

ENF 100



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE AGONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Projecto Final



**Avaliação da disponibilidade de lenha e carvão na região Norte
da província de Sofala utilizando o modelo SAFMA-GM.**

AUTOR:

Arménio da Consolação Nito Pedro Cangela

SUPERVISOR:

PhD. Almeida A. Siteo.

Maputo, Setembro, 2008

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e aos meus pais, Pedro Cangela e Julita Francisco, pela vida, saúde e pela sábia orientação que me têm transmitido em todos os momentos, quer de fracasso como de Glória.

Aos meus professores e, em particular, ao meu supervisor PhD. Almeida A. Siteo, pelo apoio e paciente acompanhamento durante todo o período da minha formação e, especialmente, no processo de concepção da presente tese de licenciatura.

Aos meus colegas, aos membros do meu grupo de estudo (ECLANGA), grupo BACHOMA, TANGARÁ e da residência (R9) com os quais partilhei alguns momentos bons e críticos durante a minha formação. Aos colegas Machoco e Sani pela participação no processo de colecta de dados para a elaboração desta tese de licenciatura.

Aos meus irmãos, amigos e todos os que de forma directa ou indirecta contribuíram de maneira diversificada para a concretização deste sonho.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Pedro Cangela e Julita Francisco;

Meus irmãos, Benedita da Glória Pedro, Cláudio das Dores Francisco Pedro, Pedro da Luz Cangela e Ercília da Piedade Gina Pedro;

Meus sobrinhos, Dito, Julita, Yana e Kito;

Meus amigos, primos, tios e todos os meus familiares.

ÍNDICE

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
DEDICATÓRIA	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE ABREVIATURAS.....	v
RESUMO:.....	vi
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Problema e Justificação	3
1.3 Objectivos de Estudo	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Conceitos	5
2.2 Consumo dos combustíveis lenhosos em Moçambique	6
2.3 Factores que determinam a demanda e oferta dos combustíveis lenhosos em Moçambique.	8
2.4 Descrição do Modelo SAFMA-GM	15
2.5 Comparação do modelo SAFMA-GM Vs WISDOM	17
3 MATERIAL e MÉTODOS	18
3.1 Área de estudo	18
a) Vegetação e Fauna	18
b) Topografia e solos.....	19
c) Clima.....	19
d) População	19
3.2 Recolha e análise de dados	20
3.3 Processamento dos dados	21
4 RESULTADOS e DISCUSSÃO:	28
A. Demanda e oferta de lenha e carvão na região Norte da província de Sofala.	28
B. Áreas potenciais para a produção de combustíveis lenhosos.....	34
C. Impacto de mudanças no contexto económico e institucional do país sobre a disponibilidade de combustíveis lenhosos na região de estudo	38
5 CONCLUSÃO e RECOMENDAÇÕES	42
5.1 Conclusão	42
5.2 Recomendações	43
6 BIBLIOGRAFIA	44

Figura 2: Mapa da região Norte da província de Sofala	18
Figura 3: Oferta de biomassa lenhosos na região Norte de Sofala para o ano 2000 (A) e 2015 (B).	28
Figura 4: Demanda de combustíveis lenhosos na região Norte de Sofala para o ano 2000 (A) e 2015 (B)	30
Figura 5: Variação da demanda e oferta de biomassa lenha na região Norte de Sofala (2000- 2015)	32
Figura 6: Disponibilidade de biomassa lenhosa na região Norte de Sofala (ano 2015)	34
Figura 7: Variação da disponibilidade de biomassa lenhosa na região Norte de Sofala (2000 e 2005)	36
Figura 8: Efeito das mudanças no contexto económico e institucional do País sobre a disponibilidade de biomassa lenhosa na região Norte de Sofala no período entre 2000 a 2015 ..	39

LISTA DE TABELAS

Table 1 Quantidade de combustíveis lenhosos autorizados na província de Sofala (2001- 2006). 7	
Tabela 2: Distribuição da população por distrito ao nível da região Norte de Sofala	20
Tabela 3: Comparação de médias da oferta de biomassa lenhosa (2000-2015)	29
Tabela 4: Comparação de médias da demanda de biomassa lenhosa (2000-2015)	31
Tabela 5: Comparação de médias da disponibilidade de biomassa lenhosa (2000-2015)	35
Tabela 6: Comparação de médias da disponibilidade de biomassa lenhosa “antes” e “depois” das mudanças no contexto económico e institucional do país (2000-2015)	39

LISTA DE ABREVIATURAS

COGEP: Conselhos Locais de Gestão de Recursos Florestais e Faunísticos.

LFFB: Lei de Florestas e Fauna Bravia.

MONAP: Mozambique Nordic Agriculture Programme.

PRE: Programa de Reabilitação Económica.

Reg da LFFB: Regulamento da Lei de florestas e Fauna Bravia.

SAFMA-GM: Southern Africa Millennium Ecosystem Assessment-Gorongosa-Marrromeu Complex.

RESUMO:

A tomada de medidas conducentes à exploração sustentável dos combustíveis lenhosos passa pelo conhecimento dos actuais níveis de consumo e dos níveis futuros de procura e oferta do recurso. Neste contexto, o presente estudo, efectuado na região Norte da província de Sofala (Norte do Rio Púnguè), teve como objectivo avaliar a disponibilidade de lenha e carvão na região, no período entre os anos 2000 a 2015, utilizando o modelo SAFMA-GM. O estudo baseou-se em três actividades, designadamente: descrição da evolução da demanda e oferta da lenha e carvão, identificação das áreas potenciais para a produção de combustíveis lenhosos e descrição do impacto de possíveis mudanças no contexto económico e institucional do país sobre a disponibilidade de combustíveis lenhosos na região de estudo.

Os dados necessários para a concretização deste objectivo foram obtidos a partir da revisão bibliográfica. Para o processamento dos dados foram usadas três ferramentas, nomeadamente: o modelo matemático de simulação (*SAFMA-GM*), o programa informático para o processamento de informação geográfica (*Arc. view Gis 3.2.*) e o pacote estatístico (*SPSS*). O modelo precisa de um arquivo inicial com informação das coordenadas, população por distrito, cobertura de terra, áreas protegidas, vias de acesso (estradas e caminhos de ferro), rede fluvial e divisão administrativa referentes à região de estudo. Para avaliar a disponibilidade de lenha e carvão fez-se uma projecção da quantidade de biomassa lenhosa a ser consumida (demanda), a quantidade de biomassa lenhosa que os ecossistemas podem oferecer (oferta) e a quantidade da biomassa lenhosa remanescente (disponibilidade) em toda a região de estudo no período compreendido entre 2000 a 2015. Os resultados das projecções foram apresentados em forma de mapas e gráficos, por forma a permitir uma melhor interpretação.

Com base na análise dos resultados do estudo concluiu-se que, ao nível global, a região Norte de Sofala não tem défice de oferta de combustíveis lenhosos porque, a taxa de incremento médio anual da demanda de lenha e carvão ($0.1823 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$) é muito inferior à taxa de crescimento médio anual da biomassa lenhosa, estimada em $1.6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$. No entanto, existem locais onde a demanda é inferior à oferta, os quais

registrarão, até 2015, escassez de combustíveis lenhosos. Tal é o caso das áreas densamente povoadas localizadas nos distritos de Gorongosa, Dondo, Nhamatanda, ao longo das vias de acesso e em redor dos centros urbanos (cidades, cedes distritais e cedes dos postos administrativos). Os distritos de Chemba e Cheringoma constituem as áreas potenciais para a exploração comercial de combustíveis lenhosos na região Norte da província de Sofala, porque para além de maior parte das suas áreas florestais permitirem o acesso livre, estes apresentaram níveis de incremento (0.48 e 0.73 ton/ha, respectivamente) e de stock de biomassa disponível (situados entre 30 a > 40 ton/ha) superiores aos valores mínimos estimados em 0.375 ton/ha/ano e 15 ton/ha, respectivamente. Todavia a exploração de lenha e carvão poderá ser influenciada negativamente pela distância em relação aos centros urbanos (ex: cidade da Beira) e pelo mau estado das vias de acesso, principalmente no distrito de Chemba. A ocorrência de mudanças no contexto económico e institucionais do país, no período compreendido entre 2000 a 2015, resulta no aumento significativo da disponibilidade de combustíveis lenhosos na região Norte de Sofala. Contudo, o distrito de Dondo continuará a registar escassez de combustíveis lenhosos, mesmo com o aumento do preço do carvão, expansão da rede eléctrica, e promoção de outras fontes alternativas de energia (gás e petróleo). Porém, o problema poderá ser resolvido através do estabelecimento de plantações florestais para fins energéticos e combate às queimadas descontroladas, pois, enquanto o primeiro aumenta a oferta quer nas zonas rurais, como nas zonas urbanas, ao longo das vias de acesso e outros locais de maior densidade populacional, o segundo reduz a destruição das florestas nas zonas rurais, locais de exploração da lenha e carvão.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Generalidades

As florestas tropicais constituem as áreas biologicamente mais ricas do globo e contém mais de 50% de todas as espécies vivas de fauna e flora do mundo, incluindo outras ainda por descobrir (FAO, 1999). Para além da importância ecológica, as florestas tropicais desempenham um papel muito importante, particularmente, na economia de muitos países em desenvolvimento. Em África, os benefícios da exploração de biomassa lenhosa (madeira e combustíveis lenhosos) aumentaram de USD 2.1 biliões em 1990 para cerca de USD 3.9 biliões em 2005 (FAO, 2007). De acordo com FAO (1999) as florestas tropicais constituem fonte de sobrevivência para mais de 80% da população africana, pois, fornecem alimentos, medicamentos, energia, madeira, entre outros benefícios. Acima de 80% da população Africana depende quase que exclusivamente da energia lenhosa para a satisfação de mais de 90% das suas necessidades domésticas (Holland,1999).

Mas, a pressão exercida pelas actividades humanas coloca em perigo a sustentabilidade dos recursos florestais da região. De acordo com FAO (1999) a taxa anual de desmatamento das florestas tropicais estimou-se entre 0.7% na América (Central e do Sul) e África a 1.1% na Ásia e no Pacífico. No período compreendido entre 2000-2005, a região Austral de África registou uma taxa anual de mudança de cobertura florestal estimada em -0.66% e, o Zimbabué apresentou a taxa mais elevada da região, 1.7% (FAO, 2007).

Em Moçambique 70% do território nacional é coberto por vegetação. Dados recentes do inventário florestal (Marzoli, 2007) indicam que cerca de 40.6 milhões de hectares (51% do território) são cobertos por florestas, dos quais, 67% são produtivas e apenas 22% beneficiam-se de alguma forma de protecção legal ou estado de conservação. O nível de desmatamento estimado em -0.58% aponta para a necessidade de mudança do actual cenário de exploração dos recursos florestais, pois, do volume total da cobertura vegetal (floresta, savana, pradaria e mangais) estimado em 1.7 biliões m³, 44% encontra-se em florestas não produtivas e em outras formações vegetais. Dos restantes 56%, apenas 7%

correspondem ao volume comercial actualmente disponível, 10% ao volume comercial em crescimento, enquanto que 39% representam as espécies não comerciais (Marzoli, 2007).

Segundo MICOA (2002) os combustíveis lenhosos, a madeira serrada, e o material de construção tradicional, representam o grosso da demanda de produtos florestais no país. Cerca de 80% dos produtos florestais explorados em 2007 foram destinados a produção de lenha e carvão (MINAG, 2008). Brouwer e Falcão (2004) afirmam que a principal forma de exploração dos recursos florestais nas zonas peri-urbanas é a extracção de lenha e carvão. O actual consumo anual dos combustíveis lenhosos no país é estimado em 23.68 milhões de m³ correspondendo a 1.16 m³ per capita (Sitoe *et. al.*, 2007).

Devido à crescente demanda dos combustíveis lenhosos no país, extensas áreas de florestas nativas são transformadas em savanas, pois, a taxa de crescimento destas florestas não consegue compensar a demanda (Mangue, 2000). Consequentemente, observar-se a exploração dos combustíveis lenhosos em áreas de grande declive e susceptíveis à erosão, assim como, em regiões cada vez mais distantes dos locais de consumo. Segundo Pereira *et. al.* (2001) o carvão consumido na cidade de Maputo é explorado a distâncias superiores a 600Km e, actualmente existem relatos de indivíduos que adquirem-no a partir das províncias de Inhambane e Sofala. O carvão e lenha consumidos na cidade da Beira são provenientes dos distritos de Dondo, Nhamatanda, Chibabava, Buzi, , mas, há registos que indicam que chegam a ser extraídos também em distritos mais distantes como por exemplo, Gorongosa e Muanza (DPA, 2006).

1.2 Problema e Justificação

Os combustíveis lenhosos têm um papel muito importante como fonte de energia e de renda para a população rural e urbana do país (Mangue, 2000; Brouwer e Falcão, 2004). Porém, devido à exploração desordenada destes recursos, extensas áreas de florestas nativas são transformadas em savanas ou completamente degradadas (Mangue, 2000). Segundo Pereira *et. al.* (2001) o consumo urbano de combustíveis lenhosos é a principal causa da degradação das áreas de florestas naturais adjacentes às cidades e ao longo das vias de acesso que vão dar às cidades.

