



# Ministério da Energia



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL**

## Relatório Final

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONSUMO DA ENERGIA DE BIOMASSA NAS  
PROVÍNCIAS DE TETE, NAMPULA, ZAMBÉZIA, SOFALA, GAZA E  
MAPUTO**

O estudo foi executado pelo GRNB – Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane. Para o efeito foi constituída uma equipe central de trabalho, composta pelos seguintes elementos:

Prof. Doutor Almeida A. Siteo – coordenador

Supervisor das províncias de Zambézia e Nampula

Eng. Rui Mirira

Supervisor das províncias de Tete e Sofala

Eng. Flávia Tchaúque

Supervisora das províncias de Maputo e Gaza



## **Agradecimentos**

Os autores, constituídos pela equipe central de trabalho agradecem todos os que de uma forma directa ou indirecta contribuíram para o sucesso deste trabalho. Agradecimentos especiais vão a todas as Direcções Provinciais de Recursos Minerais e Energia e Serviços Provinciais de Florestas e Fauna Bravia que deram o apoio na colheita de dados de campo e facilitaram o acesso aos dados estatísticos.



## Tabela de conteúdo

|   |     |
|---|-----|
| Agradecimentos .....  | iii |
| Tabela de conteúdo .....  | iv  |
| Lista de figuras.....   | v   |
| Lista de tabelas.....   | vi  |
| Sumário executivo .....   | vii |
| 1. Introdução .....   | 1   |
| 2. Objectivos .....   | 2   |
| 2.1 Objectivos Geral .....  | 2   |
| 2.2 Objectivos Especificos.....   | 2   |
| 3. Metodologia do Trabalho.....   | 2   |
| 3.1 Medição directa.....  | 3   |
| 3.2 Medição indirecta.....  | 4   |
| 3.3 Produção de lenha e carvão.....   | 4   |
| 3.4 Preços de lenha e carvão .....  | 5   |
| 3.5 Determinação de biomassa .....  | 5   |
| 3.6 Procedimento .....  | 5   |
| 4. Resultados.....  | 6   |
| 4.1 Factores de conversão de unidades de medida de biomassa lenhosa.....            | 6   |
| 4.2 Valor dispendido pelo consumo de lenha e carvão pelos consumidores urbanos .... | 7   |
| 4.2.1 Carvão .....  | 7   |
| 4.2.2 Lenha.....  | 9   |
| 4.3 Conversão para peso seco na estufa.....   | 11  |
| 4.4 Conversão para KCalorias .....  | 12  |
| 4.5 Estatísticas de licenciamento de lenha e carvão .....                           | 13  |
| 4.5.1 Licenciamento urbano industrial de lenha .....                                | 13  |
| 4.5.2 Licenciamento urbano doméstico de carvão em sacos .....                       | 15  |
| 4.7 Consumo observado (medição directa).....  | 19  |
| 4.7.1 Consumo doméstico urbano com base no inquérito e medição directa .....        | 20  |
| 4.7.2 Consumo doméstico rural .....   | 22  |
| 4.8 Consumo nacional.....   | 23  |
| 5 Discussão .....   | 29  |
| 5.1 Factores de conversão .....   | 29  |
| 5.2 Consumo médio per capita.....   | 29  |
| 5.3 Consumo nacional.....   | 31  |
| 5.4 Produção de lenha e carvão.....   | 32  |
| 6. Conclusões .....   | 33  |
| 7. Recomendações para melhoria de estimação do consumo .....                        | 34  |



