



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

Faculdade de Letras e Ciências Sociais

Departamento de Geografia

Proposta de actualização do Mapa de Uso e Cobertura da Terra (1996 a 2014) do distrito de Ka-Nhaca usando imagem de satélite

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

Isac João Panguana

Julho, 2015

TRABALHO DE LICENCIATURA

Proposta de actualização do Mapa de Uso e Cobertura da Terra (1996 a 2014) do distrito de Ka-Nhaca usando imagem de satélite

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

Isac João Panguana

Departamento de Geografia

Faculdade de Letras e Ciências Sociais

Universidade Eduardo Mondlane

Supervisor: dr. Sérgio A. Maló

Maputo, 2015

O júri			Data
O presidente	O supervisor	O oponente	___/___/___
_____	_____	_____	

ÍNDICE

DECLARAÇÃO DE HONRA	I
DEDICATÓRIA.....	II
RESUMO	III
AGRADECIMENTOS.....	IV
ABREVIATURAS.....	V
I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Introdução geral.....	1
1.2. Problematização.....	3
1.3. Objectivos.....	3
1.3.1. Geral.....	3
1.3.2. Específicos	3
1.4. Justificativa.....	4
II. REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1. Uso e cobertura da terra.....	5
2.2. Sensoriamento Remoto (SR).....	6
2.3. Processamento Digital de Imagens (PDI)	7
2.4. Sistemas de Informações Geográficas (SIG)	8
2.5. Actualização de cartografia de uso e ocupação do solo com imagens de satélite.....	9
2.6. Programas operacionais de cartografia de ocupação do solo com imagens de satélite	11
2.7. Características do Satélite Landsat - 8.....	13
III. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO	14
3. Localização geográfica e divisão administrativa.....	14
3.1. Características físico-naturais	15
3.1.1. Geologia	15
3.1.2. Relevo.....	16

3.1.3. Clima.....	17
3.1.4. Solos.....	18
3.1.5. Principais tipos de uso do solo e cobertura vegetal	18
3.2. Características sócio-económicas.....	19
IV. METODOLOGIA	20
4.1. Materiais e dados	21
4.2. Métodos	22
V. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1. Matagal aberto.....	28
5.2. Matagal médio.....	29
5.3. Mangais (Localmente degradados)	29
5.4. Solo Sem Vegetação.....	30
5.5. Área habitacional semi-urbana	31
5.6. Pântanos	33
5.7. Curso de água.....	34
VI. CONCLUSÃO.....	37
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização e divisão administrativa do distrito	15
Figura 2. Mapa Geológico de Inhaca.....	16
Figura 3. Composição RGB da imagem não recortada (2014)	23
Figura 4. Composição RGB da imagem recortada (2014)	24
Figura 5. Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa	25
Figura 6. Proposta de actualização de uma carta de ocupação do solo com imagens de satélite. Adaptado de CDFFP (2002).....	27

Figura 7. Diferença de matagal aberto entre 1996 e 2014	28
Figura 8. Expansão de matagal médio entre 1996 e 2014	29
Figura 9. Área de mangal degradado entre 1996 e 2014	30
Figura 10. Diferença no Solo Sem Vegetação, 1996 e 2014.....	31
Figura 11. Área habitacional semi-urbana, 2014	32
Figura 12. Área pantanosa, 2014.....	33
Figura 13. Curso de água, 2014.....	34
Figura 14 – Diferenças nas classes de uso e ocupação da terra de 1996 e 2014	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Especificações do Satélite Landsat - 8	14
Tabela 2. População do distrito por bairros	19
Tabela 3. Habitações particulares e agregados familiares segundo tipo de habitação.....	20
Tabela 4. Áreas ocupadas por cada classe de uso e cobertura da terra (1996 e 2014).....	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Temperatura média anual	17
Gráfico 2. Precipitação média anual	18
Gráfico 3. Áreas de Uso e Cobertura de 1996 e 2014	36

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que esta dissertação nunca foi apresentada, na sua essência, para obtenção de qualquer grau, seja nesta Universidade ou em qualquer outra instituição de ensino superior, e que a mesma constitui o resultado da minha investigação, estando indicadas no texto e na bibliografia as fontes utilizadas.

Isac João Panguana

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia a família Panguana em geral e em particular aos meus pais João A. Panguana (em memória) e Albertina Mulungo, a minha esposa Sara Tsandzana e a minha filha Yasimine.

RESUMO

O presente trabalho visa propor uma actualização de cartografia de uso e cobertura da terra de 1996 do CENACARTA, a partir da imagem de Satélite Landsat 8 de 2014, do distrito de Ka-Nhaca localizado a leste da cidade de Maputo. Para alcançar os objectivos propostos no trabalho fez-se a aquisição da imagem Landsat 8 de 2014 no site <http://glovis.usgs.gov>, recorte e interpretação visual da mesma, elaboração do mapa de uso e cobertura da terra de 2014 com base na imagem, foram comparados os dados do mapa do CENACARTA de 1996 e 2014 do mapa actualizado, para detectar as áreas de alterações. Os softwares utilizados foram os seguintes: ArcGIS 10.1 e ArcCatalog. Os dados mostram que o uso e cobertura da terra do distrito de Ka-Nhaca sofreu inúmeras alterações no tempo e no espaço, o que comparando com os dados de 1996, o mapa de uso e cobertura de 2014 continua maioritariamente com matagal aberto a ocupar 21,77Km² correspondente a 45,94% da área total do distrito, embora foi a classe que mais perdeu (16,01%) em detrimento do surgimento de novas classes tais como área habitacional semi-urbanizada (0,08%), pântanos (3,56%) e curso de água (0,51%) e em 2014 o matagal médio foi a classe que mais ganhou (8,25%).

Palavras-chaves: Sistema de informação geográfica (SIG), cartografia de uso e cobertura da terra, imagem de satélite e actualização.

AGRADECIMENTOS

O meu primeiro agradecimento vai para o Deus que me iluminou durante a longa caminhada ate esta fase e em segundo lugar aos meus pais João A. Panguana (em memória) e Albertina Mulungo por me terem mostrado a escola, a minha esposa Sara Tsandzana pelo apoio moral e suporte e a minha filha Yasimine, o meu muito obrigado.

Ao meu orientador, dr. Sérgio Adriano M. D. Malo, pelo acompanhamento e sugestões em todas as fases deste trabalho e ao dr. Mussá Machonga pela força e incentivo.

Os meus agradecimentos são extensivos a todos docentes do departamento de Geografia da UEM, aos meus colegas do curso: dr. Gulamo Cassimo pelo apoio prestado durante a elaboração deste trabalho, dr. Milton Sengo, Hermínia Milengue, Anselmo Monjane, João Bacela, Nacir Cuco, João Manguele, Horácio Chaúque, Luís Cumbe, Narciso Tembe, Eddy Mondlovo, Jeremias Simbine, Albino Fonseca e os de mais que não pude mencionar o meu obrigado, em fim, a todos que directa ou indirectamente contribuíram para o sucesso da minha formação.

ABREVIATURAS

CENACARTA = Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção

CLCMMP = California Land Cover Mapping and Monitoring Program

EBMI = Estação de Biologia Marítima da Inhaca

EUA = Estados Unidos da América

GPS = Sistemas de Posicionamento Global

GeoLab = Laboratório de Geografia

Hab./Km² = Habitantes por quilómetros quadrado

IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INAM = Instituto Nacional de Meteorologia

INE = Instituto Nacional de Estatística

INIA = Instituto Nacional de Investigação Agraria

IIIRGPH = Terceiro Recenseamento Geral da População e Habitação

MAE = Ministério da Administração Estatal

MINEDH = Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano.

MICOA = Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental

MOPHRH = Ministério das Obras Publicas, Habitação e Recursos Hídricos.

NASA = National Aeronautics and Space Administration

OLI = Operational Land Imager

PDI = Processamento Digital de Imagens

RGB = Red-Green-Blue

SIG = Sistemas de Informações Geográficas

TM = Thematic Mapper (sensor)

UEM = Universidade Eduardo Mondlane

UM = Unidade Mínima

USGS = United States Geological Survey

WGS = World Geodetic System

I. INTRODUÇÃO

1.1. Introdução geral

Para definir políticas ambientais, actos administrativos e/ou económicos, é essencial o conhecimento de dados actualizados de ocupação e uso do solo da área em questão. Na área da política ambiental por exemplo, este tipo de dados servem de base à definição de estratégias de gestão e ordenamento do território, na gestão florestal, os dados de ocupação do solo permitem inventariar e avaliar o estado actual do planeamento florestal, na área da protecção ambiental, os dados temáticos espaciais servem para estimar o estado de conservação da natureza e paisagem ou vigiar o desaparecimento de zonas húmidas. Na actividade económica, o conhecimento espacial da distribuição dos recursos naturais e principais usos e ocupações do solo permite, por exemplo, que empresas privadas e públicas definam novas áreas de serviços ou melhor localização para novas fábricas (Santos, 2003).

Em Moçambique, a única instituição estatal, que de direito fornece dados espaciais do uso e cobertura da terra é o CENACARTA¹. No entanto, a base de dados da referida instituição se encontra desactualizada (dados de 1996). Torna-se oportuno actualizá-la e analisar a evolução do uso e ocupação do solo, bem como, no caso de possível/possíveis alteração/alterações, avaliar as causas e ou factores geográficos/climáticos que as influenciaram. A base de dados (existente) de uso e ocupação da terra de Moçambique 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, culturas

¹ CENACARTA (Centro Nacional de Cartografia e Teledeteccção-Moçambique) é uma instituição pública, subordinada ao Ministério da Agricultura e especializada no tratamento de informação espacial ou geográfica, desde a aquisição de dados até às análises cartográficas complexas (<http://www.cenacarta.com/artigos>).

de regadio, matagal médio, cultivado de sequeiro, matagal aberto, vegetação natural, formação herbácea inundável, mangal, plantações e área habitacional semi-urbanizada, na escala de 1:250.000 (Dias, 2010).

No âmbito das atribuições, o CENACARTA 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 Teledetecção é a instituição nacional e estatal de direito, que fornece informações analógicas e digitais de natureza: Topográfica, Cartográfica, Geodésica, Fotogramétrica, Administrativa e de Remote Sensing sobre o país.

A área escolhida para a proposta de actualização do mapa de uso e cobertura da terra foi o distrito de Ka-Nhaca concretamente a Ilha de Inhaca, uma vez que o distrito é formado por duas ilhas: Ilha de Inhaca e ilha dos Portugueses. A actualização baseou-se na imagem de satélite Landsat 8 OLI do ano de 2014, resolução espacial de 30 metros, a escolha desta imagem deveu-se pelo facto da mesma ser a mais actual disponibilizada pela USGS e sem a presença de nuvens sobre a área de estudo. As bandas 5R, 4G e 3B foram consideradas para compor a visualização da imagem em cor natural.

A análise foi realizada na escala de 1:20.000, pelo facto de ser uma escala adequada (escala grande) para o tipo de análise proposta (mais detalhes, cobrir pequenas extensões de terra).

1.2. Problematização

Para definir políticas ambientais, actos administrativos e/ou económicos, é essencial o conhecimento actualizado da ocupação e uso do solo da área em questão. Em Moçambique, instituições públicas e privadas como, MICOA, INGC, MOPHRH, INE, MINEDH, entre outras, servem-se de dados e informações espaciais e não-espaciais para suportar seus processos de tomada de decisão.

Embora o CENACARTA seja a entidade estatal que zela pela informação espacial ou geográfica de Moçambique, sendo responsável pela definição dos padrões e formatos dos dados espaciais a serem produzidos e usados por outras instituições do país, esta instituição não dispõe ou carece de uma base de dados sobre o uso e cobertura da terra actualizada e que se adequa a realidade actual o que dificulta o planeamento e tomada de decisões pelas entidades privadas e ou governamentais.

