

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Geografia-Tratamento da
Informação Espacial

ANÁLISE ESPACIAL DO USO E COBERTURA DA TERRA
EM MOÇAMBIQUE, ESTUDO DE CASO DISTRITO DE
MARRACUENE-POSTO ADMINISTRATIVO DE
MARRACUENE

Carla Mariza Miguel Teixeira Dias

Belo Horizonte

2010

Carla Mariza Miguel Teixeira Dias

**ANÁLISE ESPACIAL DA EVOLUÇÃO DO USO E
COBERTURA DA TERRA EM MOÇAMBIQUE:
ESTUDO DE CASO, DISTRITO DE MARRACUENE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Pontifícia, Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia-Tratamento de Informação Espacial.

Orientador: Prof. Dr. Renato Moreira Hadad
Co-orientador: Prof. Dr. José Flávio Morais de Castro

Belo Horizonte
2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

D541a Dias, Carla Mariza Miguel Teixeira
Análise espacial da evolução do uso e cobertura da terra em Moçambique: estudo de caso, Distrito de Marracuene / Carla Mariza Miguel Teixeira Dias. Belo Horizonte, 2010.
64f.: il.

Orientador: Renato Moreira Hadad
Co-orientador: José Flávio Morais de Castro
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Tratamento da Informação Espacial.

1. Análise espacial (Estatística) - Moçambique. 2. Banco de dados. 3. Sistemas de informação geográfica. 4. Sensoriamento remoto. I. Hadad, Renato Moreira. II. Castro, José Flávio Morais. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Tratamento da Informação Espacial. IV. Título.

CDU: 911.3(679)

Carla Mariza Miguel Teixeira Dias

**Análise Espacial da Evolução do Uso e Cobertura da Terra em Moçambique:
estudo de caso, Distrito de Marracuene**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Pontifícia, Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia-Tratamento de Informação Espacial

Renato Moreira Hadad

.....
Renato Moreira Hadad (orientador) PUC Minas

José Flávio Morais Castro

.....
José Flávio Morais Castro (co-orientador) PUC Minas

Bernardo Jeunon de Alencar

.....
Bernardo Jeunon de Alencar PUC Minas-Campus Betim

Belo Horizonte, 2010

Ao meu filhote
À minha amada mãe
Aos meus queridos irmãos
Ao meu amado pai (que a alma descanse em paz)
À minha avó e
Ao meu padrasto,

DEDICO

AMO-VOS.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de todo o coração aos meus queridos pais (Eva Teixeira Caetano e Miguel Jó Lourenço Dias), por me terem nascido, educado e dado muito amor, caso contrário não estaria presente nesse mundo e não seria a pessoa que hoje sou. Sinto um orgulho imenso por ser a vossa filha.

Meus maninhos queridos: Osvaldo Dias, Amaro Dias e Roberto Amili Júnior, minha avó Alzira Brige e meu padrasto e segundo pai Bernabé Yohane Amili, obrigado por contribuírem para a minha vida se tornar mais alegre e especial, pois com o vosso apoio obtive mais força para estudar e batalhar pelos meus sonhos, e nada melhor que ter irmãos, avós e pais é claro, enfim nada melhor que ter uma família.

Não menos importante, agradecer a Deus todo Poderoso por nunca me ter abandonado e por iluminar a minha vida.

Estou grata também ao Ministério da Ciência e Tecnologia de Moçambique (MCT), do meu querido País, em coordenação com o Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq), por me terem dado a chance de fazer o Mestrado no Brasil, tendo me tornado Bolsista do Pró-África. **Muito obrigado mesmo.**

Ao CENACARTA (Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção) de Moçambique, Instituição na qual sou funcionária, agradeço imenso ao Engenheiro Manuel Ferrão (Diretor Nacional), ao Dr. Almeirim Carvalho (Diretor Nacional Adjunto), Engenheiro Alexandre Uisse, dr. António Miambo, dr. Simão Joaquim, entre outros, pela força e compreensão dada.

Outra *personalidade* que jamais esquecerei é a PUC (Pontifícia Universidade Católica) MINAS GERAIS, na qual sinto um orgulho imenso em ter cursado o meu Mestrado nela. Esta Instituição e seus colaboradores me receberam muito bem desde o meu primeiro dia na Faculdade, concretamente o departamento de relações internacionais, nas pessoas de Flávia Alvim, Lia Frota e algumas estagiárias que passaram por lá como Renata, Thalyta, entre outras; não me esquecendo de agradecer também, com muita simpatia e do fundo do coração aos funcionários da secretaria de pós-Graduação em Geografia-Tratamento de Informação Espacial, nomeadamente ao Délio e Fátima que os considerarei amigos, sempre. Aos

professores Oswaldo Bueno, Leônidas Barroso, Irineu Rigotti, Charles Kholer, João Francisco de Abreu, Alexandre Diniz e Aurélio Muzarelli, agradeço pela força e conhecimentos que me foram passados.

Palavras serão muito poucas para gentilmente e humildemente agradecer a atenção do meu Orientador Prof. Dr. Renato Moreira Hadad durante a elaboração do meu trabalho. Muito obrigado por me entender, pela força e por tudo Professor.

Outro obrigado vai para o professor José Flávio de Castro (Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia-Tratamento de Informação Espacial-Análise Espacial-Sistema de Informação Geográfica) e meu co-orientador pela correção dos mapas apresentados no trabalho.

Finalmente, agradecer aos amigos que não mencionei acima (e que não mencionarei os seus respectivos nomes, para não correr o risco de esquecer alguns), mas que sempre me apoiaram moralmente.

Se você quer ser bem sucedido, precisa ter dedicação total,
buscar seu último limite e dar o melhor de si mesmo.

(Ayrton Senna)

RESUMO

Analisar espacialmente a evolução do uso e cobertura da terra, a partir de imagem satélite no posto administrativo de Marracuene, significou interpretar a imagem Satélite (de 2006) com base nos dados de 1996 (base de dados existente), digitalizar manual e semi-automaticamente novos polígonos e evidenciar o estado de atualização dos dados, identificar novos espaços de ocupação, criar um novo plano de informação e interpretar os resultados obtidos (associando-os aos fatores humano-sociais, climáticos e físicos), acompanhados das percentagens de alteração. A metodologia usada se baseou na visita de campo, uso do sensoriamento remoto e alguns softwares de informação geográfica (ArcMap, ArcCatalog, Erdas), que além da análise espacial permitiram a digitalização de polígonos e manuseamento da base de dados existentes do CENACARTA (Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção). O produto final do trabalho foi um novo plano de informação de mapas, destacando as classes analisadas nos períodos de 1996 e 2006. O uso e cobertura da terra do posto administrativo de Marracuene sofreu inúmeras alterações no tempo e no espaço, o que comparando o ano de 1996 ao ano de 2006 se tornou maioritariamente, uma área habitacional semi-urbanizada, o solo exposto ou nu, em detrimento da perda de grande parte das culturas anteriormente existentes. Devido a escassez de precipitação, as culturas praticadas foram adaptadas e passaram sendo resistentes à seca (tais como: arroz, milho, batata doce, feijão, mandioca). A atualização favorecerá a base de dados do CENACARTA, e aos planejadores do posto administrativo em causa, que tomarão conhecimento da situação atual do posto administrativo, para ação, no sentido de criarem meios para conservação do pouco que sobrou das classes outrora existentes.

Palavras Chaves: análise espacial, base de dados, uso e cobertura da terra, GIS (sistema de informação geográfica), digitalização, percentagem de alteração, sensoriamento remoto, mapas.

ABSTRACT

To analyze spatially the evolution use and coverage land based on satellite imagery of Marracuene district primarily to expound visually the satellite imagery (from 2006) based in 1996 grounding of data's (database existent), to digitalize news polygons and to evidence the actualization status of datas, to identify news occupation spaces, to create a new information plan and finally to interpret the acquire results (simultaneously with factors socials- human, climatics and physics), going together with percentage of alteration. The methodology used was based on field visits, use of remote sensing and geographic information of some software (ArcMap, ArcCatalog, Erdas), which besides the spatial analysis allowed the digitalization of polygons and handling the existing database of CENACARTA (National Center of Remote Sensing and Cartography). The final product of this work was: a new information plan of maps, contrasting the analyzed classis into 1996 and 2006. The use and land cover administrative post Marracuene underwent numerous changes in time and space, compared to the year 1996 to 2006 became mostly a semi-urban residential area, the soil exposed and naked, in detriment the loss of much of the previously existing cultures. Due to shortage of rainfall, the crops grown and have been adapted and drought-resistant (such as rice, corn, sweet potatoes, beans, cassava). The upgrade will facilitate the database CENACARTA, planners and the administrative post for action, to create means to conserve the little that remains of the formerly existing classes.

Key-words: Spatial analyse, databases, use and coverage land, GIS (Geographic information system), digitalization; alteration of percentage, remote sensing, Maps.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização geográfica do distrito de Marracuene	15
Figura 2	Visão frontal da sede Distrital de Marracuene Moçambique.....	16
Figura 3	Mapa de Uso e cobertura da Terra (1996) do Distrito de Marracuene, Moçambique.....	36
Figura 4	Imagem de Satélite Spot (2006) do Distrito de Marracuene, Moçambique.....	37
Figura 5	Roteiro Metodológico da pesquisa	38
Figura 6	Proposta de atualização de uma carta de ocupação do solo com imagens de satélite	39
Figura 7	Expansão da Vegetação Natural-Formação Herbácea Inundável entre 1996 e 2006	41
Figura 8	Expansão de Plantações entre 1996 e 2006	42
Figura 9	Expansão de Matagal Médio entre 1996 e 2006	44
Figura 10	Expansão de Matagal Aberto entre 1996 e 2006	45
Figura 11	Área de Mangal degradado entre 1996 e 2006	46
Figura 12	Expansão do Cultivado de Sequeiro entre 1996 e 2006	48
Figura 13	Expansão do cultivado de Regadio entre 1996 e 2006.....	49
Figura 14	Expansão de Arbustos Baixos entre 1996 e 2006	50
Figura 15	Expansão da área Habitacional Semi-Urbanizada entre 1996 e 2006.....	52
Figura 16	Diferença nas classes de uso e ocupação da terra entre 1996 e 2006.....	53
Figura 17	Ortofotoplano ilustrativo da dinâmica veloz do uso e cobertura da terra, no posto administrativo de Marracuene	57

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CENACARTA	Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção -Moçambique
CNPq	Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil
GIS ou SIG	Sistema de Informação Geográfica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia-Moçambique
MICOA	Ministério para a Coordenação da Ação Ambiental - Moçambique
OCUP 1	Ocupação 1

LISTA DE ABREVIATURAS

ARB	Arbustos
CULT	cultivado
FORM	formação
HERB	herbácea
INUND	inundável
MANG	mangal
MAT	matagal
MED	Médio
NAT	natural
PLANT	plantações
REG	regadio
SEQ	sequeiro
VEG	vegetação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Objetivos	13
1.2. Características gerais do Distrito de Marracuene	14
2. REVISÃO	19
2.1. Importância do Uso e Ocupação da Terra.....	19
2.2. Geoprocessamento	21
2.3. Sensoriamento Remoto	22
2.3.1. <i>Processamento digital de imagens</i>.....	25
2.3.2. <i>Aplicações do Sensoriamento Remoto no Uso e Cobertura da Terra</i>.....	26
2.3.3. <i>Classificação dos Satélites</i>	27
2.4. Sistema de Informações Geográficas (SIG)	30
2.5. Análise Espacial	31
3. METODOLOGIA	33
3.1. Materiais e técnicas	33
3.2. Método.....	34
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS.....	58

1. INTRODUÇÃO

O uso e ocupação desordenado do solo em Moçambique, no tempo e espaço, associado a carência de informação espacial georeferenciada, e em consonância com a atualidade da realidade do terreno, tem causado graves problemas nos recursos naturais; o que conseqüentemente revela inúmeras conseqüências.

Relacionado ao banco de dados do uso e ocupação/cobertura da terra existente no mesmo País, a única Instituição Estatal, que de direito fornece dados espaciais do uso e cobertura da terra é o CENACARTA (Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção-Moçambique). No entanto, o banco de dados da referida instituição se encontra desatualizado (dados de 1996). Torna-se oportuno atualizá-lo e analisar a evolução do uso e ocupação do solo, bem como, no caso de possível/possíveis alteração/alterações, avaliar as causas e ou fatores geográficos/climáticos que a/as influenciaram. Por uma questão de teste, praticidade e demonstração, a área escolhida para o estudo foi o Distrito de Marracuene-posto administrativo de Marracuene.

O banco de dados do uso e ocupação da terra de Moçambique (existente) foi elaborado com base em fotografias aéreas, imagens de satélite, trabalhos de campo e mapas analógicos do ano de 1996, cujas classes compreendiam: arbustos baixos, cultivado de regadio, matagal médio, cultivado de sequeiro, matagal aberto, vegetação natural-formação herbácea inundável, mangal, plantações e área habitacional semi-urbanizada, na escala 1:250.000.

A análise será realizada na escala acima referida, pelo fato dos dados iniciais de uso e ocupação da terra estarem nessa escala e também de ser uma escala adequada (escala pequena) para o tipo de análise proposta (menos detalhe, cobrir grandes extensões de terra).

No âmbito das atribuições, o Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção tem a responsabilidade exclusiva de produção da cartografia sistemática de Moçambique, e a responsabilidade de produção, conservação e difusão de fotografia aérea relativa ao território nacional, bem como a produção de cartas temáticas em diversas escalas e para diversos fins; ou seja, o Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção é a instituição nacional e estatal de direito, que fornece informações

analógicas e digitais de natureza: topográfica, cartográfica, toponímica, geodésica, fotogramétrica, administrativa e de sensoriamento remoto sobre o País.

A atualização será realizada com base na imagem de satélite SPOT 4 do ano de 2006, resolução espacial de 20 metros, por ser a mais atual (disponibilizada pelo Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção-Moçambique). Foi definido o Distrito de Marracuene pelo fato de ser uma região em expansão populacional, por se encontrar próxima cidade de Maputo (capital de Moçambique) e por motivos econômicos, sociais e históricos.

O CENACARTA carece de metodologia para atualização da base de dados em SIG, uma vez que o período médio para atualização dos produtos cartográficos existentes é de 10 a 15 anos (SANTOS, 2003). Passaram-se 14 anos, desde a última vez que a base de dados do CENACARTA foi atualizada (1996).

Para alcançar os objetivos propostos no trabalho foi realizado um trabalho de campo, recorte da imagem Spot 4, interpretação da mesma, elaboração dos mapas apresentados no trabalho e finalmente comparados os dados de 1996 e 2006. Os softwares utilizados foram os seguintes: Erdas Imagine, ArcGIS e ArcCatalog.

Como suporte teórico, a investigação baseou-se maioritariamente em referências bibliográficas que abordam sobre uso e ocupação da terra ou solo, análise espacial, base de dados, SIG (Sistema de Informação Geográfica), Sensoriamento remoto, processamento digital de imagens, análise de dados, geoprocessamento.

1.1. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral atualizar e analisar a evolução do uso e ocupação da terra no Distrito¹ de Marracuene-Posto Administrativo de Marracuene, zona 36, que se localiza na região sul de Moçambique (Província de Maputo).

Como objetivos específicos, pretende-se:

¹ Segundo o Ministério da Administração Estatal de Moçambique (2005), distrito é um conceito territorial e administrativo essencial à programação da atividade econômica e social e à coordenação das intervenções das instituições nacionais e internacionais.

- a) propor uma metodologia de atualização do uso e ocupação da terra, com base em SIG (Sistema de Informação Geográfica);
- b) criar banco de dados em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) do uso e ocupação da terra nos anos 1996 e 2006, escala 1:250.000;
- c) Contribuir com subsídios, para o gerenciamento do espaço analisado;
- d) Analisar os resultados obtidos, bem como os seus agentes causadores.

1.2. Características gerais do Distrito de Marracuene

Moçambique situa-se na costa sudoeste de África e estende-se entre a foz do rio Rovuma (10°30' S) e a fronteira sul Africana (26°49'S). Faz fronteira com a Tanzânia à norte, Malawi, Zâmbia, África do Sul e Swazilândia; a ocidente com a África do Sul, ao sul e com o oceano Índico, a leste. Possui área de 800 mil km² e uma população de 19,5 milhões de habitantes.

O distrito de Marracuene situa-se na zona oriental da província de Maputo (Figura 1) e localiza-se 30 km a norte da cidade de Maputo, com as coordenadas de 25°41'20" de latitude sul e 32°40'30" de longitude oeste. Tem como limites:

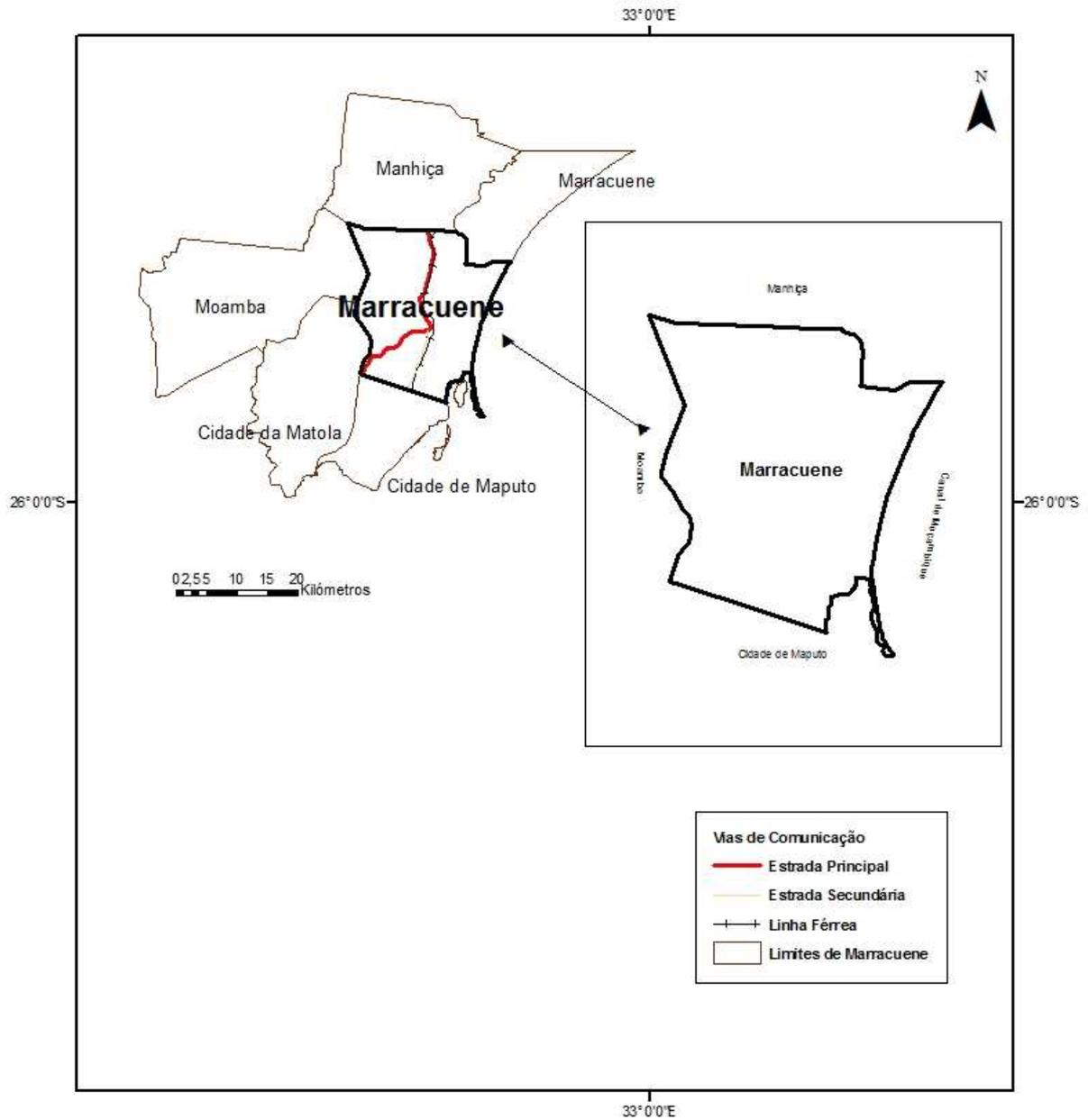
- a) Norte, o distrito de Manhiça;
- b) Sul, a cidade de Maputo;
- c) Oeste, o distrito de Moamba e Cidade da Matola; e,
- d) Leste, o Oceano Índico (MOÇAMBIQUE, 2005).