Neste contexto, a planificação da exploração dos combustíveis lenhosos em Moçambique é fundamental para assegurar a gestão sustentável das florestas nativas e conservação da biodiversidade nelas contida, sem prejuízo do contributo da actividade para a sobrevivência da população. De acordo com FAO (2007) a tomada de medidas conducentes à exploração sustentável dos combustíveis lenhosos passa pelo conhecimento dos actuais níveis de consumo e dos níveis futuros de procura e oferta do recurso.

Actualmente existem vários estudos efectuados sobre o consumo dos combustíveis lenhosos no país, porém, poucos fazem alusão aos níveis futuros de procura e oferta de lenha e carvão e, maior parte destes limitam-se, apenas, à cidade e Província de Maputo excluindo outros centros urbanos com níveis bastante elevados de consumo de combustíveis lenhosos, como é o caso da cidade da Beira. A realização do estudo na região Norte da província de Sofala foi devido ao facto de grande parte dos combustíveis lenhosos (cerca de 80%) consumidos na cidade da Beira serem extraídos desta região, principalmente dos distritos de Dondo e Nhamatanda (DPA, 2006) o que acelera a degradação das florestas nativas e da diversidade biológica da região.

Assim, a realização deste estudo na província de Sofala vai contribuir, por um lado, para melhorar a planificação da exploração dos recursos florestais ao nível da província, pois, a partir dos indicadores de demanda e oferta de combustíveis lenhosos será possível identificar as áreas ideais para a exploração, áreas degradadas e/ou com maior risco de

degradação, necessitando, por isso, de intervenção urgente. Por outro lado, irá auxiliar na tomada de decisão sobre a planificação de medidas de mitigação do problema de desmatamento através da identificação da intervenção que melhor reduz a pressão provocada pela exploração da lenha e carvão sobre as florestas nativas. Ao nível do país, o estudo poderá contribuir para melhorar a planificação de estratégias e programas de reflorestamento, gestão ambiental, gestão dos recursos naturais e conservação da biodiversidade.

1.3 Objectivos de Estudo

O presente trabalho tem como objectivo geral, avaliar a disponibilidade de lenha e carvão na região norte da província de Sofala utilizando o modelo SAFMA-GM e, como objectivos específicos os seguintes:

- A. Descrever a evolução da demanda e oferta da lenha e carvão na região Norte da província de Sofala.
- B. Identificar as áreas potenciais para a produção de combustíveis lenhosos na região Norte de Sofala.
- C. Descrever o impacto de possíveis mudanças no contexto económico e institucional do país sobre a disponibilidade de combustíveis lenhosos na região de estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conceitos

Combustível: é todo o material capaz de libertar energia quando ocorre uma mudança em sua estrutura química. Segundo Silva (1999) é qualquer material capaz de produzir grandes quantidades de calor, tanto por combustão como por fissão nuclear.

Os combustíveis podem ser classificados em lenhosos e não lenhosos. Os *combustíveis não lenhosos* são aqueles que não envolvem biomassa lenhosa (combustíveis fósseis, electricidade). Os *combustíveis lenhosos* são aqueles que provêm da madeira quer na fase sólida (lenha e carvão), fase líquida (black liquor, metanol e óleos pirolíticos) incluindo gases resultantes da gaseificação destes combustíveis (FAO, 2008).

Biomassa: é o peso de uma população ou grupo de populações de plantas ou animais e sempre é expresso por unidade de área ou volume (Brown, 1997). A *biomassa lenhosa* inclui todo o material orgânico proveniente das árvores ou arbustos (ramos, cascas, raízes).

Entende-se por *demanda ou procura* de combustíveis lenhosos a quantidade de biomassa lenhosa que os consumidores necessitam num determinado intervalo de tempo, ao passo que, a *oferta* corresponde à quantidade de biomassa lenhosa produzida por unidade de área num determinado intervalo de tempo (Zhang, *et. al.*, 1997). A *disponibilidade* de combustíveis lenhosos é o balanço entre a oferta e demanda da biomassa lenhosa num determinado intervalo de tempo.

Projecção: é uma previsão condicional, ou seja, previsão baseada em determinadas suposições específicas (Zhang *et. al.*, 1997).

2.2 Consumo dos combustíveis lenhosos em Moçambique

Nos países em desenvolvimento, os combustíveis lenhosos representam a fonte principal de energia para as populações rurais e urbanas. Em África, 90% das explorações do material lenhoso destina-se à produção de energia, cobrindo em mais de 70% do consumo total de energia primária. Em alguns países da África sub-sahariana, 90% de energia usada nas actividades domésticas e industriais (padarias, restaurantes, hotéis) é proveniente da biomassa lenhosa (FAO, 2007 e Holland, 1999).

Moçambique possui mais de 20 milhões de habitantes dos quais acima de 70% vivem nas zonas rurais (INE, 2007). Cerca de 70% a 80% da população urbana usa os combustíveis lenhosos como fonte principal de energia doméstica e toda a população rural depende exclusivamente deste tipo de energia para a satisfação das suas necessidades domésticas (William, 1993 citado por Mangué, 2000). O actual consumo anual dos combustíveis lenhosos no país é estimado em 23.68 milhões de m³ correspondendo a 1.16 m³ per capita (Sitoe *et. al.*, 2007).

Existe uma diferença em relação ao consumo dos combustíveis lenhosos entre as zonas urbanas e rurais. Embora o consumo rural da energia lenhosa represente 76% do consumo nacional (9.1 milhões de ton/ano) raramente afecta a estrutura funcional e a composição das florestas nativas, pois, as populações limitam-se a colher os ramos ou pedaços de árvores mortas. Mas, o mesmo já não se pode afirmar em relação ao consumo urbano que apesar de representar 24% do consumo total, é apontado como a principal causa do desmatamento em redor das grandes cidades e outros centros de maior concentração populacional do país. Isto deve-se ao facto de maior parte da energia lenhosa (cerca de 69%) consumida nas zonas urbanas estar em forma de carvão (Pereira *et. al.*, 2001 e Mangué, 2000).

Dados do consumo dos combustíveis lenhosos mostram uma tendência crescente, particularmente em redor das grandes cidades, facto que aumenta cada vez mais a pressão sobre os recursos. A província de Maputo registou um aumento do consumo médio dos combustíveis lenhosos de 0.82 m³/ano per capita em 1988 para 1.16 m³/ano per capita

(Siteo *et. al.*, 2007). No ano 2006, os Serviços Florestais de Floresta e Fauna Bravia da província de Sofala licenciaram e autorizaram a exploração de 45,087 m³ de madeira e 505,900 sacos de carvão contra 28,372 m³ de madeira e 413,961 sacos de carvão autorizados em 2001, representando um aumento de 62.0% e 22.2%, respectivamente (DPA, 2001 e 2006).

A cidade da Beira é o maior consumidor de carvão comparativamente com os restantes centros urbanos ao longo do corredor e consome anualmente cerca de 400 mil toneladas, o que corresponde a 14% do consumo urbano a nível nacional. Para os distritos de Dondo e Nhamatanda o consumo de lenha é estimado entre 200 mil a 300 mil ton/ano (PIED, 1997 citado por Pereira *et. al.*, 2001). Estes dois distritos fornecem grande parte dos combustíveis lenhosos consumidos na cidade da Beira (Tabela 1).

Tabela 1 Quantidade de combustíveis lenhosos autorizados na província de Sofala (2001-2006)

Distrito	Ano 2001		Ano 2003		2006	
	Lenha (esteres)	Carvão (Sacos)	Lenha (esteres)	Carvão (Sacos)	Lenha (esteres)	Carvão (Sacos)
Nhamatanda	-	223,062	-	157,455	1050	164050
Dondo	500	170,399	3200	191,450	1500	274,650
Gorongosa	-	5,000	-	-	-	-
Buzi	-	15,500	-	2,500	-	5000
Muanza	750	-	135	-	-	-
Cheringoma	50	-	-	-	-	-
Chibabava	-	-	-	21,000	-	62,200
Total	1300	413,961	3,335	371.401	2550	505.900

Fonte: DPA (2006, 2003 e 2001)

2.3 Factores que determinam a demanda e oferta dos combustíveis lenhosos em Moçambique.

Os factores que afectam a procura e oferta de combustíveis lenhosos são: o estado dos recursos florestais e seu uso, tamanho da população, rendimentos, tecnologia, instituições e políticas, preços dos produtos florestais e de produtos substitutos. Cada um destes factores afecta a procura e oferta de maneira diferente. O estado dos recursos florestais e seu potencial afectam a oferta no futuro de produtos e serviços, enquanto que os níveis passados e actuais de consumo são factores que determinam a procura futura de produtos e serviços (Brooks *et. al.*, 1996 citado por Brouwer e Falcão, 2004).

2.3.1 Factores que afectam a oferta de combustíveis lenhosos em Moçambique

a) Estado actual do recurso

Moçambique é um país rico em recursos naturais. Mais de 65.3 milhões de hectares (equivalentes a 70% do território nacional) são ocupados por vegetação, com predominância, do Miombo, Mopane e Vegetação Costeira. Estes tipos de vegetação são muito variados e ricos em espécies e cobrem maioritariamente as províncias de Zambézia, Sofala, Niassa, Cabo Delgado, Inhambane e Nampula (Marzoli, 2007).

O volume total estimado para as florestas e outras formações vegetais é de 1.74 biliões m³ dos quais 27% encontram-se nas florestas não produtivas (inclui áreas protegidas por lei) e 17% em outras formações lenhosas. O volume por hectare para todos os estratos florestais considerados é de 36.6 m³/ha, o volume comercial total é, em média de 11.3 m³/ha e o stock comercial actualmente disponível é apenas de 4.5 m³/ha (Marzoli, 2007).

Saket (1994) estimou o incremento médio anual das florestas produtivas nas três regiões ecológicas do país em 0.546 m³/ha/ano para a região Sul, com precipitação média anual de 700 mm (Maputo, Gaza e Inhambane), 1.486 m³/ha/ano para a zona Centro, com precipitação média anual de 1200 mm (Sofala, Manica e Zambézia) e 1.336 m³/ha/ano para a região Norte cuja precipitação média anual é de 1100 mm (Niassa, Cabo Delgado e

Nampula). Embora em Moçambique a taxa de mudança da cobertura vegetal seja relativamente baixa em comparação com outros países tropicais (-0.58%), algumas áreas do país apresentam índices elevados. A exploração da lenha e carvão, agricultura itinerante e as queimadas descontroladas são as principais causas de desmatamento (Bila, 1993 citado por Argola, 2004).

No período entre 1990 a 1997, a taxa de desmatamento devido a agricultura itinerante e a exploração dos combustíveis lenhosos nas províncias de Maputo e Gaza, foi estimada em 5.7%/ano. No mesmo período a taxa de conversão de florestas densas em abertas na mesma região foi estimada em 4.4%/ano. A província de Sofala registou no período entre 1990 a 2002 uma taxa de desmatamento de 0.63%/ano (Pereira *et. al.*, 2001 e Marzoli, 2007).

b) Acessibilidade do recurso.

Em termos gerais, Moçambique não tem problemas de disponibilidade de combustíveis lenhosos, mas há escassez nas zonas de fácil acesso e com maior densidade populacional (ex: zonas urbanas) e abundância nos locais de difícil acesso. Como consequência da carência, o carvão e lenha que abastece as populações pobres vivendo em redor das áreas urbanas é extraída em distâncias cada vez mais distantes, geralmente, ao longo das vias de acesso. De acordo com DPA (2006 e 2001) o carvão consumido na cidade da Beira é maioritariamente extraído ao longo do corredor da Beira (Dondo e Nhamatanda) e noutros distritos vizinhos, tais como, Buzi e Chibabava incluindo alguns distritos da província de Manica. A cidade de Chimoio consome carvão e lenha explorados a distâncias de 20-30 km. Pereira *et. al.* (2001) referem que o carvão consumido na cidade de Maputo é extraído a 200 km. Alguns retalhistas transportam-no de comboio a distâncias superiores a 600Km e, actualmente existem relatos de indivíduos que adquirem-no a partir das províncias de Inhambane e Sofala.

Em algumas zonas com florestas abundantes e de fácil acesso, o sistema de uso de terra limita a disponibilidade dos combustíveis lenhoso. Por exemplo, os distritos de Muanza e Cheringoma têm extensas áreas florestais mas, acima de 50% são explorados em regime

de concessões para a produção de madeira (MICOA, 2003). A lei de Floresta e Fauna Bravia preconiza dois regimes de exploração florestal no país (licença simples e concessão) mas, de acordo com Pereira *et. al.* (2001) em Moçambique a exploração de combustível lenhoso é feita sob regime de licença simples, pois, não existem actualmente experiências de concessões florestais dedicadas ao fornecimento da lenha e/ou carvão.

c) Plantações florestais para fins energéticos.