1.3. Objectivos

1.3.1. Geral

Este trabalho tem como objectivo geral propor a actualização do mapa de uso e cobertura da terra produzido pelo CENACARTA em 1996, do distrito de Ka-Nhaca usando imagem de satélite de 2014.

1.3.2. Específicos

- Produzir um mapa de uso e cobertura da terra de 2014 com base na imagem de satélite do mesmo ano;
- Avaliar as mudanças ocorridas de 1996 (mapa de uso e cobertura do CENACARA) a 2014 (mapa de uso e cobertura actualizado);
- Analisar os factores que causaram as alterações ocorridas.

1.4. Justificativa

O crescimento acelerado da população gera diversas demandas entre as quais por habitação, águas e alimentos e, destes, por terras agrícolas. Esta pressão sobre o espaço tem exigido que os planeadores proponham políticas que garantam não somente a sustentabilidade sócio-económica, mas também ambiental. Para a proposição de medidas que garantam o uso, gestão, preservação e manutenção do meio ambiente, é necessário o conhecimento actualizado do uso e cobertura do solo a fim de adequar as medidas e a gestão do espaço à realidade (INPE, 2007). Neste sentido, a pesquisa propõe uma actualização e explica as causas das alterações no uso e ocupação da terra no distrito de Ka-Nhaca, no período de 1996 a 2014, a partir da interpretação visual, digitalização e sobreposição de dados de uso e ocupação da terra de 1996 sobre o mapa actualizado de 2014 digitalizado a partir da imagem de satélite Landsat de 2014 com o auxílio de técnicas da Teledeteção e dos Sistemas de Informação Geográfica. A escolha desta imagem deve-se ao facto da mesma ser a mais actual disponibilizada pela USGS e sem a presença de nuvens sobre a área de estudo. Foi escolhido o distrito de Kanhaca pelo facto de ser uma região em expansão populacional e por motivos económicos, sociais e históricos. Foi definido este período pelo facto de o período médio para a actualização de produtos cartográficos ser entre 10 a 15 anos de acordo com Santos, 2003. Desde a última actualização em 1996 da base cartográfica do CENACARTA já passam 18 anos, razão pela qual pretende-se actualizar e explicar o que terá acontecido no uso e cobertura da terra até este período.

II. REVISÃO DA LITERATURA

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

O CENACARTA 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 (Dias, 2010).

2.1. Uso e cobertura da terra

O uso e cobertura da terra têm-se tornado um assunto muito discutido e estudado em várias áreas do conhecimento como por exemplo na Geografia, devido aos usos e ocupações desordenadas que as actividades antrópicas na maioria das vezes têm causado ao meio ambiente. Como exemplos de acções antrópicas, destacam-se: desmatamentos de forma ilegal para diversos fins, mineração, actividades agrícolas, criação de animais, construções rurais e urbanas, entre outras actividades ligadas ao uso e cobertura da terra.

De acordo com Rosa (2003), a expressão “uso da terra” pode ser entendida e conceituada como formas ou o modo pelo qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso da terra é de grande importância na mensuração dos efeitos de uso desordenado e como ocorre a deterioração do ambiente. Sendo assim, é importante considerar a forma como é que este espaço está sendo ocupado, ou seja, se é explorado de forma organizada e produtiva, conforme cada região. A avaliação das alterações ocasionadas pelo uso da terra fornece informações importantes para a manutenção de um

manejo eficiente e actualização permite mensurar e obter dados mais precisos, e que darão suporte a previsões: safras, cobertura florestal e determinar áreas de expansão agrícola e florestal.

A “cobertura da terra” é entendida como a caracterização do estado físico, químico e biológico da superfície e está representada pelas formações florestais, campestres, corpos de água e áreas construídas. Já os usos múltiplos estão associados à agricultura, pecuária, área residencial, industrial, dentre outros, (Idem, 2003).

Os conceitos de uso (utilização pela sociedade) e cobertura da terra (sistemas naturais e/ou antrópicos) possuem grande relação entre si e são alternadamente utilizados. Segundo o Manual técnico de Uso da Terra do IBGE (2006), as actividades antrópicas estão directamente ligadas com o tipo de revestimento do solo, seja de floresta, agrícola, residencial ou industrial. O Manual traz a importância do uso de dados de Sensoriamento Remoto, como fotografias aéreas e imagens de satélites, que podem ser correlacionadas com a cobertura da terra e se constituem como fontes importantes para o mapeamento temático.

2.2. Remote Sensing (RS)

Novo 2010, afirma que o Remote Sensing pode ser entendido como:

“[...] utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, naves espaciais, ou outras plataformas com o objectivo de estudar eventos, fenómenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interacções entre a radiação electromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações.”

O Remote Sensing é a ciência e a arte de observar um alvo sem ter contacto físico com o mesmo, podendo obter informações de área ou do fenómeno estudado, baseando-se na interacção deste alvo com a radiação electromagnética (Lillesand e Kiefer, 2000). As interacções são registradas, usando para isto o rastreio regular da energia electromagnética que interage em diferentes faixas espectrais, formando várias imagens (DIAS, 2010). Segundo Pacheco (2000), o Remote Sensing é uma ferramenta importante na análise e interpretação de imagens de satélite, sendo um meio eficiente e rápido, além de baixo custo dos mapeamentos e da detecção de mudanças geoambientais.

2.3. Processamento Digital de Imagens (PDI)

Nos últimos trinta anos, a utilização de imagens digitais oriundas do Remote Sensing possibilitou um grande desenvolvimento das técnicas voltadas para a análise de dados multidimensionais, adquiridos através de diversos sensores remotos. Tais técnicas recebem o nome de processamento digital de imagens, pois permitem melhorar e aperfeiçoar o aspecto visual de certas feições para o analista técnico ajudar na análise e desenvolvimento da sua interpretação. Geram produtos que podem ser, posteriormente, usados em outros processamentos.

A função primordial do processamento digital de imagens é a de fornecer ferramentas para facilitar a identificação e a extracção das informações contidas nas imagens, para posterior interpretação (Crosta, 1992).

O Processamento Digital de Imagens é a manipulação numérica de imagens digitais por computador, de modo que a entrada e a saída sejam imagens, onde melhora a sua visualização (aspecto visual) de certas feições estruturais, a partir do comportamento do número digital (ND), correspondente a radiância dos pixéis de cada objecto ou alvo,

gerando, assim, produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos.

O tratamento de imagens digitais nada mais é do que a análise e a manipulação de imagens por meio de técnicas computacionais, com a finalidade de identificar e extrair informações de imagens sobre fenómenos ou objectos de mundo real, e transformar a imagem de tal modo que as informações radiométricas contidas nelas sejam mais facilmente discriminadas pelo analista.

2.4. Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

Segundo Silva (2003) “Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG’s) são usualmente aceites como sendo uma tecnologia que possui a ferramenta necessária para realizar análises com dados espaciais e, portanto, oferece, ao ser implementada, alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico, compondo o chamado universo da Geotecnologia, ao lado do Processamento Digital de Imagens (PDI) e da Geoestatística.”

O Sistema de Informação Geográfica deve trabalhar com dados geocodificados; sobreposição de informações temáticas das mais variadas áreas; estruturação de dados geoambientais, políticos, sociais e económicos; definição do uso da terra; avaliação da percentagem de cobertura temática (agricultura, floresta, campos, entre outras) em determinada região; determinação de locais para instalação de complexos industriais, portos, barragens, etc e avaliação da tendência do crescimento urbano (Bolfe, 2001).

Um SIG tem fundamental importância na análise temporal e espacial, possibilitando a realização de análises geográficas através de instrumentos completos de hardware, software e procedimentos computacionais, buscando fazer modelos sobre os fenómenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros que ocorrem no espaço geográfico. Os SIGs

atendem aos processos de trabalho voltados para a sistematização das informações disponíveis, em especial, as que incluem os estudos de uso e cobertura da terra.

Os dados espaciais podem ser armazenados sob camadas temáticas ou layers, planos de informação ou mapas, podendo as estruturas serem representadas no formato raster (matricial) ou no formato vector, dependendo do objectivo proposto pelo trabalho.

2.5. Actualização de cartografia de uso e ocupação do solo com imagens de satélite

Os métodos para produção de mapas, assim como para actualização cartográfica evoluíram significativamente com o advento de novos processos tecnológicos, principalmente na área da informática com o mapeamento digital, imagens de satélites e a utilização de Sistemas de Posicionamento Global (GPS).

A agilidade e a redução de custos obtidos através da utilização de imagens orbitais para a actualização cartográfica vem acompanhadas de uma qualidade cada vez maior no que se diz respeito à resolução espacial e multiespectral de alta tecnologia, atendendo aos requisitos de precisão planimétricas exigidos para escalas do mapeamento sistemático. Deve-se ressaltar o menor custo de aquisição de imagens se comparado com as fotografias aéreas adquiridas através de um voo (Assis, 2002).

As alterações do meio físico, conduzem directamente a necessidade da actualização cartográfica, que garantirá a utilidade do mapeamento, evitando que este se torne obsoleto, não cumprindo os objectivos a que foi proposto o produto. Este dinamismo do espaço físico exige que a actualização tenha cunho permanente, uma vez que objectiva a manutenção da base cartográfica.

Do carácter duradouro segue a exigência de se estabelecer um programa ininterrupto, a partir da definição de uma política de actualização, que por sua vez implica num

planeamento adequado a tal propósito. Numa situação ideal, este planeamento deve fazer parte dos estudos que definirão a política de mapeamento do município, distrito ou país, uma vez que, dependendo da taxa de mudanças ocorridas antes de concluído a fase de estabelecimento da base cartográfica.

Se a devida atenção não foi dada a questão, e conseqüentemente um meio de colecta ou monitoramento das alterações não se fizer presente, as dificuldades operacionais para actualizar as cartas podem crescer a tal ponto, que um remapeamento torna-se a única saída viável para garantir a qualidade do produto.

Diversos países continuam a utilizar fotografias aéreas como informação de base para a produção de cartografia de ocupação do solo. A França, por exemplo, realizou o seu mais recente inventário florestal com interpretação visual de fotografia aérea e amostragem no terreno (IFN, 2002). Portugal, produziu a sua cartografia de ocupação do solo mais detalhada, a carta de ocupação do Solo de 1990 (COS'90), com recurso a interpretação visual de fotografias adquiridas num voo nacional. Embora este suporte de informação permita a produção de mapas temáticos e espacialmente mais precisos, a sua aquisição e interpretação visual têm custos muito elevados e consomem muito tempo (Lillesand e Kiefer, 2000). Neste cenário, a substituição da fotografia aérea por imagens de satélite apresenta-se como uma solução alternativa dada a sua aquisição periódica de grandes áreas, a custos relativamente baixos (Varjo, 1997). A produção de mapas temáticos com imagens de satélite pode ser resultado de um processo de interpretação visual ou de uma classificação automática. Porém, a interpretação visual de imagens é dispendiosa, demorada e subjectiva. Este facto poderia levar-nos a concluir que uma automatização do processo seria o mais indicado para a produção de cartografia de ocupação do solo a escalas regionais e numa base anual. Contudo, a automatização não é ainda um processo

autónomo e está dependente de uma grande intervenção humana, uma vez que a classificação digital de imagens não têm originado mapas com uma qualidade adequada para poderem ser utilizados como instrumento básico de planeamento. Este problema deve-se aos dados em si, à inadequação da estrutura das imagens à estrutura espacial das classes de ocupação do solo e a limitações dos métodos usuais para produção de cartografia temática (Caetano et al, 2002).

Deste modo, a intervenção humana continuará a ser utilizada para interpretar informação importante e tomar decisões baseadas nessa interpretação (Hoffman e Markman, 2001). Assim, embora muitos programas utilizem meios semi-automáticos para obtenção da cartografia, esta tarefa mostra-se ainda muito morosa (por exemplo 10 anos) e dispendiosa. Consequentemente, durante um largo período de tempo não estão disponíveis dados de ocupação do solo actualizados, dificultando assim a tomada de decisão ao nível do ordenamento e planeamento do território, delineação de acções estratégicas de gestão de recursos naturais ou mesmo a aplicação de legislação ambiental.