**Lista de figuras**

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Peso médio do saco de carvão por província (peso seco ao ar).....  | 6  |
| Figura 2. Peso médio dos montinhos e latas de carvão por província (peso seco ao ar) ....  | 7  |
| Figura 3. Preço médio por Kg (peso seco ao ar) do saco de carvão por província.....  | 7  |
| Figura 4. Preço médio por Kg (seco ao ar) dos montinhos e latas de carvão .....  | 8  |
| Figura 5. Preço médio por saco de carvão por província.....  | 9  |
| Figura 6. Peso médio em Kg dos molhos de lenha e peso médio por metro estere.....  | 9  |
| Figura 7. Preço médio do Kg de lenha.....  | 10 |
| Figura 8. Quantidade de lenha licenciada em todas as províncias – 2004 ano típico.....   | 15 |
| Figura 9. Quantidade de carvão licenciado em todas as províncias – ano de referência<br>2004 (sacos de carvão).....  | 16 |
| Figura 10. Consumo urbano de combustíveis lenhosos: A – áreas urbanas e suburbanas de<br>elevada densidade populacional usam combustíveis lenhosos para suas necessidades<br>energéticas; B – carvão é o principal combustível lenhosos de uso doméstico nas<br>zonas urbanas..... | 19 |
| Figura 11. Consumo doméstico urbano de carvão e lenha (peso seco ar ar per capita) ...   | 21 |
| Figura 12. Consumo rural de lenha – peso seco ao ar .....  | 22 |
| Figura 13. Produção de biomassa lenhosa: A – produção deficiente nos vales dos<br>principais rios, Vale do Zambeze; B – produção elevada nas florestas densas,<br>Cheringoma.....  | 24 |
| Figura 14. Mapa florestal de Moçambique. Fonte: Inventário florestal Nacional (Marzoli<br>2007).....   | 25 |
| Figura 15. Lenha utilizada para uso doméstico: A – lenha abatida de árvores vivas,<br>destinada a venda nas zonas urbanas; B - ramos e troncos de árvores mortas, lenha<br>típica de uso rural.....  | 27 |
| Figura 16. Relação entre densidade populacional e cobertura de florestas e outras<br>formações lenhosas. Fonte: Inventário Florestal Nacional (Marzoli 2007).....  | 27 |



### **Lista de tabelas**

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1. Zonas de amostragem para a medição directa do consumo de lenha e carvão nas seis províncias.....                              | 3  |
| Tabela 2. Resumo dos factores de conversão (peso seco ao ar).....   | 11 |
| Tabela 3. Resumo dos factores de conversão (peso seco na estufa).....   | 12 |
| Tabela 4. Comparação da densidade de algumas espécies utilizadas para lenha e carvão com a informação da literatura.....                | 12 |
| Tabela 5. Licenciamento de lenha (metro-estere) em todas as províncias no período 1998-2006 (fonte: Relatórios anuais da DNFFB).....    | 14 |
| Tabela 6. Licenciamento de carvão em todas as províncias – período 1998-2006, sacos de carvão.....                                      | 16 |
| Tabela 7. Consumo urbano nacional de lenha e carvão com base nas estatísticas de licenciamento.....                                     | 17 |
| Tabela 8. Projecção da população urbana nas diferentes províncias (com base no censo populacional do INE 1997).....                     | 18 |
| Tabela 9. Consumo urbano doméstico per capita de lenha e carvão das famílias que consomem lenha e carvão.....                           | 21 |
| Tabela 10. Estimativa do consumo nacional de lenha e carvão em Moçambique.....  | 23 |
| Tabela 11. Áreas florestais não destinadas a produção de combustíveis lenhosos.....   | 24 |
| Tabela 12. Balanço de biomassa lenhosa para uso energético.....   | 26 |
| Tabela 13. Mudança de cobertura vegetal por província no período 1990-2002.....   | 28 |
| Tabela 14. Consumo médio per capita por ano utilizando diferentes métodos.....  | 30 |
| Tabela 15. Consumo médio per capita por ano de peso seco à estufa de lenha e carvão obtido na literatura (Fonte: Siteo et al 2004)..... | 31 |
| Tabela 16. Consumo de lenha em países da África Austral (fonte: Moyo et al 1993).....   | 32 |
| Tabela 17. Biomassa por tipo de vegetação na região do Corredor da Beira (Tchaúque 2004).....   | 33 |



