

61-74



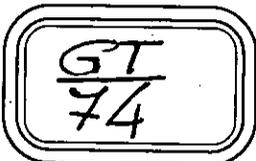
**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE LETRAS**  
**DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**MUDANÇAS ESPACIAIS DO USO E COBERTURA DA TERRA NO  
DISTRITO DE CHÓKWÈ**

Dissertação apresentada em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Licenciatura em **Geografia** na Universidade Eduardo Mondlane

**Paulo Jorge Sithoe**

**Maputo, Maio de 2003**



**MUDANÇAS ESPACIAIS DO USO E COBERTURA DA TERRA NO DISTRITO  
DE CHÓKWÈ**

Dissertação apresentada em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para obtenção  
do grau de Licenciatura em **Geografia** na Universidade Eduardo Mondlane

**Paulo Jorge Sithoe**

Departamento de Geografia  
Faculdade de Letras  
Universidade Eduardo Mondlane

Supervisor: dr. Inocêncio Pereira

Co-supervisor: dr. Paulo Covele

Maputo, Maio de 2003

04

F. LETRAS U.E.M.
R. E. 29668
DATA 7 Julho 03
AQUISIÇÃO <i>Alentejo</i>
COTA GT-74

O Júri

O Presidente

O Supervisor

O Oponente

Data

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

02/07/03

GT-74

332.3 (679)

5622

## Declaração

Declaro que esta dissertação, nunca foi apresentada na sua essência para obtenção de qualquer grau e que ela constitui o resultado da minha investigação, estando indicados no texto e na bibliografia as fontes que utilizei.

Maputo, Maio de 2003.

.....  
(Paulo Jorge Sithoe)

## **Dedicatória**

À memória do meu pai Julião Temba e das minhas irmãs, Olinda e Olga Temba.

À minha mãe Anina Chiau e à família Temba Siteo em geral.

## Agradecimentos

Aproveito a publicação deste trabalho, para expressar os meus sinceros agradecimentos ao meu falecido pai, Julião Temba e à minha mãe, Anina Chiau, que mesmo nos momentos mais difíceis, com tanto carinho e sacrifício, tudo fizeram para que eu fosse aquilo que sou hoje.

Menção especial vai para minha irmã, Eulália Temba, pelo incalculável apoio moral e material prestado durante a minha formação académica.

Um enorme agradecimento vai para o meu Supervisor, dr. Inocêncio Pereira e ao Co-supervisor, dr. Paulo Covele, pela forma inteligente com que empreenderam a coordenação deste trabalho, desde a elaboração do projecto até ao texto final.

À Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF) através do Projecto Cheias do Limpopo, os meus sinceros agradecimentos por ter financiado a realização deste trabalho e pelo acolhimento. Ao Eng.º Daniel Chongo, à Prof. Doutora Luisa Santos, ao Prof. Doutor Rui Brito, à Eng.ª Zélia Menete e a todos trabalhadores da FAEF, pela colaboração, apoio moral e material prestado para efectivação deste trabalho, muitíssimo obrigado.

Um agradecimento especial vai para a dra. Ana Massinga, pela sua permanente colaboração profissional, sendo extensivo à Direcção Distrital de Agricultura e Desenvolvimento Rural de Chókwè, pela pessoa do Eng. Mavie e a todos meus colegas do curso de Licenciatura em Geografia.

A todos que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

## Resumo

As cheias, tal como outros fenómenos naturais provocam, entre outros impactos, mudanças do uso e cobertura da terra na região afectada.

O distrito de Chókwè, pelas suas características físico-naturais, foi o mais afectado pelas cheias do ano 2000 na bacia do Rio Limpopo, que provocaram de certa forma mudanças do uso e cobertura da terra.

Com o presente trabalho pretende-se fazer a avaliação quantitativa das mudanças espaciais do uso e cobertura da terra no distrito de Chókwè, no período de 1999 a 2001, a partir da interpretação digital de imagens de satélite Landsat 7 ETM+ 167077, com auxílio das técnicas da Teledeteção e dos Sistemas de Informação Geográfica.

Além das imagens de satélite Landsat 7 ETM+ 167077 foram também usados os seguintes dados: Segundo Recenseamento Geral da População e Habitação 1997, cartas topográficas a escala 1:250.000 e foi efectuado o trabalho de campo.

O estudo permitiu verificar que, embora não tenham havido mudanças significativas do uso e cobertura da terra após as cheias, naquele distrito, merecem destaque, as mudanças ocorridas nas áreas agrícolas, florestais e pantanosas.

Os resultados mostram que as áreas mais afectadas pelas mudanças referidas no parágrafo anterior situam-se na faixa Noroeste, entre as aldeias 25 de Setembro e Majajamela no posto administrativo de Macarretane, e na faixa centro-sudeste, entre as aldeias de Tlawene, e Chiaquelane.

## Abreviaturas

ACNUR – Alto Comissariado das Nações Unidas para os Refugiados

ARA – Sul – Administração Regional de Águas do Sul

CENACARTA – Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção

DDADR – Direcção Distrital de Agricultura e Desenvolvimento Rural

DINAGECA – Direcção Nacional de Geografia e Cadastro

DNA – Direcção Nacional de Águas

FAEF – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

FAO – Food and Agriculture Organization

GIS – *Geographic Information Systems*

ha — hectares

Hab — Habitantes

INE – Instituto Nacional de Estatística

km – quilómetro

km<sup>2</sup> – quilómetro quadrado

m – metro

mm – milímetro

° C – grau centígrado

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

UEM – Universidade Eduardo Mondlane

USGS – *United States Geological Survey*

µm – micrómetro

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1: Distribuição da população do distrito de Chókwè por Posto Administrativo.

Tabela 2: Sistema de Classificação do Uso e Cobertura da Terra, aplicado aos dados da Teledeteção (USGS circular 671, 1972).

Tabela 3: Características das imagens usadas para o Sistema de Classificação do Uso Terras da USGS, segundo os níveis de interpretação.

Tabela 4: Comprimentos de onda do espectro electromagnético dos captores Landsat TM.

Tabela 5: Classes do uso e cobertura da terra do ano 1999, e sua área.

Tabela 6: Classes do uso e cobertura da terra do ano 2001, e sua área.

Tabela 7: Dinâmica da extensão do uso e cobertura da terra no distrito de Chókwè (1999 - 2001).

## **Lista de Figuras**

Figura 1: Localização geográfica da área de estudo na Província de Gaza e em Moçambique.

Figura 2: A divisão administrativa da área de estudo.

Figura 3: Modelo físico da Teledetecção.

Figura 4: Imagens Landsat 7 ETM+, usadas para a realização do presente estudo.

Figura 5: Diagrama do método da detecção de mudanças, através da comparação de duas imagens de satélite classificadas (1999 e 2001), utilizado neste estudo.

Figura 6: Uso e cobertura da terra 1999, distrito de Chókwè.

Figura 7: Uso e cobertura da terra 2001, distrito de Chókwè.

Figura 8: Mapa temático das mudanças do uso e cobertura da terra (1999 – 2001).

Figura 9: Análise comparativa das mudanças do uso e cobertura da terra (1999-2001).

Figura 10: Mudanças do uso e cobertura da terra, segundo a área ocupada pelas classes.

Figura 11: Exemplo da passagem de uma área florestal, para área agrícola.

Figura 12: Exemplo de um local na aldeia 25 de Setembro onde se verificou a passagem de área florestal a área agrícola.

## **Lista de Anexos**

### **ANEXO 1: Mapas**

Anexo 1.1: Formações geológicas da área de estudo.

Anexo 1.2: Modelo Numérico do Terreno, Distrito de Chókwè.

Anexo 1.3: Carta de solos do Distrito de Chókwè.

Anexo 1.4: Precipitação Média Anual e Hidrografia do Distrito de Chókwè.

Anexo 1.5: Distribuição espacial da população do Distrito de Chókwè.

Anexo 1.6: Áreas seleccionadas para o trabalho de campo, Distrito de Chókwè.

Anexo 1.7: Mapa de inundação do Distrito de Chókwè.

### **ANEXO 2: Tabelas**

Anexo 2.1: Sistema de Classificação de Terras do Inventário Nacional de Recursos do Lesotho.

Anexo 2.2: Sistema de Classificação do Uso e Cobertura de Terras para África do Leste.

### **ANEXO 3: Gráficos**

Anexo 3.1: Precipitação média mensal, Distrito de Chókwè.

Anexo 3.2: Temperaturas médias mensais, Distrito de Chókwè.

Anexo 3.3: Gráfico da curva de refletância espectral dos objectos da superfície terrestre, nos captores Landsat MSS, TM e ETM+.

## ÍNDICE

Declaração.....	i
Dedicatória.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abreviaturas.....	v
Lista de Tabelas.....	vi
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Anexos.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Contexto e Fundamentação.....	1
1.2. Problematização.....	2
1.3. Pressupostos.....	3
2. OBJECTIVOS.....	4
2.1. Geral.....	4
2.2. Específicos.....	4
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	4
3.1. Localização geográfica.....	4
3.1. A Geologia.....	6
3.2. O Relevo.....	7
3.3. Os solos.....	7
3.4. O Clima.....	8
3.5. Hidrografia.....	9
3.6. Uso da Terra.....	9
3.7. Distribuição espacial da população.....	10
4. CONCEITOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
4.1. Uso e cobertura da terra e sistemas de classificação.....	11

4.2. A Teledeteccção .....	15
4.3. Os Sistemas de Informação Geográfica .....	20
5. METODOLOGIA .....	23
6. ANÁLISE E DISCUSÃO DOS RESULTADOS .....	28
6.1. Uso e cobertura da terra, 1999 .....	28
6.3. Uso e cobertura da terra, 2001 .....	31
6.4. Mudanças do uso e cobertura da terra (1999 – 2001) .....	34
6.5. Discussão dos resultados .....	39
7. CONCLUSÃO .....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44
ANEXOS	

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Contexto e Fundamentação

A terra constitui um sistema com uma estrutura e dinâmica específicas, onde se pode depreender a influência dos factores físico-naturais e humanos na organização do espaço. Por outro lado, as mudanças na cobertura vegetal associadas às práticas do uso da terra exercem uma grande influência no clima, na hidrologia, e nos ciclos biogeoquímicos globais (Houghton, 1990). Neste contexto, assume-se que os humanos influenciam as mudanças do uso e cobertura da terra, mas também reflectem as mudanças efectuadas por outros agentes que intervêm directa ou indirectamente no uso da terra (Myers e Tanner, 1992).

Com o advento dos computadores e evolução das técnicas da Teledeteccção e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) torna-se possível, na actualidade, conseguir imagens detalhadas para estudos sofisticados de detecção de mudanças nos recursos naturais, seu monitoramento bem como para previsão e avaliação das tendências futuras do seu uso.

Em Moçambique, onde a maioria da população depende directamente da terra para a satisfação das suas necessidades vitais, observações e avaliação das características e mudanças da paisagem são necessárias para grande número de propósitos, como por exemplo, para gestão de terras ou programas de monitoramento dos recursos naturais (Larsson e Strömquist, 1993).

O distrito de Chókwè foi a área de estudo escolhida, por estar inserida numa região com grande importância estratégica para o desenvolvimento e fortalecimento da economia nacional, pois, é nele que se localiza o maior perímetro irrigado do país com cerca de 32.500 hectares, do qual, maior parte da população deste distrito depende, para a satisfação das suas

necessidades vitais<sup>1</sup>. A perspectiva é dar um contributo para fins de planificação regional e gestão de terras, visto que, as alterações que ocorrem no espaço físico sugerem constantes avaliações e actualizações. Por outro lado, é importante que se melhorem as análises quantitativas dos padrões espaciais das mudanças do uso e cobertura da terra, bem como a capacidade de previsão dos factores que influenciam tais mudanças, para a planificação e gestão adequada dos recursos naturais.

É neste âmbito que a presente pesquisa se insere. O objectivo principal é mapear e avaliar, a partir da interpretação digital de imagens de satélite dos anos 1999 e 2001, as mudanças do uso e cobertura da terra no distrito de Chókwè, após as cheias do ano 2000.

Esta dissertação compreende sete capítulos. O primeiro capítulo constitui a parte introdutória, onde são apresentados: o contexto, o problema, a fundamentação e os pressupostos. No segundo capítulo apresentam-se os objectivos propostos para este estudo. O terceiro é reservado a caracterização da área de estudo, enquanto que as diferentes abordagens teóricas de aspectos relacionados com o tema e a metodologia adoptada são analisadas e discutidas no capítulo quatro. O quinto trata de questões metodológicas e no sexto são apresentados e analisados os resultados. Por último são apresentadas as conclusões.

## **1.2. Problematização**

As cheias, tal como outros fenómenos naturais, provocam impactos susceptíveis de alterar significativamente o meio físico e as relações sócio-económicas da região afectada.

Segundo Administração Regional de Águas – Sul (ARA-Sul, 2000), as cheias do ano 2000 afectaram o distrito de Chókwè, atingindo níveis hidrométricos superiores a 10 m, contra 8,47 m registados nas cheias de 1977. São as mais severas nos últimos 50 anos. Cerca de 45,6%

---

<sup>1</sup> In: Programa Competir. *Região Agrícola do Chókwè, Diagnóstico da Fileira Agrícola*. UEM/ Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Maputo, jun. 2001.

(108441 ha) do total da área do distrito de distrito de Chókwè foi afectada pelas cheias do ano 2000, incluindo 17 das 36 aldeias existentes naquele distrito (Anexo 1.7).

O sector agrícola do distrito, no seu todo foi drasticamente afectado pelas cheias do ano 2000. Os prejuízos que as cheias causaram ainda carecem de uma compreensiva avaliação, incluindo a dimensão das áreas de cultivo, florestais e de pastagens.

Myers e Tanner (1992) referem-se da grave degradação ecológica naquele distrito, como consequência da influência de factores naturais e da acção humana que traz consigo profundas mudanças, até mesmo nos padrões do uso da terra. Neste contexto, torna-se necessário inventariar e avaliar as mudanças do uso e cobertura da terra no distrito de Chókwè, após a ocorrência de cheias do ano 2000.

### **1.3. Pressupostos**

Para a presente pesquisa, parte-se dos seguintes pressupostos:

- As cheias do ano 2000 provocaram impactos negativos no uso e cobertura da terra no distrito de Chókwè.
- As mudanças do uso e cobertura da terra provocaram, entre outros impactos, a redução das áreas agrícolas e florestais.
- Houve um crescimento significativo de áreas pantanosas.

## **2. OBJECTIVOS**

### **2.1. Geral**

Mapear e avaliar, e as mudanças do uso e cobertura da terra, no período de 1999 a 2001, no distrito de Chókwè.

### **2.2. Específicos**

- Produzir mapa temático das mudanças do uso e cobertura da terra;
- Avaliar o impacto das cheias nas mudanças do uso e cobertura da terra;
- Avaliar mudanças ocorridas nas áreas: agrícolas, florestais, de pastagens e pantanosas.

