



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE

MINISTÉRIO PARA A COORDENAÇÃO DA ACÇÃO AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

Análise da Vulnerabilidade do Ecossistema de Mopane na Zona Sul de Moçambique

Relatório Final

[18 de Junho de 2011]

Por: Romana Rombe Bandeira, Rosta Mate e Micas Noa Cumbane

Lista de Figuras

Figura 1. Localização da área de estudo.....	9
Figura 2. Variação temporal de temperatura e precipitação na área de estudo	10
Figura 3. Processo de obtenção de imagens na internet.....	16
Figura 4. Clima.....	22
Figura 5. Precipitação	22
Figura 6. Zonas ecológicas	23
Figura 7. Geologia.....	24
Figura 8. Tipo de solos.....	24
Figura 9. Hidrologia.....	24
Figura 10. Drenagem dos solos	24
Figura 11. Proporção ocupada por cada classe no ano de 1985.....	25
Figura 12. Proporção ocupada por cada classe no ano de 2000.....	26
Figura 13. Proporção ocupada por cada classe durante o ano 2010.....	27
Figura 14. Representação gráfica das mudanças de uso e cobertura de 1985 a 2000..	29
Figura 15. Representação gráfica das mudanças de uso e cobertura de 1985 a 2000..	29
Figura 16. Representação gráfica das mudanças de uso e cobertura de 2000-2010	31
Figura 17. Representação gráfica das mudanças de uso e cobertura de 2000-2010	31
Figura 18. Padrão da variação da temperatura média anual em Xai-Xai de 1971 a 2005.	32
Figura 20. Valores da precipitação anual acumulada registada em Xai-Xai de 1970 a 2005.....	33
Figura 21. Tendência de mudanças de uso e cobertura de 1985, 2000 e 2010.....	35

Lista de Tabelas

Tabela 1. Modelo da matriz de mudanças.....	20
Tabela 2. Mapa de uso e cobertura da terra.....	25
Tabela 3. Mapa de uso e cobertura da terra de 2000.....	26
Tabela 4.. Mapa de uso e cobertura da terra 2010.....	27
Tabela 5. Dinâmica de mudanças de Mopane de 1985 2000.....	28
Tabela 6. Dinâmica de mudanças de Mopane de 2000-2010.....	30

Índice Geral

Sumário executivo	4
1. Introdução.....	5
2. Revisão de Literatura.....	7
2.1 Caracterização da área de estudo.....	8
2.1.1 Localização da área de estudo	8
3. Metodologia	11
3.1 Abordagem metodológica recomendada	11
3.2 Abordagem metodológica adoptada no presente estudo	15
3.2.1 Pré-processamento	15
3.2.2 Mapa comparativo das mudanças ocorridas nos últimos 25 anos ..	17
4. Resultados e Discussão	22
4.1 Caracterização da Floresta de Mopane.....	22
4.1.1 Uso e cobertura da terra – 1985	25
4.1.2 Uso e cobertura da terra – 2000	26
4.1.3 Uso e cobertura da terra – 2010	27
4.1.4 Avaliação da dinâmica da floresta de Mopane de 1985 a 2010	28
4.2. Variação da temperatura e precipitação de 1970 a 2005.....	32
5. Vulnerabilidade e Adaptação	35
5.1 Considerações sobre a vulnerabilidade do Mopane	35
Referências.....	40

Sumário executivo

Este estudo enquadra-se no âmbito da necessidade do cumprimento aos requisitos da Convenção na secção de Avaliação da Vulnerabilidade e Adaptação e assim como a preparação da segunda comunicação nacional. O foco do presente foi a análise da vulnerabilidade do ecossistema de Mopane na Zona sul de Moçambique onde se analisou as mudanças na extensão do ecossistema de Mopane durante o período de 1985 a 2010, a variabilidade climática especificamente temperaturas médias anuais e precipitação anual durante o referido período bem como as tendências das mudanças ocorridas no ecossistema de Mopane e sua relação com a variabilidade climática observada no sentido de avaliar a vulnerabilidade e identificar as opções de adaptação. Dadas as limitações em recurso o estudo incidiu sobre o Mopane nos distritos de Mabalane, Massagena,. Massingir, Chigubo, Guijá, Chicualacuala. Foram resultados do estudo, que a Floresta de Mopane regista uma tendência de redução significativa com o tempo, tendo registado uma redução de 10.12% de 1985 a 2000 e de 24% de 2000 a 2010. Limitada foi a possibilidade de obter associação das mudanças ocorridas com a variabilidade climática ao longo do período. Contudo, com base em outros estudos, espera-se que se as mudanças de temperatura, precipitação e condições de solos alterarem existe uma grande possibilidade de que o Mopane se ressinta dessas mudanças, facto que se observará em termos de mudança de comportamento ecológico, biodiversidade apresentada assim como redução da sua extensão espacial ocupada. Os impactos não só se limitarão a componente ecológica, mas sim espera-se que estas influenciem também a componente socio-económica, degradando as condições de vida das populações que já se encontram com sua subsistência ameaçada devido a baixo nível de segurança alimentar que se regista na área assim como baixa produtividade agrícola.

1. Introdução

Moçambique é dotado de abundante recurso florestal sendo a área ocupada por florestas estimada em 40 milhões de hectares, ou seja 51% da área do país. Adicionando outra vegetação lenhosa, a área ocupada pela cobertura lenhosa atinge 70% do país. As florestas em Moçambique estão distribuídas de forma heterogénea de acordo com as características agro-ecológicas das diferentes regiões onde são observadas variações em factores como altitude, precipitação e solos. Neste contexto, as regiões centro e norte do país possuem recursos florestais mais ricos que a região sul, relativamente mais pobre.

O recurso florestal, devidamente explorado, pode jogar um papel importante no desenvolvimento sócio-económico do país. Consequentemente, a exploração dos recursos florestais tende a aumentar no tempo e as pressões sobre o recurso florestal crescem com o passar dos anos. Estas pressões não só levam a redução da cobertura florestal em si mas também a degradação do ecossistema florestal, dos solos, perda do habitat tanto em quantidade como em qualidade, bem como a perda de biodiversidade.

Sendo a agricultura em Moçambique, caracterizada por ser de baixo uso de insumos, de subsistência e por vezes itinerante, os principais factores na origem da pressão sobre a floresta incluem a abertura de novas áreas para agricultura, uso de práticas não apropriadas de agricultura envolvendo o corte e queima, as queimadas descontroladas e utilização não sustentável dos recursos florestais na exploração de madeira e produção de carvão. Segundo Marzoli (2008) a taxa de desmatamento foi estimada em 0.58% nos últimos anos. Pela importância do sector florestal, o país tem-se empenhado em avaliar as suas florestas com a realização de inventários florestais. No entanto, não é suficientemente conhecida a interacção entre o uso e cobertura da terra, as actividades antropogénicas e as mudanças climáticas nos ecossistemas florestais no país, faltando,

inclusivamente, informação estatística exaustiva sobre a dinâmica da floresta e da actividade florestal e o efeito dos factores relevantes na existências florestais e sua contribuição no bem estar sócio-económico no país.

Objectivos

Este estudo surge como resposta do MICOA para o cumprimento dos requisitos da convenção na secção de Avaliação da Vulnerabilidade e Adaptação e assim como contribuir para a preparação da segunda comunicação nacional. O foco do presente foi a análise da vulnerabilidade do ecossistema de Mopane na Zona sul de Moçambique. De salientar que este foco foi definido pelo MICOA em colaboração com sector de florestas.

Assim sendo, o estudo teve como objectivos geral avaliar a vulnerabilidade e adaptação aos impactos adversos das mudanças climáticas no ecossistema de Mopane, e específicos:

- Analisar a mudança na extensão do ecossistema de Mopane durante o período de 1985 a 2010
- Analisar a variabilidade climática (temperaturas médias anuais e precipitação anual) durante o referido período
- Avaliar as tendências das mudanças ocorridas no ecossistema de Mopane e relacionar com a variabilidade climática observada
- Recomendar medidas de adaptação aos impactos das mudanças climáticas

2. Revisão de Literatura

O Painel Inter-governamental sobre Mudanças Climáticas tem defendido que países como Moçambique registam impactos negativos devido às mudanças climáticas (MICOA, 2005). Este facto por um lado deve-se a localização de Moçambique ao longo da costa sudeste do continente Africano tornando-o vulnerável à desastres naturais e calamidades, e constituindo deste modo parte dos três países Africanos mais expostos e sujeitos a eventos naturais extremos relacionados com o clima. A seca apresenta-se como o desastre natural mais frequente no país INGC (2009). Adicionalmente a zona Sul do país ocupa o segundo lugar em termos de nível de propensão às cheias, ciclones tropicais e epidemias como consequência do clima de savana e tropical seco que a caracterizam. Este facto leva a classificação da região Sul do país como zona semi-árida ou árida, caracterizando-se por chuvas de menos de 600 mm por ano (PNUD, 2010).

As mudanças climáticas são reportadas como resultado, em parte, de acções antropogénicas. O Manual I (1996) e Manual III (1996) do IPCC indica quatro componentes principais na emissão de gases de efeito de estufa em silvicultura e mudanças no uso da terra nomeadamente: o abandono de terras aráveis, a conversão de florestas e de planícies, mudanças nas existências das florestas e de outra biomassa lenhosa e emissão e reabsorção de dióxido de carbono a partir do solo. MICOA (2003) reporta que no sector de silvicultura e mudanças de uso de terra a actividade que mais contribui na emissão de dióxido de carbono é a de conversão de florestas e de planícies associada ao desmatamento, emissões tardias de carbono por decomposição do material e emissões por queima imediata do material vegetal (MICOA 2010).

De acordo com NAPA e PANCSO (Nacional Action Plan for the Fight Against Drought and Desertification, 2003) as causas da seca e desertificação encontram-se associadas a pobreza e esperança de vida das populações e que no país, os

distritos mais propensos ao desmatamento, erosão devido ao sobre-pastoreio e a seca no sul do país incluem Mabalane, Chicualacuala e Pafúri, onde predomina a vegetação do ecossistema Mopane.

Um estudo realizado pelo World Bank (2008) refere que a vegetação de Mopane está degradada com potenciais danos estruturais da vegetação os quais podem fazer-se acompanhar por desaparecimento local de espécies. A diminuição da biodiversidade tem implicações dramáticas para os países em que essas plantas servem de alimento e medicamento às populações locais assim como fornecimento dos serviços ambientais.

Por outro lado, o Mopane é um recurso importante ecológica e economicamente, sendo útil para a diversidade de várias espécies de mamíferos além de ser endémica para alguns répteis e aves. Mopane constitui alimento importante para ruminantes e esta espécie arbórea é hospedeira da lagarta *Gonimbrasia belina* (Westwood) (Lepidoptera: Saturniidae), fonte de proteína para as populações locais e igualmente relevante para a economia local. Adicionalmente, do Mopane obtêm-se madeira para construção e fonte de energia a partir da extracção da lenha e produção de carvão vegetal, fonte importante de renda nas economias rurais além de consumo doméstico.