A figura 2 apresenta o edifício central, onde são tratadas questões relacionadas à administração do distrito de Marracuene.

Com uma área de 703 km² (Direção Nacional de Terras-Cadastro Nacional de Terras-Moçambique) e uma população recenseada em 1997 de 41.677 habitantes (estimada em 01/01/2005 em cerca de 60.471 habitantes), o Distrito de Marracuene apresentou densidade demográfica de 87 hab./km². A relação de dependência econômica potencial é de aproximadamente 1:1, isto é, para cada criança ou ancião existe uma pessoa em idade ativa (MOÇAMBIQUE, 2005). A população é

basicamente jovem (41% abaixo dos 15 anos de idade), majoritariamente feminina (taxa de masculinidade de 47%) e rural (taxa de urbanização de 25%).

Localização geográfica do distrito de Marracuene-posto administrativo de Marracuene



FONTE: Base de Dados do CENACARTA
Elaborado por Carla Dias
PUC MINAS GERAIS- BH, Brasil, 09

Figura 1 – Mapa de localização do Distrito de Marracuene, Moçambique.



Figura 2 - Visão Frontal da Sede Distrital de Marracuene, Moçambique (DIAS, CARLA 2010)

O clima característico da região é o tropical chuvoso de savana, influenciado pela proximidade do mar. Caracteriza-se por temperaturas quentes com um valor médio anual superior a 20°C e uma amplitude de variação anual inferior a 10°C. A umidade relativa varia entre 55 a 75% e a precipitação é moderada, com um valor médio anual entre 500 mm no interior e 1000 mm no litoral. A estação chuvosa vai de outubro a abril, com 60% a 80% da pluviosidade concentrada nos meses de dezembro a fevereiro. Quanto à rede hidrográfica, o Distrito é atravessado no sentido norte-sul ao longo de uma extensa planície pelo rio Incomáti, que vai desaguar no oceano Índico, no delta do macaneta (MOÇAMBIQUE, 2005).

A faixa litoral de dunas de areia, na separação entre o mar e o rio Incomáti na zona da Macaneta, corre o risco de desaparecimento, o que teria consequências ecológicas graves para os distritos de Marracuene, Manhiça e Magude. A zona alta do distrito é constituída principalmente por sedimentos arenosos eólicos (a ocidente e ao longo da costa) com ocorrência de areias siliciosas. A planície aluvionar, ao longo do rio Incomáti é de solos argilosos, estratificados e tufosos. Com propensão a períodos de seca, a vegetação é constituída por savana de gramíneas e arbustos; o solo é recomendado para a criação de gado bovino e pequenos ruminantes. Outra parte do solo é explorada para a agricultura privada e familiar, base da economia distrital. O vale do Incomáti, ao longo de uma faixa de 40 km de comprimento, tem solos de bom potencial agrícola e pecuário, que são explorados por um vasto tecido de agricultura privada e familiar (MOÇAMBIQUE, 2005).

O distrito de Marracuene é atravessado pela estrada nacional nº1 que facilita a comunicação com a cidade de Maputo a sul e o distrito de Manhiça a Norte. As

estradas, que estabelecem as ligações entre a sede do distrito e as localidades no interior, necessitam de manutenção, sendo de difícil trânsito na época das chuvas. Marracuene possui uma estação de ferrovia servida pelos comboios de carga e de passageiros em trânsito na linha-férrea de Maputo-Marracuene-Manhiça (linha do Limpopo). Localmente, o transporte fluvial liga a sede do distrito com a Macaneta, propriedade da administração do distrito, cuja atividade constitui uma das principais fontes de receita pública local.

Transportes regulares dos Oliveiras (empresa privada) e de alguns ônibus estabelecem a ligação rodoviária à sul com a cidade de Maputo e a norte com Gaza e Inhambane. O distrito é servido pela rede de telecomunicações fixa do país (Moçambique) e por duas redes móveis que cobrem a vila sede e a faixa ao longo da estrada Nacional nº1. O acesso a internet pode ser efetuado nas zonas servidas por rede fixa e móvel de telecomunicações, existindo também uma delegação do correio de Moçambique.

O Distrito de Marracuene é coberto pela rede de distribuição de energia elétrica de Moçambique e por três subsistemas de abastecimento de água com 204 ligações domiciliares (na localidade sede), 18 fontenários, 223 poços e 22 furos mecânicos com bombas manuais.

O Distrito de Marracuene possui 47 escolas (das quais, 37 do ensino primário nível 1), e 18 unidades sanitárias que possibilitam o acesso progressivo da população aos serviços do sistema nacional de saúde (MOÇAMBIQUE, 2005).

A agricultura é a base da economia distrital, tendo como principais culturas hortaliças, arroz, milho, mandioca, batata-doce e banana. A pecuária é diversificada com bovinos, caprinos, suínos e aves, destinada parte para subsistência e parte para comercialização. O setor agrícola familiar está em expansão, sendo que as explorações privadas ocupam uma parte significativa das terras férteis e absorvem cerca de 36% da mão-de-obra assalariada do distrito. Afetado pela excessiva procura de terrenos por cidadãos provenientes da cidade de Maputo, Marracuene tem sido palco de vários conflitos ligados à posse de terra.

Com base nos dados da organização Médicos Sem Fronteira, estima-se que a média de reservas alimentares de cereais e mandioca, por agregado familiar, corresponde a cerca de 4 meses, admitindo-se que 5% da população está em situação vulnerável, o que afeta sobretudo os camponeses com menos posses, principalmente idosos e famílias chefiadas por mulheres. Esta situação pode ser

atenuada pelo fato da região estabelecer razoável integração de mercados, bem como permitir acesso às atividades geradoras de rendimento.

Por outro lado, o rio Incomáti é o principal recurso hídrico, favorecendo a prática da atividade pesqueira e agro-pecuária. A pequena indústria local (pesca, carpintaria e artesanato) surge como alternativa imediata à atividade agrícola, ou prolongamento da sua atividade. A agro-indústria e alimentar possuem 5 pequenas unidades transformadoras. Na indústria têxtil, problemas econômicos da indústria Riopelle levaram à demissão de 180 trabalhadores na unidade, aumentando o índice de desemprego no distrito.

O comércio, sobretudo informal, ocupa 8% da população ativa e 4% das mulheres, na sua maioria das áreas urbanas e semi-urbanas do distrito. O turismo, voltado essencialmente para as praias da Macaneta, constitui um potencial de receita local e um pólo de desenvolvimento importante, sendo a fauna, constituída por hipopótamos e crocodilos, a principal atração (MOÇAMBIQUE, 2005).

2. REVISÃO

2.1. Importância do Uso e Ocupação da Terra

Como geógrafa, achei pertinente e importante discutir o uso e cobertura da terra ou ocupação da terra porque o uso e cobertura da terra mantem relações de dependência com fenômenos e fatores geográficos, isto é, são aspectos q devem ser analisados em conjunto; a título de exemplo, para que haja alteração ou não do uso e cobertura da terra, dependem da temperatura, precipitação, declive, clima, demografia, entre outros.

Segundo Rosa (2003), o desenvolvimento de um sistema para classificar dados sobre uso da terra, obtidos a partir da utilização de técnicas de sensoriamento remoto, tem sido muito discutido. O tipo e a quantidade de informações sobre uso da terra dependem das resoluções espacial, radiométrica, espectral e temporal dos diferentes sistemas sensores. O tamanho da área mínima capaz de ser descrita como pertencente a uma determinada categoria (classe) de uso da terra depende da escala e resolução dos dados originais, além da escala de compilação e da escala final de apresentação.

Briassoulis (1999), Turner; Meyer (1994) definiram cobertura da terra como sendo a caracterização dos estados físico, químico e biológico da superfície da terra, como, por exemplo, floresta, gramíneas, água ou área construída; bem como, aos propósitos humanos associados àquela determinada cobertura, como, por exemplo, agricultura, pecuária, recreação, conservação e área residencial.

Para entender a dinâmica do uso e cobertura da terra é necessário caracterizar o seu uso e agentes envolvidos, porque a classificação, somente da cobertura, não é suficiente. Tanto a classificação, como o seu uso e agentes envolvidos devem ser analisados em conjunto, e não isoladamente. Os motivos que justificam a influência e as alterações no uso da terra são apresentados sob três formas: convertendo a cobertura; modificando sua função, estrutura e características, sem propriamente causar uma mudança de tipo; e, mantendo a cobertura contra agentes naturais de mudança. Vale observar que as mudanças de

cobertura ocasionadas por mudanças de uso, não necessariamente implicam em degradação da terra (AGUIAR, 2002).

Soares Filho (2005) argumenta que a aplicação do Sensoriamento remoto em várias escalas temporais por meio de mapeamento, servirá de análise nas relações espaciais, obtidas e armazenadas em SIG e para desvendar os processos que resultaram na análise da dinâmica do uso e cobertura da terra.

Por isso, estes estudos permitem o conhecimento e controle da dinâmica das alterações constatadas, além de depender de comparações de levantamentos e qualificações efetuadas em diferentes períodos. Isto é, o monitoramento no qual é feita uma comparação entre mapas elaborados a partir de imagens que permitem inferências retrospectivas na análise de séries temporais para o conhecimento de razões históricas que deram origem às modificações eventualmente constatadas no presente (KRONKA *et al.*, 2005).

De acordo com Diniz (1984), as etapas essenciais para a elaboração de mapas de utilização de terra são: aquisição de fotografias aéreas e/ou imagens de satélite; definição da escala do mapa; definição da chave de identificação, ou seja, elementos que permitam a identificação do tipo de utilização da Terra nas fotografias aéreas e/ou imagens de satélite; e, elaboração da classificação em que devem ser colocados os eventos observados nas fotografias.

A cobertura vegetal consiste na defesa natural de um terreno contra a Erosão. De acordo com Bertoni; Lombardi Neto (1990), a cobertura vegetal influencia na proteção indireta contra o impacto das gotas de chuva; na dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo; na decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração; no melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água; e, na diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento da infiltração.

2.2. Geoprocessamento

Teixeira *et al.* (1997) definiram geoprocessamento como uma tecnologia que abrange o conjunto de procedimentos de entrada, manipulação e análise de dados espacialmente referenciados. Essa tecnologia pode ser aplicada às áreas que trabalham com cartografia digital, processamento digital de imagens e Sistemas de Informações Geográficas (SIG's); atividades estas que, apesar de serem diferentes, estão intimamente inter-relacionadas, usando na maioria das vezes as mesmas características de *hardware*, porém com *softwares* distintos.

A cartografia digital consiste na automação de projetos com o auxílio do computador e outros equipamentos conexos, enquanto que os SIG's consistem na análise, modelagem e simulação desses projetos automatizados.

O geoprocessamento tem sido aplicado às áreas de conhecimento que utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o armazenamento e tratamento de informação geográfica. Esta tecnologia tem sido aplicada cada vez mais nas áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional.

Assad e Sano (1998) ressaltam que o principal objetivo do geoprocessamento é fornecer recursos computacionais, para que os diferentes pesquisadores determinem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as suas inter-relações.

Essa evolução, associada às imagens de satélite e à informática, propicia uma abrangência do conhecimento científico contribuindo para o desenvolvimento de uma área de estudo, o Geoprocessamento, que é empregado em diversas áreas do conhecimento científico, dentre as quais a cartografia, a geografia, a agronomia e a geologia (MOREIRA, 2003).

2.3. Sensoriamento Remoto

Segundo Pinto (1991), a utilização do sensoriamento remoto com imagens de satélite, teve início nas décadas de 60 e 70. Peterson *et al.*, (1991) *apud* Espinoza, (2008) argumentaram que o SIG e o sensoriamento remoto podem ser usados para acessar variáveis espaciais e temporais, proporcionando melhor integração e organização dos dados, avaliação e prognóstico de problemas com auxílio de modelos matemáticos de simulação.

O sensoriamento remoto é a ciência e a arte de observar um alvo sem ter contato físico com o mesmo, podendo obter informações de área ou do fenômeno estudado, baseando-se na interação deste alvo com a radiação eletromagnética (CREPANI, 1993; LILLESAND; KIEFER, 1995). As interações são registradas, usando para isto o rastreamento regular da energia eletromagnética que interage em diferentes faixas espectrais, formando várias imagens.

Novo (1998), afirma que o sistema de aquisição de dados por sensoriamento remoto é composto por uma fonte de energia eletromagnética, por um sensor que transforma a energia proveniente do alvo em sinal e por um analisador que transforma este sinal em informação. É importante enfatizar que os sensores remotos dos satélites podem ser ativos e passivos. São denominados ativos aqueles sensores que possuem iluminação própria, como os radares. Os sensores passivos são os que captam a energia refletida pelo alvo. A radiação eletromagnética tem como fonte o sol, a terra e as antenas do sensor. O sensor é um instrumento capaz de coletar e registrar a radiação eletromagnética que é refletida ou emitida e o alvo que é o elemento do qual se pretende extrair as informações (BRASIL, 2006).

O sistema de aquisição de dados por sensoriamento remoto é composto por uma fonte de energia eletromagnética, por um sensor que transforma a energia proveniente do alvo em sinal e por um analisador que transforma este sinal em informação. Entende-se que durante todo o processo de observação, obtenção e análise dos dados o técnico deve conhecer alguns parâmetros de desempenho dos sistemas sensores para cada tipo de aplicação abordado a seguir como a resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal (BRASIL, 2006).

Segundo Silva (1995) a resolução espacial é “definida como o menor elemento da área que um sistema sensor é capaz de distinguir”. Ou seja, uma

medida relacionada à nitidez da imagem na qual o objeto pode ser identificado na imagem.

Ferrão (2003) argumenta que a resolução espacial define o tamanho do pixel, que corresponde à unidade mínima de informação de uma imagem. As imagens de satélite são constituídas por pontos elementares com um determinado valor abaixo do qual não é possível diferenciar os objetos. Este ponto elementar designa-se por pixel e integra o valor de cada uma das respostas espectrais (vegetação, solo, água). Só é possível discriminar na imagem elementos de tamanho superior à resolução espacial. Para Crosta (1992), um sensor que possui resolução espacial maior, significa que a superfície imageada está representada pelo tamanho do pixel na imagem resultante, que terá menor nitidez.

Ferrão (2003) define resolução espectral como o alcance das bandas espectrais do sensor. Isto é, a medida em relação à largura das faixas espectrais nas quais o sensor opera, ou seja, quanto mais estreitas as bandas (canais) maior será a capacidade do sensor de registrar pequenas variações do comportamento espectral (BRASIL, 2006).

Resolução radiométrica é a menor diferença do brilho que um sistema sensor é capaz de perceber (BRASIL, 2006). Isto é, é a capacidade do sensor de detectar as diversas radiações de variância espectral que recebe. Esta resolução é dada pelo número do valor real do pixel na imagem e determina o número de níveis de cinzento reconhecidos (FERRÃO, 2003).

Resolução temporal é a periodicidade com que o sensor capta a imagem da mesma porção da superfície terrestre. Esta resolução depende das características orbitais da plataforma: altura, velocidade e inclinação e do próprio desenho do sensor: ângulo de observação e ângulo de cobertura (FERRÃO, 2003). Ela determina o período mínimo a ser aguardado para um novo imageamento de determinado alvo, ou seja, é determinado pelo número de dias que o sensor do satélite leva para rastrear a mesma superfície. Esse intervalo de tempo é o responsável pela combinação dos movimentos de rotação da terra e de órbita polar do satélite (SILVA, 1995).

O uso do sensoriamento remoto com base na análise e interpretação de imagens de satélite é um dos meios que se dispõem hoje para acelerar e reduzir custos dos mapeamentos e da detecção de mudanças geoambientais. Em combinação com dados de aerofotogrametria e geodésia, com os recentes recursos

do SIG aliados às novas técnicas de processamento e aos novos sensores, as imagens de satélite oferecem possibilidades, ainda pouco exploradas, de gerarem informações sinópticas e precisas para a avaliação e evolução de diversas variações temáticas da superfície terrestre (PACHECO, 2000).

A análise da vegetação e detecção das mudanças nos padrões de vegetação são fatores preponderantes para avaliar e monitorar os recursos naturais. Então, a detecção e avaliação quantitativa da vegetação verde são importantes e é uma das principais aplicações do sensoriamento remoto (ESPINOZA, 2008).

A análise temporal consiste na avaliação da dinâmica espacial dos padrões da paisagem, para diferentes datas, resultando na quantificação do que mudou e do que permaneceu inalterado nesse intervalo de tempo (IRGANG, 2004).

