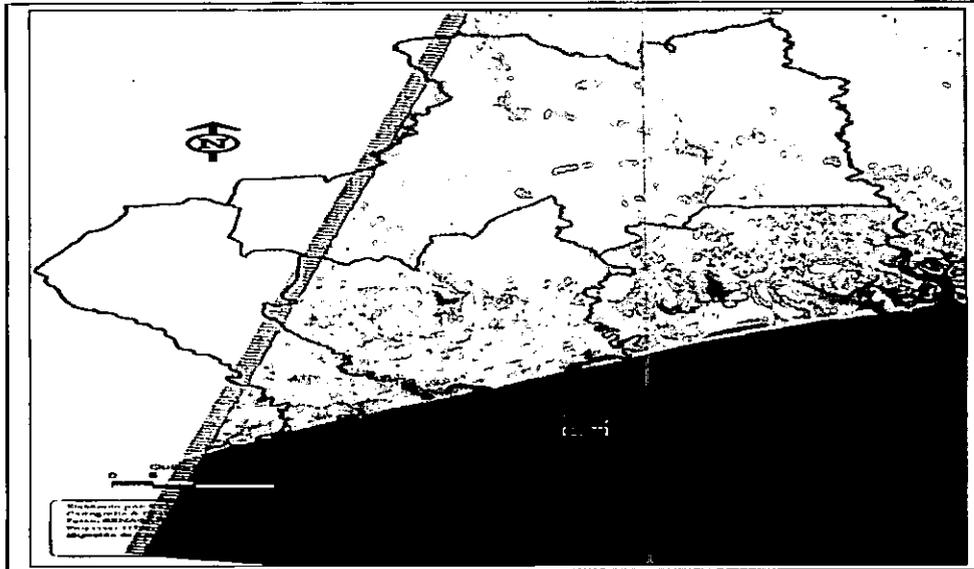




**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

TRABALHO DE LICENCIATURA

**Potencialidade de Imagem Satélite no  
Monitoramento de Uso e Cobertura da Terra**  
Estudo de Caso — Distrito da Maganja da Costa (Zambézia)



**Autor:** José Bernardo Manteiga

**Supervisor:** Eng. Agnelo dos Milágres Fernandes

*Maputo, Janeiro de 2009*

## DEDICATÓRIA

Com gratidão a Deus, dedico este trabalho aos meus pais, Bernardo Manteiga e Maria Rosa Naene Boaventura, que com muito carinho, sabedoria e dedicação, ensinaram-me a seguir os melhores trilhos da vida e aos meus irmão.

A minha tia Carminda Pedro Ussene, pelo sacrifício, dedicação e aposta na minha formação, e memória do meu tio José Manteiga.

A meus primos-irmãos José Pedro José Manteiga e Nelson José Manteiga, que dia e noite são a razão da minha dedicação e coragem.

Dedico este trabalho em memória ao meu tio que sempre lutou e apostou para o sucesso dos meus estudos. Paz a sua alma. Estou sempre consigo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao supremo Deus criador de todas as coisas, aos meus pais pela minha existência, força e saúde que me têm dado ao longo da vida.

Um agradecimento especial a Irmã Isaura Lino Soda, pelo carinho, amor e paciência que nela nunca esgotou.

O meu agradecimento e reconhecimento ao Eng. Agnelo Fernandes pela supervisão e orientação e acima de tudo pelas oportunidades de ensinamento, apoio, aprendizagem, confiança depositada e pelo anzol dispensado, o meu “Mwazwita Henyu”.

Agradeço aos docentes da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal e em especial aos do DEF que directa ou indirectamente contribuíram para este trabalho mas também para a minha formação.

Estendo os meus agradecimentos ao Sector de Florestas e Terra na Zambézia, ao Eng. Chibite, aos fiscais Araujo, Jorge, Assinde, Mussassa, Snack Mission e a todos cujos os nomes não mencionei aqui, sintam-se agradecidos.

Agradeço igualmente aos meus amigos e colegas, Alberto Bento Charrua, Clérica Lisângelas dos Mucudos, Remígio Rangel Nhamussua, Aires Afonso Banze, Arnaldo Aderito Sambo, Dino Mariano Lópes, Emílio Chipangura, José Narandaz Parabudaz e Sérgio Alí pelos bons momentos durante a carreira estudantil.

A todos eles e aos demais que aqui não mencionei mais que directa ou indirectamente contribuíram na realização deste trabalho o meu Muito Obrigado.

## RESUMO

O uso de recursos naturais varia de uma região para outra, causando problemas para o equilíbrio da biosfera, a redução dos recursos florestais é justificada por várias causas, das quais se distinguem a agricultura mecanizada e itinerante, sobrepastoreio, exploração florestal industrial, procura de fonte de energia e o desenvolvimento industrial.

Com o advento dos computadores e evolução das técnicas da Teledeteção 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.

Com o presente trabalho pretende-se identificar e caracterizar os estágios de uso e cobertura da terra no distrito da Maganja da Costa, no período de 1996 a 2006, a partir da interpretação digital de imagem de satélite Landsat 7 ETM+, com o auxílio das técnicas de Teledeteção e dos Sistemas de Informação Geográfica.

O Distrito da Maganja da Costa situa-se na região Centro de Moçambique, concretamente no extremo Este da província da Zambézia, com uma superfície de aproximadamente 7.597 Km<sup>2</sup>, é composto por quatro postos administrativos, com densidade populacional de 37,1 hab/km<sup>2</sup>.

O estudo permitiu verificar que de 1996 a 2006, houve uma redução de áreas naturais, como resultado da acção humana na intervenção do ecossistema, incrementando-se as áreas de prática agrícola e vegetação herbácea.

**LISTA DE ABERVIATURAS**

<b>ABREVIATURA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
CENACARTA	Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção da Agricultura
DDA	Direcção Distrital da agricultura
DINAGECA	Direcção Nacional de Geografia e Cadastro
DNFFB	Direcção Nacional de Floresta e Fauna Bravia
FAEF	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
FAO	Food and Agriculture Organization
GIS	<i>Geographic Information Systems</i>
ha	Hectares
Hab	Habitantes
IIAM	Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
INE	Instituto Nacional de Estatística
km	Quilómetro
km <sup>2</sup>	Quilómetro quadrado
m	Metro
MAE	Ministério da administração Estatal
mm	Milímetro
PEDD	Plano de Desenvolvimento Económico do Distrito
° C	Grau centígrado
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SPFTZ	Serviços Provinciais de Floresta e Fauna Bravia da Zambézia
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
USGS	United States Geological Survey

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 3.1: Distribuição da população do distrito da Maganja da Costa por posto administrativo.....	15
Tabela 5.1: Classes do uso e cobertura da terra do ano 1996 e sua área.....	23
Tabela 5.2: Classes do uso e cobertura da terra do ano 2006 e sua área.....	26
Tabela 5.3: Dinâmica da extensão do uso e cobertura da terra no distrito da Maganja da Costa (1996-2006).....	30
Tabela 5.4: Taxas de mudanças 1996-2006.....	31

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 2.2: Diferentes níveis de colecta de dados em teledeteccção.....	9
Figura 3.1: Área de estudo.....	13
figura 3.2: A divisão administrativa da área de estudo.....	14
Figura 4.1: Diagrama do método da deteccção de mudanças, através da comparação de duas imagens de satélites classificadas (1999 e 2001), utilizado neste estudo.....	23
Figura 5.1: Uso e cobertura de terra, 1996 no distrito da maganja da costa.....	27
Figura 5.2: Uso e cobertura de terra, 2006 no distrito da Maganja da Costa.....	30
Figura 5.3: Áreas de uso e cobertura de terra 1996 e 2006.....	34
Figura 5.4: Mudanças do uso e cobertura da terra na área de estudo.....	35
Figura 5.5: Exemplo de um local na aldeia de muipita onde se verificou a destruição de uma área florestal para uso agrícola.....	36

<b>CONTEÚDO.....</b>	<b>PÁGINA</b>
----------------------	---------------



CONTEÚDO.....	PÁGINA
DEDICATÓRIA.....	I
AGRADECIMENTOS.....	II
RESUMO.....	III
LISTA DE ABERVIATURAS.....	IV
LISTA DE TABELAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE.....	VII
1.INTRODUÇÃO .....	2
1.1.PROBLEMA DE ESTUDO.....	3
1.2.JUSTIFICAÇÃO .....	3
1.3.OBJECTIVOS .....	4
1.3.1.Geral .....	4
1.3.2.Específicos.....	4
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1.USO E COBERTURA DE TERRA E SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO .....	5
2.2.TELEDETECÇÃO.....	6
2.2.1.Satélites e sensores .....	7
2.2.2.Imagem satélite, sua classificação e detecção de mudanças .....	9
2.3.SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) E TELEDECTEÇÃO.....	10
3.ÁREA DE ESTUDO.....	11
3.1.LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA .....	11
3.2.GEOLOGIA.....	13
3.3.CLIMA .....	14
3.4.HIDROGRAFIA .....	14
3.5.FLORESTA .....	14
3.6.SOLOS .....	15
3.7.POPULAÇÃO .....	15
4.MATERIAIS E MÉTODOS .....	16
4.1.DADOS .....	17
4.2.PRIMEIRA ETAPA: CONSULTA BIBLIOGRÁFICA.....	18
4.3.SEGUNDA ETAPA: TRATAMENTO DE IMAGEM.....	18
4.4.TERCEIRA ETAPA: TRABALHO DE CAMPO .....	20
4.5.QUARTA ETAPA: PRODUÇÃO, ANÁLISE E APURAMENTO DE RESULTADOS .....	21
4.6.DIFICULDADES ENCONTRADAS NO TRABALHO .....	23
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
5.1.USO E COBERTURA DE TERRA EM 1996.....	24
5.2.USO E COBERTURA DE TERRA EM 2006.....	26
5.3.MUDANÇAS DO USO E COBERTURA DE TERRA (1996 – 2006).....	29



5.3.MUDANÇAS DO USO E COBERTURA DE TERRA (1996 – 2006).....	29
6.CONCLUSÕES.....	36
7.RECOMENDAÇÕES .....	37
8.BIBLIOGRAFIA.....	38
9.ANEXOS .....	491



## 1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais, torna-se evidente a necessidade da definição de uma política eficiente de controlo das acções do homem sobre os recursos naturais de uma região, sobretudo em relação à cobertura vegetal nativa, que é um elemento de fundamental importância para a qualidade de vida da população, bem como para a sua economia.

Não foram encontrados trabalhos similares feitos especificamente na área de estudo. Entretanto no país existem vários, dentre os quais, se destacam estudos feitos por Argola (2004); CENACARTA (1997); Ernesto (2003); Ouana (2002); Sithoe (2003); Zamba (2005) e todos mostram que o “Remote Sensing” é uma tecnologia válida para monitoramento e gestão de recursos naturais.

Segundo Mora & Iverson (1997), é necessário que o acompanhamento e distribuição espacial do uso e ocupação do solo sejam analisados constantemente para auxiliar nos estudos de desenvolvimento de uma determinada região. Neste contexto, as imagens de satélite constituem-se em importante ferramenta, como fonte de dados espaços-temporais permitindo análises das mudanças ocorridas no uso do solo, ou seja, na forma como o espaço está sendo utilizado pelo homem.

Na ciência florestal o monitoramento tem como finalidade a produção de mapas florestais, detalhados ou não, para avaliação de mudanças e a planificação de várias actividades. Assim sendo, o monitoramento da cobertura florestal é muito importante e essencial, não só para avaliar o impacto da sua exploração, mas também, para definir estratégias e políticas da conservação da biodiversidade, bem como, para o equilíbrio ecológico e ambiental.

As províncias com maior contribuição para as florestas produtivas são Niassa (6.0 milhões de hectares), Zambézia (4.1 milhões de hectares), Tete (3.3 milhões de hectares) e Cabo Delgado (3.2 milhões) ( Marzoli, 2007).



Este trabalho visa dar um contributo na planificação das acções no sector florestal distrital ou mesmo provincial, dando uma visão geral do uso e cobertura de terra no distrito da Maganja da Costa, com base na classificação supervisionada.

### **1.1. Problema de estudo**

O uso de recursos naturais varia de uma região para outra, causando problemas para o equilíbrio da biosfera, a redução dos recursos florestais é justificada por várias causas, das quais se distinguem a agricultura mecanizada e itinerante, sobrepastoreio, exploração florestal industrial, procura de fonte de energia e o desenvolvimento industrial (FAO, 1985).

A falta de um instrumento eficiente para o monitoramento do uso e cobertura da terra no distrito da Maganja da Costa, faz com que não se conheça a actual situação da dinâmica no uso e cobertura de terra pelas estruturas locais naquele distrito.

### **1.2. Justificação**

A escolha do distrito da Maganja da Costa deve-se ao facto de se verificar maior abertura de novas áreas para machamba, corte de material de construção, de lenha e produção de carvão para o consumo local e para o abastecimento da cidade capital da província da Zambézia, aliado isto, a falta de um sistema de maneio e gestão de recursos naturais (DNFFB, 2005).

Não se conhecendo actualmente o grau de uso de terra e cobertura vegetal no distrito da Maganja da Costa e tendo em conta o nível de exploração dos recursos florestais madeireiros e não madeireiros na província, expansão populacional nas zonas rurais e conseqüente abertura de extensas e novas áreas para fins agrícola e habitacionais, tornou-se necessário levar a cabo um trabalho que visasse ter uma ideia da dinâmica do uso de terra e cobertura da terra naquele ponto do país.

### 1.3. Objectivos

#### 1.3.1. Geral

- ✓ Identificar e caracterizar os estágios de uso e cobertura da terra, no período de 1996 a 2006, no distrito da Maganja da Costa, província da Zambézia.

