



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DIVISÃO DE AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**DINÂMICA DA MUDANÇA DA VEGETAÇÃO NATIVA PELAS PLANTAÇÕES
FLORESTAIS NO POSTO ADMINISTRATIVO DE MESSICA ENTRE OS ANOS 2000-
2020**

Monografia a ser apresentada e defendida como requisito para obtenção do grau de Licenciatura
em Engenharia Florestal

Autor: Samuel Tiago Inácio Vilanculo

Tutor: dr. Arão Raimundo Finiasse (MSc)

Lionde, Novembro de 2022



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia científica sobre: **Dinâmica da mudança da vegetação nativa pelas plantações florestais no posto administrativo de Messica entre os anos 2000-2020**, apresentado ao Curso de Engenharia Florestal na Divisão de Agricultura no Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Florestal.

Monografia apresentada e aprovada em 22 de Novembro de 2022.

Júri
Tutor: Arão Raimundo Finiasso
(Arão Raimundo Finiasso, MSc)

Avaliador 1: Emídio José Matusse
(Emídio José Matusse, MSc)

Avaliador 2: Luís Júnior Comissário
(Luís Júnior Comissário, PhD)

Lionde, Novembro de 2022

Índice

ÍNDICE DE TABELAS, FIGURA E ANEXOS.....	i
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	ii
DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	8
1.2. Problema e justificação de estudo.....	9
1.3. Objectivos.....	10
1.3.1. Geral:.....	10
1.3.2. Específicos:.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. Cobertura florestal em Moçambique.....	11
2.2. Vegetação de Miombo.....	11
2.3. Plantações florestais.....	11
2.4. Desmatamento e degradação florestal em Moçambique.....	12
2.5. Sensoriamento remoto.....	12
2.6. Tipos de resoluções espectrais.....	13
2.6.1. Resolução espacial.....	13
2.6.2. Resolução espectral.....	13
2.6.3. Resolução radiométrica.....	13
2.6.4. Resolução temporal.....	13
2.7. Processamento digital de imagem de satélite.....	13
2.8. Pré-processamento de imagens.....	14
2.9. Correção geométrica.....	14
2.10. Correção atmosférica.....	14

2.11.	Classificação não-supervisionada	14
2.12.	Modelo de ISODATA	14
2.13.	Classificação supervisionada.....	15
2.14.	Método de Máxima verossimilhança	15
2.15.	Análise de exactidão e concordância dos mapas.....	15
3.	METODOLOGIA.....	16
3.1.	Localização e Superfície	16
3.2.	Clima.....	16
3.3.	Solos e Relevo	17
3.4.	Vegetação.....	17
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
4.1.	Métodos	18
4.2.	Processamento de imagens	18
4.3.	Pré-processamento	19
4.4.	Delimitação da região de interesse e combinação de bandas	19
4.5.	Classificação das imagens de satélite: Fase I.....	19
4.6.	Pontos totais de validação.....	19
4.7.	Número de pontos de amostra por cada classe	20
4.8.	Classificação supervisionada: Fase II	20
4.8.1.	Validação de dados no campo	20
4.8.2.	Definição das classes de uso e aproveitamento de terra.....	21
4.8.3.	Estimativa de áreas e os fluxos de mudanças de uso e cobertura de terra.....	21
4.8.4.	Mapas de transição da mudança de cobertura no Posto administrativo de Messica	21
4.8.5.	Avaliação da Classificação.....	21
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1.	Uso e Cobertura de Terra no posto administrativo de Messica.....	22

5.2. Áreas e fluxos de Mudança de cobertura.....	23
5.3.Dinâmica de Cobertura 2000-2020.....	25
5.4.Avaliação da classificação.....	27
6. CONCLUSÃO.....	28
7. RECOMENDAÇÕES.....	29
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
9. ANEXOS.....	33

ÍNDICE DE TABELAS, FIGURA E ANEXOS

Índice de Tabelas

Tabela 1: Relação entre os valores de índice Kappa e a qualidade da classificação	15
Tabela 2: Softwares e materiais utilizados	17
Tabela 3: Características das imagens adquiridas	18
Tabela 4: Amostras de validação da classificação.....	20
Tabela 5: áreas e fluxo de mudanças de cobertura no posto administrativo de Messica nos anos 2000 a 2020.	23
Tabela 6: Matriz de confusão, acurácia global e índice Kappa	27

Índice de figuras

Figura 1: Mapa do Posto administrativo de Messica.....	16
Figura 2: Dinâmica do uso e cobertura de terra no Posto administrativo de Messica.....	22
Figura 3: Dinâmica do uso e cobertura em Messica nos anos 2000 a 2020	26
Figura 4: áreas cobertas por vegetação nativa no ano 2000; áreas substituídas pelas plantações florestais no ano 2020.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 5: área coberta por habitação no ano 2000 e 2020	26

Índice de Anexos

Anexos 1: Pontos de validação da área de estudo.....	33
Anexos 2: Algumas Classes de uso e cobertura de terra no Posto administrativo de Messica.....	35

LISTA DE ABREVISTURAS E SIGLAS

CENACARTA	Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção
DNAL	Direção Nacional de administração Local
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
GPS	Global Positioning System
IFLOMA	Indústrias Florestais de Manica
INAE	Instituto Nacional de Estatística
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
MINAG	Ministério da Agricultura
MAE	Ministério da Administração Estatal
OLI	Operational Land Imager
QGIS	Quantum Geographic Information System
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
TM	Thematic mapper
UCT	Uso e Cobertura de Terra
UTM	Universal Transversal Mercator



DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que esta monografia é resultado da minha investigação realizada sob as orientações do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, Novembro de 2022

Samuel Tiago Inácio Vilanculo

(Samuel Tiago Inácio Vilanculo)

DEDICATÓRIA

Aos meus deuses na terra:

Tiago Inácio Vilanculos e Maria de Fátima Januário Buene

Aos meus irmãos:

Oséias Tiago Inácio Vilanculos, Ester Tiago Vilanculos, Inácio Tiago Vilanculos e Celma da Fátima Tiago Vilanculos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus Todo-Poderoso, a razão da minha existência.

A minha família pelo apoio moral e financeiro, em especial aos meus pais Tiago Inácio Vilanculos e Maria de Fátima Januário Buene por terem acreditado em mim, pela paciência e por terem disponibilizado todos meios para tornar possível a realização deste sonho. Ao meu clone, a minha outra parte, Oseias Tiago Inácio Vilanculos por estar sempre comigo apesar da distância dando-me força e animo pra continuar e nunca desistir.

Ao meu tutor o dr. Arão Raimundo Finiasse (MSc) pelos conhecimentos transmitidos ao longo da realização deste trabalho, pela paciência, por ter abdicado o seu valioso tempo e toda ajuda necessária em todo este processo, agradeço de todo meu coração.

O meu profundo agradecimento ao Corpo Docente da Instituição que directamente ou indirectamente contribuíram para a minha formação, em particular os docentes dr. Arão Raimundo Finiasse (MSc), Eng. Pedro Wate (MSc), Eng. Emidio Matusse (MSc), Eng. Serevino Macôo, dr. Sérgio Bila, Eng^a. Juvência Yolanda (MSc) e Eng. Edson Massingue (MSc).

Aos meus companheiros da jornada académica, Inocente Daniel Vasco, Jeremias Castigo Madabula, General José Manuel, Ernesto Nhachengo, Silva Rassul e Adriano Siteo pelo suporte e cooperação em torno da jornada académica.

Aos meus amigos, Oséias Tiago Inácio Vilanculos, General José António Manuel, Amosse José Mundai, Biciasse Leão, Aniceto Pascoal Mateus, Adolfo Ilídio Nanje, Geremias Cumbucane, Argílio Mangaze, Emílio Mavie, ademais amigos do condomínio Raulina, pela fraternidade, apoio e confiança ao longo dos anos.

Gratidão!

RESUMO

A cobertura florestal desempenha um papel preponderante em Moçambique, pois promovem o equilíbrio dos ecossistemas, servem como habitat para a fauna, protegem os solos, além de contribuir para o desenvolvimento socioeconómico do país e servir como base de sobrevivência da população na satisfação das suas necessidades. Porém, a mudança de cobertura no tocante a perdas destas, tem sido bastante comum nos últimos anos. O sensoriamento remoto constitui uma alternativa viável para a monitoria da vegetação e de sua dinâmica, quer seja ela natural ou plantada. O presente estudo teve como objectivo analisar a dinâmica da vegetação nativa pelas plantações no posto administrativo de Messica nos anos 2000-2020. Para o efeito, obteve-se as imagens de satélite Landsat 7 ETM+ e 8 OLI onde fez-se a classificação não supervisionada para identificação das classes de uso e cobertura e de seguida fez-se a classificação supervisionada pelo método máxima verossimilhança no QGIS 2.18, onde também fez-se as análises do fluxo de mudanças. Posteriormente fez-se a avaliação da classificação através da matriz de confusão e índice de Kappa. Os resultados mostram que foram identificadas 7 classes de uso e cobertura de terra, nomeadamente: corpos de água, vegetação nativa, plantações florestais, agricultura, pastagens, solo exposto e habitações. Verificou-se que a classe que mais apresentou perda de cobertura foi a vegetação nativa com cerca de 8232.12 hectares (10.03%) para 6303.24 hectares (7.687%) no 2000 a 2020. A classe que mais aumentou foi a classe de solo exposto com cerca de 23534.73 hectares (28.67%) para 26564.4 hectares (32.36%) no período de 2000 a 2020 respectivamente. No que tange as mudanças negativas, verificou-se as classes de corpo de água, vegetação nativa, pastagens e habitação, quanto as mudanças positivas verificaram-se nas classes de plantações florestais, agricultura e solo exposto. A classificação dos mapas foi excelente, com os valores de acurácia global e índice kappa de 90.62% e 86.97% respectivamente. A perda da vegetação nativa verificou-se que é causada pela exploração do material lenhoso (lenha e carvão vegetal) associada a abertura de campos agrícolas com recurso a queima. Contudo, que recomenda-se o uso de sensoriamento remoto para monitorar e auxiliar no planeamento do uso da terra controlando a abrangência das plantações florestais e evitar os possíveis conflitos com a comunidade e por parte da comunidade recomenda-se adoção de práticas sustentáveis no processo de abertura de machambas, sobre tudo na incidência de queimadas descontroladas que tem devastado a vegetação nativa e as plantações florestais.