Leprieur *et al.* (1994); Elvidge; Chen (1995); Huete (1988); Schowengerdt (1997) *apud* Espinoza (2008), argumentou que os referidos autores definiram os índices de vegetação como formulações empíricas, que visam realçar o contraste espectral da vegetação. Essa técnica de processamento digital de imagens é frequentemente uma operação de razão simples entre bandas (infravermelho-próximo/vermelho) ou o índice normalizado de vegetação (NDVI) que utiliza as bandas com maior variância, a fim de destacar um determinado objeto de cena. Quanto maior o valor dos índices de vegetação, maior a probabilidade do alvo ser uma Vegetação Verde. Isto ocorre porque a vegetação verde e saudável absorve a radiação na faixa do vermelho e possui alta refletância na região do infravermelho-próximo.

Segundo Sabins (1999) o uso do sensoriamento remoto no mapeamento de uma determinada área propicia a realização de um levantamento sistemático da superfície da terra, categorizam-se os diferentes usos em classes associadas ao sistema de informação geográfica, simulando a dinâmica espacial do uso da terra com a produção de séries temporais de mapas para uma mesma área.

Para a atualização de bases de dados espaciais, existem diversas formas de aquisição de dados, dentre as quais o uso da fotogrametria, do sensoriamento remoto, levantamento topográfico, dentre outras (KURAK; MENEGUETTE, 2001).

Os dados do sensoriamento remoto têm sido difundidos amplamente, assimilados e utilizados para mapeamentos temáticos. Os mapas produzidos por meio de sensoriamento remoto dependem da qualidade da informação da qual são

derivados (CONGALTON, 1988; CONGALTON;GREEN, 1999 *apud* ESPINOZA, 2008).

2.3.1. Processamento digital de imagens

As técnicas de melhoramento e análise de dados multidimensionais dos diversos tipos de sensores recebem o nome de processamento digital de imagem. O mesmo, realiza-se para melhorar o aspeto visual de certas feições estruturais e para fornecer ao analista humano outros subsídios para a sua correta interpretação.

Segundo Rosa e Brito (1996), O processamento digital de imagem pode ser entendido como sendo o conjunto de procedimentos e técnicas destinadas à manipulação numérica de imagens digitais, cuja finalidade é corrigir distorções e melhorar o poder de discriminação dos alvos (exemplo de alguns softwares ERDAS, PCI, SITIM, etc).

Classificação de imagens é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer automaticamente padrões e objetos homogêneos. Os algoritmos utilizados para a classificação efetuam um reagrupamento de pixels em função da sua similaridade. O resultado da classificação é apresentado por meio de classes espectrais (áreas que possuem características espectrais semelhantes). Existem duas categorias de classificação: classificação supervisionada e classificação não-supervisionada.

A classificação não-supervisionada é completamente autônoma, enquanto que na classificação supervisionada o utilizador define certo número de parâmetros de ordem espacial ou temas de entrada.

Interpretação de imagens digitais é um procedimento obtido a partir do processamento digital de imagens visando à identificação, extração, condensação e realce da informação de interesse, a partir da enorme quantidade de dados que usualmente compõem as imagens digitais. O processamento digital de imagens fornece ferramentas para facilitar a identificação e a extração da informação contida nas imagens, para posterior interpretação. Esta técnica automática de interpretação representa economia de custo e de tempo no mapeamento. Técnicas de realce,

filtragem e classificações multispectrais são usadas na interpretação digital com o objetivo de se extrair informações sobre o uso e cobertura da terra (BRASIL, 2006).

A interpretação visual de uma imagem implica em um raciocínio lógico para compreender e para explicar o comportamento de cada objeto e exige conhecimento do local para otimizar a análise realizada.

A fotointerpretação (uma das etapas da interpretação visual) é, hoje, um processo que envolve a análise de Imagens, sejam elas fotografias ou imagens de satélite, com o objetivo de identificar as feições nela representadas e dar-lhes um significado.

O analista procura, através de processos lógicos, detectar, identificar, classificar, medir e avaliar os objetos quanto ao seu significado físico e cultura, seu padrão e seu relacionamento espacial. Portanto, a fotointerpretação é um processo complexo de atividades físicas e fisiológicas que ocorrem numa determinada sequência, de modo a deduzir alguns fatos que podem ser considerados de informações úteis.

A outra etapa da interpretação visual é a observação, onde se procede a uma análise global da Imagem, tendo em vista somente reconhecer as diferentes feições do terreno contidas na cena, sem a preocupação de as caracterizar ou avaliar. Aqui, alguns pormenores marginais, tais com, a qualidade do papel ou filme onde está reproduzida a imagem, a época do ano em que foram adquiridos os dados, etc, são também observados (FERRÃO, 2004).

2.3.2. Aplicações do Sensoriamento Remoto no Uso e Cobertura da Terra

Garcia (1982) relata que as imagens de satélite são a alternativa mais econômica, no estudo de informações do uso de terra, levantamento ou identificação de solos e cobertura da vegetação, mesmo não tendo a precisão das fotografias aéreas.

A degradação dos recursos naturais renováveis nos dias atuais, é um processo desenfreado que deve ser analisado e contido com eficiência e rapidez. Nesse sentido, o diagnóstico da situação real em que se encontram esses recursos,

passa a ser um instrumento necessário para a manutenção de recursos naturais (BELTRAME, 1994).

Losch (1993) afirma que o levantamento do uso da terra compreende a forma como o espaço vem sendo ocupado pelo homem, e o levantamento do uso da terra tornou-se indispensável para a compreensão dos padrões de organização do espaço.

Assim, o estudo do uso da terra tem se tornado cada vez mais intenso nessas últimas décadas. Os levantamentos do meio físico desempenham, portanto, um excelente papel no fornecimento de dados para diagnosticar a exploração dos recursos naturais, uso da terra e atualização de mapas.

Contudo, a aplicação de produtos obtidos via sensoriamento remoto passa frequentemente pelo nosso cotidiano. Esta dinâmica é atribuída não somente ao avanço tecnológico, mas às necessidades diárias, como a previsão de tempo em meios de comunicação, diferenciação de áreas, uso e cobertura da terra e zoneamento ambiental entre outras aplicações, voltadas tanto para áreas específicas quanto gerais, tanto científicas quanto comerciais (GOMES, 2005).

2.3.3. Classificação dos Satélites

Satélite é qualquer objeto que gira em torno de outro de maiores dimensões. O primeiro Satélite artificial (Sputnik 1) foi lançado no espaço pelos soviéticos em 1957, para fins meramente experimentais (FERRÃO, 2003). Em 1959, os Estados Unidos colocaram em órbita o satélite explorer 8, levando a bordo o primeiro instrumento (radiômetro de radiação global-ERBE) para a observação da Atmosfera.

Hoje, gravitam ao redor da terra milhares de engenhos, dos quais centenas são satélites de trabalho. O acelerado desenvolvimento tecnológico no ramo espacial, ao longo dos últimos anos, tem sido acompanhado de uma conseqüente evolução na classificação dos satélites. Atualmente, os satélites podem-se agrupar nos seguintes tipos e finalidades: Satélites Meteorológicos; Satélites de Comunicação; Satélites Ambientais; Satélites de Observação da Terra (LANDSAT, SPOT, RADARSAT, IKONOS, QUICKBIRD, CBERS, dentre outros).

De acordo com a missão a realizar, os satélites são posicionados em duas órbitas: geo-estacionária (na qual a velocidade de translação do Satélite é igual à da rotação da Terra) e polar (na qual o plano de translação do Satélite é fixo em relação ao Sol, compensando deste modo o movimento de translação da Terra, independentemente da sua rotação).

Os sistemas de sensores são equipamentos que estão a bordo dos satélites e sua função é captar e registrar a energia eletromagnética proveniente dos objetos na superfície terrestre. Sem eles não seria possível para o Satélite obter imagens, ele estaria literalmente cego.

O programa SPOT foi planeado e projetado desde o início como um sistema operacional e comercial de observação da terra (SPOT-satélite para observação da terra). Estabelecido por iniciativa do governo francês em 1978, com a participação da Suécia e Bélgica, o programa é gerido pelo Centro Nacional de Estudos Espaciais-CNES, que é o responsável pelo desenvolvimento do programa e operação dos satélites. Já foram lançados com sucesso os SPOTs 1, 2, 3 e 4, assegurando assim a continuidade dos serviços e incluindo notáveis evoluções técnicas e comerciais. O SPOT 5, com novas especificações incluindo resolução espacial de 2,5 metros numa faixa de 60 km, pertence a uma nova geração de satélites (FERRÃO, 2003).

A estrutura e o funcionamento do programa SPOT distingue claramente de um lado as funções de Gestão técnica do Sistema, executadas pelo CNES e de outro lado a responsabilidade das operações, atribuída à SPOT *image*, uma empresa de vocação genuinamente comercial, no tocante ao relacionamento com a comunidade de usuários e na distribuição de dados, além da missão permanente de divulgar a imagem da tecnologia francesa no mundo.

A imagem não é submetida a nenhuma correção geométrica, é fornecida tal como foi adquirida, bruta, com uma grade de pixel, de forma quadrada, e com dados auxiliares. É realizada somente uma equalização linear, para eliminar eventuais diferenças de tonalidades internas da imagem.

A SPOT *image* tem por missão assegurar a eficiente gestão das capacidades de aquisição de imagens pelo satélite e transmissão de dados a 21 (vinte e uma) estações receptoras existentes no Globo. É a única empresa em nível mundial que possui, por concessão do CNES-proprietário do satélite, os direitos de comercialização dos produtos e serviços SPOT. Esta empresa atua no mercado

através de uma rede de distribuidores, que no caso de Moçambique é o Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção.

A imagem de satélite usada para o presente estudo, a SPOT (4), possui uma capacidade de revista de uma área de interesse de alguns dias (3 a 4 dias em média), muito superior a periodicidade da órbita que é de 26 dias, e permite igualmente a aquisição de imagens estereoscópicas. O satélite SPOT opera em dois modos espectrais distintos que podem ser programados simultaneamente para uma mesma área: Multiespectral XS ou XI (resolução de 20 metros), dependendo do satélite e Pancromático ou Monoespectral (resolução de 10 metros). Todas as imagens do SPOT são codificadas em 8 bits.

Ferrão (2003) estabelece algumas características e aplicações das bandas: o modo Pancromático ou Monoespectral é aconselhado para aplicações que procuram precisão geométrica e resolução; o modo Multiespectral XS ou XI é recomendado para aplicações temáticas, para estudos de vegetação, uso e ocupação de solos, etc; os modos Pan e XS podem ser combinados rendendo uma imagem PAN+XS, colorida, com 3 bandas e 10 metros de resolução. As imagens PAN e XS do SPOT 1, 2, 3, ainda que adquiridas simultaneamente, não estão registradas entre si, o que pode fazer esse processamento ser trabalhoso.

O monitor de computador emprega o modelo de cores *RGB* (sistema de cor luz *Red/Green/Blue*). O écran do computador projeta a luz, enquanto que os meios nele impressos refletem a luz. A cor que vemos no monitor pode sofrer alterações devido a condições adversas do ambiente externo (luminosidade da sala, temperatura, etc). Nestas condições é difícil obter-se cores consistentes.

Para um computador, a imagem não é mais que uma sequência de números no sistema binário (bits). Contudo, devemos ter sempre presente que uma imagem é, sobretudo, a representação de uma parcela da superfície terrestre. O seu tratamento oferece-nos a possibilidade de passar a informação numérica em visual, através do emprego de funções de afixação num monitor gráfico apropriado ou num monitor vídeo (consola) de imagens. Quando a imagem aparece na tela, para a podermos visualizar convenientemente e com todos os detalhes, temos que melhorar a sua dinâmica. Com esta já melhorada podemos, então, localizar as partes que nos interessam e interpretar a informação nela contida (FERRÃO, 2004).

2.4. Sistema de Informações Geográficas (SIG)

O Environmental Systems Research Institute (ESRI) define o Sistema de Informações Geográficas (SIG) como um conjunto de *hardware*, *software*, dados e pessoal qualificado envolvido na captura, armazenamento, manipulação, análise e exposição dos dados espaciais, que contribuem para a tomada de decisão.

O termo SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georeferenciados (localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica).

Os SIG's utilizam um instrumento completo de hardware, software e procedimentos computacionais, junto à coleta, tratamento, gerenciamento de base de dados diversa, permitindo a realização de análises e a gestão de diversos fenômenos que ocorrem no espaço geográfico (HAZARDS, 2008).

É muito claro que o sucesso da implementação de um sistema de informação, depende da qualidade da transposição de entidades do mundo real e suas interações para um sistema computadorizado. Em um SIG o modelo de armazenamento de informações adotado pelo sistema gerenciador de dados associado é muito importante para a correta utilização. A organização do banco de dados em *layers* de mapas não existe simplesmente por razões de organização, mas pelo rápido acesso aos elementos necessários para a análise geográfica (ROCHA, 2002, *apud* ESPINOZA, 2008).

No SIG é possível encontrar operadores algébricos, operadores de distância, contexto, sistema de processamento de imagens, de modelagem digital de terreno, sistema de apresentação cartográfica e sistemas de análise estatística, e atualmente, vêm-se desenvolvendo sistemas mais aplicados, baseados em Geoestatística que estuda fenômenos naturais, levando em consideração a sua continuidade e variabilidade espacial (BETTINI, 1999, *apud* ESPINOZA, 2008).

O SIG pode trabalhar com dados geocodificados; superposição de informações temáticas das mais variadas áreas; estruturação de dados geo-ambientais, políticos, sociais e econômicos; definição do uso de terra; avaliação da percentagem de cobertura temática (agricultura, floresta, campos, lâmina de água, entre outras) em determinada região; determinação de locais para instalação de

complexos industriais, portos, barragens e avaliação da tendência de crescimento urbano (BOLFE, 2001).

Rocha (2000) argumenta que todos os dados são armazenados e processados, subdividindo o GIS em dois subsistemas distintos: dados gráficos (espaciais e geográficos), que descrevem as características geográficas da superfície (forma e posição) e dados não-gráficos (descritivos), que descrevem os atributos das características.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-Brasil (2006), afirma que dependendo do objetivo proposto pelo trabalho, os dados espaciais podem ser armazenados sob camadas temáticas, planos de informação ou mapas, podendo ser representadas as estruturas no formato *raster (matricial)* ou *vector (vetor)*; onde os mapas no formato *vetor* são representados por pontos, linhas ou polígonos (a chamada representação topológica).

Um SIG tem fundamental importância na análise espacial e temporal, e possibilita “a realização de análises espaciais (geográficas). Tais funções utilizam os atributos espaciais; buscando fazer simulações (modelos) sobre os fenômenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros”.

2.5. Análise Espacial

Teles (2001), define a análise espacial como a habilidade de combinar dados espaciais de naturezas diversas, manipulando-os e aplicando-lhes técnicas (matemáticas, estatísticas) para se obter conclusões adicionais só evidentes com um estudo mais profundo e com uma espacialização dos dados.

A análise espacial é composta por um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente o relacionamento espacial presente no fenômeno (CÂMARA *et al.*, 2008).

Os procedimentos iniciais da análise espacial incluem o conjunto de métodos genéricos de análise exploratória e a visualização dos dados, em geral através de mapas, que permite descrever a distribuição das variáveis de estudo, identificar observações atípicas não só em relação ao tipo de distribuição, mas também em

relação aos vizinhos, e buscar a existência de padrões na distribuição espacial.

A definição mais utilizada para caracterizar os problemas de análise espacial considera os seguintes tipos de dados:

- a) Eventos ou padrões pontuais;
- b) Superfícies contínuas (usados para o trabalho);
- c) Áreas com contagens e taxas agregadas.

O conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada pela agricultura, vegetação natural, áreas urbanas e edificadas, entre outras, bem como informações sobre as proporções de suas mudanças, se tornam cada vez mais necessárias aos legisladores e planejadores. Desse modo, existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso do solo, para que suas tendências possam ser analisadas. Neste contexto, o sensoriamento remoto constitui-se numa técnica de grande utilidade, pois permite em curto espaço de tempo a obtenção de uma grande quantidade de informações espaciais, espectrais e temporais (PACHECO, 2000).

Em Moçambique, algumas empresas, tais como GEODATA, CENACARTA (Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção), entre outras recorrem a análise espacial conjugando-a, em simultâneo com o sensoriamento remoto, GIS, geoprocessamento e demais técnicas. A GEODATA produziu e produz trabalhos relacionados a produção cartográfica, cenários dos impactos das mudanças climáticas em Moçambique, monitoramento de desastres (erosão e seca), sistema de informação geográfica, desenho, criação, implementação e gestão de base de dados e sensoriamento remoto. O Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção (Moçambique) produziu e produz trabalhos relacionados as inundações no país, monitoramento de queimadas, sismos, classificação do uso e cobertura da terra, identificação do novo Datum geodésico de Moçambique, produtos fotogramétricos, divisão administrativa de Moçambique, cartografia sistemática nacional, cobertura nacional de imagens Spot, Landsat, reservas e parques nacionais, rede hidrográfica, pontos de altitude, estradas e caminhos de ferro.

3. METODOLOGIA

3.1. Materiais e técnicas

A base de dados topográfica existente no Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção (Moçambique) tem como referência o sistema de coordenadas geográficas (longitude/latitude), elipsóide de Clarke 1866, que foram digitalizados a partir dos mapas topográficos da Dinageca 1999 (Direção Nacional de Geografia e Cadastro), escala 1:250.000, contendo a rede hidrográfica simplificada, as vias de comunicação e as entidades principais, reservas e parques nacionais, pontos de relevo e topônimos.

Além da base topográfica, o Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção (Moçambique) também possui a base de dados digital do uso e cobertura da terra, obtida por meio da digitalização manual e interpretação visual da imagem do satélite Landsat 5 (com resolução de 30 metros), do ano de 1996, validada por trabalho de campo.

O Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção (Moçambique) também usou, e continua usando o sistema de coordenadas WGS 84. Os formatos existentes na base de dados são o *tif* (de modo que os mesmos sejam manipulados em softwares que suportam esse formato, dentre eles o MapInfo), *Shapefile* (de modo que os mesmos sejam manipulados em softwares que suportam esse formato, dentre eles o ArcGis), dentre outros.

Não existe uma metodologia standard para produção de cartografia de uso e cobertura da terra com imagens de satélite (SANTOS, 2003). Os materiais usados para a execução do trabalho podem ser divididos em Material de Laboratório (material cartográfico, material de processamento e análise) e material de campo (sistema de posicionamento global).