2.1 Caracterização da área de estudo

2.1.1 Localização da área de estudo

O presente estudo tinha como objectivo cobrir toda a área de ocorrência de Mopane na região Sul de Moçambique concretamente as províncias de Maputo, Inhambane e Gaza. Contudo, devido a falta de recursos para aquisição de imagens que cobrem a área de ocorrência de Mopane, o estudo teve foco nos distritos de Mabalane, Chicualacuala, Chigubo, Massangena, Mabote e Massingir, o qual representa uma pequena fracção da área que devia ser

coberta por este estudo (Figura 1)¹.A focalização nestes distritos foi na base do nível de propensão que os ecossistemas nessas zonas apresentam face as mudanças climáticas, pois segundo NAPA (2007) os distritos em estudo se encontram entre os mais propensos a cheias no sul de Moçambique, que por sua vez influencia no comportamento dos ecossistemas, aspectos sócio-económicos devido a inundações, perda de culturas, perda de biodiversidade e transtorno nas actividades económicas normais e forma de vida entre outros.

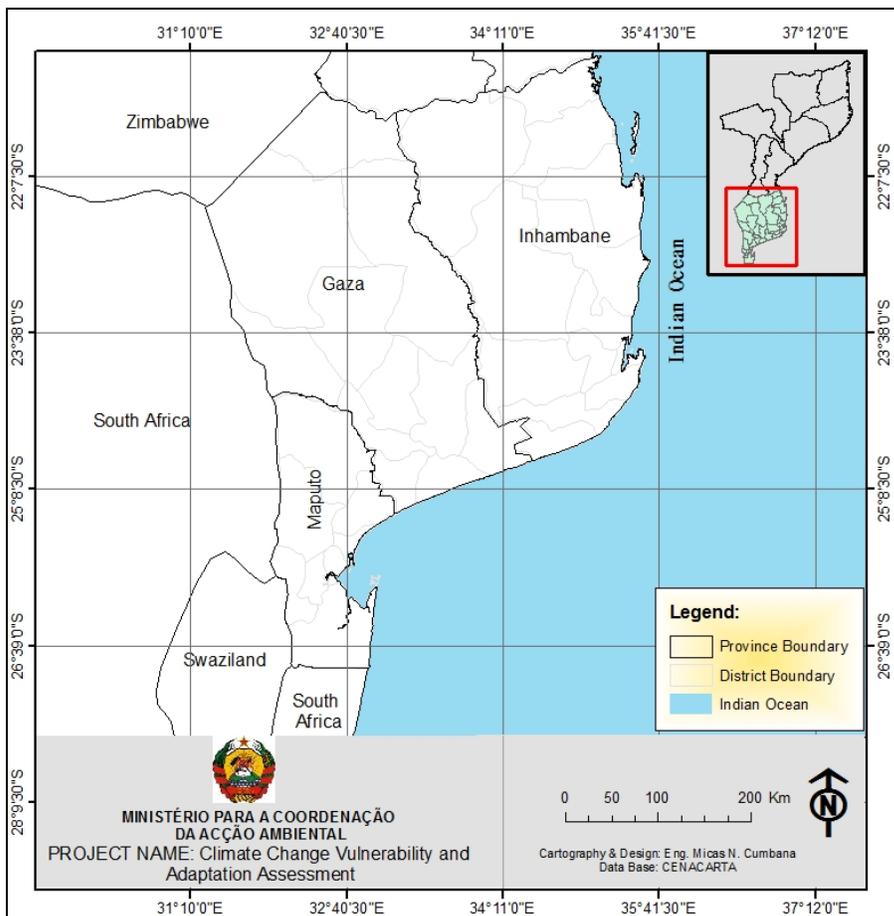


Figura 1. Localização da área de estudo

¹ Para ilustração faltam os layouts cobrindo somente os distritos estudados, e ainda o calulo da proporção da área de estudo coberta em relação área total de ocorrência do Mopane na zona sul. Os shapes files estão na posse do especialista que por possuir o referido material integrou a equipe

De modo geral, a área de estudo possui uma baixa densidade populacional com a maioria da população feminina (Ministério da Administração Estatal. Perfil do Distrito de Chicualacuala Província de Gaza, 2005). No que concerne ao clima, a temperatura média anual é igualmente superior a 24°C, o que aliado a baixos níveis de precipitação tem como consequência deficiências de água superiores a 600 mm por ano chegando por vezes a atingir 1500 mm/ ano (Figura 2). O relevo é geralmente inferior a 200 m acima do nível médio das águas do mar, com solos arenosos e aluvionares ao longo da planície do Rio Limpopo, os quais são considerados férteis para a agricultura. A agricultura é de subsistência, sendo as principais culturas o milho, amendoim, feijão nhemba, batata-doce, abóbora e como culturas de rendimento a castanha de cajú e mafurra. De acordo com Ministério da Administração Estatal.

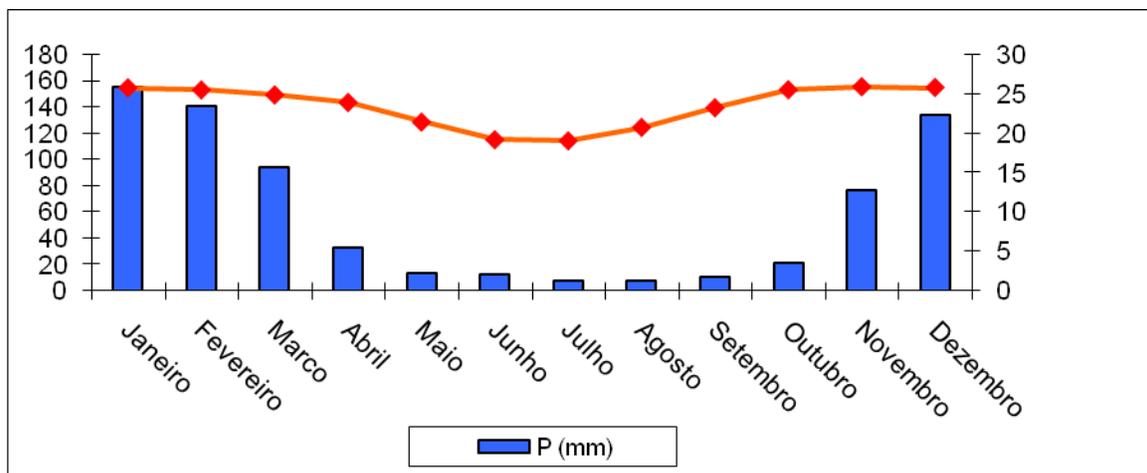


Figura 2. Variação temporal de temperatura e precipitação na área de estudo

A extracção de recursos florestais incluindo madeira e produção de madeira e carvão vegetal é reportada como uma das mais importantes actividades geradoras de rendimento em diversas regiões do país incluindo distritos circunvizinhos, contribuindo para o alívio a pobreza quando há baixa de produção agrícola devido a eventos climáticos extremos.

O índice de incidência de pobreza apresentado é muito alto, podendo atingir 80% e o nível de segurança alimentar é muito baixo, encontrando se os

camponeses mais pobres idosos e famílias chefiadas por mulheres se encontram em situação de maior vulnerabilidade.

Em termos de recursos hídricos, a zona de estudo apresenta poucos cursos de águas permanentes, o que contribui para a escassez deste recurso.

3. Metodologia

3.1 Abordagem metodológica recomendada

Vários estudos com objectivo de analisar a vulnerabilidade a mudanças climáticas apontam formas diferentes para a sua execução. Benson & Twigg (2007) refere que a informação necessária para este tipo de estudos incide sobre os parâmetros do clima incluindo elementos meteorológicos nomeadamente temperatura, precipitação, evapotranspiração, e humidade por via das estações meteorológicas locais em caso de existência ou fornecidos do exterior, dados de solos no que tange a sua capacidade de campo, capacidade de saturação, condutividade hidráulica saturada e ponto de murcha permanente. Por outro o UNFCCC (2007) para análise de impactos biofísicos nas florestas aponta como informação basilar:

- informação sobre a ocorrência de cheias incluindo sua extensão e localização, mapeamento das áreas afectadas e propensas, profundidade e duração; velocidade do fluxo de água; taxa de aumento no nível de água e escoamento; quantidade de sedimentos depositados ou em suspensão; frequência e época de ocorrência; registos históricos da frequência, localização e características e impactos dos eventos do passado; dados meteorológicos com ênfase na precipitação; mapeamento topográfico; inundações nos sistemas hidrográficos,
- informação sobre a seca, o que inclui os níveis de precipitação e défices hídricos; frequência e época de ocorrência de precipitação e secas; duração dos períodos de estiagem; níveis de água, água subterrânea, dos rios, lagoas, etc; humidade de água do solo; capacidade de retenção

de água pelos solos; aspectos biológicos associados tais como infestações por pragas, espécies invasoras.

Deste modo, a produção potencial de um ecossistema florestal é expressa pelo número de dias favoráveis para o crescimento em cada ano com base numa apropriada humidade disponível do solo (Geldeenhuys *et all*, 2005). As zonas climáticas húmidas têm 180 dias ou mais apropriadas para o crescimento, as zonas semi-áridas onde se pode enquadrar a área deste estudo têm entre 76 a 120 dias e as zonas áridas têm menos que 76 dias.

De acordo com Jallow (2010) a abordagem usada na avaliação da vulnerabilidade das florestas às mudanças climáticas divide-se em duas componentes nomeadamente as técnicas de selecção preliminar e as técnicas de simulação. No que refere as técnicas de selecção preliminar, o primeiro passo, consiste na identificação das áreas e ou espécies de maior vulnerabilidade ou de substituição que possibilitem análises mais quantitativas em caso de não existirem dados suficientes para modelar o desenvolvimento e aplicação. Nesta fase são identificados os factores dentro dos cenários (neste caso a mudança no clima) que influenciam o ecossistema florestal uma vez que vários índices do clima estão relacionados com os processos básicos da planta e distribuição da vegetação tais como i) mudanças na duração da estação de crescimento, ii) índices térmicos como a bio temperatura, os dias - grau de crescimento, iii) mudanças no padrão da precipitação, e iv) identificação das áreas críticas ao recurso florestal tais como as áreas de florestas de conservação ou floresta produtiva.

Dentro destas áreas deve-se identificar as espécies ou grupos de espécies críticas, examinar as mudanças no clima, os aspectos sócio-económicos e ambientais relevantes para os cenários a construir, avaliar a susceptibilidade das áreas ou espécies identificadas em relação às mudanças climáticas projectadas e avaliar as potenciais adaptações para se garantir a efectividade em relação aos custos.