Palavras-chaves: vegetação nativa, plantações florestais e uso cobertura de terra.

ABSTRACT

Forest cover plays a major role in Mozambique, as they promote the balance of ecosystems, serve as habitat for fauna, protect soils, and contribute to the socio-economic development of the country and serve as a basis for survival of the population in meeting their needs. However, the change in coverage regarding their losses has been quite common in recent years. Remote sensing is a viable alternative for monitoring vegetation and its dynamics, whether natural or planted. The present study aimed to analyze the dynamics of native vegetation by plantations in the administrative post of Messica in the years 2000-2020. For this purpose, landsat 7 ETM+ and 8 OLI satellite images were obtained where the unsupervised classification was made to identify the classes of use and coverage and then the classification supervised by the maximum verisillor method was made qgis 2.18, where the analysis of the change stream was also performed. Subsequently, the classification was evaluated using the confusion matrix and Kappa index. The results show that 7 classes of land use and land cover were identified, namely: bodies of water, native vegetation, forest plantations, agriculture, pastures, exposed soil and dwellings. It was found that the class that presented the most loss of cover was the native vegetation 8,232.12 hectares (10.03%) to 6,303.24 hectares (7,687%) in 2000 to 2020. The class that increased the most was the exposed soil class with about 23534.73 hectares (28.67%) to 26564.4 hectares (32.36%) in the period from 2000 to 2020, respectively. When it comes to negative changes it was verified the classes of water body, native vegetation, pastures and housing, as the positive changes occurred in the classes of forest plantations, agriculture and exposed soil. The classification of the maps was excellent, with the values of global accuracy and kappa index of 90.62% and 86.97% respectively. The loss of native vegetation was found to be caused by the exploitation of woody material (firewood and coal) associated with the opening of agricultural fields using the burning. However, it is recommended the use of remote sensing to monitor and assist in the planning of land use by controlling the scope of forest plantations and avoiding possible conflicts with the community and the community, it is recommended to take sustainable practices in the process of opening machambas, all in the incidence of uncontrolled fires that has devastated native vegetation and forest plantations.

Keywords: Native Vegetation, forest plantations, land use and land cover

1. INTRODUÇÃO

A cobertura florestal em Moçambique tem sido abordada com frequência nos últimos anos e constituem uma das maiores preocupações da actualidade por conta das mudanças que a mesma apresenta em situações de perda provenientes de causas antrópicas. Apesar disso, Moçambique é um país com extensos recursos florestais uma vasta gama de tipos de floresta e composições florísticas dando ao país uma rica diversidade biológica que serve como habitat natural para a fauna. O ecossistema mais predominante em Moçambique é o Miombo e cobre cerca de 2/3 da superfície Moçambicana e tem uma grande importância socioeconómica, pois mais de 150 milhões de pessoas dependem dos seus bens e serviços em África (Deweese *et al.*, 2010).

As causas de perda de cobertura e degradação de florestas em Moçambique são complexas e actuam de forma combinada, estas incluem: agricultura de subsistência, agricultura comercial, produção de lenha e carvão, urbanização, mineração, exploração de madeira comercial e pecuária (Sitoe *et al.*, 2016).

Estudos recentes mostram que a elevada dependência da população moçambicana em relação aos recursos florestais, associado ao lento crescimento das florestas tropicais nativas, pode levar a escassez dos recursos florestais. Apesar do reflorestamento (na sua maioria plantações) ter crescido em 8 milhões de hectares no mundo, a perda de florestas naturais prossegue a um ritmo insustentável. Essa perda é ocasionada na sua maioria pela transformação de florestas tropicais áreas agrícolas (Banco Mundial, 2012).

Nesse sentido, para assegurar redução da pressão sobre a floresta tropical nativa, o governo moçambicano decidiu em meados de 2000, promover plantações florestais com espécies exóticas de rápido crescimento (MINAG, 2006). Esta iniciativa teve como foco contribuir na recuperação das áreas degradadas e proporcionar melhorias a nível económico, social e ambiental.

Estima-se que as plantações em Moçambique cobrem uma área de 756 mil ha destes a IFLOMA possui cerca de 12,3% distribuídas nas províncias de Manica e Sofala (MINAG, 2015). A província de Manica é constituída ecossistema de miombo e também possui áreas consideráveis de florestas plantadas de *Eucalyptus sp* e *Pinus sp* de várias empresas de reflorestamento privado e estatal.

O sensoriamento remoto é uma alternativa viável para a monitoria da vegetação e de sua dinâmica, quer seja ela natural ou plantada. Nas últimas décadas, as técnicas de sensoriamento remoto têm sido cada vez mais utilizadas para estudar as tendências espaciais e temporais dos ecossistemas terrestres (Giri, 2012).

Este trabalho tem como objectivo analisar a dinâmica da mudança da vegetação nativa pelas plantações florestais no posto administrativo de Messica entre os anos de 2000 a 2020.

1.2. Problema e justificação de estudo

A mudança de cobertura florestal é caracterizada pela perda de cobertura que em Moçambique esta diretamente associada as elevadas taxas de desmatamento e degradação florestal (FAO, 2010).

Essas mudanças de cobertura da vegetação trazem problemas ambientais como: a poluição do ar e da água, degradação do solo, desertificação, redução da biodiversidade, erosão e extinção de espécies. Associados a isto, as plantações florestais são tidas como fonte de grandes problemas ambientais no que concerne à ocupação e uso do solo. A área atingida pelos impactos ambientais pode apresentar os seguintes problemas: contaminação do solo e lençol freático, eliminação da vegetação protetora, erosão, e impermeabilidade excessiva (Magro, 2001).

No Posto Administrativo de Messica, as plantações das Indústrias Florestais de Manica cobrem uma boa parte da área correspondente a vegetação local e nos últimos anos tem-se verificado mudanças de cobertura, sobretudo na perda da vegetação nativa causadas pela prática da agricultura itinerante, exploração de lenha e carvão vegetal, urbanização, caça e entre outras actividades MICOA (2012) e Wertz- Kanounnikoff, (2012).

Devido a complexidade da dinâmica da vegetação, pouco se sabe das reais causas da mudança de cobertura de terra envolvendo as plantações florestais, ou seja, há escassez de informações referente a perda de cobertura. O desmatamento, a perda da biodiversidade, os conflitos de terra envolvendo a comunidade e a empresa de reflorestamento e insegurança alimentar por parte da comunidade que usam a terra para produção agrícola e assim como recursos florestais para a sua sobrevivência constituem problemas associados a mudanças de cobertura no local de estudo.

A carência de um instrumento de monitoria dos diferentes tipos de uso e cobertura de terra no posto administrativo resulta em conflitos entre o IFLOMA e as comunidades locais. Surgindo assim a necessidade de analisar a dinâmica de cobertura de vegetação associada as plantações florestais, de modo a conhecer-se a abrangência destas e os seus possíveis factores que condicionam a perda de cobertura nativa. Podendo se definir áreas produtivas (plantações e agricultura) e áreas de vegetação nativa com vista a harmonizar e buscar equilíbrio dos ecossistemas para sustentabilidade dos recursos.

De acordo Ryan et. al (2011) as técnicas de teledeteção têm se mostrado de extrema relevância e bastante aplicados uma vez que proporcionam uma visão sinóptica de áreas muito grandes, permitem avaliar áreas de difícil acesso e assim como detectar pequenas alterações da cobertura.

1.3.Objectivos

1.3.1. Geral:

- Analisar a dinâmica da mudança da vegetação nativa pelas plantações florestais no posto administrativo de Messica entre os anos de 2000 a 2020.

1.3.2. Específicos:

- Mapear a cobertura florestal e as diferentes formas de uso de solo no Posto Administrativo de Messica nos anos de 2000 a 2020;
- Determinar o fluxo de mudança de cobertura de terra no Posto administrativo de Messica nos anos 2000 a 2020.
- Avaliar a classificação dos mapas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cobertura florestal em Moçambique

As florestas nativas representam o principal potencial florestal em Moçambique, com alta diversidade florística, mas poucas espécies são conhecidas no mercado. Destas florestas, estima-se que 40,1 milhões de ha (51%) do território nacional é coberto por florestas (26,9 milhões de ha é ocupado por florestas para a extracção de madeira com valor comercial e 13,2 milhões de ha são áreas de conservação) e cerca de 14,7 milhões de ha (19%) é coberto por outras formações lenhosas como vegetação arbustiva, matagal e florestas sujeitas à agricultura itinerante (Marzoli, 2007).

Estas florestas diferenciam uma região para outra, sendo que a distribuição regional revela que a região norte (Niassa, Cabo Delgado e Nampula) ocupa 42% da cobertura floresta, a região centro (Zambézia, Tete, Manica e Sofala) concentram cerca de 40% e a região sul concentra cerca de 18%.