Os recursos digitais usados para a digitalização semi-automática foram:

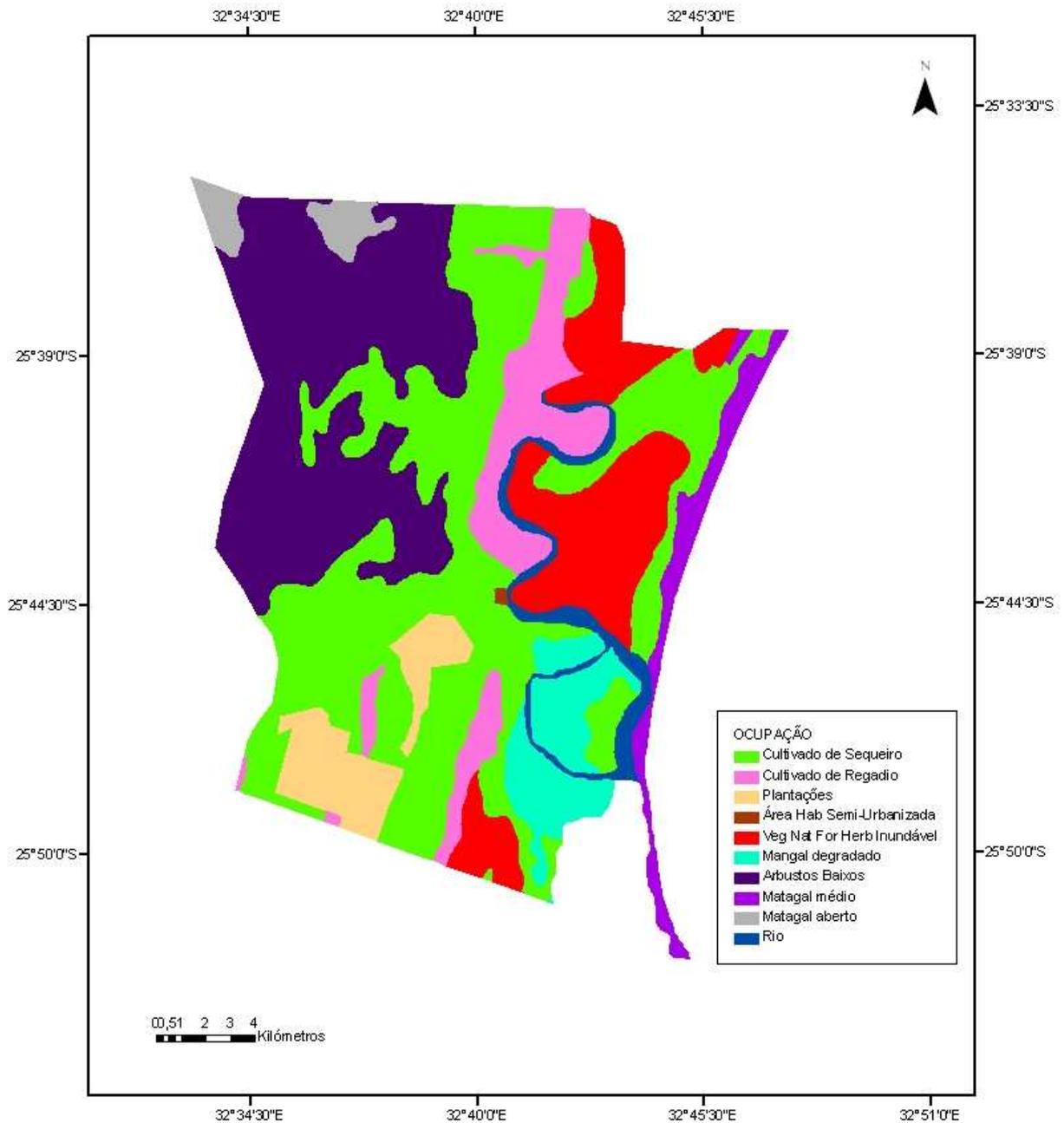
- a) Um computador;
- b) Software para a digitalização e elaboração dos mapas e gráficos, no caso o ArcGIS 9.2, Erdas Imagine 9 para recorte da imagem e melhoramento da qualidade da imagem (processamento digital);
- c) Impressora;
- d) Extrato ou recorte da imagem SPOT 4 (corrigida geometricamente), bandas espectrais 3, 2, 1. A imagem foi obtida no Centro Nacional de Geografia e Cadastro-Moçambique e possui uma resolução espacial de 20 metros.
- e) Mapa base (do uso e cobertura da terra existente - 1996), na escala 1:250.000.
- f) Foi criado o projeto no ArcGIS e adicionado ao banco de dados o mapa da classificação do uso e cobertura da terra de 1996 e a imagem de satélite SPOT do ano de 2006 da área de estudo (Figs. 3 e 4).
- g) Para a realização do trabalho de campo foram utilizados:
- h) GPS (sistema de posicionamento global) de navegação (Garmin 76 Marine Navigator);
- i) Mapa temático de Marracuene (dados de 1996).

3.2. Método

A pesquisa desenvolveu-se com base no roteiro metodológico (Fig. 5) no qual foram elaboradas as seguintes atividades:

- a) Pesquisa bibliográfica;
- b) Identificação da área de estudo;
- c) Trabalho de campo;
- d) Escolha da imagem satélite a ser usada para atualização e seu respectivo recorte;
- e) Identificação dos softwares para manipulação, tratamento e análise dos dados;
- f) Elaboração dos dados de partida (mapas disponibilizados na descrição dos materiais de laboratório);
- g) Digitalização manual sobre a imagem satélite, a fim de identificar as classes existentes nos dados de 2006;
- h) Atualização do uso e cobertura da terra e elaboração de mapas para identificar as diferenças existentes nos dados do uso e cobertura da terra de 1996 e 2006;
- i) Cálculo da percentagem de ocupação e ou alteração das classes no período de 1996 e 2006;
- j) Interpretação e análise dos resultados obtidos.

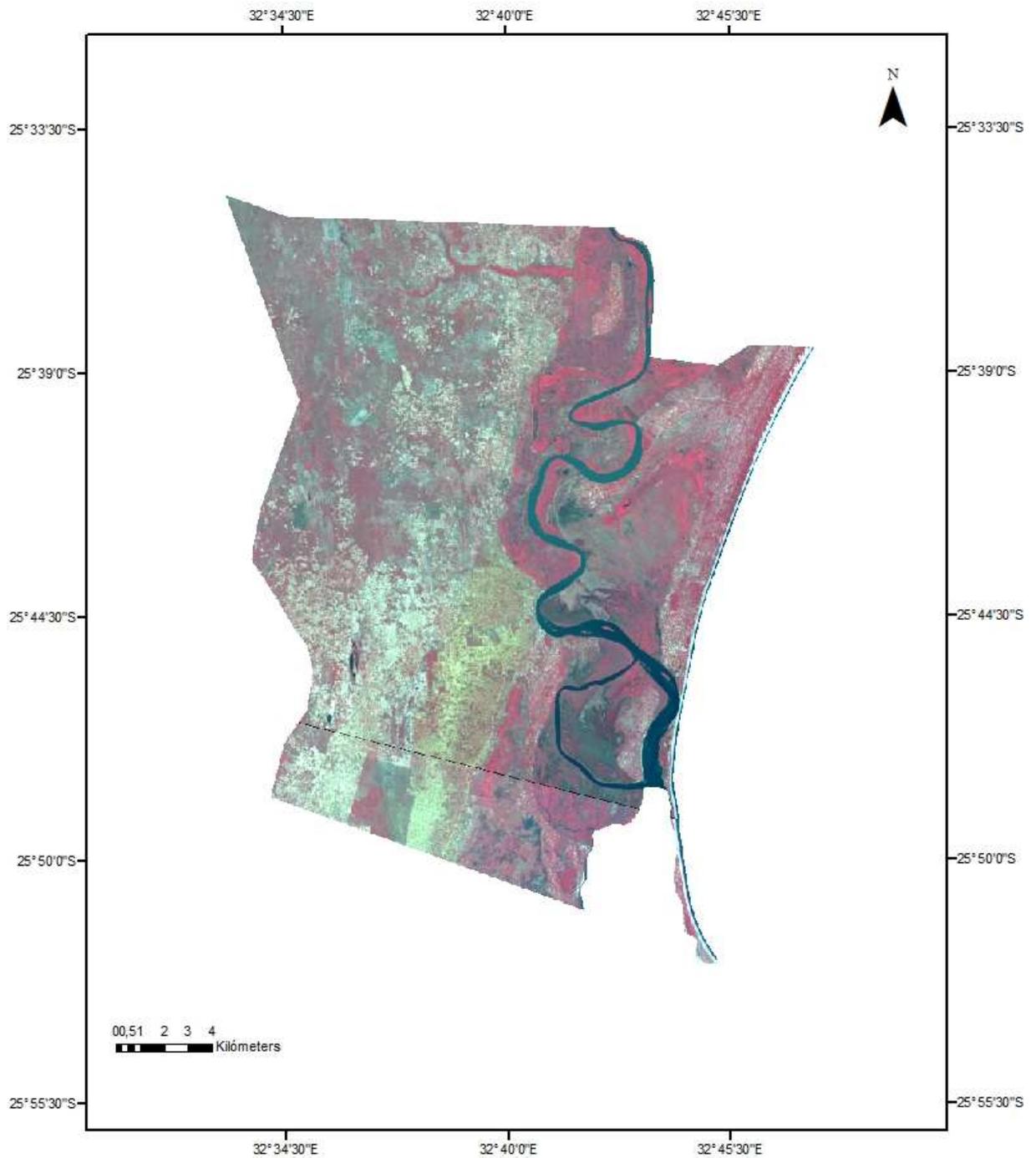
Mapa 2: Uso e Cobertura da Terra (1996)



Fonte: Base de Dados do CENACARTA
Elaborado por Carla Dias
PUC MINAS GERAIS- BH, Brasil, 2009

Figura 3 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra (1996) do Distrito de Marracuene, Moçambique.

Mapa 3: Imagem SPOT do ano de 2006



Elaborado por Carla Dias
Fonte: Base de Dados do CENACARTA
PUC Minas Gerais, BH, Brasil, 2010

Figura 4 – Imagem de satélite SPOT (2006) do Distrito de Marracuene, Moçambique.

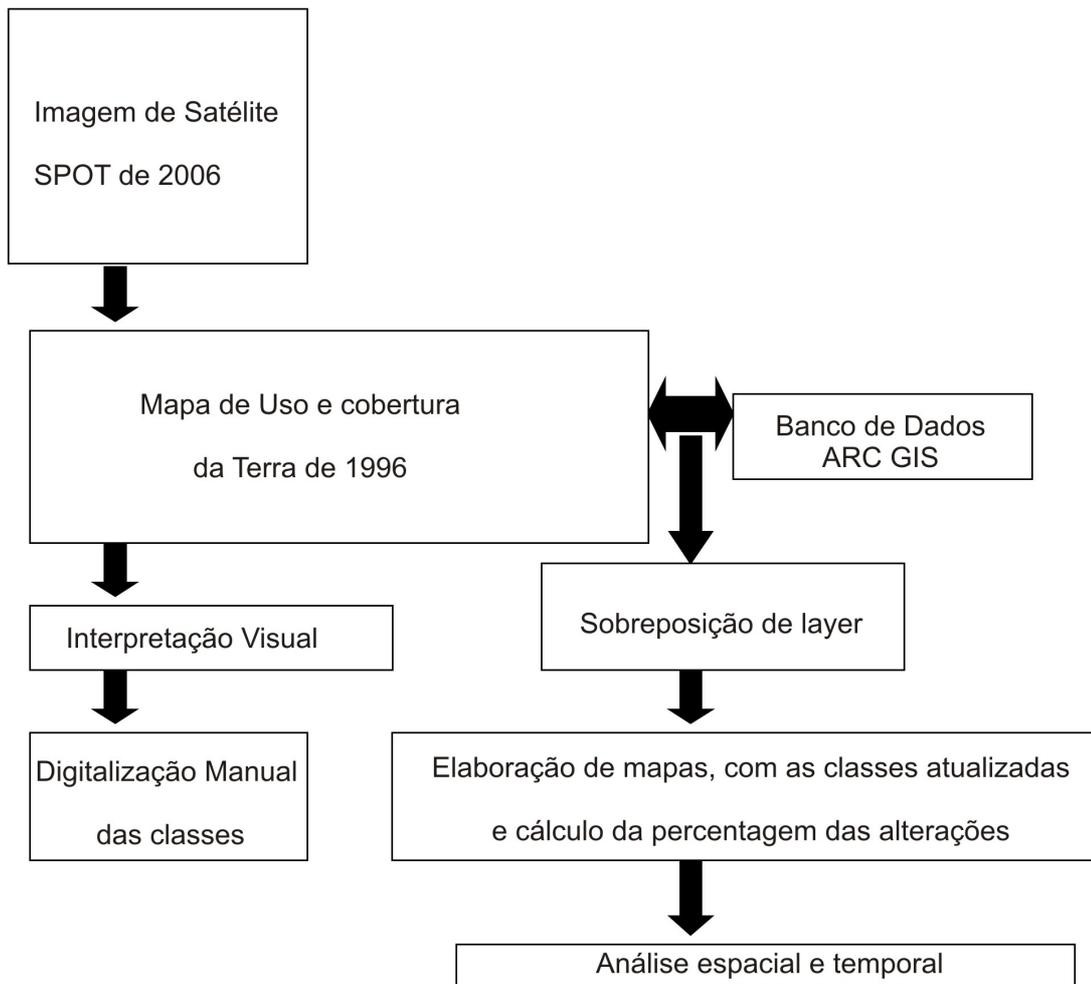


Figura 5 – Roteiro metodológico da pesquisa. (Fonte: Modificado de JANOTH; EISL; KLAUSHOFER; LUCKEL, 2002)

A Metodologia usada no trabalho se concentrou no recorte da imagem SPOT, digitalização semi-automática e interpretação visual dos dados de 2006 (referentes ao uso e cobertura da terra), elaboração de mapas, cálculo da percentagem das classes e interpretação dos resultados, tendo como base teórico-metodológica os trabalhos da Direção Nacional de Geografia e Cadastro-Moçambique (1999), Kurak e Menegutte (2001), CDFFP (2002), Hazards (2008).

Foram identificadas a classificação vetorial do uso e cobertura da terra (1996) e a imagem de satélite (2006). Com esses dados foi feita uma digitalização semi-automática, que por meio da sobreposição (dados de 1996 sobre os de 2006), foi possível identificar a diferença das classes (Fig. 6).

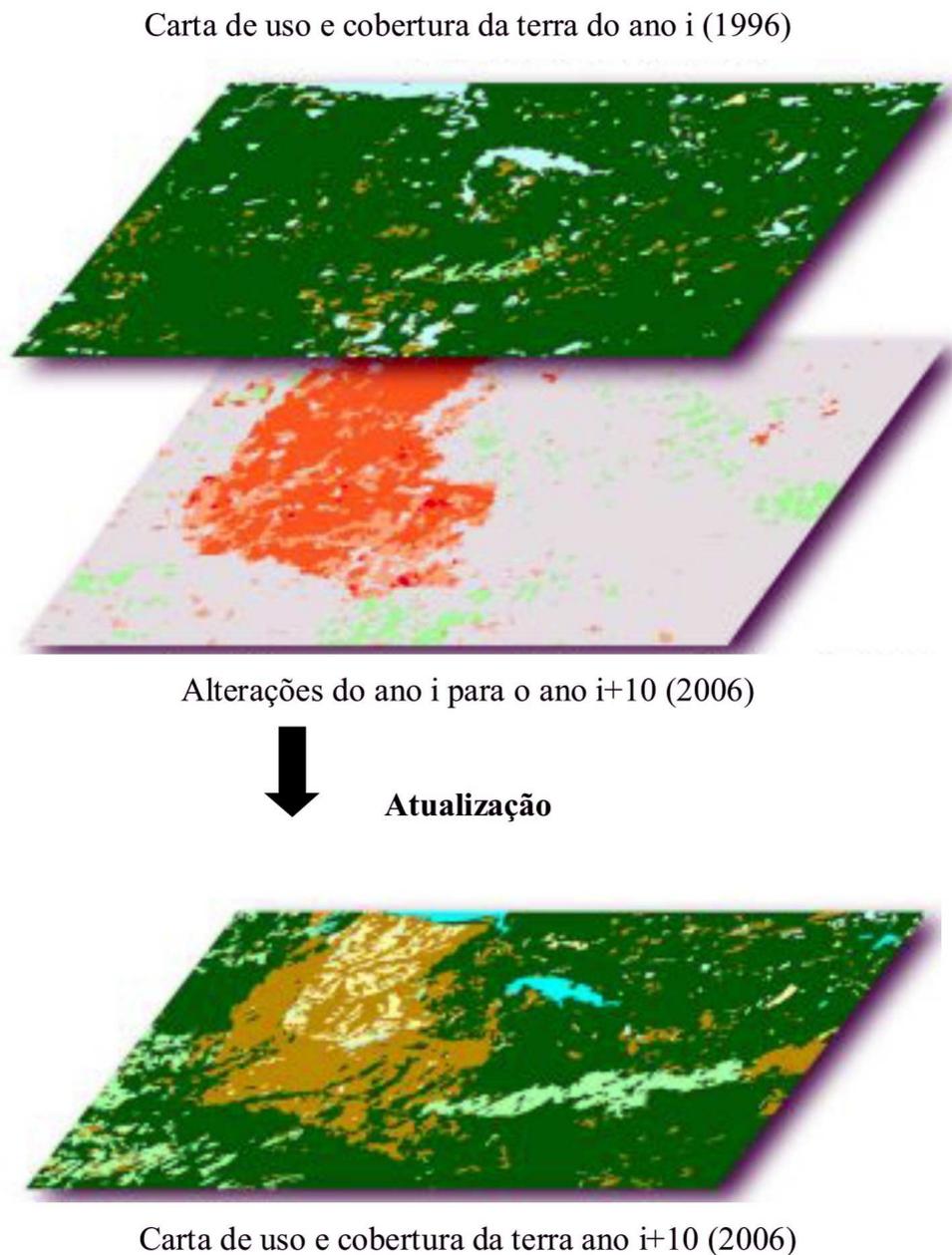


Figura 6 – Proposta de atualização de uma carta de ocupação do solo com imagens de satélite.
Adaptado de CDFFP (2002)

Para Soares Filho (2005), por meio de mapas temporais podem-se observar as mudanças e identificar as tendências da dinâmica na paisagem, incluindo o cálculo de taxas líquidas e brutas para cada período analisado, como também a evolução dessas taxas no decorrer do tempo.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise do mapa de vegetação natural-formação herbácea inundável (Fig. 7), evidenciou na imagem do ano de 2006, que houve um aumento da área em relação ao ano de 1996. Pressupõe-se que a prática do cultivado de sequeiro, pastagem de gado, queimadas descontroladas foram as principais atividades que contribuíram para o aumento, fato confirmado por Moçambique (2006).