No que tange as técnicas de simulação são usadas para avaliar os impactos potenciais das mudanças do clima sobre os ecossistemas florestais e podem ser levadas a cabo usando dois modelos de simulação nomeadamente o modelo Holdridge Life Zone Classification e o modelo Forest Gap.

a. Modelo Holdridge Life Zone Classification

Este modelo relaciona a distribuição espacial corrente da vegetação em relação ao clima e é adequado para examinar i) os padrões da vegetação a larga escala e como se associam ao clima e ii) a influência das mudanças climáticas sobre a capacidade da região de sustentar diferentes tipos de vegetação. O modelo Forest Gap baseia-se na dinâmica da floresta e simula a resposta dos processos vegetais básicos em relação às condições ambientais e é um modelo específico ao sítio, requerendo informação detalhada aos atributos das espécies e aos factores específicos do sítio. Cada um destes modelos dá enfoque a aspectos diferentes do padrão da vegetação.

O modelo Holdridge Life Zone Classification fornece um sistema de mapeamento regional para interpretar mudanças espaciais nos padrões do clima em toda a região ou país. Neste modelo, a classificação é determinada pela bio temperatura e a precipitação anual onde a bio temperatura é a soma da temperatura no período de um ano com valores de unidade de temperatura usados computando o índice que se estabelece em 0°C se os valores forem inferiores ou iguais a 0°C. A bio temperatura pode ser calculada a partir de valores da temperatura média diária, semanal ou mensal. A descrição pode relacionar a distribuição das espécies e os padrões de produtividade dentro de uma região. Para a implementação do modelo são necessários dados sobre precipitação anual e a bio temperatura para o grid baseado na latitude e longitude.

O mapa gerado com base neste modelo representa a distribuição potencial da vegetação com base apenas no clima. Usa-se o mapa para comparar com outros mapas da vegetação dessa região e incorporar outros factores ambientais

que possam influenciar o padrão da vegetação através da modificação das duas variáveis primárias (bio temperatura e precipitação anual). Incorporando os novos valores da bio temperatura e precipitação anual para cada célula do grid o modelo consegue gerar um novo mapa com a cobertura da vegetação prognosticada com base na mudança das condições climáticas. O modelo pode ser aplicado a resolução espacial nas análises regionais para o que requerem a mais alta resolução possível. Análises globais têm sido feitas com a resolução $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ (Latitude e longitude). Contudo, esta resolução espacial é bastante grosseira e já demonstrou ser inadequada para análises regionais de vulnerabilidade e desenvolvimento de estratégias de adaptação e mitigação.

b. Modelo Forest Gap

Por sua vez este modelo avalia a dinâmica temporal de um sítio florestal em resposta às mudanças no clima. Juntos, os dois modelos constituem uma abordagem para avaliar impactos regionais. O modelo avalia mudanças na composição específica e produtividade de sítios florestais específicos. O modelo simula o estabelecimento, crescimento e mortalidade de árvores individuais num povoamento florestal (inferior a 1 ha) numa base anual. Pelo facto de o modelo simular a resposta da árvore individual numa parcela de floresta, o modelo pode prever mudanças na composição de espécies, estrutura da floresta por exemplo a distribuição das classes de tamanho e produtividade. O padrão da composição e estrutura da floresta exige séries de dados descrevendo a floresta tais como idade, estrutura da classe dos tamanhos, abundância relativa das espécies, biomassa. Adicionalmente o modelo incorpora práticas de manejo por exemplo o corte selectivo e o desbaste, o que permite avaliação de estratégias de adopção.

O crescimento potencial de cada árvore é estimado a partir de curvas de crescimento específicas para a espécie. As curvas de crescimento são derivadas dos dados de campo ou estimadas de dados silviculturais do tamanho máximo e longevidade da árvore. Mudanças anuais nas temperaturas anuais e

precipitação de um cenário são usadas para modificar as condições ambientais do povoamento florestal e a resposta das árvores individuais em resposta àquelas mudanças é simulada. Este modelo tem sido aplicado para vários ecossistemas florestais no mundo desde as tropicais às florestas boreais.

A aplicação do modelo a sítios florestais específicos depende de dados silviculturais básicos e do sítio. A análise dos impactos das mudanças climáticas no recurso florestal passa pela análise económica que requer informação tanto sobre impactos na oferta como impactos subsequentes nos preços da madeira e outros produtos florestais através da avaliação das mudanças na produção dos recursos florestais.

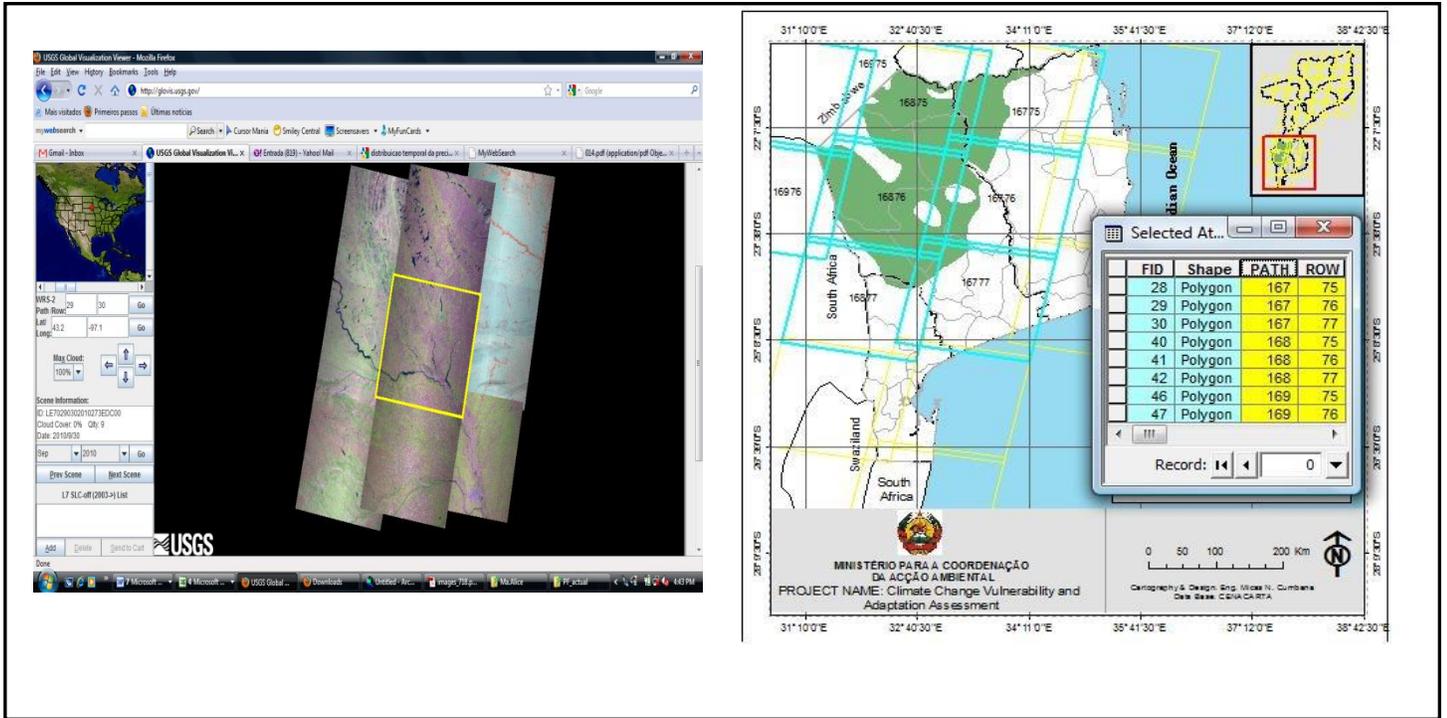
3.2 Abordagem metodológica adoptada no presente estudo

Dados usados para estudo e para inferir mudanças

Devido a falta de dados foram somente usados dados meteorológicos como temperatura e precipitação média anuais das Províncias de Gaza e Inhambane imagens de satélites obtidas na CENACARTA e na Internet.

3.2.1 Pré-processamento

As imagens LANDSAT 5 TM dos anos 1985 e 2000 foram adquiridas no Centro Nacional de Cartografia e Teledeteccção (CENACARTA), sendo que para o ano de 2010 devido a indisponibilidade destas para comercialização pela CENACARTA houve necessidade de fazer o download na internet. As imagens obtidas na internet foram encontradas no site da US Geological Surveys (<http://glovis.usgs.gov/>), como mostra a figura 3. A área de estudo é coberta por 8 imagens de satélite (Figura 3B).



A)

B)

Figura 3. Processo de obtenção de imagens na internet

A: Janela usada para o processo de download das imagens

B: Numeração (Linha e coluna) das imagens usadas no estudo.

Depois de descarregadas as imagens foram importadas para o programa ERDAS imagine 9.3 onde se fez o recorte de modo que a imagem coincidissem com a área de estudo.

Seguidamente fizeram-se os mosaicos que consistiram na combinação das imagens cortadas, numa única. De realçar que os mosaicos foram feitos banda por banda de modo a normalizar os valores de reflectância das 8 imagens que cobrem a área de estudo.

Foi também feita uma nova georeferenciação usando pontos de controlo pré-seleccionados no Arcmap de forma a compatibilizar as coordenadas das

imagens. Este processo foi feito para os mosaicos dos dois períodos (1985-2000 e 2000-2010) de referência. Concluído o processo, fez-se a combinação das bandas de cada imagem e exportado num formato compatível com ArcGis para processamentos subsequentes.

3.2.2 Mapa comparativo das mudanças ocorridas nos últimos 25 anos

Para o alcance deste objectivo uma série de técnicas de teledeteção/sensoriamento remoto foram aplicadas. Jensen (1996), afirma que embora a classificação digital/automática de imagens satélites possa carregar consigo alguns “bios”, para a classificação temática de imagens satélites com o objectivo de detectar mudanças, este apresenta-se como o único método fiável para a detecção de mudanças em análises multitemporais, pois o outro método (visual) apresenta a limitação do olho humano e a subjectividade que a classificação visual pode trazer. Assim, foram seguidas várias etapas para a detecção de mudanças como descrito abaixo:

1ª Etapa: Revisão bibliográfica

Esta etapa consistiu na análise da bibliografia relacionada com mapeamento de ecossistemas e detecção de mudanças de vegetação. Nesta fase também serviu para colecta de dados espaciais sobre a área de estudo e criação de uma base de dados dos principais elementos para o presente trabalho. Nesta fase procedeu-se também a caracterização físico geográfica da área de estudo.