2.2. Vegetação de Miombo

O ecossistema de miombo é um tipo de vegetação de savana africana que cobre cerca de 2,7 milhões km² do continente e cerca de 2/3 da superfície de Moçambique (Marzoli, 2007). Se estende desde o Rio Rovuma a Norte até ao Rio Save no Sul do País. A sua estrutura e composição são modificadas pelo clima, solo e altitude (Moura, et al., 2010). O miombo é caracterizado pela coexistência dos géneros de plantas *Brachystegia*, *Julbernardia* e *Isoberlinia* (Campbell et al., 1996). A riqueza de espécies florísticas neste sistema é alta e cobre cerca de 70% da fito-região Sudano-Zambeziaca, com mais de 8500 espécies vegetais, 50% das quais são endémicas (Moura, et al., 2010).

O Miombo húmido ocorre em regiões altas das províncias de Manica e Zambézia com altitude superior a 1000m e precipitação média anual que varia de 1200-1800mm. O Miombo semi-decíduo ocorre nas regiões de baixa altitude e precipitação entre 800-1200mm. O Miombo decíduo é típico das zonas de baixa altitude e precipitações médias anuais entre 600-800mm, representando a vegetação mais dominante em Moçambique (Marzoli, 2007).

2.3. Plantações florestais

Plantação florestal é o termo utilizado para referir as florestas estabelecidas artificialmente através de plantio ou sementeira directa num processo geralmente conhecido como “reflorestamento” (FAO, 2017). As plantações florestais podem ser estabelecidas em terras que nunca tiveram

cobertura florestal ou em áreas que tenham sido desmatadas por outras razões ou para o efeito de estabelecimento de plantações florestais (IPCC, 2017).

As plantações florestais são feitas utilizando sementes ou clones que passaram por um processo intenso de selecção e melhoramento genético para produzir produtos específicos de forma económica. Os grandes investimentos necessários para o estabelecimento de plantações florestais apenas podem ser compensados pelas taxas elevadas de crescimento (Siteo e Lisboa, 2017).

2.4.Desmatamento e degradação florestal em Moçambique

Em Moçambique o desmatamento e a degradação florestal são comuns e constituem um mesmo processo de mudança de cobertura florestal numa direcção degradativa em que áreas de florestas densas com maior cobertura de copas são convertidas em florestas menos densas (degradação) ou para outro tipo de cobertura não florestal (desmatamento). Ambos os processos são acompanhados de diminuição do valor dos parâmetros tais como o número de árvores, volume e biomassa (Siteo et al., 2012). Os processos de degradação podem resultar do corte selectivo de árvores (exploração florestal), queimadas descontroladas ou abertura de pequenas áreas de machambas dentro das florestas, resultando em mosaicos de agricultura com floresta (Wertz-Kanounnikoff e Siteo et al., 2012).

2.5.Sensoriamento remoto

Sensoriamento Remoto é a ciência e arte de obter informação sobre um objeto, área ou fenómeno através de dados adquiridos por um sensor que não está em contacto com o objeto, área ou fenómeno estudado (Lillesand, Kiefer e Chipman, 2008).

O uso de imagens de satélite é uma forma de obter informação sobre a superfície terrestre, de forma rápida e, para alguns produtos, barata. As técnicas de sensoriamento remoto permitem estudar áreas muito extensas e de difícil acesso, pelo que a sua utilização tem vindo a crescer nas últimas décadas (Giri, 2012).

A forma de transmissão dos dados (do objeto para o sensor) é através da Radiação Eletromagnética (REM) em diferentes comprimentos de onda. Objectos da superfície terrestre, como a vegetação, a água e o solo, refletem, absorvem e transmitem radiação eletromagnética em proporções que variam com o comprimento de onda, de acordo com as suas características biofísicas e químicas (Florenzano, 2014), gerando assinaturas espectrais.

2.6. Tipos de resoluções espectrais

Os sistemas de sensores são caracterizados pela sua resolução que é a sua capacidade em registrar informação, nas distintas curvas de reflectância espectral, e a resolução depende da capacidade que o sensor possui para distinguir as variações da energia electromagnética, discriminar o detalhe espacial e espectral e ainda, a frequência da sua passagem sobre o mesmo objecto (Mather, 2009).

2.6.1. Resolução espacial

A resolução espacial é a capacidade do sensor observar objectos na superfície da terra, ou por outra define o tamanho do pixel que corresponde à unidade mínima de informação de uma imagem, esta é constituída por pontos elementares com um determinado valor abaixo do qual não é possível discernir os objectos, ponto este designado por pixel. Geralmente, só se pode discriminar, na imagem, elementos de tamanho igual ou superior à sua resolução espacial (Ferrão, 2005).

2.6.2. Resolução espectral

A resolução espectral caracteriza a capacidade do sensor em operar em várias e estreitas bandas. É definida pelo número de bandas espectrais de um sistema de sensores pela amplitude do intervalo do comprimento de onda de cada banda. O sistema óptico (espelhos e tentes) decide em que partes do espectro o sensor será capaz de receber a radiação reflectida ou emitida pela superfície terrestre e o tipo do detector é responsável pela sensibilidade e pelo intervalo espectral de cada banda (Schowengerdt, 1997).

2.6.3. Resolução radiométrica

A resolução radiométrica se refere à sua capacidade de discriminação das intensidades de energia reflectida ou emitida pelos objectos, ou seja, é a frequência com que o imageamento sobre uma mesma área é realizado (Cunha, 2009). Resolução radiométrica é a capacidade que o sensor tem de detectar as diversas variações da radiância espectral que recebe.

2.6.4. Resolução temporal

A resolução temporal se refere ao intervalo de tempo em dias ou horas, que o sistema demora para obter duas imagens consecutivas da mesma região sobre a terra. Quanto maior for o intervalo de tempo, menor é resolução temporal (Tuzine, 2011).

2.7. Processamento digital de imagem de satélite

Segundo Ferrão (2005), as técnicas de melhoramento e análise de imagens de satélite dos diversos tipos de sensores recebem o nome de processamento digital de imagens. Segundo o mesmo autor

o processamento digital realiza-se para melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais e para fornecer ao analista humano outros subsídios para a sua correcta interpretação.

2.8. Pré-processamento de imagens

Quando uma imagem é captada no centro de recepção terrestre ou registada nas fitas magnéticas a bordo dos satélites, contém um certo número de distorções que devem ser corrigidas antes da sua análise ou interpretação deste modo o pré-processamento consiste na preparação dos dados brutos de modo a melhorar a sua qualidade, as técnicas mais empregues destacam-se: correção atmosférica, correção geométrica (Ferrão, 2005).

2.9. Correção geométrica

As correções geométricas incluem a correção de distorções geométricas devidas a variações na geometria do sensor ou da Terra e a conversão das coordenadas terrestres para coordenadas verdadeiras (Sousa e Silva, 2011).

2.10. Correção atmosférica

Na deteção de mudanças, quando duas imagens de datas distintas são comparadas, as condições da atmosfera destas duas datas estão registadas nos dados das imagens e participam da comparação, causando diferentes efeitos, principalmente quanto maior ou menor for a presença de água e aerossóis (névoa) nos instantes das tomadas, (Kiel, 2008).

2.11. Classificação não-supervisionada

A classificação não supervisionada ou não assistida, não requer nenhuma informação avançada sobre as classes que interessam estudar. Em vez disso, divide a informação em agrupamentos espectrais mais evidentes, ou clusters, presentes nos dados. O classificador identifica então estes conjuntos como classes de cobertura de solo devido à familiaridade que este tem com a região e/ou com as visitas efectuadas aos locais (Sousa e Silva, 2011).

2.12. Modelo de ISODATA

O método de classificação ISODATA é, provavelmente, o mais conhecido e é descrito como um meio de interpretação de imagens de detecção remota assistida por computador. O programa de classificação identifica padrões típicos nos níveis de cinza. Esses padrões são classificados efectuando-se visitas de reconhecimento a alguns poucos exemplos escolhidos para determinar a sua interpretação (Moreira, 2001)

2.13. Classificação supervisionada

Na classificação supervisionada, identificam-se exemplos das classes de informação (isto é, tipos de cobertura do solo) com interesse na imagem. Estes são chamadas locais de treino. O software é então usado de forma a desenvolver uma caracterização estatística das refletâncias para cada classe de informação (ou local de treino) (Sousa e Silva, 2011).

2.14. Método de Máxima verossimilhança

Este método possui uma área de treinamento, onde selecionamos na imagem com o cursor áreas modelos dos pixels que sejam representativos para cada alvo do uso do solo (Moreira, 2003). Depois de selecionar todas as classes pré-estabelecidas, as aplicativos computacionais, por meio de cálculos específicos de equi-probabilidade, adequam os demais pixels desconhecidos ou não classificados às classes.

2.15. Análise de exactidão e concordância dos mapas

A análise da acurácia tem como objectivo minimizar os erros associados às observações espaciais. A acurácia pode ser posicional, que se refere à precisão espacial do mapa e temática referente à precisão da classificação do mapa (Soares, 2017). O índice de Kappa surge na tentativa de se reduzir o efeito do acaso, ajustando a exactidão geral tendo em conta a possibilidade de concordância devido ao acaso.

Landis e Koch (1977) propõem uma escala de avaliação da qualidade da classificação digital pela análise do coeficiente Kappa, descrita na Tabela abaixo:

Tabela 1: Relação entre os valores de índice Kappa e a qualidade da classificação

Índice Kappa	Acurácia da classificação
<0	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Mau
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977).