### **Sumário executivo**

1. A lenha e o carvão constituem a principal fonte de energia para cozinhar, aquecer e iluminar nas famílias Moçambicanas. Este padrão de utilização é característico dos países Africanos ao sul do Sahara. As tendências ao longo dos anos, não mostram sinais de que a curto prazo seja possível substituir de forma efectiva a lenha e o carvão como principais fontes de energia. Apesar de tudo, o conhecimento sobre as quantidades de lenha e carvão consumidas em Moçambique ainda é escasso, apesar de haver alguns estudos localizados, particularmente na província e cidade de Maputo e a cidade da Beira. Este estudo, surge como tentativa de trazer à luz, informação sobre o consumo dos combustíveis lenhosos em diferentes regiões de Moçambique.
2. Assim, foi estabelecido o objectivo geral estimar a produção e consumo dos combustíveis lenhosos nos país; tendo sido definidos para o efeito os seguintes objectivos específicos (i) Identificar e agrupar os principais consumidores de combustíveis lenhosos nas províncias de Tete, Nampula, Zambézia, Sofala, Gaza e Maputo/Matola bem como nas áreas rurais dessas províncias; (ii) Fazer o levantamento de dados dos níveis de consumo actual de combustíveis lenhosos pelos diversos grupos de consumidores; e (iii) Identificar as principais fontes de abastecimento de combustíveis lenhosos para as províncias de Tete, Nampula, Zambézia, Sofala, Gaza e Maputo/Matola.
3. Para se alcançar os objectivos definidos foram utilizados métodos combinados de recolha de dados, incluindo (i) métodos indirectos – que consistiram na recolha de dados estatísticos produzidos pelos Serviços de Florestas e Fauna Bravia e pelas Direcções Provinciais de Recursos Minerais e Energia, a utilização de inquéritos aos utilizadores de combustíveis lenhosos e (ii) métodos directos – que consistiram na medição directa do consumo de combustíveis lenhosos nos locais de utilização.
4. O consumo de combustíveis lenhosos foi estimado para as zonas urbanas e para as zonas rurais das seis províncias seleccionadas e abrangeu um total de 1800 agregados familiares.
5. Para facilitar os cálculos foi preciso incluir no estudo, uma componente de estimação de factores de conversão das diferentes unidades de medida de combustíveis lenhosos que permitissem unificar e expressar na mesma unidade tanto a lenha, geralmente medida em metros estere e em molhos, assim como o carvão, geralmente medido em sacos ou em montinhos.
6. Os resultados mostram que é possível converter as diferentes unidades e foram encontrados para este estudo os seguintes factores: 1 saco de carvão pesa 48 Kg; 1 metro estere de lenha pesa 380 Kg; 1 molho de lenha pesa 8.2 Kg; 1 montinho de carvão pesa 910 g. Estes valores representam as medidas de tendência central (média ou mediana) mais característico, referentes ao peso da lenha e carvão nas condições em que é comercializado e utilizado.
7. O preço do carvão (3.5 e 5.5 mt/Kg) quando comprado em saco e em montinho respectivamente, é mais alto que o preço da lenha (1.5 mt/Kg).



8. Os principais consumidores de combustíveis lenhosos são (i) os consumidores domésticos – que usam a lenha ou carvão para cozinhar, aquecer, e iluminar e (ii) os grandes consumidores – que utilizam principalmente a lenha para cozinhar e gerar calor para processos industriais. Entre os grandes consumidores encontram-se (a) as cozinhas colectivas tais como os centros internatos, hospitais, centros prisionais e quartéis, (b) as indústrias, principalmente as padarias, cerâmicas e indústrias químicas.
9. O consumo dos grandes consumidores, considerando que o transporte de grandes volumes de lenha carece de licenciamento, estimado com base nas estatísticas da DNTF, é de cerca de 52.5 mil ton (de peso seco na estufa) por ano a nível nacional. Este valor foi estimado depois de considerar que as estatísticas representam apenas 10% do consumido, mas, mesmo assim, considera-se muito baixo comparado com as capacidades de utilização de combustíveis lenhosos.
10. Em geral, os consumidores domésticos urbanos utilizam o carvão enquanto que os utilizadores domésticos rurais utilizam lenha. O processo de fabrico de lenha passa por um processo de abate de árvores para este propósito, enquanto que a lenha consumida no meio rural é geralmente colhida entre as partes mortas das árvores, sem que se tenha de efectuar um abate de árvores para este propósito.
11. O consumo doméstico anual per capita foi estimado com base nas medições directas do consumo em cerca de 0.6 e 0.9 ton (de peso seco na estufa) de lenha ou equivalente em carvão, para a zona rural e zona urbana respectivamente. Estes valores resultam numa estimativa de cerca de 9.3 e 5.5 milhões de toneladas por ano na zona rural e urbana, respectivamente, totalizando 14.8 milhões de toneladas a nível nacional. Os valores assim estimados, correspondem a 1-1.2 m<sup>3</sup>/ano per capita e 23.68 milhões de metros cúbicos por ano, o correspondente a uma média nacional de 1.16 m<sup>3</sup>/ano per capita.
12. A variação do consumo rural e urbano reflecte padrões diferenciado de utilização de combustíveis lenhosos. Os consumidores domésticos urbanos consomem principalmente o carvão, cuja produção implica perdas de energia e cujo processo é pouco eficiente resultando em muitas perdas. O facto de que para produzir 15 Kg de carvão são necessários 100 Kg de lenha torna o processo de fabrico de carvão pouco eficiente, resultando num consumo elevado do habitante urbano quando expressado em equivalente de lenha.
13. As estimativas da produção de combustíveis lenhosos são mais complexos do que se poderia imaginar, particularmente com a observação de que os consumidores rurais utilizam principalmente lenha morta (que não é biomassa), cuja dinâmica não é conhecida. Porém, o balanço nacional feito depois de deduzir as áreas de conservação, as reservas nacionais, reservas florestais, coutadas de caça e concessões florestais e as áreas de ecossistemas sensíveis indica que não há crise de lenha e carvão. A capacidade de produção de lenha e carvão é estimada em 22 milhões de toneladas por ano, contra as actuais necessidades de 14.8 milhões de toneladas por ano, resultando num balanço positivo de 7.2 milhões de toneladas por ano.