A percentagem de alteração da formação herbácea inundável aumentou a sua proporção e ou área de influência em 99%. Esta classe ganhou mais terreno do que perdeu, o que significa aumenta de uma pequena porção do solo exposto (visto que o solo estava coberto de capim sobre influência da água durante a maior parte do ano).

A classe Plantações² se refere às plantações artificiais de pinheiros e/ou de eucaliptos (MOÇAMBIQUE, 2002). Analisando o mapa da expansão de plantações (Fig. 8), observou-se que a área alterou significativamente no período.

² As primeiras plantações em Moçambique iniciaram no século XIX com o plantio de árvores na Cidade de Maputo, predominantemente com espécies do género *Eucalyptus* com o objetivo de secar os pântanos existentes na parte baixa da cidade. Na década 20 à 1932, foram estabelecidos plantios em Marracuene (e algumas outras Cidades) onde foram introduzidas mais de duzentas espécies florestais exóticas com o objetivo de testar espécies e proveniências mais adequadas à Moçambique. Após várias discussões contra a introdução massiva de espécies exóticas no país, alegando-se fraca qualidade da madeira destas, na década 50, foram estabelecidos ensaios de espécies nativas, tendo sido estabelecidas nesse período colonial, cerca de 20.000 hectares de plantações florestais com espécies exóticas. O período pós-independência nacional, foi marcado pelo Desenvolvimento de plantações com espécies florestais de rápido crescimento para o abastecimento de lenha e carvão às populações dos três maiores centros urbanos: Maputo, Beira, Nampula e seus arredores, visando reduzir a pressão que já se começava a sentir sobre a floresta nativa ao redor dos grandes centros urbanos. Este desenvolvimento de plantações levou à criação, no fim da década setenta (70) e início da década oitenta (80) projetos de plantio de milhares de hectares de diversas espécies florestais. Em 1987, estes projetos começaram a enfrentar problemas de recursos financeiros e humanos qualificados para dar continuidade e manutenção das plantações já estabelecidas; tendo, na primeira metade da década 90, surgido a privatização de algumas unidades produtivas e as restantes por falta de interessados foram transferidos para a gestão provincial, através das direções provinciais de Agricultura. Apesar destes projectos não terem alcançado os resultados esperados, contribuíram para duplicar a área florestal que o país tinha na altura da proclamação da independência, isto é o país passou de 20000 ha em 1975 para cerca de 42000 ha (hectares) em 1992. Com a interrupção dos programas de reflorestamento que eram levados a cabo pelo Estado através dos projetos, a atividade de reflorestamento no país nos últimos anos resumiu-se a pequenas ações isoladas de pouco impacto, levadas a cabo pelas direções provinciais de agricultura (DPA) com os poucos recursos de que dispõem. Os esforços empreendidos, entre a última metade da década 90 e a primeira década deste século, visando atrair o sector privado para o desenvolvimento do reflorestamento não surtiram o efeito desejado devido à falta de mão-de-obra especializada, recursos financeiros e disponibilidade de equipamento, peritos em gestão e sem planos de produção, contribuíram para a situação atual na qual o país importa todas suas necessidades em madeira (dados estatísticos não disponíveis) e com fraco desenvolvimento do sector de plantações florestais, apesar da vasta disponibilidade de terra para o efeito. Reconhecendo o fato do setor privado local não ter tradição de plantar árvores e não dispor de recursos para investimento para uma atividade de longo prazo, como é o caso de plantações florestais o sector tem estado a busca de soluções visando o desenvolvimento de plantações florestais para fins industriais, energéticos e de conservação. É neste contexto que iniciou uma campanha de promoção da iniciativa junto das grandes empresas florestais dedicados a produção de polpa e papel. Os resultados são expressos pelo interesse manifestado e demonstrado na procura de áreas para o desenvolvimento da atividade de plantações florestais (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA-MOÇAMBIQUE, 2006).

Diferença na vegetação natural de 1996 à 2006

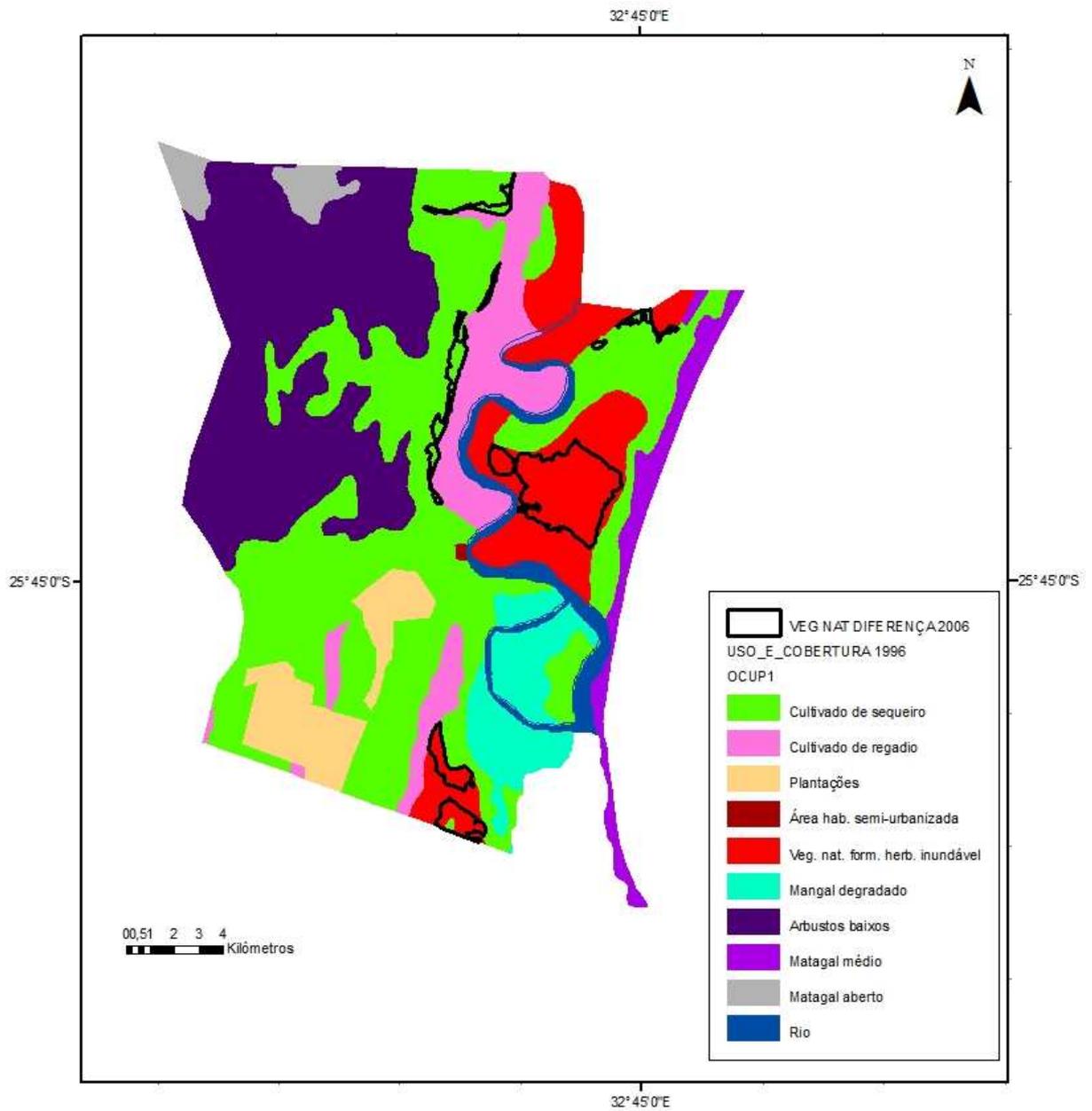


Figura 7 – Expansão da vegetação natural – formação herbácea inundável entre 1996 e 2006.

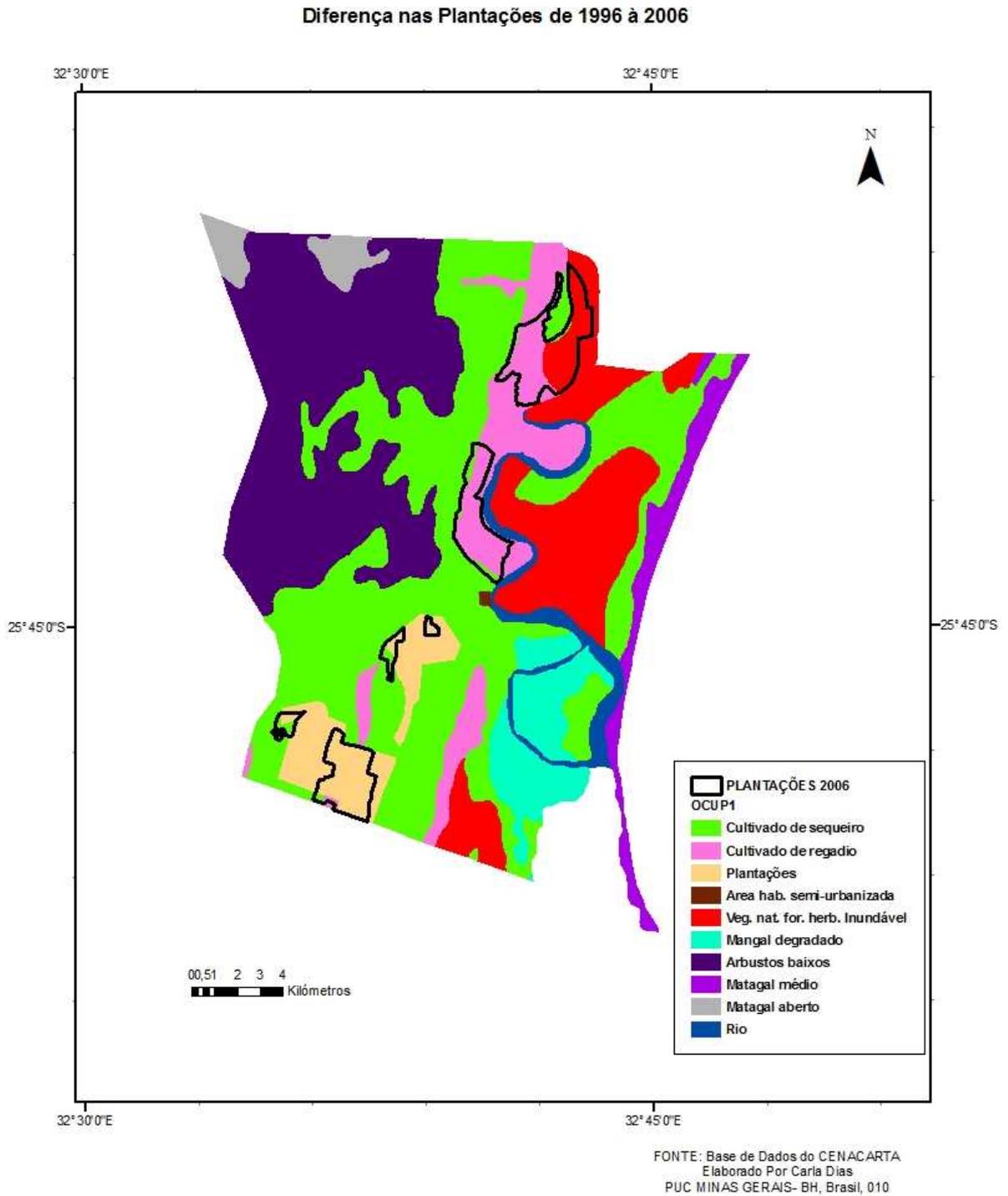


Figura 8 – Expansão de plantações entre 1996 e 2006.

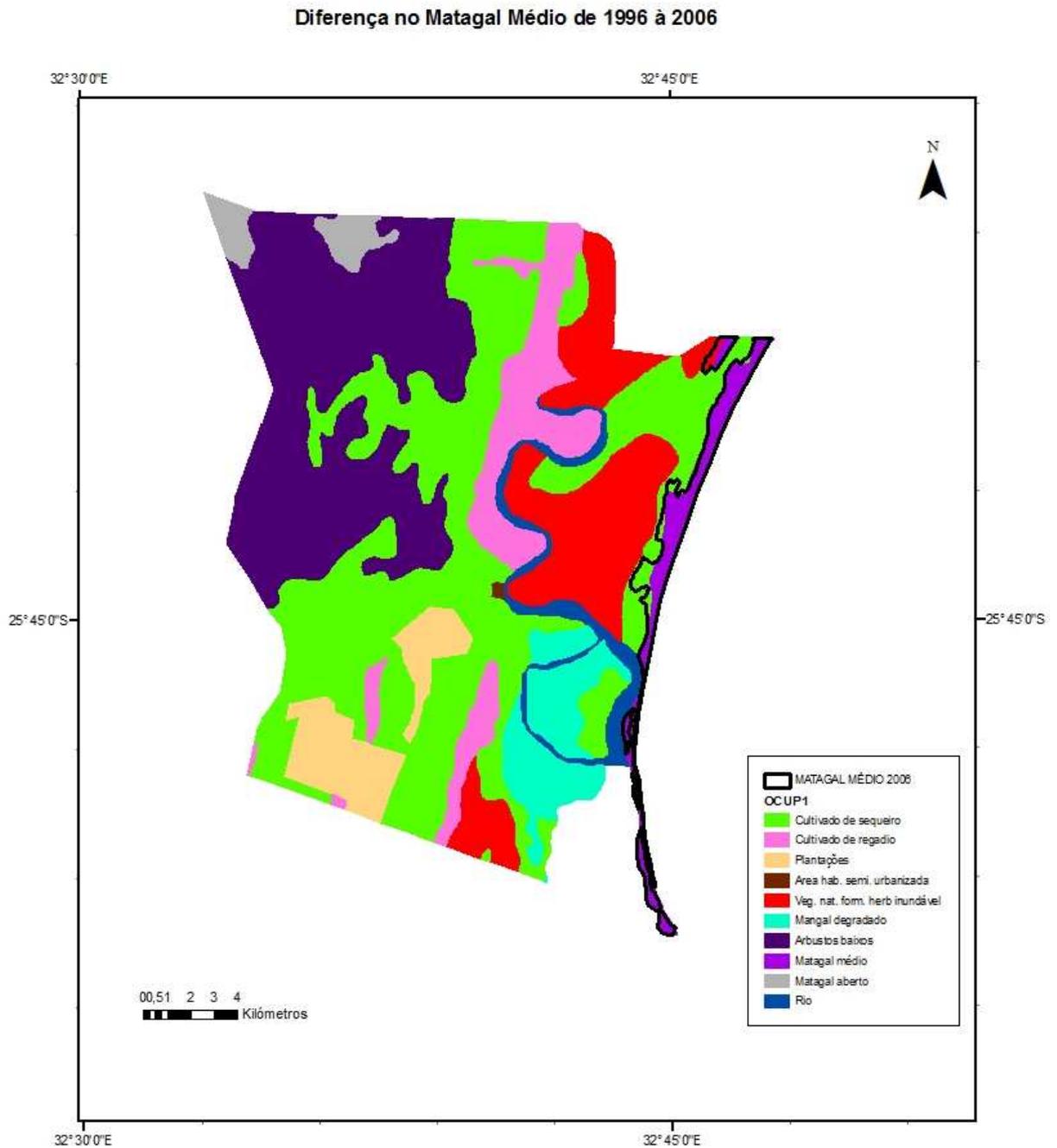
O matagal médio³, localizado próximo ao litoral e de alguns rios, é uma classe que tanto nos dados de 1996 como de 2006 ocupou uma pequena parte do distrito, verificou-se que houve uma pequena diferença na expansão das áreas no período analisado (Fig. 9).

Na classe matagal aberto pelo menos 40% da superfície era coberta por arbustos (MOÇAMBIQUE, 2002). Com base na imagem de satélite do ano 2006, verificou-se que houve redução da classe matagal aberto em relação ao ano de 1996, principalmente na porção noroeste do distrito (Fig. 10). Essa mudança ocorreu provavelmente pela forte intervenção humana na prática do cultivo de sequeiro (visto que em um dos polígonos, a classe matagal aberto foi substituída pela classe cultivado de sequeiro).

Quanto à classe mangal degradado⁴ ou manguezal degradado (Fig. 11), observa-se que houve intensa alteração no período, influenciada provavelmente pelo uso da espécie para obter estacas, lenha, madeira para barcos, forragem, cascas para tingir redes, medicamentos e outros fins. Outro fato que pode ter influenciado a alteração foram os cortes descontrolados de mangais em territórios localizados próximos dos centros urbanos (como é o caso do distrito de Marracuene), com grandes concentrações populacionais.

³ Os matagais ocorrem em diversas condições climáticas e edáficas não favoráveis para o crescimento de plantas lenhosas altas. A classe matagal, pertence ao grupo dos bosques cerrados, onde os arbustos estão densamente intercalados até formarem uma comunidade impenetrável com exceção ao longo dos corredores feitos pelos animais. Na classe matagal médio, o estrato dominante é uma camada de arbustos de 3 a 5 metros de altura com árvores emergentes até 10 metros de altura, com a cobertura do topo de 10 a 20 %. A extensão do estabelecimento de herbáceos é dependente da densidade da camada de arbustos que pode variar de denso a ligeiramente aberto (CENACARTA-MOÇAMBIQUE 2002).