3. METODOLOGIA

3.1. Localização e Superfície

O Posto administrativo de Messica, situa-se no sudeste do distrito de Manica, cobre uma superfície de 819km², faz fronteira com Zimbabwe na zona Oeste, e é atravessado pelo corredor da Beira (DNAL, 2005). Localiza-se entre as coordenadas 19°15' sul fazendo limite com a localidade de Chicamba real e 33°15' sul limitando-se no Posto administrativo de Chigodole, a oeste com o rio Muriene e a Norte com o Posto administrativo de Garuso (MAE, 2005).

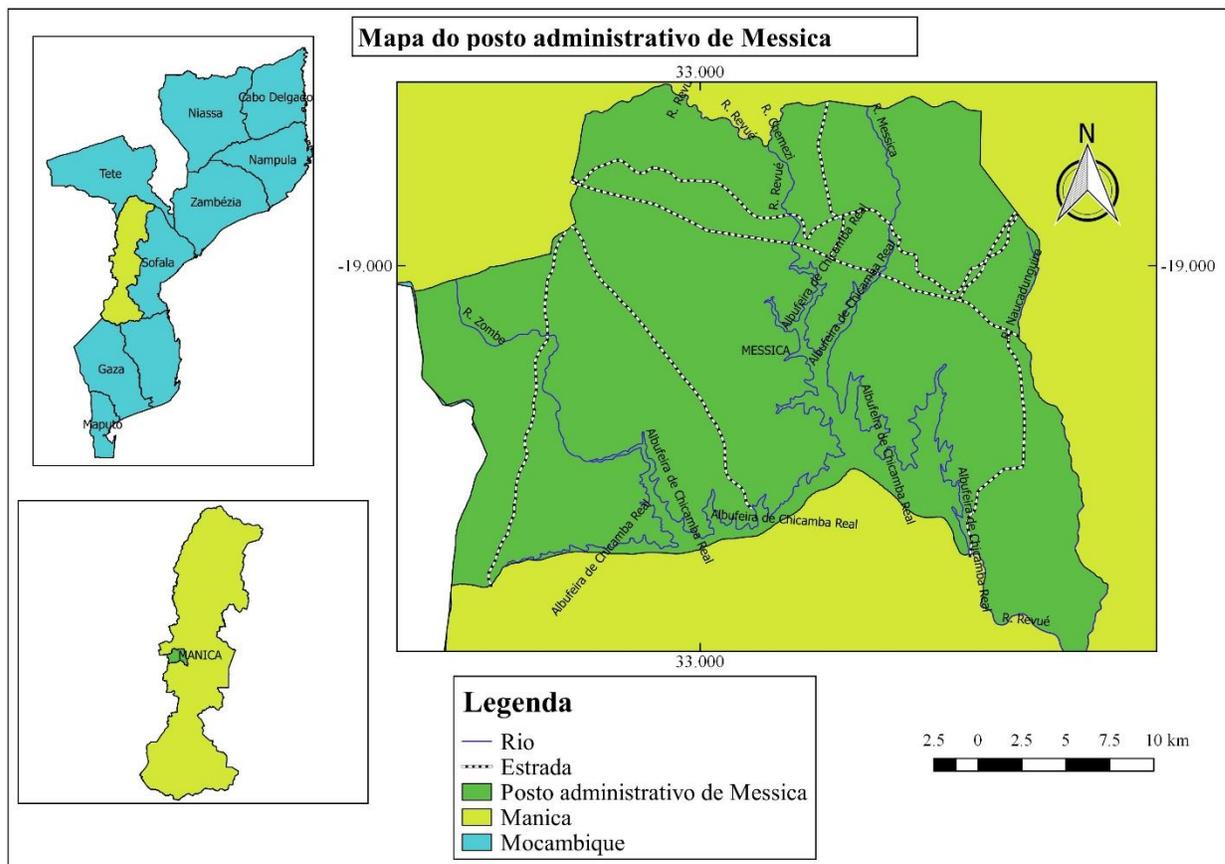


Figura 1: Mapa do Posto administrativo de Messica

3.2. Clima

O clima desta região classifica-se em sub-húmido chuvoso, mesotérmico, com moderada deficiência de água no inverno e pequena variação de temperatura. A temperatura média anual é cerca de 20° C com as mais baixas nos meses de maio a setembro. A precipitação média anual é de 1014mm concentrada nos meses de novembro a março (Rombe, 1990).

3.3.Solos e Relevô

Os solos desta região classificam se como argilosos, castanhos avermelhados, profundos, moderadamente ácidos e apresentam boa drenagem (INIA 1996). O posto administrativo é constituído por uma cadeia montanhosa ocorrendo de sul a norte da Província numa faixa fronteira com o Zimbabwe constituindo o denominado “cartão de Zimbabwe”.

3.4.Vegetação

A vegetação predominante é do tipo Miombo onde predominam as seguintes espécies: *Brachystegia bohemii*, *Brachystegia spiciformis*, *Ptericopsis Angolensis* *Maytenus acuminata*, *Acacia sp*, *Albizia adiatifolia*, *Khaya nhassica*, *Julbernardia globifloras* (DNAL, 2014). Destaca-se também a existência de plantações de *Pinus* e *Eucalipto*.

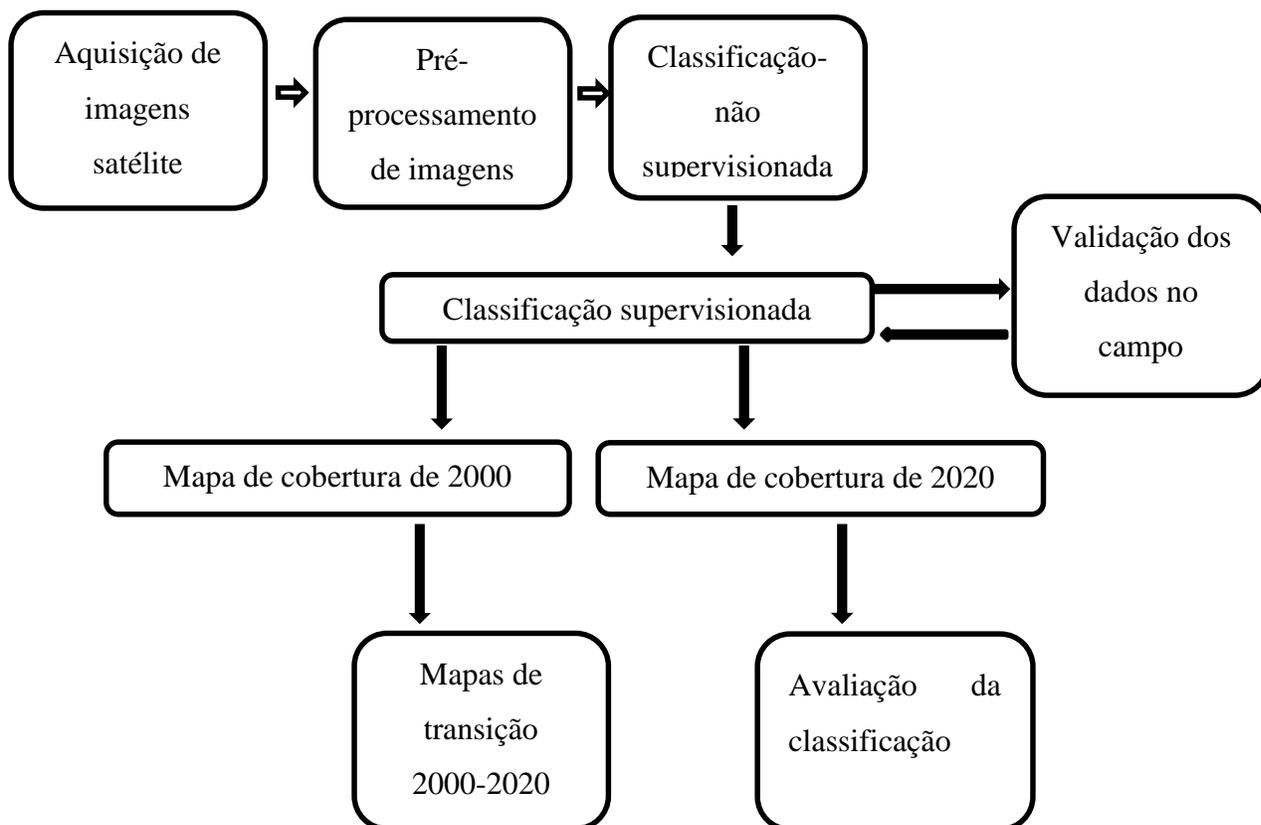
4. MATERIAIS E MÉTODOS

Tabela 2: *Softwares* e materiais utilizados

Itens	Função
QGIS 2.8	Para elaboração de mapas. Corte de imagens de satélite e delimitação de área de estudo.
Google Earth	Para a coleta de amostras e validação dos dados do campo
GPS	Para localizar e georreferenciar os pontos na área de estudo.
Máquina Fotográfica	Para captação de imagens

4.1. Métodos

Abaixo encontra-se o fluxograma resumo referente as etapas realizadas para o alcance dos objectivos do estudo, desde a aquisição de imagens satélite ate a produção do mapa de mudança de cobertura.



4.2. Processamento de imagens

Para a realização do estudo das imagens de satélites LANDSAT 7 ETM+ e LANDSAT 8 OLI dos anos 2000 a 2020, descarregadas e seleccionadas a partir do site da USGS-*Global Visualization Viewer*.