Após a independência vários projectos de plantações para fins energéticos foram estabelecidos nos maiores centros urbanos do país, nomeadamente, Maputo, Beira e Nampula. Porém, devido a vários factores estas iniciativas não foram bem sucedidas na resolução do problema de escassez dos combustíveis lenhosos. De acordo com MINAG (2006) com a introdução PRE em 1987 e a mudança da política na esfera de gestão de unidades produtivas e o fim do Programa MONAP estes projectos começaram a enfrentar problemas de recursos financeiros e humanos qualificados para dar continuidade à manutenção das plantações já estabelecidas.

Depois do fracasso destes projectos as plantações florestais para fins energéticos não foram mais estabelecidas. O maior constrangimento apontado é a posse de terra e a falta de incentivos financeiros (Chitará, 2003). Mas, como as distâncias de transporte e o preço de carvão e lenha aumentou, novas iniciativas tendem a surgir, actualmente. O país conta presentemente com cerca de 24 mil ha de plantações florestais que satisfazem uma pequena fracção das necessidades locais em produtos de origem madeireira (MINAG, 2006).

2.3.2 Factores que afectam a demanda de combustíveis lenhosos em Moçambique

a) **Crescimento populacional**

O crescimento populacional é um factor que desde há bastante tempo influencia o consumo de madeira e esta relação não mudará de maneira significativa num futuro próximo. Tomando como base a população total do País em 1983 e assumindo o

consumo per capita de 1.2 m³/ano (cerca de 13 milhões de habitantes) Kir (1984) citado por Mangué (2000) estimou o consumo total de combustível lenhoso em 13.4 milhões m³/ano. Usando o mesmo método, Mangué (2000) estimou o consumo total para o ano 2000, assumindo o consumo per capita de 1.0 m³/ano e uma população de 16,099,200 habitantes, tendo obtido um consumo médio de 16,099,200 m³. Na mesma óptica, assumindo uma população de 20.3 milhões de habitantes (INE, 2007) e um consumo per capita de 1.16 m³/ano (Sitoe *et. al.*, 2007), o consumo total de lenha e carvão para o ano de 2007 pode ser estimado em 23.56 milhões de m³, valor que se aproxima ao actual consumo anual de combustíveis lenhosos, estimado por Sitoe *et. al.*, (2007), em 23.68 milhões de metros cúbicos.

De acordo com Pereira *et. al.* (2001) o consumo urbano dos combustíveis lenhosos causa mais danos às florestas nativas uma vez que nestas regiões a densidade populacional é elevada, ao passo que, a biomassa lenhosa disponível é baixa o que resulta numa pressão muito elevada nas áreas de florestas naturais adjacentes às cidades e ao longo das estradas que vão dar às cidades.

b) Variação do preço do carvão

Pereira *et. al.*, (2001) analisaram a variação do preço do saco de carvão nos mercados de Maputo no período entre 1985-1997 e encontraram que o preço nominal aumentou ao longo do período mas o preço real permaneceu estável. Com base no comportamento do preço real não se pode notar a carência do carvão nos mercados. O fornecimento do carvão é assegurado pelos distritos mais distantes da zona urbana. O preço do carvão no mercado é baixo porque é vendido informalmente e o custo final não contabiliza os custos de exploração, produção, transporte, entre outros. Por outro lado, o uso de carvão não requerer elevados investimentos comparativamente ao gás e electricidade o que faz com que as populações continuem a preferir o carvão em vez do gás ou electricidade.

Em Maputo o saco de 30Kg de carvão custa cerca de USD6.00 dos quais 25% retornam ao produtor, e os retalhistas intermediários ficam com 75%. Na cidade da Beira a mesma quantidade é vendida USD 2.50 (58% mais baixo do que o preço de Maputo) mas os

produtores têm maior retorno (cerca de 40%) do preço final. O preço do produtor em Dondo e Nhamatanda ronda em volta de USD1.00 por saco, com os preços elevados a serem registados na época chuvosa em que a produção de carvão é mais difícil (Mlay *et. al.*, 2002 citado por Siteo *et. al.*, 2004).

c) Rendimento

De acordo com IIASA (1995) um aumento nos rendimentos das famílias, permite a aquisição de fogões melhorados reduzindo deste modo a quantidade consumida de combustíveis lenhosos. Este cenário observa-se nas zonas urbanas onde o preço de oferta de lenha e carvão é mais alto devido aos custos de transporte associando-se ao facto de as famílias vivendo nas zonas urbanas disporem-se de rendimentos monetários que permitem a escolha. Brouwer e Falcão (2004) analisaram a influência do tipo de casa e rendimento sobre a fonte de energia na cidade de Maputo, tendo constatado que as famílias do Distrito Urbano nº 1, onde as casas são de construção convencional, usam muito pouco os combustíveis lenhosos em comparação com outros distritos urbanos. Egas (2006) encontrou que na cidade da Beira, as famílias vivendo em casas precárias recorrem somente ao uso de combustíveis lenhosos, enquanto que, as que residem em casas de construção convencional preferem fontes alternativas de energia.

No entanto, para as comunidades rurais pobres com baixos rendimentos e com melhor acesso aos recursos, os combustíveis lenhosos continuam sendo a única e principal fonte de energia (IIASA, 1995).

d) Tecnologia.

Todo o carvão consumido no país é produzido através de métodos tradicionais caracterizados por rendimentos muito baixos. Em experiências com 4 tipos de fornos em Maputo, (Pereira 2002 citado por Siteo *et. al.*, 2004) estimou a taxa de conversão da madeira em carvão entre 14 a 18%.

Uma forma de reduzir a pressão sobre os recursos é o incremento da eficiência na utilização de carvão acompanhado pelo uso de métodos de produção mais eficientes. No

entanto, Moyo *et. al.*, (1993) citados por Siteo *et. al.*, (2004) afirmam que a promoção de fogões melhorados não têm impacto significativo nas zonas rurais mas constituem um potencial para as zonas urbanas e peri-urbanas. Malimbwi *et. al.*, (2000) citados por Pereira *et. al.* (2001) reportam que o melhoramento de tecnologias na produção do carvão efectuado na Tanzânia aumentou o rendimento de 11-30% para 27-35%. Karmmen e Law (2005) referem que embora o melhoramento dos fogões e da eficiência dos fornos sejam desejáveis para a conservação dos recursos e redução das emissões, a transferência de tecnologias deve ser apropriada para cada região e deve ser acompanhada pelo treino ou educação das populações para melhor adoptarem-nas.

e) Fontes alternativas de energia

As principais fontes de energia em Moçambique são electricidade, petróleo, gás, carvão mineral, carvão vegetal e lenha. Embora se registe a expansão da rede eléctrica e aumento da disponibilidade do gás e do petróleo, particularmente nas zonas urbanas, o carvão vegetal e a lenha continuam sendo as principais fontes de energia mais usadas por grande parte da população das zonas urbanas do país. Estudo feito por Egas (2006) na cidade da Beira mostra que 81% das famílias usam o carvão como fonte única de energia e, a lenha é a segunda fonte mais usada, contrariamente à cidade de Maputo, onde o petróleo vem a seguir ao carvão.

Segundo Mangué (2000) o gás e a electricidade estão disponíveis somente em centros urbanos e para parte do sector familiar com bons rendimentos. As famílias pobres das zonas urbanas e peri-urbanas assim como a população rural, em geral, não têm este acesso ou são incapazes de obter os meios para utilizar electricidade ou gás, por este motivo, grande parte da população das zonas urbanas mantém o uso de carvão para a cozinha e a electricidade para a iluminação. Brouwer e Falcão (2004) afirmam que o petróleo é frequentemente usado pelas camadas/grupos de baixos rendimentos para iluminação. Esta tendência regista-se também nas regiões rurais onde as populações usam o petróleo para a iluminação e a lenha para a satisfação de outras necessidades domésticas (cozinhar, aquecer-se, entre outras).

f) Políticas e instituições

No país distingue-se duas instituições que lidam directamente com a questão dos combustíveis lenhosos, designadamente: o Ministério de Agricultura através da Direcção Nacional de Terra e Floresta e o Ministério de Energia, através da Direcção Nacional de Energias Novas e Renováveis. Entretanto, as intervenções destas instituições na área dos combustíveis lenhosos limitam-se apenas na regulação e não numa planificação efectiva da sua produção, pois, concentram mais as suas atenções, respectivamente, para a oferta de madeira comercial, preservação de áreas protegidas por lei, devido à pressão exercida pelo sector de indústrias florestais e companhias privadas, assim como, na oferta de electricidade e combustíveis fósseis, devido à pressão exercida pelas comunidades doadoras e companhias energéticas (Pereira *et. al.*, 2001).

No âmbito das reformas políticas que o Governo vem levado a cabo, particularmente no sector florestal, foi aprovada em 1999, a Lei de Florestas e Fauna Bravia (LFFB) e, em 2002, o Regulamento da Lei de florestas e Fauna Bravia (Reg da LFFB) nos quais a comunidade é um elemento activo na gestão sustentável dos recursos naturais (floresta e fauna bravia). Por exemplo, o artigo 31 da Lei de Floresta e Fauna Bravia estabelece as bases para a participação das comunidades locais na gestão sustentável dos recursos florestais e faunístico e, os artigos 95 a 99 do regulamento de Florestas e Fauna Bravia preconizam o estabelecimento de concelhos locais de gestão dos recursos (COGEP) como instituições locais que representam os interesses das comunidades na gestão, conservação, exploração, utilização e na obtenção de benefícios daí resultantes (MADER, 1999 e 2002).

Por outro lado, as políticas adoptadas no sector florestal, promovem o investimento do sector privado (estabelecimento de indústrias e plantações). De acordo com Chitará (2003) para promover o investimento privado no sector florestal deve-se priorizar a identificação de incentivos fiscais, aduaneiros e estruturais. Caso este objectivo se materialize poderá se registar o aumento de plantações privadas, principalmente para fins energéticos.

Embora a legislação florestal apresente vários incentivos que promovem o manejo sustentável dos recursos naturais, existem alguns aspectos que colocam em risco o alcance deste objectivo. Por exemplo, a LFFB (artigo 14) estabelece dois regimes de exploração florestal: licença simples e concessão florestal. Diferentemente do regime de concessão, as licenças simples são autorizadas exclusivamente, a operadores (singulares ou colectivos) nacionais mediante a apresentação dum plano de manejo simplificado que não contempla o plano de reflorestamento. Por este motivo, a exploração florestal em regime de licença simples não favorece a utilização e conservação dos recursos, pois, permite a proliferação livre (sem registo comercial) de operadores sem capacidade para implementar medidas de conservação requeridas pela Lei (Chitará, 2003).

A estratégia nacional para a conservação da biodiversidade (MICOA, 2003) reconhece o contributo do sector florestal para a produção de energia e, ao mesmo tempo, para o desflorestamento. Dentre as várias prioridades listadas nesta estratégia, encontra-se o controlo das queimadas e da produção de carvão. O maior constrangimento considerado como ponto chave é a ausência de alternativas de fontes de renda para as comunidades rurais no geral e a falta de capacidade para reduzir o consumo urbano dos combustíveis lenhosos.

2.4 Descrição do Modelo SAFMA-GM

O modelo SAFMA-GM, *Southern Africa Millennium Ecosystem Assessment-Gorongosa-Marromeu Complex*, foi desenvolvido por Siteo *et. al.* (2004), no âmbito do projecto Millennium Ecosystem Assessment for the Gorongosa-Marromeu region (G-M) com o objectivo de estimar a disponibilidade de bens e serviços ambientais, particularmente, as mudanças de cobertura vegetal e disponibilidade de biomassa lenhosa na região Norte da província de Sofala.

A descrição mais detalhada do modelo pode ser encontrada no relatório final do estudo efectuado pelos autores (Siteo *et. al.*, 2004).

a) Funcionamento do Modelo

O Funcionamento do modelo SAFMA-GM é baseado nos seguintes pressupostos:

- i) a floresta cresce até atingir um certo valor máximo de biomassa;
- ii) as pessoas tanto do campo assim como das cidades consomem a lenha e carvão em padrões diferentes;
- iii) o combustível lenhoso consumido pela população rural e urbana é adquirido das florestas nativas.

O Modelo estima a disponibilidade da biomassa lenhosa baseando-se na oferta de biomassa lenhosa de combustíveis lenhosos nas zonas rurais e urbanas. A oferta é estimada em função da biomassa em pé, taxa de crescimento da biomassa lenhosa, níveis de reflorestamento e acessibilidade dos pontos de colecta/exploração. Ao passo que, a demanda dos combustíveis é estimada em função do tamanho da população, níveis de consumo e da disponibilidade de fontes alternativas de energia (Veja fig1).