2ª Etapa: Pré detecção de mudanças

Com recurso a extensão *image analyses* opção “*image difference*”, do Arc view 3.2a, foi produzido um mapa temático ilustrando as classes que durante o período em estudo (1985-2000 e 2000-2010) sofreram mudanças. Com base neste mapa foi possível alocar parcelas de amostragem, para posterior

confirmação no terreno das classes que sofreram mudanças e verificar o actual uso e cobertura de terra.

3ª Etapa: Pré-Classificação da imagem satélite e definição das parcelas de amostragem para o trabalho de campo

Antes da partida para o trabalho de campo foi feita a classificação não supervisionada, onde a definição das classes de uso e cobertura da terra foi baseada no mapa de zonas ecológicas, produzido pela WWF (2002) e do conhecimento dos interpretes das imagens sobre a área de estudo. A carta de uso e cobertura de terra resultante desta classificação, foi levada ao campo para questões de confirmação ou rejeição no terreno das diferentes classes de uso e cobertura de terra nela representadas.

Assim foi determinado o numero de amostras, para posterior verificação no campo, a partir da equação 1 de Snedecor and Cochran (1980).

$$NTA = \frac{t^2 * p * (1 - p)}{E^2} \dots\dots\dots \text{equação 1}$$

Onde:

NTA: numero total de amostras

t: é o t do student test, que é de 1.96 quando o nível de confiança pretendido é de 95% na precisão estimada

p: é a precisão esperada em percentagem

E: é o erro máximo estimado em percentagem

Para este estudo o erro máximo permitido será de 5% (E=0.05) e a precisão esperada foi de 80% (p=0.80).

Após a determinação do número de parcelas necessárias para o trabalho de validação da classificação no campo, seguiu a estratificação do uso e cobertura de terra da área de estudo, com o objectivo definir o número de parcelas a

serem alocadas por cada estrato de uso e cobertura. Para tal foi usada a equação 2 de Paulson (1985).

$$NAE = NTA \frac{AE}{ATA} \dots\dots\dots\text{equação 2}$$

Onde:

NAE: numero de amostra por estrato

NTA: numero total de amostras

AE: Área do estrato (Ha)

ATA: Área total amostrada

O processo de aleatorização das parcelas foi feito com recurso ao pacote estatístico (extensão *Hawths tools*) associado ao SIG arcGIS 9.3.

4ª etapa: Trabalho de campo

O trabalho de campo como foi referido acima nas limitações do estudo não foi exaustivo (não cobriu todas as amostras planificadas) devido a exiguidade recursos. Sendo que com o objectivo de minimizar os custos, o trabalho singiu-se na visita apenas a algumas parcelas amostradas consideradas cruciais para a verificação. O objectivo principal deste trabalho foi a observação das áreas que no processo de pré - detecção de mudanças, mostraram sinais de alterações profundas no seu uso e cobertura da terra.

5ª etapa: Cálculo de áreas, taxa de mudanças e construção da matriz de mudanças

Após o trabalho de campo e classificação das unidades de uso e cobertura da terra para os dois períodos (1985-2000 e 2000-2010), foram calculadas as áreas e em seguida desenhada uma matriz de mudanças de vegetação (tabela 1) que ocorreram entre 1985 a 2010. Este processo foi feito através da intersecção dos mapas de uso e cobertura de terra dos respectivos anos no programa *Arc view*

3.2a, usando-se para o efeito a extensão *image analysis 1.1* na sua opção “*Sumarise áreas*”. Os mapas dos referidos períodos foram intersectados para encontrar as áreas que se mantiveram e as áreas que sofreram mudanças para outro tipo de uso ou cobertura. Para garantir a sobreposição dos pixels e fidedignidade das mudanças obtidas, foi feita uma classificação pixel a pixel.

Tabela 1. Modelo da matriz de mudanças

		Classes de uso e cobertura da terra – Ano corrente (2000)											
		A	B	C	D	E	F	G	.	.	.	X	Total
Classes de uso e cobertura da terra – Ano base (ex:1985)	A												
	B												
	C												
	D												
	E												
	F												
	G												
	.												
	.												
	.												
	X												
Total													

Fonte: Adaptado de Florenzano, 2007

A partir das áreas calculadas para cada ano, foi possível determinar as taxas de mudanças para os períodos em análise (1985-2000 e 2000-2005), assim com as taxas de mudanças anuais correspondentes a cada um dos períodos. As equações 3 e 4 foram as usadas para o calculo das taxas de mudanças para os dois períodos, respectivamente:

$$TM = \frac{A_{n+1} - A_n}{A_n} \times 100 \dots\dots\dots \text{Equação 3}$$

$$TAM = \frac{TAM}{n} \dots\dots\dots \text{Equação 4}$$

Onde:

TM: Taxa de mudança correspondente a um período em análise

TAM: Taxa anual de mudanças

A_n : Área (ha) ocupada por uma classe no ano anterior (base)

A_{n+1} : Área (ha) ocupada por uma classe no ano posterior (corrente)

n: Número de anos correspondentes a um período em análise (15 anos: 1985-2000 e 10 anos: 2000-2010)

4. Resultados e Discussão

4.1 Caracterização da Floresta de Mopane

Segundo Marzoli (2007) cerca de 70% de país (65.3 milhões de hectares) é presentemente coberta de florestas (40.6 milhões de hectares, 51% do país) e outras formações lenhosas (arbustos, matagais e florestas com agricultura itinerante que cobrem cerca de 14.7 milhões de hectares, 19% do país). Por sua vez, a vegetação é classificada sendo a sua ocorrência na zona ecológica em que esta ocorre. As matas abertas de Mopane ocorrem na zona eco-florística 5 denominada Floresta de Mopane (Mopane Woodland). Estas constituem o tipo de vegetação caracterizada por chuvas tropicais de verão (Novembro – Abril), com 450 — 700 mm por ano (Figura 4 e 5).

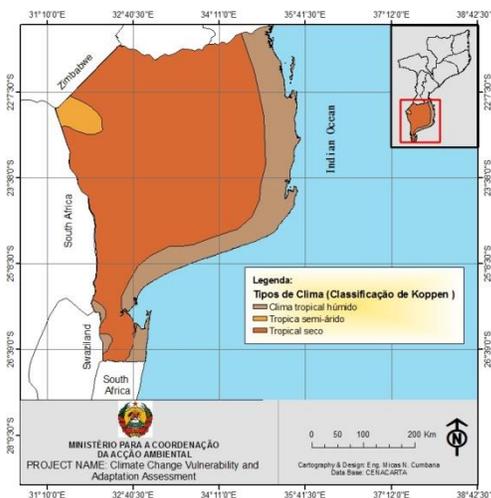


Figura 4. Clima

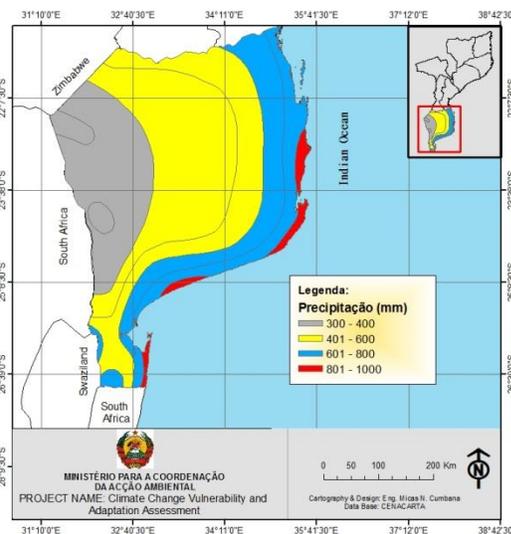


Figura 5. Precipitação

A ecoregião de Mopane ocupa uma faixa do território Moçambicano desde o Parque Nacional de Gorongosa ao norte do Rio Zambeze ao oeste de Inhambane e Gaza mais concretamente nos distritos de Mabote, Inhassoro, Govuro e Mabalane, Massingir, Chicualacuala, Pafuri, Massangena (Figura 6).

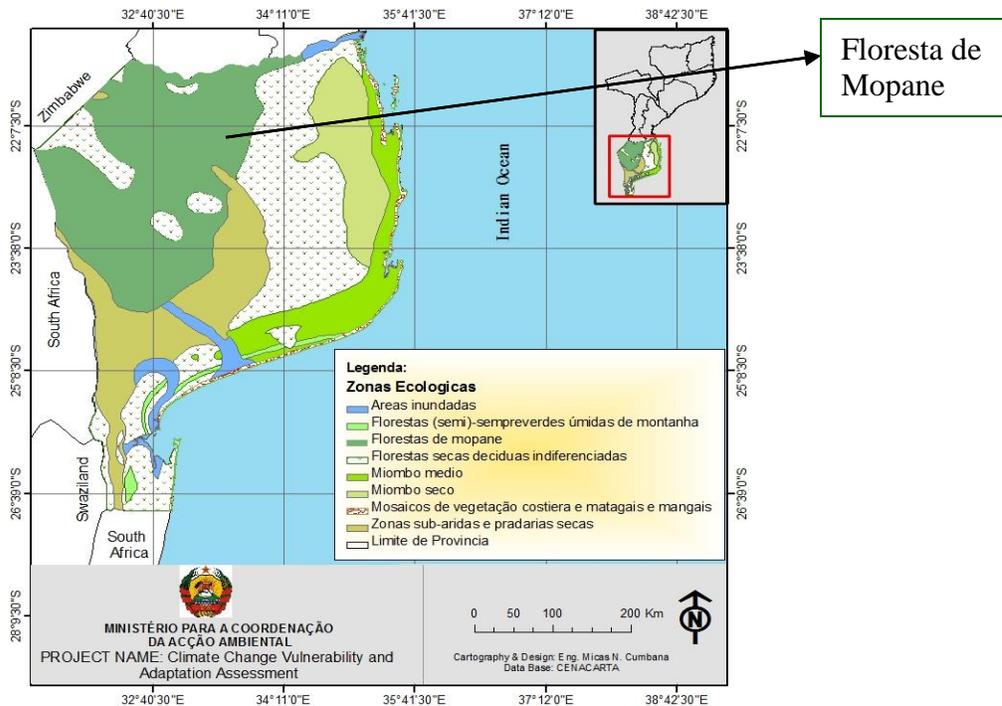


Figura 6. Zonas ecológicas

A ecoregião caracteriza-se pela dominância da espécie florestal *Colophospermum mopane* (Kirk ex Benth.) da família Fabaceae, comum em altitudes até 1000 m acima do nível médio das águas do mar. Mopane geralmente forma povoamentos puros com exclusão de outras espécies, mas é muitas vezes associada com uma série de outras árvores altas e arbustos, tais como *Kirkia acuminata*, *Dalbergia melanoxylon*, *Adansonia digitata*, *Combretum apiculatum*, *C. imberbe*, *Acacia nigrescens*, *Cissus cornifolia* e *Commiphora spp* (Marzolli, 2007). As comunidades de Mopane apresentam uma variação considerável na altura e densidade, desde matas matas densas ou savanas abertas com árvores que podem atingir alturas de até 10 a 15 m em solos aluviais profundos. Em solos alcalinos impenetráveis o Mopane tende a ser de pequeno porte e arbustivo com arbustos de 1 a 3 m. Estas duas formas estruturais, e as classes entre elas, ocorrem geralmente num mosaico dependendo dos factores micro-climáticos e das condições dos solos.