#### 1.3.2. Específicos

- ✓ Elaborar mapa temático de uso e cobertura da terra para os anos de 1996 e 2006
- ✓ Analisar as transformações ocorridas no uso e cobertura da terra no período de 10 anos e
- ✓ Estimar as taxas decadais de mudanças nas classes de uso e cobertura da terra no período de 10 anos, desde 1996 a 2006, no distrito da Maganja da Costa.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Uso e Cobertura de Terra e sistemas de classificação

Uso da terra é definido como sendo, um conjunto de princípios e regras que regem uma sociedade na sua relação com a terra, enquanto que cobertura da terra refere-se à matéria biofísica existente na superfície terrestre ( Richards, 1986).

Para Larsson (1993), o uso de terra é, normalmente, referido como qualquer modificação do padrão natural da terra, resultante de actividade humana. Por sua vez, cobertura de terra refere-se à vegetação natural e artificial, água, solo e outros elementos resultantes da dinâmica natural das transformações na terra.

Existem vários tipos de classificação do uso e cobertura de terra e em diversos países são utilizados sistemas diferentes de classificação, dependendo do tipo de uso de cada região. Dentre os vários pode-se citar o sistema de USGS, que é largamente utilizado em vários países (ANEXO B1).

Em Moçambique, foi desenvolvido, por iniciativa do Projecto de Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra realizado em 1986, à escala de 1:500.000, a partir da interpretação visual de imagens satélite, um Sistema de Classificação de Uso e Cobertura da Terra (com base na classificação da FAO), que vai ao encontro das necessidades de vários utilizadores locais, permitindo que um projecto ou utilizador específico seja acomodado (Ferrão, 2005), sendo este que foi usado para o presente estudo. O sistema contém três níveis de classificação e quatro temas principais no terceiro nível (ANEXO B2).

## 2.2. Teledetecção

Teledetecção ou sensoriamento remoto é a ciência ou arte de obter informações sobre as características físicas e biológicas de objectos, áreas ou fenómenos, através da análise de dados obtidos com medições feitas à distância, sem contacto material com elas (Junior & Silva, 2007).

Para Batista & Dias (2004) o principal objectivo da teledetecção é expandir a percepção sensorial do ser humano, seja através da visão sinóptica (panorâmica) dada pela visão aérea ou espacial seja pela possibilidade de se obter informações em regiões do espectro electromagnético inacessíveis à visão humana.

Inclui uma série de equipamentos, técnicas e procedimentos de análise (Figura 2.1), onde cada componente da teledetecção pode ser especificado e exemplificado com uma tomada de fotografias até a elaboração de um álbum.

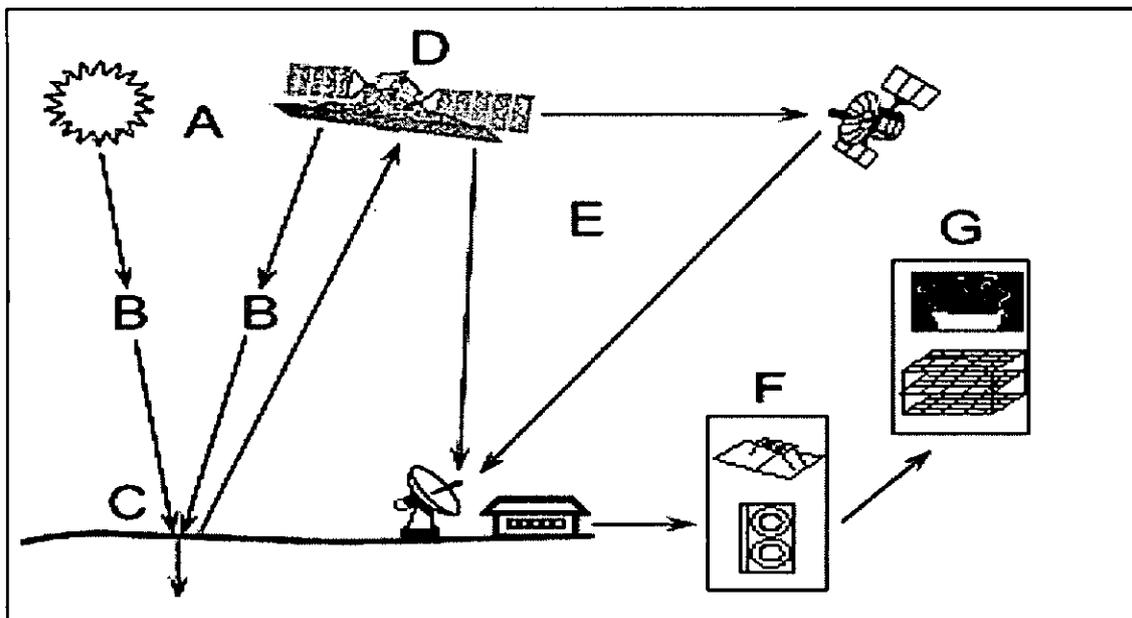


Figura 2.1: Passos para o estudo da teledetecção. (Fonte: Adaptado de Eastman, 1998)

Onde, A – Radiação - Fonte de Energia ou Iluminação (Sol ou outra fonte luminosa e.g. lâmpada);



- B - Interação entre a Radiação e a Atmosfera (Meio 1- entre a fonte e o alvo - Ar (atmosfera) e (Meio 2- entre o alvo e o sensor - Ar (atmosfera));
- C - Interação com o objecto (pessoa ou uma paisagem);
- D - Registo da Energia pelo Sensor (Máquina fotográfica - filme);
- E - Transmissão, Recepção, e Processamento (Aparelhos do laboratório de revelação);
- F - Interpretação e Análise (Pessoa que observa -analisa a foto) e
- G - Modelagem e Aplicação (Integração - Organização do álbum)

O sensoriamento remoto é uma ferramenta usada para identificar e quantificar a distribuição o uso e cobertura de terra desde a escala global até a local (Mather, 1987).

### 2.2.1. Satélites e sensores

Os sistemas de sensores são instrumentos a bordo dos satélites artificiais ou plataformas terrestres tais como balões, aviões e helicópteros, cuja função é a de captar e registar a energia electromagnética dos objectos da superfície terrestre, a partir destes vários níveis (Oleriano & Dias, 1990) (Figura 3.2).

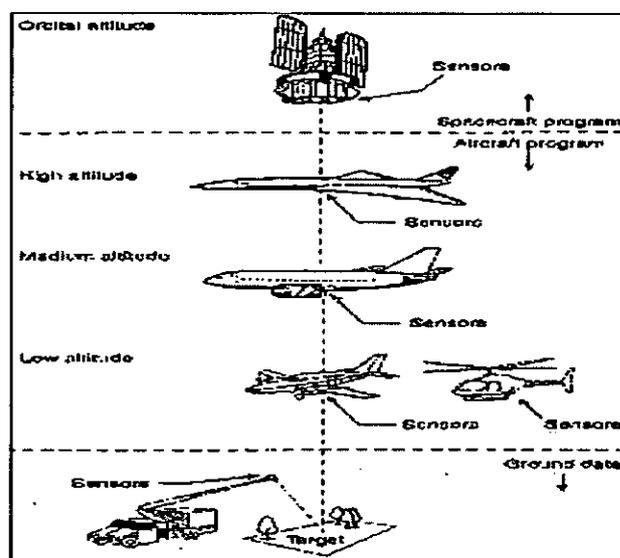


Figura 3.2: Diferentes níveis de colecta de dados em teledetecção.

(Fonte: Adaptado de Oleriano & Dias, 1990)



Os sensores operam em diferentes regiões do espectro electromagnético e podem ser classificados de várias formas, consoante o seu modo de funcionamento. Porém, existe uma diferença básica que permite caracterizá-los em apenas duas classes: activos e passivos.

Os sensores passivos medem a radiação reflectida ou emitida por um objecto, enquanto os sensores activos emitem radiação própria e medem o retorno dessa radiação após ser modificada pelos objectos, exemplos são os sistemas de radar, hoje amplamente utilizados em plataformas aéreas e orbitais (Lillisand, 1994).

Os sistemas de sensores são caracterizados pela sua resolução, que pode ser: espacial, temporal, espectral e radiométrica. E geralmente o termo resolução do sensor subentende-se a sua capacidade em registar informação, nas distintas curvas de reflectância espectral.

### **2.2.2. Imagem satélite, sua classificação e detecção de mudanças**

Uma imagem satélite pode ser definida por uma função bidimensional, da intensidade de luz reflectida ou emitida por uma cena, na forma  $I(x,y)$ ; onde os valores de  $I$  representam, a cada coordenada espacial  $(x,y)$ , a intensidade da imagem nesse ponto. Essa intensidade é representada por um valor inteiro, não-negativo e finito, chamado nível de cinza (Lopes, 2002).

A cada ponto imageado pelos sensores, corresponde a uma área mínima denominada "pixel" (picture cell), que deve estar geograficamente identificado, e para o qual são registados valores digitais relacionados a intensidade de energia reflectida em faixas (bandas) bem definidas do espectro electromagnético (Jensen, 1996).

Eastman (1998) & Ferrão (2004) referem que a interpretação das imagens de satélites pode ser feita de duas maneiras, sendo de forma visual ou digital, com a primeira técnica usa-se a habilidade da mente humana para avaliar qualitativamente os padrões na



imagem, partindo de um julgamento subjectivo baseado em elementos da imagem, contudo, esta técnica tem desvantagens porque requer um trabalho extensivo e é uma técnica intensiva.

Por sua vez a interpretação digital permite avaliar na totalidade o padrão espectral nos dados da imagem, permite também a automação do processo de análise dos dados dando vantagens em custo em relação à técnica de interpretação visual.

Contudo, assim como o homem tem algumas limitações na sua habilidade para interpretar os padrões espectrais, computadores também possuem algumas limitações em avaliar padrões espaciais, mas contudo pode-se afirmar que, as técnicas visuais e numéricas são complementares (Covele, 2008).

A classificação de imagens pode ser dividida em supervisionada e não supervisionada, de acordo com a forma como a classificação é conduzida. Na classificação supervisionada, a tarefa consiste em detectar tipos específicos de cobertura do solo já conhecidos, enquanto na classificação não supervisionada o analista busca definir todas as categorias de cobertura do solo existentes na imagem em certos níveis de generalização (Eastman, 1998).

Detecção de mudança pode se visual ou digital, o segundo é caracterizado por ser um processamento computadorizado, que identifica mudanças no estado de um objecto, ou nas feições da superfície terrestre, entre diferentes datas, ao passo no primeiro caso usa-se a vista humana (Junior & Silva, 2007).

Nos últimos anos foram propostos diferentes métodos para detecção digital de mudança. Um dos métodos mais simples é a comparação de imagens pós-classificação e que foi usada neste trabalho (Gordon, 1980; Jensen et al. 1995 e Munyati, 2000).

Geralmente um mapa feito a partir da fotointerpretação, há erros que advêm principalmente pela falha de identificação correcta da classe temática, incorrecções na



delimitação dos diferentes objectos, fraca resolução do sensor, deficiente escolha da escala de trabalho e falhas próprias do analista, resultantes de factores psíquicos e emocionais ou mesmo falta de domínio das técnicas de fotointerpretação. Por causa deste tipo de erros, a qualidade de um mapa temático deve ser avaliada pela exactidão do mapeamento, para além da sua precisão (Ferrão, 2004).

### 2.3. Sistemas de informação Geográfica (SIG) e Teledectecção

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode ser entendido como um conjunto articulado de *Hardware* e *Software* capaz de desempenhar funções diversas, nomeadamente a captura, organização, manipulação, análise, modelação e apresentação de dados espacialmente referenciados e destina-se a resolver problemas complexos de planeamento e gestão (Machado, 1996).

Segundo alguns autores, a definição de SIG não estará completa se nela não forem integradas as bases de dados utilizadas e o contexto operacional ou organizacional em que se opera, ou seja, para além das máquinas, programas e dados, importará também considerar, os objectivos de trabalho e o grupo de pessoas que gere e utiliza o sistema.

Com base em ferramentas SIG é possível não só manter actualizada a cartografia das áreas afectadas por acidentes e catástrofes naturais, como criar modelos prospectivos com base no cruzamento e tratamento quantitativo dos factores intervenientes (por exemplo: relevo, geologia, uso do solo, elementos climáticos, dados demográficos, infra-estruturas, para previsão do risco de movimento de materiais em vertentes ou de cheias rápidas e inundação) (Zamba, 2005).

Enquanto o sensoriamento remoto recolhe informação sobre as características físicas e biológicas dos objectos, áreas ou fenómenos, o sistema de informação geográfica captura, organiza, manipula e analisa esta informação de modo a se tornar mais perceptível e útil para a sociedade. Muitos autores afirmam que existe uma interdependência entre as duas ciências ou artes.



Com uma superfície de aproximadamente 7.597 Km<sup>2</sup>, o distrito da Maganja da Costa é banhado pelo Oceano Índico e também se confina com o distrito de Namacurra através do rio Licungo na parte Sul, a Este com o distrito de Pebane, através do rio Muniga e a Oeste faz limite com Licungo que o separa dos distritos de Mocuba e Namacurra.

O distrito da Maganja da Costa é constituído por quatro postos administrativos e catorze localidades (Figura 3.2). A sede do distrito localiza-se a 150 km de Quelimane, capital provincial da Zambézia (MAE, 2005).