14. A distribuição da biomassa lenhosa não obedece o mesmo padrão da procura, resultando em áreas com um déficit de biomassa lenhosa e outras com abundante biomassa lenhosa. Em áreas de elevada concentração populacional, tais como os centros urbanos e nos vales dos principais rios há, em geral, um déficit de abastecimento de biomassa lenhosa. Este fenómeno tem elevado a pressão sobre os distritos em redor das grandes cidades e ao longo das estradas para abastecimento de lenha e carvão.
15. O consumo nacional médio estimado per capita por ano de cerca de 1-1.2 m<sup>3</sup> (ou 0.6-0.9 ton) está dentro das estimativas anteriores feitas para Moçambique e para os países da África Austral e podem ser considerados válidos. As diferenças resultantes da utilização de diferentes métodos eram esperados e representam as variações associadas a cada um dos métodos. Em todos os casos, fica-se com a impressão de o consumo de combustíveis lenhosos estar subestimado, particularmente devido à dificuldade de medir o consumo dos grandes consumidores e das estatísticas do licenciamento não representarem fielmente o consumo daquele grupo de consumidores.
16. As variações observadas dos padrões de consumo entre províncias não têm uma explicação simples, uma vez que há diversos factores que podem estar na origem desta variação. Estes factores incluem a cultura, as espécies de planta utilizadas para combustível lenhoso, preços de combustíveis lenhosos, disponibilidade dos combustíveis lenhosos, entre outros.
17. Avaliando os resultados do estudo, recomenda-se conduzir observações de longo prazo e fazer estudos comparativos da medição da produção e de utilização de combustíveis lenhosos. Os estudos devem incluir características das espécies com a finalidade de captar maior variabilidade dos parâmetros estimados.



### 1. Introdução

A principal fonte de energia para a população Moçambicana realizar as suas actividades como cozinhar, aquecimento, secar peixe e carne, fazer pão, etc., são os combustíveis lenhosos da floresta natural (Falcão, 2000). De acordo com World Bank (1987) mais que 90% das famílias em países em desenvolvimento utilizam exclusivamente lenha para cozinhar e menos de 10% utiliza carvão vegetal. Williams (1993) estimou que entre 70-80% das famílias residentes em zonas urbanas em Moçambique utilizam combustíveis lenhosos (lenha e carvão) como principal fonte de energia doméstica e todas as famílias rurais dependem destes combustíveis para satisfazer as suas necessidades em energia doméstica. O consumo médio anual *per capita* de combustíveis lenhosos em Moçambique em zonas urbanas foi de 0,82 m<sup>3</sup> e em áreas rurais foi de 0,9 m<sup>3</sup> (SADCC, 1988; Bila, 1992). Estes valores foram estimados numa época histórica em que havia poucas alternativas de energia tanto doméstica como industrial. Acredita-se que com a introdução do gas de cozinha, o aumento do petróleo de iluminação, bem como a expansão da rede eléctrica que se verificou na última década tenha alterado o padrão de utilização dos combustíveis lenhosos em Moçambique. Outro factor adicional, pode ser o acesso às áreas de produção de lenha e carvão (o qual aumentou) e o impacto das políticas do sector florestal (p.e. o licenciamento de lenha e carvão) na disponibilidade destes combustíveis.

Os combustíveis lenhosos em Moçambique são obtidos a partir de árvores de floresta natural, mangais, dos restos da derruba para novas machambas, árvores mortas e plantações florestais como também de podas de árvores nas cidades (árvores de sombra e ornamentais) e resíduos das serrações (Brouwer e Falcão, 2002).

A produção de combustíveis lenhosos para comercialização, nomeadamente o fabrico de carvão é geralmente efectuada ao redor das grandes cidades e ao longo das estradas principais para abastecimento do mercado urbano. A tecnologia de fabrico de carvão é simples e com base em fornos tradicionais de terra, cujo rendimento variam de 8-30 %. O país deve explorar anualmente cerca de 17 milhões de m<sup>3</sup> de madeira para geração de energia, principalmente para consumo doméstico (Pereira, et al 2002).