## **3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

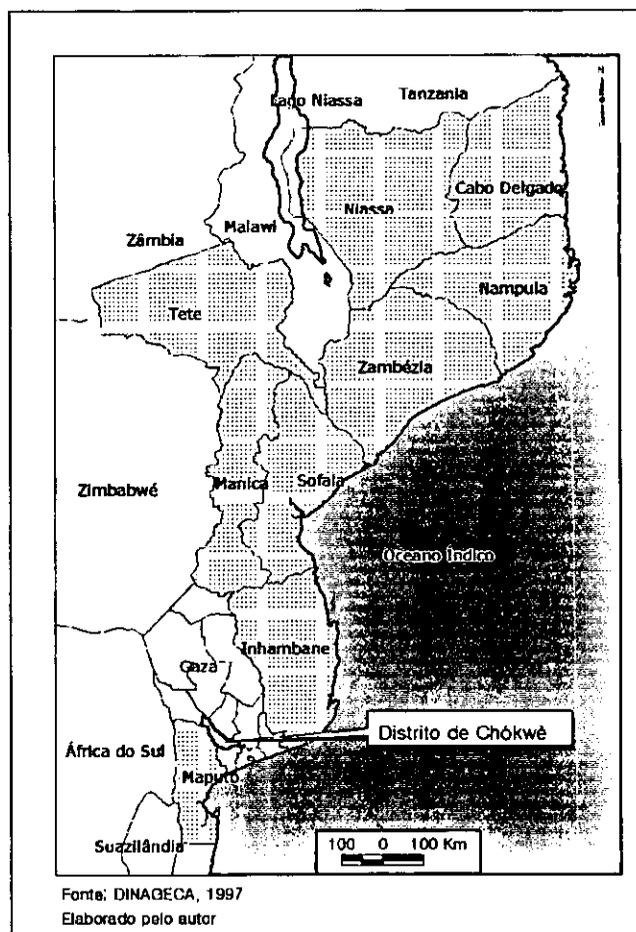
### **3.1. Localização geográfica**

O Distrito de Chókwè localiza-se a Oeste da região Sul de Moçambique, mais concretamente a Sudoeste da Província de Gaza (Figura 1), entre as seguintes coordenadas geográficas:

Latitude: 24° 05' e 24° 48' Sul;

Longitude: 32° 31' e 33° 35' Este.

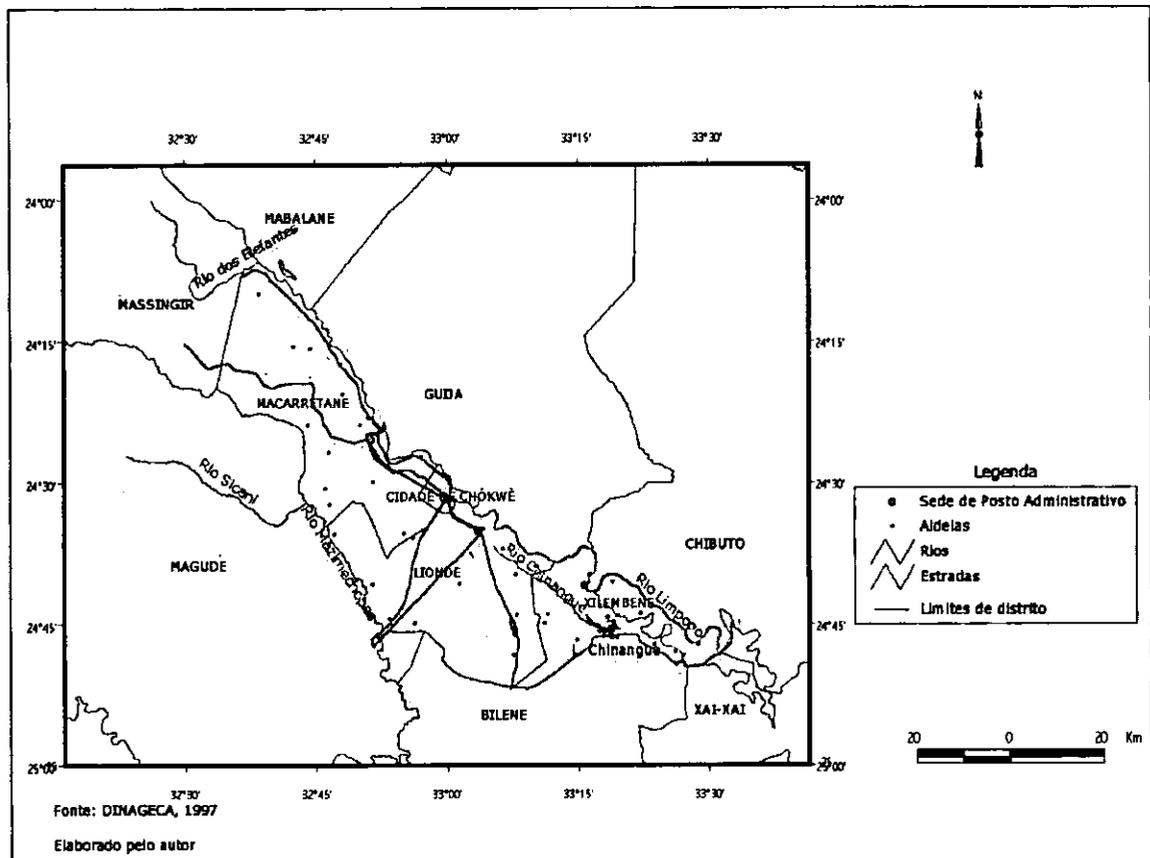
**Figura 1: Localização geográfica da área de estudo na Província de Gaza e em Moçambique.**



Com uma superfície de aproximadamente 2.435 km<sup>2</sup>, o distrito de Chókwe é limitado a Norte pelo rio Limpopo. Este rio separa o distrito de Chókwe 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, sendo a Oeste, pelos distritos de Massingir e Magude (Figura 2).

Administrativamente, o distrito está dividido em quatro postos administrativos: Macarretane, Lionde, Cidade de Chókwe e Xilembene (Figura 2), oito localidades e trinta e seis aldeias.

Figura 2: A divisão administrativa da área de estudo.



A capital do distrito é a Cidade de Chókwè, que fica a cerca de 100 km da capital provincial, Xai-Xai, com a qual se liga por uma estrada asfaltada. Possui também, ligação ferroviária com a Cidade de Maputo, através do Corredor do Limpopo.

### 3.1. A Geologia

A geologia do distrito é caracterizada por apresentar espessos depósitos indiferenciados de sedimentos marinhos do Plistocénico, denominados “Mananga”, localizados em áreas relativamente elevadas dos postos administrativos de Macarretane e Lionde e ainda, por depósitos aluvionares do Quaternário, que se estendem ao longo dos vales dos rios Limpopo

Mazimechopes e Chinangue (Anexo 1.2). Os sedimentos de "Mananga" são muitas vezes cobertos por depósitos recentes coluviais e aluviais, apresentando uma textura franco-arenosa com elevada percentagem de areia grossa (INIA, 1995).

Ao longo do rio Limpopo, nas curvas e meandros foram depositados sedimentos fluviais recentes. A distribuição destes depósitos fluviais é típica, com formação de diques naturais mais elevados e de depósitos arenosos, nas áreas mais próximas do rio. As depressões pantanosas de sedimentos argilosos formaram-se nas áreas mais afastadas do rio. (Valá, 1996; UEM/FAEF, 2001).

### **3.2. O Relevo**

A topografia do terreno no distrito de Chókwè é pouco acidentada podendo ser considerada plana, com altitude compreendida entre 3 a 100 m. As zonas mais baixas localizam-se no vale dos rios Limpopo, Mazimechopes e Chinangue. As terras altas elevam-se até 70 m no Sul e ultrapassam 80 m no Norte (Anexo 1.1).

### **3.3. Os solos**

A distribuição dos principais tipos de solo é, segundo UEM/FAEF (2001), fortemente influenciada pela geologia da zona. Os solos do distrito de Chókwè podem ser agrupados da seguinte maneira (INIA, 1995; Anexo 1.3):

- Solos dos sedimentos marinhos do Plistocénico, também denominadas de terraços marinhos (*M1, M2, M3*). Estes solos possuem uma camada superior (solo superficial) de areia ou areia franca e com espessura variável (20 a 80 cm). Os solos dos sedimentos marinhos possuem fraca capacidade de retenção para água e uma baixa fertilidade natural e situam-se em terrenos suavemente ondulados e relativamente elevados, sobre um subsolo fraco e argiloso de grande dureza e compacidade.

- Solos dos sedimentos marinhos do Pleistoceno (*Cm*). São solos localizados em zonas planas, com declives geralmente inferiores a 0,5%. Estes solos são caracterizados por possuir textura argilosa e má drenagem e podem ficar inundados durante várias semanas. Em algumas áreas, a salinidade e sodicidade são mais ou menos fortes no subsolo onde a água subterrânea é fortemente salina.
- Solos profundos, moderadamente bem drenados, de textura média e de fertilidade natural moderada e baixa (*Aa, Aag, Ab, Af*). Estes solos não possuem problemas de salinidade e sodicidade, onde o lençol freático está a uma profundidade superior a 10 m. Estes, localizam-se em terrenos ligeiramente ondulados a Noroeste da Cidade de Chókwè e a leste do posto administrativo de Xilembene.
- Solos que se desenvolveram em sedimentos recentes do rio Limpopo (*Fs, Fa*), que ocupam toda a zona dos meandros do rio, tal como a bolsa de Xilembene e a área compreendida entre as aldeias de Chiguidela e Chalucwane. São solos tradicionalmente usados intensivamente pelo sector familiar (Valá, 1996).

#### 3.4. O Clima

De acordo com a classificação climática de Köppen, o distrito de Chókwè insere-se numa região que corresponde ao clima seco de estepe (*Bs*), caracterizado por grande domínio da evapotranspiração sobre a precipitação e ainda por grandes variações pluviométricas ao longo do ano e entre os anos (FAO, 2000).

De uma forma geral, a pluviosidade encontra-se distribuída de forma irregular ao longo do ano, com 80% da precipitação a ocorrer, em média, entre os meses de Novembro e Março, sendo fraca nos períodos restantes (Anexo 3.1).

Na área de estudo, a distribuição espacial da precipitação é desigual, sendo crescente do



Noroeste para Sudeste. Neste contexto verifica-se que, os postos administrativos de Lionde e Xilembene são os que apresentam áreas com valores de precipitação média anual mais elevados (Anexo 1.4).

A distribuição da temperatura ao longo ano apresenta dois períodos distintos: um período quente, de temperaturas elevadas e outro relativamente frio, com temperaturas mais baixas. As temperaturas médias mensais mais elevadas registam-se nos meses mais quentes do ano (Janeiro e Fevereiro), enquanto que as mais baixas, nos meses mais frios (Junho e Julho) respectivamente (Anexo 3.2).

A amplitude térmica anual é de 8,9 °C e a temperatura média anual situa-se entre os 22 °C e 24 °C (FAO, 2000).

### **3.5. Hidrografia**

O rio Limpopo é o principal curso de água neste distrito e dá nome a bacia do mesmo rio. Os seus principais afluentes são o rio dos Elefantes e o rio Changane, sendo o primeiro, partilhado com o Distrito de Massingir, a Noroeste (Anexo 1.4). Merecem igual destaque, os rios Mazimechopes e Chinangue, para além de numerosos cursos de água e lagoas de menor categoria.

Na área de estudo, encontra-se a Barragem de Macarretane, construída essencialmente para a irrigação. Ela constitui um dos mais importantes reservatórios de água no distrito de Chókwè. A capacidade de irrigação é estimada em 40.000 ha (ARA-Sul, 2000).

### **3.6. Uso da Terra**

O Distrito do Chókwè é basicamente agrário, com uma área agrícola a rondar os 80 mil hectares explorados por dois tipos de agricultura: de irrigação e de sequeiro (ACNUR/PNUD, 1997). Possui o maior regadio do país (32.500 ha), que representa cerca de 40% da área

cultivada. Este regadio constitui a principal fonte de actividade económica do distrito, onde as principais culturas são o arroz, milho e hortícolas. A população camponesa está de momento, estimada em 34.700 famílias, dentre as quais 104.000 habitantes trabalham directamente a terra (UEM/FAEF, 2001).

A produção agrícola está actualmente organizada em dois tipos de explorações: familiar e empresarial. As primeiras têm, em regra geral, áreas inferiores aos 3 hectares e em média de 1 hectare, ocupando menos de metade da terra agrícola do distrito. A agricultura empresarial é desenvolvida em unidades que podem ir dos 4 aos 200 hectares sendo explorada por cerca de 900 agricultores, que ocupam cerca de 30% da terra agrícola. Pode-se finalmente, referir-se à existência, até há bem pouco tempo, de 3 grandes empresas, que exploravam pouco menos de 25% da terra agrícola cultivada, com uma dimensão média de 5.000 hectares (DDADR-Chókwè, 2002)<sup>2</sup>.

Fora a influência do regadio encontram-se extensas áreas florestais, de pastagens e de um tipo de agricultura muito afectado pela reduzida e variável precipitação característica da região. As principais culturas nas zonas altas de sequeiro são o milho, mandioca, feijão nhemba e batata doce (UEM/FAEF, 2001).

### **3.7. Distribuição espacial da população**

Com uma população estimada em 173.277 habitantes, o distrito de Chókwè é o mais populoso da Província de Gaza, com cerca 16% da população total da província (INE, 1999). Os postos administrativos mais populosos são os de Lionde e Cidade de Chókwè, com 56.130 e 49.730 habitantes, o que corresponde a 32% e 29% da população total do distrito respectivamente (Tabela 1).

---

<sup>2</sup> Dados obtidos através de entrevistas feitas durante o levantamento de campo.

**Tabela 1: Distribuição da população do distrito de Chókwè por Posto Administrativo.**

Posto Administrativo	População		Densidade populacional (hab/km <sup>2</sup> )
	(Hab)	(%)	
Cidade de Chókwè	49.730	28,70	810,6
Lionde	41.056	23,69	43,0
Macarretane	26.361	15,21	26,5
Xilembene	56.130	32,39	132,0
<b>Total</b>	<b>173.277</b>	<b>100</b>	<b>71,2</b>

Fonte: INE, 1999.

A densidade populacional do distrito é de 71,2 habitantes/km<sup>2</sup>, sendo a mais elevada da província (*ibidem*), onde Cidade de Chókwè e Xilembene são as unidades administrativas mais densamente povoadas do distrito (Anexo 1.5).

Entre os factores que influenciam a desigual distribuição espacial da população, as aproximações em relação aos recursos hídricos e à aptidão agrícola dos solos são os que melhor explicam a concentração da população em determinadas áreas em relação a outras, embora se denote também alguma influência de factores de natureza social, económica e histórico-cultural (ACNUR; PNUD, 1997).

#### **4. CONCEITOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

##### **4.1. Uso e cobertura da terra e sistemas de classificação**

*Uso da terra* refere-se aos princípios, regras ou normas que governam ou regem uma sociedade na sua relação com a terra, enquanto que *cobertura da terra* refere-se à matéria biofísica existente na superfície terrestre<sup>3</sup>. Contudo, para que a informação sobre o uso e cobertura da terra obtida, quer de imagens de satélite ou de fotografias aéreas tenha largas aplicações é necessário que, em primeiro lugar se adopte um sistema de classificação do uso de terras, de acordo com os padrões de uso existentes na região em estudo (De Wit, 1994).

<sup>3</sup> Este autor refere como exemplo que, um parque pode ser usado para recreação, mas com cobertura vegetal de floresta conífera.

Em diversos países são utilizados diferentes sistemas para classificar o uso da terra e cobertura da terra. As classes de uso da terra utilizadas no processo de inventariação são geralmente dependentes dos tipos de uso existentes na região em estudo (Larsson e Strömquist, 1993).