As figuras 7 a 10 abaixo apesar de não representar os distritos de foco como desejado, estas dão uma indicação das características edáficas, geológicas e hidrológicas.

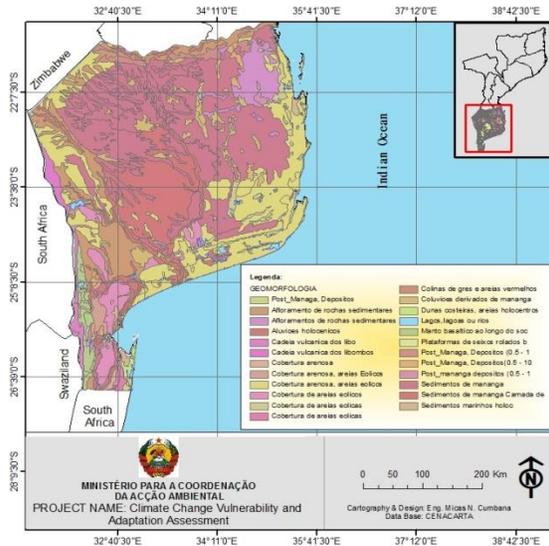


Figura 7. Geologia

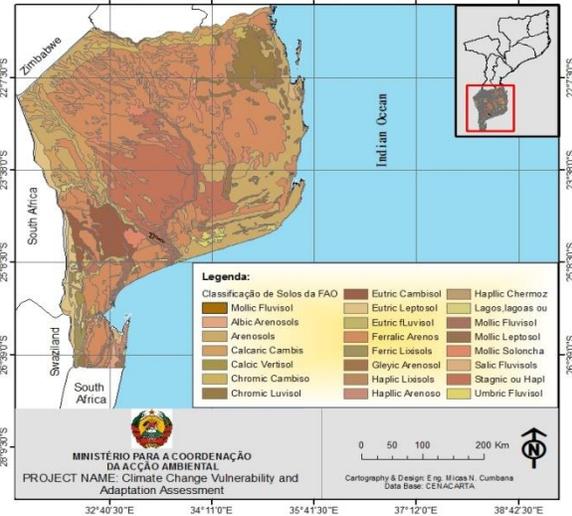


Figura 8. Tipo de solos

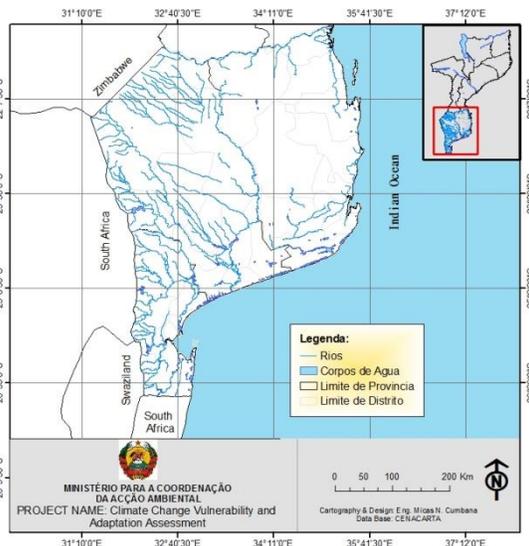


Figura 9. Hidrologia

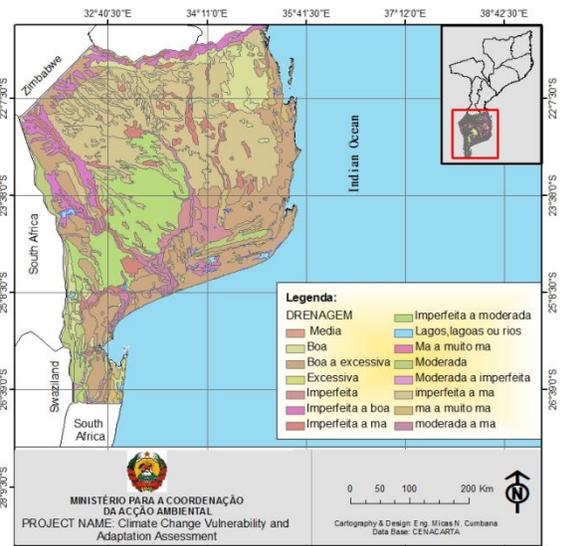


Figura 10. Drenagem dos solos

4.1.1 Uso e cobertura da terra – 1985

A tabela 2 apresenta as áreas ocupadas por cada classe de uso e cobertura da terra e a respectiva percentagem ocupada em relação ao total da área de ocorrência da floresta de Mopane. Assim sendo, a partir da interpretação dos resultados apresentados denota-se que a Floresta de Mopane ocupava a maior extensão da área de estudo² com cerca de 5,485,962.83 Ha, o que corresponde a 89.20% de toda área. As outras formações, nomeadamente a Agricultura, Corpos de água e outras classes, apresentaram 3.00, 0.80 e 7.00% respectivamente. Com base nestes dados pode ainda observar-se que a classe dos corpos de água foi a que registou menor área no ano em análise. A figura 11 abaixo mostra a proporção ocupada por cada classe durante o ano de 1985.

Tabela 2. Mapa de uso e cobertura da terra

Classes	1985	%
Floresta de		
Mopane	5485962.83	89.20
Agricultura	184505.48	3.00
Água	49201.46	0.80
Outras		
Classes	430512.78	7.00
Total	<u>6150182.55</u>	<u>100.00</u>

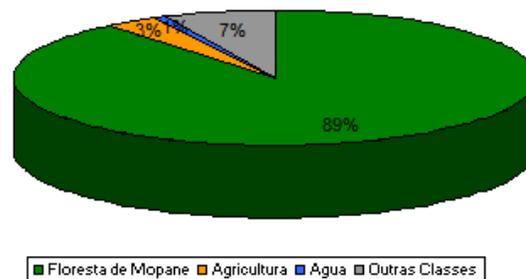


Figura 11. Proporção ocupada por cada classe no ano de 1985

² Shapefiles em falta

4.1.2 Uso e cobertura da terra – 2000

A classificação do uso e cobertura da terra do ano 2000, resultou da interpretação da imagem Landsat 5 TM de 25 de Junho do referido ano. Desta classificação digital feita, resultaram quatro classes do uso e cobertura da terra. A tabela 3 apresenta os resultados obtidos a partir da interpretação da imagem Landsat 5 TM.

Analisando os resultados alcançados na classificação da imagem do ano 2000, verifica-se que neste ano a Floresta de Mopane, continuou sendo a classe que apresentou a maior área de entre todas as classes classificadas no mesmo período (figura 12), ocupando cerca de 80.18% da área total em estudo, o que corresponde a cerca de 4930916.37 ha.

Tabela 3. Mapa de uso e cobertura da terra de 2000

	Área (ha)	
	2000	%
Floresta de		
Mopane	4930916.37	80.18
Agricultura	150560.41	2.45
Agua	93782.77	1.52
Outras		
Classes	974923.00	15.85
Total	6150182.55	100.00

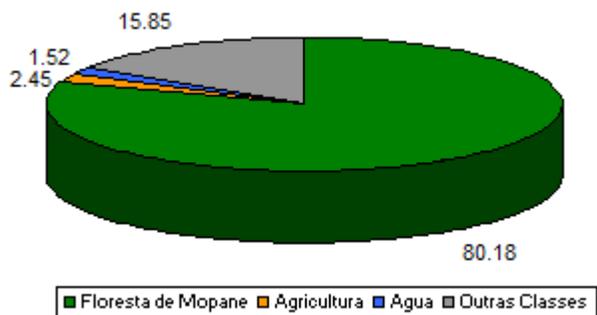


Figura 12. Proporção ocupada por cada classe no ano de 2000

As outras classes, apresentaram uma área de aproximadamente 974923.00 ha, o que corresponde em termos de ocupação de toda área a cerca de 15%. As restantes classes também em análise (Agricultura e corpos de água),

apresentaram 150560.41 ha (2.45%) e 93782.77 ha (1.52%), respectivamente. A figura 12 acima apresenta a proporção ocupada por cada classe durante o ano 2000.

4.1.3 Uso e cobertura da terra – 2010

A tabela 4 e figura 13, à semelhança das anteriores mostra as áreas ocupadas por cada tipo de uso e cobertura de terra, bem como a proporção ocupada.

Tabela 4.. Mapa de uso e cobertura da terra 2010		
	2010	%
Floresta de Mopane	3740261.90	60.82
Agricultura	467541.61	7.60
Água	62855.03	1.02
Outras Classes	1879524.00	30.56
Total	<u>6150182.55</u>	<u>100.00</u>

Class	Area (ha)	Percentage (%)
Floresta de Mopane	3740261.90	60.82
Agricultura	467541.61	7.60
Água	62855.03	1.02
Outras Classes	1879524.00	30.56

Figura 13. Proporção ocupada por cada classe durante o ano 2010

Para este ano a Floresta de Mopane continuou sendo a classe com maior área, embora com uma diminuição significativa quando comparado com os últimos anos 1985 e 2000. Esta classe apresentou 3740261.90 ha correspondente a uma ocupação de toda a área em cerca de aproximadamente 61%, contra 89.2% e 80.18% de 1985 e 2000 respectivamente. A classe correspondente a “Outras classes”, apresentou-se com uma ocupação da área em aproximadamente 31% (1879524.00 ha). As restantes classes (Agricultura e corpos de água) apresentaram respectivamente 467541.61 ha (7.60%) e 62855.03 ha (1.02%).

4.1.4 Avaliação da dinâmica da floresta de Mopane de 1985 a 2010

Este sub-capítulo apresenta as mudanças ocorridas no ecossistema de Mopane em 2 períodos de 1985 a 2000 e de 2000 a 2010.

A Tabela 5 mostra as mudanças ocorridas nas diferentes classes de uso e cobertura, dentro da área de estudo de 1985 2000.

Tabela 5. Dinâmica de mudanças de Mopane de 1985 2000

	Área (ha)		Diferença (Ha)	% de mudanças	% de mudança Media
	1985	2000			(%/ano)
Floresta de Mopane	5485962.83	4930916.37	- 555046.47	-10.12	-1.01
Agricultura	184505.48	150560.41	-33945.07	-18.40	-1.84
Água	49201.46	93782.77	44581.31	90.61	9.06
Outras Classes	430512.78	974923.00	544410.22	126.46	12.65

Portanto é claramente evidente a redução de área coberta pelo Mopane na área de estudo num horizonte temporal de 15 anos em 10.12% (tabela 3 e Figura 12). Ganhos significativos são apresentados pela classe denominada como sendo representante de “outras classes” de uso e cobertura tendo aumentado de 7 para 15.85% em 2000. Comportamento similar é apresentado pela classe de corpos de água. Quanto aos corpos de água o factor desastres naturais ocorrido em 2000 pode ser o responsável do aumento.