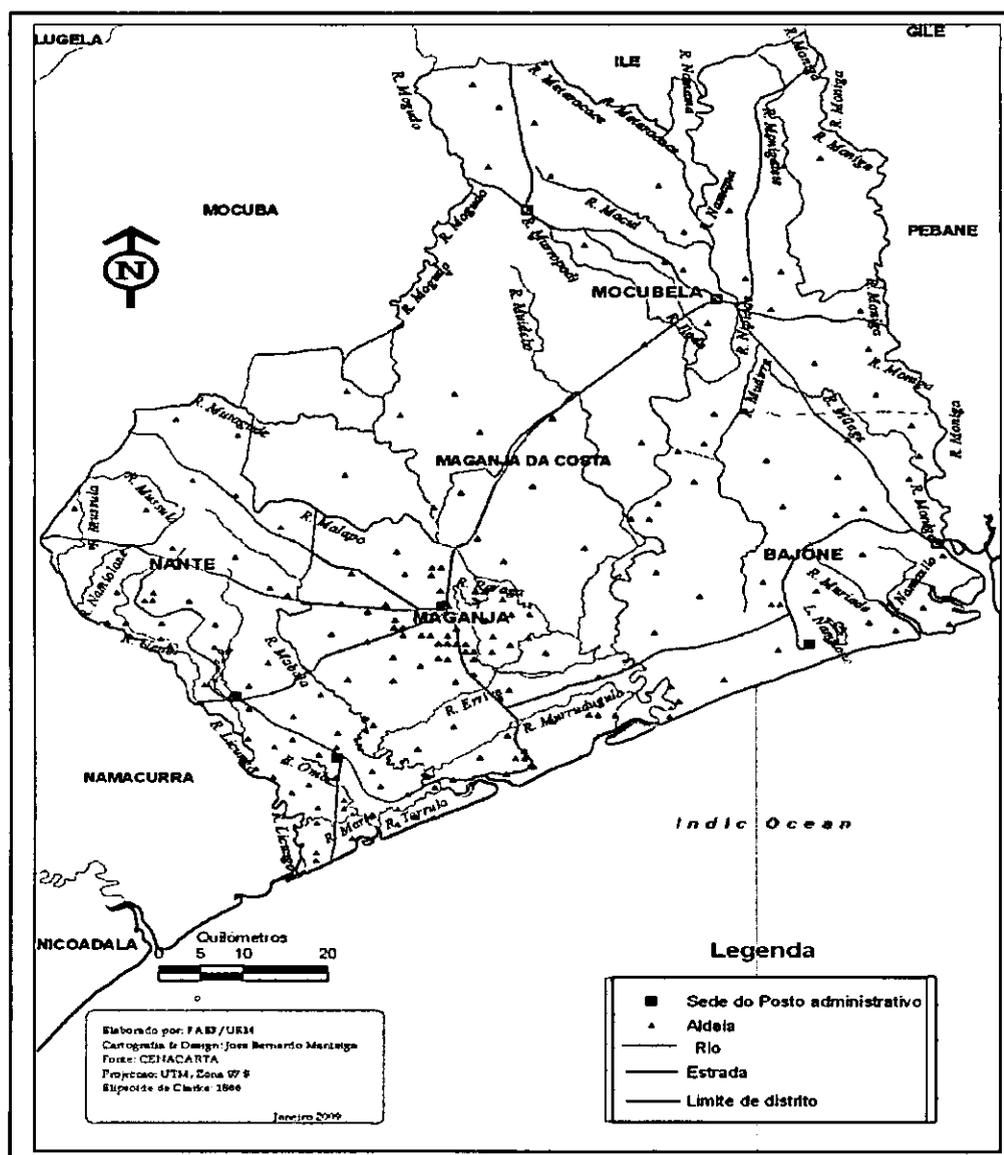


Figura 3.2: A divisão administrativa da área de estudo.



### 3.2. Geologia

Na generalidade, as terras da Maganja da Costa são menos acidentadas, não existindo elevações de grande expressão, a geologia do distrito é mais modificada na região costeira na qual, por um lado, existem segmentos marinhos sobrepostos de diferentes períodos geológicos, desde o Cretácio até ao presente e, por outro, a zona de configuração ondulada, como resultado das dunas costeiras.

A altitude média acima do nível das águas do mar é de cerca de 70 metros, as zonas de planícies localizam-se nos Postos Administrativos de Maganja-sede, (com maior extensão) nas localidades de Bala; Baixo Licungo-Nante e no Posto Administrativo de Bajone, este último com vastas áreas ocupadas por companhias agro-pecuárias.

### 3.3. Clima

O clima do distrito de Maganja da Costa é do tipo tropical húmido, caracterizado por duas estações distintas durante o ano: uma, chuvosa e quente, que se estende de Outubro à Março do ano seguinte, na qual as temperaturas médias mensais podem alcançar os 30°C. A humidade relativa neste período tem superado a cifra de 85%. A estação é fresca e seca, com temperaturas médias mensais inferiores a 25°C. Em média, a humidade relativa não ultrapassa os 60% (FAO, 2000).

### 3.4. Hidrografia

O distrito possui potencial hídrico, com alguns rios de corrente permanente e de grande caudal. Há também pequenos cursos de água de corrente periódica os quais, de parceria com as lagoas existentes, são bastante úteis para o desenvolvimento de actividades de produção agrícola e de criação de gado (PEDD, 2008).



### 3.5. Floresta

A cobertura vegetal do distrito de Maganja da Costa é constituída fundamentalmente por savana tropical arbustiva com algumas zonas de componente arbórea, havendo variedades de grande valor económico, tais como, a Umbila, Chanfuta, Murrotho, Jambire, Pau-preto, Pau-ferro, Muanga e Theca.

As florestas têm maior expressão nas zonas altas e de planalto, no interior do distrito. A savana circunda a floresta terminando em savana herbácea que acomoda, no seu largo vastas áreas florestais (SPFTZ, 2008).

### 3.6. Solos

O distrito possui vários grupos de solos (ANEXO A2), entretanto existem, três classes de solos que se tipificam de acordo com as seguintes características:

Solos vermelhos e castanhos, localizados na zona alta do Distrito, de textura fina, muito férteis; solos vermelho-arenosos e argilosos, de textura média, situados na maior parte do interior do Distrito e solos metamórficos, com origem nos aluviões dos principais rios que atravessam o distrito, apresentando nalgumas delas manchas dispersas de solos arenosos e franco-arenosos (INIA, 1995).

### 3.7. População

O distrito de Maganja da Costa, possui cerca de 282.173 habitantes, dos quais 150.989 são do sexo feminino (Tabela 3.1). A distribuição territorial da população é bastante irregular, registando-se maior concentração na zona litoral, devido às relativas facilidades naturais convidativas à produção agrícola, é nesta zona onde se instalaram os grandes empreendimentos agro-pecuários do Distrito da Maganja da Costa (CENSO, 2007).

O Posto Administrativo da Maganja-Sede é o mais populoso, com cerca de 41.3% do total da população do Distrito. O menos populoso é o Posto Administrativo de Mocubela,



aglomerando cerca de 11,5% da população total do Distrito (DDA Maganja da Costa, 2008).

**Tabela 3.1: Distribuição da população do distrito da Maganja da Costa por Posto Administrativo.**

Posto adiministrativo	População		Densidade populacional ( hab/km2)
	(hab)	(%)	
Maganja sede	116.125	41.30	15.29
Mocubela	32.334	11.50	4.26
Bajone	66.919	23.80	8.81
Nante	65.795	23.40	8.66
<b>Total</b>	<b>281173</b>	<b>100.00</b>	<b>37.01</b>

Fonte: Adaptado do PEDD, 2007.



#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em quatro etapas: a primeira foi consulta bibliográfica, a segunda foi a do tratamento das imagens, a terceira etapa consistiu na realização do trabalho de campo e a quarta e última, processamento, análise de dados e produção de relatório.

Para análise das mudanças no uso e cobertura de terra tomou-se como base a classificação digital de duas imagens de satélites (de 1996 e de 2006), como resultado das principais actividades económicas praticadas pela população do distrito e que directamente ou indirectamente influem na mudança no uso cobertura da terra e o número de classes usadas para análise neste estudo foi definida com base na classificação de uso e cobertura de terra da CENACARTA.

Não existe um modo único e correcto de como deve ser feita a classificação multiespectral: a melhor aproximação a ser considerada depende do tipo de classificação a ser feita, das classes consideradas, da aplicação pretendida, dos recursos e do tempo disponíveis (Mather, 1987).

##### 4.1. Dados

- ✓ Imagens satélites: foram obtidas 6 imagens satélites Landsat7 ETM+ na CENACARTA, sendo 3 de cada ano (1996 e 2006), as referidas imagens eram todas do período seco. Entretanto mesmo sendo imagens do mesmo período, devido a diferença de dias de captura das imagens, este factor fez com que existisse a limitação na utilização deste dado devido à resolução espectral e temporal. De salientar que as imagens não tinham o problemas de cobertura de nuvens (ANEXO A1).
- ✓ Mapa de uso e cobertura da terra: obtido na CENACARTA no formato "shepfile", tendo as classes de uso e cobertura e a devida nomenclatura de cada classe.



- ✓ Solos: os dados referentes a solos que ocorrem na área de estudo foram obtidas no IIAM, em formato "shepfile" para toda província da Zambézia e que recortou-se o polígono referente a área de estudo.
- ✓ Aldeias: esta informação foi obtido da base de dados da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, na UEM.
- ✓ Estradas: os dados de estradas foram obtidas a partir de um mapa da província da Zambézia, produzida pela CENACARTA, este por sua vez foi scaneada e em seguida digitalizou-se as estradas.
- ✓ Divisão administrativa: este dado foi obtido na base de dados da FAEF na UEM, em formato "shepfile".
- ✓ População: obtidos a partir do PEDD (Plano Económico de Desenvolvimento do Distrito), na Direcção Provinciais de Plano e Finanças da Zambézia.

#### **4.2. Primeira etapa: Consulta bibliográfica**

Com vista a perceber os conceitos usados nos estudos de uso e cobertura, fez-se o levantamento de toda a informação bibliográfica disponível, relacionada com o presente tema e a área de estudo, que permitiu a construção de um quadro teórico conceptual sobre as formas de uso e aproveitamento de terra, a caracterização física natural da área de estudo, bem como, a definição do problema, os objectivos e a escolha da metodologia utilizada neste estudo.

#### **4.3. Segunda etapa: Tratamento de Imagem**

Como primeiro passo, fez-se a recolha de todo o material necessário para o trabalho ( 6 imagens satélites Landsat 7 ETM + de 1996 e 2006, tiradas no período seco), dados de



população, carta topográfica, carta de uso e cobertura de terra e carta de solos ambos a escala de 1:250000, em diferentes instituições que trabalham com dados similares ( CENARTA, IIAM, INE e FAEF).

O segundo passo, consistiu, na definição do tipo de classificação e número de classes para áreas de estudo na imagem satélite nos referidos anos.

A separação das unidades de uso e cobertura de terra do ano de 1996 e 2006 do distrito da Maganja da Costa foi a partir da imagem, com base na combinação dos canais espectrais ETM3, ETM2 e ETM1 (composição natural de cores) para o ano de 1996 e para 2006, combinou-se ETM4, ETM3 e ETM2 (chamada composição falsa de cores), que garantiram melhor separação dos diversos usos e cobertura da terra, na área de estudo (ANEXO B3).

A definição do número de classes foi com base no mapa do uso e cobertura da terra (1997) da CENACARTA, onde definiu-se o número preliminar de classes para o estudo, que iam de acordo com o mapa referido anteriormente, embora existia uma classe não bem definida no mapa da CENACARTA, que mais tarde, com ajuda do trabalho de campo chamou-se de “vegetação em área inundável”.

O exercício referido no parágrafo anterior foi feito com base nos princípios de sobreposição de informações, sendo esta a base fundamental do funcionamento e análise em SIG por excelência.

Com o software Arcview 3.2a, extensão image analysis, categorizou-se e classificou-se em oito classes as duas imagens de satélites (água, vegetação em área inundável, floresta de baixa altitude fechada, floresta de baixa altitude aberta, matagal, agricultura, vegetação herbácea e solo sem vegetação).



Para além de basear-se no mapa de uso e cobertura da CENACARTA para a classificação, também recorreu-se ao auxílio dos sinais e elementos de interpretação visual das imagens dados pela cor da reflectância espectral de cada objecto capturado pelos sensores dos satélites (Ferrão, 2004).

Após o reconhecimento de padrões espectrais (categorização), onde o termo padrão se refere às diferentes medidas de reflectância para cada pixel nas diferentes bandas, com vista a aumentar a configuração das feições na imagem fez-se a filtragem (filtro da maioria) da imagem resultante para os dois anos em estudo.

Para as imagens referentes ao ano 2006, o processo acima referenciado, a categorização e classificação foram efectuadas em folhas separadas, de modo a minimizar o efeito da diferença de resolução espectral que existia entre uma das folhas (carta) com as restantes usadas para área de estudo para o ano em causa (ANEXO A1).

#### **4.4. Terceira etapa: Trabalho de campo**

O trabalho de campo foi realizado em vinte dias (2 à 22 de Julho de 2008), com objectivo de confirmar as formas de uso e cobertura de terra e levantamento de dados que ajudaram a identificar e analisar a situação mais próxima da realidade da área de estudo.

No terreno foram usados os métodos da observação directa e das entrevistas semi-estruturadas (apenas com informantes chaves). A observação directa serviu na verificação no terreno, com base nos 167 pontos definidos através da amostragem sistemática (ANEXO A5) e em algumas áreas seleccionadas em função das diferenças no uso e cobertura da terra, detectadas durante a interpretação das imagens de satélite dos anos 1996 e 2006.

Na confrontação dos dados dos mapas e das imagens satélites com a realidade no terreno, para melhor compreensão no posicionamento, este processo foi auxiliado de GPS tirando as coordenadas dos pontos identificados e seleccionados nas imagens e a

respectiva descrição, mas como o distrito é extenso, com vias de acesso danificadas e falta de meios de transporte não permitiu fazer as visitas em todos locais pré-seleccionados (9,2% dos pontos originalmente definidos), mas para compreender e ilustrar as formas de uso, cada lugar visitado foi georreferenciado (extração de coordenadas geográficas latitude e longitude) e tirou-se fotografias.

#### **4.5. Quarta etapa: Produção, análise e apuramento de resultados.**

Fez-se o tratamento e análise de dados recolhidos no campo, para tal usou-se o pacotes informáticos *MS Excel* para elaboração de tabelas e gráficos, o pacote informático do sistema de informação geográfica (SIG) *Arcview 3.2a* para visualização dos vários cenários relacionados com uso e cobertura e cálculo das áreas, produção de mapas.