A USGS (*United States Geological Survey*), por exemplo, desenvolveu um sistema para a classificação de terras que é largamente utilizado em diversos países, tais como: Moçambique, Malawi, e Zimbábwè (*ibidem*). Inicialmente concebido para a extracção de informações sobre o uso e cobertura da terra, obtidas a partir da interpretação de fotografias aéreas, actualmente o referido sistema é largamente utilizado para estudos feitos a partir da interpretação de imagens de satélite (Jensen, 2000).

O sistema de classificação da USGS agrupa a terra em sete classes principais (Nível I), divididas em subclasses de segundo nível (Tabela 2).

**Tabela 2: Sistema de Classificação do Uso e Cobertura da Terra, aplicado aos dados da Teledeteccção (USGS circular 671, 1972).**

Classes Principais	Classes Secundárias
1. Área urbana e construída	1.1. Residencial 1.2. Comercial 1.3. Industrial 1.4. Extractiva (mineração etc.) 1.5. Transporte 1.6. Industrial
2. Área agrícola	2.1. Terra de cultivo e pastagem 2.2. Pomares etc. 2.3. Bosques (isto é, lotes florestais)
3. Área de pastagem	3.1. Pradaria 3.2. savanas 3.3. Deserto arbustivo
4. Área florestal	4.1. Decidua 4.2. Conífera 4.3. Mista
5. Água	5.1. Correntes e canais de água 5.2. Lagos 5.3. Albufeiras 5.4. Baías e estuários
6. Área pantanosa	6.1. Vegetada 6.2. Praias 6.3. Areias, excepto praias
7. Região improdutiva	7.1. Planícies salinas 7.2. Praias 7.3. Areias, excepto praias

Fonte: adaptado de Larsson e Strömquist (1993:113).

As classes principais do uso da terra são as que serviram de base para a interpretação das imagens de satélite utilizadas neste estudo, por serem apropriadas para tal, dado as características que as compõem. As classificações feitas ao segundo nível requerem muitas vezes, informações extraídas de fotografias aéreas em grande escala ou de imagens de satélite de alta resolução (Tabela 3).

**Tabela 3: Características das imagens usadas para o Sistema de Classificação do Uso Terras da USGS, segundo os níveis de interpretação.**

Nível de interpretação	Característica das imagens
I	Landsat MSS (79x79 m), TM ou ETM (30x30 m), SPOT XS (20x20 m), fotografias aéreas 1:120 000 à 1:240 000
II	Landsat ETM Pan (15x15 m), SPOT Pan (10x10 m), SPOT XS (20x20 m), fotografias aéreas 1:60 000 à 1:120 000

Fonte: Jensen (2000:414).

Sistemas de classificação semelhantes existem em outros países da África Austral, como por exemplo, o Inventário Nacional de Recursos do Lesotho (Anexo 2.1) usado para inventários feitos a partir de fotografias aéreas (com sete classes de uso de terras) e o Sistema de Inventário para o Leste de África (Anexo 2.2). Este último, comporta oito classes principais, subdivididas em classes do segundo nível, tendo sido aplicado no inventário da biomassa na Tanzania, a partir da interpretação de imagens SPOT.

Os sistemas de classificação do Leste de África e do Lesotho, embora sejam referidos por Larsson (1993) e Kikula (1990), como aplicáveis para a região Austral de África, estes, não apresentam informações adicionais relativas às características dos dados compatíveis a cada um daqueles sistemas, tal como acontece com o sistema de classificação da USGS utilizado neste estudo.

A planificação do uso de terras tem sido uma tarefa importante em vários países em desenvolvimento (Negrão, 1996). Por outro lado, reconhece-se que a experiência básica de um planificador do uso de terras é a interpretação de fotografias aéreas (Larsson e Strömquist,

1993). Todavia, desenvolvimentos recentes, como, por exemplo, o uso de imagens de satélite e inovações nos computadores e programas informáticos especializados permitem-nos fazer avaliações rápidas do uso e cobertura da terra em áreas extensas, sendo por isso os instrumentos mais adequados para a inventariação e análise de suas mudanças anuais (Inguane, 1995).

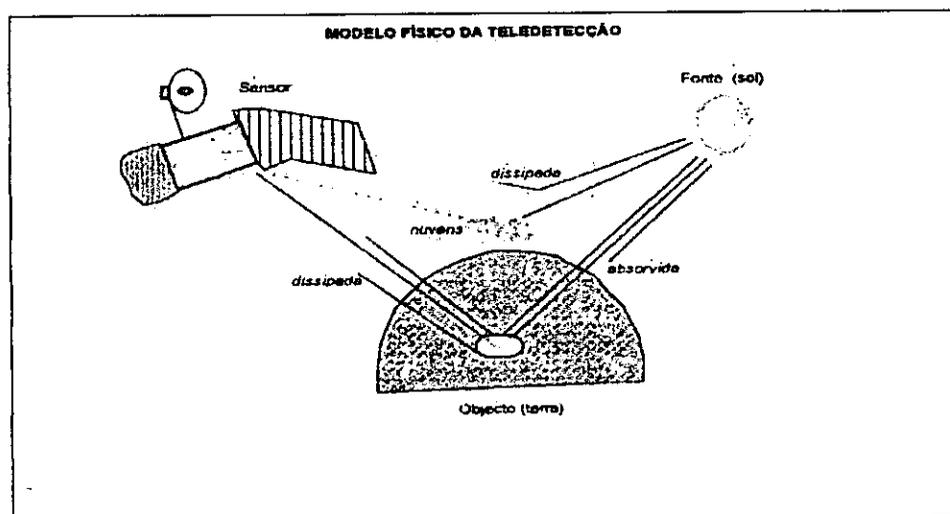
#### **4.2. A Teledeteccção**

*Teledeteccção* (deteccção à distância) é a ciência de obter informações sobre as características físicas e biológicas de objectos, áreas ou fenómenos da superfície terrestre, através de dados obtidos por medições feitas à distância, sem o contacto directo com os mesmos (Ferrão, 1996). São exemplos da Teledeteccção, a fotogrametria e o varrimento multiespectral dos sensores dos satélites e os radares (*ibidem*).

O objecto de estudo da Teledeteccção é a identificação de objectos na superfície da terra. No caso da Teledeteccção com base em satélites de observação da terra, é utilizada a interacção da radiação electromagnética solar com a matéria. Essa radiação é detectada por meio de sensores abordo dos satélites e registada nos computadores das diversas estações de recepção do sinal (Paulsson, 1994).

A figura 3 mostra o modelo fisico da Teledeteccção que explica o processo de captação das imagens de satélite. A radiação emitida pelo sol é reflectida pelo objecto (terra). Esta radiação é captada pelos sensores dos satélites e retransmitida para a terra sob forma de um sinal, que é recebido e registado nas estações de recepção.

Figura 3: Modelo físico da Teledeteção.



Fonte: adaptado de Joaquim, 1997.

Nos satélites de observação da terra, os diferentes objectos da paisagem (Ex. água, solo, vegetação) são captados em três bandas do espectro electromagnético: visível, infravermelho próximo e infravermelho térmico. Deste modo, cada objecto da superfície terrestre possui um determinado índice de refletância no espectro electromagnético (Anexo 3.3). O satélite Landsat TM, por exemplo, possui três bandas. Os diferentes objectos são captados em seis canais radiométricos<sup>4</sup> (Tabela. 4).

<sup>4</sup> Os satélites recém lançados, Lansat 7 ETM Plus, utilizados neste estudo, possuem sete canais radiométricos.

Tabela 4: Comprimentos de onda do espectro electromagnético dos captorees Landsat TM.

Bandas	Comprimento de onda ( $\mu\text{m}$ )	Espectro electromagnético
1	0.45 - 0.52	visível
2	0.52 - 0.60	
3	0.63 - 0.69	
4	0.76 - 0.90	infravermelho próximo
5	1.04 - 1.25	
6	1.55 - 1.75	infravermelho térmico

Fonte: Adaptado de Larsson e Strömquist (1993:9).

De acordo com Ferrão (1996), em geral, as imagens de satélite possuem as seguintes características:

- *Resolução espacial*, que é expressa em pixels e define o valor mínimo abaixo do qual os objectos não se podem identificar na imagem. As imagens Landsat 7 ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), Landsat TM (*Thematic Mapper*) possuem uma resolução espacial de 30x30 m, com uma área de cobertura de 170x185 m, enquanto a sua versão anterior Landsat MSS (*multispectral scanning system*) possuía uma resolução espacial de 79x79 m (ESRI, 1998).
- *Resolução temporal* tem a ver, com repetitividade da passagem do satélite sobre o mesmo objecto. Por exemplo, o satélite Landsat TM passa pelo mesmo local de 16 em 16 dias, enquanto o SPOT o faz de 26 em 26 dias e o satélite meteorológico NOAA tem uma resolução temporal de 4 vezes ao dia (Paulsson, 1994).
- *Resolução radiométrica*, que expressa o valor numérico real dos pixels sobre uma imagem em cada banda do espectro electromagnético. Por outras palavras, correspondente a um canal na imagem. O satélite Landsat, por exemplo, possui três canais radiométricos: TM2 (azul), TM3 (verde), e TM4 (infravermelho).

Com a rápida e grande evolução tecnológica verificada nos últimos anos e com o crescente aperfeiçoamento de pacotes informáticos específicos, cresceu o interesse na utilização de

produtos da Teledetecção e Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Especialistas de solos, florestas, águas, gestão ambiental, entre outros procuram dia após dia, produtos derivados de imagens de satélite e SIG, com vista a responder as necessidades dos seus sectores.

Num passado recente, a expectativa em relação à introdução de técnicas modernas para inventariação e monitoramento dos recursos da terra, era algo sombria. Stromquist e Larsson (1994), com base na experiência de trabalhos feitos em África (1991 e 1993) referiam que o progresso em relação à introdução e utilização da Teledetecção com recurso a imagens de satélite e computadores para propósitos práticos, era extremamente lento. O argumento destes autores, era a utilização de métodos clássicos mais eficientes (fotografias aéreas ou interpretação visual de imagens de satélite) em detrimento das técnicas modernas.

Com efeito, em Moçambique os primeiros trabalhos feitos com base em imagens de satélite e processadores digitais de dados geográficos remontam desde a década dos anos 80, através de trabalhos levados a cabo pela FAO na área da agricultura e pela DINAGECA na análise de dados fotográficos (Inguane, 1995; Joaquim, 1997).

Em Moçambique, por exemplo, diversas instituições do Estado, Universidades, empresas, Organizações Não-Governamentais (ONG's) e pesquisadores individuais utilizam as imagens de satélite, para a extracção de informações sobre o uso da terra, água, florestas ou ainda para estudos de gestão costeira e dinâmica dos processos erosivos.

World Bank (1996) refere-se a estudos feitos por Strömquist e Larsson (1994) na região costeira da Província de Cabo Delgado, a partir da interpretação visual de sete imagens Landsat MSS referentes aos períodos entre 1981 e 1988, cada uma, com uma área de cobertura de 34.000 km<sup>2</sup>. O estudo, inserido no projecto SAMOZ, visava a avaliação das mudanças ocorridas nas áreas agrícolas e florestais, como consequência das queimadas entre

os períodos acima referidos, para o seu posterior registo e análise em base de dados dum SIG.

Na actualidade, já não é possível falar da Teledeteccção pondo de parte os SIG ou vice-versa.

A introdução destas técnicas veio a melhorar substancialmente a capacidade de aquisição de dados sobre a superfície terrestre, bem como a possibilidade de se levarem a cabo estudos com relativa facilidade, economia de tempo e de meios com uma precisão relativa (Skidmore *et al*; 1997). Neste sentido, o processamento e a derivação de produtos a partir de imagens de satélite (interpretação digital) implica o uso de equipamentos e programas (pacotes informáticos) apropriados (Singh, 1999).

A interpretação digital de imagens satélite resulta num conjunto de elementos de interpretação que um analista os identifica como diferentes feições do terreno. Estes elementos podem ser estáticos, quando apresentam sempre as mesmas características ao serem registados na estação seca ou húmida (Ex. edifícios, estradas) e podem ser dinâmicos, os elementos como a vegetação e as formas do uso da terra (IGBP, 1995).

Um aspecto importante a ter em conta na avaliação das mudanças do uso e cobertura da terra, a partir da interpretação digital de imagens de satélite é a escolha de um método de análise adequado, de acordo com os objectivos que se pretendem, no decurso da avaliação dessas mudanças (Lambin, 1997).

Jensen (1996) e Singh (1999) referem-se à existência de pelo menos sete métodos mais usados em estudos sobre avaliação das mudanças do uso da terra, entre as quais destacam o método da detecção digital de mudanças, através da comparação de imagens classificadas e que foi usado no presente estudo. Segundo os autores acima referidos, este método é o mais destacado, sendo o mais usado, pois permite obter rapidamente informações quantitativas e qualitativas em forma de mapas e tabelas, sobre as mudanças que se verificam numa classe de

uso para outra.

Lambin e Weicheng (2000), por exemplo, apresentam resultados de trabalhos levados a cabo a partir da interpretação digital de imagens Landsat TM (1987 e 1989) e Landsat ETM (1999), no âmbito da implementação de uma nova política de uso da terra no Nordeste da China. Os resultados da interpretação das imagens foram obtidos com a utilização do método da detecção digital de mudanças, através da comparação de três imagens de satélite e com auxílio de um SIG. Com a ajuda destes instrumentos foi possível concluir que, 11,74% do total da área do Nordeste da China (18.321 km<sup>2</sup>) sofreram mudanças no período entre 1987 e 1999, no qual as áreas agrícolas destacaram-se pelo aumento em cerca de 5,81% do total da área.

Joaquim (1997) refere-se a trabalhos feitos a partir da interpretação de fotografias aéreas e uma imagem Landsat TM no processo de inventariação e actualização das mudanças do uso e cobertura da terra entre 1989 e 1995, no distrito de Moamba. Para a identificação das unidades de uso da terra foram combinados os canais espectrais TM4, TM3, TM2, tendo sido distinguidas três grandes classes, que correspondem às grandes (maiores que 50 ha), médias (10 a 50 ha) e pequenas (1 a 10 ha) machambas. Os resultados deste trabalho revelaram uma redução das áreas florestais, como consequência do aumento das médias e pequenas machambas.

### **4.3. Os Sistemas de Informação Geográfica**

Existem várias definições de Sistemas de Informação Geográfica, que se diferem apenas nos autores e nos propósitos em que estão inseridos, como uma técnica de análise espacial.

“*Sistemas de Informação Geográfica (SIG)* refere-se ao conjunto de instrumentos para coleccionar, organizar, recuperar à vontade, transformar e apresentar dados espaciais do

mundo real para um certo conjunto de propósitos” (Burrough, 1986:6).

Segundo Carrara e Guzzetti (1995:121), os SIG possibilitam a criação de *outputs* relativamente fiáveis de previsão de consequências de fenómenos como: cheias, tornados ou incêndios, constituindo deste modo, uma ferramenta de orientação de políticas de gestão de recursos, pela coordenação de acções neste campo. O *ArcView*, o *MapInfo*, *Idrisi*, e *ArcInfo* são alguns dos exemplos de SIG.

Existe um grande número de siglas em inglês ou em português que estabelecem distinções entre os Sistemas de Informação Geográfica segundo as suas finalidades ou segundo o conteúdo da sua actividade:

- *Sistema de Informação Urbana (SIU)*;
- *Sistema de Informação Territorial (SIT)*;
- *Land Information System (LIS)*;
- *Sistema de Informação sobre o Ambiente (SIA)*;
- *Sistema de Informação e de Comando (SIC), no exército.*

Todos estes sistemas são SIG. As designações particulares que eles recebem são devidas aos domínios especializados da sua aplicação.