⁴ Ministério para a Coordenação da Ação Ambiental, 2007 afirmou que os mangais estão adaptados a viver em ambientes salinos e constituem um dos mais produtivos ecossistemas costeiros. Estes Ecossistemas albergam uma variedade de animais terrestres e marinhos incluindo insetos, aves, peixes, crustáceos, moluscos e outros que contribuem para suprimento de nutrientes no território do mangal, na forma de material fecal e reciclagem de matéria orgânica. Porque os mangais contribuem para a reciclagem de nutrientes, eles são um suporte de importantes espécies, contribuindo assim para os pescadores artesanais e costeiros. Os mangais servem também para estabilizar os sedimentos, isto é, produzem os efeitos da erosão contribuindo assim para a proteção costeira. A província de Maputo é uma das províncias onde se registram as maiores taxas de desmatamento da floresta de mangais, para a produção de combustível lenhoso, dentre outros motivos. Os mangais ocupam cerca de 400 000 hectares ao longo do país, dos quais cerca de 215 000 hectares estão relativamente preservados. Os mangais são formações de plantas litorais que se desenvolvem num sistema regulado, segundo as condições ambientais que ocorrem ao longo das costas tropicais e subtropicais sujeitas a regimes de marés marcando uma lenta tradição entre a plataforma continental e terrestre. Estas formações encontram-se fundamentalmente nos estuários, rios, lagos costeiros, lagoas, faixas inundadas entre-marés das províncias de Nampula, Zambézia e Sofala a norte do rio Save, e a sul deste na baía do Maputo e nos rios Tembe, Umbelúzi e Incomáti, ocorrendo contudo, em toda a zona costeira. São características típicas do mangal os solos, a fauna, a hidrodinâmica, riqueza e produtividade. A vegetação é composta por árvores e arbustos cuja altura varia de 1 e 4 metros e que devido ao nível alto de umidade dos solos, é sempre verde. O número de espécies vegetais é relativamente reduzido, o que se deve às peculiaridades das condições a que estão sujeitos (Ministério para Coordenação da Ação Ambiental-Moçambique, 2006).



FONTE: Base de Dados do CENACARTA
 Elaborado Por Carla Dias
 PUC MINAS GERAIS- BH, Brasil, 010

Figura 9 – Expansão de matagal médio entre 1996 e 2006.

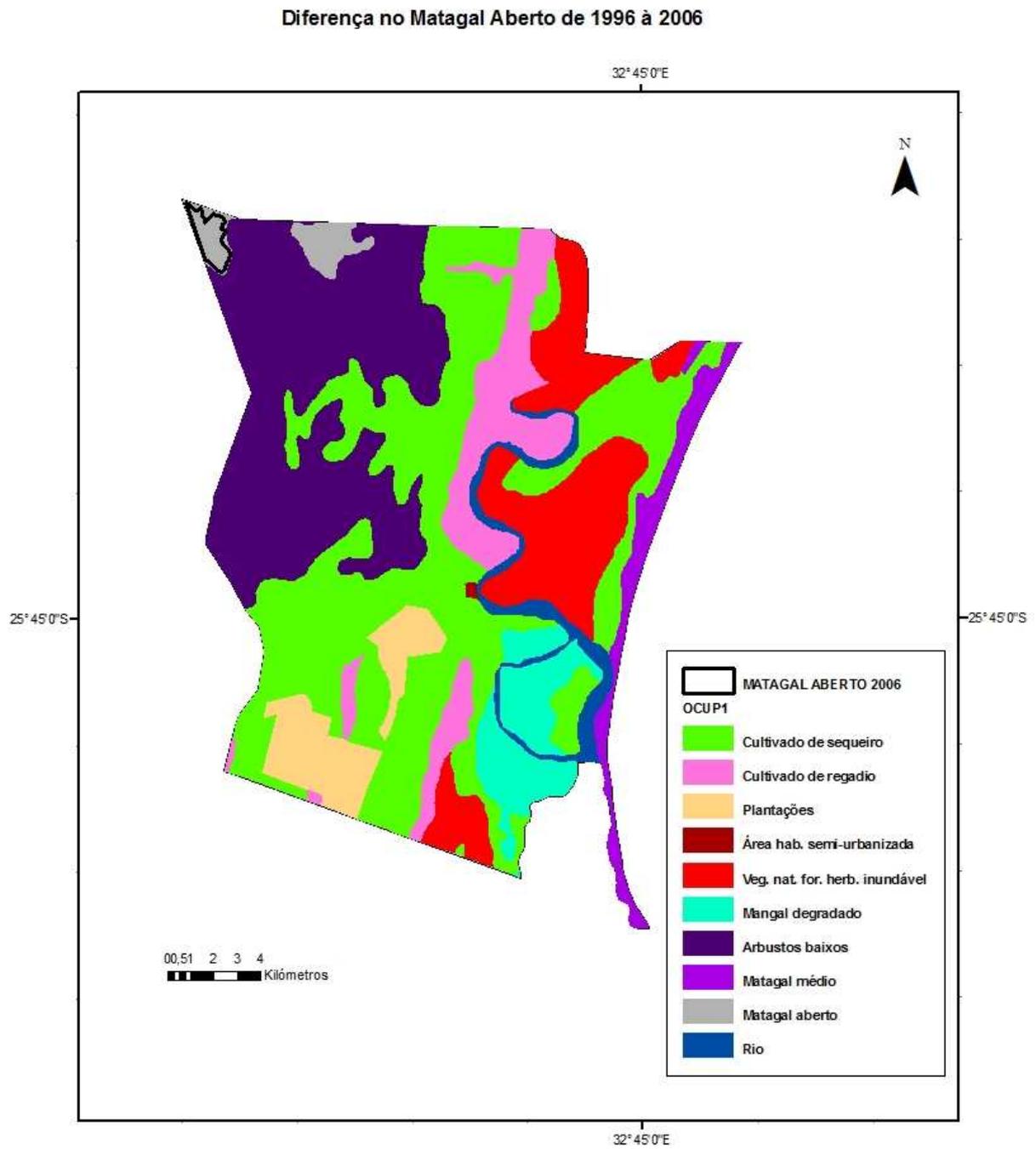
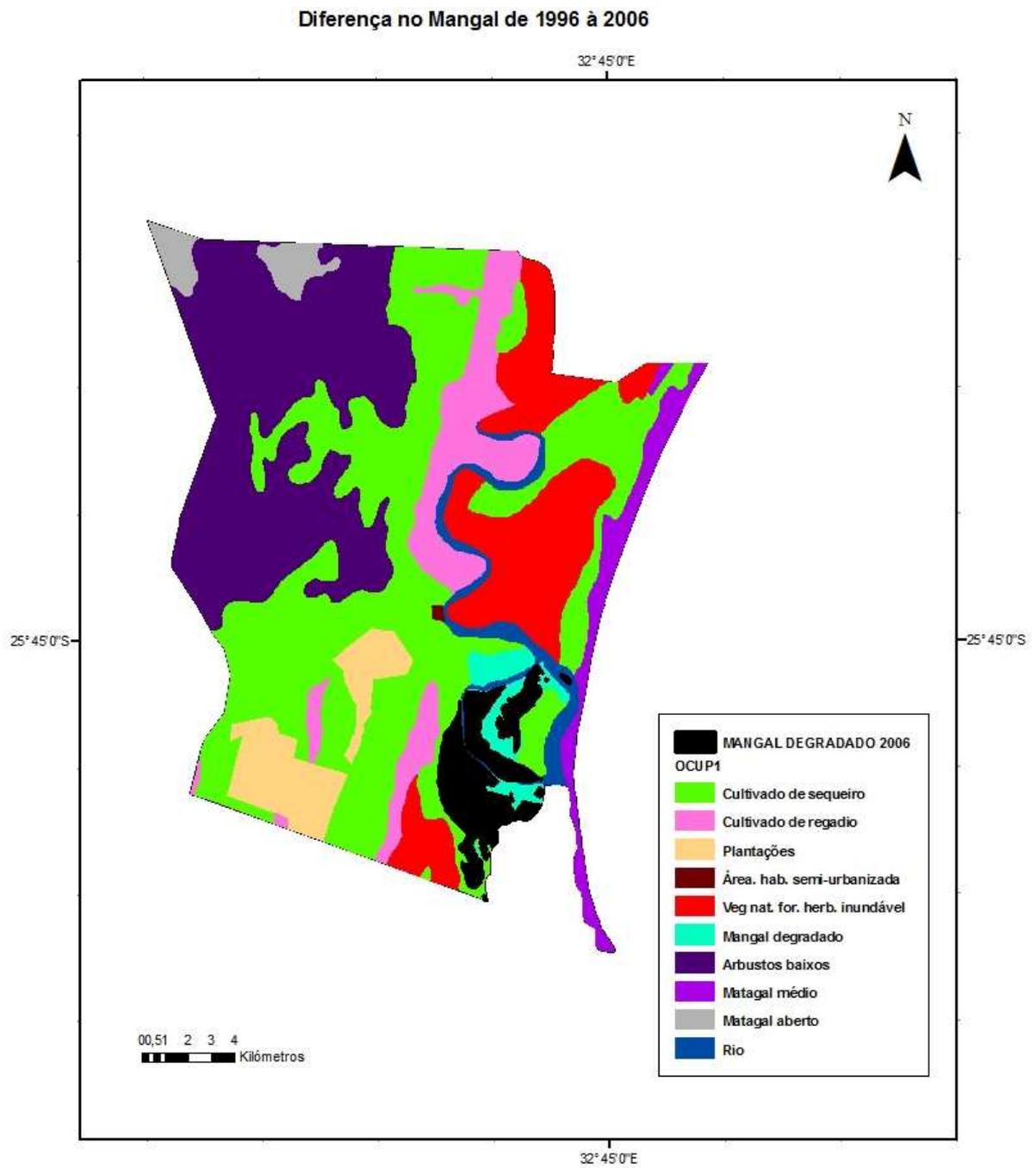


Figura 10 – Expansão de matagal aberto entre 1996 e 2006.



FONTE: Base de Dados do CENACARTA
 Elaborado Por Carla Dias
 PUC MINAS GERAIS- BH, Brasil, 09

Figura 11 – Área de mangal degradado entre 1996 e 2006.

A perda de mangal poderá afetar o ecossistema por meio da queda na reprodução de espécies marinhas, que posteriormente servirão de alimento aos seres humanos e contribuir para a susceptibilidade dos solos, o que com a ajuda de outros fatores poderão advir inúmeras consequências como erosão, desertificação dos solos, entre outras.

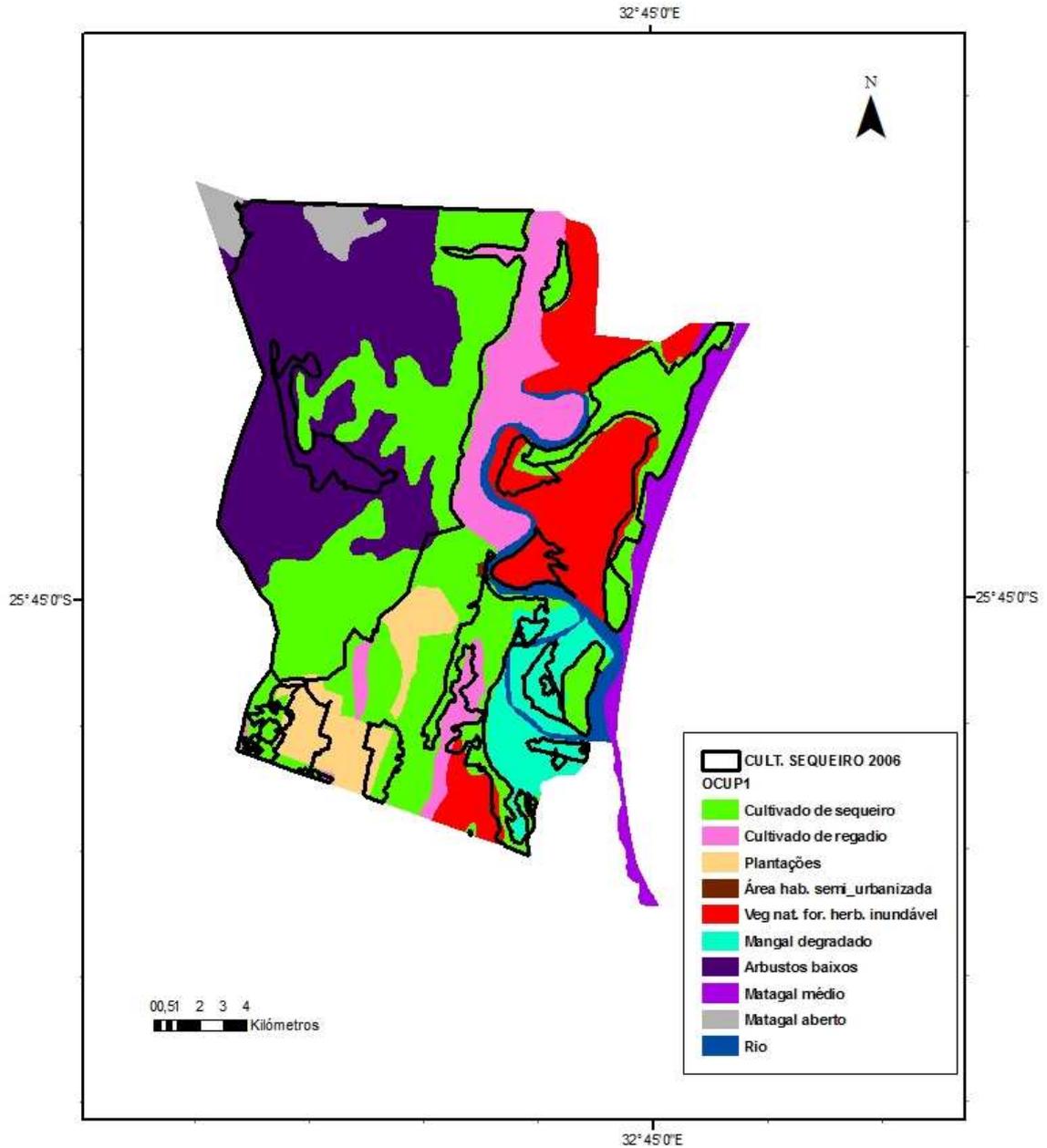
Segundo o Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção-Moçambique (2002), a classe cultivado de sequeiro descreve áreas de culturas sem gestão particular da água. Nota-se no mapa da figura 12 que esta classe invadiu as classes arbustos baixos, vegetação natural (formação herbácea inundável), matagal aberto, plantações e cultivado de regadio.

Pelos dados evidenciados na imagem de 2006, o cultivado de sequeiro é a atividade mais predominante no distrito de Marracuene. Nessa classe são cultivadas algumas culturas tais como mandioca, milho, arroz, abóbora, caju, amendoim, algodão e feijão; produtos caracterizados como agricultura familiar e ou de subsistência (praticado próximo a residência familiar), anulando a distância a ser percorrida, custos de transporte, dentre outros custos dispendiosos.

As áreas de culturas irrigadas artificial ou naturalmente (zonas alagadas), são denominadas de cultivado de regadio (MOÇAMBIQUE, 2002). Analisando o mapa de cultivado de regadio (Fig. 13), verificou-se que a área de influência da mesma classe reduziu consideravelmente por um lado, e por outro lado houve um pequeno aumento em alguns polígonos (“invadindo” uma pequena parte das classes plantações e cultivado de sequeiro), mas não se compara a área perdida que foi consideravelmente maior .

Moçambique (2002), define moita ou arbustos baixos (Fig. 14) como a terra dominada por arbustos baixos que variam de 50 centímetros a 2 ou mais metros de altura. Ocorre onde as plantas lenhosas altas estão excluídas pela exposição ao vento, temperaturas baixas, pouca profundidade ou oligotrofismo dos solos operando só ou em várias combinações.

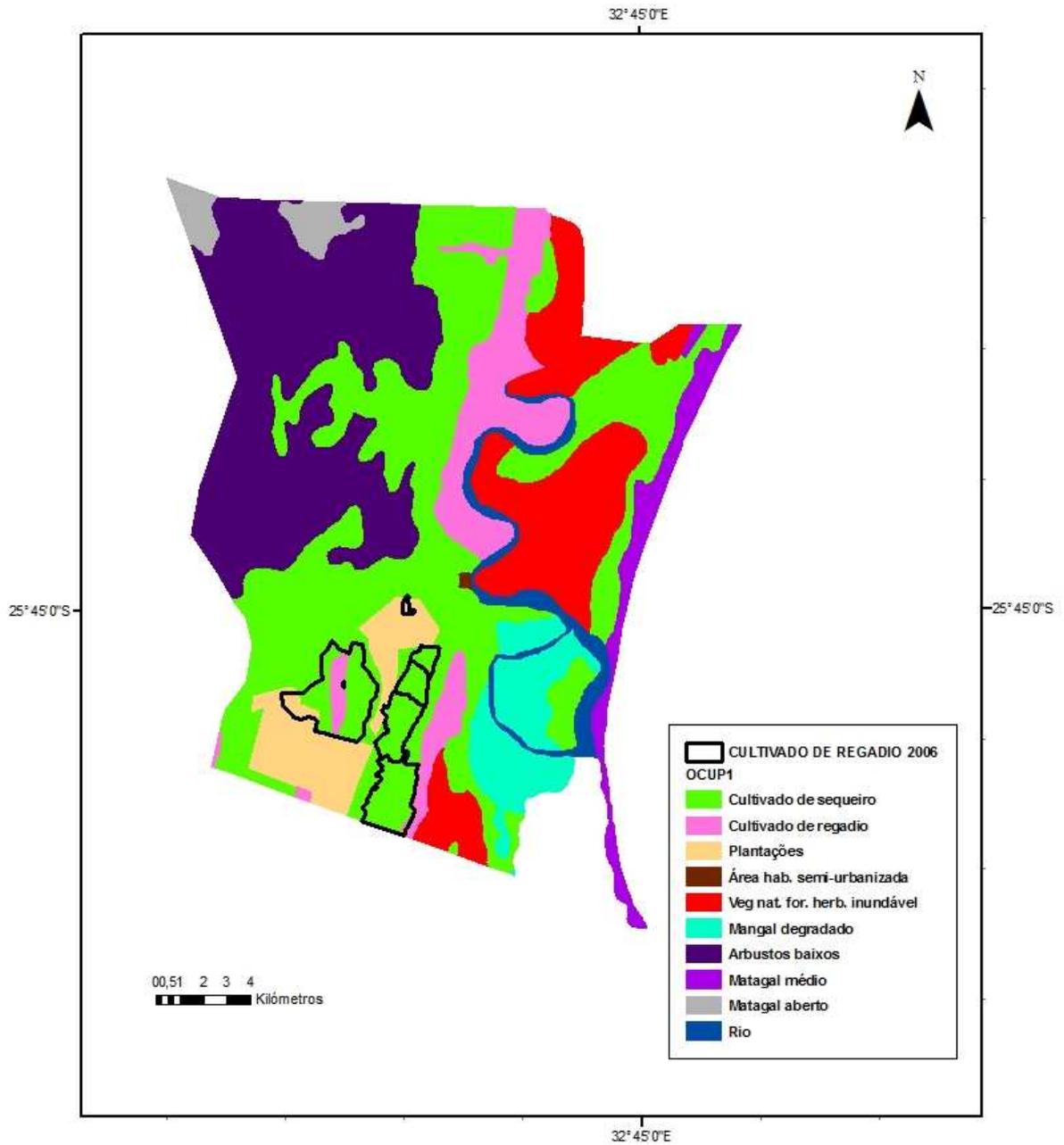
Diferença no Cultivado de Sequeiro de 1996 à 2006



FONTE: Base de Dados do CENACARTA
 Elaborado Por Carla Dias
 PUC MINAS GERAIS- BH, Brasil, 010

Figura 12 – Expansão de cultivado de sequeiro entre 1996 e 2006.