Apesar de 70% da população actual residir nas zonas rurais, tendo como fonte única o combustível lenhoso, curiosamente, não é esta parte da população que ameaça o recurso, mas sim os restantes 30% da população que habitam zonas urbanas e peri-urbanas mas continuam dependentes da lenha e do carvão vegetal como principal fonte de energia doméstica. Esta constatação é devida à baixa densidade populacional nas zonas rurais e à elevada biomassa lenhosa disponível, enquanto que nas zonas urbanas o fenómeno é o contrário. Isto resulta numa pressão muito elevada nas áreas de florestas naturais adjacentes às cidades e ao longo das estradas que vão dar às cidades. A produção de carvão é efectuada em moldes individuais em áreas de floresta natural sem nenhuma prática de manejo florestal, resultando na maioria dos casos, numa exploração acima das capacidades do ecossistema. O abastecimento de tais quantidades de carvão às áreas urbanas requer a existência e manejo de vastas áreas de floresta, muito aquém da capacidade actual de controle e fiscalização do Estado.

Não existem dados do consumo nacional para todos os produtos florestais mas com base nos dados da comercialização dos principais produtos e de estimativas de consumo de lenha e estacas é possível determinar a importância relativa dos produtos florestais no consumo nacional. Considerando apenas a comercialização legal total de produtos florestais do país, o consumo de combustíveis lenhosos representou a grande fatia de 62% em 1997 (Pereira, et al 2002).



## **Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade**

As estatísticas de consumo de lenha e carvão são escassas e reportam apenas uma parte pequena do volume total consumido. De facto, a lenha e carvão consumidos no meio rural não passa pelos mercados nem transita pelos postos de fiscalização utilizados para o efeito. Ao mesmo tempo, uma parte do consumo urbano não entra nas estatísticas oficiais, por um lado devido à fuga ao fisco de operadores, muitos deles informais. Adicionalmente a este problema, verifica-se uma proliferação de unidades de medida da lenha e carvão consumidos dentro das estatísticas oficiais. Assim, por exemplo, a lenha é reportada em metros esteres, o carvão em número de sacos. Ao mesmo tempo, ao nível do consumidor, principalmente o doméstico, utilizam-se outras formas de medida, que incluem número de sacos de carvão, latas ou montinhos de carvão, molhos de lenha, entre outros. Esta dispersão cria certa dificuldade de entendimento e uniformização das unidades de medida quando o que se pretende é utilizar medidas convencionais internacionais (Kg, m<sup>3</sup>) para reportar o consumo.

Este estudo aparece como uma medida de resolver uma parte das preocupações apresentadas acima. Reconhecendo-se as limitações de tempo e orçamento associados, foram definidos os objectivos e metodologia indicados abaixo.

## **2. Objectivos**

### **2.1 Objectivos Geral**

O presente projecto tem como objectivo geral estimar a produção e consumo dos combustíveis lenhosos nos Países.

### **2.2 Objectivos Específicos**

- I. Identificar e agrupar os principais consumidores de combustíveis lenhosos nas províncias de Tete, Nampula, Zambézia, Sofala, Gaza e Maputo/Matola bem como nas áreas rurais dessas províncias;
- II. Fazer o levantamento de dados dos níveis de consumo actual de combustíveis lenhosos pelos diversos grupos de consumidores;
- III. Identificar as principais fontes de abastecimento de combustíveis lenhosos para as províncias de Tete, Nampula, Zambézia, Sofala, Gaza e Maputo/Matola;

## **3. Metodologia do Trabalho**

O estudo foi feito em seis províncias: Maputo, Gaza, Sofala, Tete, Zambézia e Nampula. Para cada província, foi feito o levantamento na cidade capital, e em Postos Administrativos e localidades rurais em dois distritos por província (ver Tabela 1).



Tabela 1. Zonas de amostragem para a medição directa do consumo de lenha e carvão nas seis províncias

| Província | Zona urbana | Zona rural                                    |
|-----------|-------------|---|
| Maputo    | Matola      | Mafuiane (Namaacha)<br>Massaca (Boane)        |
| Gaza      | Xai-Xai     | Muzamane (Manjacaze)<br>Malehice (Chibuto)    |
| Sofala    | Beira       | Inchope (Nhamatanda)<br>Mafambisse (Dondo)    |
| Tete      | Tete        | Mussacama (Moatize)                           |
| Nampula   | Nampula     | Itoculo (Monapo)<br>Nihessiue (Murrupula)     |
| Zambézia  | Quelimane   | Cumbabo (Morrumbala)<br>Nicoadala (Nicoadala) |

Para responder ao objectivo geral deste estudo foi preciso estimar o consumo de lenha e carvão per capita e/ou por agregado familiar. Isto significa o conhecimento da quantidade total de lenha e carvão consumidos e a população ou o número de elementos do agregado familiar bem como o total da população numa dada região. Para isso, as estatísticas do censo populacional de 2007 (resultados preliminares) foram utilizadas para estimar o número de habitantes.