De acordo com Carrara e Guzzetti (1995) as funcionalidades de um SIG podem-se resumir em 4 grupos: recolha, gestão exploração e edição.

- *A recolha* – os SIG permitem recolher dados geográficos (pontos, linhas e polígonos) e dados alfanuméricos (textos e números) que lhes estão associados. É durante a fase de recolha de dados que se estabelecem as ligações entre os dados espaciais e não espaciais (Smits e Annoni, 1999). Os dados geográficos podem ser representados no formato *vector*

(pontos, linhas e polígonos) ou no formato *raster* (imagens, *grids*, modelo numérico do terreno). Existem cinco modos de entrada de dados num SIG: teclado, geometria de coordenadas (dados referentes a levantamentos topográficos), digitalização, *scanning* e informação digital pré-existente (Ex. CD ROM e disquetes).

- *A gestão* – os SIG utilizam sistemas de gestão de base de dados para organizar e gerir os dados. A gestão de dados facilita o seu acesso a partir de critérios geográficos, temáticos, atributários e topológicos.
- *A exploração* – existem três formas para explorar os dados geográficos. A extracção e a interrogação são as formas mais comuns em todos os SIG. A extracção permite ao utilizador criar um ficheiro para uma utilização particular (Ex. extracção de dados referentes a um posto administrativo). A interrogação consiste em colocar uma pergunta simples ao SIG: O que é que existe neste lugar? Onde está o posto administrativo tal? (Ex. área ou população de um distrito). A análise espacial é a forma de utilização mais sofisticada para exploração de dados que só se encontra em alguns SIG (Joaquim, 1997). As funções de análise espaciais contêm operadores que permitem fazer inquéritos (interrogações avançadas) com operadores matemáticos, dando a possibilidade de se fazerem cálculos sobre os dados geográficos (Ex. todas as aldeias incluídas no distrito de Chókwè, calcular área florestal dum posto administrativo).
- *Edição* – os SIG permitem editar dados e os resultados dos tratamentos sob diversas formas: visualização no écran, impressão num *plotter*, numa impressora, criação de histogramas ou gráficos diversos.

## 5. METODOLOGIA

Como métodos de pesquisa para, alcançar os objectivos propostos neste estudo foram aplicados os seguintes procedimentos, que compreendem cinco etapas principais.

*Primeira etapa:* esta etapa restringiu-se apenas na revisão bibliográfica, através da qual se procedeu ao levantamento de toda a informação disponível relacionada com o presente tema, a área de estudo e com a metodologia adoptada. Da informação recolhida foi possível fazer-se a análise e revisão de conceitos que versam sobre o tema, da qual se definiu problema e os objectivos, bem como a escolha da metodologia utilizada neste estudo. A informação utilizada foi recolhida a partir de fontes secundárias, nomeadamente: Segundo Recenseamento Geral da população e Habitação 1997, cartas topográficas a escala 1:250.000, imagens de satélite e relatórios científicos.

*Segunda etapa* – esta, consistiu, na adopção de um sistema de classificação do uso e cobertura da terra, tendo sido adoptado o sistema desenvolvido pela USGS.

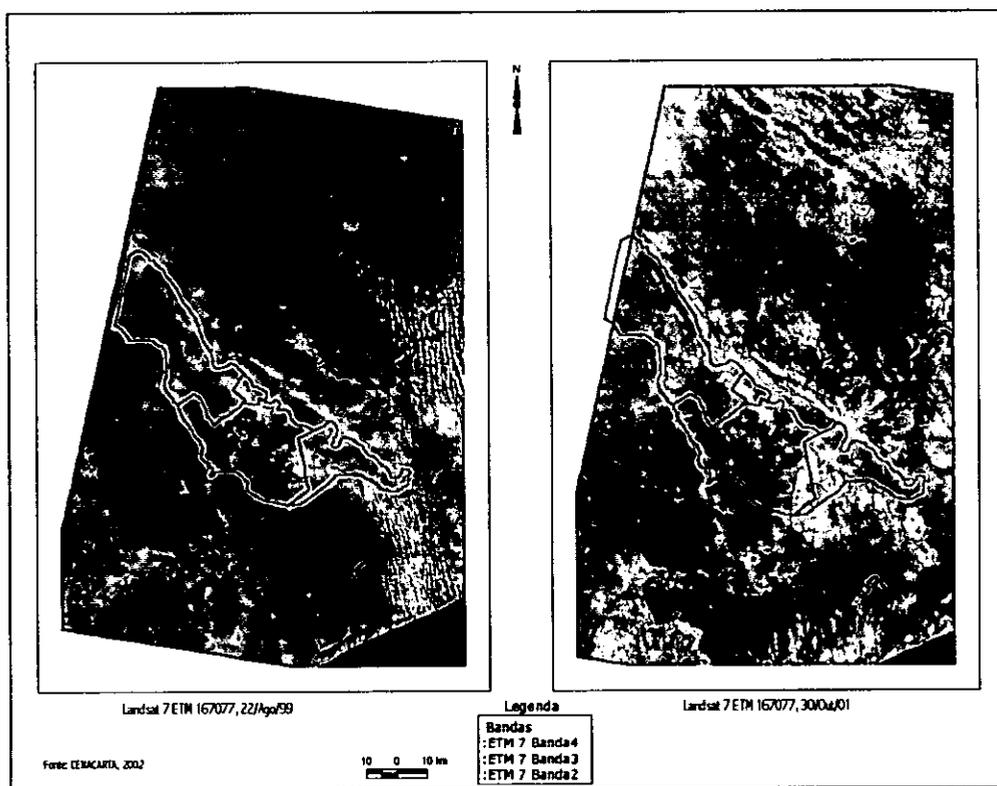
As classes seleccionadas são: água, áreas agrícolas, áreas de florestais, áreas de pastagens e áreas pantanosas.

Para além de ir ao encontro com as características das imagens utilizadas para a extracção de informação sobre o uso e cobertura da terra na área de estudo, a escolha do sistema de classificação utilizado neste trabalho, tem a ver ainda com o facto de Larsson e Strömquist (1993), Rydén e Chonguiça (1994), referirem como sendo aplicável a região Austral de África.

*Terceira etapa* – interpretação das imagens de satélite, que foi efectuada através da aplicação das técnicas da Teledeteção e SIG para extrair informações sobre o uso e cobertura da terra referente aos anos de 1999 e 2001. Para o efeito, foram usadas duas imagens de satélite

Landsat 7 ETM +, sendo uma de Agosto de 1999 e a outra de Outubro de 2001. A figura 4, mostra a delimitação da área de estudo sobre as imagens Landsat 7 ETM + de Agosto de 1999 e Outubro de 2001. Trata-se de uma combinação dos canais espectrais ETM4, ETM3 e ETM2 denominada composição falsa de cores. Foi a partir destas imagens que se procedeu à delimitação preliminar das classes de uso e cobertura da terra dos referidos anos, com auxílio de um SIG do tipo *ArcView* apoiado pela sua extensão *Image Analyst 1.1*, através do índice de refletância espectral dos elementos de observação.

Figura 4: Imagens Landsat 7 ETM +, usadas para a realização do presente estudo.



A escolha das imagens acima teve a ver com as vantagens que estas comportam, nomeadamente: a cobertura de quase toda área de estudo, às propriedades radiométricas que permitem a distinção dos diferentes elementos de observação.

*Quarta etapa* – após a interpretação das imagens de satélite procedeu-se ao trabalho de campo. O trabalho de campo serviu para a verificação no terreno, das informações sobre o uso e cobertura da terra, obtidas a partir da interpretação das imagens. No terreno foram usados os métodos da observação directa e das entrevistas semi-estruturadas. A observação directa serviu para verificação no terreno, de algumas áreas seleccionadas em função das diferenças no uso e cobertura da terra, detectadas durante a interpretação das imagens de satélite dos anos 1999 e 2001. As áreas seleccionadas, em um número de dezasseis foram posteriormente registadas com auxílio de um GPS (*Global Positioning System*) e de uma câmara fotográfica. Estas áreas situam-se num raio de 20 km em redor das aldeias visitadas (Anexo 1.5), incluindo os eixos de ligação entre as diferentes aldeias.

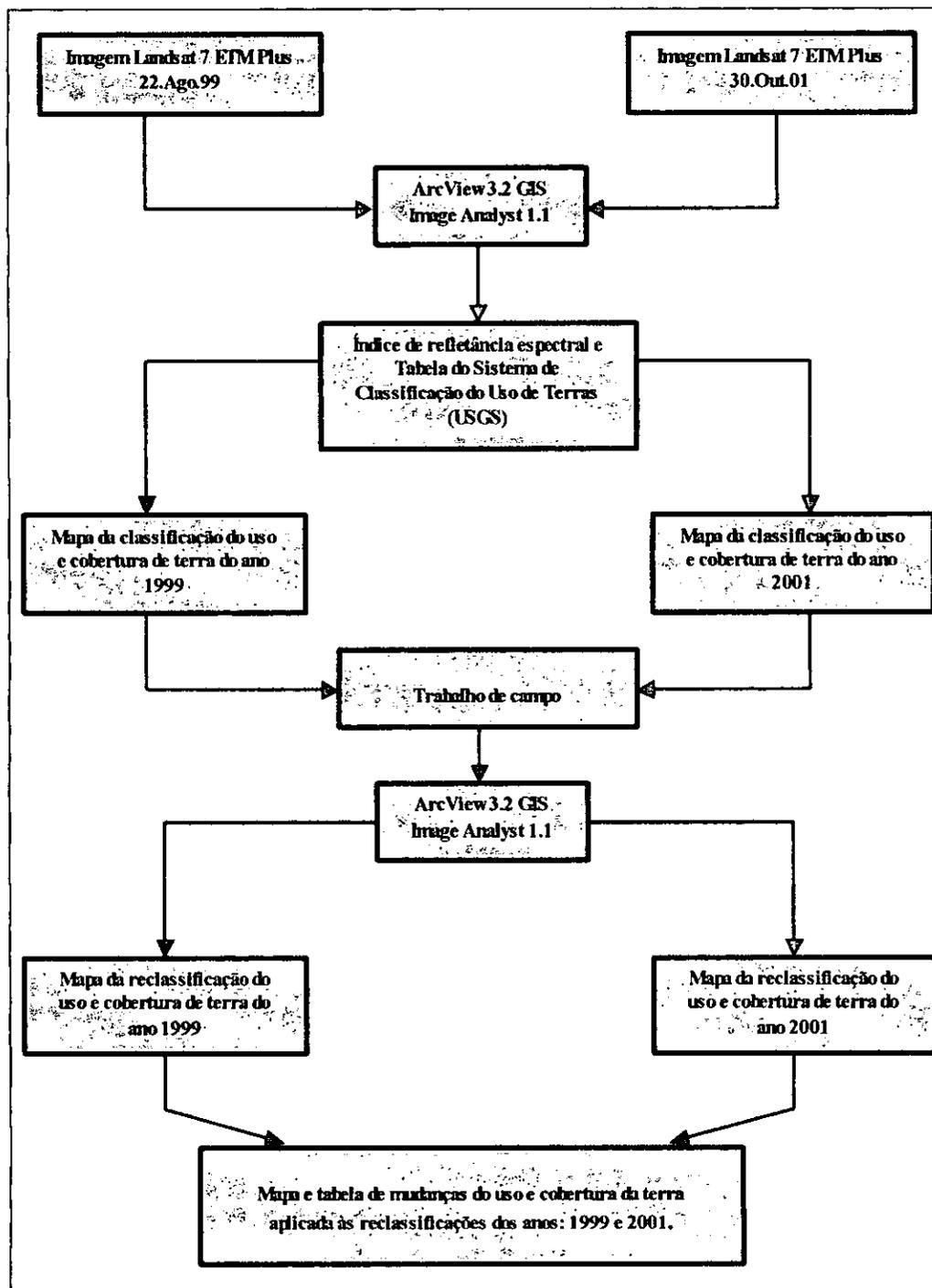
As entrevistas semi-estruturadas permitiram obter informações sobre o assunto, dando uma visão qualitativa mais profunda sobre a problemática das mudanças do uso e cobertura da terra. As entrevistas foram feitas a:

- *Indivíduos*, escolhidos ao acaso ou utilizando critérios previamente determinados (ser agricultor, autoridade tradicional, técnicos agrários, ser residente do local há mais de 4 anos);
- *Grupos de indivíduos*, sempre que possível homogéneos (homens, mulheres, jovens e autoridades).

*Quinta etapa* – após o trabalho de campo, nesta etapa procedeu-se à reclassificação da informação sobre o uso e cobertura da terra presente nas imagens de satélite em função da informação colhida no terreno.

Sobre os mapas reclassificados de uso e cobertura da terra dos anos 1999 e 2001 aplicou-se o método da detecção digital de mudanças entre os dois anos, que consistiu na comparação das imagens de satélite classificadas, sugerido por Jensen (1996) e resumido no diagrama da figura 5. Para tal foi usado o SIG do tipo: *ArcView*, para a produção do mapa temático das mudanças do uso e cobertura da terra (1999-2001) e das respectivas tabelas.

Figura 5: Diagrama do método da detecção de mudanças, através da comparação de duas imagens de satélite classificadas (1999 e 2001), utilizado neste estudo.



Fonte: adaptado de Jensen (1996:269).

Para além de ir ao encontro dos objectivos propostos para este estudo, a escolha deste método de comparação, tem a ver com o facto de ser o mais utilizado para estudos do género, ser de

fácil compreensão, bem como pelas vantagens que este possui em fornecer informação quantitativa detalhada sobre as mudanças de uma classe de uso para outra, sendo que, para estudos posteriores o mapa de base para comparação estar previamente concluído (Jensen, 1996; Singh, 1999).

## **6. ANÁLISE E DISCUSÃO DOS RESULTADOS**

Os resultados que a seguir se apresentam estão sujeitos a algumas limitações encontradas neste estudo, entre as quais, salientam-se a resolução temporal e a área de cobertura das imagens.

A resolução temporal foi a primeira limitação encontrada, pois as imagens utilizadas no presente estudo, não se referem à mesma época anual. O ideal, para estudos multitemporais seria o uso de imagens colhidas em datas aniversariantes (Ex. 1 de Março de 1999 e 1 de Março de 2001). De acordo com Jensen (1996) e Paulsson (1994), este pormenor diminui o efeito dos erros causados pela variação anual da incidência dos raios solares, que pode criar falsas diferenças na refletância dos objectos.

A outra limitação encontrada neste trabalho, relaciona-se com a área de cobertura das imagens. As diferenças da área de cobertura das imagens utilizadas neste trabalho fizeram com que, parte da zona Noroeste do distrito de Chókwè ficasse sem dados. Assim, a parte das imagens sem dados não foi classificada e também alguns elementos das imagens não seleccionadas para este estudo (Ex. solo sem vegetação, área urbana e construída).

### **6.1. Uso e cobertura da terra, 1999**

A identificação das unidades do uso e cobertura da terra do ano 1999, no distrito de Chókwè, foi levada a cabo a partir da interpretação da imagem Landsat 7 ETM +, referente ao mês de

Agosto de 1999, combinando os canais espectrais ETM4, ETM3, ETM2. Individualmente, o canal ETM4 foi o que melhor potencial ofereceu, para a identificação das áreas florestais e agrícolas. Foi neste canal (infravermelho) que as manchas de cultivo e da vegetação melhor se salientaram, enquanto que as restantes classes restantes salientaram-se melhor nos canais ETM3 e ETM2 (visível).