Sobre os mapas classificados de uso e cobertura da terra dos anos 1996 e 2006 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), resumido no diagrama (Figura 4.1). Para tal foi usado o SIG do tipo: *ArcView*, para a produção do mapa temático das mudanças do uso e cobertura da terra (1996-2006) e das respectivas tabelas, para o efeito considerou-se mudanças a partir de 20%.

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 (Singh, 1999).

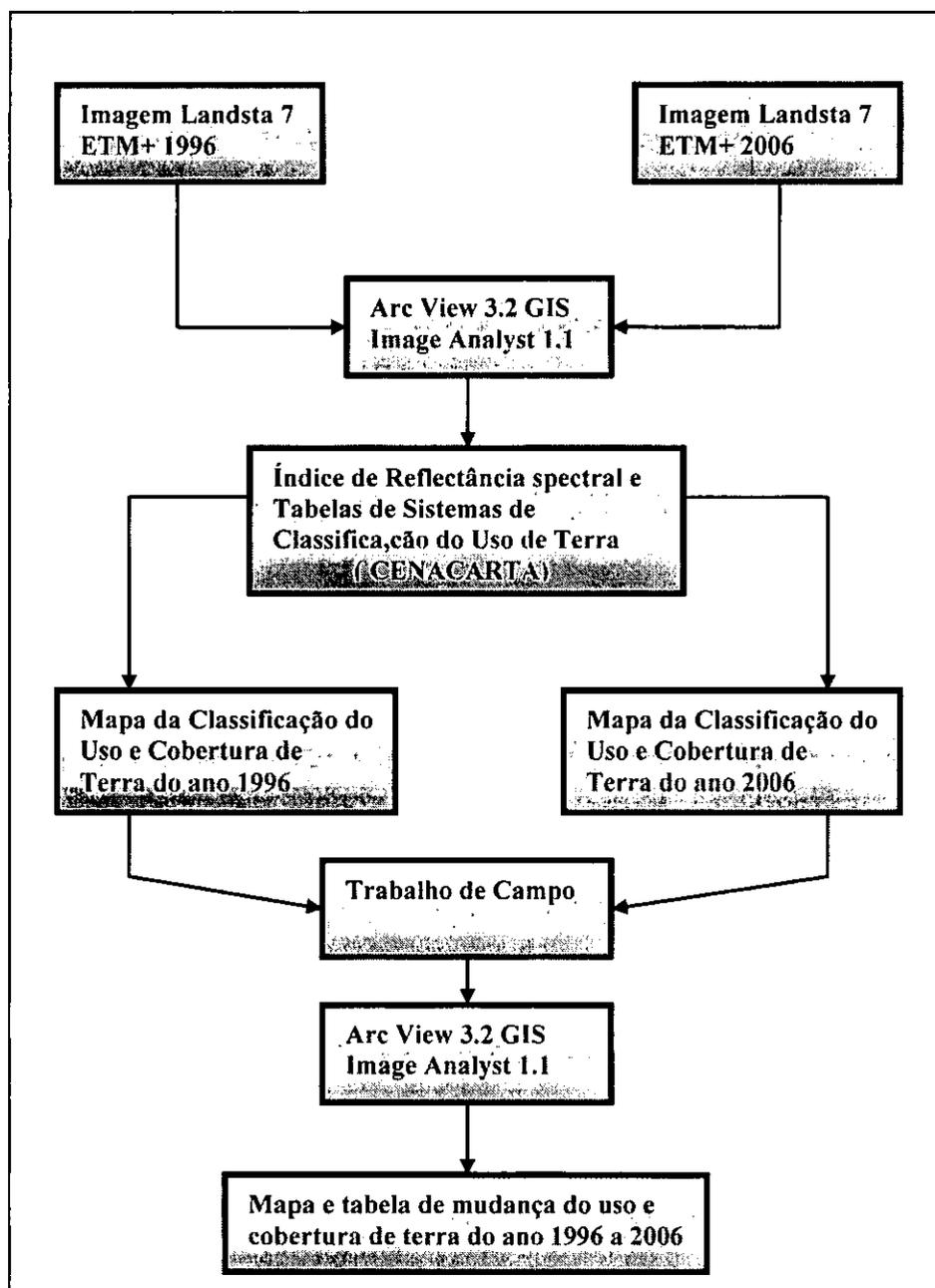


Figura 4.1: Diagrama do método da detecção de mudanças, através da comparação de duas imagens de satélite classificadas (1996 e 2006). (Adaptado de Jensen, 1996)

Para validar o que foi constatado visualmente nas classificações, construiu-se a matriz de Confusão, que representa a distribuição de percentagens de pixeis classificados de forma correcta ou erroneamente (Congalton, 1991).



Neste trabalho escolheu-se o índice Kappa, para avaliar a acurácia temática por ser o indicador usado em muitos trabalhos similares, para além de ser mais sensível as variações de erros de omissão e inclusão (Lobão, 2003). Sua grande vantagem é que para o seu cálculo não se incluem somente os elementos da diagonal principal e sim todos os elementos da matriz de erro (Moreira, 2001).

Estimou-se taxas as mudanças pelo quociente entre a diferença de áreas (ha) ocupadas por cada classe entre os dois anos pelo intervalo de anos considerados no estudo, em função a área total do distrito. A mesma metodologia foi aplicada para as taxas de mudanças das classes individuais, considerando o mesmo tempo, em função a área inicial de cada classe.

#### 4.6. Dificuldades encontradas no trabalho

Foram várias as dificuldades encaradas na realização deste trabalho, dentre os quais as principais dificuldades a realçar são:

- ✓ A resolução espacial e temporal das imagens satélites obtidos na CENACARTA, que não eram das melhores. Para superar esta dificuldade classifco
- ✓ Falta de transporte e difícil acesso dos pontos do controlo, na área de estudo.
- ✓ Escolha dos softwares mais recomendados para o processamento das imagens do satélite como é o caso do ERDAS, SPRING, devido a restrição orçamental.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados que a seguir serão apresentados estão sujeitos a algumas limitações, dentre as quais a resolução espectral e resolução temporal que com menor ou maior intensidade podem influenciar no resultado deste estudo, dependendo das perspectivas de análise.

Além da forma textual, os resultados serão apresentados também sob forma de figuras e tabelas.

### 5.1. Uso e cobertura de terra em 1996

De acordo com os dados da tabela 5.1, a floresta de baixa altitude fechada, floresta de baixa altitude aberta e matagal são as classes que ocupavam maior porção, com 22, 21 e 20% respectivamente na superfície do distrito da Maganja da Costa. Por outro lado as classes de água e solo sem vegetação ocupavam áreas relativamente menores, 2 e 3% respectivamente.

Tabela 5.1: Classes do uso e cobertura da terra do ano 1996 e sua área.

Classes (1996)	Área (ha)	Área (%)
Água	15194	2
Vegetação em área inundável	106358	14
Floresta de baixa altitude fechada	167134	22
Floresta de baixa altitude aberta	151940	20
Matagal	159537	21
Formação herbácea	68373	9
Agricultura	68373	9
Solo sem vegetação	22107	2.9
Não classificado	684	0,09
<b>Total</b>	<b>759700</b>	<b>100</b>



Na figura 5.1, nota-se maior concentração da prática agrícola na zona sul do distrito, principalmente nos postos de administrativos de Bajone, Maganja sede e Nante, na parte Sul, nas localidades junto ao litoral, nomeadamente, Nante, Maganja Sede, Baixo Licungo, Bajone e Morrua.

A actividade agrícola, nas referidas localidades (Baixo Licungo, Morrua, e Nante) deve-se fundamentalmente à presença duma extensa depressão com área pantanosas favoráveis à produção de arroz e batata-doce, devido às condições edafo-climáticas lá presentes, como por exemplo, a concentração de água na época chuvosa.

Na parte Este e Sul da vila da Maganja até a localidade Nante e nas localidades de Bajone e Morrua, verificou-se extensas áreas onde se viu a predominância da prática de sistemas agro-florestais (consórcio de palmar e cultura de mandioca).

As áreas florestais “densas” concentram-se mais na parte norte do distrito, concretamente no posto administrativo de Mocubela, estas por sua vez encontram-se associadas ou circundadas à ocorrência de outras classes, tal como afirma (Congalton, 1991) que nos trópicos, a floresta é um mosaico de estádios sucessionais com limites não-claros, nesta zona também nota-se menor perturbação antrópica em relação a zona sul do distrito.

A parte norte do distrito, concretamente na faixa compreendida entre as aldeias, Mucarrua, Oteca, Marroqui e Namaquita no posto administrativo de Mocubela (ANEXO A3) é caracterizado por apresentar várias porções de concentração de água em regime de inundação temporária, estas inundações de acordo com o trabalho de terreno são maioritariamente acompanhadas por “vegetação em área inundável”.

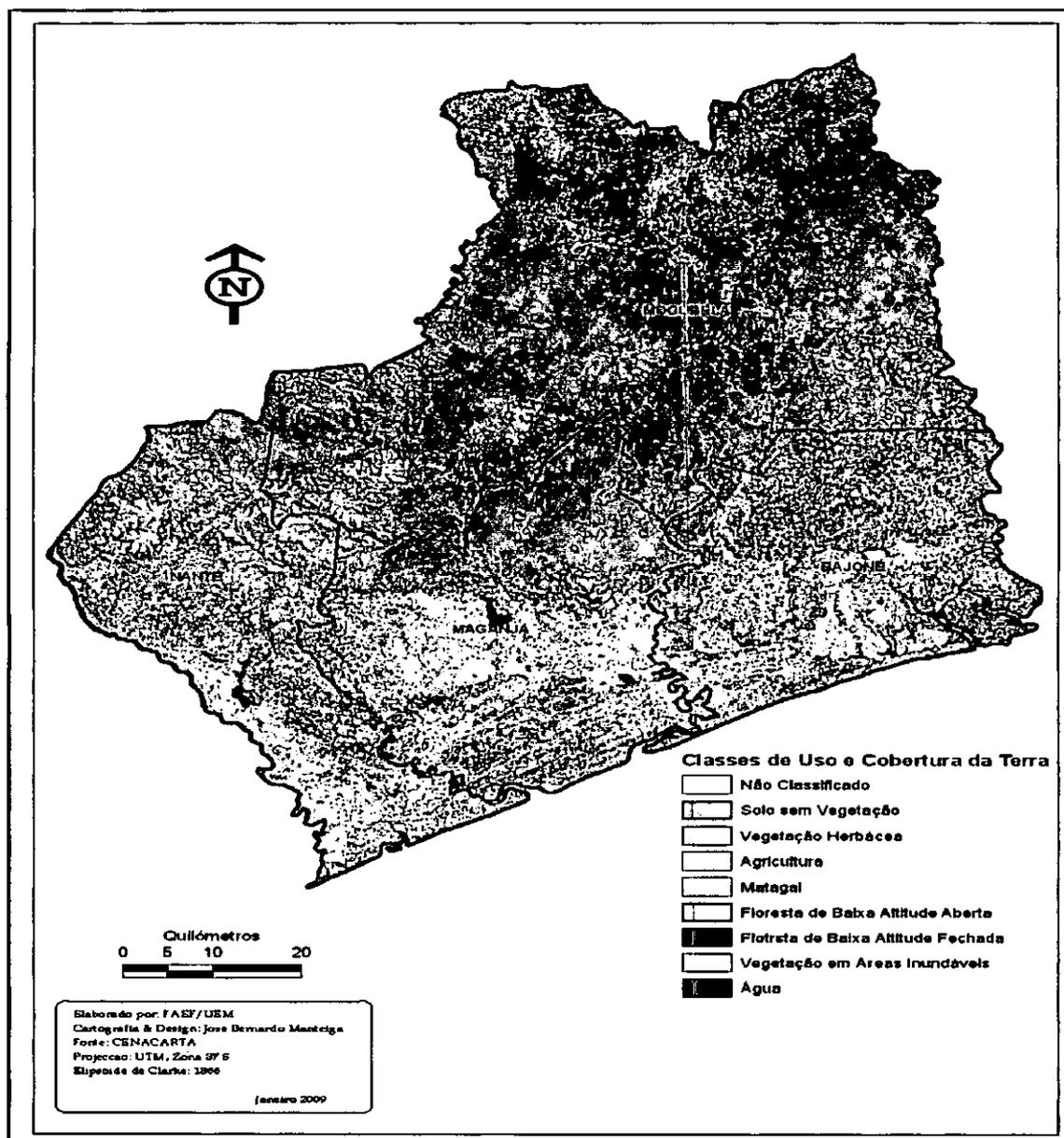


Figura 5.1: Uso e cobertura de terra, 1996 no distrito da Maganja da Costa

## 5.2. Uso e cobertura de terra em 2006

A partir dos resultados representados na tabela 5.2, verifica-se que no ano 2006 a classe de formação herbácea ocupava mais que 1/5 da área total do Distrito da Maganja da costa, com uma área estimada em 15 8964,5 ha, correspondente a 21%, visto que esta classe está ligada a actividade agrícola, podendo indicar a predominância da acção

antrópica, por actividade agrícola no distrito, justificado pela crescente demanda de novas áreas para esta prática ano após ano.

Em segundo lugar está a floresta de baixa altitude fechada e agricultura como classes que ocupam mais de 1/6 da área total por cada classe, em quanto as áreas ocupadas por água (7521.492 ha) representam apenas 1% da área total do distrito.