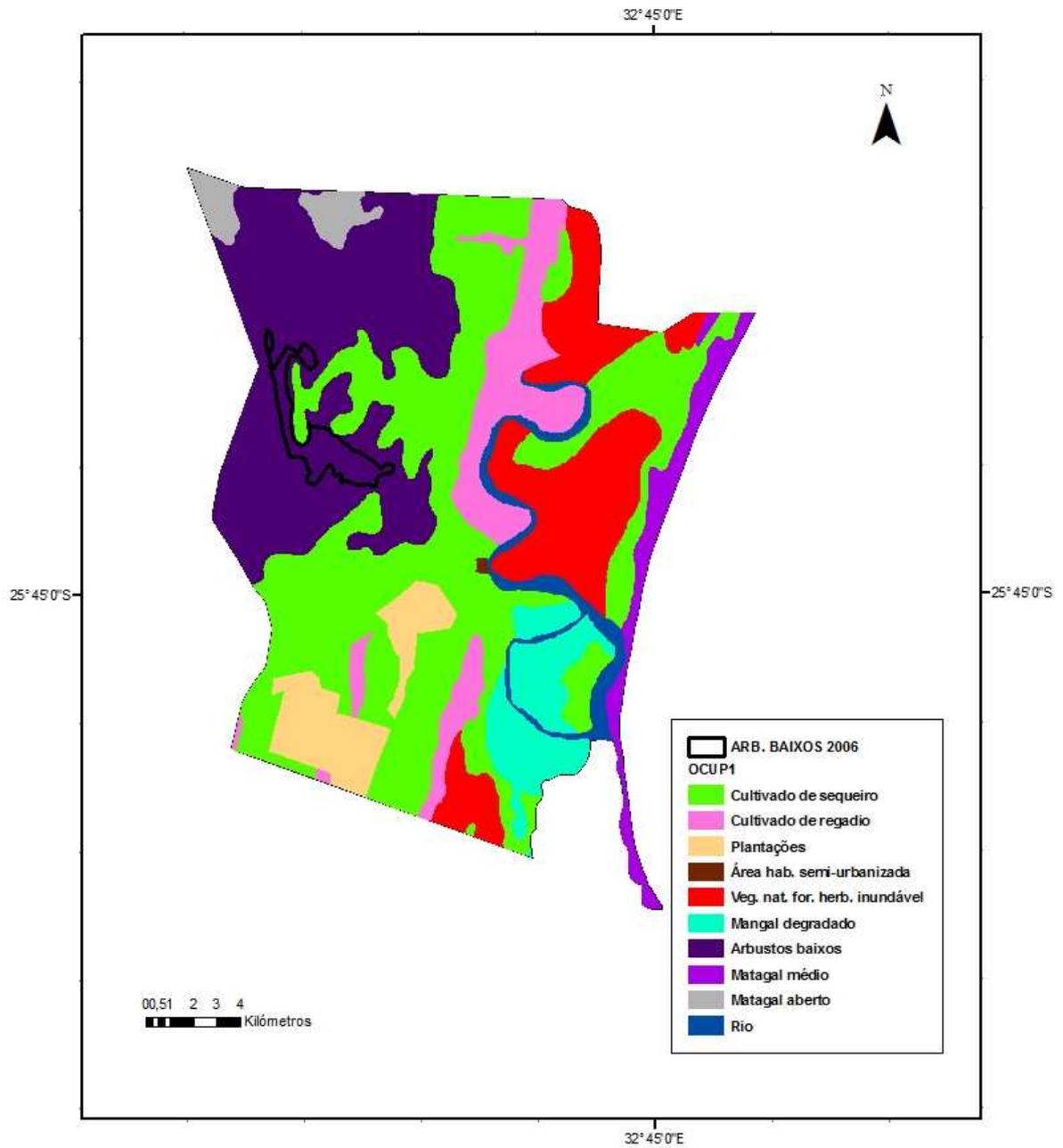
Diferença no Cultivado de Regadio de 1996 à 2006



FONTE: Base de Dados do CENACARTA
Elaborado Por Carla Dias
PUC MINAS GERAIS- BH, Brasil, 010

Figura 13 – Expansão de cultivo de Regadio entre 1996 e 2006.

Diferença nos Arbustos Baixos de 1996 à 2006



FONTE: Base de Dados do CENACARTA
Elaborado Por Carla Dias
PUC MINAS GERAIS- BH, Brasil, 09

Figura 14 – Expansão de arbustos baixos entre 1996 e 2006.

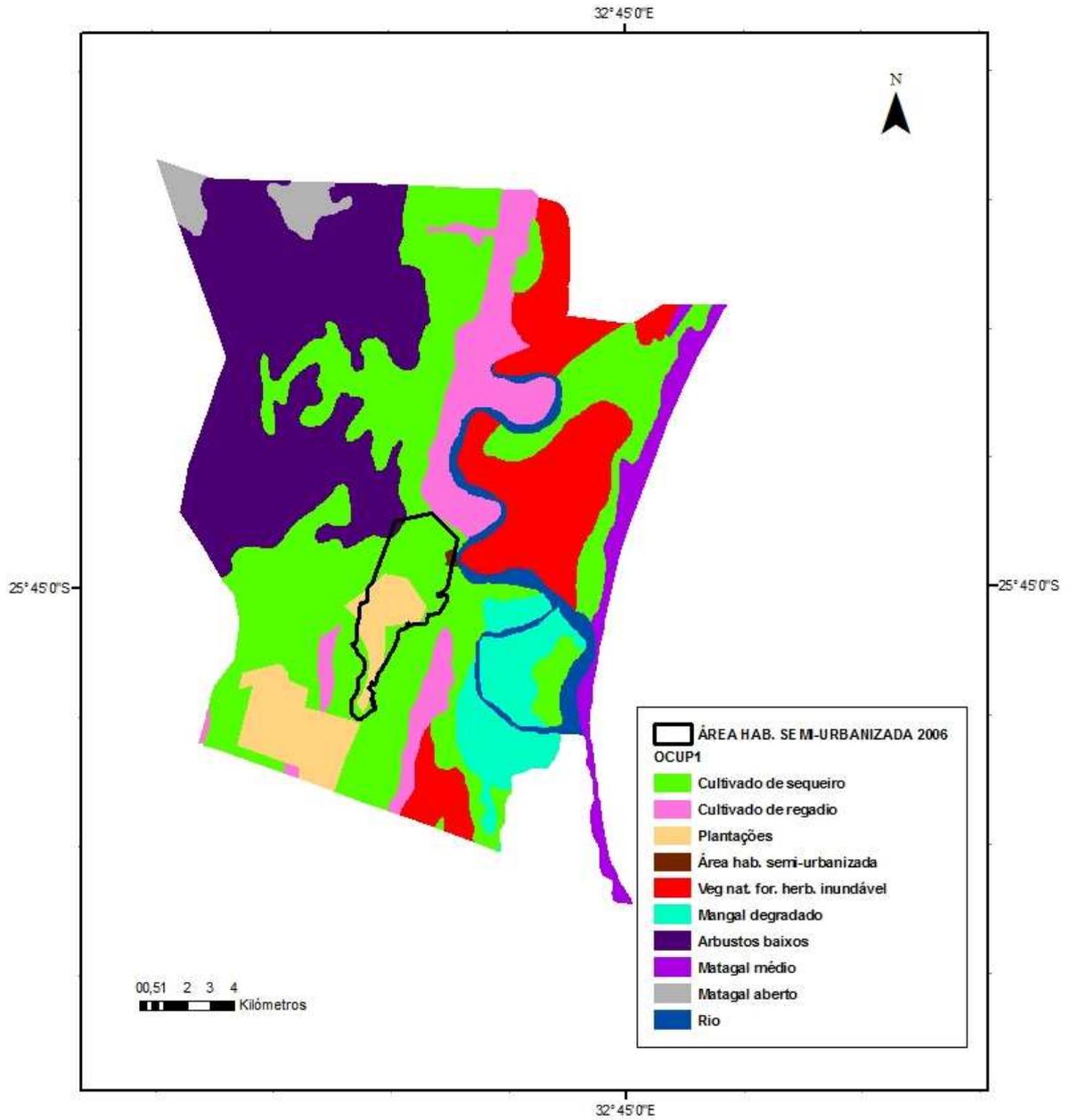
Analisar a tendência da classe arbustos baixos no distrito de Marracuene no decorrer dos anos 1996 a 2006 significa analisar a tendência de uma planta perene, de caule lenhoso e menor do que uma árvore no distrito de Marracuene. Essa tendência foi manifestada por uma redução drástica dos arbustos baixos nesse período. Isto é, grande parte da área que era coberta pela classe em 1996, no ano de 2006 já tinha sido extinta, passando a pertencer a outra classe (cultivado de sequeiro). Foi a segunda classe do uso e cobertura da terra com maior redução (depois da classe matagal aberto).

Comparando a área habitacional semi-urbanizada (Fig. 15) verificou-se que a mesma teve o maior aumento de 1996 a 2006. Este aumento é explicado pelo fato do distrito/posto administrativo de Marracuene ser uma região em grande expansão populacional e onde nos últimos anos ter sido o destino de muitos Moçambicanos (devido a vários fins: habitacionais, exploração de espécies vegetais para consumo e comércio, extensas porções de terra desabitadas).

Dos nove mapas apresentados, referentes às classes cultivado de sequeiro, cultivado de regadio, matagal aberto, matagal médio, vegetação natural-formação herbácea inundável, plantações, mangal degradado, arbustos baixos e área habitacional semi-urbanizada, verificou-se que no período compreendido (1996-2006), houve imensas alterações nas diferentes classes de uso e cobertura da terra (Fig. 16).

Tal como o ano de 1996, em 2006, a prática mais predominante (com maior área de ocorrência) no distrito de Marracuene foi o cultivado de sequeiro, cuja distribuição espacial da classe invadiu grande parte das classes arbustos baixos, matagal aberto e mangal degradado. Contrariamente, a classe menos predominante no ano de 2006 foi o mangal degradado. Outra ocorrência marcante foi a classe vegetação natural-formação herbácea inundável que invadiu significativamente a classe cultivado de regadio e pequena parte do cultivado de sequeiro e do mangal degradado, o que levou ao aumento do seu efetivo.

Diferença na Área Habitacional Semi-Urbanizada de 1996 à 2006



FONTE: Base de Dados do CENACARTA
Elaborado Por Carla Dias
PUC MINAS GERAIS- BH, Brasil, 010

Figura 15 – Expansão da Área Habitacional Semi-Urbanizada entre 1996 e 2006.

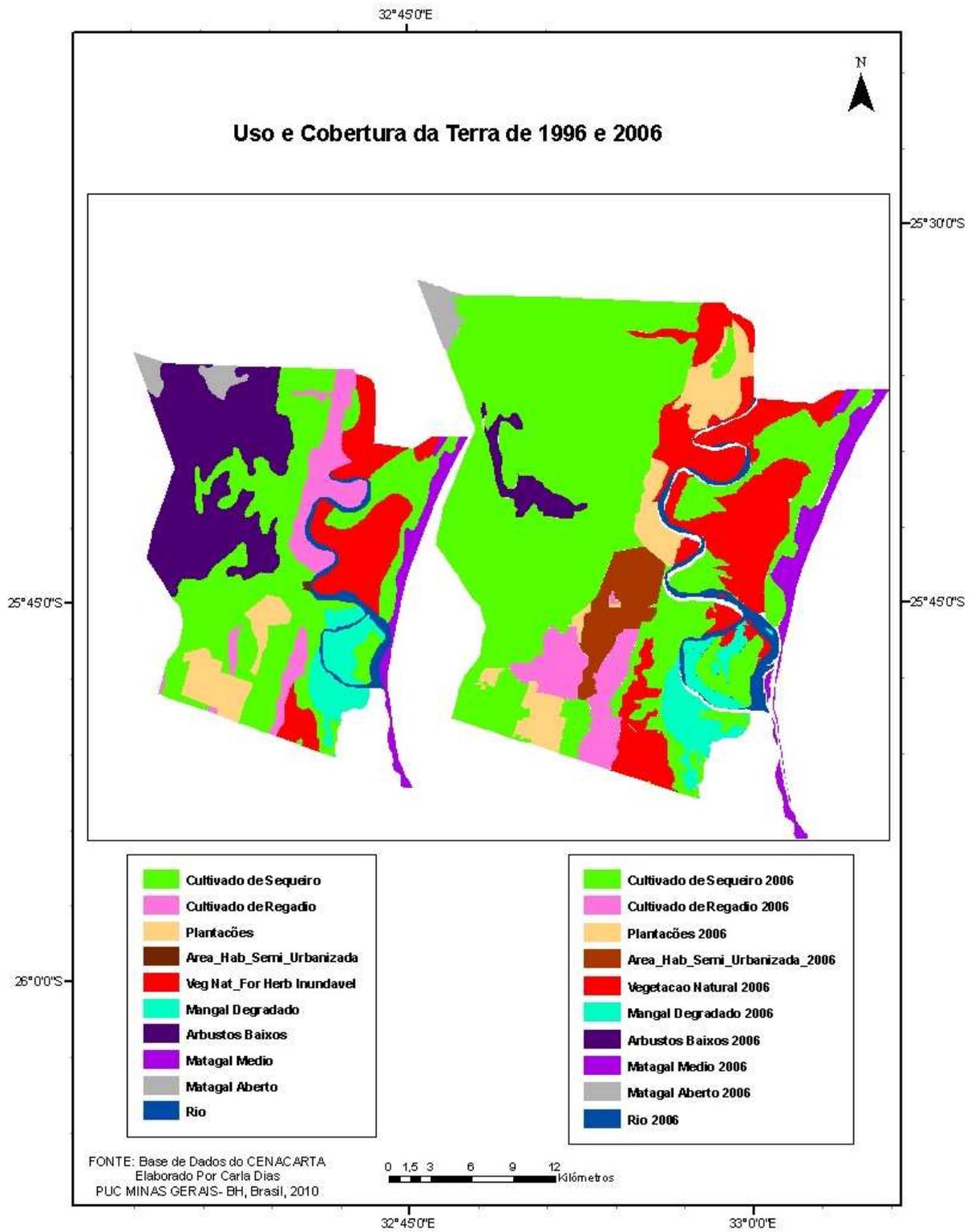


Figura 16 – Diferenças nas classes de uso e ocupação da terra entre 1996 e 2006

Inúmeros fatores contribuíram para as diferenças registradas nas diversas classes, dentre os quais expansão populacional, fabrico de carvão, lenha, estacas, pastagem de gado, preferência de determinadas práticas (exemplo, cultivado de sequeiro) e ou culturas em relação à outras, devido as condições climáticas do distrito/posto administrativo de Marracuene. Também há que considerar outros fatores tais como a pastagem de gado e pequenos ruminantes e a prática da agricultura privada e familiar que são as bases da economia distrital.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Geografia é o estudo da natureza, dos meios físico e humano. É um campo do conhecimento que busca a compreensão das relações de produção que se desenvolvem na sociedade e da apropriação que a sociedade faz da natureza, dentre outros aspetos.

Este trabalho analisou a evolução do uso e cobertura da terra em Moçambique, tendo como estudo de caso, o distrito de Marracuene (posto administrativo de Marracuene) priorizando a atualização e análise da base de dados SIG do Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção-Moçambique, por meio da evolução do uso e cobertura da terra, na escala 1:250.000. Além da análise, permitiu o conhecimento da dinâmica das alterações constatadas no posto administrativo de Marracuene, a comparação de levantamentos e qualificações efetuadas em dois diferentes períodos (1996 e 2006).

O uso de imagens de satélite para a produção de mapas apresenta como vantagens a aquisição periódica e a cobertura de grandes áreas a custos relativamente baixos. Porém, a produção automática a partir de imagens de satélite pode ser prejudicada por situações como o fato de diferentes ocupações de uso e cobertura da terra poderem ter assinaturas espectrais semelhantes, ou de algumas classes poderem não ser identificáveis ao nível do pixel (CAETANO E SANTOS, 2001). Por estas razões, muitos programas de cartografia do uso e cobertura da terra, por detecção remota têm-se baseado em interpretação visual, como é o caso desse estudo.

Os mapas de ocupação do solo devem estar disponíveis em diferentes escalas conforme se destinem a aplicações locais, regionais ou globais. Neste âmbito, a escolha do tipo de imagens está condicionada para o fim analítico do mapa. De fato, na cartografia as escalas locais são realizadas com imagens de alta resolução (e.g., IKONOS), as escalas regionais, com imagens SPOT (*Système Probatoire d'Observation de la Terre*) ou Landsat, enquanto que escalas globais recorrem geralmente as imagens NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

Buscou-se atender aos objetivos propostos, com base na imagem de satélite SPOT 4 (resolução espacial de 20 metros), que serviu como base para a

digitalização manual/na tela do computador, associada também a digitalização semi-automática para a elaboração dos mapas apresentados.

O distrito de Marracuene é um distrito que se localiza no sul de Moçambique, zona 36, concretamente na província de Maputo e que se formou devido a expansão urbana da província e cidade de Maputo, e de províncias e cidades vizinhas. Outrora (década 90), o mesmo já foi uma das maiores fontes para a produção do carvão, lenha, madeira, estacas, dentre outros produtos provenientes da vegetação e dos recursos naturais disponíveis.

Com base no estudo de caso, confirmou-se que os dados de uso e cobertura da terra do Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção-Moçambique se encontram desatualizados. Com base na pesquisa, foi possível verificar a existência de novos dados (novo plano de informação, em forma de mapas, com a nova informação) de uso e cobertura da terra, da base de dados temática da mesma instituição.

Ressalta-se a importância de conhecer as percentagens das classes estudadas (cultivado de sequeiro, cultivado de regadio, matagal aberto, matagal médio, mangal degradado, vegetação natural-formação herbácea inundável, plantações, arbustos baixos e área habitacional semi-urbanizada), a fim de se conhecer a percentagem ganha e perdida nos 10 anos de estudo (1996 á 2006).