Na tabela abaixo estão apresentadas as características das imagens obtidas:

Tabela 3: Características das imagens adquiridas

Sensor	Órbita/Ponto	Data de aquisição	Formato	Resolução espacial
7 ETM+	168-073	10/10/2000	GEOTIFF	30 Metros
8 OLI	168-073	10/10/2020	GEOTIFF	30 Metros

Os critérios obedecidos na obtenção das imagens foram seguintes:

- **Periodicidade das imagens:** selecionou-se imagens de datas mais próximas;
- **Estações do ano:** selecionou-se imagens do período seco para permitir melhor distinção dos diferentes tipos de vegetação;
- **Imagens livres de cobertura de nuvens:** as nuvens e as respectivas sombras projetadas obstruem a resposta espectral dos alvos na superfície

4.3.Pré-processamento

Nesta primeira fase consistiu na correção geográfica, correção atmosférica e recorte da área de interesse para melhorar a qualidade das imagens e permitir uma melhor discriminação dos alvos nas imagens.

4.4.Delimitação da região de interesse e combinação de bandas

Esta etapa consistiu na delimitação da área de interesse, pois as imagens obtidas cobriam mais do que as áreas necessárias. Para tal, importaram-se as imagens para o QGIS 2.8.2, fez-se a junção de bandas a partir da ferramenta *band set* correspondente ao posto administrativo de Messica, nas imagens com as bandas empilhadas e com o recurso a ferramenta *clipper* fez-se o recorte da área de interesse.

Quanto a combinação de bandas, para uma boa identificação dos alvos, foi usada uma composição colorida falsa cor de 6-5-4 para RGB (Vermelho, Verde e Azul) correspondente aos dois anos em análise 2000 e 2020. A escolha da combinação de bandas depende das feições que se deseja realçar e no caso do presente estudo pretendia-se realçar o padrão e a distribuição da vegetação.

4.5.Classificação das imagens de satélite: Fase I

Nesta primeira fase de classificação de imagens fez-se a classificação não supervisionada. Onde definiu-se as classes e o intervalo baseando-se nos padrões previamente estabelecidos pela CENACARTA. Foram definidas 7 classes de uso e cobertura de terra, respectivamente: Corpos de água, Vegetação nativa, Plantações florestais, Pastagens, Agricultura, Solo Exposto e Habitação.

4.6.Pontos totais de validação

As amostras de pontos de validação foram determinadas pela fórmula de Rosenfield *et al.*, (1982), citado por Fidalgo (1995).

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{E^2}$$

Onde:

n: Número total de pontos da amostra

Z: valor na função de distribuição z acumulada, que é igual a 1.96 para o intervalo de confiança de 90%;

P: exatidão de classificação mínima desejada, que é igual a 0.85 para uma exatidão mínima desejada de 85%;

E: erro máximo de estimativa desejada, que é igual a 0.1 para um erro máximo estimado de 10%.

4.7. Número de pontos de amostra por cada classe

Após a determinação do número total de pontos de amostra, determinou-se o número de pontos de amostra por cada classe com base na proporção das classes, de acordo com a fórmula abaixo:

$$NAE = NTA \frac{AE}{ATA}$$

NAE: número de pontos de amostra por estrato

NTA: número total de pontos da amostra

AE: Área da classe em hectares

ATA: Área total amostrada

Através das fórmulas acima obteve-se 50 pontos para a validação das classes da área do estudo. A tabela abaixo ilustra os números de pontos de validação para cada classe.

Tabela 4: Amostras de validação da classificação

Classes	Área (ha)	%	Pontos de amostra	Pontos de validação
Corpos de água	5819.13	7.09	3.47	1
Vegetação nativa	6303.24	7.68	3.76	11
Plantações florestais	5639.04	6.87	3.37	11
Agricultura	11871.63	14.46	7.09	7
Pastagens	18579.78	22.63	11.09	4
Solo exposto	26564.4	32.36	15.86	8
Habitação	7313.31	8.91	4.37	8
Total	82095.75	100	49	50

4.8. Classificação supervisionada: Fase II

4.8.1. Validação de dados no campo

No campo localizou-se as áreas definidas e estabeleceu-se 50 pontos de validação em cada classe. Com recurso a GPS na orientação UTM (*Universal Transversal Mercator*), extraiu-se as

coordenadas geográficas para cada ponto das classes estabelecidas para aceitação ou rejeição da informação da classificação não supervisionada. A distância de separação em cada classe foi de 30m de acordo com a resolução espacial. Foram capturadas imagens fotográficas, de modo a confrontar a realidade de campo com a imagem pré-classificada.

4.8.2. Definição das classes de uso e aproveitamento de terra

A definição de classes de uso e aproveitamento de terra foi adaptado com base no esquema de classificação do Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção (CENACARTA), que define as classes de solo exposto, agricultura, zonas húmidas, pradarias, matagal, floresta aberta e floresta fechada e baseando-se nas formas de uso de terra verificada na área de estudo através da classificação não supervisionada

Após a confirmação das classes de uso e cobertura de terra fez-se a classificação supervisionada através do *software QGIS 2.18* usando o classificador *máxima verossimilhança*. Este classificador utiliza a média e co-variância das amostras calculando a probabilidade de um pixel desconhecido pertencer a uma ou outra classe.

4.8.3. Estimativa de áreas e os fluxos de mudanças de uso e cobertura de terra

As estimativas de área foram determinadas para cada um dos mapas (2000 e 2020) a partir *do r. report statistics* do *software QGIS 2.18* multiplicando o número de pixéis que cobre cada classe de cobertura pela resolução espacial do sensor (30x30m). Posteriormente gerou-se o fluxo de mudanças das áreas das classes de uso e cobertura de terra com recurso a Microsoft Excel.

4.8.4. Mapas de transição da mudança de cobertura no Posto administrativo de Messica

Para análise de cobertura, obteve-se as imagens no *Google Earth* por meio da ferramenta *show historical imagery*, onde observou-se a dinâmica da cobertura a partir do ano em que começou o estabelecimento das plantações ate ao último ano de referência (2000, 2005, 2010, 2015 e 2020) de forma a apurar a veracidade dos dados obtidos na classificação supervisionada e acompanhar a transição da mudança de cobertura de terra no local de estudo.

4.8.5. Avaliação da Classificação

O cálculo da matriz de confusão, acurácia global e Índice Kappa dos mapas foram determinados a partir do *software QGIS 2.18* com recurso a ferramenta *r. kappa*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Uso e Cobertura de Terra no posto administrativo de Messica

Com base na classificação digital de imagens dos satélites Landsat 7 ETM+ e Landsat 8 OLI, foram encontradas 7 classes de uso e cobertura de terra no Posto administrativo de Messica para os anos 2000 e 2020, nomeadamente: Corpos de água, Vegetação nativa, Plantações florestais, Agricultura, Pastagens, Solo exposto e Habitação. A figura abaixo ilustra os mapas de uso e cobertura de terra no Posto administrativo de Messica do período em análise (2000 e 2020).

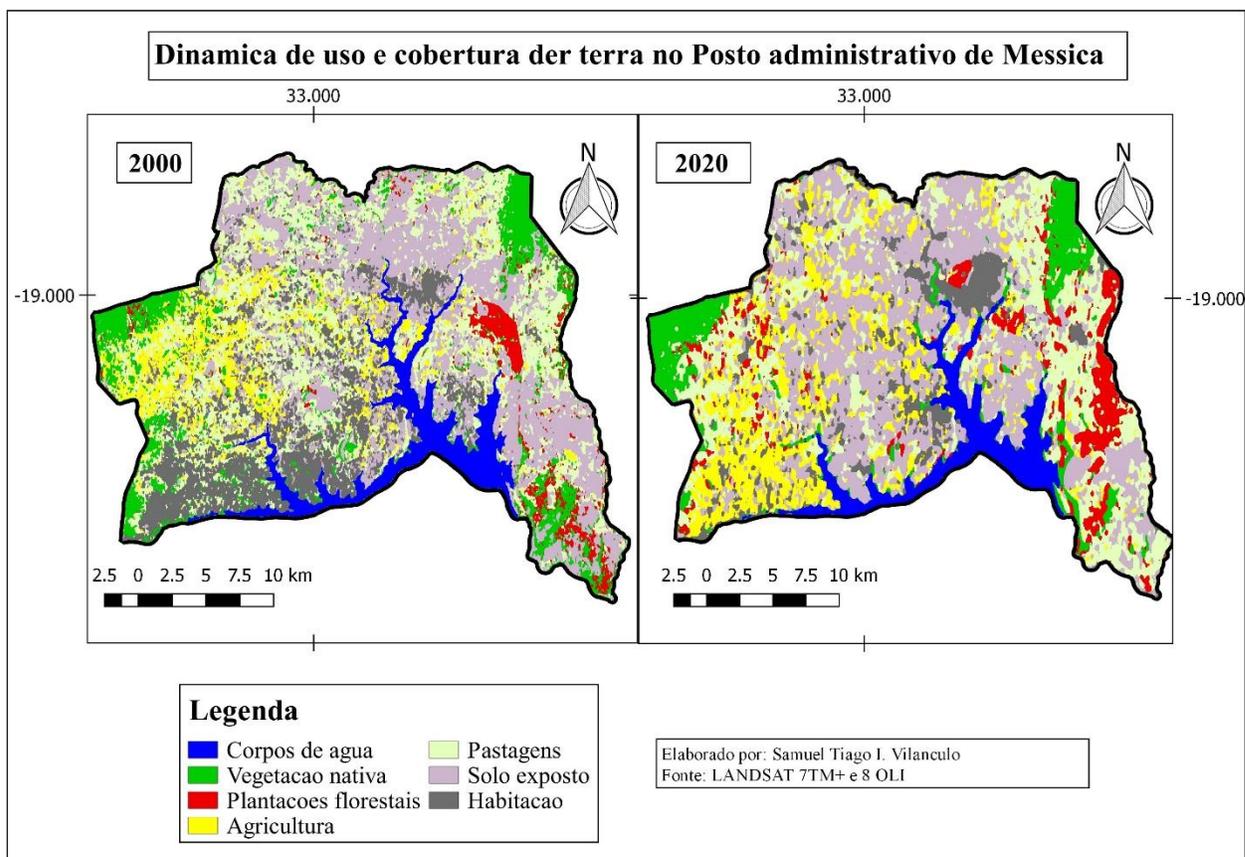


Figura 2: Dinâmica do uso e cobertura de terra no Posto administrativo de Messica.