2.6. Programas operacionais de cartografia de ocupação do solo com imagens de satélite

Actualmente existem diversos programas operacionais que utilizam imagens de satélite para cartografia de ocupação do solo. Descrevem-se em seguida alguns destes projectos, destinados a usos regionais:

Os Estados Unidos da América (EUA) têm a decorrer vários programas de cartografia de ocupação do solo, nacionais e regionais, com imagens de satélite tais como o North America Landscape Characterization (NALC) que tem como objectivo disponibilizar dados de detecção remota à comunidade científica, nomeadamente imagens Landsat MSS (MultiSpectral Scanner) registadas, correspondentes às décadas de 1990s, 1980s e 1970s, e métodos de análise para suporte a estudos ambientais. Um dos produtos deste programa

é a caracterização de dados de cobertura do solo. Esta caracterização recorreu à classificação não supervisionada de imagens Landsat MSS, seguida de interpretação visual de fotografia aérea. O mapa final tem uma nomenclatura com 16 classes de ocupação e uma resolução espacial de 0,36 ha. O projecto National Land Cover Data (NLCD) também dos EUA foi derivado por classificação não supervisionada de imagens Landsat 5 TM (Thematic Mapper) de 1991, 1992 e 1993 (Lunetta et al., 1998).

O Estado do Kansas, através do programa Kansas Applied Remote Sensing Program produziu um mapa de ocupação do solo por classificação não supervisionada de imagens Landsat 5 TM de 1988, 1989, 1990 e 1991, seguida de edição manual. O mapa final apresenta 10 classes e foi obtido num processo de generalização cartográfica do mapa original (30m), pela aplicação de filtros espaciais, para uma unidade mínima (UM) de 2 acres (aproximadamente 1 ha) (Whistler et al., 1995).

O Estado da Califórnia, através do programa California Land Cover Mapping and Monitoring Program (CLCMMP), produziu um mapa de ocupação florestal por classificação não supervisionada de imagens Landsat 5 TM. O mapa tem uma UM de 2.5 acres (aproximadamente 1,2 ha) e é actualizado todos os 5 anos. O primeiro mapa foi produzido para 1991, tendo o mapa de 1996 resultado da actualização deste. Esta actualização ocorreu em duas fases: produção do mapa com as áreas de acréscimo e decréscimo de vegetação, com imagens Landsat 5 TM, e sua reclassificação com dados de campo e interpretação visual de fotografia aérea (CDFFP, 2002).

O Estado da Carolina do Norte produziu um mapa de ocupação do solo com imagens Landsat TM de 1993-1995. Este mapa apresenta 22 classes e foi obtido por classificação híbrida das imagens: após a aplicação de um classificador não assistido, as classes de

ocupação do solo resultaram da comparação dos valores espectrais encontrados pelo classificador e aqueles recolhidos em dados auxiliares (CGIA, 2002).

A África do Sul, a Suazilândia e o Lesoto, têm uma cartografia de ocupação do solo, obtida através de imagens Landsat 5 TM de 1994 e 1995. O National Land-Cover Database foi derivado por interpretação visual das imagens em ecrã. O mapa está disponível em formato vectorial, com 25 ha de UM, e uma nomenclatura de 31 classes (Thompson, 1999).

2.7. Características do Satélite Landsat - 8

Satélites (artificiais) são veículos que gravitam em torno da terra ou de outro astro, e que transportam equipamentos para recolher informação e retransmiti-la.

O programa Landsat foi desenvolvido pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) no final da década de 60 objectivando colectar dados sobre os recursos naturais renováveis e não renováveis da superfície terrestre. O programa Landsat contou com o lançamento de 8 satélites. O Landsat-8 é o satélite mais moderno da família Landsat.

Lançado em Fevereiro de 2013, o satélite Landsat-8 apresenta órbita praticamente polar, com uma altitude de aproximadamente 705 km. Existem dois sensores embarcados no satélite Landsat-8, o OLI (Operacional Land Imager) e o TIRS (Thermal Infrared Sensor). Conforme apresentado na Tabela 1, os sensores a bordo do satélite Landsat-8 possuem faixa de mapeamento de 170 km norte-sul por 185 km leste-oeste, resolução temporal de aproximadamente 16 dias, resolução espacial de 30m para as bandas do visível, 15m para banda pancromática e 100m para as bandas termais (TIRS) Mundogeo, 2014.

Tabela 1. Especificações do Satélite Landsat - 8

SATÉLITE LANDSAT - 8	
Características	Sensores
Largura da Faixa	170 x 185 Km
Bandas Espectrais Resolução espacial	Banda 1 Coaster aerossol (0,43-0,45 μ m) -30m Banda 2 Blue (0,450-0,51 μ m) -30m Banda 3 Green (0,53-0,59 μ m) -30m Banda 4 Red (0,64-0,67 μ m) -30m Banda 5 Near Infrared NIR (0,85-0,88 μ m) -30m Banda 6 SWIR 1 (1,57-1,65 μ m) -30m Banda 7 SWIR 2 (2,11-2,29 μ m) -30m Banda 8 Panchromatic PAN (0,50-0,68 μ m) -15m Banda 9 Cirrus (1,36-1,38 μ m) -30m Banda 10 Thermal Infrared 1 (10,6-11,19 μ m) -100m Banda 11 Thermal Infrared 2 (11,5-12,51 μ m) -100m
Resolução Radiométrica	16 Bits
Projeção	Projeção UTM, Datum WGS 1984
Revisita	16 dias
Órbita	Heliossíncrona (altitude de 705 Km)

Fonte: United States Geological Survey (USGS), 2013

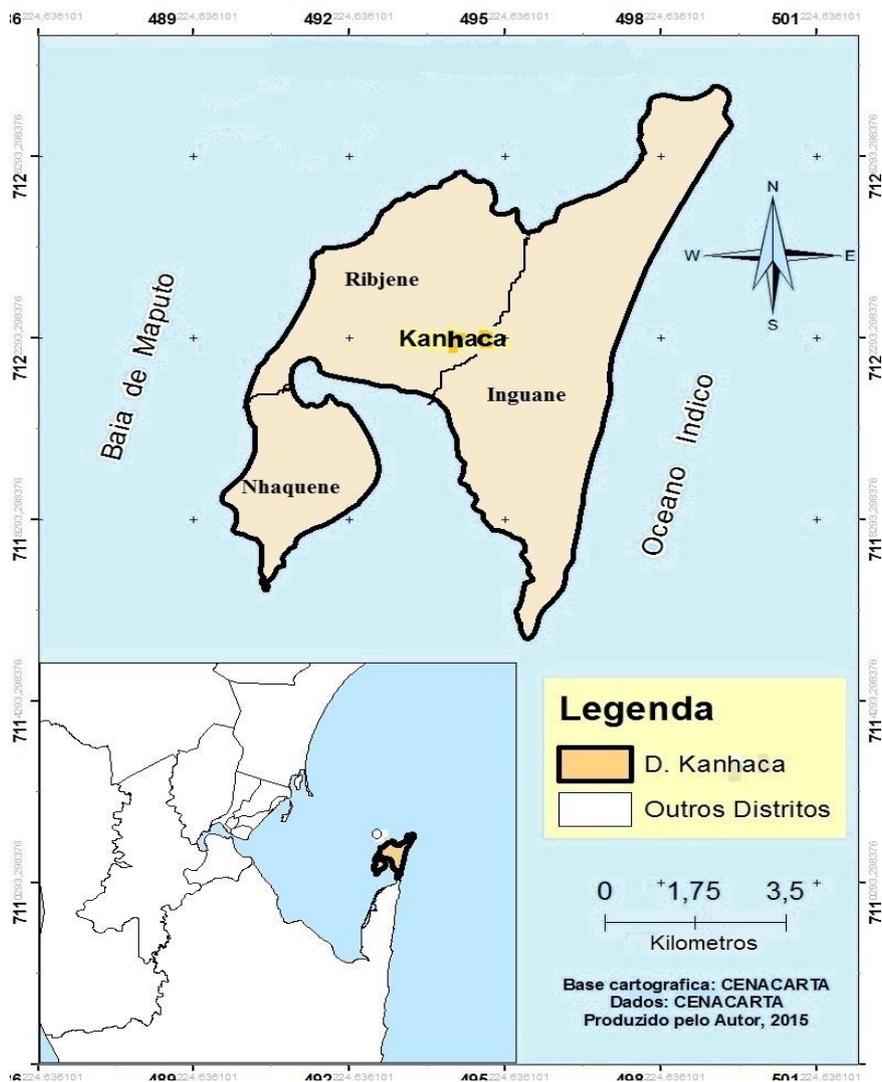
III. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

3. Localização geográfica e divisão administrativa

O distrito de Kanhaca está situado a cerca de 32 Km a leste da cidade de Maputo, capital de Moçambique com as seguintes coordenadas geográficas: 26° S de latitude e 33° E de longitude. Possui uma área de cerca de 47,80 Km² e dimensões norte-sul de 12,5 km (entre a Ponta Mazondue a norte e a Ponta Torres a sul) e este-oeste de 7 km (Ferreira, 2007). A população local, segundo o censo de 2007, corresponde a uma densidade populacional de cerca de 142 habitantes por km².

Administrativamente o distrito é composto por três bairros, nomeadamente: Inguane, Ribzene e Nhaquene (vide Fig. 1).

Figura 1. Mapa de localização e divisão administrativa do distrito



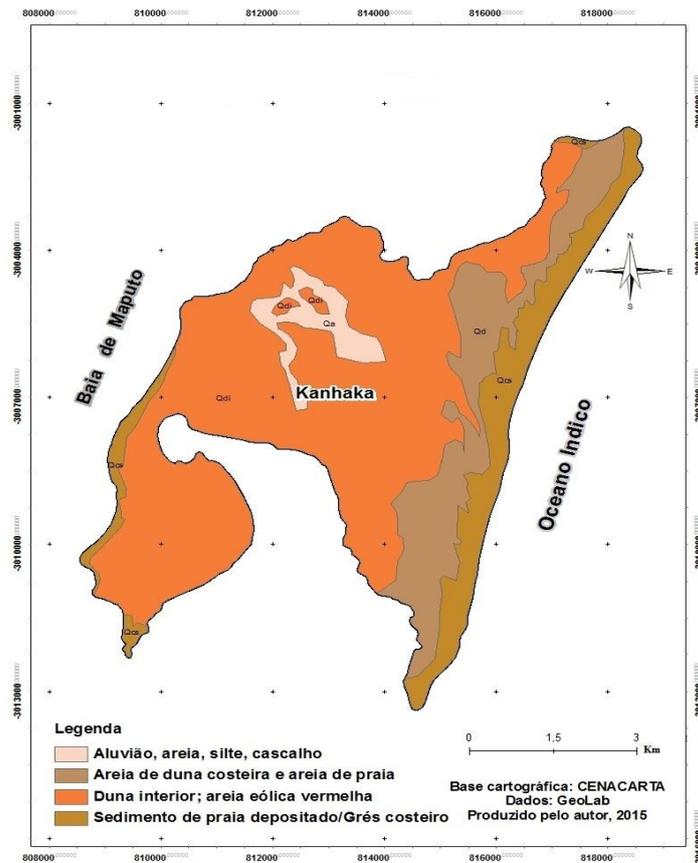
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do CENACARTA.

3.1. Características físico-naturais

3.1.1. Geologia

De acordo com (Macnae e Kalk, 1958), o arquipélago de Inhaca é uma barreira natural que separa a baía de Maputo e oceano Índico, Inhaca e ilha dos Portugueses são resultados da transgressão e regressões marinhas no final do período Pleistocénico, que determinam as formações dunares resultantes da interacção entre as sedimentares de origem marinha e fluvial. A Ilha de Inhaca compreende uma base de cumes de arenito e calcário coberto com muito altas dunas.