**Tabela 5.2: Classes do uso e cobertura da terra do ano 2006 e sua área.**

Classes (2006)	Área (ha)	Área (%)
Água	7521.492	1
Vegetação em área inundável	113534.3	15
Floresta de baixa altitude fechada	134906.9	18
Floresta de baixa altitude aberta	68298.66	9
Matagal	110193.5	15
Formação herbácea	158964.5	21
Agricultura	138519.7	18
Solo sem vegetação	27761	4
<b>Total</b>	<b>759700</b>	<b>100</b>

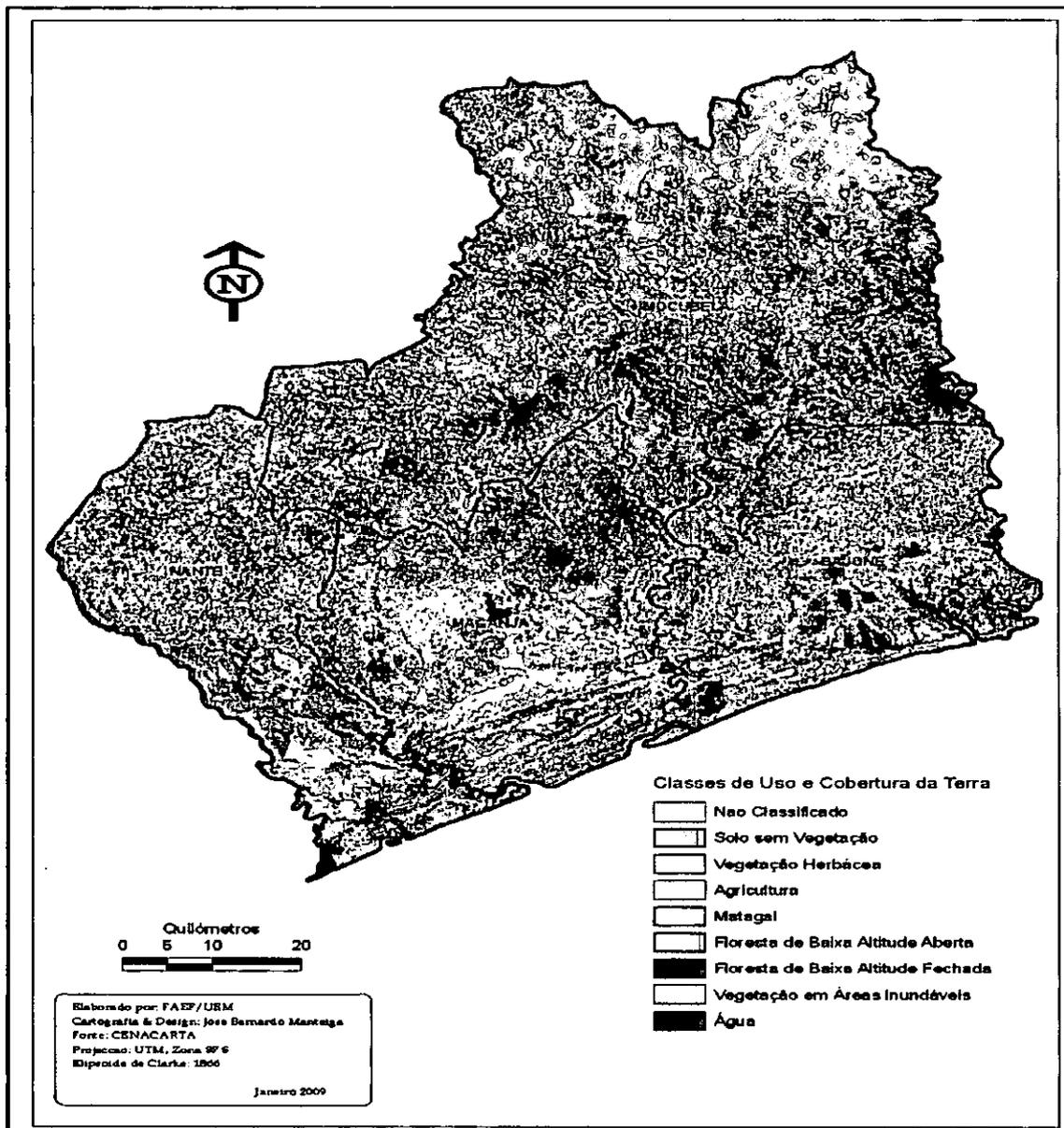
Nota-se na faixa junto ao litoral e na parte Sudoeste, predominância e aumento da actividade antrópica, concretamente nos postos administrativos de Nante, Maganja Sede e Bajone, a mesma situação é notável na parte Este do posto administrativo de Mocubela, principalmente junto sede e ao longo das estradas (Figura 5.2).

Alguns dos factores relacionados com situação acima referenciado, são cada vez mais novas áreas habitacionais requeridas, como resultado do crescimento populacional e também a dispersão da população no período pós-guerra de desestabilização, fazendo com que a população abraças vastas áreas, que garantissem para além da construção de casa, também locais para prática agrícola como base de sobrevivência da comunidade rural daquele distrito, principalmente para a comunidade do interior.



Pode-se verificar que a floresta aberta de baixa altitude fechada tende a se concentrar na zona central do distrito (posto administrativo de Mocubela), e ao mesmo tempo pode observar que nas mesmas zonas, concretamente nas aldeias Alua, Maputi, Massupi e Muzo apresenta poucos sinais de actividade agrícola, caracterizando por maior cobertura vegetal, pode verificar em algumas fotos ilustrativas (ANEXO A6).

Este facto do parágrafo anterior justifica-se pela localização espacial estratégica das comunidades dentro do distrito, as comunidades procuram se fixar junto a locais com vias de acesso de modo a ter facilidades de escoamento de produto e comunicação e como junto ao litoral de modo a garantir a prática de pesca, também como fonte de sobrevivência e rendimento.



A figura 5.2: Uso e cobertura de terra, 2006 no distrito da Maganja da Costa

### 5.3. Mudanças do uso e cobertura de terra (1996 – 2006).

Na tabela 5 representa-se resultados da avaliação das mudanças no uso e cobertura de terra por classe, de 1996 para o ano 2006. Destes, pode-se verificar que nesse período, as



áreas de vegetação em área inundável (avanço) e floresta de baixa altitude fechada (redução), foram as mais afectadas pelas mudanças do uso e cobertura da terra, numa extensão estimada em 139936.45 e 122792.26 ha, o que corresponde 18.42 e 16,16% respectivamente, da área total do distrito, enquanto a classe de água (0.69%) é que menos mudanças sofreu com 5209.39 ha, que corresponde a 0.69%.

Em função da classe individual (ANEXO B4), as classes de maiores mudanças continuam as mesmas (vegetação em área inundável e floresta de baixa altitude fechada) e por sua vez a classe de solo sem vegetação é que se mostra menos afectada por mudanças, com 15532.28 ha correspondente a 55.95%.

A análise sobre as áreas intactas (tabela 5.3), mostram que a agricultura manteve-se mais intacta, com 40378.49 ha correspondendo 5.32%, da área total do distrito, em função as classes individuais (ANEXO B4), a classe de solo sem vegetação continua a ser a classe mais intacta, como se constatou no parágrafo anterior com 43.97%.

Tabela 5.3: Dinâmica da extensão do uso e cobertura da terra no distrito da Maganja da Costa (1996-2006).

Uso e Cobertura de terra 2006	Uso e cobertura de terra em 1996															
	Água		Vegetação inundável		Floresta de baixa altitude fechada		Floresta de baixa altitude aberta		Matagal		Agricultura		Vegetação herbácea		Solo sem vegetação	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Água	2300.82	0.30	2509.11	0.33	674.53	0.09	464.43	0.06	462.81	0.06	651.04	0.09	1255.82	0.17	327.58	0.04
Vegetação inundável	943.95	0.12	19959.33	2.63	31608.69	4.16	17457.14	2.30	9961.49	1.31	4668.11	0.61	5738.62	0.76	155.46	0.02
F.B.A fechada	352.76	0.05	6119.50	0.81	12020.20	1.58	17873.76	2.35	33906.54	4.46	5263.75	0.69	37611.00	4.95	169.34	0.02
F.B.A. aberta	1462.93	0.19	33683.45	4.42	54853.15	7.22	18351.85	2.42	18203.97	2.40	11247.80	1.48	11270.58	1.48	416.42	0.05
Matagal	692.73	0.09	7879.28	1.04	7190.54	0.95	4111.58	0.54	19504.25	2.57	16871.70	2.22	57561.05	7.58	893.90	0.12
Agricultura	1349.36	0.18	24795.89	3.26	21773.97	2.87	7007.44	0.92	18490.47	2.43	40378.49	5.32	22080.17	2.91	2084.85	0.27
Herbácea	227.90	0.03	14577.80	1.92	5895.43	0.78	2731.95	0.36	8650.19	1.14	48855.90	6.43	18996.26	2.50	11484.73	1.51
Solo sem vegetação	179.76	0.02	4019.11	0.53	795.95	0.10	280.02	0.04	969.70	0.13	10541.35	1.39	4419.21	0.58	12206.51	1.61
Total da classe por total do distrito	7510.21	0.99	113443.47	14.93	134812.47	17.75	68278.17	8.99	110149.42	14.50	138478.14	18.23	158932.71	20.92	27738.79	3.65
Total de Mudanças por total do distrito	5209.39	0.69	93484.14	12.31	122792.26	16.16	49926.32	6.57	90645.17	11.93	98099.65	12.91	139936.45	18.42	15532.28	2.04



Nota-se que as taxas de mudanças variaram de 0.07 a 1.19% ( tabela 5.4), na classe de formação herbácea verificou-se aumento em 1.19% (9059.15ha/ano) e redução em floresta de baixa altitude aberta em 0.42% (497 ha/ano).

Por outro lado, a classe de solo nú é que apresentou menor taxa de mudanças com uma taxa de 0.07% (497 ha/ano) no período de 1996 a 2006. E sob ponto de vista da classe individual a maior taxa verificou-se ainda na formação herbácea, 13.25% e a menor em vegetação em área inundável (717,67 ha/ano), tomando como base a área individual inicial, a de 1996.

**Tabela 5.4: Taxas de Mudanças 1996-2006.**

Classes	Mudanças (1996-2006)	Taxas de Mudanças/ano (ha)	Taxa de Mudanças % (Área total)	Taxa de Mudanças % (Área /clas )
Água	-7672.51	-767.25	-0.10	-5.05
Vegetação em área inundável	7176.27	717.67	0.09	0.67
Floresta de baixa altitude fechada	-32227.1	-3222.71	-0.42	-1.93
Floresta de baixa altitude aberta	-83641.3	-8364.13	-1.10	-5.50
Matagal	-49343.5	-4934.35	-0.65	-3.09
Formação herbácea	90591.5	9059.15	1.19	13.25
Agricultura	70146.7	7014.67	0.92	10.26
Solo nu	4969.997	497.00	0.07	2.18
Não classificado	0.19	0.02	0	0.76

Os resultados apresentados nos dois últimos parágrafos anteriores são representados na figura 5.3 – onde são ilustradas as mudanças no uso e cobertura de terra para cada classe.

Também pode-se verificar que do ano de 1996 para 2006 aumentou a ação humana sobre a vegetação natural, comparando as imagens dos dois anos (ANEXO A4), principalmente nas zonas de maior densidade populacional, como nas sedes de Mocubela, Bajone, Maganja e Baixo Licungo. Ao passo que mais para norte do Posto administrativo

de Mocubela onde nota-se pouco aglomerado de aldeias (ANEXO B4), pode verificar que o vestígio antrópico é menor em relação locais atrás referenciadas.