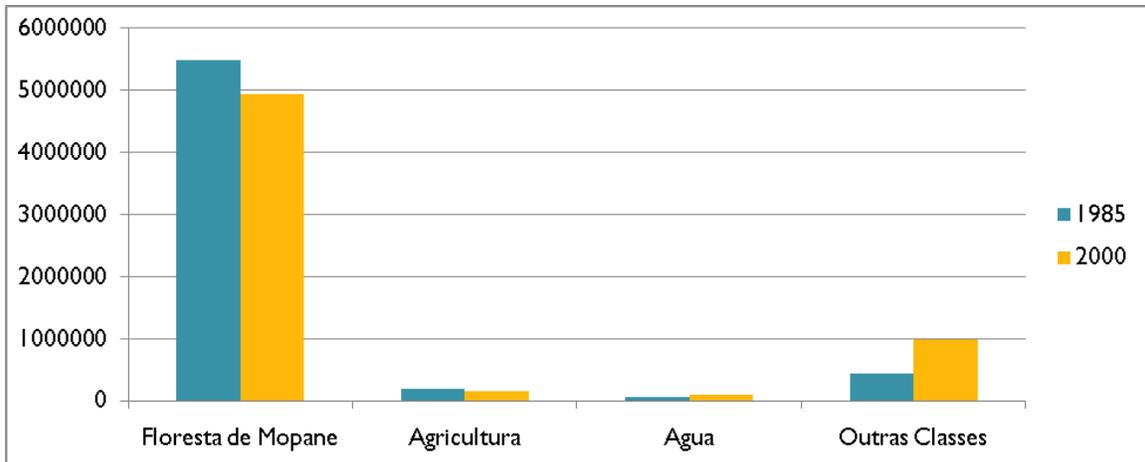


Figura 14. Representação gráfica das mudanças de uso e cobertura de 1985 a 2000

As Figuras 14 e 15 mostram graficamente as mudanças ocorridas nas classes de uso e cobertura dentro da área de estudo. Onde as classes encontradas no lado esquerdo do ponto zero do eixo são as que sofreram redução (floresta de Mopane e Agricultura) na sua extensão e o contrário para Corpos de água e outras classes. Facto interessante na figura 15, é de que a área do Mopane reduziu na mesma proporção da categoria das outras classes de uso e cobertura. Isto revela a necessidade de um estudo profundo das categorias associadas a outras classes de cobertura (vegetais e de serviços como assentamentos, entre outras. Pois, se for aumento nas outras classes de cobertura vegetal deve se estudar os factores que possam ter favorecido essa mudança.

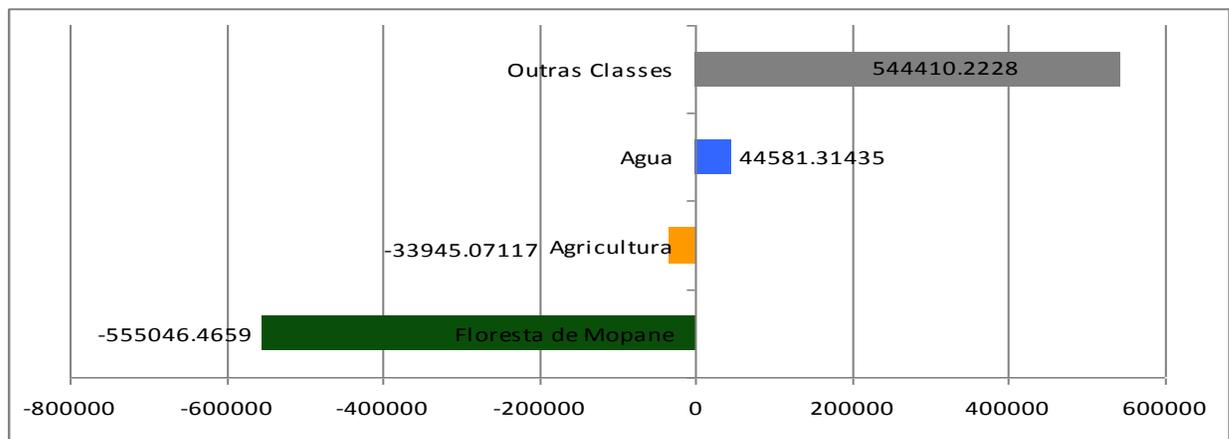


Figura 15. Representação gráfica das mudanças de uso e cobertura de 1985 a 2000

Atabela 6 e Figura 16 mostram as mudanças ocorridas nas diferentes classes de uso e cobertura, dentro da área de estudo de 2000 a 2010.

Tabela 6. Dinâmica de mudanças de Mopane de 2000-2010

Uso e Cobertura	Área (ha)		Diferença (Ha)	% de Mudança	% de Mudança média
	2000	2010			(%/ano)
Floresta de Mopane	4930916.37	3740261.90	-190654.46	-24.15	-4.83
Agricultura	150560.41	467541.61	316981.20	210.53	42.11
Água	93782.77	62855.03	-30927.74	-32.98	-6.60
Outras Classes	974923.00	1879524.00	904601.00	92.79	18.56

Com base na tabela 6, confirma-se a tendência de redução mostrada no período anterior, onde a área apresentou uma baixa em um quarto da sua extensão de 2000 para 2010. A figura 16, mostra claramente de forma gráfica as mudanças ocorridas entre os diferentes usos de terra definidos, sendo os apresentados na parte negativa do eixo os que sofreram redução (Mopane e corpos de água), e na positiva os que sofreram um aumento (agricultura e outros usos).

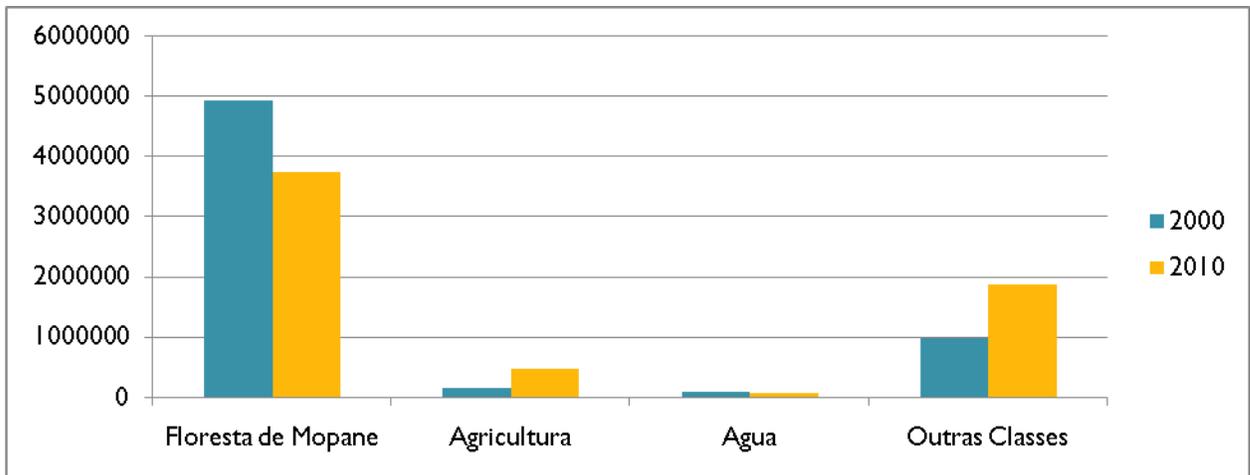


Figura 16. Representação gráfica das mudanças de uso e cobertura de 2000-2010

Um facto interessante que se regista em todos os anos estudados é que o Mopane registou uma tendência decrescente enquanto que a classe de outros usos teve comportamento contrário. Deste modo, seria de recomendar um estudo aprofundado para avaliação dos factores que possam ter influenciado o aumento da extensão dessas classes.

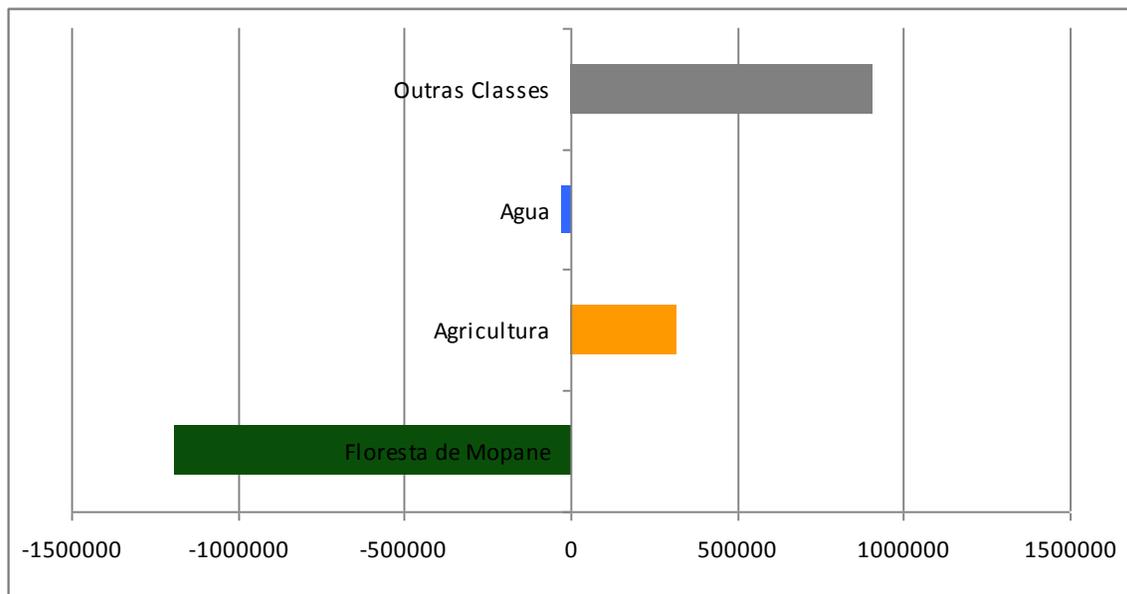


Figura 17. Representação gráfica das mudanças de uso e cobertura de 2000-2010

4.2. Variação da temperatura e precipitação de 1970 a 2005

As figuras 18 e 19 mostram a variação da temperatura média anual e precipitação total em Xai-Xai durante o período de estudo. À semelhança de outros estudos para outras regiões do país constata-se uma tendência de subida neste parâmetro em pouco mais de 1°C em 34 anos.