Figura 2. Mapa Geológico de Inhaca



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de GeoLab.

3.1.2. Relevo

O distrito apresenta dois tipos de relevo alongados, um na sua margem oriental, voltado ao oceano índico, e outro na ocidental, voltado a Baía de Maputo. Ambos têm origem em cordões dunares. Entre eles, na região central, dispõe-se um relevo mais ondulado e suave.

O cordão dunar oriental é mais recente e apresenta relevo mais vigoroso, chegando a atingir cerca de 115 m de altura no Monte Inhaca.

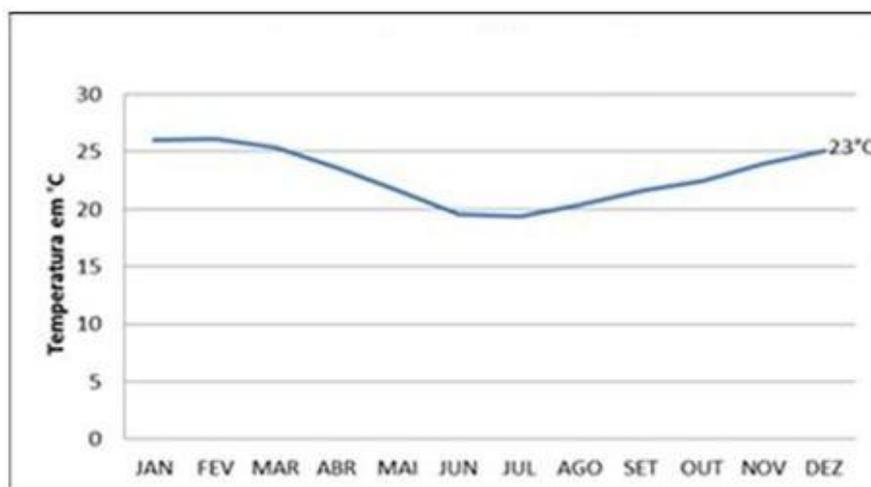
O cordão dunar ocidental, barreira vermelha tem uma altitude máxima de 80m. As cristas das dunas têm uma tendência norte-sul. A zona central mostra dois tipos de relevo dominantes: (1) relevo ondulado suave resultantes de dunas parabólicas, onde as depressões são, em geral, ocupadas por lagoas ou pântanos indicando que o campo dunar

se terá formado com um nível freático mais baixo do que o actual; (2) outro relevo, aplanado, correspondente a planícies costeiras antigas e recentes. O distrito apresenta igualmente depósitos arenosos actuais de origem marinha, designadamente: Praias, Restingas arenosas, Planícies interditas e Zonas de mangal, (Macnae e Kalk 1958).

3.1.3. Clima

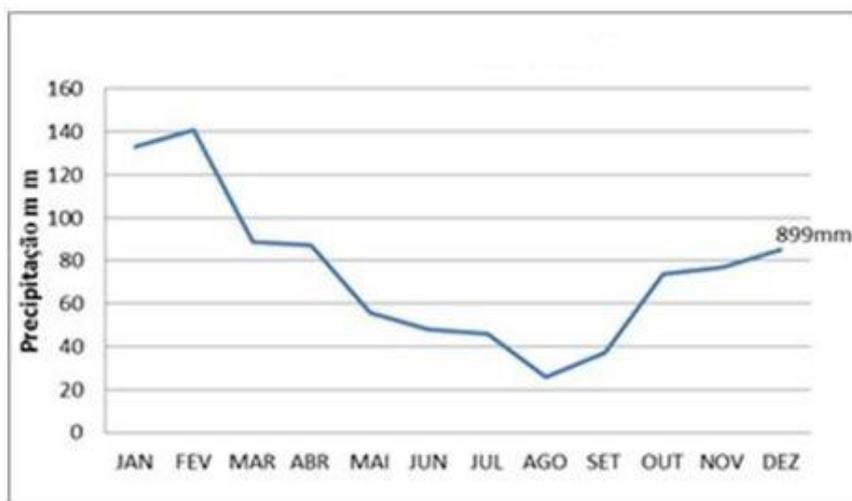
Localizada numa zona de transição entre o clima tropical e o clima temperado quente, a Ilha de Inhaca ou o distrito de Kanhaca (segundo a classificação de Koppen) é marcada pelo clima tropical húmido e tem duas estações: a estação quente e húmida, que decorre entre Outubro e Abril, e a estação fria e seca, entre os meses de Maio e Setembro. A temperatura média anual ronda nos 23°C e a precipitação média anual é de 899 mm, (Idem, 1958).

Gráfico 1. **Temperatura média anual**



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de INAM

Gráfico 2. **Precipitação média anual**



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de INAM

3.1.4. Solos

Segundo INIA (1995) os solos da área do distrito de Kanhaca são constituídos por areia e apresenta baixa capacidade de retenção de água o que caracteriza maior parte das unidades de solo dos três bairros que compõem o distrito, são solos arenosos pouco evoluídos de dunas costeiras. Em termos hidrográficos, a área de estudo não é atravessada por algum rio mas ocorrem lagoas e pântanos intradunares periódicos.

3.1.5. Principais tipos de uso do solo e cobertura vegetal

O uso do solo e cobertura vegetal da área de estudo, conforme os dados do CENACARTA (1996) são compostos basicamente por quatro tipos: Mangais (localmente degradados), (constituído por mangal branco, encarnado, vermelho e hibisco tiliassus), matagal aberto, matagal médio e solo sem vegetação (Mapa 1). Observa-se de acordo com os dados que o matagal aberto representa a maior extensão do distrito correspondente a 61,53%, seguido do matagal médio em cerca de 24,04%, solo sem vegetação correspondente 9,11% e por último a área de mangais (localmente degradados) correspondente a 5,30% da área de estudo. Ao longo do ecossistema florestal pode se notar no interior do distrito, plantas de médio e pequeno porte.

3.2. Características sócio-económicas

De acordo com os dados do III Recenseamento Geral da População e Habitação de 2007, a população do distrito de Kanhaca é de 53000 habitantes, desta população 2506 são homens e 2794 são mulheres (vide tabela 2).

Tabela 2. **População do distrito por bairros**

Bairros	Total	Homens	Mulheres
N	5.300	2.506	2.794
Total	100,0	100,0	100,0
INGUANE	42,9	43,7	42,1
RIBZENE	32,7	32,5	32,9
NHAQUENE	24,4	23,8	25,0

Fonte:INE, IIRGPH, 2007

A população recorre a unidade Sanitária de Inhaca localizada no bairro de Ribzene que subordina ao Hospital Geral de Mavalane. Para a educação a população tem acesso a 4 escolas do EPI e EP2 que funcionam dentro dos três bairros, sendo a Escola Primária e Secundária Inhaca-Sede localizada no bairro de Ribzene que lecciona até a 12^a classe e que absorve a maior parte dos alunos dos três bairros.

A principal actividade económica é a agricultura de subsistência em cerca de 64.8 %, mas existem outras actividades complementares tais como a pesca artesanal com expressão reduzida, turismo, comércio, transportes e comunicações, serviços administrativos entre outros. Em geral a população cultiva em redor das suas casas, mas também possui parcelas fora do perímetro da casa numa área destinada pelo sistema de prática de agricultura. As culturas mais praticadas são o milho, mandioca, amendoim e feijão-nhamba em sequeiro e hortícolas (em irrigação). Também existe a criação de animais de pequena espécie. O abastecimento de água à população faz-se principalmente através de poços e alguns furos de captação. Em termos habitacionais, predominam casas do tipo mista em cerca de 72% segundo dados do Censo de 2007 (tabela 3).

Tabela 3. **Habitações particulares e agregados familiares segundo tipo de habitação**

Tipo de Habitação	Habitações Particulares	Agregados Familiares
N	969	969
Total	100,0	100,0
Casa Convencional	1,2	1,2
Flat/Apartamento	0,0	0,0
Palhota	9,1	9,1
Casa improvisada	0,4	0,4
Casa mista	72,0	72,0
Casa básica	16,8	16,8
Parte do edificio comercial	0,3	0,3
Outro	0,1	0,1

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados do IIRGPH-2007

A travessia da cidade de Maputo e Inhaca é feita através de embarcações sendo uma estatal e a maioria delas são privadas e ou particulares ou ainda através de um voo em pequenas aeronaves uma vez que o distrito possui um aeródromo, no distrito não existe estradas asfaltadas, as vias de acesso são de terra batida, existe também na Ilha o Pestana Inhaca Lodge com as suas instalações situadas junto ao portinho da Inhaca no bairro Ribzene e um Banco comercial (Barclays).

Existe no distrito uma Estação de Biologia Marítima da Inhaca (EBMI), um órgão da Universidade Eduardo Mondlane (UEM) que zela pela protecção da biodiversidade terrestre e marinha local. O distrito possui um farol no cume do monte Inhaca construído em 1894, para alertar o fluxo de tráfico marinho, dirigido ao porto de Maputo.

IV. METODOLOGIA

4.1. Materiais e dados

Não existe uma metodologia padrão para produção de cartografia de uso e cobertura da terra com imagens de satélite. 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 (GPS - sistema de posicionamento global) (Santos, 2003).

Neste trabalho fez-se a actualização do mapa de uso e cobertura da terra elaborado pelo CENACARTA a 18 anos e que se encontra desactualizado a realidade actual, com base na sobreposição do mapa de uso e cobertura de 2014 produzido com base na imagem de satélite do mesmo ano sobre o mapa de uso e cobertura da terra de 1996 e o resultado foi a detecção de mudanças ocorridas durante o período em análise.

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

- a) Um computador;
- b) Softwares para a digitalização e elaboração de mapas, neste caso o ArcGIS 10.1 e ArcCatalog 10.1.
- c) Imagem de satélite do sensor Landsat 8 adquirida via Internet no *site* <http://glovis.usgs.gov/pub/imswelcome/>, após a realização de um cadastro para obtenção da mesma.
- d) Extracto ou recorte da imagem Landsat 8 OLI (corrigida geometricamente), bandas espectrais 5, 4, 3;
- e) Mapa base (de uso e cobertura da terra existente - 1996), na escala 1:250.000;

- f) Foi criado o projecto 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 Landsat do ano de 2014 da área de estudo;
- g) Mapa da divisão administrativa de Moçambique (formato Shapefile) e;
- h) Google Earth.