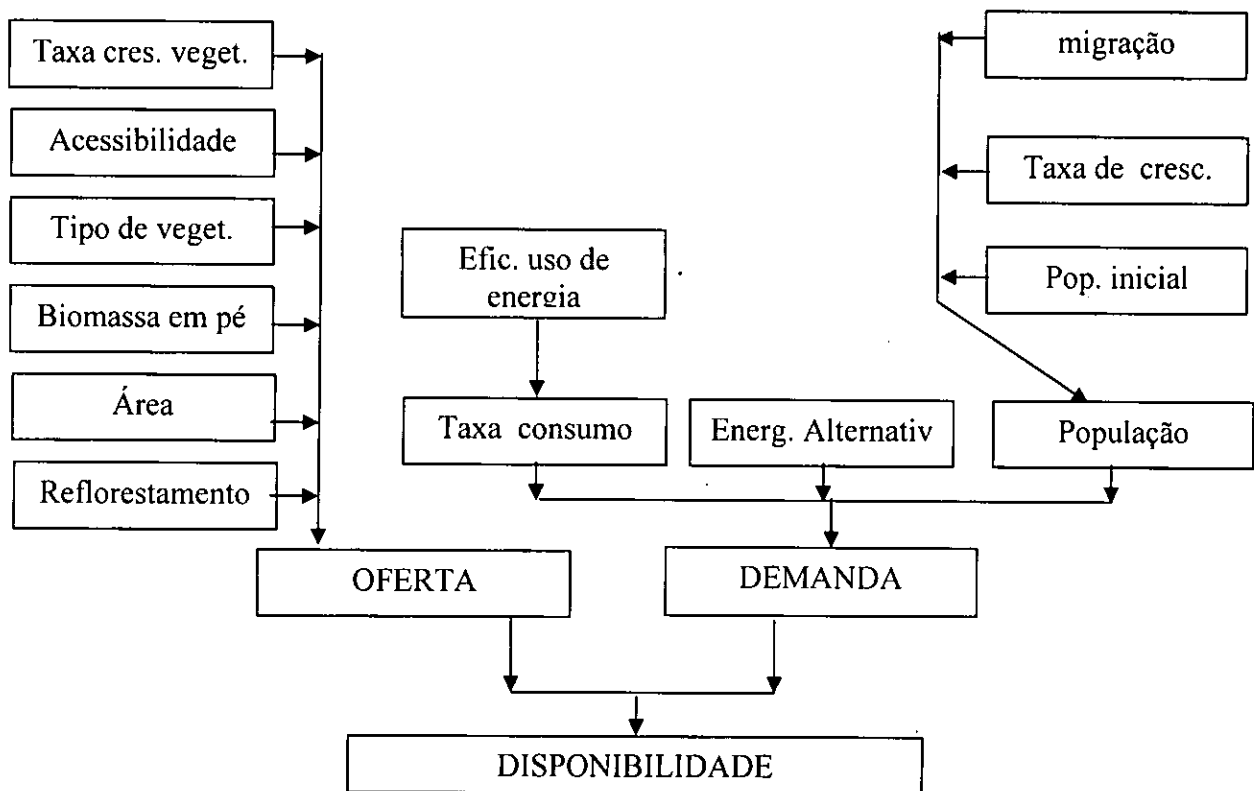


Figure 1: Esquema de funcionamento do modelo SAFMA-GM

2.5 Comparação do modelo SAFMA-GM Vs WISDOM

O modelo Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping (WISDOM)-Moçambique foi desenvolvido por Drigo (2008) com o objectivo de aumentar a capacidade do país na formulação de políticas de energia e de administração sustentável de recursos naturais através do desenvolvimento de um sistema de informação de energia baseada em dados estatísticos e mapas temáticos que descrevem e quantificam a produção e o consumo nacional de energia lenhosa assim como as suas potencialidades.

À semelhança do SAFMA-GM, o modelo WSDOM estima a disponibilidade da biomassa lenhosa baseando-se na demanda e oferta de combustíveis lenhosos nas zonas rurais e urbanas e não deduz as perdas de biomassa causadas pela agricultura itinerante. Contudo, diferem entre si na resolução dos seus mapas, 2000m (SAFMA-GM) contra 250 m (WISDOM). Por outro lado, o modelo WISDOM envolve, o consumo industrial de combustíveis lenhosos na estimativa da demanda, e a fracção dos resíduos industriais (ex: desperdícios da exploração de madeira e das serrações) como fonte de energia lenhosa para as indústrias, ao passo que, o modelo SAFMA-GM limita-se no consumo doméstico de combustíveis lenhosos e não envolve os resíduos industriais (Drigo, 2008 e Siteo *et al*, 2004).

3 MATERIAL e MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo localiza-se a Norte da província de Sofala, concretamente a Norte do Rio Púnguè e abrange 9 distritos, nomeadamente: Dondo, Caia, Chemba, Cheringoma, Maríngue, Nhamatanda, Marromeu, Muanza e Gorongosa, incluindo toda a região de gestão dos recursos naturais Gorongosa-Marromeu.

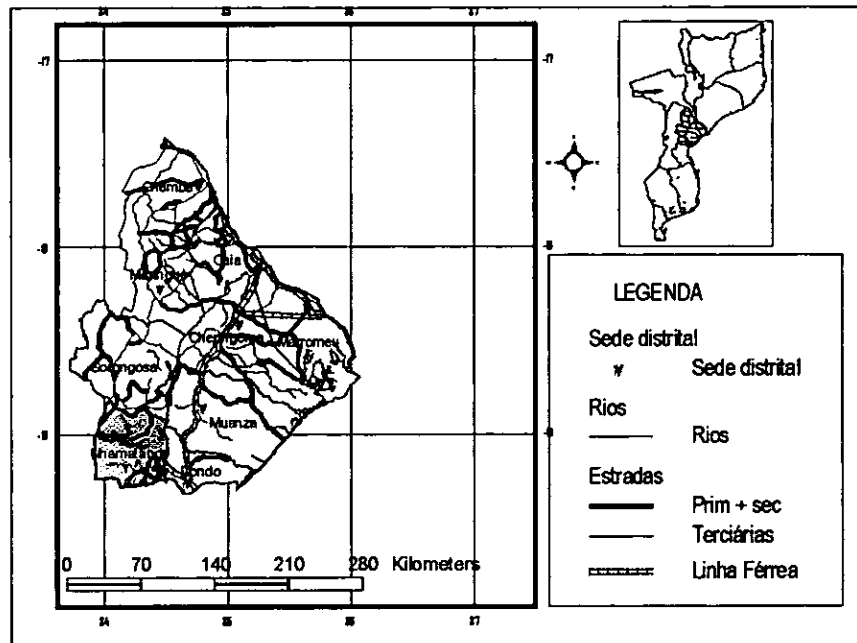


Figura 2: Mapa da região Norte da província de Sofala

a) Vegetação e Fauna

A região Norte de Sofala possui uma vegetação muito diversificada com predominância de florestas sempre-verde húmidas de montanha (distrito de Gorongosa), florestas húmidas sub-litorais que ocupam a zona Central sub litoral em duas faixas para o Norte e Sul do delta do Zambeze (distritos de Cheringoma e Marromeu), matas semi-decídua húmida e seca de miombo, mangais (nos estuários dos rios Zambeze e Púnguè) e pradaria (ao longo dos vales dos rios Púnguè e Zambeze). Predominam espécies como: *Acacia sp.*, *Uapaca sp.*, *Milicia excelsa*, *Millettia stuhlmanii*, *Pterocarpus angolensis*, *Brachystegia*

spiciformis, *Julbernardia globiflora*, entre outras (Marzoli, 2007).

Das espécies faunísticas mais predominantes nesta área destacam-se os leões, elefantes, leopardos, cudos, antílopes, búfalos, rinocerontes, entre outros. Grande parte destes animais estão concentrados na área de gestão dos recursos naturais Gorongosa-Marromeu (MAE, 2005 a,b,c,d,e,f,g,h,i).

b) Topografia e solos

A região de estudo, apresenta uma topografia predominantemente plana a ondulada. Os elementos fisiológicos de maior interesse são a serra e a plataforma planáltica da Gorongosa que se localiza no Centro-Oeste do Vale do Rift ocupando cerca de 60% do parque Nacional de Gorongosa. Outra formação de relevo de destaque é o planalto de Inhaminga localizado no distrito de Caia. O ponto mais alto localiza-se na montanha de Gorongosa cuja altitude é de 1,863 m. Os solos mais predominantes são de textura diversa que inclui solos arenoso, franco-argilosos e argilosos. Ocorre também solos aluvionais ao longo da planície déltica do Zambeze (MAE, 2005 a,b,c,d,e,f,g,h,i).

c) Clima

A região de estudo é predominada por um clima tropical chuvoso de savana (Aw: classificação de Koppen), existindo algumas regiões tais como os distritos de Caia e Chemba, que apresentam clima sub-árido a árido. A precipitação média anual varia de 715mm (no interior do distrito de Chemba) a 1450 mm (ao longo da costa), os distritos localizados na zona do vale do Zambeze apresentam precipitação média anual estimada entre 1000 a 1200 mm. A temperatura média anual oscila entre 26-29 °C, podendo atingir os extremos de 16-18 °C nos meses mais frios, Junho-Julho, e 30-32 °C nos meses mais quentes, Janeiro-Fevereiro, (MAE, 2005 a,b,c,d,e,f,g,h,i).

d) População

Grande parte da população da região Norte de Sofala está concentrada em cinco distritos, nomeadamente, Dondo, Caia Nhamatanda, Marromeu e Gorongosa.

Tabela 2: Distribuição da população por distrito ao nível da região Norte de Sofala

Nº de ordem	Distrito	Superfície (Km ²)	População (Hab)	Densidade (Hab/Km ²)
1	Nhamatanda	3,987	210,75	52.9
2	Dondo	2,306	142,387	61.7
3	Marromeu	5,871	119,718	20.4
4	Gorongosa	6,722	116,912	17.4
5	Caia	3,542	115,455	32.6
6	Maríngue	6,176	75,089	12.2
7	Chemba	3,998	65,107	16.3
8	Cheringoma	6,954	34,133	4.9
9	Muanza	7,500	25,229	3.4

Fonte: MAE (2005 a,b,c,d,e,f,g,h,i) e INE (2007)

3.2 Recolha e análise de dados

A. Descrição da evolução da demanda e oferta de lenha e carvão na região Norte da província de Sofala.

Os dados necessários para a concretização deste objectivo foram obtidos a partir da revisão bibliográfica tendo sido utilizados como “input” no modelo SAFMA-GM usado para as simulações. O modelo precisa de um arquivo inicial com informação das coordenadas, população por distrito, cobertura de terra, áreas protegidas, vias de acesso (estradas e caminhos de ferro), rede fluvial e divisão administrativa referentes à região de estudo. O número de habitantes por distrito foi obtido a partir dos resultados do censo populacional de 1997, enquanto que, os restantes dados provêm, respectivamente, de mapas de cobertura vegetal, uso e aproveitamento da terra, vias de comunicação, bacias hidrográficas e de divisão administrativa da província de Sofala.

Com base no número de habitantes por distrito o modelo faz a projecção do crescimento populacional que associada às taxas anuais de consumo da lenha e carvão no país obtém-se a estimativa da demanda. As coordenadas permitem a localização espacial dos pontos representados no modelo. Os restantes dados foram usados para estimar a oferta dos

combustíveis lenhosos na região Norte da província de Sofala.

B. Identificação das áreas potenciais para a produção de combustíveis lenhosos na Região Norte da província de Sofala

Para este objectivo foram usados os mesmos dados que os do objectivo A.

C. Descrição do impacto de possíveis mudanças no contexto económico e institucional do país sobre a disponibilidade de combustíveis lenhosos na região de estudo

Com base na revisão bibliográfica fez-se uma análise da actual situação económica e institucional do país. A partir das análises feitas fez-se uma previsão dos impactos das mudanças no contexto institucional e económico sobre a procura e oferta dos combustíveis lenhosos ao nível do país. Com base nas projecções feitas, criou-se dois cenários (situação actual e situação futura) e estabeleceram-se os pressupostos básicos a serem considerados nas simulações feitas a partir do modelo SAFMA-GM.

3.3 Processamento dos dados

Para avaliar a disponibilidade de lenha e carvão fez-se uma projecção da quantidade de biomassa lenhosa a ser consumida (demanda), a quantidade de biomassa lenhosa que os ecossistemas podem oferecer (oferta) e a quantidade da biomassa lenhosa remanescente (disponibilidade) em toda a região de estudo no período compreendido entre 2000 a 2015. A escolha do período de simulação baseou-se na disponibilidade dos dados iniciais e, ao mesmo tempo, tomando em consideração que até 2015 constituía um horizonte temporal dentro do qual a previsão dos parâmetros considerados seria aceitável. Assim, foram analisadas três variáveis, designadamente: demanda, oferta e disponibilidade. Os resultados desta projecção foram apresentados em forma de mapas e gráficos, por forma a permitir uma melhor interpretação. Para o processamento dos dados foram usadas três ferramentas, nomeadamente: o modelo matemático de simulação (*SAFMA-GM*), o

programa informático para o processamento de informação geográfica (*Arc. view Gis 3.2.*) e o pacote estatístico (*SPSS*).

A descrição mais detalhada do modelo pode ser encontrada no relatório final do estudo efectuado pelos autores (Sitoe *et. al.*, 2004).