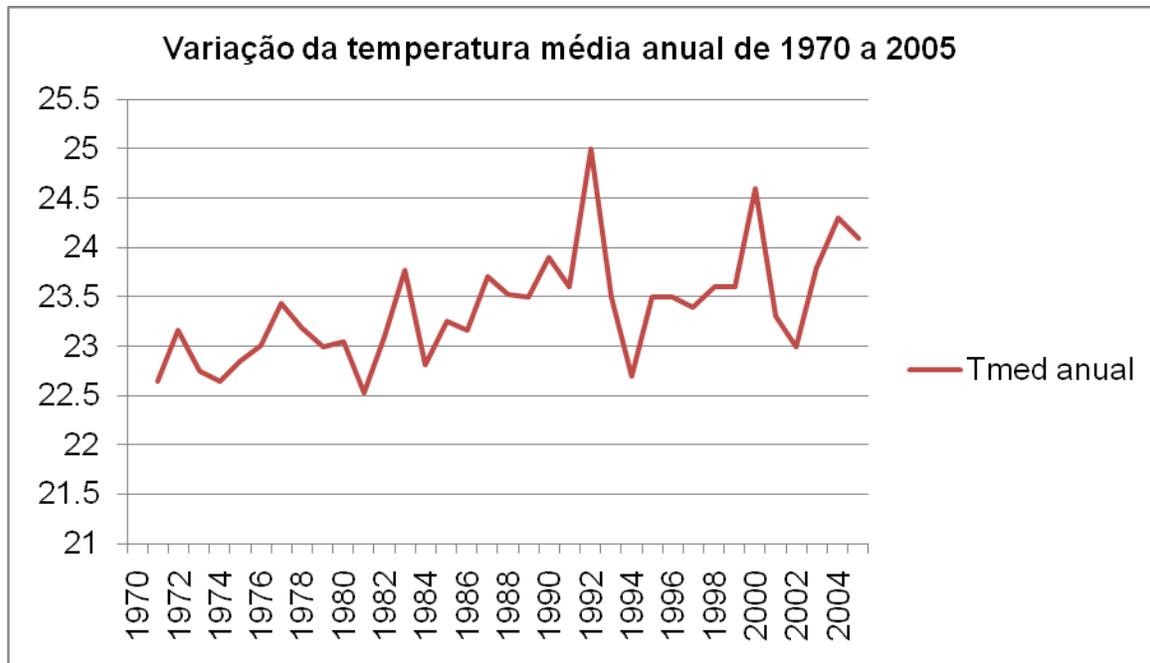


Figura 18. Padrão da variação da temperatura média anual em Xai-Xai de 1971 a 2005.

Observa-se que no ano 1992 a temperatura média atingiu 25°, a mais alta verificada no período, coincidentemente precedido da precipitação anual mais alta no referido período. Simultaneamente observou-se uma tendência de redução de quedas pluviométricas, exceptuando o ano 2000 em que o ecossistema Mopane na área de estudo registou redução acentuada, figuras 18 e 19. Queface (2007) citado por Zolho (2010) num estudo por si efectuado revelou que existem indicações de que a precipitação anual diminui em 2.5 mm/mês/década entre os anos de 1960 a 2006 e há por outro lado evidências de que desde 1960 registar-se-á um aumentar da proporção do número de dias

com precipitações erráticas numa taxa de 2.6%/década acompanhada por um início tardia da época chuvosa e aumento dos dias secos consequentemente.

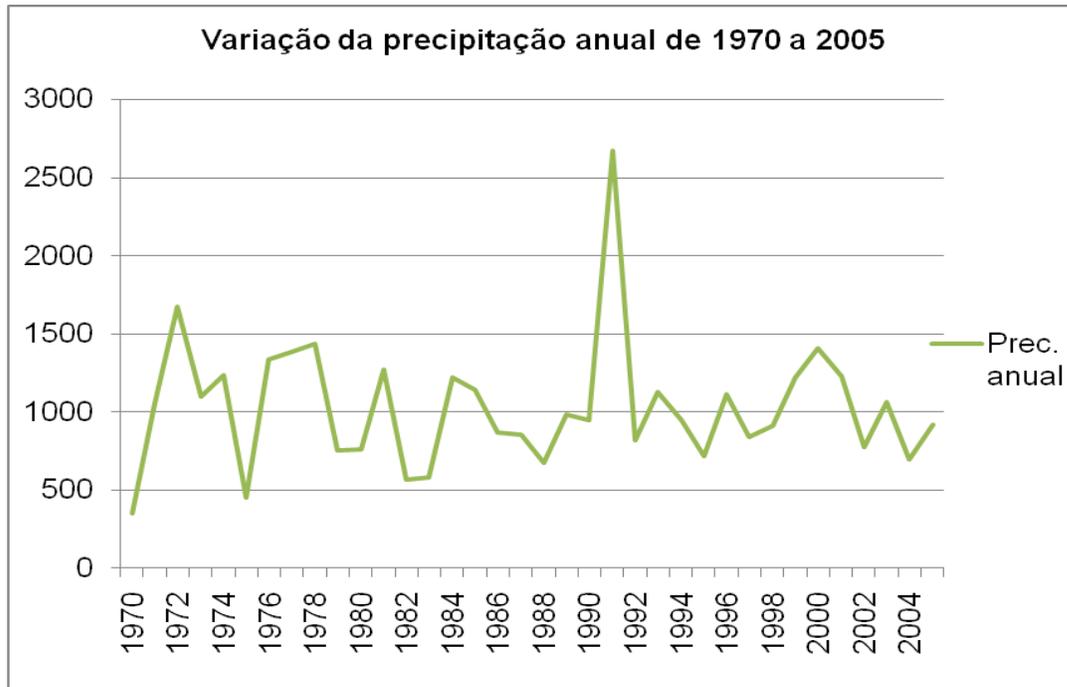


Figura 19. Valores da precipitação anual acumulada registada em Xai-Xai de 1970 a 2005

Deste modo, a confirmar-se esta tendência de subida da temperatura acompanhada de menores níveis de precipitação podem resultar em modificações mesoclimáticas na região com consequências no desenvolvimento da vegetação incluindo o ecossistema Mopane, com ênfase no crescimento. O incremento na biomassa lenhosa será um dos efeitos mais prováveis no ecossistema. Tendo em conta que Mopane é principalmente usado para produção de carvão vegetal, forma importante de sustento de vida da população, esta terá que demandar áreas mais extensas exacerbando a degradação do ecossistema em análise. Tais modificações, provavelmente acompanhadas de eventos nocivos como queimadas descontroladas comuns na área em estudo podem afectar o habitat e a biodiversidade bem como a disponibilidade de

recursos com resultados no modo de vida das comunidades mais desfavorecidas. Nos estudos efectuados para a primeira comunicação nacional, MICOA (2003) indicou que como consequência da duplicação da concentração actual de CO₂ na atmosfera a temperatura no país irá aumentar entre 1.8 a 3.2°C, a radiação entre 2 a 3%, a evapotranspiração entre 9 a 13% enquanto a precipitação irá reduzir de 2 a 9%. O mesmo estudo indica que a produção florestal poderá ser afectada no que respeita a absorção dos nutrientes pelas plantas dados os regimes térmicos e de pluviosidade. A avaliação por MICOA (2003) usando os modelos de Holdridge e Forest Gap para a classificação de florestas incidiu sobre quatro espécies nomeadamente Ajoh, Aqua, Mexe, Cpen e Knya² em todo o país. A biomassa aérea e altura irá aumentar entre 12 a 13% para a maioria das espécies estudadas com excepção para Cpen onde os modelos prevêm uma redução da biomassa entre 14 a 28%.

Comparativamente com o Mopane, a tendencia é contrária à da apresentada pelas espécies estudadas em 2003. Este facto pode estar associado ao regime de crescimento das espécies que é diferente. Uma comparação entre os dois estudos só poderia ser possível se a espécie e metodologia tivesse sido mantida, facto que não aconteceu neste estudo do Mopane. Estudo feito por Oreste e Cuambe (2007) avançam causas das mudanças de cobertura florestal como a pressão humana através da extensão das áreas de agricultura, práticas de agricultura itinerante, queimadas descontroladas, produção de carvão e recolha de lenha. Outro estudo refere a exploração florestal ilegal como outro contribuinte e de realce na redução do potencial florestal no país (Mackenzie, 2007).

5. Vulnerabilidade e Adaptação

Este capítulo visa explicar as potenciais relações entre o comportamento do ecossistema do Mopane e os dados meteorológicos dos anos em estudo. A figura 20 mostra a variação em termos de extensão da área ocupada pela Floresta de Mopane de 1985 a 2010. Onde se observa que a sua extensão foi decrescendo ao longo do tempo, contudo, não se pode afirmar nada sobre o efeito do clima nesta redução pois o espaço temporal é curto e não é consistente em termos de intervalo. Por isso qualquer conclusão que se possa tirar do estudo será de carácter qualitativo com base em informação secundária.

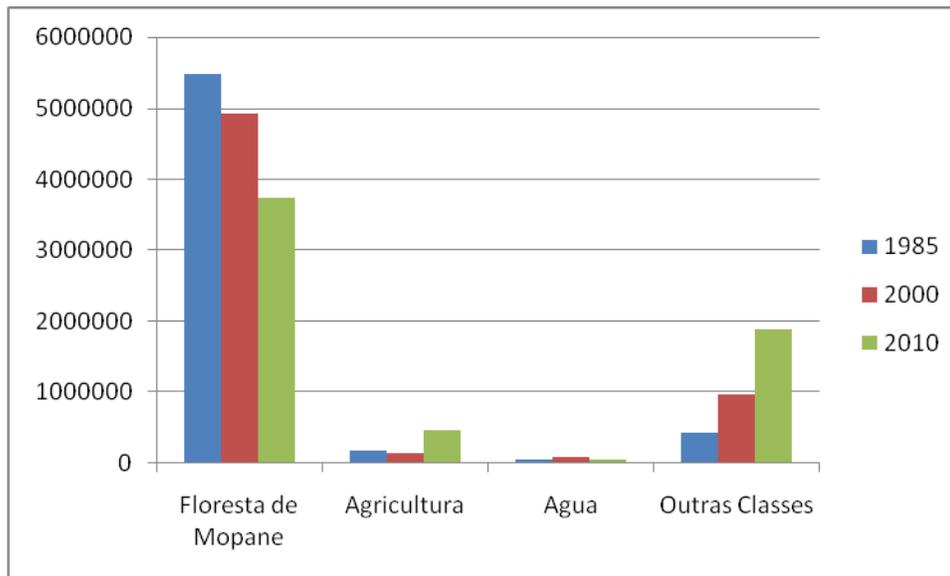


Figura 20. Tendência de mudanças de uso e cobertura de 1985, 2000 e 2010

5.1 Considerações sobre a vulnerabilidade do Mopane

De acordo com World Bank (2010) a seca é o fenómeno natural extremo mais frequente com maior incidência nas regiões centro e sul do país, numa frequência de 4 em cada 10 anos no centro e 7 em cada 10 anos no sul. As cheias são também eventos comuns nas regiões centro e sul do país sendo associadas a fortes quedas pluviométricas e águas dos sistemas hidrológicos da

África Sudeste. Em média, por ano, estes eventos extremos afectam negativamente em 1% o GDP com consequências sócio-económicas para a população Moçambicana.