Com base na atualização da base de dados SIG, verificou-se que de 1996 á 2006 houve uma grande alteração nas classes. A área habitacional semi-urbanizada do ano de 2006 foi a que teve o aumento mais elevado em comparação à mesma classe no ano de 1996. Este aumento pode ser explicado pelo fato do posto administrativo de Marracuene estar em grande expansão populacional (desde os anos 90), por se localizar próximo a cidade capital (Maputo) e também pelos recursos naturais existirem em grande abundância (vegetação, mangal, dentre outros). Relacionando as demais classes: matagal médio, vegetação natural-formação herbácea inundável e plantações tiveram a sua área de ocupação preservada. As classes que tiveram a maior diminuição (ano de 2006) foram o matagal aberto, mangal, cultivado de regadio e arbustos baixos.

Resumidamente, de 1996 a 2006, algumas classes aumentaram (cultivado de sequeiro, plantações, área habitacional semi-urbanizada) á favor das outras (arbustos baixos, matagal aberto), devido ao fabrico do carvão, lenha, produtos artesanais, pastagem de gado, e também porque as condições climáticas e do solo

assim o permitiram. Isto é, quanto menor for a precipitação no distrito, menor será a prática do cultivado de regadio (falta de água para irrigação) e maior será a prática do cultivado de sequeiro (culturas resistentes a escassez de água). O mangal reduziu porque a pesca é praticada para consumo próprio, e também porque os outros recursos de que o mesmo dispõe são utilizados sem uma devida gestão. O mapa abaixo (ortofotoplano do ano de 2003) é mais uma prova (meramente ilustrativa) da dinâmica veloz nas alterações do uso e cobertura da terra, no posto administrativo de Marracuene.

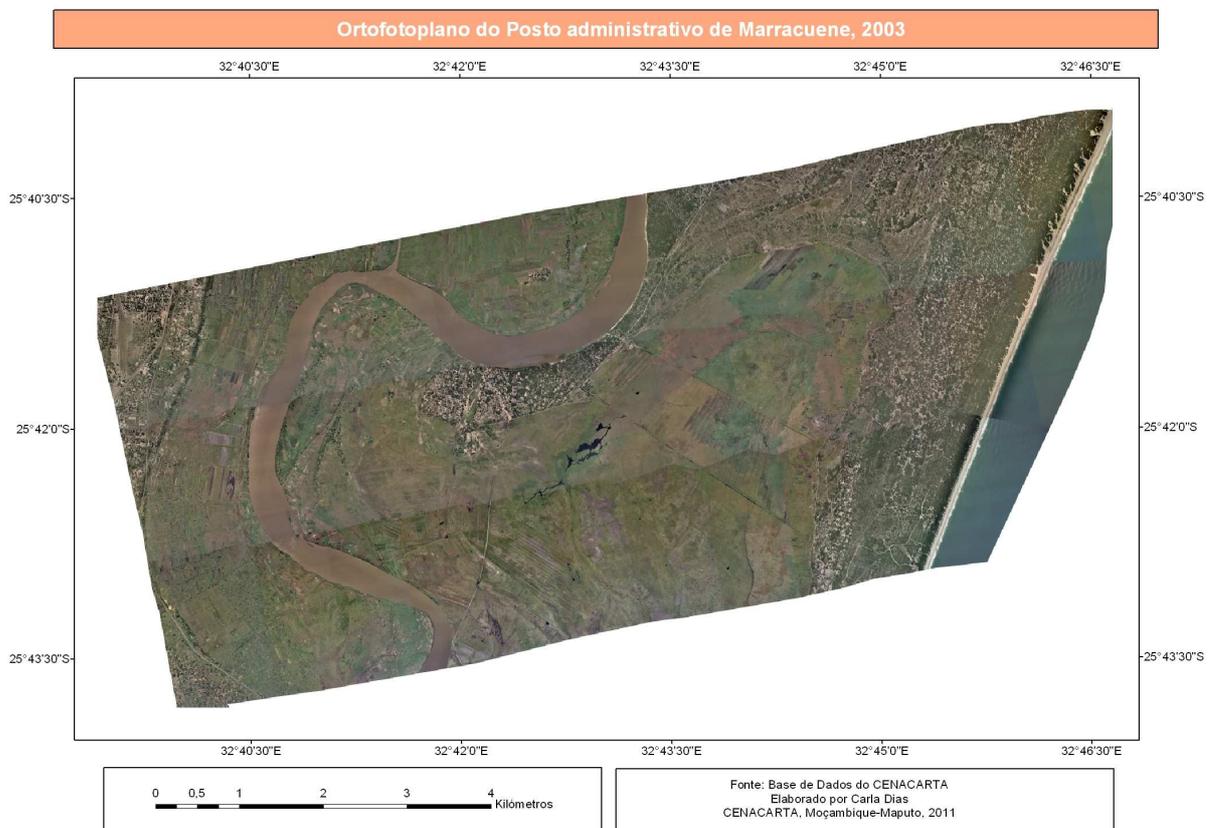


Figura 17 – Ortofotoplano ilustrativo da dinâmica veloz do uso e cobertura da terra, no posto administrativo de Marracuene

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. P. D. **Modelagem de mudanças de Uso e Cobertura do Solo na Amazônia: Questões Gerais**. In: Instituto de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: INPE, 2002. Disponível em: http://dpi.inpe.br/tutoriais/modelagem/cap4_modelos_LUC.pdf (Acesso em 17 de Março de 2010);
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Orgs.). **Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura**. 2. ed. Brasília: Embrapa SPI/ Embrapa-CPAC, 1998;
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio Físico de Bacias Hidrográficas: Modelo e Aplicação**. Florianópolis: Ed. da Universidade Federal de Santa Catarina, 1994;
- BENEDETTI, A. C. P. **Análise Espacial da Evolução do Uso e Cobertura da Terra na Sub-Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal, Santa Maria**. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal. Santa Maria-RS. Brasil. 2006. Disponível em http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=550 (Acesso em 8 de Dezembro de 2009);
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Piracicaba: Ceres, 1985. 392 p. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p;
- BLASCHKE, T.; KUX, H. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: Novos Sistemas Sensores - Métodos Inovadores**. 2ª edição: Oficina de Textos. São Paulo. 2007;
- BODOVSKY, Y. **GIS Resource Document: Conversion of Raster Images into Shapefiles using ArcScan**. 2006;
- BOLFE, E. L. **Geoprocessamento aplicado à análise de Recursos Florestais, estudo de caso: folha SH. 22-Y-A/DSG**. 2001. 131 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2001;
- BORGES, A. V. C.; DAVIS JR, C. A.; LAENDER, A. H. F. **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos**. Brasil;
- BRIASSOULIS, H. **Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches**. Regional Research Institute, West Virginia University, 1999. Disponível em <http://www.rri.wvu.edu/webBook/Briassoulis/contents.htm>. (Acesso em 2009);
- CAETANO, M.; SANTOS, T.; CARRÃO, A. N. e BARREIROS, M. Desenvolvimento de aplicações para generalização de cartografia temática. **Anais do VI Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG'2001**, Oeiras, 2001;

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D.; CARVALHO, M. S.; MEDEIROS, CLÁUDIA, M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica: Análise Espacial e Geoprocessamento**. INPE-Brasil. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>> Acesso em 2009

CÂMARA, G.; CARVALHO, M. C. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica: Análise espacial de eventos**. INPE-Brasil. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap2-eventos.pdf>> Acesso em 2009

CAMARGO, E. C. J.; FUCKS, S. D., CÂMARA, G.; **Análise Espacial de Dados Geográficos: Análise espacial de superfícies** Embrapa-Brasil. 2008. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap3-superficies.pdf>> Acesso em 2009

FELQUEIRAS, C. A.; DRUCK, S.; MONTEIRO, A. M. V.; **Análise Espacial de Dados Geográficos: Análise espacial de superfícies, o enfoque da estatística por indicação**. Embrapa-Brasil. 2008. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap4_geoest_indicadora.pdf> Acesso em 2009

CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S.; CRUZ, O. G.; CORREA, V.; **Análise Espacial de Dados Geográficos: Análise espacial de áreas** Embrapa-Brasil. 2008. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap5-areas.pdf>> Acesso em 2009

PEDROSA, B. M.; CÂMARA, G.; **Análise Espacial de Dados Geográficos: Modelagem dinâmica e Geoprocessamento** Embrapa-Brasil. 2008. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap6-dinamica.pdf>> Acesso em 2009;

CDFFP-California Department of Forestry and Fire Protection. (Acesso: 29-06-2010). **Monitoring land cover changes in California**, http://frap.cdf.ca.gov/projects/land_cover/monitoring/pdfs/socdp_final2.pdf.

CENACARTA-Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção. Ministério da Agricultura. **Guião técnico: Captura de Informação Geográfica Vectorial Digital para os SIG**. Maputo-Moçambique. 2008;

CENACARTA-Moçambique. **Chéias**. Disponível em: http://www.cenacarta.com/cheias2k/web/1__Documentos/DocsClassifUso/docsclassifuso.html> Acesso em 2009

CENACARTA - Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção. Ministério da Agricultura. **Normas e Procedimentos de Fornecimento e Difusão de Informação Geo- referenciada ao público**. Maputo-Moçambique, 2006. Disponível em: <http://www.cenacarta.com>> Acesso em 2010

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: UNICAMP;

DICIONÁRIO BRASILEIRO. Disponível em: <http://www.dicio.com.br/matagal/>> Acesso em 2009

DINAGECA - Direção Nacional de Geografia e Cadastro. **Projeto de Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra (Base Topográfica Simplificada)**. Maputo-Moçambique, 1999;

DINIZ, J. A. F. **Geografia da Agricultura**. 2ª Edição São Paulo: Edifício DIFEL, Brasil, 1984;

DIREÇÃO NACIONAL DE TERRAS Moçambique. **Distrito de Marracuene**. Disponível em: <http://www.dinageca.gov.mz/dnt>

ESPINOZA, Helia Del Carmen Farias. **Evolução Temporal da Cobertura Vegetal do Manguezal do Rio Tavares (Florianópolis-Santa Catarina) empregando Sensoriamento Remoto e SIG**. Dissertação de Mestrado. Itajaí, 2008;

ESRI. ArcGIS Desktop Help. **About Automatic Vectorization**;

ESRI. ArcGIS 9. **ArcScan Tutorial**. USA. 2006. Disponível em: http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/pdf/ArcScan_for_ArcGIS_Tutorial.pdf> Acesso em 2009

ESRI. ArcGIS 9. **ArcScan Tutorial**. USA. 2006. Disponível em: http://www.4shared.com/get/43022888/fc805e7b/ArcScan-ArcGIS_92.html;jsessionid=6EACDC125C8AED388197F82F605DE422.dc156> Acesso em 2009

FRASES, PROVÉRBIOS E PENSAMENTOS. Disponível em: <http://www.frasesepensamentos.net/frases-pensamentos-003.htm>> Acesso em 2009

FRASES, PROVÉRBIOS E PENSAMENTOS. Disponível em: <http://www.fraseseproverbios.com/frases-de-ayrton-senna.php>

FERRÃO, Manuel. **Apontamentos de Teledetecção-Fascículo I: Satélites e Princípios Físicos de Teledetecção**. CENACARTA e Universidade Eduardo Mondlane-Faculdade de Letra-Departamento de Geografia. Maputo-Moçambique. 2003;

FERRÃO, Manuel. **Apontamentos de Teledetecção-Fascículo II: Tratamento de Imagens Satélite**. CENACARTA e Universidade Eduardo Mondlane-Faculdade de Letras-Departamento de Geografia. Maputo-Moçambique. 2004;

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo, 2008;

GARCIA, G. J. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Interpretação de Imagens**. São Paulo: Nobel, 1982;

GEODATA-Moçambique. **Sensoriamento Remoto**. Disponível em: www.geodatamz.com

GOVERNO DE MOÇAMBIQUE. **Problemas ambientais**. Disponível em: http://www.convambientais.gov.mz/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=7> Acesso em 2009.

GOMES, F. C. L. **Mapeamento do Uso da Terra no Município do Conde-PB, utilizando Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado em Manejo de Solo e Água. Universidade Federal de Paraíba, Areia, PB, 2005;

GRIGIO, Alfredo Marcelo; AMARO, Venerando Eustáquio; DIODATO, Marco Antonio. **Dinâmica Espaço-Temporal do Uso e Ocupação do Solo, no período de 1988 a 2004, do baixo curso do Rio Piranhas-ASSU (RN): sugestões de acompanhamento integrado das atividades Socioeconômicas impactantes em Área Costeira**. Geografia. Volume 34 - nº1- Janeiro a Abril. Associação de Geografia Teorética. Rio Claro-São Paulo. Brasil, 2009;

HAZARDS, Expertise & BenchMarking. **Soluções em Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas-São Paulo-Brasil. 2008;

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual técnico de uso de terra (número 7)**. 2ª edição. Rio de Janeiro-Brasil. 2006;

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Manual do Usuário SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas)**. <Disponível em: <http://www.inpe.br/spring/usuario/indice> Acesso em 18 de Março de 2010>;

IRGANG, G.V. **Análise Espacial e Temporal do estado da Conservação Ambiental do Parque Estadual de Itapuã/RS**. 2004. Tese de Mestrado. Curso de Pós Graduação em Ecologia, Intituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);

KRONKA, F. J. N. *et al.* **Monitoramento da Vegetação Natural e do Reflorestamento do Estado de São Paulo**. In Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2005. Goiânia<Disponível em <http://www.itid.inpe.br/sbsr2005>> Acesso em 18 de Março de 2010;

KURAK, Mônica; MENEGUETTE, Arlete. **Proposta alternativa para Atualização de Base Digital de Dados Espaciais: o Caso de Presidente Prudente-SP**. Universidade Estadual Paulista, 2001;

LEICA GEOSYSTEMS GEOSPATIAL IMAGING (LLC). Erdas Imagine-Tour Guides. USA. 2006;

LOSCH, C. **Noções básicas para a Interpretação de imagens Aéreas, bem como algumas das suas aplicações nos campos profissionais.** 3. ed. Florianópolis: Ed. Da Universidade Federal de Santa Catarina, 1993;

Manual de Geoprocessamento-Brasil. Disponível em: <http://143.107.240.36/porta/geopro2000/aquisic.htm#digitalização%20manual>>Acesso em 2009

Manual de Sistema de Informação Geográfica. Disponível em: http://www.pop.psu.edu/gia-core/pdfs/gis_rd_06-77.pdf>Acesso em 2009

MENDES, Miguel; MONTEIRO, Astride; FREITAS, Tiago. **Recolha de Dados Geográficos Digitais de Arruamento e Respectivos endereços postais, para Actualização da Base Geografia de Referenciação da Informação (BGRI) do Intituto Nacional de Estatística (INE), para os Censos de 2011.** 10º Encontro de utilizadores de Informação Geográfica. Geoglobal-SIG. Lisboa. 2008;

Ministério da Administração Estatal. **Perfis Distritais.** República de Moçambique. 2005;

Ministério da Agricultura. **Estratégia Nacional de Reflorestamento: por um Desenvolvimento de Plantações Florestais Sustentáveis.** Maputo-Moçambique, 2006;

Ministério para Coordenação da Ação Ambiental (MICOA)-Direção Nacional de Planificação. **Pobreza e o Ambiente.** Maputo-Moçambique, 2006. Disponível em: http://www.unep.org/NairobiConvention/docs/RELAT_RIO_NACIONAL_PRELIMINAR___MICOA_2007%5B1%5D.pdf>Acesso em 2009

Ministério para Coordenação da Ação Ambiental (MICOA)-Direção Nacional de Gestão Ambiental. **Relatório Nacional sobre Ambiente Marinho e Costeiro.** Maputo-Moçambique, 2007;

Ministério para a Coordenação da Ação Ambiental-Moçambique. **Estratégia de Reflorestamento.** Disponível em: http://www.wrm.org.uy/paises/Mozambique/Estrategia_Reflorestamento.doc>Acesso em 2009

Ministério para a Coordenação da Ação Ambiental-Moçambique. **Sustentabilidade dos Ecossistemas.** Disponível em: <http://www.unpei.org/PDF/MZBQ-Sustentabilidade-dos-Ecossistemas.pdf>> Acesso em 2009.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** 2. ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2003;

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** 2. ed. São

Paulo: Editora Blücher Ltda, 1998;

ORTIZ, Jonas Luís; FREITAS, Maria Isabel Castreghini de. **Mapeamento do Uso da Terra, Vegetação e Impactos Ambientais por meio de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Volume 24, nº1- Janeiro a Julho. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2005;

PACHECO, A. P. **Aplicação Multitemporal de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento à Mata do Zumbi**. In: COBRAC 2000-Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2000, Florianópolis. Anais..., 2000;

PINTO, S. A. F. **Sensoriamento Remoto e Integração de dados aplicados no estudo da Erosão dos solos: Contribuição Metodológica**. 1991, 134p. Tese de Doutorado em Sensoriamento Remoto. INPE. São José dos Campos. 1992;

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000;

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5. ed. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Brasil, 2003;

ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luís Silva. **Introdução ao Geoprocessamento**. Sistema de Informação Geográfica. Uberlândia: UFU, 1996;

SABINS, F. F. **Remote sensing: principles and interpretation**. 3rd. New York: W. F. Freeman and Company, 1999;

SANTOS, T. A. G. **Atualização de Cartografia Temática com imagens de Satélite**. Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico, 2003;

SILVA, D. A. **Sistemas Sensores Orbitais**. São José dos Campos: INPE-CTA, 1995;

SOARES FILHO, B. S. **Análise das mudanças de Cobertura do Solo no Norte do Mato Grosso**. Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia, 2005 <Disponível em <http://www.itid.inpe.br/sbsr2005>> Acesso em 17 de Março de 2010;

SOUSA, Ridelson Farias de; BARBOSA, Marx Prestes; CARVALHO, Aurean de Paula; JÚNIOR, Severino Pereira de Souza; ALENCAR, Maria Leide Silva de. **Geotecnologia no estudo da Evolução Espaço-Temporal da Cobertura Vegetal**

do Município de São João do Cariri. Pernambuco (PB), Brasil, 2007;

TEIXEIRA, A. L. A.; MORETI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica.** Rio Claro: 1997, 80 p;

URNER, B. L.; MEYER, B. L. **Global Land Use and Land Cover: An Overview.** Cambridge: Cambridge University Press, 1994.