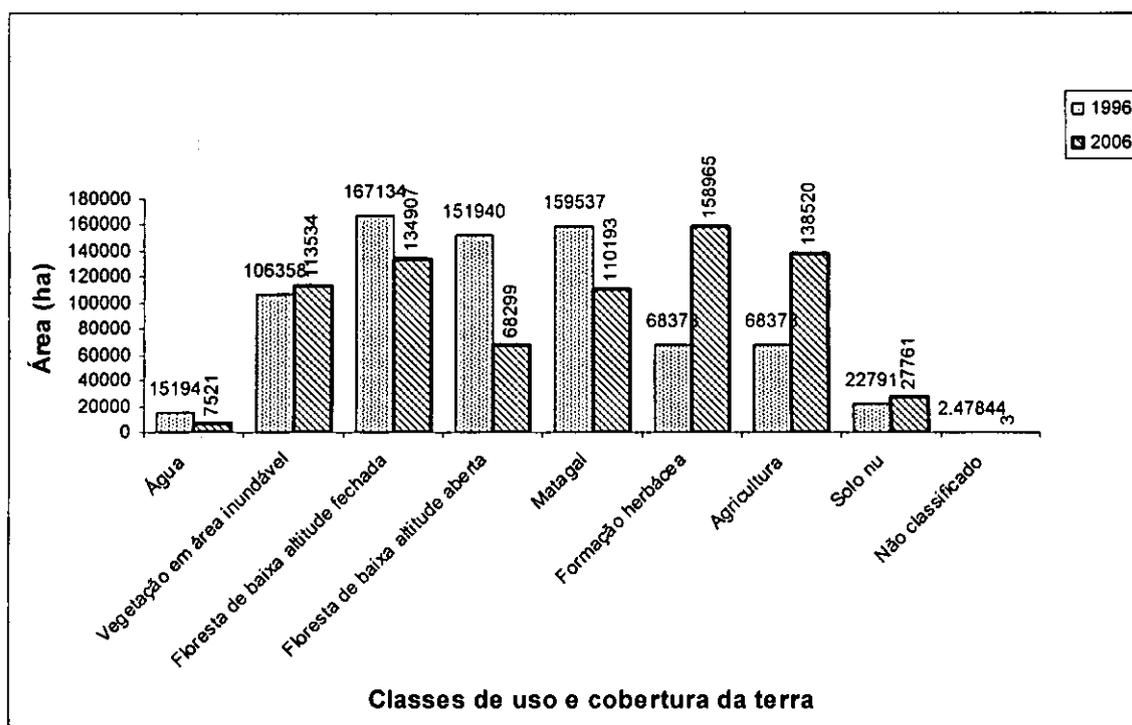
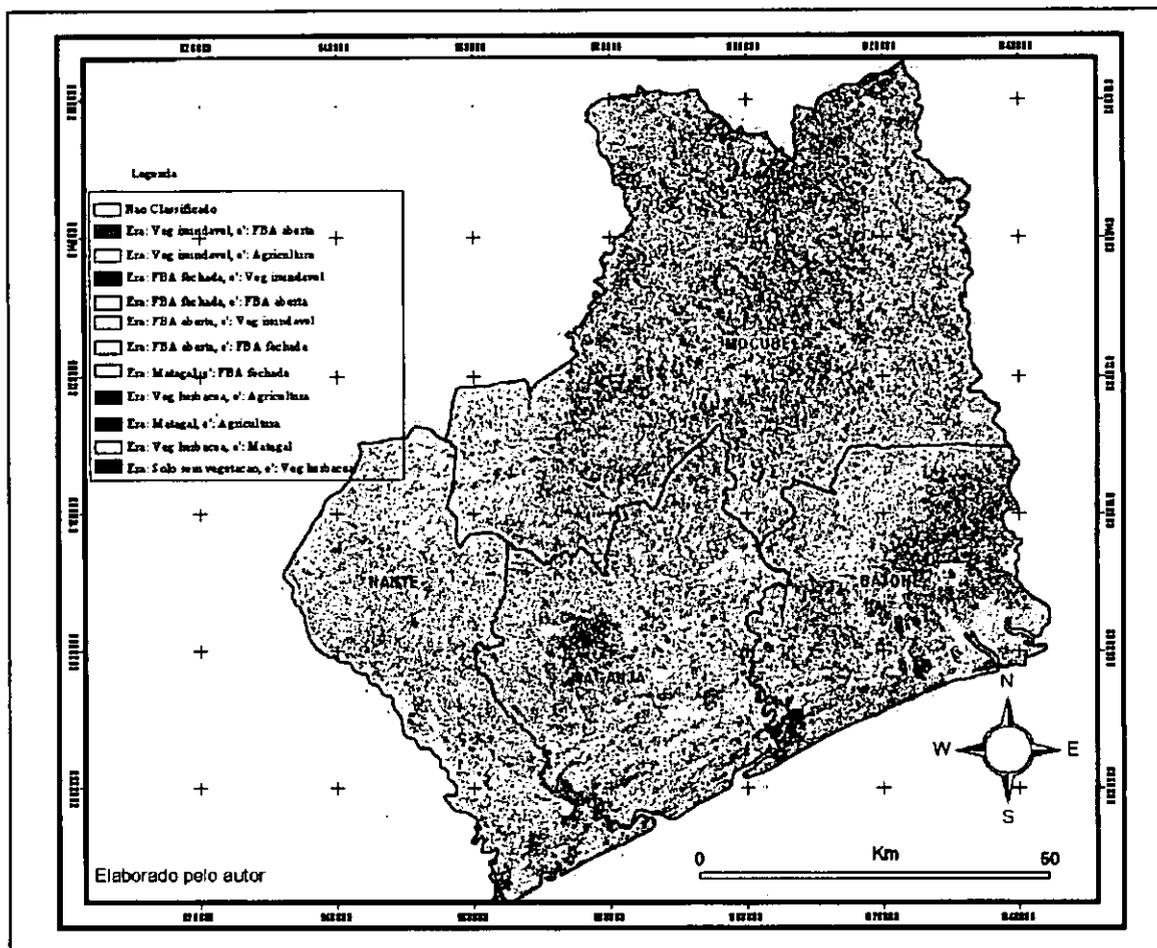


Figura 5.3: Áreas de uso e cobertura de terra 1996 e 2006

O mapa da figura 5.4 mostra a distribuição espacial das mudanças no uso e cobertura de terra, nas oito classes utilizadas neste estudo. Pode se notar a partir do mapa que são poucas áreas que se mantiveram intactas, ou seja as mudanças ocorreram em quase todas as classes usadas neste estudo, contudo a maior intensidade de mudança verifica-se na parte norte do distrito.

Com o trabalho de campo permitiu verificar que algumas áreas visualizadas no mapa como intactas a maioria delas, não são áreas naturais mas sim, áreas que anteriormente (pelo menos até 1996) já haviam sido invadidas por acção humana cujas mantiveram-se ao longo do tempo, é caso de campos agrícolas.



**Figura 5.4: Mudanças do uso e cobertura da terra na área de estudo.**

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

A figura 5.5 ilustra como exemplo, na aldeia de Muipita no posto administrativo de Mocubela, a passagem de área florestal a área agrícola. Neste local, nota-se abertura de uma extensa área florestal para dar lugar a agricultura, como resultado da agricultura itinerante em comunhão com o crescimento populacional que exige cada vez mais novas áreas de modo a satisfazer as necessidades básicas a partir da actividade agrícola.

Situações idênticas acontecem em muitas outras zonas visitadas, como é o caso das aldeias de Muchona, Mucarriua, Murede e Negogo ainda no mesmo posto, Cariua e Nacupe no posto administrativo de Nante ( ANEXO B4).



**Figura 5.5: Exemplo de um local na aldeia de Muipita onde se verificou a destruição de uma área florestal para uso agrícola.**

A matriz de confusão que fornece informações sobre a qualidade da classificação mostrou exactidão geral de 80,8% (ANEXO B5), justificando assim que existe uma separação significativa entre as diferentes classes, embora reconheça-se que na zona Noroeste do distrito da Maganja existiram consideráveis divergências entre o resultado de classificação e os dados reais do terreno, ficando assim a necessidade de mais estudo de género no distrito.

Com base no valor de classificação qualitativa Kappa de 0,73 obtido pode se afirmar que existe um grau de correspondência “Muito bom”, visto que o índice Kappa assume valor máximo igual a 1 (um), ( ANEXO B6) no qual os valores mais elevados representam maior correspondência entre as classes dos dois mapas considerados.



## 6. CONCLUSÕES

Com base na imagem do landsat foi possível mapear o distrito da Maganja da Costa para os anos 1996 e 2006 e de acordo com os resultados conclui se que:

- ✓ Foi possível elaborar o mapa temático de uso e cobertura da terra do distrito da Maganja da Costa, com oito classes, nomeadamente: Floresta de baixa altitude aberta, Floresta de baixa altitude aberta, Matagal, água, vegetação em área inundável, agricultura, solo sem vegetação e vegetação herbácea.
- ✓ De acordo com o mapa temático de uso e cobertura de terra de 1996 e 2006, há uma tendência notória de redução de áreas naturais, como resultado da acção humana na intervenção do ecossistema, incrementando-se as áreas de prática agrícola.
- ✓ As taxas decadais de mudanças no uso e cobertura no distrito variam ente 0,07 á 1,19% sob ponto de v sta da área total do distrito, nas classes de solo nú e formação herbácea respectivamente. E em função as áreas de cada classe em 1996, as taxas decadais variaram entre 0,67 á 13,25% nas classes de vegetação em área inundável e vegetação herbácea respectivamente.



## 7. RECOMENDAÇÕES

### Às estruturas locais

Que incentivem estudos de género de modo a garantir o monitoramento do uso e cobertura ao longo do tempo.

Criação de mecanismos na área agrária, junto as comunidades locais de modo a garantir a manutenção da fertilidade nas áreas onde a população abriu suas machambas, como por exemplo implementação dos sistemas agro-florestais, de modo a reduzir a velocidade de aberturas de novas áreas para a agricultura (agricultura itinerante).

Criação de mais postos de emprego de modo a diminuir a dependência da população pela actividade agrícola, apostando em mega projecto para exploração das extensas e potenciais áreas para agricultura mecanizada, no distrito.

### Aos investigadores e académicos

Aos próximos estudos de género recomenda-se trabalhar com imagens de sensores que possibilitem a combinação dos canais 2 (verde), 3 (azul) e 3 (infravermelho), do modo a explorar o máximo de informação na imagem visualizada ou seja as potencialidades das imagens satélites principalmente para o monitoramento de uso e cobertura da terra,

Recomenda-se o uso de imagens aniversariantes de modo a diminuir o efeito nas diferenças de reflectância espectral para as imagens em a serem usadas.

Que se faça mais estudo de género na mesma área, de modo a obter informações mais detalhadas sobre o uso e cobertura da terra do distrito, ou mesmo para outros locais do país.



## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Araújo, M.G. (1997); *Geografia de povoamentos: Assentamentos humanos rurais e urbanos*. Maputo.
2. Argola, José F.G (2004); *Causas de Mudança de Cobertura Florestal no Corredor da Beira*, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal/UEM. MOCAMBIQUE. Pg 18
3. Batista, Getulio T. & Dias, Nelson W. (2005); *Introdução ao Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens*. Brasil, 1a Edição. p. 54
4. Congalton, R. G.; Mead R. A. (1991); *A review of assessing the accuracy of classifications of remote sensed data*. *Remote Sensing of Environment*, v.37, n.1, p.35-46.
5. Covele, Paulo (2008); *Apontamentos de teledectecção*. UEM. Departamento de geografia. Maputo.Moçambique. (Notas da aula).
6. DNFFB (2005); *Dsiponibilidade de Combustível*. (Trabalho de Inquerito dos SPFFB). Maputo,Moçambique.
7. Eastman, J. Ronald (1998); *Manual do Usuário*. *Centro de recursos Isdri*. Brasil. pag 25-39.
8. Ernesto, Armindo Saul (2003); *Diferenciação espacial do uso e aproveitamento dos recursos florestais no distrito de Matuitine*. UEM, Faculdade de Geografia.
9. FAO,(1985); *The growing by rural people*; FAO, Rome, Italy



10. Ferrão, Manuel Fernandes Gonçalo (2004); *Tratamento de Imagens Satélite* (Fascículo II), Manual de Teledeteção. Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção. Maputo. p 8.
11. Ferrão, Manuel Fernandes Gonçalo (2005); *Satélites e Princípios físicos de Teledeteção* (Fascículo I), Manual de Teledeteção. Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção, Maputo. p. 8.
12. Gordon, S., (1980); *Utilizing Landsat imagery to monitor land use change*. Remote Sens. Environ. 9,1 p.89–196.
13. INIA (1995); *Legenda da Carta nacional de Solos; Série Terra e Água*. Maputo, Moçambique.
14. Jensen, J.R., Rutchey, K., Koch, M.S., Narumalani, S. (1995); *Inland wetland change detection in the Everglades water conservation area 2A using time series of normalized remotely sensed data*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 61, p.199–209.
15. Jensen, J. R. (1996); *Introductory Digital Image Processing. A Remote Sensing Perspective*. Prince Hall Series, 1996. p. 257-277.
16. Júnior, Osmar Abílio de Carvalho & Silva, Nilton Correia (2007); *Detecção de Mudança Espectral uma nova metodologia para análise de séries temporais*, In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril, INPE, p. 5635-5641.



17. Larsson, R. (1993); *Uma Abordagem Prática sobre Análise de Imagens Satélite para o Monitoramento Ambiental*. Uppsala Universitet. p.115.
18. Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W. (1994); *Remote Sensing and Image Interpretation*. Third Edition. John Wiley & Sons.
19. Lobão, Jocimara Souza Britto (2003); *Aplicação dos Índices KAPPA & PABAK na validação da classificação automática de imagem de satélite em Feira de Santana-BA*, In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p11.
20. Lopes, Eymar Silva Sampaio (2002); *Tutorial 10 aulas - spring-3.6*. INPE, Brasil, p.1.
21. Machado, Márcio Marques (1996); *Implantação do sistema de monitoramento da cobertura vegetal e do uso do solo do estado de minas gerais, brasil*.p.28.
22. Marzoli (2007); *Inventário Florestal Nacional*. Maputo, Moçambique
23. Mather, P.(1987); *Computer Processing of Remotely Sensed Images* , an introduction, John Wiley & Sons
24. Ministério da Administração Estatal, perfis distritais, 2005
25. Mora, F., & Iverson, L. R. (1997); *Dynamic stratification of the landscape of Mexico: analysis of vegetation patterns observed with multitemporal remotely sensed images*. Geocarto International, 12: 73– 87.
26. Moreira, Maurício Alves (2001); *Fundamentos de Sensoriamento Remoto*. São José dos campos-SP: INPE