4.2. Métodos

A pesquisa desenvolveu-se com base no fluxograma metodológico (Fig.1) no qual foram elaboradas as seguintes actividades:

- a) Identificação da área de estudo;
- b) Pesquisa bibliográfica de artigos, teses e outras obras científicas relacionadas com o tema em estudo, o que culminou com a compilação de informações julgadas relevantes para o trabalho;
- c) Escolha da imagem satélite a ser usada para actualização e seu respectivo recorte, pois, a imagem cobria mais do que a área em estudo, daí foi relevante reduzir até a área de interesse, pós o tipo de processamento de imagem feito consideraria a área de toda imagem de satélite. A imagem usada neste estudo foi baixada na internet no site da USGS - United States Geological Survey (<http://glovis.usgs.gov>).
- d) Fazer uma composição falsa de cores, neste passo, foi feita a composição falsa de cores 543, estes números correspondem aos números das bandas na imagem de satélite.
- e) Digitalização manual sobre a imagem satélite, a fim de identificar novas classes;
- f) Elaboração do mapa de uso e cobertura da terra de 2014 e identificar as diferenças existentes nos dados do uso e cobertura da terra dos dois anos;

g) Cálculo da percentagem de ocupação e ou alteração das classes no período de 1996 e 2014;

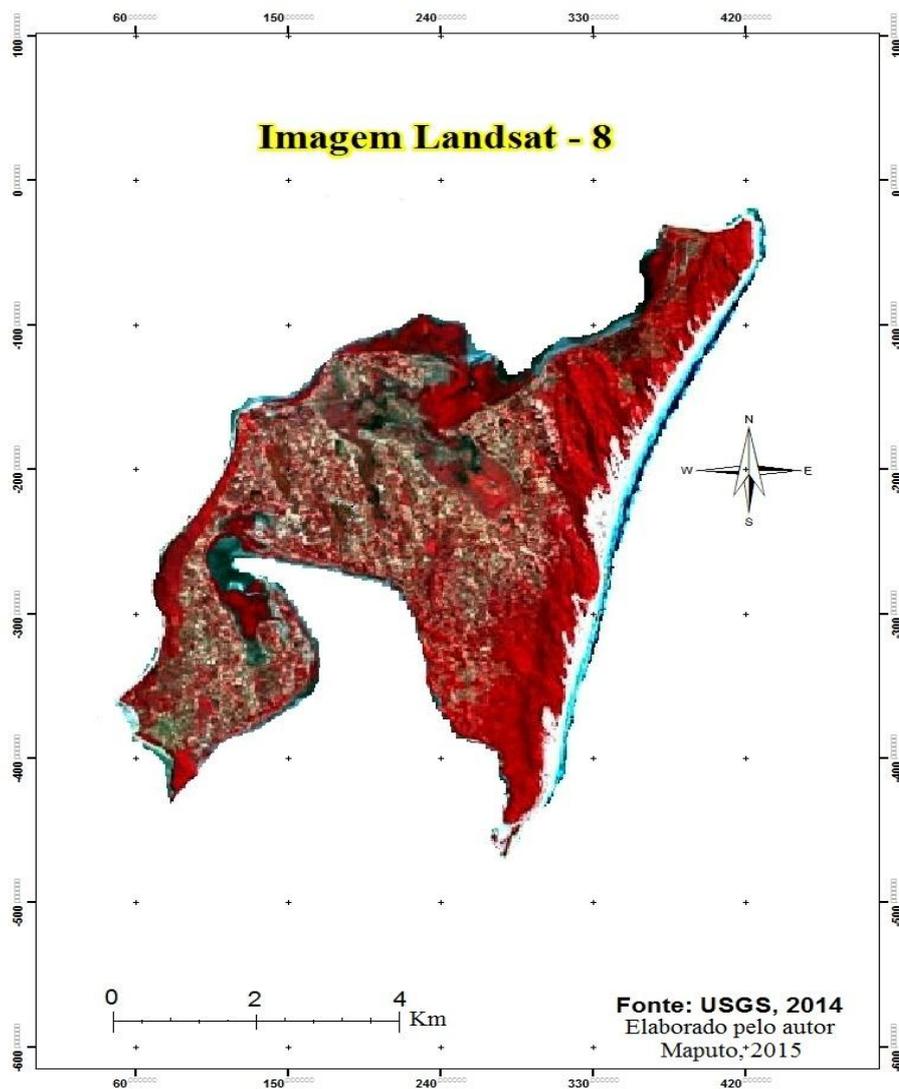
h) Interpretação e análise dos resultados obtidos.

Figura 3. **Composição RGB da imagem não recortada (2014)**



Fonte: USGS, 2014.

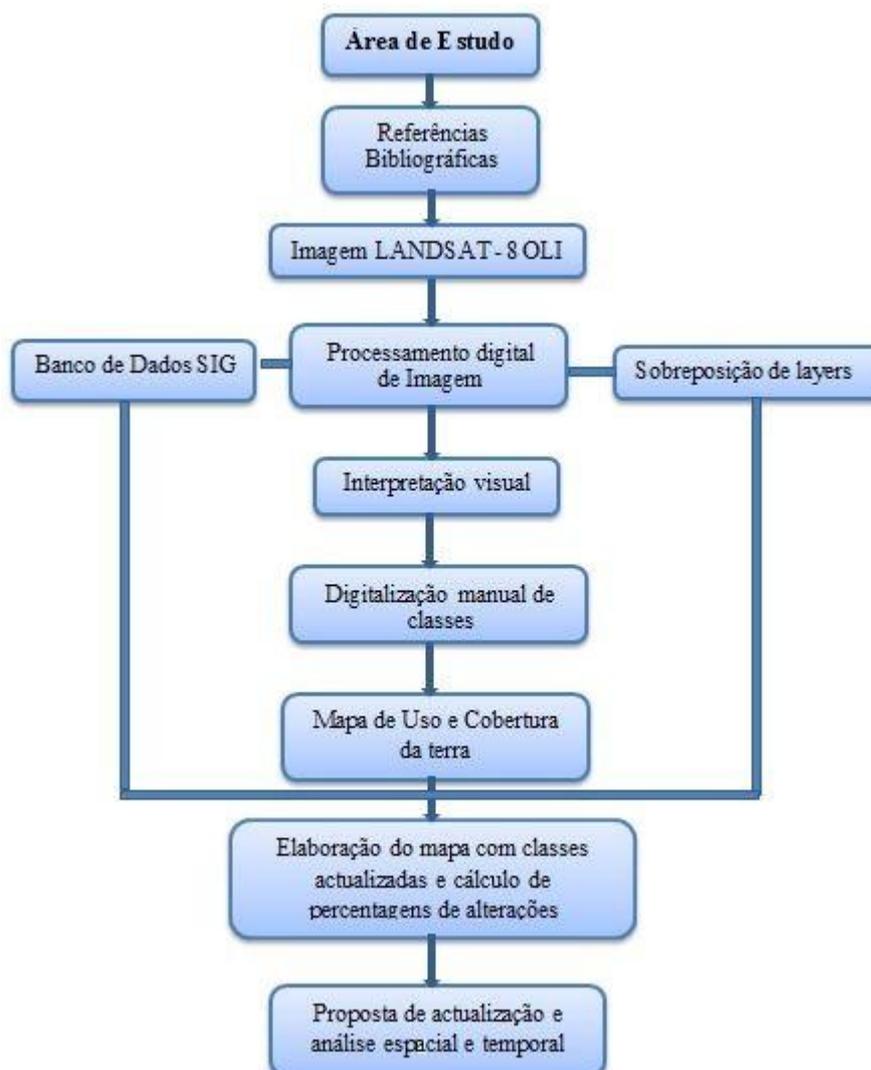
Figura 4. Composição RGB² da imagem recortada (2014)



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de USGS, 2014.

² Composição colorida, que é um sistema de cores aditivas formadas por Vermelho (Red), Verde (Green) e Azul (Blue) ou simplesmente RGB, que é feita através duma análise estatística analisando sua matriz de variância e covariância e sua matriz de correlação utilizando as bandas do satélite Landsat (ALMEIDA, 2013).

Figura 5. Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa



Fonte: Adaptado de ALMEIDA, 2013.

A metodologia usada neste trabalho baseou-se no recorte da imagem Landsat adquirida no site <http://glovis.usgs.gov>, identificação dos softwares para manipulação, tratamento e análises dos dados, digitalização semi-automática sobre a imagem de satélite do sensor Landsat com uma resolução espacial de 30 metros, por meio da sobreposição (dados de 1996 sobre os de 2014), sendo 1996 o ano de referência uma vez que existe uma base de uso e ocupação do solo disponível a nível nacional, com objectivo de cartografar as alterações detectadas nesse período e produzir um mapa actualizado de uso e cobertura de

terra e identificar as mudanças ocorridas no período em análise, cálculo da percentagem de ocupação e ou de alteração das classes e interpretação dos resultados obtidos, a delimitação da área de estudo (recorte da imagem) foi feita de acordo com os limites do distrito. O trabalho teve como base teórico-metodológica o levantamento do material bibliográfico e de dados secundários a partir de literaturas em livros, dissertações e teses. Foram consultadas, também, cartas topográficas com uma escala de 1:250.000, banco de dados do Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção (CENACARTA) de 1996 e imagens de satélite Landsat de 2014, complementados por dados censitários do Instituto Nacional de Estatística (INE). Com esses dados foi feita uma digitalização semi-automática, que por meio da sobreposição (dados de 1996 sobre os de 2014), foi possível identificar a diferença das classes (Fig. 3).

Antes de se iniciar o processo de actualização, faz-se uma preparação da imagem a fim e realçar as suas características radiométricas, facilitando assim o processo de extracção das informações, assim, aplicou-se o contraste nas três bandas (RGB) e posteriormente a digitalização. Após este processo houve a sobreposição da imagem de satélite digitalizada sobre o mapa de uso e cobertura digital de referência para se analisar as mudanças ocorridas ao longo do período em análise.

Exemplo de actualização da carta de uso e cobertura do solo com imagens de satélite

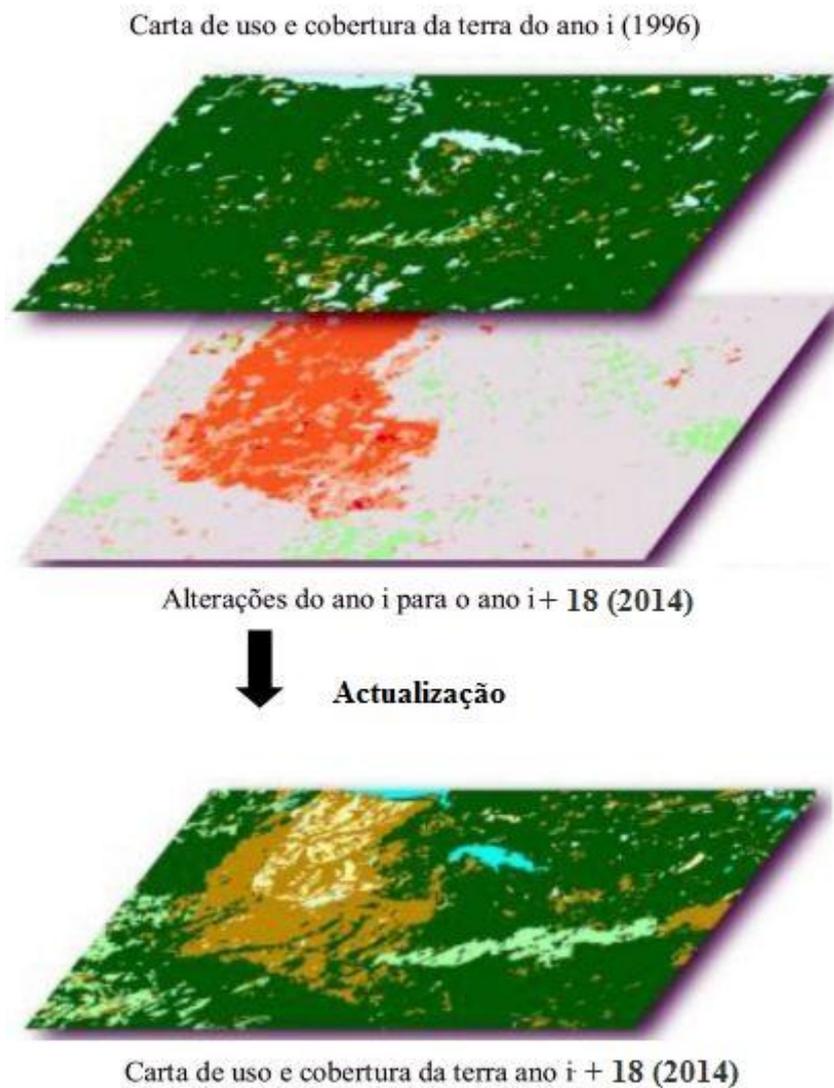


Figura 6. Proposta de actualização de uma carta de ocupação do solo com imagens de satélite. Adaptado de CDFFP (2002)

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Matagal aberto

A análise do mapa do matagal aberto (Fig. 7), evidenciou na imagem do ano de 2014, que houve uma diminuição da área em relação ao ano de 1996. A percentagem de alteração da proporção ou área de influência do matagal aberto foi de 16.01%. Esta classe perdeu mais terreno em detrimento do surgimento de novas classes tais como pântanos, área habitacional semi-urbana, matagal médio e pelo aumento da área de influência do mangal. Essa mudança ocorreu provavelmente pela intervenção humana na prática de varias culturas e for fenómenos naturais (visto que em um dos polígonos, a classe matagal aberto foi substituída pelos pântanos).