O mapa mostra as características de cada classe de uso e cobertura de terra no período de 2000 a 2020. Onde a classe de vegetação nativa representada pela cor verde encontra-se distribuída na sua maior parte em zonas montanhosas, durante o período em análise verificou-se as áreas nativas foram convertidas em áreas agrícolas, posteriormente pastagens e solo exposto devido as ações humanas sobre a terra. A classe de agricultura representada pela cor amarela verifica-se que apresentou maior extensão em relação as plantações florestais, sendo esta base de muitas famílias na região, razão pela qual estas constituem ameaça para as formações florestais. O solo exposto

representado pela cor cinza, apresenta-se com maior distribuição no período de 2020, justificando-se pela existência de rochas, montanhas na região. A classe habitacional representada pela cor rocho, apresentou variações reduzindo-se ao longo da costa e concentrando-se no centro do posto administrativo, esta mudança pode ter sido por conta das cheias de 2000, onde por causa das águas a populações foram reassentadas em zonas mais altas da região, sendo posteriormente estas áreas abandonadas, usadas para áreas agrícolas. Conforme referenciou o INGC (2009).

As plantações florestais representadas pela cor vermelha, durante o período em análise verificou-se aumento, com a disponibilidade de terra e condições climáticas favoráveis para o seu desenvolvimento tem sido verificado aumento significativo destas na área de estudo.

5.2. Áreas e fluxos de Mudança de cobertura

Na tabela baixo estão apresentadas as áreas do ano 2000 a 2020 para cada classe do posto administrativo de Messica e o respectivo fluxo de mudanças no período em análise.

Tabela 5: áreas e fluxo de mudanças de cobertura no posto administrativo de Messica nos anos 2000 a 2020.

Classes/ano	2000		2020		Variação	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Ha	%
Corpos de água	5947.65	7.24	5819.13	7.09	-128.52	-0.16
Vegetação nativa	8232.12	10.03	6303.24	7.68	-1928.88	-2.35
Plantações florestais	2887.38	3.52	5639.04	6.87	2751.66	3.35
Agricultura	7147.89	8.71	11871.63	14.46	4723.74	5.75
Pastagens	21591.81	26.30	18579.78	22.63	-3012.03	-3.67
Solo exposto	23534.73	28.67	26564.4	32.36	3029.67	3.69
Habitação	12754.17	15.54	7313.31	8.91	-5440.86	-6.63
Total	82095.75	100	82095.75	100	-	-

Da tabela 5 e figura 2 pode-se notar que entre os anos de 2000 a 2020, a classe que mais aumentou foi a classe de solo exposto que antes cobria uma área 23534.73 hectares (28.67%) para 26564.4 hectares (32.36%) da área total de estudo. Sendo seguido pela classe de Agricultura que antes possuía uma área de 7147.89 hectares (8.71%) para 11871.63 hectares (14.46%). A classe seguinte que aumentou na sua extensão é a classe de Plantações florestais que antes cobria 2887.38 hectares (3.52%) para 5639.04 hectares (6.87%). Pode-se notar ainda que a classe que mais reduziu foi a classe de habitação cobrindo uma área de 12754.17 hectares (15.54%) para 7313.31 hectares (8.91%). Sendo seguida pela classe de vegetação nativa que antes cobria cerca de 8232.12 hectares

(10.03%) para 6303.24 hectares (7.68%) respectivamente. As classes de pastagens e corpos de água também registaram redução ou mudanças menos significativas de 21591.81 hectares (26.30%) para 18579.78 hectares (22.63%) e 5947.65 hectares (7.24%) para 5819.13 hectares (7.09%) respectivamente.

Com base nos resultados obtidos neste estudo foi possível quantificar a dinâmica de uso e cobertura de terra no posto administrativo de Messica entre os anos 2010-2020, onde verificou-se mudanças negativas por parte das classes de corpos de água, vegetação nativa, pastagens e habitação. Com fluxos de mudança de 128.52 hectares (-0.16%), -1928.88 hectares (-2.35%), -3012.03 hectares (-3.67%) e -5440.86 hectares (-6.63%) respectivamente. Em relação as mudanças positivas, nota-se que as classes de plantações florestais, agricultura e solo exposto apresentaram mudança positiva com variações de 2751,66 hectares (3.35%), 4723.74 hectares (7.75%) e 302967 hectares (3.69%) respectivamente. No que concerne a vegetação nativa de 2000 a 2020 houve uma grande redução da área florestal, a maioria das mudanças foram conversões para zonas agrícolas e solo exposto. A exploração do material lenhoso (lenha e carvão vegetal) associada a abertura de campos agrícolas com recurso a queima de forma combinada podem ser as causas da perda da cobertura vegetal.

Estes resultados dos factores de mudança assemelham-se aos encontrados por Machava (2020) analisando a modelagem dinâmica do desmatamento na província de Manica onde obteve variações das classes de uso e cobertura de terra, com perdas de cobertura florestal e conversão de vegetação nativa para zonas agrícolas, áreas residências, pastagens e florestas degradadas. E Mavie (2012) ao Analisar as mudanças de cobertura florestal no Distrito de Gondola verificou um aumento significativo das áreas sem vegetação nativa. De acordo com Siteo *et. al.*, (2012) a conversão de florestas para outras formações pode levar um processo longo de degradação.

Siteo (2016) ao analisar as causas e agentes de desflorestamento no corredor da Beira verificou que a maior parte do desmatamento está associado à agricultura itinerante com cerca de 55% e à expansão urbana com 17% de desmatamento nos pais.

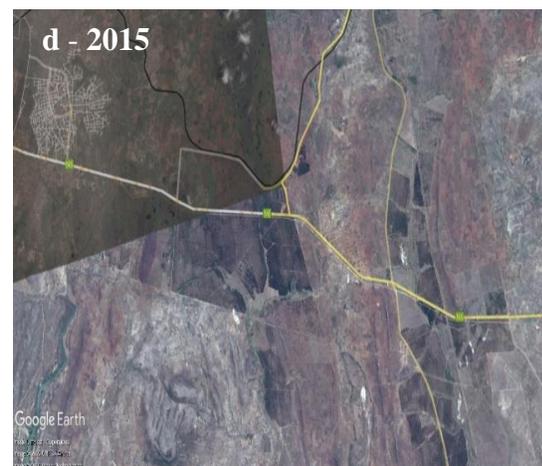
A partir dos dados da tabela verifica-se também que as plantações tiveram um aumento significativo nos anos 2000 a 2021 de 3.52 para 6.87%. Soares 2017 analisando a relação entre as mudanças de uso e cobertura de terra e as queimadas em florestas de miombo em Gurue, Moçambique, verificou aumento das plantações florestais de 0,7% para 1,7%, entre os anos de 2000 para 2005. Resultados inferiores comparado ao que se obteve no presente estudo.

Estudos feitos por Landry (2009), sobre a análise do impacto socioeconómico e estabelecimento de plantações florestais na comunidade rural de Sanga, distrito de Niassa, verificou que o reflorestamento resulta em mudanças significativas de uso de terra influenciando nos meios de subsistência das comunidades locais.

Alguns autores como Nhantumbo, Maússe, Cumbe, Chicamisse, & Ceita, (2018) referem que a redução da vegetação nativa em Manica são causadas pela agricultura com recurso às queimadas, a extracção selectiva da madeira comercial, a extracção/produção comercial da energia de biomassa, a exploração intensiva dos produtos florestais não madeireiros e o aumento do número de assentamentos.

As imagens que se seguem indicam com pormenor, a dinâmica da cobertura entre 2000 e 2020.