A. Descrição da evolução da demanda e oferta de lenha e carvão na região Norte de Sofala.

Com base no modelo SAFMA-GM estimou/projectou-se a demanda e oferta dos combustíveis lenhosos na região de estudo para o ano base (2000) e para o ano 2015. As projecções basearam-se nas seguintes premissas que caracterizam a situação actual:

- nenhuma iniciativa de plantações florestais será levada a cabo desde o ano base até 2015;
- o preço do carvão irá permanecer estável ao longo do período em análise;
- a actual eficiência no uso dos combustíveis lenhosos permanecerá estável;
- nenhuma fonte alternativa registará mudanças significativas nas zonas urbanas;
- as queimadas descontroladas irão manter a actual intensidade;
- 80% dos combustíveis lenhosos consumidos na cidade da Beira provêm dos distritos localizados a Norte de Sofala e os restantes 20% provêm dos outros distritos;
- a mudança na cobertura vegetal é causada apenas pela exploração de combustíveis lenhosos; e
- o impacto do HIV/SIDA vai reduzir a taxa de crescimento da população em 10%.

Os dados obtidos da projecção foram usados para a produção de mapas de oferta e demanda da lenha e carvão (utilizando o programa *Arc. view Gis 3.2.*) assim como, para a construção do gráfico que demonstra a variação de cada variável (utilizando o pacote estatístico *SPSS*) durante o período em estudo. A partir do gráfico e dos mapas produzidos, comparou-se a evolução da demanda e da oferta de combustíveis no período compreendido entre os anos 2000 a 2015. Como forma de assegurar a validade dos resultados, recorrendo ao pacote estatístico *SPSS*, fez-se a análise estatística com base no

“Teste t” (Equação 1) tendo se testado as seguintes hipóteses:

1. **H₀**: Não existe diferença entre a quantidade média de biomassa lenhosa oferecida no ano 2000 e a oferecida em 2015.

H₁: Existe diferença entre a quantidade média de biomassa lenhosa oferecida no ano 2000 e a oferecida em 2015.

2. **H₀**: Não existe diferença entre a quantidade média de biomassa lenhosa demandada no ano 2000 e a demandada em 2015.

H₁: Existe diferença entre a quantidade média de biomassa lenhosa demandada no ano 2000 e a demandada em 2015.

$$t_{calc} = \frac{\bar{X}_{A-B}}{\frac{S_{A-B}}{\sqrt{n}}} \sim t_{n-1} \quad (1)$$

Onde: \bar{X}_{A-B} = média dos desvios; n = tamanho da população; S_{A-B} = erro padrão; t_{n-1} = valor de t tabelado a $n-1$ graus de liberdade.

A quantidade média de biomassa (\bar{X}) foi calculada com base na fórmula (2):

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

Onde: $\sum_{i=1}^n x_i$ = somatório da quantidade de biomassa estimada por unidade de área (área mínima = 4Km²); n = tamanho da população; $i=1, 2, \dots, n$.

B. Identificação das áreas potenciais para a produção de combustíveis lenhosos na região Norte da província de Sofala

Com base no modelo SAFMA-GM e tomando em consideração as premissas referenciadas no objectivo A., estimou/projectou-se a disponibilidade dos combustíveis

lenhosos na região em estudo para os anos 2000 e 2015. Os dados resultantes da projecção foram usados para a produção do mapa e do gráfico de disponibilidade da biomassa lenhosa os quais serviram para identificar as áreas potenciais para a produção de combustíveis lenhosos. De seguida, analisou-se a variação da disponibilidade da biomassa lenhosa durante o período de estudo e, com base no “Teste t” (Equação 1) fez-se a análise estatística, tendo se testado as seguintes hipóteses:

H₀: Não existe diferença entre a quantidade média de biomassa lenhosa disponível no ano 2000 e a disponível em 2015.

H₁: Existe diferença entre a quantidade média de biomassa lenhosa disponível no ano 2000 e a disponível em 2015.

Na elaboração do mapa da disponibilidade de biomassa lenhosa a distribuição da biomassa foi feita em cinco categorias e obedeceu a classificação feita por Monjane (2001) para a província de Maputo:

- Muito elevada: >40 ton/ha.
- Elevada: 30 –39 ton/ha.
- Moderada: 20-29 ton/ha.
- Baixa: 10-19 ton/ha.
- Muito Baixa: < 10 ton/ha.

De acordo com Drigo (2008) a produção comercial de combustíveis lenhosos corresponde à fracção de excesso de oferta de biomassa lenhosa obtido depois de satisfeita a demanda local e, só é possível em locais sem restrições legais de acesso e, que garantem uma produção sustentável de madeira para energia capaz de justificar o transporte e administração de custos. Mancini *et. al.*(2007) citado por Drigo (2008) baseando-se no tamanho médio do forno e na distância entre o local de exploração e o ponto de comercialização mais próximo, estimaram em 15 ton/ha o stock mínimo de biomassa lenhosa abaixo do qual a produção de carvão é considerada lucrativa e, considerando o ciclo de corte de 40 anos estimaram em 0.375 ton/ha/ano, o valor mínimo de excesso de biomassa lenhosa capaz de garantir ciclos de corte inferiores a 40 anos. Por

consequente, só as áreas com stock mínimo superior a 15 ton/ha, um excesso superior 0.375 ton/ha/ano e sem restrições legais de acesso podem ser considerados potenciais para a produção comercial de combustíveis lenhosos.

C. Mudanças no contexto económico e institucional do país e possíveis impactos sobre a disponibilidade de combustíveis lenhosos.

Devido à ameaça que o desmatamento representa para a diversidade biológica no país, as instituições ligadas ao sector florestal (Dir. Nac. Terras e Florestas), ao ambiente (MICOA) e ao sector de energia (Ministério de Energia) vem levado a cabo várias iniciativas, reformas políticas e projectos diversificados, com vista a assegurar uma gestão sustentável dos recursos naturais, onde se destacam, o estabelecimento de plantações florestais para fins energéticos, a introdução e promoção de fogões melhorados, o combate às queimadas descontroladas bem como a expansão da rede eléctrica e promoção de outras fontes alternativas de energia (gás e petróleo). É evidente que estas iniciativas têm efeito directo sobre a procura e oferta da lenha e carvão, assim como, poderão reduzir os índices de consumo da energia lenhosa ao nível do país. Por outro lado, a intensificação das actividades de fiscalização florestal aliada ao aumento cada vez mais acentuado das distâncias dos locais de exploração dos combustíveis lenhosos e à subida dos preços dos combustíveis fósseis vêm provocando o agravamento do preço da lenha e carvão, principalmente nas zonas urbanas o que irá estimular a substituição da energia lenhosa por gás e electricidade

C.1. Cenários de simulação

a) Situação actual

- Não existem iniciativas de estabelecimento de plantações florestais para fins energéticos e a situação permanecerá estável até o ano 2015;
- Não existe variação no preço do carvão e permanecerá estável até o ano 2015;
- A eficiência no uso dos combustíveis lenhosos é muito baixa e permanecerá estável até o ano 2015;
- A lenha e o carvão é a principal fonte de energia doméstica para a população urbana

e a situação manter-se-á até 2015.

- As queimadas descontroladas destroem extensas áreas florestais nas zonas rurais e a actual intensidade manter-se-á até 2015;
- b) Situação futura (esperada)
- O estabelecimento de florestas para fins energéticos irá reduzir a pressão sobre as florestas nativas o que conduzirá ao rápido crescimento da biomassa lenhosa e, conseqüentemente, maior oferta de combustíveis lenhosos até o ano 2015.
 - O aumento do preço do carvão irá estimular a substituição da energia lenhosa por gás e electricidade, reduzindo deste modo, o consumo urbano de combustíveis lenhosos até o ano 2015;
 - O aumento da eficiência no uso de combustíveis lenhosos irá reduzir o consumo rural de lenha até 2015.
 - O aumento da disponibilidade de fontes alternativas de energia (electricidade e gás natural) conduzirá à substituição gradual dos combustíveis lenhosos nas zonas urbanas até o ano 2015.
 - A redução da incidência de incêndios descontrolados irá acelerar o crescimento da biomassa e aumentará a oferta de combustíveis lenhosos nas zonas rurais até 2015.

Para a simulação da situação futura assumiu-se que: o preço da lenha e carvão, a disponibilidade de fontes alternativas de energia e a eficiência no uso dos combustíveis lenhoso aumentarão numa proporção equivalente a 25%; a taxa de estabelecimento de plantações florestais para fins energéticos aumentará em 50% e a incidência de queimadas descontroladas decrescerá de 30% para 20%.

Os níveis de variação foram atribuídos com base na actual percepção dos factores em análise e tomando em consideração a maneira como estes poderão ficar afectados pelas mudanças no âmbito político e institucional. Para a incidência de queimadas descontroladas a variação foi baseada nas metas definidas pelo Plano de Acção para a Prevenção e Controlo às Queimadas Descontroladas estabelecido pelo MICOA (2007) o qual prevê reduzir em todo o país, o índice de incêndios de 40% até 30% entre 2008 a

2012 e de 30% para 20% para o período compreendido entre 2012 a 2015.

Os cinco factores analisados foram organizados em dois grupos, designadamente:

1. Factores que reduzem a demanda da lenha e carvão: aumento do preço dos combustíveis lenhosos, expansão da rede eléctrica e promoção de outras fontes alternativas de energia (gás e petróleo) e introdução de fogões melhorados.
2. Factores que aumentam a oferta da lenha e carvão: estabelecimento de plantações florestais para fins energéticos e o combate às queimadas descontroladas.

A comparação entre a situação actual e futura foi feita através de figuras e com base no Teste-t (Equação 1) tendo se testado as seguintes hipóteses:

H₀: As mudanças verificadas no contexto económico e institucional do país não afectam a disponibilidade da lenha e carvão na região Norte de Sofala.

H₁: As mudanças verificadas no contexto económico e institucional do país afectam a disponibilidade da lenha e carvão na região Norte de Sofala.

4 RESULTADOS e DISCUSSÃO:

A. Demanda e oferta de lenha e carvão na região Norte da província de Sofala.

a) Oferta de biomassa lenhosa

Observando as figuras 3A e 3B, que representam a evolução da oferta de biomassa lenhosa na região Norte de Sofala no período compreendido entre 2000 a 2015, pode-se notar que verificou-se, em quase toda a área de estudo um alastramento das áreas com déficit de oferta de biomassa lenhosa (oferta < 1 ton/ha), principalmente, ao longo das vias de acesso e no interior dos distritos de Dondo, Nhamatanda, Gorongosa e Marromeu.

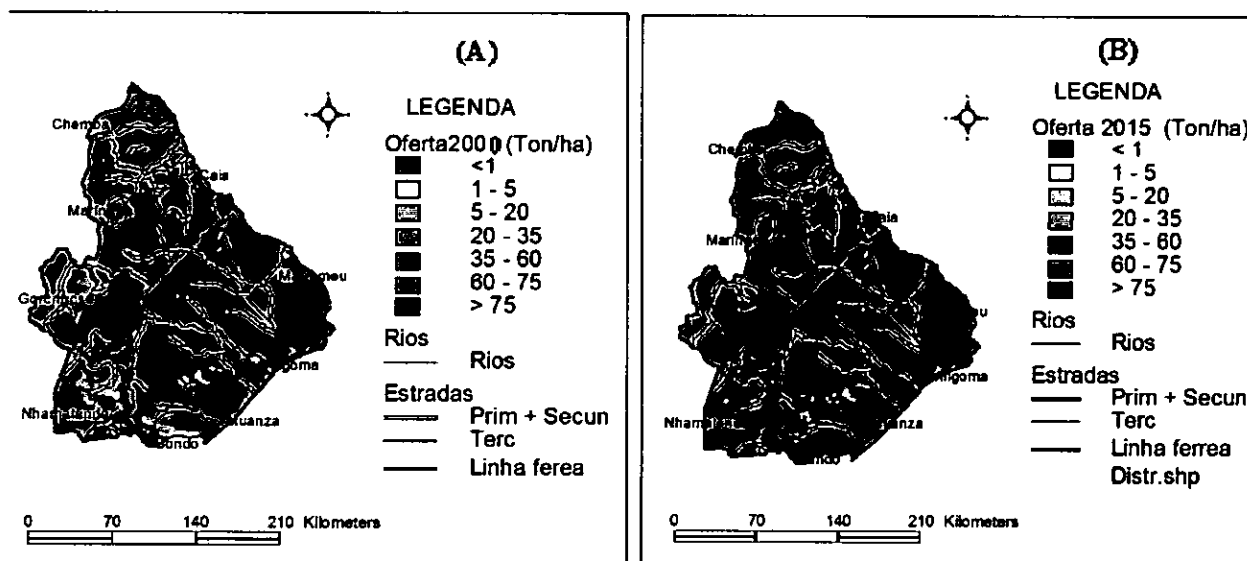


Figura 3: Oferta de biomassa lenhosa na região Norte de Sofala para o ano 2000 (A) e 2015 (B).