A variável principal é a quantidade de lenha e carvão consumidos, cuja medição foi conseguida por métodos directos e métodos indirectos. Os métodos directos implicaram a medição da quantidade de lenha e carvão consumidos pelos agregados familiares e grandes consumidores (indústrias, internatos, hospitais, quartéis, e outros) enquanto que os métodos indirectos implicaram a medição da quantidade de lenha e carvão licenciada e transportada com base nas estatísticas dos Serviços Provinciais de Florestas e Fauna Bravia. Ambos os métodos têm deficiências e, para isso foram utilizados os dois métodos em simultâneo com a finalidade de cruzar a informação.

### 3.1 Medição directa

O consumo urbano foi estimado para as cidades capitais de província enquanto que o consumo foi estimado nos postos Administrativos e nas localidades. O consumo foi medido ao nível de agregados familiares e nas fábricas (padarias, cerâmicas, outros), centros internatos, quartéis, e hospitais. Uma balança foi utilizada para pesar e determinar o peso (em Kg) da lenha e carvão utilizados. Ao mesmo tempo foi encontrada uma forma de medir o volume ( $m^3$  ou esteres) ou número de sacos, montinhos, latas e outras unidades utilizadas com frequência para medir o combustível lenhoso.

- (i) Volume de lenha: principalmente utilizado para a lenha em grandes quantidades, geralmente expressos em metros-estere; a lenha foi arrumada em forma de uma pilha regular que permitisse medir o comprimento, altura e largura da pilha; em seguida, toda a lenha assim empilhada foi pesada por meio de uma balança com precisão de 0.5 Kg.



## **Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade**

---

- (ii) Sacos de carvão: utilizados para o carvão, que geralmente é comercializado em forma de saco; neste caso foi apenas feita a contagem dos sacos; os registos estatísticos indicam o licenciamento de carvão em forma de saco.
- (iii) Molho de lenha: utilizada para consumidores domésticos e pequenas quantidades de lenha amontoada nos mercados e à beira da estrada para a venda. A pesagem foi feita utilizando uma balança com precisão de 0.1 Kg.
- (iv) Montinho ou lata de carvão: utilizada para consumidores domésticos e pequenas quantidades de carvão vendida a retalho nos mercados urbanos. A pesagem foi feita utilizando uma balança com precisão de 0.1 Kg.

Esta informação foi colhida sistematicamente com vista a estabelecer funções e coeficientes de conversão das diferentes unidades de medida e facilitar os processos de medição.

Neste processo, os consumidores foram classificados em domésticos (urbanos e rurais) e grandes consumidores, principalmente urbanos (industriais e internatos). Para o consumo doméstico urbano foram observados 200 agregados familiares por cidade enquanto que os grandes consumidores foram observados na sua maioria, dependendo do número destes em cada cidade estudada. O consumo diário doméstico (urbano e rural) foi medido através da diferença entre a quantidade total medida em dois dias consecutivos à mesma hora. A informação sobre compras adicionais (ou colheita) de lenha e carvão foram colhidas junto aos agregados.

### **3.2 Medição indirecta**

Informação sobre produção, transporte, e comercialização de lenha e carvão foi colhida dos relatórios estatísticos dos SPFFB (volumes, pesos, sacos de carvão licenciados ou transportados e registados nos postos de fiscalização), nos mercados (volumes, pesos, sacos de carvão comercializados).

Foram inquiridos os consumidores e vendedores no sentido de estimar o volume de lenha e carvão consumido num período mais longo ao que se foram feitas as observações indirectas.

Os dados obtidos foram processados estatisticamente de forma a produzir medidas de tendência central e dispersão sobre o consumo de lenha e carvão por província. A informação colhida forneceu resultados em termos de consumo per capita, tomando em consideração a população total (incluindo consumidores e não consumidores de lenha e carvão).

### **3.3 Produção de lenha e carvão**

A capacidade de produção foi estimada utilizando informação de biomassa dos inventários florestais realizados no país. A principal fonte de informação foi o Relatório do Inventário Florestal Nacional (Marzoli 2007) estudos de biomassa florestal (Tchaúque 2004, Siteo e Tchaúque 2006). Os resultados obtidos por estes métodos foram utilizados para quantificar a produção e o potencial de produção através de mapas e tabelas de distribuição por província.