5.3. Dinâmica de Cobertura 2000-2020



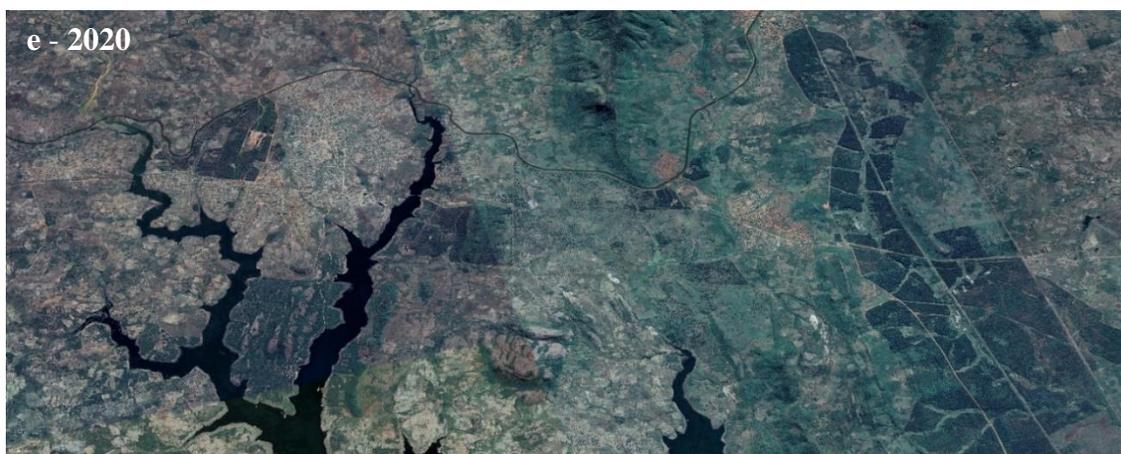


Figura 3: Dinâmica do uso e cobertura em Messica nos anos 2000 a 2020

A partir das imagens ilustradas, é possível verificar mudanças que ocorreram desde o ano 2000 a 2020, onde pode se constatar que as plantações trouxeram uma dinâmica positiva na área de estudo, pois a princípio é verifica-se que a área de estudo em si apresenta déficit de vegetação nativa, justificando assim a presença de plantações florestais na área de estudo. A transição de uma classe de cobertura florestal para a outra está intimamente ligada ao seu uso.

De forma mais detalhada as imagens abaixo ilustram a mudança de cobertura de terra no posto administrativo de Messica



Figura 4: área coberta por habitação no ano 2000 e 2020

Nestas imagens verifica-se aumento da classe de habitações, onde no 2000 ocupavam uma área ligeiramente menor, posteriormente passaram a ocupar uma extensão mais acentuada. As imagens são discrepantes com os resultados anteriormente obtidos na tabela 5 e figura 2 onde verifica uma diminuição das habitações e aumento do solo exposto. Porém nota-se a diminuição da vegetação para construção de moradias.

Machava (2020) no seu estudo sobre modelagem dinâmica do desmatamento na província de manica constatou que rápido crescimento da população associado ao elevado nível de pobreza e fraca fiscalização pelo poder público de principais vetores de desmatamento constituem principais fatores desmatamento na província de Manica.

5.4.Avaliação da classificação

A avaliação da precisão e o índice kappa (K) mostra que a classificação é excelente. De acordo com o índice de acurácia global, a probabilidade de que as classes obtidas pela interpretação das imagens de satélite correspondam a verdade no campo é de 90.62% e a perfeição da classificação medida pelo índice kappa (K), é de 86.97%.

Tabela 6: Matriz de confusão, acurácia global e índice Kappa

Classe	CA	VN	PF	A	P	SE	H	Total
CA	12	0	0	0	0	0	0	12
VN	0	15	5	0	2	0	0	22
PF	0	5	10	1	0	0	0	16
A	0	0	0	10	0	0	0	10
P	0	0	0	0	11	0	0	11
SE	0	0	0	0	0	10	4	14
H	0	0	0	0	0	2	9	11
Total	12	20	15	11	13	12	13	96
Acurácia Global: 90.62%								
Índice de Kappa: 86.97%								

Os resultados obtidos na acurácia global e índice kappa são similares ao que foram encontrados por Suarez & Candeias (2012) ao classificarem imagens com Landsat 7 onde a acurácia global foi de 96% e o índice Kappa 94%, representando um excelente grau de aceitação. Comparando com os resultados obtidos por Massangaie (2019) usando satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 8 OLI obtendo o valor de acurácia global de 62,7% e índice Kappa de 55,3% respectivamente, os valores do presente estudo encontram-se acima.

6. CONCLUSÃO

Foram identificadas um total de 7 classes de uso e cobertura terra no posto administrativo de Messica, nomeadamente: corpos de água, vegetação nativa, plantações florestais, agricultura, pastagens, solo exposto e habitação.

No fluxo de mudanças, verificou-se que houve mudanças positivas para as classes de plantações florestais, agricultura e solo exposto com variações de 2751,66 hectares (3.35%), 4723.74 hectares (5.75%) e 302967 hectares (3.69%) respectivamente, correspondente a área total do estudo de 82095.75 hectares. E as mudanças negativas verificou-se nas classes de corpos de água, vegetação nativa, pastagens e habitações com variações de -128.52 hectares (-0.16%), -1928.88 hectares (-2.35%), -3012.03 hectares (-3.67%) e -5440.86 hectares (-6.63%) respectivamente na área total de 82095.75 hectares correspondente ao período de 2000 a 2020. As causas de mudança de cobertura constatou-se que provem da exploração do material lenhoso (lenha e carvão vegetal) associada a abertura de campos agrícolas com recurso a queima actuando de forma combinada.

A avaliação da classificação mostrou perfeição na classificação com acurácia global de 90.62% e Índice Kappa de 86.97% obtendo deste modo a avaliação da classificação excelente.

7. RECOMENDAÇÕES

Às entidades governamentais

Recomenda-se a entidade governamental que intensifique a necessidade de proteção da vegetação nativa em projectos de reflorestamento de forma a garantir a perpetuação dos recursos para as gerações futuras.

As comunidades e a Empresa IFLOMA

Recomenda-se a comunidade local a adoção de práticas sustentáveis no processo de abertura de machambas, sobre tudo na incidência de queimadas descontroladas que tem devastado a vegetação nativa e as plantações florestais.

Recomenda-se o uso de sensoriamento remoto para monitorar e auxiliar no planeamento do uso da terra controlando a abrangência das plantações florestais e evitar os possíveis conflitos com a comunidade local;

Intensificar o uso de sistemas agroflorestais, permitindo que as comunidades produzam as suas culturas em consórcio com as plantações florestais.

Aos investigadores

Recomenda-se estudos mais detalhados sobre a dinâmica da cobertura em Manica e o impacto das florestas plantadas na cobertura, atentando-se nos seus efeitos sobre o solo e recursos hídricos.

Recomenda-se a utilização nos próximos estudos de imagens de satélite de alta resolução tais como IKONOS, QUICKBIRD, LIDAR e ALOS/PALSAR de modo a estimar com maior eficiência a perda de cobertura e o papel das plantações florestais.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco Mundial 2012 *Gestão dos Recursos Florestais para o Desenvolvimento Sustentável: Uma Avaliação da Experiência do grupo do Banco Mundial*.

Camus, J.M. et al. 2006 *Planted forests and biodiversity*. Journal of Forestry, Washington, v. 104, p. 65-77.

Cunha, K. L 2009 *Uso de imagens Landsat e Cbers no mapeamento da susceptibilidade à erosão na região de primavera do leste – MT*, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

Deweese, P. A., B. M. Campbell, Y. Katerere, A. Siteo, A. B. Cunningham, A. Angelsen e S. Wunder 2010 *Managing the miombo woodlands of Southern Africa: policies, incentives and options for the rural poor*. Journal of natural resources policy research.

DNAL 2014. *Perfil de distrito de Manica*.

Ferrão, M. F. G, 2005. *Manual de Teledetecção Fascículo II: Satélites e Princípios Físicos da Teledetecção*. CENACARTA.

Florenzano, T. G 2011 *Iniciação em sensoriamento remoto*. 3ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos.

FAO 2017 *State of the World's Forests. Enhancing the socioeconomic benefits from forests*. Rome: FAO.

Giri, C. P 2012 *Remote sensing of land use and land cover: Principles and applications*. Boca Raton, FL: CRC Press. 469 p. ISBN 1420070746.

INIA 1996 *Zonas Agroecológicas de Moçambique*. Maputo-Moçambique 25 p.

INGC 2009 *estudo sobre o impacto das alterações climáticas no risco de calamidades em Moçambique*, Maputo.

IPCC 2017 *Land Use, Land-Use Change and Forestry*.

Kiel, R 2008 *Detenção de mudanças no uso e na cobertura do solo em uma série temporal de imagens da região da campanha do Rio grande do sul*. UFRGS. Porto alegre.

Lillesand, T; R. W. Kiefer e J. Chipman 2008 *Remote sensing and image interpretation*. EUA.

Landry, J. 2009 *Analysis of the potential socio-economic impact of establishing plantation forestry on rural communities in Sanga District, Niassa province, Mozambique* Universidade de Stellenbosch. Cidade do Cabo.

Lexterra, Justiça Ambiental e União Nacional de Camponeses 2016 *O Avanço das Plantações Florestais sobre os Territórios dos Camponeses no Corredor de Nacala: O caso do Green Resources Moçambique*. Maputo.

Magro, T. C 2001 *Impactos ambientais de projetos de turismo rural*. Brasil.

Massangaie, D, J, A 2019 *Processamento multitemporal de imagens LANDSAT para monitoramento de cobertura de solo e dinâmica da linha de costa na região de Mecúfi-Cabo Delgado*. UEM. Zambézia.

Machava, C. D. A 2020 *Modelagem dinâmica do desmatamento na província de Manica-Moçambique*. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo horizonte.

Moreira, M.A 2020 *Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação*. São José dos Campos: INPE.

MAE 2005 *Perfil do distrito de Manica*, (M. d. Estatal, Ed.) p 50.

MINAG 2006 *Estratégia Nacional de Reflorestamento*, Maputo.

Marzoli, A. *Inventário Florestal Nacional. Avaliação Integrada Das Florestas De Moçambique*. Maputo: Direcção Nacional de Terras e Florestas, 2007.

Modna, D.; Durigan, G.; Vital, M. V. C 2010 *Pinus elliottii Engelm como facilitadora da regeneração natural em mata ciliar em região de Cerrado*, Assis, SP, Brasil. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 38, n.85, p. 73-83.