Com base no Teste-t, (tabela 3) ao nível de significância de 5% pode-se afirmar que existe uma diferença significativa entre a quantidade média de biomassa lenhosa oferecida no ano 2000 e a oferecida em 2015.

O incremento médio global da biomassa lenhosa registado durante o período em análise

foi de 4.5849 ton/ha, ou seja, 0.3057 ton/ha/ano.

Tabela 3: Comparação de médias da oferta de biomassa lenhosa (2000-2015)

	Médias (ton/ha)	Diferença	<i>gl</i>	<i>t_{cal}</i>	α	<i>val-P</i>
2015	33.6892					
2000	29.1043	4.5849	46629	83.336	0.005	.000

O valor do incremento médio de biomassa lenhosa a nível global (0.3057 ton/ha/ano) não pode ser considerado como valor do aumento da oferta de combustíveis lenhosos na região Norte da província de Sofala, uma vez que, inclui áreas com défice de biomassa (áreas localizadas ao longo das vias de acesso, na região do delta do Zambeze, no interior dos distritos de Dondo, Nhamatanda e Gorongosa) que é compensado pelo crescimento das florestas densas em áreas com baixa densidade populacional (veja figura 3). Por outro lado, Brooks *et. al.* (1996) citado por Brouwer e Falcão (2004) afirmam que a oferta dos produtos florestais é influenciada por vários factores que incluem o estado e o potencial dos recursos florestais bem como a sua acessibilidade. Embora o estado do recurso e o seu potencial favoreçam a oferta de combustíveis lenhosos nos distritos de Maríngue, Chemba, Cheringoma e Muanza (veja figura 3), a acessibilidade limita a exploração dos mesmos principalmente nos distritos de Maríngue e Chenba onde a distância que os separa dos centros urbanos e o estado das vias de acesso concorrem para o aumento dos custos de transporte. Para além da acessibilidade, o sistema de uso de terra limita a exploração da lenha e carvão nos distritos de Muanza e Cheringoma onde, de acordo com MICOA (2003) acima de 50% das suas áreas florestais são exploradas em regime de concessão e, segundo Pereira *et. al.*, (2001) em Moçambique a exploração de combustíveis lenhosos é apenas feita sob regime de licença simples, pois, não existem actualmente experiências de concessões florestais dedicadas ao fornecimento da lenha e/ou carvão.

b) Demanda de combustíveis lenhosos

Observando as figuras 4A e 4B, que representam a evolução da demanda de biomassa lenhosa na região Norte da província de Sofala no período compreendido entre 2000 a 2015 pode-se constatar que durante o período em análise, verificou-se em quase toda a região de estudo um incremento dos níveis de demanda de combustíveis lenhosos. O aumento mais elevado registou-se na zona Central dos distritos de Gorongosa e Muanza, na zona Este de Marromeu e no extremo Norte de Nhamatanda cujos níveis de demanda foram estimados entre 12.4 a 52.5 ton/ha, em 2015, contra 0.3 a 1.3 ton/ha, em 2000. Os distritos de Caia, Nhamatanda, Dondo e alguns focos localizados ao longo das vias de acesso registaram, em 2015, níveis de demanda estimados entre 0.3 a 4.9 ton/ha contra níveis inferiores a 0.3 ton/ha, registados em 2000.

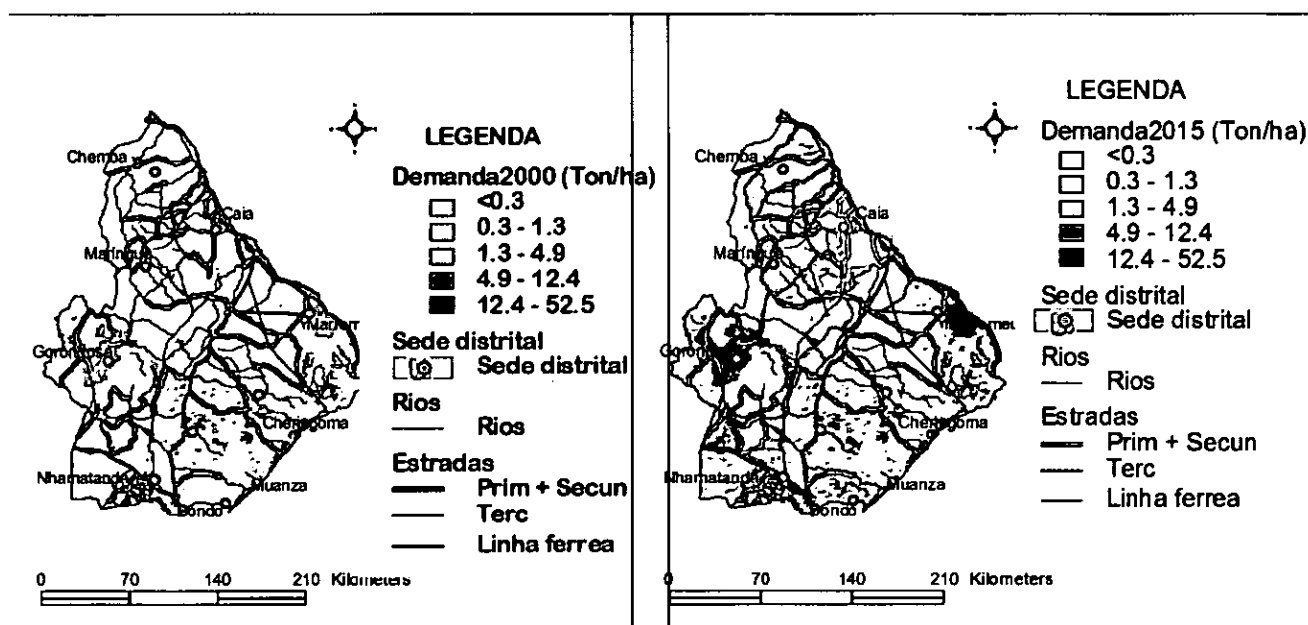


Figura 4: Demanda de combustíveis lenhosos na região Norte de Sofala para o ano 2000 (A) e 2015 (B)

Com base no Teste-t, (tabela 4) ao nível de significância de 5% pode-se afirmar que existe uma diferença significativa entre a quantidade média de biomassa lenhosa

demandada no ano 2000 e a demandada em 2015.

A demanda média global de biomassa lenhosa no período em análise registou um aumento de 1.6409 ton/ha, ou seja, 0.1094 ton/ha/ano.

Tabela 4: Comparação de médias da demanda de biomassa lenhosa (2000-2015)

Médias (ton/ha)	Diferença	<i>gl</i>	<i>t_{cal}</i>	α	<i>val-P</i>
2015	1.7568	1.6409	46629	68.59	0.005
2000	0.1159				

De acordo com Siteo *et al* (2007) 0.6-0.9 toneladas de biomassa lenhosa (peso seco na estufa) correspondem a 1-1.2 m³ de biomassa lenhosa. Nesta óptica, o valor do incremento médio global do consumo de combustíveis lenhosos estimado em 0.1094 ton/ha/ano pode ser convertido para 0.1823 m³/ha/ano ou 0.1458 m³/ha/ano. Fazendo uma comparação destes valores com a taxa de incremento das florestas produtivas na região Centro do país, estimada por Saket (1994) em cerca de 1.486 m³/ha/ano, pode-se constatar que, de um modo geral, não existe défice de oferta de combustíveis lenhosos na região de estudo, pois, a taxa anual de incremento da biomassa lenhosa é cerca de 8 a 10 vezes maior que a do aumento da demanda.

c) Variação da demanda e oferta dos combustíveis lenhosos por distrito

Com base na figura 5, que representa a variação da demanda e oferta da biomassa lenhosa na região de estudo no período compreendido entre 2000 a 2015 pode-se notar que quase todos os distritos apresentaram um incremento dos níveis de demanda e oferta média de biomassa lenhosa e excepto os distritos de Dondo e Nhamatanda registaram um decréscimo da oferta (-2 ton/ha). Os distritos de Chemba, Cheringoma e Maríngue possuem os níveis mais elevados de aumento de oferta média de biomassa lenhosa (+7.5 a +11 ton/ha) e os níveis mais baixos de incremento de demanda média (+0.2 a +0.3 ton/ha). O distrito de Gorongosa apresentou o nível mais elevado de incremento da demanda média (+5 ton/ha) e o nível mais baixo referente ao aumento de oferta média de

biomassa lenhosa (+0.3 ton/ha). O distrito de Muanza apresentou níveis de demanda e oferta média de biomassa lenhosa muito próximos, (+0.19 e +0.2 ton/ha, respectivamente).

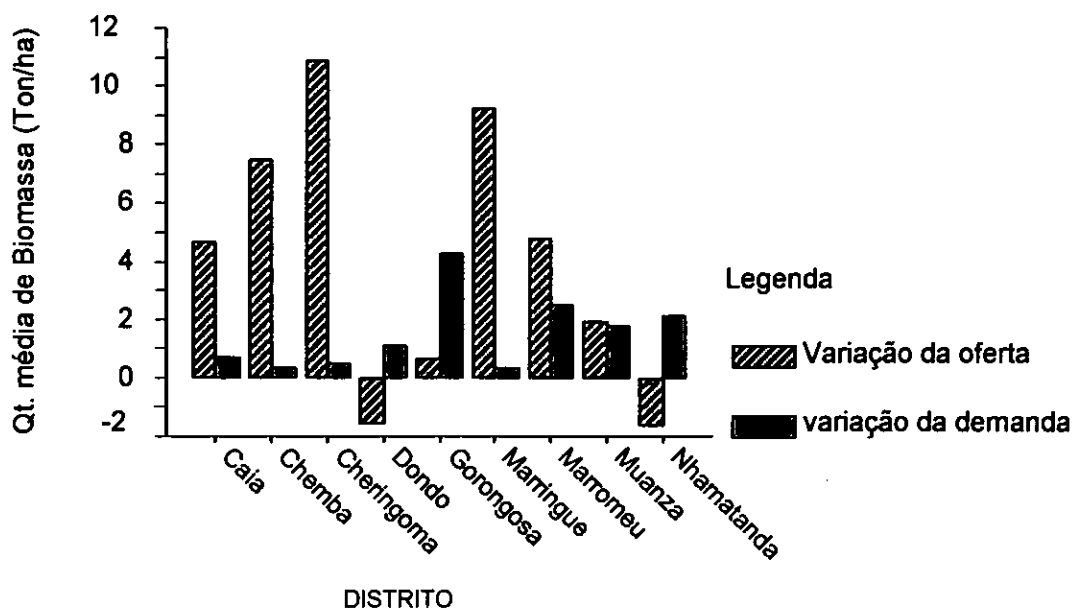


Figura 5: Variação da demanda e oferta de biomassa lenhosa na região Norte de Sofala (2000-2015)

Assumindo que Beira tem cerca de 436,240 Hab (INE, 2007), 81% destes usam o carvão como fonte única de energia (Egas, 2006) e considerando que o consumo urbano per capita de combustíveis lenhosos é de 1.2 m³/ano (Sitoe *et al*, 2007) pode-se afirmar que a cidade da Beira consumiu no ano 2007, cerca de 240,964.8 m³ de carvão (10.2% do consumo nacional de combustíveis lenhosos) dos quais mais de 80% foram extraídos dos distritos de Dondo e Nhamatanda (DPA, 2006). Este cenário pode ser considerado como a razão principal do decréscimo de oferta de lenha e carvão observado nos distritos de Dondo e Nhamatanda. Enquanto que a elevada densidade populacional pode ser a causa principal do crescimento da demanda de combustíveis lenhosos observado no distrito de Gorongosa e Marromeu. De acordo com FAO (2001) o crescimento populacional é uma das principais causas da degradação dos recursos florestais no mundo.

Feita a análise detalhada da evolução da oferta e demanda de combustíveis lenhosos ao

nível da região de estudo (Figuras 3A e 3B, 4A e 4B e 5) pode-se notar que caso não sejam tomadas medidas para a redução do consumo de combustíveis lenhosos nas áreas de maior densidade populacional, a região Norte da província de Sofala poderá registar, até 2015, problemas de escassez de combustíveis lenhosos, embora a análise global demonstre um aumento dos níveis de oferta e demanda da lenha e carvão numa proporção de 3 para 1 (0.3057: 0.1094ton/ha/ano).

B. Áreas potenciais para a produção de combustíveis lenhosos

a) Disponibilidade da biomassa lenhosa no ano 2015

Com base na figura 6 que representa a disponibilidade da biomassa lenhosa no ano 2015, pode-se constatar que os distritos de Chemba, Maríngue, Cheringoma, e Muanza apresentaram níveis de disponibilidade de biomassa lenhosa que variam de elevados a muito elevados (30-40 a >40 ton/ha). Todavia, existem áreas onde a disponibilidade foi negativa, isto é, poderão registar até 2015 escassez de biomassa lenhosa, pois, a demanda é superior à oferta. Estas áreas estão localizadas ao longo das vias de acesso (em geral), em zonas de pradarias (delta do Zambeze) e ainda, no interior dos distritos de Gorongosa, Dondo e Nhamatanda.