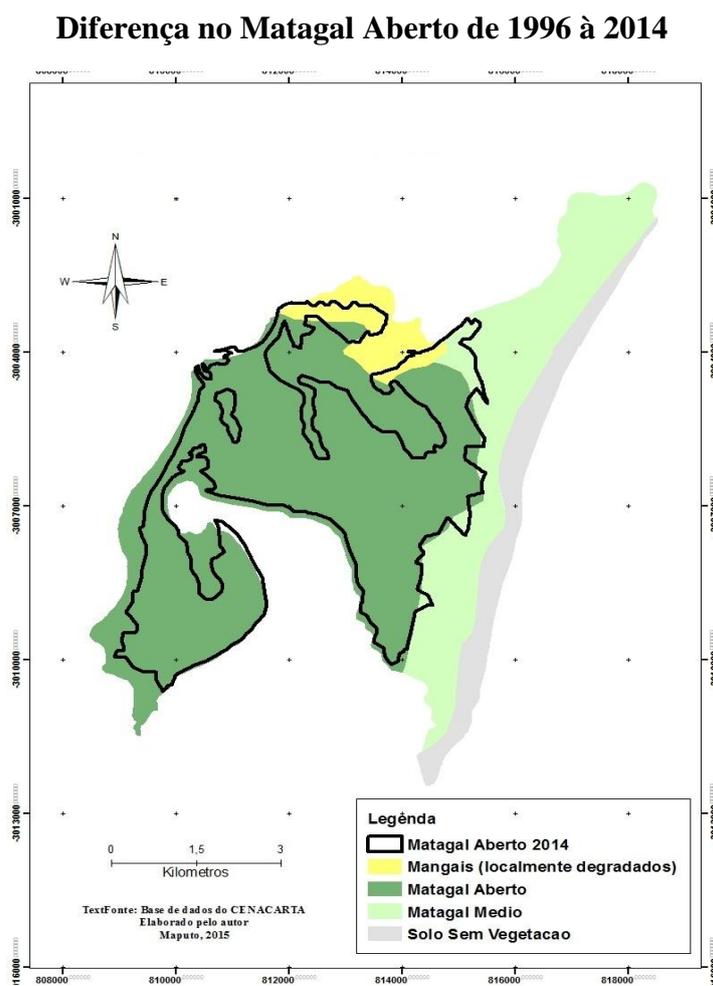


Figura 7. Diferença de matagal aberto entre 1996 e 2014

5.2. Matagal médio

O matagal médio, localizado nas proximidades do litoral, é uma classe que nos dados de 1996 ocupava uma área de 11.45Km² correspondentes a 24.04% da área total, e com base na imagem de 2014 verifica-se que houve uma expansão da área do matagal médio para 15.45Km² correspondente a 32.60%, isto significa que houve um aumento em 8.56% (Fig. 8).

Diferença no Matagal Médio de 1996 à 2014

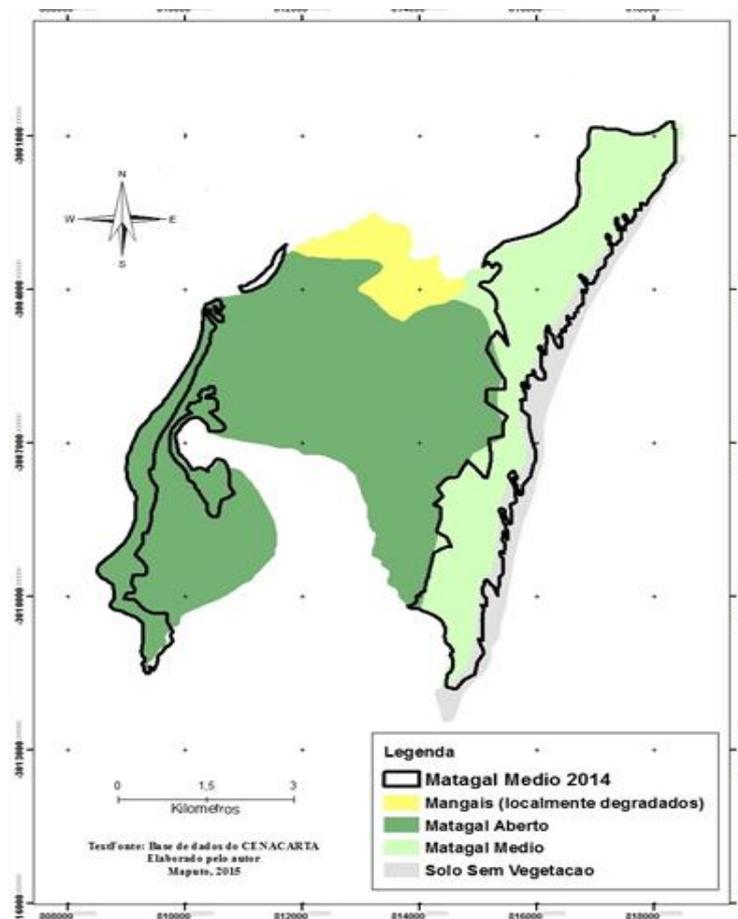


Figura 8. Expansão de matagal médio entre 1996 e 2014

5.3. Mangais (Localmente degradados)

Analisando o mapa de Mangais (Fig. 10), verificou-se que a área de influência desta classe reduziu por um lado, e por outro lado houve um pequeno aumento em alguns polígonos (“invadindo” uma pequena parte das classes matagal aberto e matagal médio),

mas não se compara a área perdida que foi consideravelmente maior do que a área ganha. Em 1996 ocupava uma área de 2.54Km² correspondente a 5.30% da área total e reduziu para 2.07Km² em 2014 correspondente a 4.36%. De acordo com Muacanhia s/d a redução do mangal foi influenciada pelo uso da espécie para obter estacas, lenha, madeira para barcos, medicamentos e outros fins e a tendência de aumento do mangal em outras áreas deveu-se ao reflorestamento.

Diferença no Mangal de 1996 à 2014

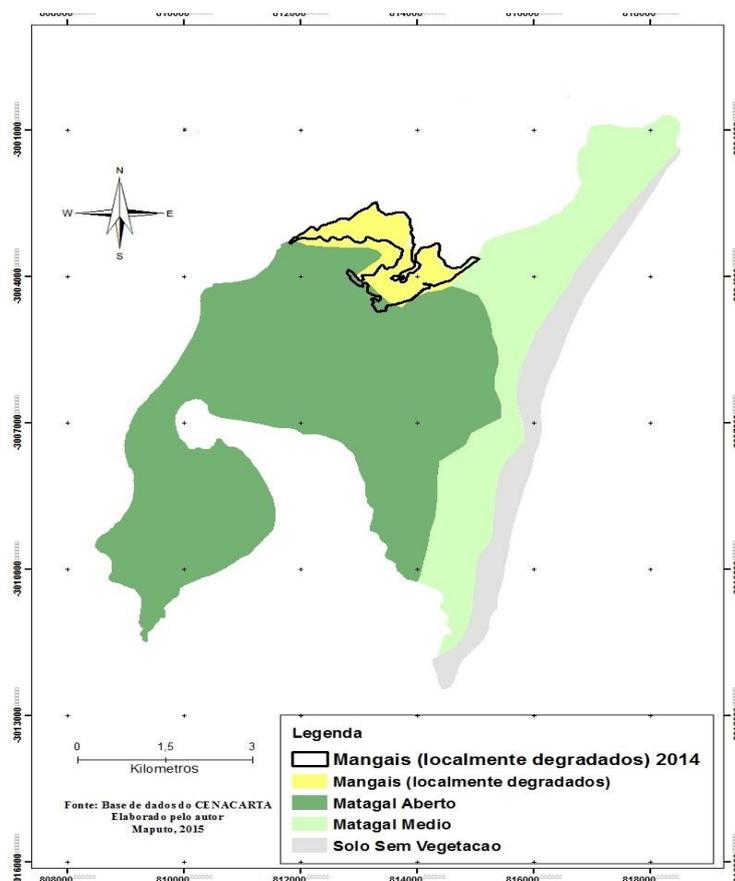


Figura 9. Área de mangal degradado entre 1996 e 2014

5.4. Solo Sem Vegetação

Esta classe de uso e cobertura da terra no ano de 1996, ocupava uma área de 4.36km², correspondente a 9.11% da área total do distrito, tendo aumentado a sua extensão para

9.21% no ano de 2014, onde passou a ocupar 4.37km² da área total (Fig. 10). Esta mudança suspeita-se que deveu a fenómenos naturais.

Diferença no Solo Sem Vegetação

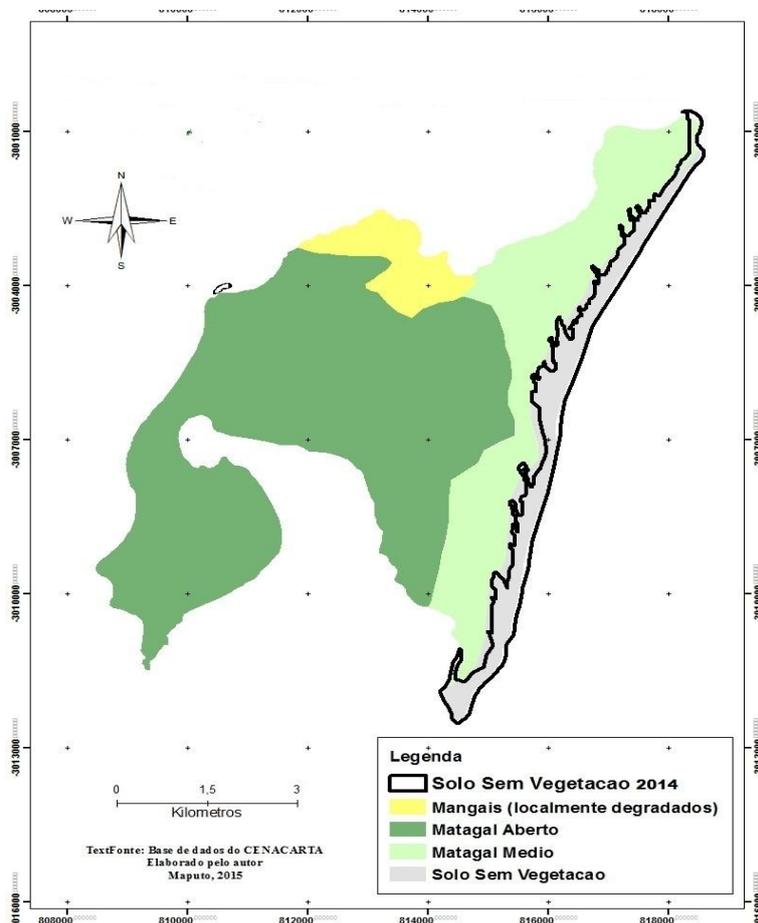


Figura 10. Diferença no Solo Sem Vegetação, 1996 e 2014

5.5. Área habitacional semi-urbana

A área habitacional semi-urbana, nos dados de uso e cobertura de terra de 1996 não existia, mas no mapa de uso e cobertura de terra de 2014 produzida a partir da imagem do mesmo ano, aparece a ocupar uma área de 0.08 km² correspondentes a 0.17% da área total do distrito. O surgimento desta nova classe (Fig. 11) é explicado pelo facto de o distrito de Kanhaca ser uma região em grande expansão populacional e onde nos últimos anos ter sido o destino de muitos Moçambicanos e turistas estrangeiros de acordo com

Muacanhia s/d, para vários fins: habitacionais, exploração de espécies vegetais para consumo e comércio, concentrando-se na vila-sede e restando extensas porções de terra desabitadas.