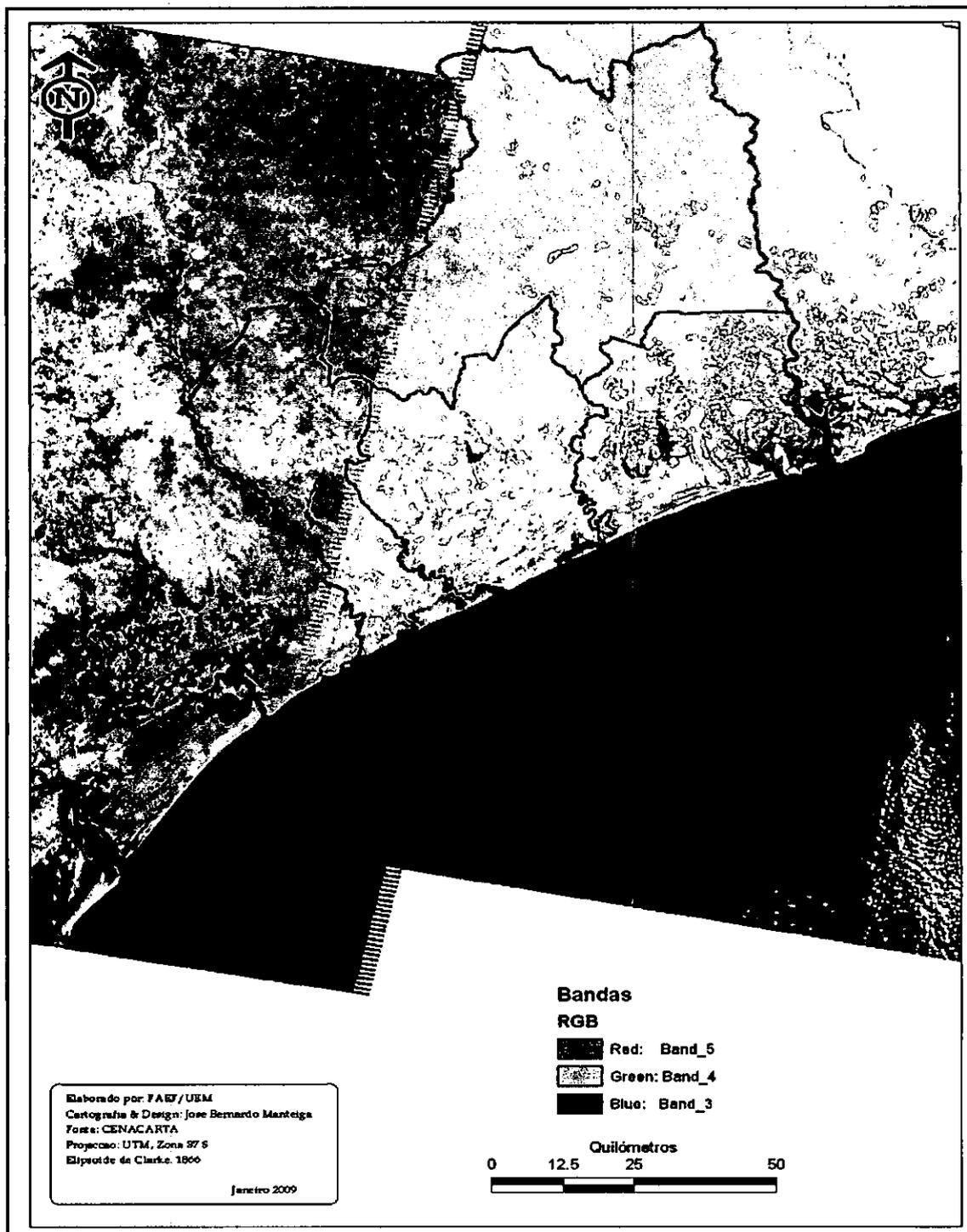


27. Munyati, C.(2000); *Wetland change detection on the Kafue Flats, Zambia, by classification of a multitemporal remote sensing image dataset*. International Journal of Remote Sensing 21, p.1787 – 1806.
28. Oleriano, Eliseu dos Santos & Dias, Herly Carlos Teixeira (1990); *A dinâmica da água em microbacias hidrográficas reflorestadas com eucalipto*. Universidade Federal de Viçosa –Brasil.
29. Ouana, Sete Carlos (2002); *Implicações das actividades humanas no uso e aproveitamento dos mangais na faixa costeira de Marracuene*. UEM. Faculdade de Geografia. Moçambique.
30. PEDD, (2008); *Plano Económico de Desenvolvimento do Distrito da Maganja da Costa*. Direção Provincial de Plano e Finanças. Zambézia
31. Richards, J.A. John (1986). *Remote Sensing and Digital Image Analysis, an Introduction*. Springer-Verlag .
32. Singh, A. (1999); *Digital change detection techniques using remotely sensed data*. International Journal of Remote Sensing, Vol. 10, 1999. p. 989-1003.
33. Serviços Provinciais da Floresta e Fauna Bravia da Zambézia, 2008.
34. Sithoe, Paulo Jorge (2003); *Mudanças espaciais do uso e cobertura de terra no distrito de Chókué*. UEM, Maputo, p.26
35. Técnicas de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas (sig). in - anais viii simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, Salvador, Brasil, 14-19.
36. Zamba, Joana Felimone (2005); *Variação espacial do uso dos solos no distrito de Magude e sua relação com o fenómeno de degradação*. UEM, Maputo.

# ANEXOS

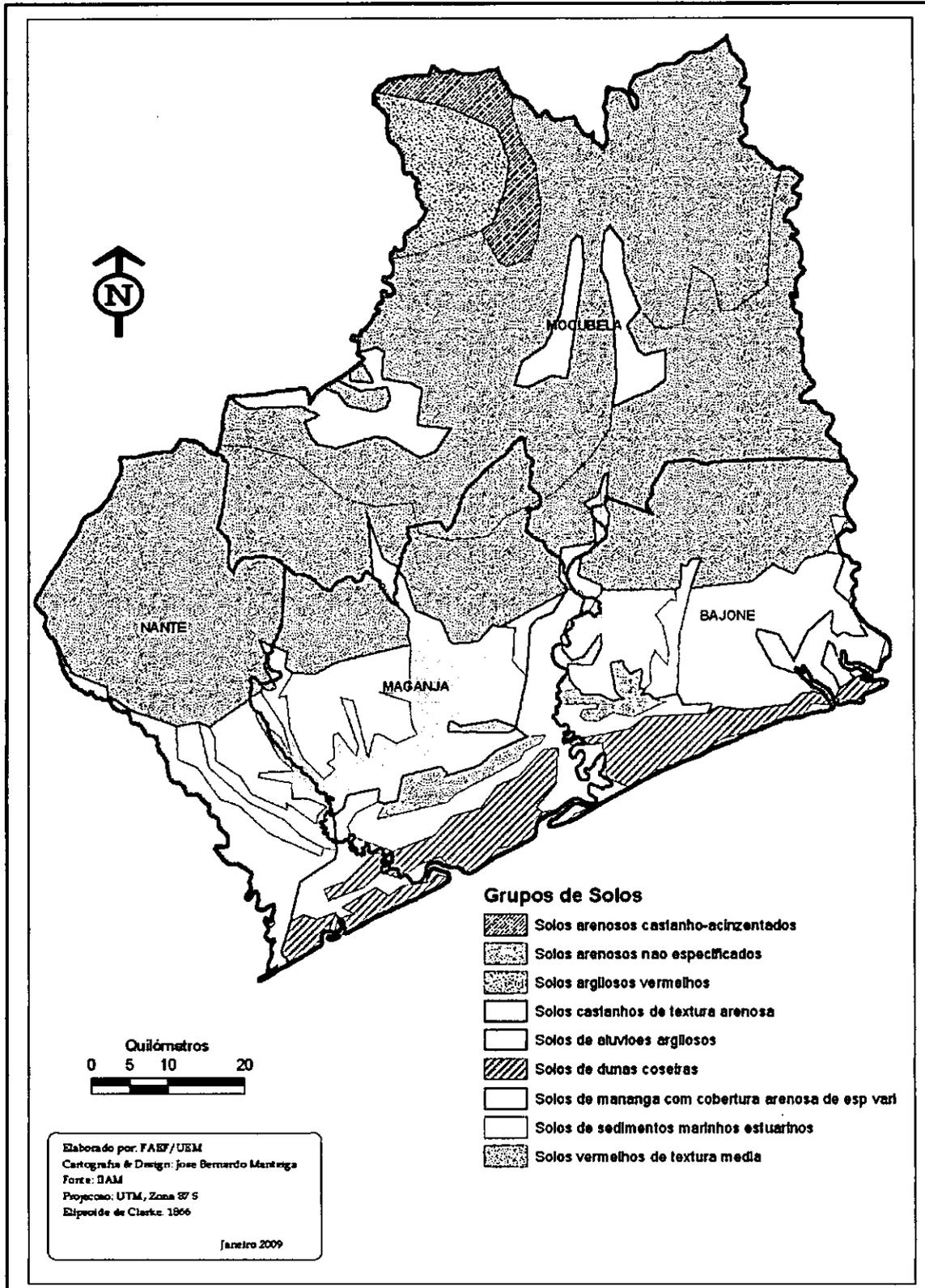
## ANEXO A

### A 1. Imagem satélites utilizadas no estudo( Combinação falsa de cores)

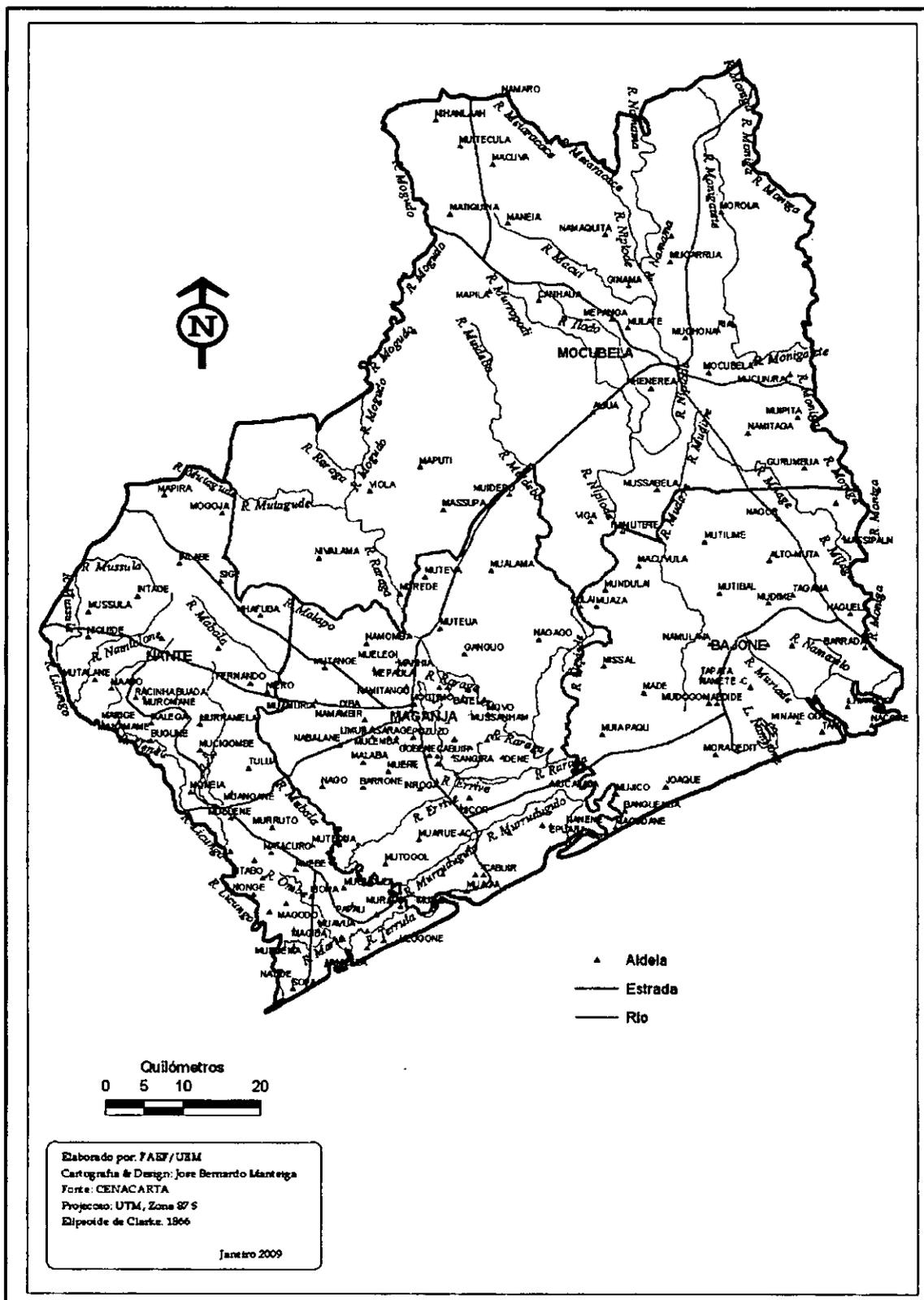




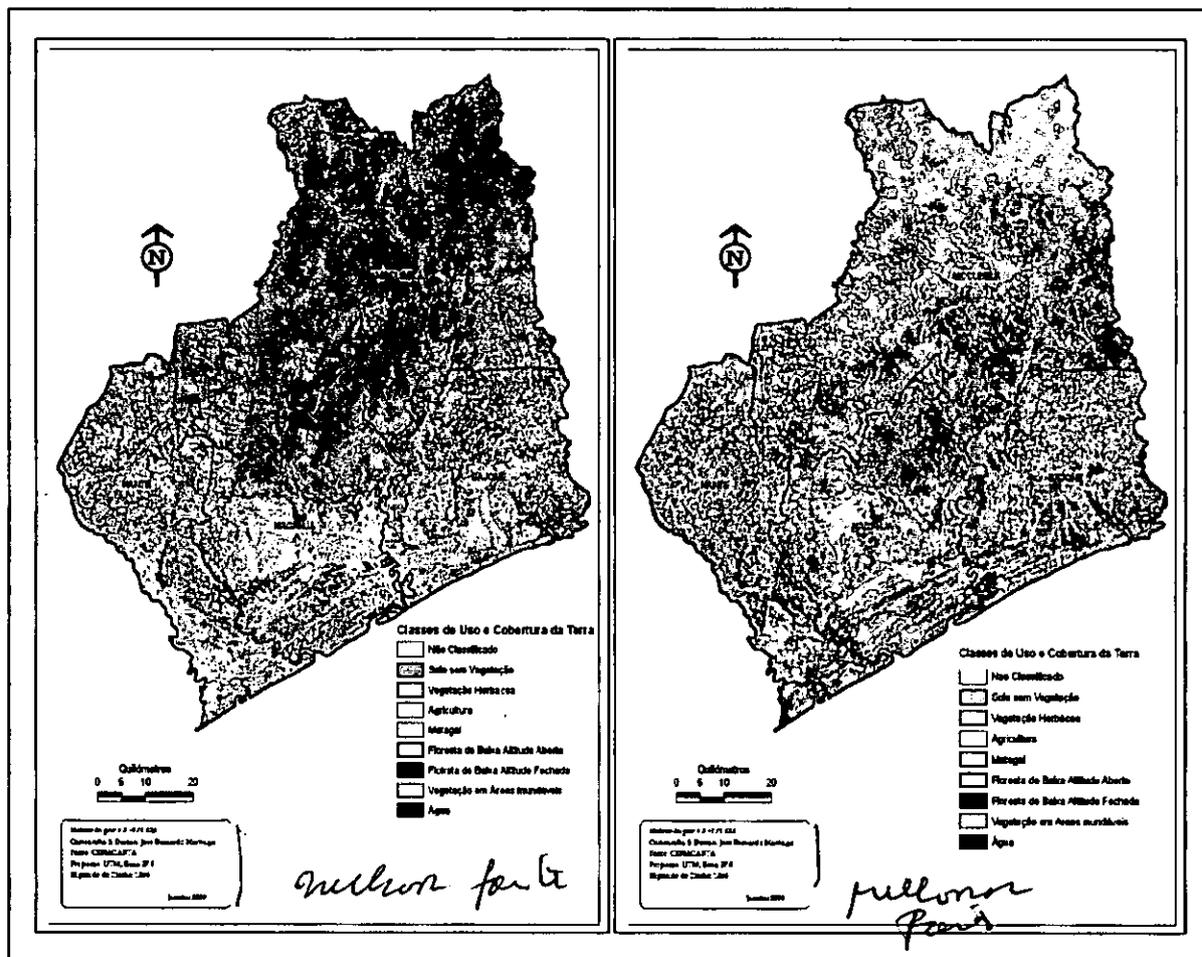
A2: Grupos de solos que ocorrem na área de estudo.