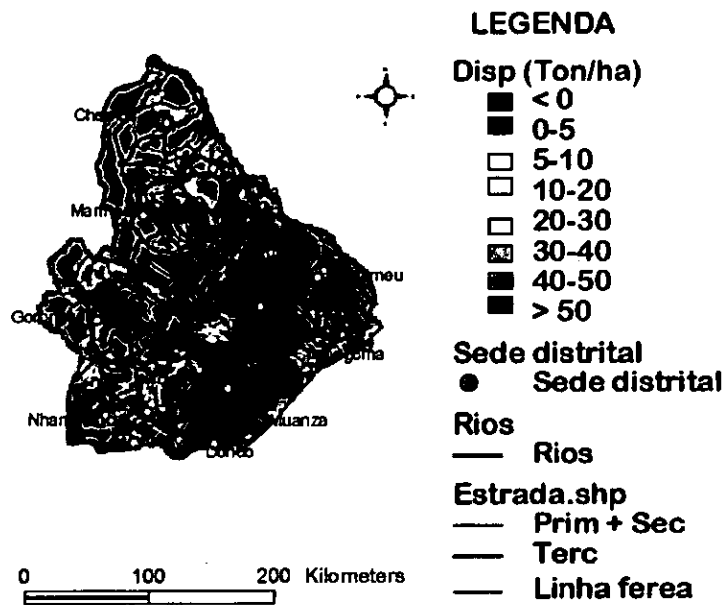


Figura 6: Disponibilidade de biomassa lenhosa na região Norte de Sofala (ano 2015)

Com base no Teste-t (tabela 5) ao nível de significância de 5% pode-se afirmar que existe uma diferença significativa entre a quantidade média de biomassa lenhosa disponível no ano 2000 e a disponível em 2015.

Durante o período em análise, a quantidade média global de biomassa lenhosa disponível na região Norte de Sofala aumentou em cerca de 2.944 ton/ha, ou seja, 0.1962 ton/ha/ano.

Tabela 5: Comparação de médias da disponibilidade de biomassa lenhosa (2000-2015)

	Médias (ton/ha)	Diferença	gl	t cal	α	val-P
2015	31.9324	2.9440	46629	40.924	0.005	.000
2000	28.9884					

Uma das limitações do modelo SAFMA-GM reside no facto de não incluir outras formas de uso de terra como é o caso da agricultura (itinerante e comercial) apesar de existirem estudos, como por exemplo, Marzoli (2007), Argola (2004) e Saket (1994) que indicam a agricultura itinerante como a segunda maior causa de mudanças de cobertura florestal no país, o que afecta a disponibilidade de combustíveis lenhosos. O modelo também não inclui as perdas de biomassa causadas pela exploração da madeira comercial e pela exploração de material de construção, factores indicados por MICOA (2002), Mangué (2000) e Marzoli (2007) como algumas das causas de desmatamento em Moçambique. Devido aos motivos citados acima o valor do aumento da disponibilidade média global de biomassa lenhosa (0.1962 ton/ha/ano) não pode ser considerado como valor do aumento da quantidade de lenha e carvão disponível na região Norte de Sofala porque apresenta erro de sobre-estimação.

b) Variação da disponibilidade da biomassa lenhosa por distrito

Com base na figura 7 que representa a variação da disponibilidade de biomassa lenhosa em cada distrito no período entre 2000 e 2015, pode-se verificar que os distritos de Caia, Chemba, Cheringoma, Maríngue e Marromeu registaram, um aumento da quantidade média de biomassa lenhosa disponível sendo os distritos de Maríngue e Cheringoma os que apresentaram maior quantidade e níveis mais elevados de incremento da biomassa lenhosa (9 e 10 ton/ha, respectivamente). Contrariamente, os distritos de Dondo, Gorongosa e Nhamatanda registaram, no mesmo período, uma redução da quantidade de biomassa lenhosa disponível e, os dois últimos apresentaram níveis de decréscimo mais elevados (-3.5 ton/ha).

O distrito de Muanza registou um aumento muito próximo de zero.

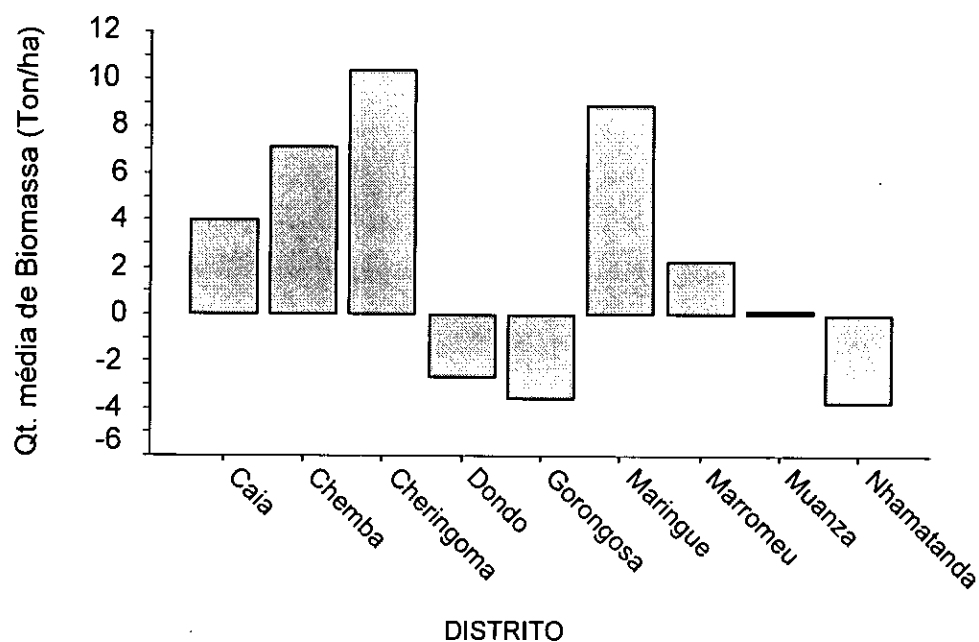


Figura 7: Variação da disponibilidade de biomassa lenhosa na região Norte de Sofala (2000 e 2015)

A comercialização de combustíveis lenhosos desempenha um papel muito importante como fonte de renda, principalmente para a população rural (Pereira *et. al.*, 2001) mas, devido à sua exploração desordenada, a actividade representa um perigo para a conservação dos recursos naturais (Mangue, 2000). Por este motivo, a análise da disponibilidade foi orientada no sentido de identificar as áreas com potencial para a exploração comercial de lenha e carvão. De acordo com Drigo (2008) a produção comercial de combustíveis lenhosos corresponde à fracção de excesso de oferta de biomassa lenhosa obtido depois de satisfeita a demanda local e, só é possível em locais sem restrições legais de acesso, que garantem uma produção sustentável de madeira para energia capaz de justificar o transporte e administração de custos. Mancini *et. al.*, (2007) citado por Drigo (2008) estabeleceram que, só as áreas com stock mínimo de biomassa disponível superior a 15 ton/ha, um excesso de biomassa superior a 0.375 ton/ha/ano e sem restrições legais de acesso podem ser considerados potenciais para a produção comercial de combustíveis lenhosos (veja o capítulo de metodologia).

Feita a análise detalhada da disponibilidade de biomassa lenhosa na região Norte de Sofala (figuras 6 e7) pode-se constatar que:

- i) os distritos de Dondo, Nhamatanda e Gorongosa, por terem apresentado um decréscimo da quantidade de biomassa lenhosa disponível, não podem ser seleccionadas como áreas potenciais para a exploração de lenha e carvão;
- ii) o mesmo pode afirmar-se para os distritos de Muanza, Caiá e Marromeu cujos níveis de incremento médio de biomassa lenhosa disponível foram estimados em 0.03, 0.27 e 0.13 ton/ha/ano, respectivamente, os quais são inferiores a 0.375 ton/ha/ano, excesso mínimo estabelecido por Mancini *et. al.*, (2007) citado por Drigo (2008). Por outro lado, os distritos de Muanza e Marromeu, fazem parte da zona de conservação de Recursos Naturais-Gorongosa e Marromeu onde as explorações comerciais são restringidas por lei.
- iii) embora tenha apresentado níveis de incremento (0.6 ton/ha/ano) e de stock de biomassa disponível (30 a 40 ton/ha) superiores aos mínimos estimados por Mancini *et. al.*, (2007) citado por Drigo (2008) 0.375 ton/ha/ano e 15 to/ha, respectivamente, o distrito de Maríngue também não constitui área potencial para a produção comercial de combustíveis lenhosos, porque, mais de 60% do seu território é ocupada por áreas protegidas por lei (Reg. da LFFB), nomeadamente, a Coutada 6 (zona de gestão faunística ocupando 240 mil ha) e a Coutada 15 (zona de vegetação ocupando 172 mil ha) (MAE 2005e);
- iv) os distritos de Chemba e Cheringoma constituem as áreas potenciais para a exploração comercial de combustíveis lenhosos na região Norte da província de Sofala, porque apresentaram níveis de incremento (0.48 e 0.73 ton/ha, respectivamente) e de stock de biomassa disponível (30 a 40 e > 40 ton/ha, respectivamente) superiores aos mínimos estimados por Mancini *et. al.*, (2007) citado por Drigo (2008) respectivamente, 0.375 ton/ha/ano e 15 to/ha. O facto de mais de 50% da área florestal do distrito de Cheringoma ser ocupada por concessões florestais que exploram madeira comercial

(MICOA, 2003) demonstra que apesar da sua localização na Zona de Conservação de Recursos Naturais-Gorongosa e Marromeu (MAE, 2005a) grande parte da sua área florestal pode permitir a exploração comercial de combustíveis lenhosos. Estas condições são também favorecidas pelo facto de os dois distritos possuírem densidade populacional relativamente baixa, respectivamente, 4.9 e 16.3 Hab/Km² (veja tabela 2) enquanto que as explorações agrícolas ocupam, apenas 6% e 1% da área total de cada distrito, respectivamente (MAE, 2005a,b) . Mas, a distância em relação aos centros urbanos (ex: Cidade da Beira) e o avançado estado de degradação das vias de acesso, poderão influenciar negativamente a exploração de lenha e carvão, no distrito de Chemba.

C. Impacto de mudanças no contexto económico e institucional do país sobre a disponibilidade de combustíveis lenhosos na região de estudo

Com base na figura 8 que apresenta a variação da biomassa lenhosa ao nível de cada distrito, no período compreendido entre o ano 2000 a 2015 quando:

- i) Situação 1: o preço da lenha e carvão, a disponibilidade de fontes alternativas de energia e a eficiência no uso dos combustíveis lenhoso aumentam numa proporção equivalente a 25%;
- ii) Situação 2: a taxa de estabelecimento de plantações florestais para fins energéticos aumenta em 50% e a incidência de queimadas descontroladas decresce de 30 para 20%

pode-se verificar que as mudanças no âmbito económico e institucional do país resultaram no aumento da disponibilidade em todos os distritos da região de estudo. O estabelecimento de mais plantações para fins energéticos e o controle de queimadas descontroladas (situação 2) são as alterações que mais impacto provocaram sobre a disponibilidade de biomassa lenhosa na região.

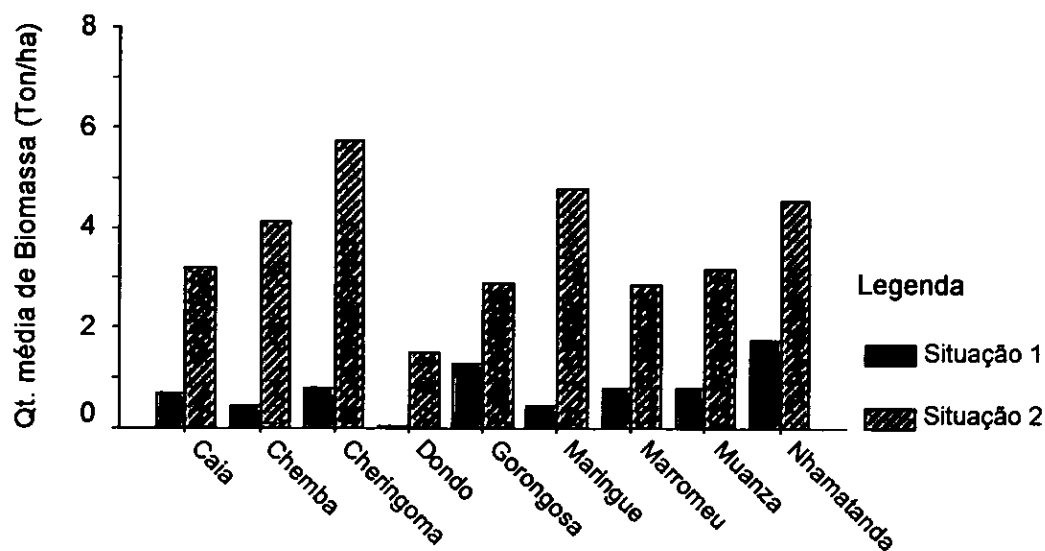


Figura 8: Efeito das mudanças no contexto económico e institucional do País sobre a disponibilidade de biomassa lenhosa na região Norte de Sofala no período entre 2000 a 2015

Com base no Teste-t, (tabela 6) ao nível de significância de 5% pode-se afirmar que as mudanças verificadas no contexto económico e institucional do país afectam a disponibilidade da lenha e carvão na Região Norte de Sofala.