MINAG 2015 *Estratégia Nacional de Reflorestamento*. Maputo.

Mather, P. M 2009 *Computer processing of remotely sensed images*. 3a edição, John Wiley and Sons.

Moura, I; Clemente, A; Ribeiro, A; Simões-Costa, M; Rodrigues, J; Garcia-Fernandez, C., et al 2010 *Germinação de sementes de espécies do miombo Moçambicano*. Portugal: Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT).

Mavie, E. B 2012 *Estimativas de Perdas de Carbono Associadas com Mudanças da Cobertura Florestal (Estudo de caso: Distrito de Gondola)*, Tese de Licenciatura em Engenharia Florestal Maputo.

Nhantumbo, I., Mause, A., Cumbe, M., Chicamisse, L., & Ceita, D. 2018. Desmatamento na Paisagem do Corredor da Beira: o papel de factores sócioeconómicos. Londres: IIED.

- Rombe, R. 1990 *Comportamento de procedência de pinus caribaea morelet na região de Bandula, Província de manica, aos 10 anos de idade*. Tese de Licenciatura. UEM/FAEF/DEF, 1990.
- Rea, L; Parker R. 1997 *Designing and conducting survey research: a comprehensive guide*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- RYAN, C. M. e M. WILLIAMS. 2011. *How does fire intensity and frequency affect miombo woodland tree populations and biomass?* Ecological applications, 21(1): 48-60.
- Schowengerdt, R 1997 *A Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing*. 2nd Edition, Academic Press.
- Sousa, A. M; Silva, J. R. M 2011 *Fundamentos Teóricos de Detecção Remota*. Universidade de Evora, Brasil.
- Sitoe, A; Salomão, A e Wertz-Kanounnikoff, S 2012 *O contexto de REDD+ em Moçambique: causas, actores e instituições*. Center for International Forestry Research (CIFOR). 74 p. ISBN 6028693782. Bogor, Indonésia.
- Sitoe, A; Remane, I; Ribeiro, N; Falcão, M. P; Mate, R; Nhamirre, S; Walker, J; Murray, L e Melo J 2016 *Estudo sobre causas directas e indirectas do desmatamento e degradação florestal em Moçambique - Relatório final*. C. WINROCK. Maputo, 36 p.
- Sitoe, A; Lisboa, S.N 2017 *Avaliação dos impactos dos investimentos nas plantações florestais da Portucel-Moçambique nas tecnologias agrícolas das populações locais nos distritos de Gile e Namarrói, Zambézia*.
- Suarez, A. F; Candeias, A. L. B 2012 *Avaliação de acurácia de classificação de dados de sensoriamento remoto para o município de Maragogipe*. In: **iv simpósio brasileiro de ciências geodésicas e tecnologias de geoinformação**, Recife, PE, Brasil: Anais Recife: DEPART/CTG/UFPE, p. 001-0010.
- SOARES, G. M 2017 *Relação entre as mudanças de uso e cobertura de terra e as queimadas em florestas de miombo, gurué, moçambique*. Universidade Eduardo Mondlane, Maputo.
- TUZINE, M. S; ROSOT, N. C e CENTENO J. A. S 2011 *Identificação de tipologias florestais em Machipanda, Moçambique, a partir da segmentação de imagens IKONOS*, XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais Curitiba.

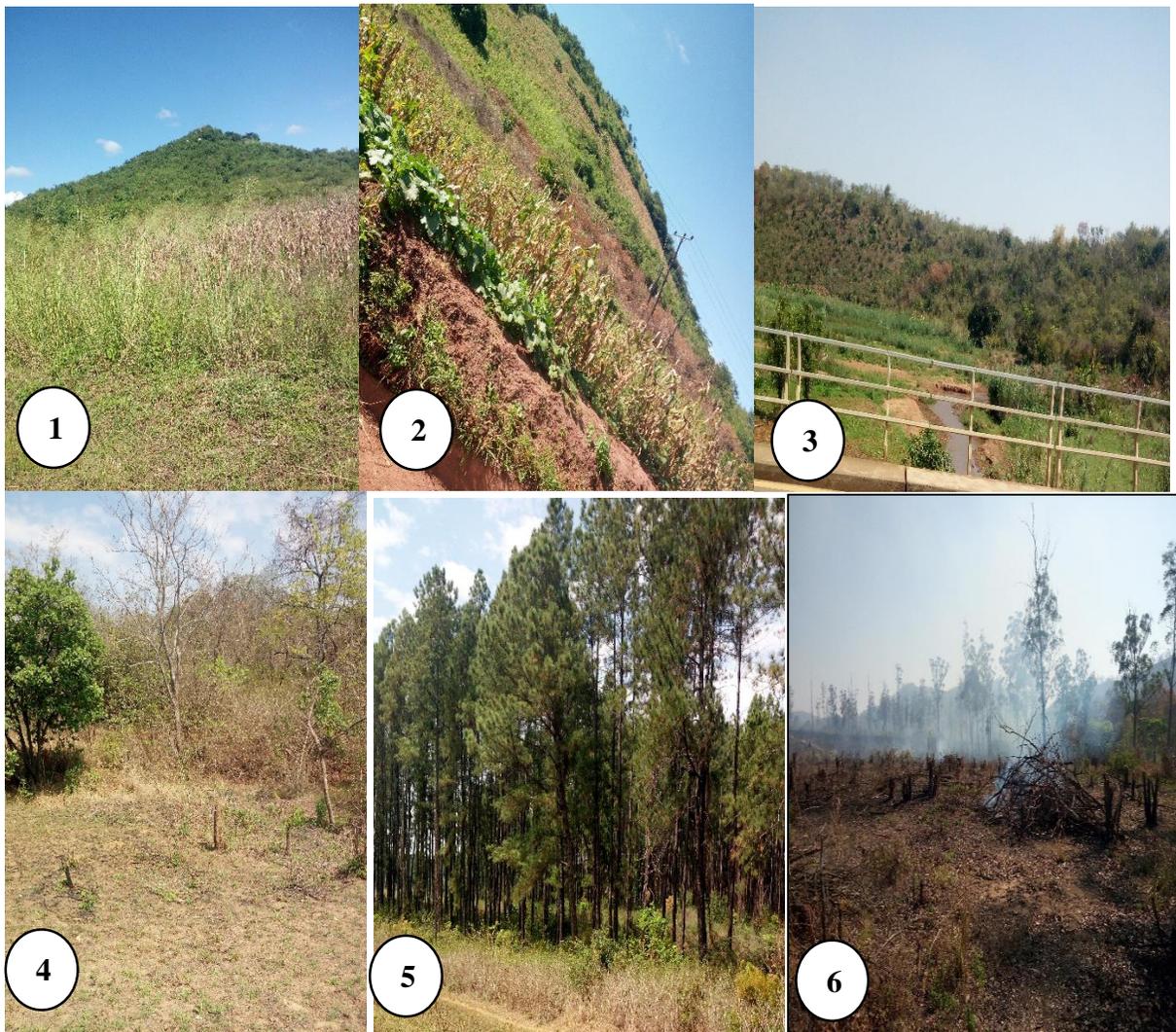
9. ANEXOS

Anexos 1: Pontos de validação da área de estudo

Ponto	Classe de cobertura	X	Y
1	Corpos de água	500008	9444946
2	Vegetação nativa	557433	7895552
3	Vegetação nativa	517452	7895786
4	Vegetação nativa	517398	7895926
5	Vegetação nativa	517443	7895737
6	Vegetação nativa	517437	7895425
7	Vegetação nativa	517352	7895425
8	Vegetação nativa	517435	7895556
9	Vegetação nativa	517316	7895461
10	Vegetação nativa	517412	7895371
11	Vegetação nativa	515681	7892521
12	Vegetação nativa	517105	7895194
13	Plantações florestais	502669	7282064
14	Plantações florestais	517501	7895240
15	Plantações florestais	517516	7894247
16	Plantações florestais	517573	7895066
17	Plantações florestais	517756	7894243
18	Plantações florestais	517537	7894552
19	Plantações florestais	518038	7893729
20	Plantações florestais	517506	7894633
21	Plantações florestais	517507	7899536
22	Plantações florestais	514518	7897355
23	Plantações florestais	518541	7894891
24	Agricultura	509358	7899111
25	Agricultura	510811	7901963
26	Agricultura	510729	7901247
27	Agricultura	510766	7900580
28	Agricultura	510570	7899794

29	Agricultura	510257	7598729
30	Agricultura	508494	7898645
31	Pastagens	517608	7899474
32	Pastagens	514751	7899609
33	Pastagens	517356	7901660
34	Pastagens	517241	7894658
35	Solo exposto	509168	7899021
36	Solo exposto	509486	7899026
37	Solo exposto	507943	7899556
38	Solo exposto	507699	7897831
39	Solo exposto	509508	7898725
40	Solo exposto	509817	7899360
41	Solo exposto	511364	7901978
42	Solo exposto	512755	7902254
43	Habitação	517241	7894658
44	Habitação	508828	7899031
45	Habitação	508966	7899970
46	Habitação	509091	7900898
47	Habitação	509243	7899854
48	Habitação	588516	7901772
49	Habitação	507773	78983354
50	Habitação	507724	7899323

Anexos 2: Algumas Classes de uso e cobertura de terra no Posto administrativo de Messica



1- Pastagens; 2- Agricultura, 3- Corpos de água, 4- Solo exposto e vegetação nativa, 5- Plantações florestais, 6- Abertura de campos agrícolas com recurso a queima.