Área habitacional semi-urbana

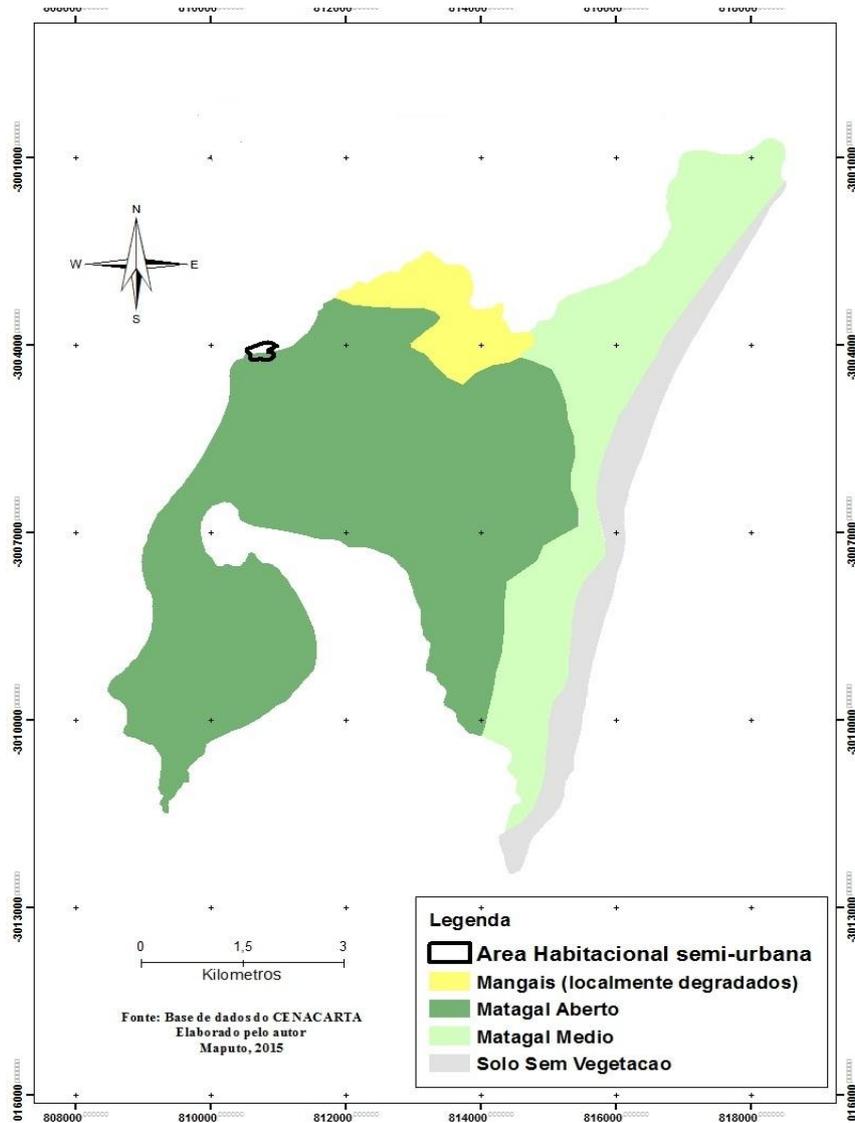


Figura 11. Área habitacional semi-urbana, 2014

5.6. Pântanos

Segundo os dados de 2014 (Fig. 12) evidenciados na imagem do mesmo ano, nota-se a existência de novas classes dentre elas os pântanos, que ocupam uma área de 3.56Km² correspondentes a 7,52% da área total e que ocupa maior área comparando com outras novas classes. Esta alteração no uso e cobertura da terra suspeita-se que deveu a fenômenos naturais.

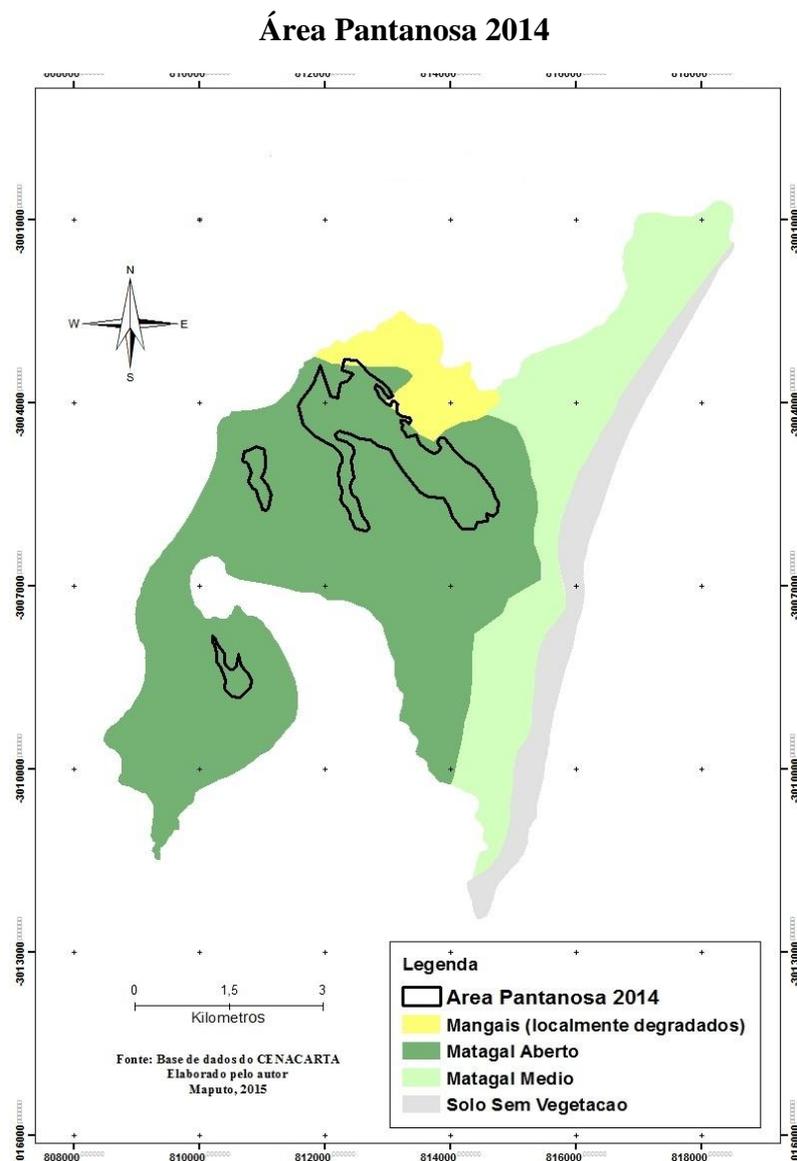


Figura 12. Área pantanosa, 2014

5.7. Curso de água

Esta é uma nova classe evidenciada na imagem de satélite de 2014 e que no mapa de uso e cobertura da terra de 2014 (Fig.13) ocupa uma área de 0.09Km² correspondente a 0.18% da área do distrito. O seu aparecimento é explicado através da “invasão” das águas do mar ao mangal, isto é, fenómenos naturais.