A3: Distribuição espacial das aldeias na área de estudo.

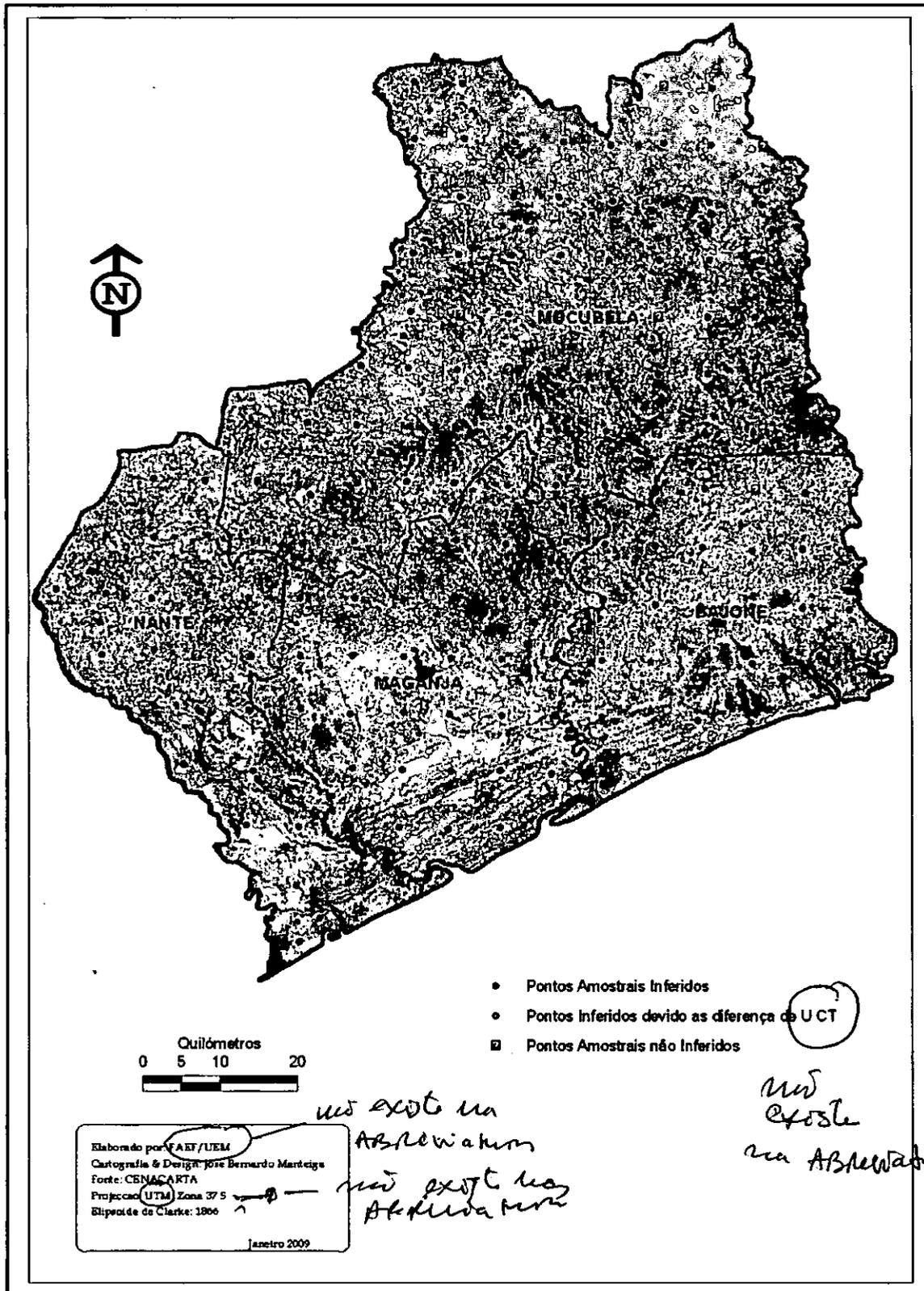


A4: Imagens ilustrando os cenários nos dois anos considerado no estudo( a esquerda o ano 1996 e a direita ano de 2006)



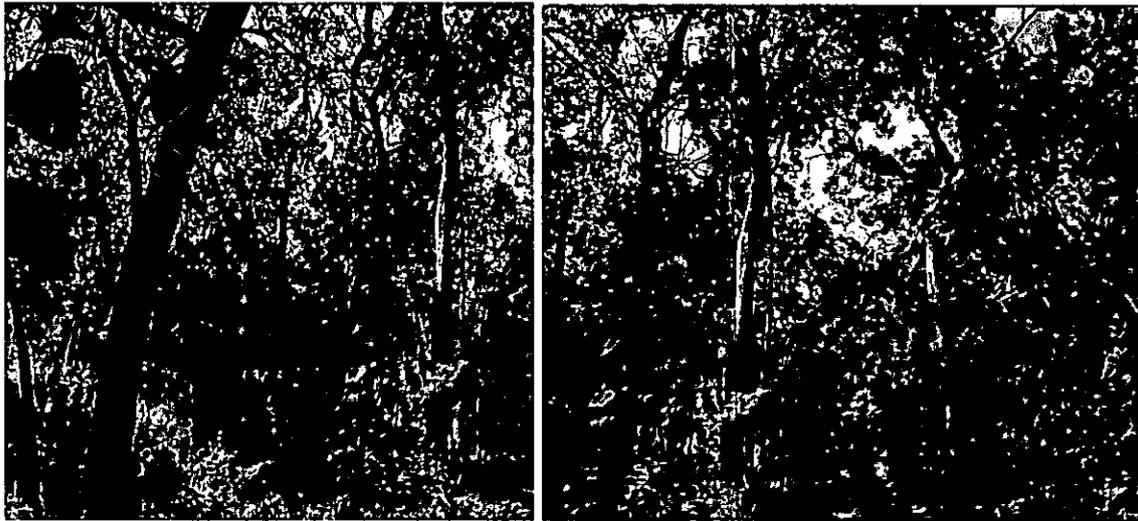


A5. Representação espacial da distribuição dos pontos amostrais na área de estudo.





A6: Ilustrações da zona do interior do distrito da Maganja posto Administrativo de Mocubela



**ANEXO B**

**B1. Sistema de Classificação do Uso e Cobertura da Terra, aplicado aos dados da Teledeteccção (USGS circular 671, 1972).**

<b>Classes Principais</b>	<b>8.1. Classes Secundárias</b>
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. Decídua 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 (1993:113).

**B2. Sistema de Classificação do Uso e Cobertura da Terra, desenvolvido, por iniciativa do Projecto de Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra realizado em 1986.**

Primeiro nível		Segundo nível	Terceiro nível
Primariamente com vegetação		Terrestre	Artificial cultivada Natural Semi - natural
		Aquático	Artificial cultivada Natural Semi - natural
Primariamente sem vegetação		Terrestre	Artificial Natural
		Aquático	Artificial Natural

Fonte: Adaptado de Ferrão (2005;87)

B3. Características espectrais do sensor TM do Landsat 7

Banda	Intervalo espectral ( $\mu\text{m}$ )	Principais características e aplicação das bandas TM do satélite Landsat 7
1	(0,45 – 0,52)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Grande penetração na água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos.</li> <li>✓ Sofre Absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides).</li> <li>✓ Apresenta sensibilidade a nuvens de fumaça oriundas de queimadas ou actividade industrial.</li> <li>✓ Pode ser atenuado pela atmosfera.</li> </ul>
2	(0,52 – 0,60)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise quantitativa e qualitativa.</li> <li>✓ Boa penetração em corpos de água.</li> </ul>
3	(0,63 – 0,69)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação e sem vegetação (ex.: solo nu, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste a diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: floresta densa e aberta).</li> <li>✓ Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galérica e margens dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal.</li> <li>✓ É a banda mais utilizada para delimitar manchas urbanizadas, incluindo identificação de novas áreas de urbanização. Permite a identificação de áreas agrícolas.</li> </ul>

4	(0,76 – 0,90)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nesta banda os corpos de água absorvem muita energia e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água.</li> <li>✓ A vegetação verde, densa e uniforme, reflecte muita energia, aparecendo bem clara nas imagens.</li> <li>✓ Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas.</li> <li>✓ Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinho e eucalipto.</li> <li>✓ Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas.</li> <li>✓ Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas. Permite a identificação de áreas agrícolas.</li> </ul>
5	(1,55 – 1,75)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sensibilidade ao teor de humidade das plantas, servindo para observar o stress na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico.</li> <li>✓ Esta banda sofre perturbações em caso de excesso de chuva antes da obtenção da cena.</li> </ul>
6	(10,4 – 12,5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Apresenta sensibilidade aos fenómenos relativos ao contraste térmico, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.</li> </ul>
7	(0,76 – 0,90)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para identificar minerais com iões hidróxidos. Favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.</li> </ul>

Adaptado de Ferrão, 2004

**B4. Dinâmica da extensão do uso e cobertura da terra no distrito da Maganja da Costa (1996-2006), em função a cada classe de uso.**

Uso e Cobertura de terra 2006	Uso e cobertura de terra em 1996																	
	Água		Vegetação em área inundável		Floresta de baixa altitude fechada		Floresta de baixa altitude aberta		Matagal		Agricultura		Vegetação herbácea		Solo sem vegetação			
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)		
Água	2300,82	30,59	2509,11	2,21	674,53	0,50	464,43	0,68	462,81	0,42	651,04	0,47	1255,82	0,79	327,58	1,18		
Vegetação inundável	943,95	12,55	19959,33	17,58	31608,69	23,43	17457,14	25,56	9961,49	9,04	4668,11	3,37	5738,62	3,61	155,46	0,56		
F.B.A fechada	352,76	4,69	6119,50	5,39	12020,20	8,91	17873,76	26,17	33906,54	30,77	5263,75	3,80	37611,00	23,66	169,34	0,61		
F.B.A aberta	1462,93	19,45	33583,45	29,58	54853,15	40,66	18351,85	26,87	18203,97	16,52	11247,80	8,12	11270,58	7,09	416,42	1,50		
Matagal	692,73	9,21	7879,28	6,94	7190,54	5,33	4111,58	6,02	19504,25	17,70	16871,70	12,18	57561,05	36,21	893,90	3,22		
Agricultura	1349,36	17,94	24795,89	21,84	21773,97	16,14	7007,44	10,26	18490,47	16,78	40378,49	29,15	22080,17	13,89	2084,85	7,51		
Herbácea	227,90	3,03	14577,80	12,84	5895,43	4,37	2731,95	4,00	8650,19	7,85	48855,90	35,27	18996,26	11,95	11484,73	41,37		
Solo sem vegetação	179,76	2,39	4019,11	3,54	795,95	0,59	280,02	0,41	969,70	0,88	10541,35	7,61	4419,21	2,78	12206,51	43,97		
Total da classe	7330,45	97,46	113443,47	99,92	134812,47	99,93	68278,17	99,97	110149,42	99,96	138478,14	99,97	158932,71	99,98	27738,79	99,92		
Total de Mudanças por classe	5029,62	66,87	93484,14	82,34	122792,26	91,02	49926,32	73,10	90645,17	82,26	98099,65	70,82	139936,45	88,03	15532,28	55,95		

B5. Matriz de Confusão e índices de qualidade da classificação.

		Resultado de Classificação digital										Erros de comissão (%)
Raialidade do Terreno	Água	Vg. inundável	F.B.A. fechada	F.B.A. aberta	Matagal	Agricultura	Vg. herbácea	Solo sem vegetação	Total			
Água	7	0	0	0	0	0	1	0	8			12.50
Vegetação em área. inundável		9	0	1	1	1	0	0	12			25.00
F. de Baixa Altitude fechada		1	18	1	0	0	0	0	20			10.00
F. de Baixa Altitude aberta		2	2	41	1	1	0	0	47			14.89
Matagal		0	1	1	16	1	0	0	19			15.79
Agricultura		0	0	3	5	29	1	0	38			23.68
Vegetação. herbácea		1	0	0	2	3	11	1	18			4.19
Solo sem vegetação		0	0	0	0	0	1	4	5			20.00
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>21</b>	<b>47</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>167</b>			
<b>Erros de omissão(%)</b>	<b>0</b>	<b>30.77</b>	<b>14.29</b>	<b>12.77</b>	<b>36.00</b>	<b>17.14</b>	<b>14.29</b>	<b>20.00</b>				
<b>Exatidão Geral (%)</b>												<b>80.8</b>
<b>Coefficiente Kappa</b>												<b>73.76</b>

**B6. Classificação qualitativa do índice Kappa**

<b>Índice Kappa</b>	<b>Grau de Concordância</b>
<0,00	Péssimo
0,00 – 0,20	Ruim
0,21 – 0,40	Razoavel
0,41 – 0,60	Bom
0,61 – 0,80	Muito bom
0,81 – 1,00	Excelente