De acordo com os resultados apresentados na tabela 5, denota-se que as áreas agrícolas, florestais e de pastagens respectivamente são as que ocupavam maior porção de área no distrito de Chókwè. Pode-se verificar ainda que a actividade agrícola, neste período, era a mais praticada no distrito, ocupando cerca de ¼ da área total.

**Tabela 5: Classes do uso e cobertura da terra do ano 1999, e sua área.**

<b>Classes (1999)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Água	14.220,96	5,98
Área pantanosa	15.921,24	6,70
Área agrícola	61.651,00	25,95
Área florestal	52.215,52	21,97
Área de pastagem	37.226,40	15,67
Áreas não classificadas	56.381,08	23,73
<b>Total</b>	<b>237.616,20</b>	<b>100</b>

No mapa da figura 6, pode-se constatar que existia uma grande dispersão das áreas agrícolas no distrito, onde as maiores concentrações verificam-se na faixa cento-sudeste do distrito, junto aos postos administrativos de Lionde e Xilembene. O levantamento de campo permitiu verificar que, a predominância da actividade agrícola nas referidas unidades territoriais deve-se fundamentalmente à presença naqueles locais do regadio do Chókwè, para além das excelentes condições naturais que favorecem a prática desta actividade.

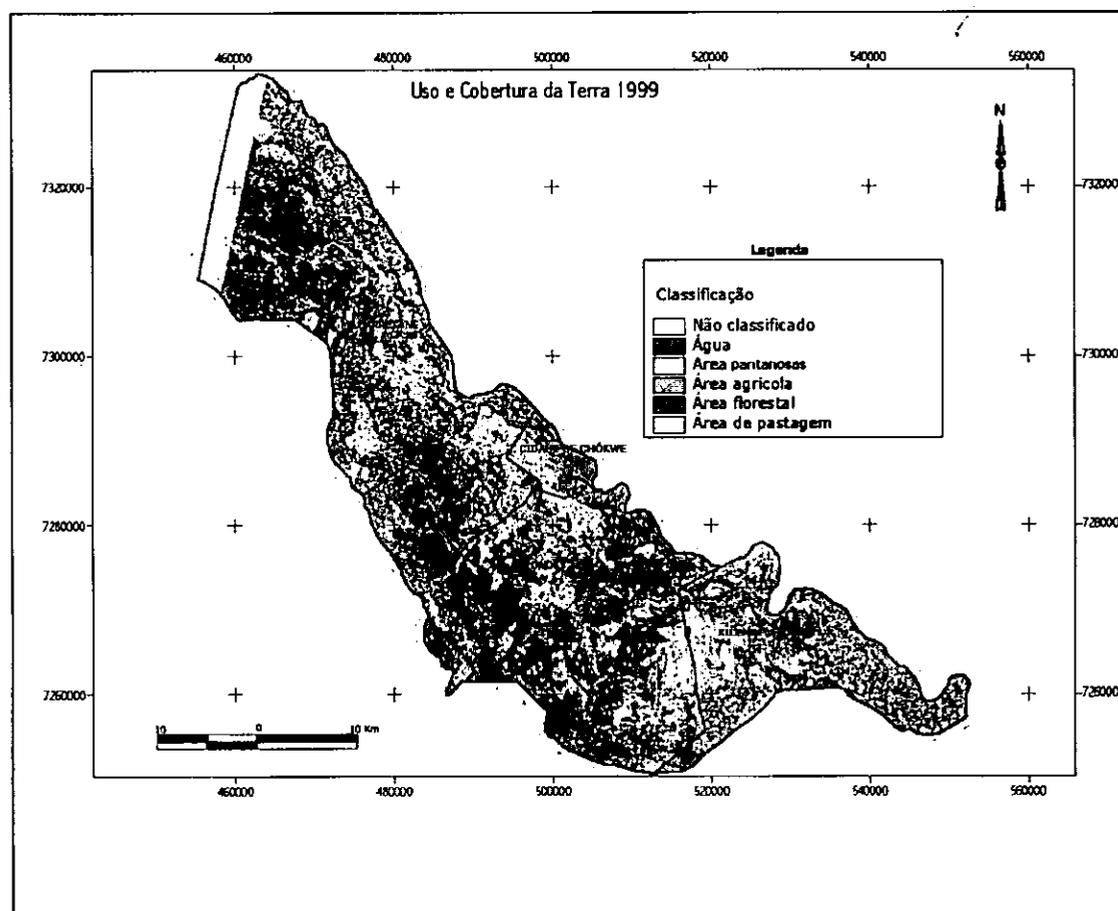
Embora se verifique que as áreas florestais concentravam-se na faixa Noroeste do posto

administrativo de Macarretane, a observação no terreno constatou existir uma convivência contígua entre as áreas florestais, agrícolas e de pastagens. As áreas florestais são geralmente circundadas pelas áreas agrícolas e de pastagens (Figura 6).

A Sul do distrito, mais concretamente na faixa compreendida entre as aldeias Duvavaio, Tlawene e Chiaquelane (posto administrativo de Lionde) é caracterizada por apresentar várias porções de água de inundação temporária (Figura 6). Nestes locais, constatou-se no terreno (Novembro de 2002) que as porções de água temporária de água são muitas vezes acompanhadas de vegetação inundada. Estas são aproveitadas para o consumo da água pelo gado. Analisando as cartas topográficas conclui-se que a maior dos espaços ocupados pelas pequenas porções de água, apresentam depressões que favorecem a acumulação de água nesses espaços.

Por seu turno, as áreas pantanosas foram estimadas em 1.5921 ha, cerca de 7% da área total do distrito de Chókwè. Estas, localizam-se a Norte do posto administrativo de Macarretane, junto às aldeias de Majajamela e Djodjo, e em algumas áreas a Sul do posto administrativo de Lionde (Figura 6).

Figura 6: Uso e cobertura da terra 1999, distrito de Chókwe.



### 6.3. Uso e cobertura da terra, 2001

Tal como foi referenciado no capítulo da metodologia, o inventário sobre o uso e cobertura da terra do ano 2001 no distrito de Chókwe foi feito a partir da interpretação da imagem Landsat 7 ETM + do mês de Outubro do referido ano. No inventário resultante distinguiu-se cinco classes do uso e cobertura da terra. A tabela 6 apresenta os resultados obtidos a partir da interpretação da imagem Landsat 7 ETM + do mês de Outubro e da posterior verificação no terreno.

Tabela 6: Classes do uso e cobertura da terra do ano 2001, e sua área.

Classes (2001)	Área (ha)	Área (%)
Água	5.034,56	2,12
Área pantanosa	38.718,12	16,29
Área agrícola	76.165,20	32,05
Área florestal	37.826,20	15,92
Área de pastagem	40.145,24	16,89
Áreas não classificadas	39.726,88	16,72
<b>Total</b>	<b>237.616,20</b>	<b>100</b>

Dos resultados obtidos verifica-se que no ano de 2001 cerca de 1/3 do distrito era ocupado pelas áreas agrícolas, estimadas em 76.165 ha. Este dado indica a predominância da actividade agrícola na área de estudo.

Pode-se notar, ainda, que as classes correspondentes às áreas de pastagens, florestais e pantanosas não apresentam grandes diferenças em termos de áreas ocupadas no distrito, enquanto as áreas cobertas de água (50.34,56 ha) representam apenas 2%.

A figura 7 mostra a localização espacial das cinco classes identificadas no inventário do uso e cobertura da terra do ano 2001.

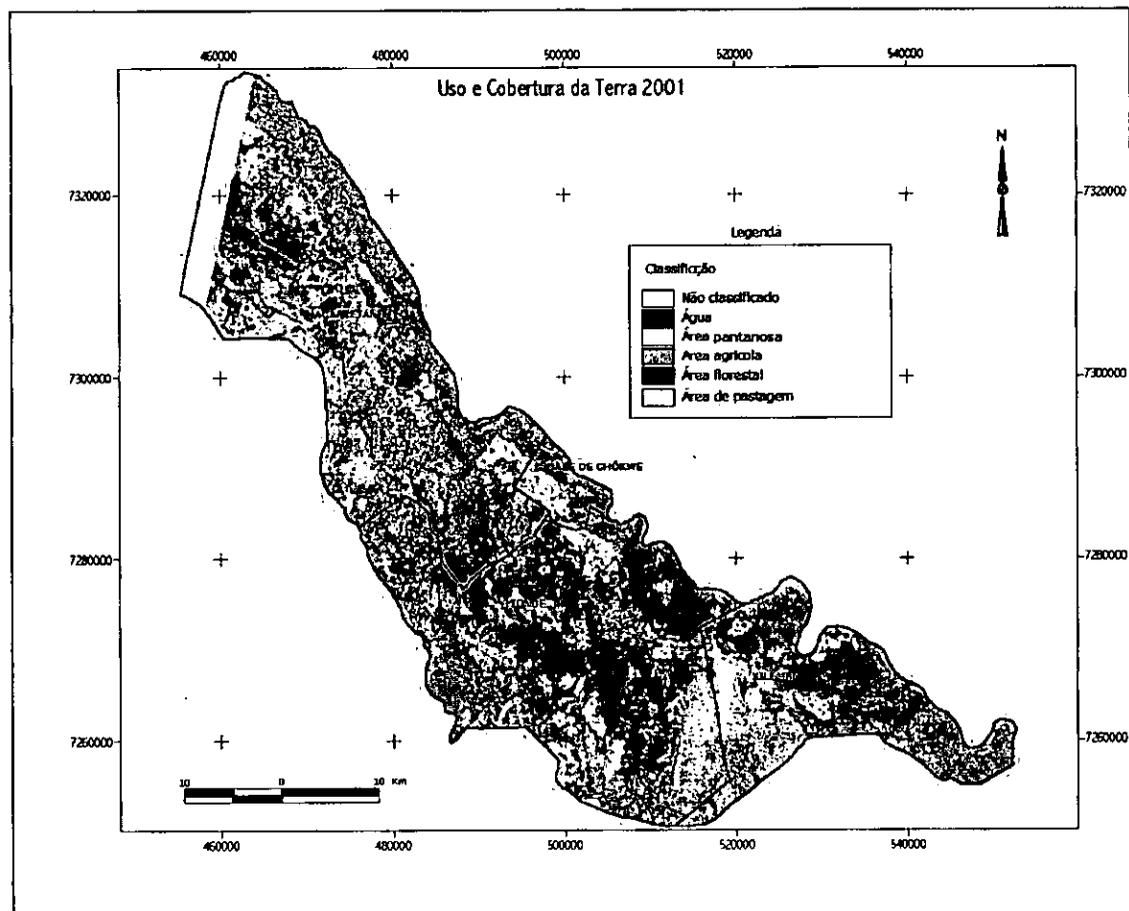
As áreas agrícolas que ocupam cerca de 1/3 do distrito concentravam-se na faixa compreendida entre os postos administrativos de Lionde e Xilembene. São áreas, onde predominam solos de aptidão boa a moderada para a prática da agricultura. Pode-se ver, ainda, uma mistura de áreas agrícolas com pequenas áreas de cobertura vegetal natural, usadas para a pastagem de gado (Figura 7).

A faixa ocidental do distrito que inclui as aldeias de Chate, 25 de Setembro e Djodjo, apresenta poucos sinais de actividade agrícolas. Esta zona é caracterizada por apresentar

espaços grandes de cobertura vegetal. São áreas predominantemente florestais e de pastagem, embora, se denote a presença de pequenas unidades agrícolas com áreas entre 3 a 8 ha.

Por último a Sul do distrito de Chókwè, junto à fronteira Sul com distrito de Magude e o posto administrativo de Lionde, estendem-se pequenos campos cobertos de pântanos (figura 7). São áreas, cujos solos são de má drenagem natural e favorecem a formação de pântanos.

Figura 7: Uso e cobertura da terra 2001, distrito de Chókwè.



#### **6.4. Mudanças do uso e cobertura da terra (1999 – 2001).**

As análises espaciais efectuadas com auxílio dos SIG, complementadas com os dados do trabalho de campo, permitiram avaliar a dinâmica da extensão mudanças do uso e cobertura da terra entre os anos 1999 a 2001. Os resultados apresentados na tabela 7 e na figura 8 foram obtidos, através da comparação dos mapas do uso e cobertura da terra dos anos 1999 e 2001.

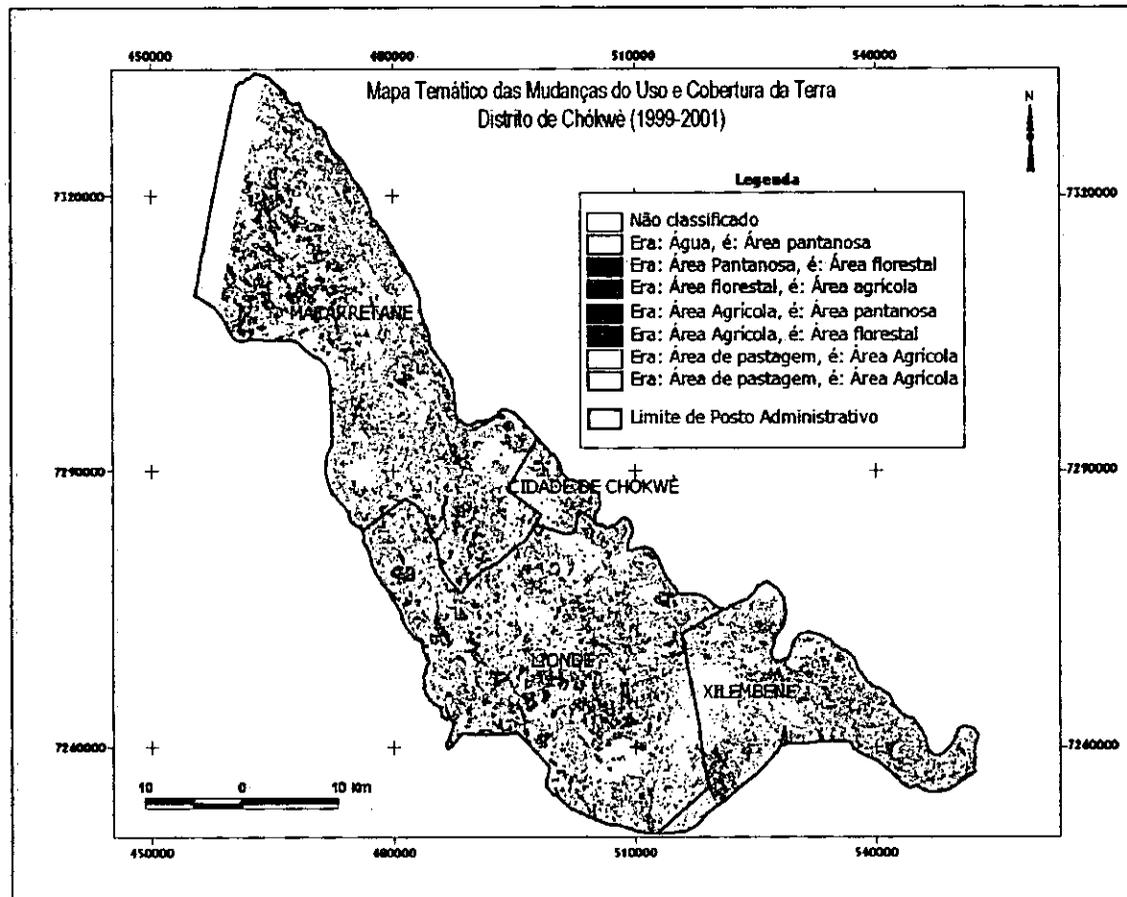
A tabela 7 apresenta os resultados da avaliação da dinâmica do uso e cobertura da terra, entre os anos 1999 e 2001. Dos resultados obtidos, pode-se verificar que nesse período, as áreas agrícolas foram as mais afectadas pelas mudanças do uso e cobertura da terra, numa extensão estimada em 44.600 ha, o que corresponde 18,8% da área total do distrito. As classes restantes sofreram mudanças numa extensão que variam de 1 a 8,5% do total da área de estudo.