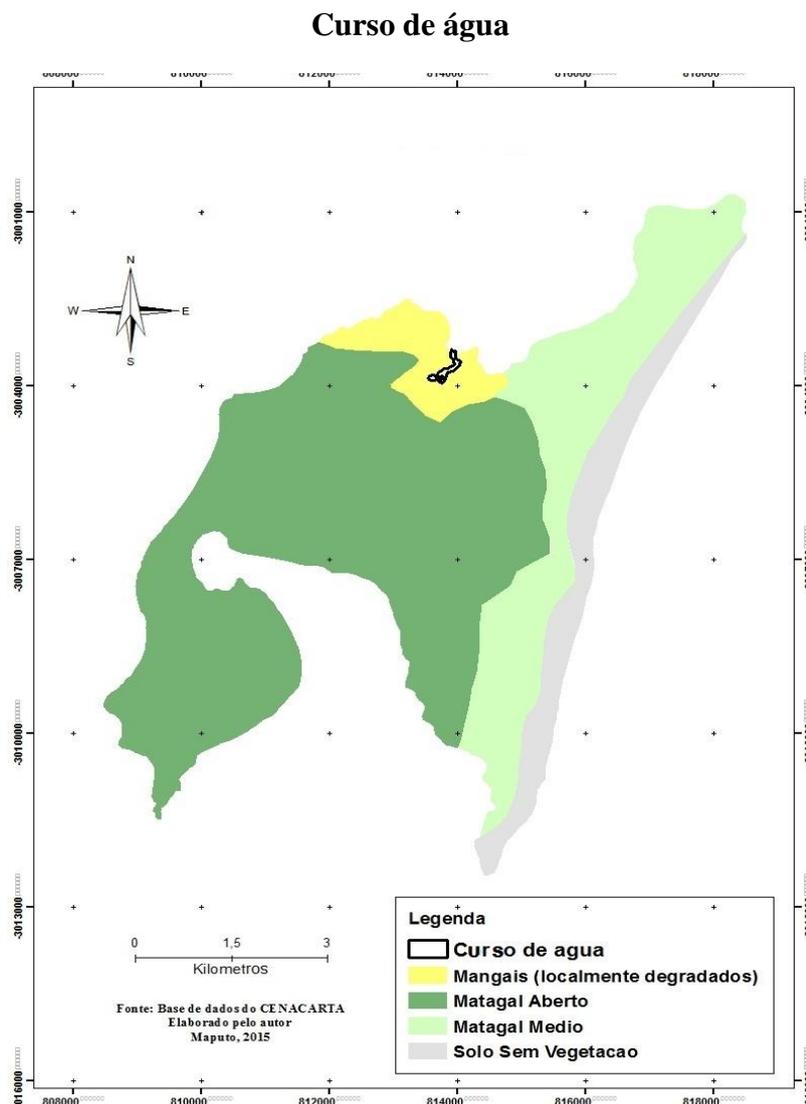


Figura 13. Curso de água, 2014

Uso e Cobertura da terra de 1996 e 2014

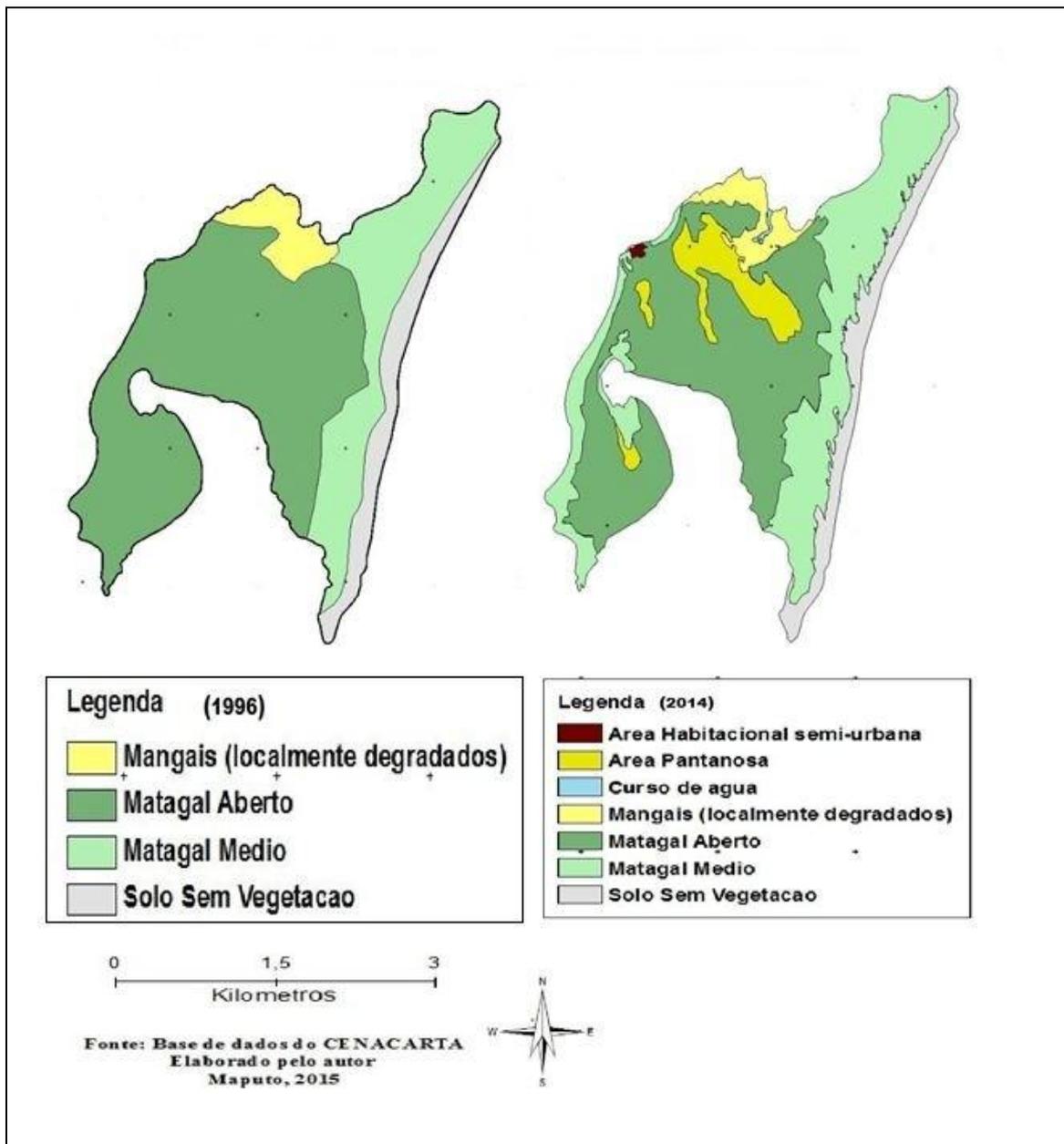


Figura 14. Diferenças nas classes de uso e ocupação da terra de 1996 e 2014

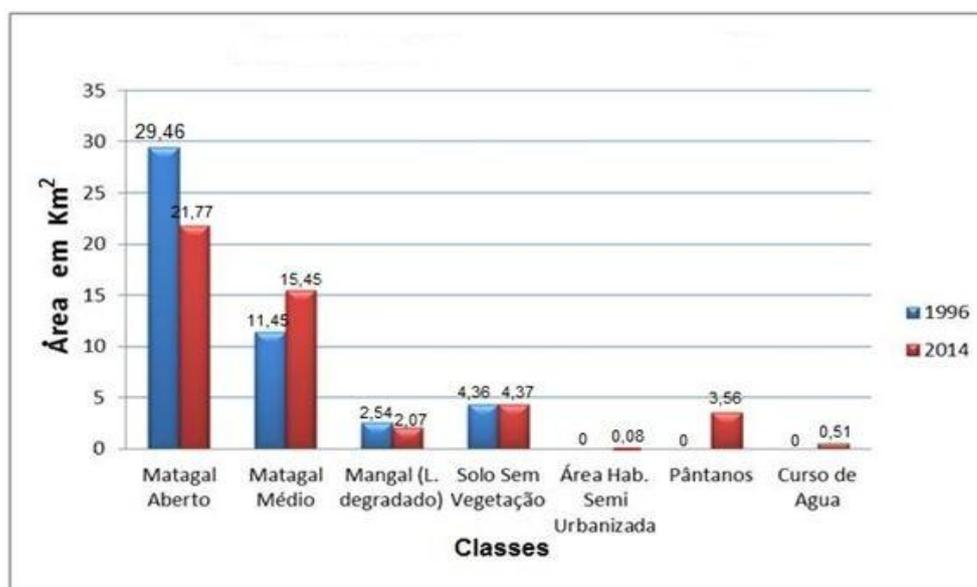
Inúmeros factores contribuíram para as diferenças registradas nas diversas classes, dentre os quais expansão populacional, fabrico de carvão, lenha, estacas, pastagem de gado, preferência de determinadas práticas (por exemplo agricultura), devido aos fenómenos naturais e condições climáticas do distrito de Kanhaca.

Tabela 4. **Áreas ocupadas por cada classe de uso e cobertura da terra (1996 e 2014)**

Classe de Uso e Cobertura	1996		2014		Observação
	Área Km ²	Área %	Área Km ²	Área %	
Matagal Aberto	29.46	61.53	21.77	45.94	Diminuiu
Matagal Médio	11.45	24.06	15.45	32.60	Aumentou
Mangal (L. degradado)	2.54	5.30	2.07	4.36	Diminuiu
Solo Sem Vegetação	4.36	9.11	4.37	9.21	Aumentou
Area Hab. Semi Urbanizada	00	00	0.08	0.17	Nova
Pântanos	00	00	3.56	7.52	Nova
Curso de Agua	00	00	0.51	0.23	Nova
Total	47.81	100.00	47,81	100.00	--

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de Uso e Cobertura de 1996 e 2014

Gráfico 3. **Áreas de Uso e Cobertura de 1996 e 2014**



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de Uso e Cobertura de 1996 e 2014

VI. CONCLUSÃO

O uso de imagens de satélite para a actualização de mapas temáticos apresenta como vantagens a aquisição periódica e a cobertura de grandes áreas a custos relativamente baixos. Porém, a produção automática a partir das mesmas imagens pode ser prejudicada por situações como o facto 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 píxel (Caetano e Santos, 2002).

Com base na actualização da base de dados de 1996 do CENACARTA, verificou-se que de 1996 á 2014 houve uma grande alteração no uso e cobertura da terra. A área do matagal médio no período em análise foi a que teve o aumento mais elevado (8,25%) comparando com as outras classes. A classe que teve a maior diminuição de 1996 a 2014 foi o matagal aberto (16,01%), devido ao surgimento de novas classes no meio desta, o caso dos pântanos ocupando 7,56% da área total em 2014 e área habitacional semi-urbana com 0,08% da área total. O curso de água também foi uma nova classe que “invadiu” a área de mangais ocupando uma área de 0,51% da área total do distrito.

Com base neste estudo, confirmou-se que os dados de uso e cobertura da terra do Centro Nacional de Cartografia e Teledeteccção-Moçambique se encontram desactualizados. Com base nos dados de 2014 (actualizados), foi possível verificar a existência de novos dados (novo plano de informação) de uso e cobertura da terra, comparativamente com a base de dados de 1996 da mesma instituição, por isso o estudo propõe a actualização da referida base de dados.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Augusto Pontes (2013). *Análise Multitemporal e Espacial do Uso e Cobertura das Terras no Município de Casa Nova, Bahia, no Período de 1996 a 2011*. Bahia-Brasil. Disponível em <http://cascavel.cpd.ufsm.br/> (Acesso em 17 de Marco de 2015).

ASSIS, R. R. (2002). *Utilização de Imagens Orbitais e Áreas no Estudo da Ocupação e Planejamento Urbano*. Belo Horizonte, 45p. Disponível em <http://cascavel.cpd.ufsm.br/> (Acesso em 17 de Marco de 2015);

BOLFE, E. L. (2001). *Geoprocessamento aplicado à análise de Recursos Florestais, estudo de caso: folha SH. 22-Y-A/DSG*. Rio Grande do Sul.

CAETANO, M., SANTOS, T. e A. Nunes. (2002). *Generalização de cartografia de ocupação do solo derivada de classificação de imagens de satélite ao nível do pixel*. Actas da III Conferência de Cartografia e Geodesia, Aveiro

CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S.; CRUZ, O. G.; CORREA, V. (2008). *Análise Espacial de Dados Geográficos: Análise espacial de áreas*. Embrapa-Brasil. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/.pdf>> Acesso em 2014

CENACARTA - Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção - Ministério da Agricultura (2006). *Normas e Procedimentos de Fornecimento e Difusão de Informação Geo-referenciada ao público*. Maputo-Moçambique. Disponível em: <http://www.cenacarta.com>> Acesso em 2014

CDFFP – California Department of Forestry and Fire Protection. (2002). *Monitoring land cover changes in California*.

CGIA – Center for Geographic Information and Analysis. (2002). *Land and biological resources*. <http://cgia.cgia.state.nc.us/ncgdc/><acesso em 01-07-2014.

CROSTA, A. P. (1992). *Processamento digital de imagens de Sensoriamento Remoto*. Campinas: UNICAMP;

DIAS, Carla Mariza Miguel Teixeira. (2010). *Análise espacial do uso e cobertura da terra em moçambique, estudo de caso distrito de Marracuene-posto administrativo de Marracuene*. Belo Horizonte.

FERREIRA, A. (2007). *Inhaca*. Maputo. Disponível em: http://www.academia.edu/Trabalho_final_inhaca> Acesso em Abril de 2015

FERRÃO, Manuel (2007). *A teledetecção em Moçambique - Situação Actual, Perspectivas e Constrangimentos*. Maputo

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

HOFFMAN, R. R. e MARKMAN, A. B. (2001). *Interpreting Remote Sensing Imagery: Human Factors*. Lewis Publishers.

<http://mundogeo.com/blog/2014/06/10/processamento-digital-de-imagem-landsat-8-para-obtencao-dos-indices-de-vegetacao-ndvi-e-savi-visando-a-caracterizacao-da-cobertura-vegrrtal>

INIA. (1995). *Legenda da carta Nacional de Solos de Moçambique*. Maputo.

INSTITUTO NACIONAL de ESTATISTICA (2007). *III Recenseamento Geral da População e Habitação: Indicadores Socio-demográficos, Cidade de Maputo*. Maputo

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. (2006). *Manual técnico de uso de Terra (número 7)*. 2ª Edição. Rio de Janeiro-Brasil.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. (2007). *Manual do Usuário SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas)*.

IFN - *Inventaire Forestier National*. 2002. <http://www.ifn.fr> .Acesso em 28 de Janeiro de 2015.

IODETA, I. V. (2001) *Concepção de Bases Cartográficas para Projectos de Engenharia*. São Paulo. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

LILLESAND, T. M. e KIEFER R. W. (2000). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons, New York.

LUNETTA, R. S., J. G. Lyon, B. Guindon e C. E. Elvidge. (1998). *North America Landscape Characterization Dataset Development and data Fusion Issues*.
Photogrammetric Engineering and Remote Sensing

MACNAE, W. and KALK, M. (1958) – *Natural History of Inhaca Island: Mozambique*.
First Edition - Witwatersrand University Press, Cape Town. pp.113.

MACNAE, W. e Kalk, M. (1969). *A Natural History of Inhaca Island, revised edition*,
Johannesburg. University of Witwatersrand. Manual de Sistema de Informação
Geográfica.

MAE - MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO ESTATAL (2005). *Perfis Distritais*.
República de Moçambique.

MALÓ, Sérgio A. M. D. (2002). *Diferenciação Espacial de Uso e Ocupação do Solo na
Cidade de Maxixe*. Dissertação de Licenciatura em Geografia. Maputo. Universidade
Eduardo Mondlane

MUACANHIA, Tomás (s/d). *Environmental Changes on Inhaca Island, Mozambique:
Development versus Degradation?*. Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo
Mondlane, Maputo

NOVO, E.M.L.M. (1992). *Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações*. São Paulo.

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

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

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

SILVA, D. A. (2003). *Sistemas Sensores Orbitais*. São José dos Campos: INPE-CTA.
<Disponível em <http://www.itid.inpe.br/> > Acesso em 17 de Março de 2015

THOMPSON, M. W. 1999. *South African National Land-Cover Database Project: Data User's Manual*. Final Report. CSIR/ARC. Disponível em www.sac.co.za/geoinfo/nlc. Acesso em 03 de Agosto de 2014.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS), 2013. Disponível em <http://glovis.usgs.gov/>> Acesso em 14 de Março de 2015

VARJO, J. 1997. *Change detection and controlling forest information using multi-temporal Landsat TM imagery*. Acta Forestalia Fennica 258. 64 p.

WHISTLER, J. L. et al. (1995). *"The Kansas State Land Cover Mapping Project: Regional Scale Land Use/Land Cover Mapping Using Landsat Thematic Mapper Data."* Proceedings of the ACSM/ASPRS Annual Convention & Exposition Technical Papers.