	30,8	37,9
2002	56,1	62,5	65,9	68,2	52,5	68,4	70,1	70,1	62,7	57,0	51,4	48,6	46,7	49,6	54,0	64,0	69,8	73,9	66,3	68,0	71,7	62,4	50,3	39,9	42,5	49,4	58,9	69,6	76,8	82,5	77,8	73,8	72,6	67,0	60,8	59,2
2003	71,9	70,6	67,0	67,0	67,3	73,4	74,9	69,9	60,8	45,7	29,5	14,4	4,3	18,2	36,4	49,0	54,7	61,1	68,8	73,1	64,8	50,0	48,0	52,4	57,3	63,5	64,7	64,9	68,3	72,2	72,2	73,2	66,2	64,2	68,5	71,7

Tabela 3.6: Valores e percentagens do nº de anos em função dos rendimentos ao longo das décadas do ano durante 30 anos (Janeiro – Junho), para solos leves.

Meses	Jan.			Fev.			Mar.			Abr.			Mai.			Jun.		
Década	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nº de anos com rendimentos maiores que 90%	2	1	1	1	3	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
%	7	3	3	3	10	3	3	3	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Nº de anos com rendimentos maiores que 80%	3	3	1	1	6	1	2	3	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1
%	10	10	3	3	20	3	7	10	13	13	7	3	3	3	3	3	3	3
Nº de anos com rendimentos maiores que 70%	6	5	5	5	12	3	3	4	4	5	5	3	2	2	1	1	1	1
%	20	17	17	17	40	10	10	13	13	17	17	10	7	7	3	3	3	3
Nº de anos com rendimentos maiores que 60%	11	11	8	8	14	8	6	8	10	9	8	7	6	3	3	1	1	2
%	37	37	27	27	47	27	20	27	33	30	27	23	20	10	10	3	3	7
Nº de anos com rendimentos maiores que 50%	16	15	14	17	22	15	17	18	18	15	17	17	16	12	9	5	5	3
%	53	50	47	57	73	50	57	60	60	50	57	57	53	40	30	17	17	10

Tabela 3.7: Valores e percentagens do nº de anos em função dos rendimentos ao longo das décadas do ano durante 30 anos (Julho – Dezembro), para solos leves.

Meses	Jul.			Ago.			Set.			Out.			Nov.			Dez.		
Década	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Nº de anos com rendimentos maiores que 90%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2
%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	7
Nº de anos com rendimentos maiores que 80%	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4	3
%	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	13	13	10
Nº de anos com rendimentos maiores que 70%	1	1	1	1	2	2	2	3	2	1	3	1	0	3	5	5	6	6
%	3	3	3	3	7	7	7	10	7	3	10	3	0	10	17	17	20	20
Nº de anos com rendimentos maiores que 60%	2	3	2	3	2	2	3	3	4	5	5	5	8	9	9	8	9	10
%	7	10	7	10	7	7	10	10	13	17	17	17	27	30	30	27	30	33
Nº de anos com rendimentos maiores que 50%	4	4	5	3	3	4	5	4	6	10	11	11	11	12	12	14	13	14
%	13	13	17	10	10	13	17	13	20	33	37	37	37	40	40	47	43	47