Tabela 7: Dinâmica da extensão do uso e cobertura da terra no distrito de Chókwe (1999 - 2001).

Antes das cheias (1999)	Depois das cheias (2001)									
	Água		Área pantanosa		Área agrícola		Área florestal		Área de pastagem	
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
Água	902,94	0,38	2.328,64	0,98	7.722,53	3,25	1.900,93	0,80	997,99	0,42
Área pantanosa	2.043,50	0,86	7.080,96	2,98	3.112,77	1,31	2.399,92	1,01	926,70	0,39
Área agrícola	1.116,80	0,47	16.181,66	6,81	22.953,72	9,66	12.759,99	5,37	6.320,59	2,66
Área florestal	5.7028	0,24	9.100,70	3,83	19.294,44	8,12	10.051,17	4,23	10.835,30	4,56
Área de pastagem	95,05	0,04	2.399,92	1,01	14.470,83	6,09	5.465,17	2,30	10.407,59	4,38
Classes por total do distrito	4.728,56	1,99	37.091,89	15,61	67.554,29	28,43	32.577,18	13,71	29.488,17	12,41

O mapa da figura 8 mostra a distribuição espacial da dinâmica do uso e cobertura da terra, nas cinco classes utilizadas no presente estudo.

Figura 8: Mapa temático das mudanças do uso e cobertura da terra (1999 – 2001).

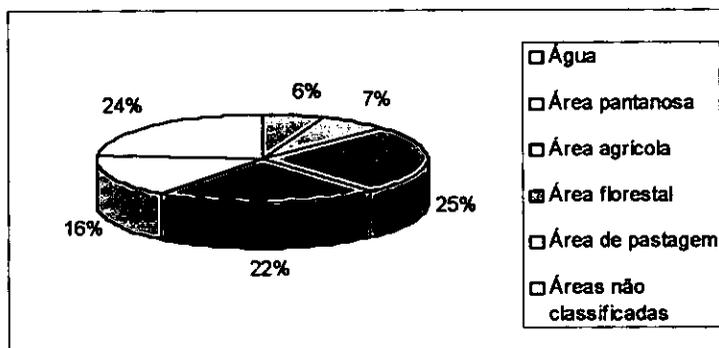


Na figura acima, “Não Classificado” corresponde às áreas que não sofreram mudanças nas classes utilizadas neste estudo e às áreas sem dados.

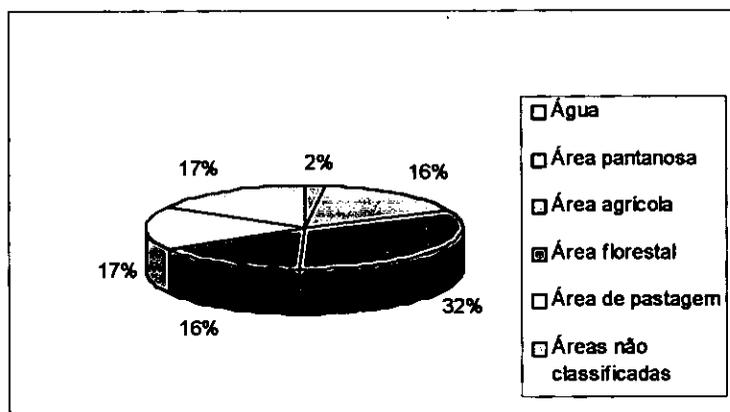
Os resultados apresentados na figura 9 mostram que, em termos absolutos, as classes de uso e cobertura da terra utilizadas no presente estudo sofreram mudanças que variam de 1% a 9%.

Figura 9: Análise comparativa das mudanças do uso e cobertura da terra (1999-2001).

a) Percentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra, 1999.



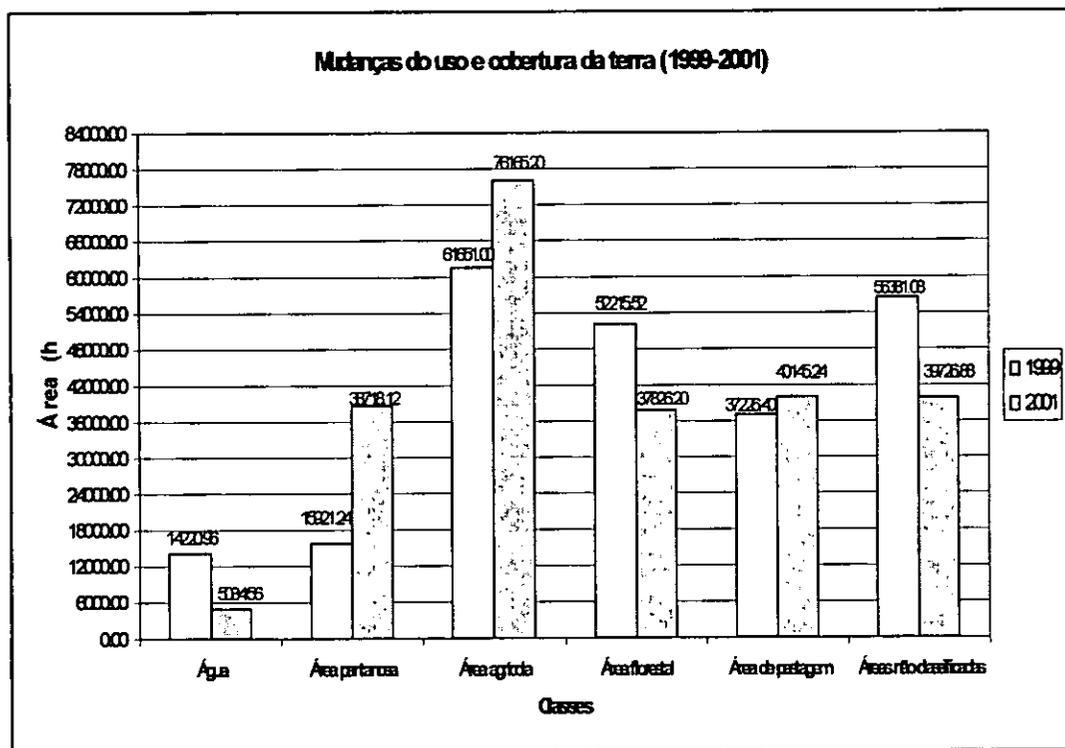
b) Percentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra, 2001.



Na figura acima, se pode observar que as mudanças mais salientes ocorreram nas áreas agrícolas e nas áreas pantanosas, que registaram um aumento em termos absolutos de 9% da área total do distrito (237.616,2 ha). Na mesma figura, verifica-se ainda, a redução das áreas florestais em cerca de 6%. Por outro lado, as áreas de pastagem são as que apresentam menor índice de mudanças no período analisado.

Os resultados descritos no parágrafo anterior são apresentados na figura 10, onde se ilustram as mudanças do uso e cobertura da terra cada classe, segundo a área.

Figura 10: Mudanças do uso e cobertura da terra, segundo a área ocupada pelas classes.



## 6.5. Discussão dos resultados

### *As áreas agrícolas*

Analisando os resultados apresentados na figura 9, conclui-se que, em geral, as áreas agrícolas registaram um crescimento de 9% do total da área de estudo. Observando os resultados apresentados na tabela 7 verifica-se que o crescimento das áreas agrícolas deveu-se, entre outros factores, à redução das áreas florestais e de pastagem (6%). A observação no terreno permitiu verificar que em alguns locais visitados, durante as cheias, as águas provenientes da montante transportaram partículas mais finas do solo. Deste modo, nos locais de deposição; a fertilidade dos solos aumentou como resultado do transporte de partículas mais finas do solo (areia fina, argila e limo) e matéria orgânica. É neste processo, que se verificou o aumento de áreas agrícolas em algumas áreas do distrito de Chókwè. São exemplos, algumas áreas das aldeias de Chate (posto administrativo de Macarretane), Mapapa e Duvavaio (posto administrativo de Lionde).

Os resultados descritos acima coincidem com os resultados obtidos por CENACARTA (2002), num estudo semelhante realizado no distrito de Chókwè. Nesse estudo, as áreas de cultivo irrigado e de sequeiro registaram um crescimento de 6,2%, no período de 1999 a 2002.

A verificação no terreno permitiu constatar ainda, que na zona Norte do posto administrativo de Macarretane, junto ao rio Limpopo grande parte das áreas florestais ficaram inundadas por um período entre uma a duas semanas. Como consequência, a maior parte das espécies vegetais afectadas devido às inundações. A figura 11 ilustra o exemplo de um local, na aldeia de Majajamela (posto administrativo de Macarretane), onde a redução das espécies vegetais

afectadas pelas inundações criou novos espaços para a prática da actividade agrícola.

Figura 11: Exemplo da passagem de uma área florestal, para área agrícola.



#### *As áreas florestais*

De 1999 a 2001, as áreas florestais registaram um decréscimo de 6% no distrito de Chókwè (Figura 9). Como se pode constatar na tabela 7, cerca de 8% das áreas florestais e 5% das áreas de pastagens passaram a áreas agrícolas. Comparando com os resultados obtidos no estudo realizado por CENACARTA (2002), verifica-se uma certa aproximação com os resultados obtidos neste estudo. De uma forma geral, o estudo realizado por CENARCARTA (2002) indica um decréscimo das áreas florestais em cerca de 8,44%, do total da área do distrito de Chókwè.

As mudanças descritas no parágrafo anterior são mais evidentes em algumas áreas do posto administrativo de Lionde e a Norte do posto administrativo de Macarretane (figura 8). Observando o mapa do anexo 1.7, pode-se constatar que as referidas áreas foram as mais

afectadas pelas inundações do ano 2000. Neste contexto, grande parte das áreas florestais reduziu como consequência das inundações. Em alguns casos, nos locais onde se verificou a redução das áreas florestais passaram a áreas agrícolas de pastagem.

A figura 12 ilustra como exemplo, na aldeia 25 de Setembro, a passagem de área florestal a área agrícola. Neste local, a maior parte espécies vegetais morreram, após longo período de inundação.

**Figura 12: Exemplo de um local na aldeia 25 de Setembro onde se verificou a passagem de área florestal a área agrícola.**



Em algumas áreas visitadas, tais como, as aldeias de Chate, Majajamela, Tlawene e Chiaquelane, verificou-se a exploração dos recursos florestais para sua utilização como materiais de construção e combustível lenhoso. Esta forma de utilização foi mais evidente nos bairros de reassentamento da população afectada pelas cheias.

### *As áreas pantanosas*

Após as cheias do ano 2000, maior parte das áreas que em 1999 eram cobertas por porções de água temporária, tais como a zona Sul de Lionde (figura 6), em 2001, passaram a áreas pantanosas (figura 7). As observações no terreno (Novembro de 2002), bem como as análises feitas às cartas topográficas do local, revelaram que as porções de água temporária localizam-se depressões com áreas estimadas em 2 a 8 ha. Neste contexto, durante as cheias, as águas provenientes da montante, transportaram sedimentos que se supõe, que se tenham depositado, entre outros locais, nas pequenas depressões inundações temporária. Por outro lado, o movimento das águas transporta consigo, para além de sedimentos, matéria orgânica para os locais de deposição. É neste contexto, que se explica o surgimento de vegetação inundável em áreas anteriormente de inundações temporária.

Os resultados acima descritos são semelhantes aos resultados obtidos no estudo realizado por CENACARTA (2002). No referido estudo, as classes correspondentes as zonas herbácea inundável e herbácea inundada registaram o aumento de 1,6% e 0,5% respectivamente.

## 7. CONCLUSÃO

Tendo em conta as limitações encontradas neste trabalho, sujeitas a erros de interpretação dos resultados obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

- a) As mudanças do uso e cobertura da terra verificadas entre as datas analisadas neste estudo, variam de 1% a 9%. De acordo com os resultados apresentados no mapa temático, as zonas Norte e Sul do distrito de Chókwè, são as que áreas onde se verificou a maior dinâmica do uso e cobertura da terra. As referidas zonas incluem as aldeias de Majajamela, 25 de Setembro, Chate, Tlawene, Mapapa e Chiaquelane.
- b) Dos resultados obtidos, conclui-se que, nas datas analisadas, a maior dinâmica da extensão do uso e cobertura da terra verificou-se nas classes que correspondem às áreas agrícolas e pantanosas.
- c) Entre as classes do uso e cobertura da terra analisadas, as que registaram mudanças dignas de realce são as que correspondem às áreas agrícolas, florestais e pantanosas respectivamente.
- d) Após as cheias do ano 2000, verificou-se crescimento significativo aumento das áreas agrícolas e pantanosas. O crescimento das áreas agrícolas resultou, dentre outros factores, do decréscimo das áreas florestais. Este dado foi mais evidente a Norte do distrito de Chókwè, na faixa compreendida entre as aldeias 25 de Setembro, Majajamela (posto administrativo de Macarretane), Tlawene e Chiaquelane em Lionde. Por outro lado, aumento das áreas pantanosas foi mais evidente a Sul do distrito de Chókwè, entre as aldeias de Tlawene, Chiaquelane, no posto administrativo de Lionde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACNUR; PNUD (1997); *Perfis de Desenvolvimento Distrital*. Maputo, Dezembro de 1997.
2. AMARAL, V. (1999); *Guia de apresentação de teses de dissertações, trabalhos de graduação*. 2ª ed. Livraria Universitária, Maputo. UEM, jun. 1999. p. 83.
3. ARA-Sul (2000); *Relatório das Actividades Desenvolvidas Durante as Cheias*. ARA-Sul. Maputo, 2000.
4. BURROUGH, P.A. (1986); *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford University Press, 1986. p. 2-55.
5. CAMPBELL, J. (1991); *Map Use and Analysis*. Wc Brown Publishers, Dubuque 1991. p. 276.
6. CARRARA, A; GUZZETTI, F. (1995); *Geographic Information Systems in Assessing Natural Hazards*. Advances in Natural Technological Hazards Research. Kluwer Academic Publishers, Netherlands 1995. p. 353.
7. CENACARTA (2002); *Imagens Landsat 7 ETM 167077*. Cenacarta. Maputo, 2002.
8. CENACARTA (2002); *Cheias 2000. Dados Estatísticos*. Cenacarta. Maputo, Novembro de 2002.
9. CHIVAMBO, B. (2000); *Cheias na bacia do Limpopo*. DNA, Maputo 2000.
10. De WIT, P. V. (1994) *Proposals for Land Use Planning in Agricultural Pre-Program*. INIA, Departamento de Terra e Água. Maputo, jun. 1994. p. 6-10.
11. DINAGECA (1997); *Base Cartográfica Digital, a escala 1:250.000*. Dinageca. Maputo, 1997.
12. DINAGECA (2001); *Cartas topográficas número: 95 e 96 a escala 1:250.000*. Edição 2001. Dinageca. Maputo, 2001.
13. ESRI (1998); *Using ArcView Image Analysis*. Enhanced Image Integration, Display

and Analysis. ESRI, 1998. p. 315.