A seca foi identificada como sendo o principal risco entre os eventos extremos. World Bank (2010) afirmou que os impactos sócio-económicos associados aos riscos originados pelo clima são percebidos pelas comunidades afectadas como sendo escassez de água, produtividade florestal e emigração de parte da população. A degradação do solo e desertificação nestas regiões resulta na maior pressão sobre as fontes alternativas de geração de renda como a actividade de pesca. Por outro lado as queimadas descontroladas são consideradas um factor de perda de vegetação e madeira para construção e lenha. Os mesmos autores referem que a maioria da população inquerida não usa nenhuma estratégia de adaptação a seca, provavelmente por não possuírem opções disponíveis havendo indicações de falta de informação e de recursos necessários.

Sendo que as projecções apresentadas por INGC (2009) indicam uma subida das temperaturas máximas por todo o país entre 1960-2005, esperam se impactos económicos, sociais e ambientais ao nível da disponibilidade de água, agricultura, pecuária, saúde, infra-estruturas e habitação assim como nos ecossistemas resultando na alteração da ecologia dos ecossistemas e no desaparecimento e/ou aparecimento de algumas espécies.

As alterações no padrão da precipitação terão como consequências prováveis a escassez de água ou cheias (UNFCCC 2007). Os mesmos autores referem que os efeitos das mudanças climáticas incidirão sobre o ambiente e na esfera sócio-económica incluindo recursos hídricos, agricultura, segurança alimentar, saúde humana, ecossistemas terrestres e biodiversidade. Segundo Boko *et al.*, (2007) até 50% da biodiversidade total em África corre riscos devido à redução do habitat e pressões antropogénicas.

Para o caso específico da Floresta do Mopane, embora não tenha sido possível mostrar a influência das mudanças climáticas sobre o ecossistema devido a escassez de dados para o efeito, com base nos estudos existentes refere-se que dos factores micro-climáticos e das condições dos solos influenciam significativamente no comportamento da espécie. Por isso, com as mudanças de temperaturas e precipitação INGC (2009) e UNFCCC (2007) espera-se que o ecossistema de Mopane sofra impactos adversos devido a essas mudanças. Sendo que alterar-se-á o regime de carecimento, extensão ocupada, biodiversidade e sua representatividade em termos de zonas ecológicas.

Entre as opções de adaptação os autores acima referidos incluem a promoção da gestão dos recursos naturais, treinamento e apoio em serviços de extensão sobre maior diversificação de actividades geradoras de renda, maiores investimentos ao sector agrário de pequena escala, integração das áreas rurais no mercado, fortalecimento das instituições locais e reforço das políticas e implementação destas no que respeita ao manejo sustentável dos recursos naturais.

As adaptações destacadas para o sector florestal na primeira comunicação nacional por MICOA (2003) incluem o reflorestamento intensivo e extensivo através da introdução de novas espécies florestais compatíveis com os climas projectados. Foi indicado também que o MADER inclui nos seus objectivos a promoção do uso sustentável e valorização dos recursos florestais com ênfase em estratégias de prevenção do desmatamento, promoção do reflorestamento além das áreas de combustíveis e materiais de construção. A implementação de tais medidas incluem acções tais como compensação por reflorestamento, redução das práticas de agricultura itinerante a qual implica abertura de novas áreas para a produção agrícola com efeitos directos no desmatamento, o fornecimento de energias alternativas para as populações em particular as urbanas no sentido de baixar a pressão sobre a biomassa lenhosa.

Limitações do presente estudo

Os resultados a serem apresentados neste trabalho, estão sujeitos a algumas limitações encontradas, entre as dificuldades, salienta-se a resolução temporal e a área ocupada pelas classes não classificadas para as três imagens durante o processo de classificação digital.

A resolução temporal foi a primeira limitação encontrada, pois as imagens utilizadas no presente estudo, não se referem à mesma época anual. O ideal, para estudos multi-temporais seria o uso de imagens colhidas em datas aniversariantes. Para a primeira fase em análise (1985-2000), a primeira imagem (1985) é datada de 25 de Junho de 1985, o que significa que a segunda imagem (2000) também deveria ser do dia 25 de Junho de 2000. Deste modo de forma homóloga a segunda fase em análise (2000-2010), a segunda imagem (2010) deveria ser aniversariante a imagem do ano base (2000).

Segundo Paulsson (1994) e mais tarde Jensen (1996), afirmam que o pormenor de as imagens a serem usadas serem aniversariantes, diminuem o efeito dos erros causados pela variação anual da incidência dos raios solares, que pode criar falsas diferenças na reflectância dos objectos, pois como foi referenciado no capítulo da metodologia, a interpretação e classificação das imagens do estudo foi baseada na reflectância dos diferentes elementos das imagens (classificação digital de imagens de satélite).

Devido a escassez de informação uma parte considerável da informação necessária não foi disponibilizada nomeadamente:

- Variabilidade na precipitação e temperatura na região de estudo pela sua importância para estimar/determinar os recursos água e caudal dos cursos de água, dados históricos de actividades de silvicultura e sua relação entre as mudanças/variabilidade no padrão da precipitação com quantidades de biomassa, mudanças na biodiversidade e emissões de CO₂ resultante de mudanças climáticas no incremento da biomassa

lenhosa tais como temperatura e precipitação. Foi apenas disponibilizada informação de (apenas disponíveis de Xai-Xai e Inhambane, e o grupo devido a insuficiência que estes mesmos dados comportavam, decidiu usar as estimadas globais do USGC (<http://glovis.usgs.gov/>).

- De igual modo não estiveram disponíveis materiais como mapas, imagens de satélite com cobertura da área na sua totalidade para análise dos eventos nem programas computarizados que permitissem a construção dos modelos e prognóstico das respostas às mudanças do clima.
- Adicionalmente, devido a falta de dados do comportamento do ecossistema ao longo do período de 1985 a 2010, não é possível estudar a relação ou associação existe entre as mudanças ocorridas no ecossistema e os factores climáticos. Contudo, somente foi possível ver a tendência registada.
- Por um lado, a falta de recursos financeiros para o trabalho de campo, comprometeu de forma substancial a verificação e confirmação dos estratos definidos com base nas imagens, o que pode ter comprometido as conclusões encontradas neste estudo. Por outro lado, a não realização do trabalho de campo sobre a componente socio-económica relativamente as diferentes áreas abrangidas pelo estudo não foi possível obter informação sobre a intensidade de uso do Mopane, percepções em termos de mudanças ao longo do tempo. Como consequência neste estudo não foi possível a identificação das formas de adaptações que podem ser adoptadas

Referências

Benson, C. & Twigg, J. 2007. Tools for Mainstreaming Disaster Risk Reduction: Guidance Notes for Development Organisations. Provention Consortium. 184p.

Boko, M., Niang, I., Nyong, A., Vogel, C., Githeko, A., Medany, M., Osman-Elasha, B., Tabo, R., & Yanda, P. 2007. Africa. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Parry M.I., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (eds). Cambridge University Press. Cambridge UK. Pp 433-467.

Ehrhart, C., Thow, A., Blois, M., Warhurst, A. 2008. Humanitarian Implications of Climate Change. Mapping Emerging Trends and Risk Hotspots. Care International & Maplecroft. 36p.

Geldenhuys, C.; Silanga, A.; Riehmer, H.B.; Falcão, M.P.P. 2005. Sustainable Use of Wood, Bark and Fiber Products. From Woodland Tree Species in Southern Africa: An Overview of the Situation in Namibia, Zambia and Mozambique. Forestwood cc. Pretoria. South Africa. Report Number FW-02/05. 44p.

Jallow, B.P. 2010. Assessment of the vulnerability of the forest sector of sierra leone to climate Change. Consultant/TRAINER. Kanifing Estate Kombo St. Mary Republic of The Gambia.

Mackenzie, C. 2006. Forest Governace in Zambezia, Mozambique. Chinese Take Away. Final Report of FONGZA, Maputo, Mozambique.

MICOA 2003. Mozambique Initial National Communication to the UNFCCC. Ministry for Co-Ordination of Environmental Affairs. 135p.

MICOA 2010. Relatório do Inventário Nacional dos Gases de Efeito de Estufa 1995-2004. 143p.

Ministério da Administração Estatal. Perfil do Distrito de Chicualacuala Província de Gaza. 2005. República de Moçambique. 52 p.

Ministério da Administração Estatal. Perfil do Distrito de Funhalouro Província de Inhambane. 2005. República de Moçambique 54 p.

Ministério da Administração Estatal. Perfil do Distrito de Mabote de Inhambane. 2005. República de Moçambique. 53 p.

Ministério da Administração Estatal. Perfil do Distrito de Massingir Província de Gaza. 2005. República de Moçambique.

Ministério da Administração Estatal. Perfil do Distrito de Massangena Província de Gaza. 2005. República de Moçambique.

Ministério da Administração Estatal. Perfil do Distrito de Chigubo Província de Gaza. 2005. República de Moçambique.

Ministério da Administração Estatal. Perfil do Distrito de Gijá Província de Gaza. 2005. República de Moçambique.

Oreste, N. M. e Cuambe, C. 2007. Forest Data for Mozambique. Ministry of Agriculture, Directorate of Forestry and Wildlife – Economics and Planning Department, Maputo, Mozambique.

Painel Intergovernamental Sobre Mudanças do Clima 2007. Mudança do Clima 2007. Mitigação da Mudança do Clima. Contribuição do Grupo de Trabalho III ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima - IPCC. Bancoc, Tailândia. 42p.

UNFCCC 2007. Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries. United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC. 68 p.

World Bank 2010. Economics of Adaptation to Climate Change, 2010. Mozambique Country case study P114750. 120 p

World Bank. 2008. Managing the Miombo Woodlands of Southern Africa Policies, incentives and options for the rural poor. Sustainable Development Department. Environment and Natural Resources Management Unit Africa Region. Draft- prior to final publication. 66p.

World Bank 2010. Economics of Adaptation to Climate Change. Mozambique Country Case Study P114750. 120p.

Zolho, R. Mudanças Climáticas e as Florestas em Moçambique. 2010. Amigos da Floresta/ Centro de Integridade Pública. Maputo. 44p