### 3.4 Preços de lenha e carvão

Os preços de lenha e carvão foram obtidos junto aos mercados e consumidores. O preço médio de lenha e carvão foi estimado apenas para as zonas urbanas através de levantamentos feitos aos vendedores grossistas e retalhistas de lenha e carvão nos mercados urbanos. Nas zonas urbanas, a lenha é o principal combustível lenhoso que é colhido nas áreas de florestas e machambas locais sem passar pelos mercados.

### 3.5 Determinação de biomassa

A biomassa de lenha e carvão consumida (Kg ou toneladas) foi determinada através de medições no local de estudo. Amostras de lenha e carvão foram extraídas nos mercados de modo a determinar a percentagem de humidade, o que permitiu determinar por análise laboratorial, o peso seco (na estufa). Este valor, o peso seco na estufa, é que corresponde ao valor da biomassa. Usou-se este procedimento para permitir a utilização de factores de conversão reais de entre as diferentes unidades de medida da biomassa lenhosa (m<sup>3</sup>, Kg, estere, saco, lata, etc.).

Para estimar o peso de lenha correspondente ao carvão foi utilizada a informação de estudos de eficiência de produção de carvão em Moçambique (Chaposa 2001, António 2002), os quais indicam uma eficiência média de 15% (13-18%), isto é, com a lenha de 100 Kg (peso verde, ou seco ao ar), produz-se 13-18 Kg de carvão (peso verde ou seco ao ar).

### 3.6 Procedimento

Uma equipe central, constituída por três técnicos superiores (incluindo um coordenador) foi constituída com a finalidade de implementar o estudo. A equipe central refinou os detalhes metodológicos, incluindo a definição do tamanho da amostra, a selecção dos sítios e a sua respectiva estratificação e definição de consumidores. A equipe desenvolveu os formulários de campo e as fichas de inquérito para o estudo. Esta equipe testou a metodologia na cidade de Maputo, nos mercados de Malhangalene e Malanga e fez a capacitação do pessoal de campo para o levantamento de dados nas restantes cidades. Informações de estudos anteriores sobre o consumo e produção de lenha e carvão em Moçambique foram obtidas com vista a complementar a informação recolhida directamente neste estudo.

Foi formada uma equipe de quatro pessoas em cada província com o objectivo de levar a cabo o levantamento de dados de campo. A capacitação das equipes bem como o acompanhamento na colecta de dados foi feita pela equipe central de modo a assegurar a qualidade de dados. Os dados recolhidos foram digitalizados no computador e posteriormente processados estatisticamente.

As equipes provinciais foram recrutadas localmente com apoio dos SPFFB e das DPRME. A colheita de dados foi feita sob supervisão directa da equipe central e inclui as informações descritas nas secções acima.

A inserção da equipe de medição no local foi feita com apoio das estruturas locais (Administração do distrito, chefe de localidade, secretário do bairro, chefe do mercado) de acordo com cada caso.



## 4. Resultados

### 4.1 Factores de conversão de unidades de medida de biomassa lenhosa

Com a finalidade de permitir a conversão de valores do consumo de combustíveis lenhosos foram pesados sacos de carvão, molhos de carvão e de lenha de modo a se conhecer o respectivo peso médio. Os resultados preliminares estão apresentados nas Figuras 1 e 2. No total, foram medidos 723 sacos de carvão utilizando uma balança com capacidade para pesar até 100 Kg e precisão de 500g. O peso médio do saco nas seis províncias é de 48.8 Kg. O peso dos sacos varia de uma província a outra como indica a Figura 1, sendo Maputo a província que apresentou os sacos mais pesados e Sofala a província com sacos menos pesados. Os pesos variam de 20 a 80 Kg por saco reflectindo a grande variabilidade de condições de comercialização dos sacos de carvão. Possíveis causas de diferenças no peso incluem (i) a combinação de espécies de árvores utilizadas para o fabrico de carvão, (ii) o método de fabrico, (iii) e o tamanho do saco.