14. FAO (2000); *Atlas of Water Irrigation in Africa*. FAO, Land and Water Digital Media Series No. 11. Rome.
15. FERRÃO, M. (1996); *Apontamentos de Teledetecção*. Práticas de Investigação II. Departamento de Geografia. UEM, 1996.
16. HOUGHTON, R. A. (1990); Carbon In: *Changes in land-use and land-cover. A global perspective*. University Press, Cambridge 1990.  
<<http://www.geog.umd.edu/landcover>>.
17. IGBP (1995); *Land-Use and Land Cover Change Science*. Research Plan, Report 35. Stockholm 1995. p. 2-24.
18. INE (1999); *Segundo Recenseamento Geral da População e Habitação 1997*. Dados Definitivos. INE. Maputo, 1999.
19. INIA (1995); *Sumário do potencial agrícola das províncias de Gaza e Maputo*. Série Terra e Água Nº 26. INIA-DTA. Maputo, 1995.
20. INGUANE, A. (1995); *Environment Information Systems Strategy*. GIS and Remote Sensing Development. MICOA. Maputo, 1995. p. 1-16.
21. JENSEN, J. R. (1996); *Introductory Digital Image Processing. A Remote Sensing Perspective*. Prince Hall Series, 1996. p. 257-277.
22. JENSEN, J. R. (2000); *Remote Sensing of The Environment*. An earth source perspective. Upper Saddle River, 2000. p. 413-419.
23. JOAQUIM, S. (1997); *Sistemas de Informação Geográfica: Avaliação da sua eficácia na constatação e simulação, na criação de sínteses e modelos espaciais de apoio à decisão*. Tese de Licenciatura. UEM, Faculdade de Letras. Maputo, 1997. p. 1-76.
24. KIKULA, I. (1990); *Towards a woodfuel inventory in Tanzania*. A case study. Institute of Resource Assessment. University of Dar es Salaam. Tanzania, 1990.
25. LAMBIN, E. (1997); *Modeling and monitoring land-cover changes processes in*

*tropical regions*. Progress in Physical Geography. Vol. 21, p375-393.

26. LAMBIN, E; WEICHENG W. (2000); *Land use and land cover detection and modeling for North Ningxia, China*. <<http://www.gisdevelopment.net/application/>>.
27. LAKATOS, E; MARCONI, M. (1990); *Metodologia do Trabalho Científico*. Atlas Editora, São Paulo 1990. p. 215.
28. LARSSON, R; STRÖMQUIST, L. (1993); *Uma Abordagem Prática sobre Análise de Imagens Satélite para o Monitoramento Ambiental*. Uppsala Universitet 1993. p. 115.
29. MYERS, G; TANNER, C. (1992); *Direito de propriedade e conservação ecológica*. In: Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente. EXTRA n.º 10. Maputo, ago. 1992. p. 26-33.
30. NEGRÃO, J. (1996); *Planeamento do Uso da Terra em Matutuine*. UEM/NET. Maputo, 1997. p. 8-28.
31. PAULSSON, B. (1994); *Technical Aspects of the Satellite Remote Sensing and Its Application in the SAMOZ Project*. Swedish Space Corporation 1994. p. 113-118.
32. RYDÉN, A; CHONGUIÇA, E. (1994); *Problems in The Detection of Land Cover and Land Use Changes in Different Types of Image Material*. Experience from Case Study in Central Mozambique. Uppsala University 1994. p. 101-112.
33. SINGH, A. (1999); *Digital change detection techniques using remotely sensed data*. International Journal of Remote Sensing, Vol. 10, 1999. p. 989-1003.
34. SKIDMORE, A; BIJKER, W; KUMAR, L. (1997); *Use of Remote Sensing and GIS for Sustainable Land Management*. ITC Journal-3. Sydney, 1997. p. 302-307.
35. SMITS, P; ANNONI, A. (1999); *Spatial Analysis of Land-Use Changes as Knowledge Tools to Support European Spatial Policies*. Florence, 1999.
36. STRÖMQUIST, L; LARSSON, R. (1994); *Practical Approaches to Applied Remote Sensing as Illustrated by The SAMOZ Project in Mozambique*. UNGI Rapport Nr 86.

Uppsala University 1994. p. 1-33; 101-118.

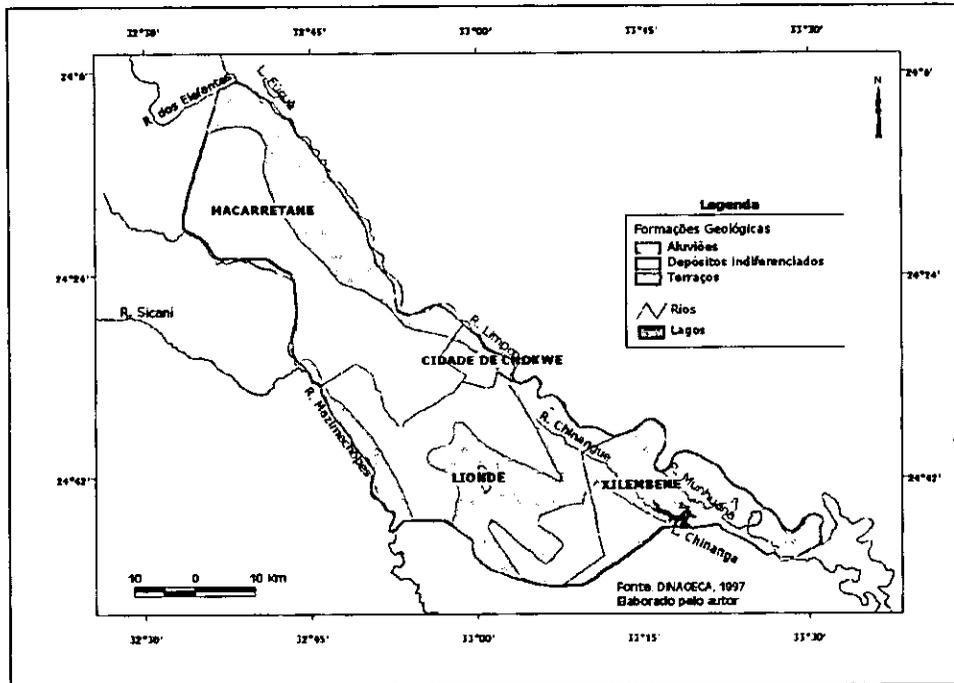
37. UEM/FAEF (2001); Programa Competir: *Região Agrícola do Chókwè*. Diagnóstico da Fileira Agrícola. Maputo. FAEF. Junho, 2001. p. 1-20.
38. VALÁ, S. (1996); *A história da posse da terra na região agrária do Chókwè (1975 – 1995)*. Tese de Licenciatura. UEM, Faculdade de Letras. Maputo, 1996. p. 1-20.
39. WORLD BANK (1996); *Remote Sensing and GIS Application in Coastal Zone Management*. In: National Workshop. Sida: An Integrated Coastal Zone Management. Experience from Mozambique. Environment Department of The World Bank. Maputo, 1996. p. 1-18.



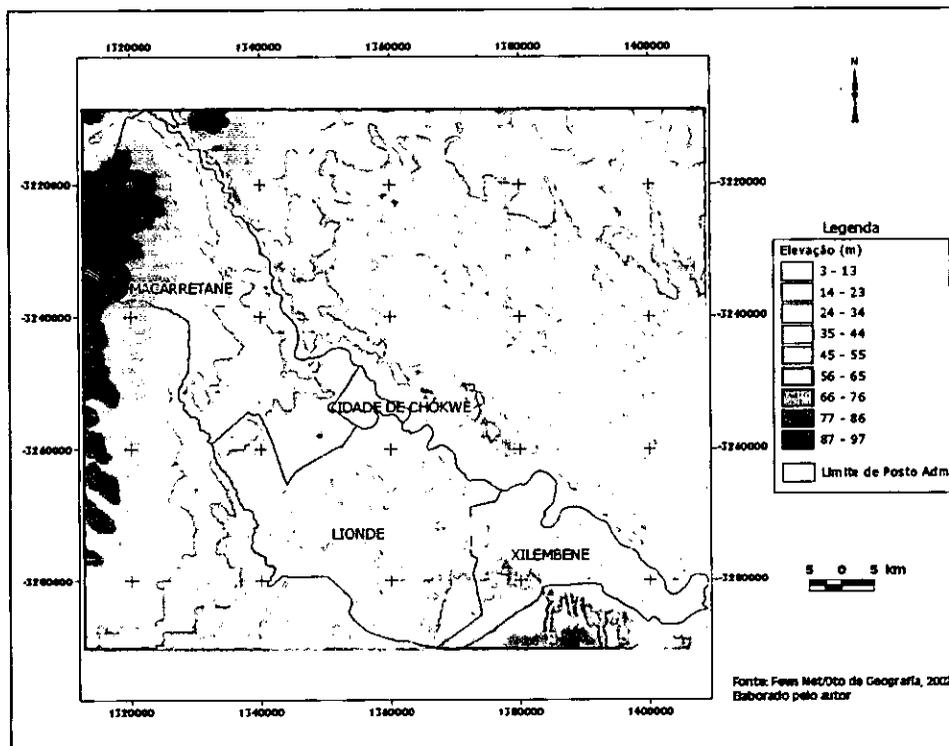
**ANEXO 1**

**Mapas**

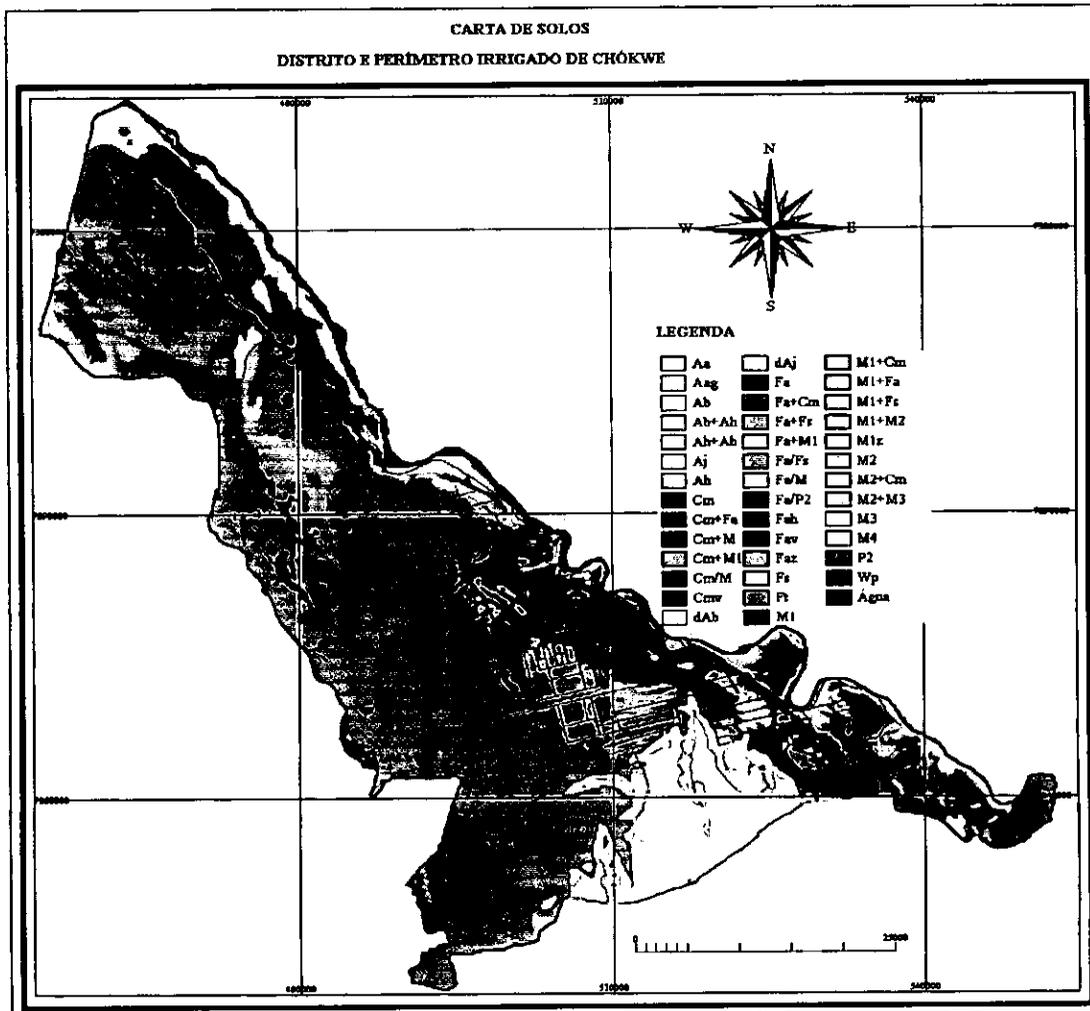
**Anexo 1.1: Formações geológicas da área de estudo.**



**Anexo 1.2: Modelo Numérico do Terreno, Distrito de Chókwe.**

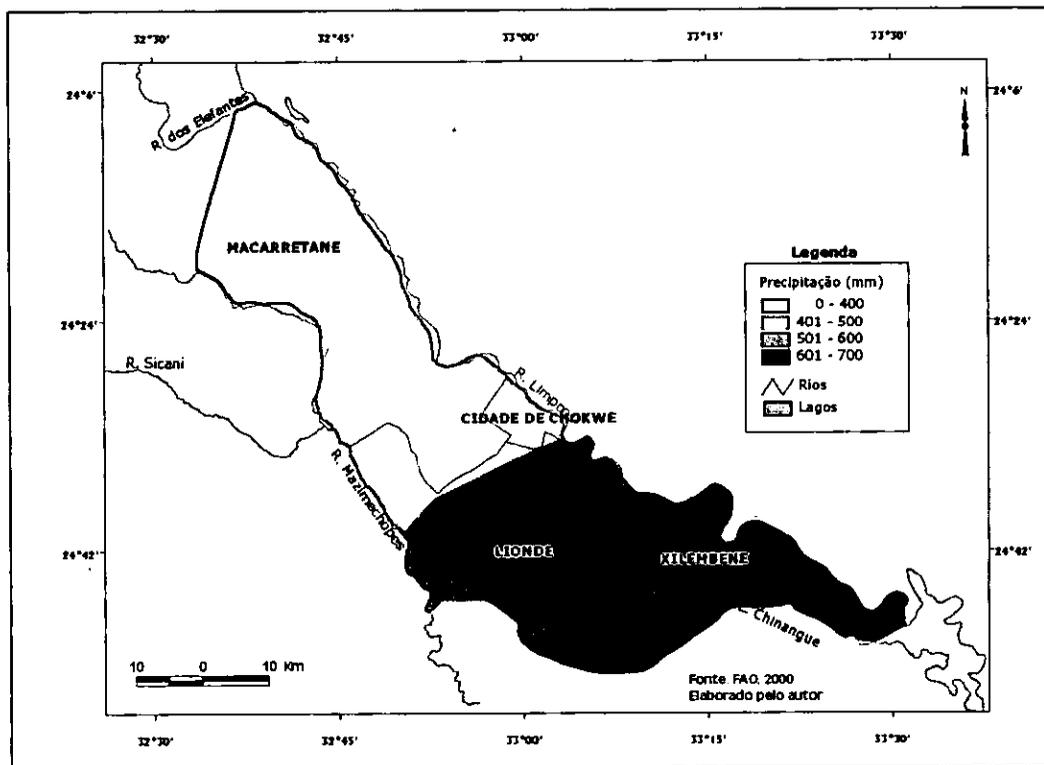


Anexo 1.3: Carta de solos do Distrito de Chókwe.