O aumento da quantidade média de biomassa lenhosa disponível como resultado da ocorrência de mudanças no contexto económico e institucionais do país no período em análise foi estimado em 4.0905 ton/ha, ou 0.27 ton/ha/ano.

Tabela 6: Comparação de médias da disponibilidade de biomassa lenhosa “antes” e “depois” das mudanças no contexto económico e institucional do país (2000-2015)

	Médias	Diferença	<i>gl</i>	<i>t_{cal}</i>	α	<i>val-P_{..}</i>
Depois	26.6491	4.0905	46629	141.970	0.005	.000
Antes	22.5586					

Fazendo uma análise dos resultados obtidos (figuras 8) e considerando os cenários descritos no capítulo da metodologia, pode-se constatar o seguinte:

- i) mesmo com o aumento do preço da lenha e carvão, expansão da rede eléctrica e promoção de outras fontes alternativas de energia (gás e petróleo) o distrito de Dondo poderá registar até 2015 problemas de escassez de combustíveis lenhosos. Esta situação deve-se, provavelmente, ao facto de o incremento de biomassa resultante da redução do consumo da lenha e carvão a nível local, não ser suficiente para compensar a pressão provocada pela demanda da cidade da Beira e seus arredores. De acordo com PIED (1997) citado por Pereira *et. al.*, (2001) a cidade da Beira é o maior consumidor de carvão em comparação com os restantes centros urbanos localizados ao longo do corredor da Beira chegando a consumir anualmente 400 mil toneladas (cerca de 14% do consumo urbano a nível nacional) dos quais acima de 80% são extraídos dos distritos de Dondo e Nhamatanda (DPA, 2006).
- ii) contrariamente ao distrito de Dondo, o aumento do preço da lenha e carvão, expansão da rede eléctrica e promoção de outras fontes alternativas de energia (gás e petróleo) incrementam a disponibilidade dos combustíveis lenhosos nos distritos de Nhamatanda e Marromeu. Esta diferença é causada pelo facto destes três distritos estarem mais distantes da cidade da Beira e possuírem menor densidade populacional, respectivamente, 52.9 e 20.4 Hab/Km², contra 61.7 Hab/Km² do distrito de Dondo (veja tabela 2).
- iii) A introdução de fogões melhorados bem como doutras formas de melhoria da eficiência do consumo dos combustíveis lenhosos poderá aumentar a disponibilidade da lenha e carvão nos distritos de Cheringoma, Gorongosa, Maríngue, Muanza, Caia e Chemba. Contudo, Moyo *et. al.* (1993) citado por Siteo *et. al.* (2004) afirmam que a promoção de fogões melhorados não têm impacto significativo nas zonas rurais mas constitui um potencial para as zonas urbanas e peri-urbanas.
- iv) As mudanças que estimulam o aumento da oferta são as que melhor resolvem o problema de escassez de combustíveis lenhosos na região Norte da província de Sofala, porque, enquanto o estabelecimento de plantações florestais para fins energéticos aumenta a oferta de lenha e carvão principalmente nas zonas de maior escassez (cidade, vilas, ao longo das vias de acesso e outros locais de maior

densidade populacional) o combate às queimadas descontroladas reduz as perdas de biomassa nas zonas rurais, como por exemplo no distrito de Gorongosa.

5 CONCLUSÃO e RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusão

Com base nos resultados deste estudo, pode-se concluir que:

- ✓ ao nível global, a região Norte de Sofala não tem défice de oferta de combustíveis lenhosos porque, a taxa de incremento médio anual da demanda de lenha e carvão ($0.1823 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$) é muito inferior à taxa de crescimento médio anual da biomassa, estimada em $1.6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$. No entanto, existem locais onde a demanda é inferior à oferta, os quais registarão, até 2015, escassez de combustíveis lenhosos. Tal é o caso das áreas densamente povoadas localizadas nos distritos de Gorongosa, Dondo, Nhamatanda, ao longo das vias de acesso e em redor dos centros urbanos (cidades, cedes distritais e cedes dos postos administrativos).
- ✓ os distritos de Chemba e Cheringoma constituem as áreas potenciais para a exploração comercial de combustíveis lenhosos na região Norte da província de Sofala, porque para além de maior parte das suas áreas florestais permitirem o acesso livre, estes apresentaram níveis de incremento (0.48 e $0.73 \text{ ton}/\text{ha}$, respectivamente) e de stock de biomassa disponível (situados entre 30 a $> 40 \text{ ton}/\text{ha}$) superiores aos valores mínimos estimados em $0.375 \text{ ton}/\text{ha}/\text{ano}$ e $15 \text{ ton}/\text{ha}$, respectivamente. Todavia a exploração de lenha e carvão poderá ser influenciada negativamente pela distância em relação aos centros urbanos (ex: cidade da Beira) e pelo mau estado das vias de acesso, principalmente no distrito de Chemba.
- ✓ A ocorrência de mudanças no contexto económico e institucionais do país, no período compreendido entre 2000 a 2015 resulta no aumento significativo da disponibilidade dos combustíveis lenhosos na região Norte de Sofala. Contudo, o distrito de Dondo continuará a registar escassez de combustíveis lenhosos, mesmo com o aumento do preço do carvão, expansão da rede eléctrica, e promoção de outras fontes alternativas de energia (gás e petróleo). Porém, o problema poderá ser resolvido através do estabelecimento de plantações florestais para fins

energéticos e combate às queimadas descontroladas, pois, enquanto o primeiro aumenta a oferta quer nas zonas rurais, como nas zonas urbanas, ao longo das vias de acesso e outros locais de maior densidade populacional, o segundo reduz a destruição das florestas nas zonas rurais, locais de exploração da lenha e carvão.

5.2 Recomendações

- ✓ Uma das limitações do modelo SAFMA-GM reside no facto de não incluir outras formas de uso de terra, tais como, a agricultura itinerante facto que provoca erros de sobre-estimação das quantidades de biomassa disponível para o fornecimento de combustíveis lenhosos. Assim, recomenda-se que próximos estudos feitos na região incluam as perdas florestais causadas pela agricultura e outras formas de exploração dos recursos florestais.
- ✓ As mudanças institucionais e económicas projectadas neste estudo coincidem com as medidas necessárias para o combate do desflorestamento no País. Por este motivo recomenda-se que mais estudos sejam realizados no sentido de se identificar as medidas mais sustentáveis para a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade.
- ✓ Para garantir maior consistência dos resultados obtidos a partir do modelo, recomenda-se que mais simulações sejam feitas e sejam testados outros cenários de intervenção. Por exemplo, o impacto das alterações climáticas sobre as mudanças da cobertura vegetal no país.
- ✓ Dado o elevado poder de explorar diferentes cenários de intervenção e avaliar os possíveis impactos dessas intervenções, recomenda-se que o modelo SAFMA-GM seja adaptado para permitir a realização de estudos em outras regiões com características diferentes da área de gestão dos recursos naturais Gorongosa-Marromeu.

6 BIBLIOGRAFIA

Argola, J. (2004). Causas de mudança da cobertura florestal no corredor da Beira: trabalho de licenciatura. FAEF/UEM. Maputo. 52pp.

Brouwer, R. e Falcão, M. (2004). Wood fuel consumption in Maputo. Journal of Biomass and Bioenergy. Volume 27, Issue 3: 233-245pp.

Brown, S. (1997). Estimating biomass and biomass change of tropical forest. FAO. Rome. 55pp.

Chitará, S. (2003). Instrumentos para a promoção do investimento privado na indústria florestal moçambicana. MINAG/DNFFB. Maputo. 56pp.

DPA, Sofala. (2001). Relatório anual de actividades 2001. Serviços Provinciais de Florestas e Fauna Bravia. Beira. 25pp.

DPA, Sofala. (2003). Relatório anual de actividades 2003. Serviços Provinciais de Florestas e Fauna Bravia. Beira. 21pp.

DPA, Sofala. (2006). Relatório anual de actividades 2006. Serviços Provinciais de Florestas e fauna Bravia. Beira. 23pp.

Drigo, R. (2008) Consolidation Phase – wood energy component WISDOM Mozambique final report. AIFM. Maputo. 68pp

Egas, A. F. (2006). Caracterização de custos de consumo de carvão com outras fontes de energia doméstica na confeição de refeições. FAEF/UEM. Maputo. 22pp.

FAO. (2008). Forests and energy Key issues. FAO Forest paper 154. Rome. 73pp.

FAO. (2007). State of the world's forests 2007. Rome. 141pp.

FAO. (2001). State of the world's forests 2000. Rome. 175pp.

FAO. (1999). Tropical forest management techniques: a review of the sustainability of forest Management practices in tropical countries. Rome. 15pp.

Holland, R. (1999). The significance of biomass energy strategies (BEST) for sub-Saharan Africa. Background paper for 1st regional workshop on biomass energy strategy (BEST). Dar-es-Salaam. 15pp.

IIASA (1995). Global energy perspectives to 2050 and beyond. World Energy Council and IIASA. London.

INE (2007). III Recenseamento geral da população e habitação: resultados preliminares. Maputo.

Kammen, D. M., e Law, D. J. (2005). Renewable and Appropriate Energy Laboratory Report: Review of Technologies for the Production and Use of Charcoal. University of California. Berkeley. 19pp.

MADER (2002). Regulamento da Lei de florestas e fauna bravia. DNFFB. Maputo. 38pp.

MADER (1999). Lei de florestas e fauna bravia. DNFFB. Maputo. 29pp.

MAE. (2005a). Perfil do distrito de Cheringoma província de Sofala. Série perfis distritais. Maputo. 63pp.

MAE. (2005b). Perfil do distrito de Chemba província de Sofala. Série perfis distritais. Maputo. 41pp.

MAE. (2005c). Perfil do distrito de Dondo província de Sofala. Série perfis distritais. Maputo. 34pp.

MAE. (2005d). Perfil do distrito de Nhamatanda província de Sofala. Série perfis distritais. Maputo. 43pp.

MAE. (2005e). Perfil do distrito de Maríngue província de Sofala. Série perfis distritais. Maputo. 61pp.

- MAE. (2005f). Perfil do distrito de Muanza província de Sofala. Série perfis distritais. Maputo. 49pp.
- MAE. (2005g). Perfil do distrito de Gorongosa província de Sofala. Série perfis distritais. Maputo. 61pp.
- MAE. (2005h). Perfil do distrito de Marromeu província de Sofala. Série perfis distritais. Maputo. 48pp.
- MAE. (2005i). Perfil do distrito de Caia província de Sofala. Série perfis distritais. Maputo. 61pp.
- Marzoli, F. (2007). Inventário florestal nacional: avaliação integrada das florestas de Moçambique (AIFM). Direcção nacional de terras e florestas, Ministério de Agricultura. Maputo. 82pp.
- Mangue, P. (2000) Review of the existing studies related to fuel wood and/or charcoal in Mozambique. PROJECT GCP/INT/679/EC. Maputo.37pp.
- MICOA (2007). Plano de acção para a prevenção e controlo às queimadas descontroladas 2008-2018. Maputo. 46pp.
- MICOA. (2003). Estratégia e plano de acção para a conservação da biodiversidade em Moçambique. Maputo. 143 pp.
- MICOA (2002).Plano de acção nacional de combate à seca e à desertificação. Maputo. 88pp
- MINAG. (2008). Relatório anual 2007. Maputo. 41pp
- MINAG. (2006). Estratégia nacional de reflorestamento. Maputo. 22pp.
- Monjane M. (2001) Província de Maputo: zonas com potencial para produção de carvão, CHAPOS project/FAEF/DEF. Maputo. 28pp

Pereira, C., Brouwer, R., Monjane, M., Falcão, M. (2001). CHAPOSA: charcoal potential in southern Africa research project: final report. Mozambique. 54pp.

Saket M. (1994). Relatório Sobre a Actualização do Inventário Florestal Exploratório Nacional. FAO/UNDP, Maputo. 39pp

Silva, F. J. (1999). Dicionário universal milénio: língua portuguesa. Porto editora. Lisboa. 1653pp

Sitoe, A., Argola, J., Tchaúque, F. (2004). Condition assessment of fuel wood/charcoal in the SAFMA-GM study site. DEF/UEM. Maputo. 25pp

Sitoe, A., Mirira, R., Tchaúque, F. (2007). Avaliação dos níveis de consumo da energia de biomassa nas províncias de Tete, Nampula, Zambézia, Sofala, Gaza e Maputo. Ministério de Energia. UEM/FAEF. Maputo. 41pp

Zhang, D., Buongiorno J., Zhu, S. (1997). Trends and outlook for forest products consumption, production and trade in the Asia-pacific region. Working Paper No: APFSOS/WP/12. University of Wisconsin-Madison. USA. 158pp.