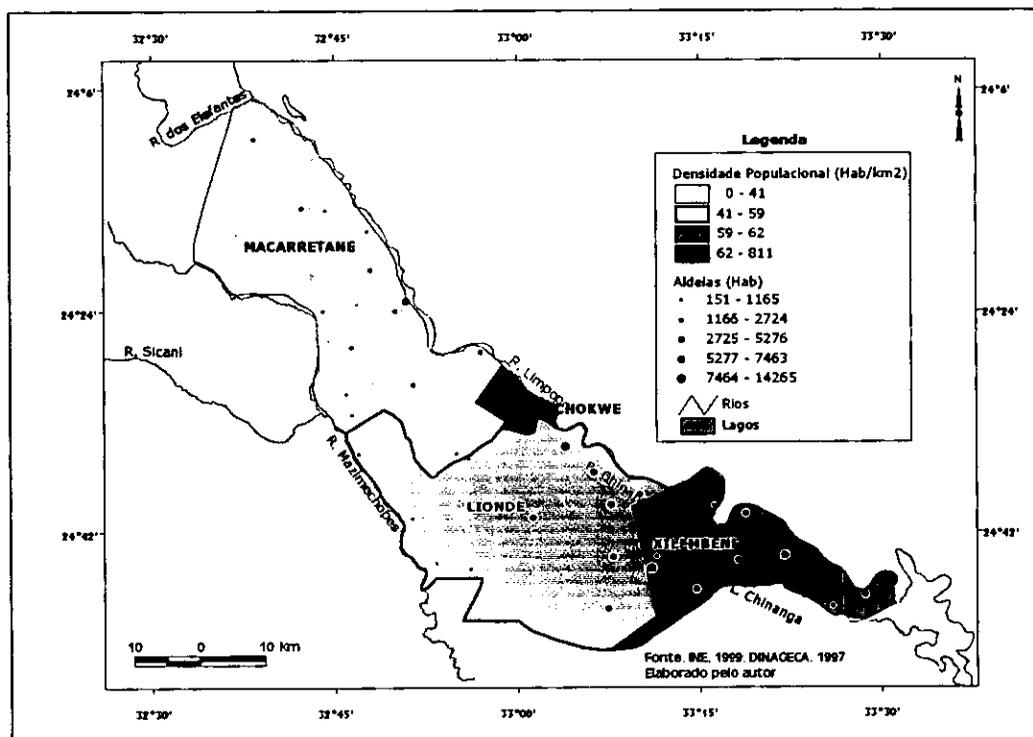


Fonte: In UEM/FAEF, 2001.

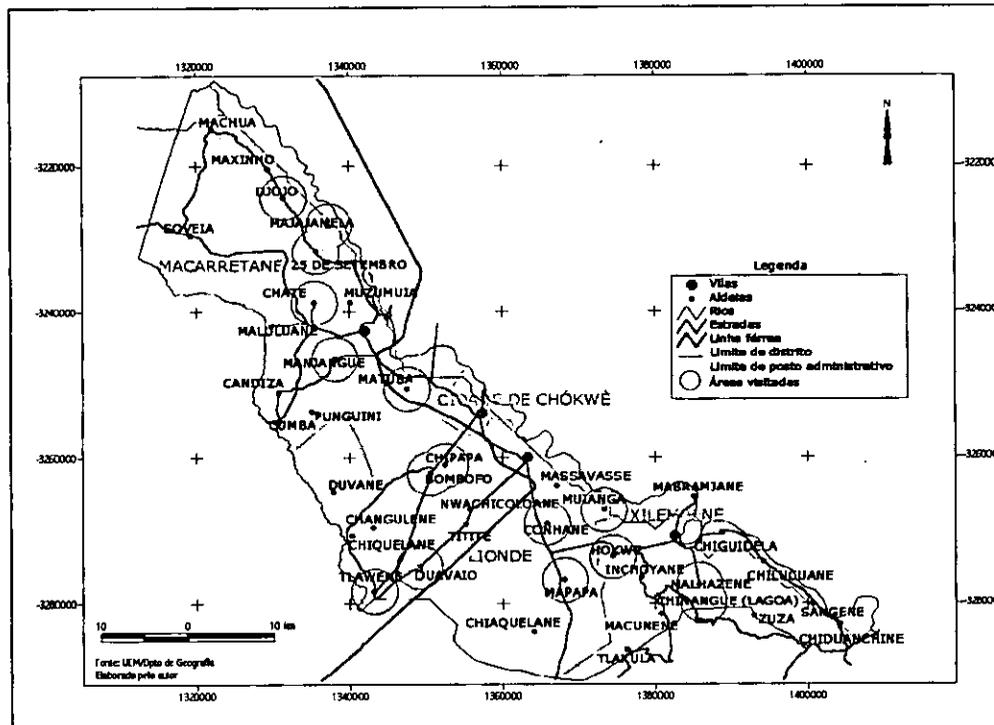
**Anexo 1.4: Precipitação Média Anual e Hidrografia do Distrito de Chókwè.**



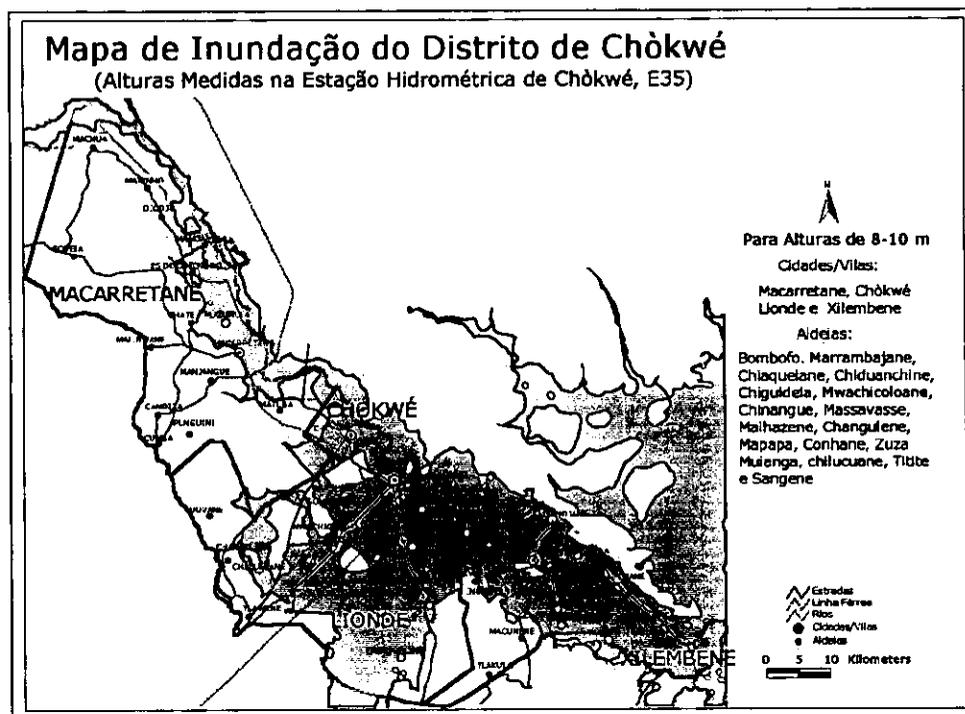
**Anexo 1.5: Distribuição espacial da população do Distrito de Chókwè.**



Anexo 1.6: Áreas seleccionadas para o trabalho de campo, Distrito de Chókwè.



Anexo 1.7: Mapa de inundação do Distrito de Chókwè.



Fonte: ARA-Sul, 2002.

**ANEXO 2**

**Tabelas**

**Anexo 2.1: Sistema de Classificação de Terras do Inventário Nacional de Recursos do Lesotho.**

**Classes**

1. Produção de culturas
2. Pastagens
3. Produção de madeira
4. Inatividade
5. Residência
6. Comercial, industrial, institucional e público
7. Auto-estradas e ruas

Fonte: Larsson e Strömquist, 1993.

**Anexo 2.2: Sistema de Classificação do Uso e Cobertura de Terras para África do Leste.**

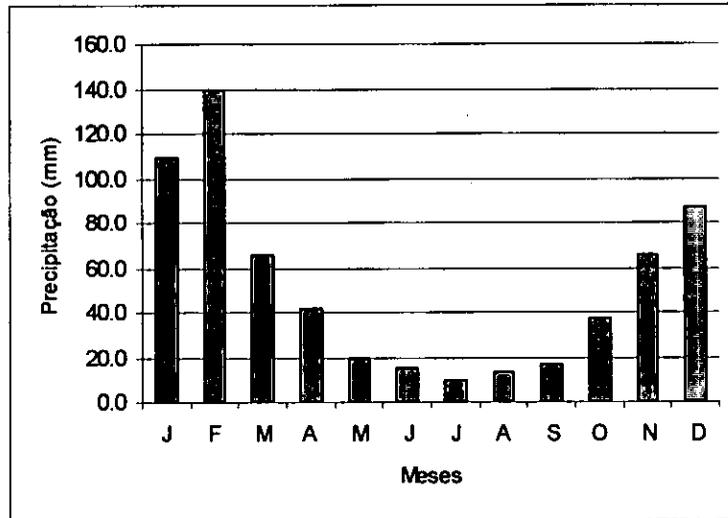
<b>Classes principais</b>	<b>Classes secundárias</b>
1. Floresta	Florestas naturais Florestas de mangais Plantações de florestas
2. Terreno Arborizado	Arborizado denso Arborizado aberto
3. Mata	Moita Mata densa Mata aberta
4. Pradaria	Pradaria aberta Pradaria arborizada Pradaria com arbustos
5. Mbugas	Regiões sazonalmente inundadas Pradarias mbugas Pradarias mbugas com arbustos Pradarias mbugas cultivadas
6. Áreas de cultivo	Cultivo aberto Cultivo com árvores Cultivo com vestígios de árvores Cultivo com vestígios de matas
7. Machambas empresárias	
8. Outros	Regiões urbanas Terrenos nus Terrenos nus e salgados Afloramentos rochosos

Fonte: Kikula, I. (1990).

**ANEXO 3**

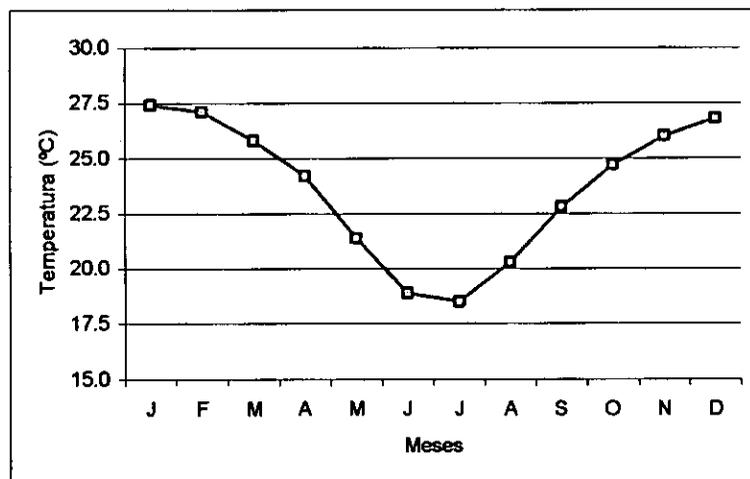
**Gráficos**

**Anexo 3.1: Precipitação média mensal, Distrito de Chókwè.**



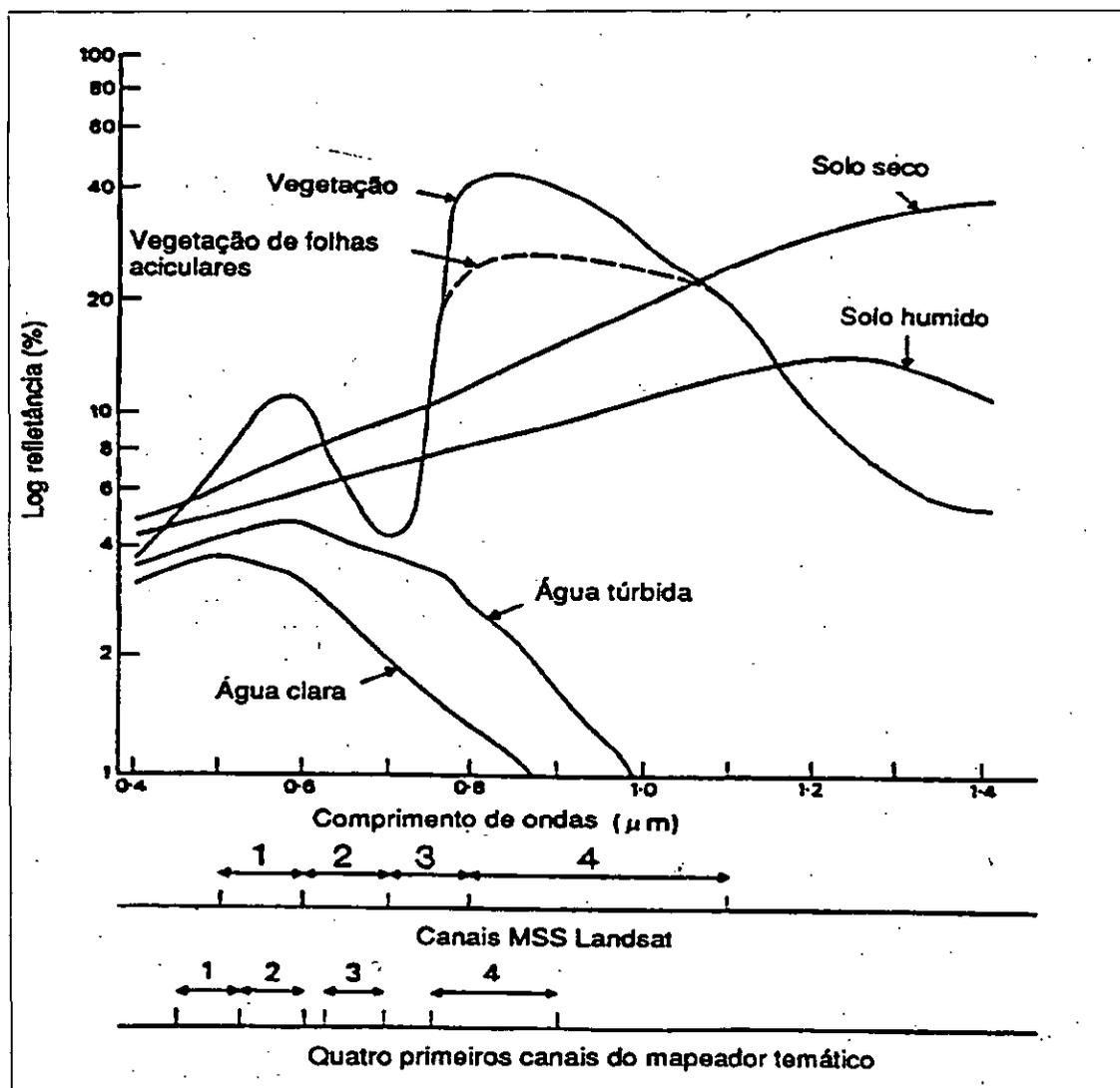
Fonte: FAO, 2000.

**Anexo 3.2: Temperaturas médias mensais, Distrito de Chókwè.**



Fonte: FAO, 2000.

Anexo 3.3: Gráfico da curva de refletância espectral dos objectos da superfície terrestre, nos captores Landsat  
MSS, TM e ETM+.



Fonte: Larsson e Strömquist, 1993.