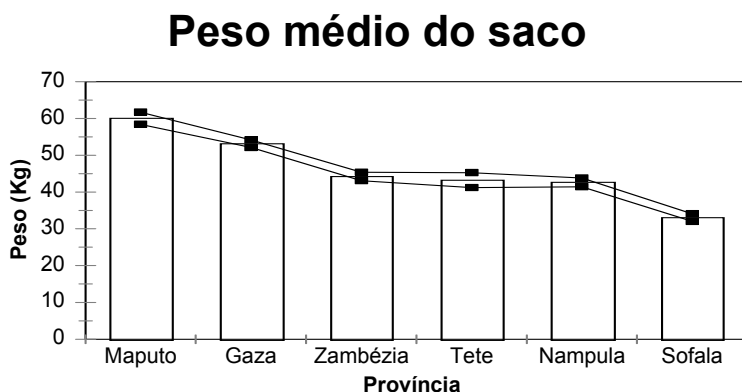


Figura 1. Peso médio do saco de carvão por província (peso seco ao ar)

Há uma grande variedade de montinhos e latas utilizadas para medir o carvão que é vendido em pequenas quantidades sem estar em sacos. Os resultados preliminares indicam que em média os montinhos e latas pesam 910 g com uma variação que vai desde 250g até cerca de 2.0 Kg. Em geral, a província de Gaza apresenta os montinhos mais pesados, enquanto que Nampula tem os montinhos menos pesados (Figura 2). Esta variação reflecte a grande variedade das formas dos montinhos e latas que são utilizados para a medição do carvão e pequenas proporções.

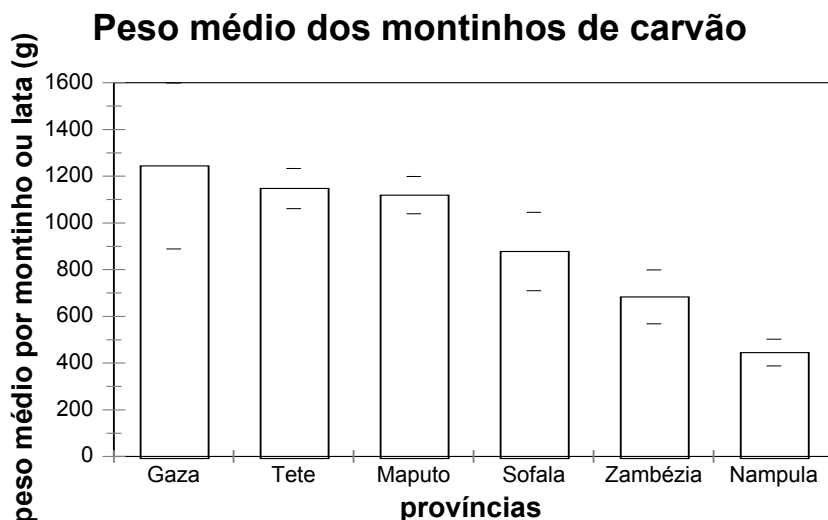


Figura 2. Peso médio dos montinhos e latas de carvão por província (peso seco ao ar)

#### 4.2 Valor dispendido pelo consumo de lenha e carvão pelos consumidores urbanos

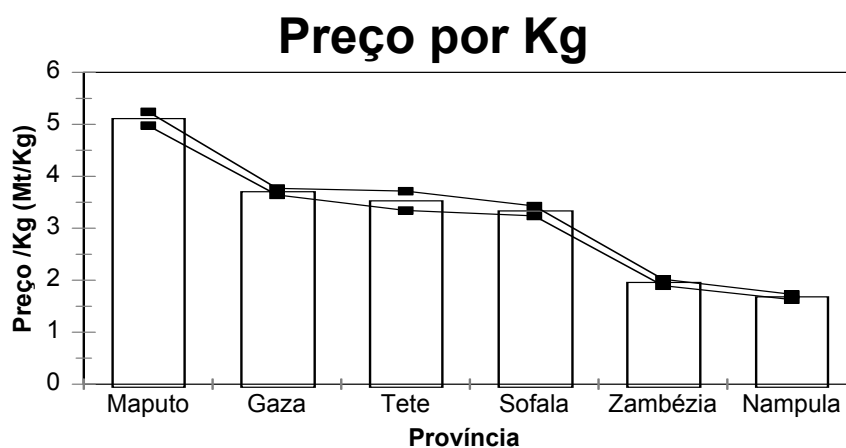


Figura 3. Preço médio por Kg (peso seco ao ar) do saco de carvão por província

##### 4.2.1 Carvão

Com base na Figura 3 pode-se observar que o preço do Kg de carvão é mais elevado na província de Maputo e vai decrescendo à medida que vamos nos dirigimos para a zona norte do país. Tendo sido





observados os preços mais baixos em Zambézia e Nampula. Nesta ordem de ideia, o Kg de carvão em Maputo pode ser adquirido por 5,00 Mt enquanto que em Zambézia por 2,00 Mt em média. Em termos comparativos, a estatística t-de Student a 5% de significância mostra que o preço de Maputo é mais alto e diferente de todas as outras províncias analisadas, enquanto que os preços de Gaza, Tete e Sofala não diferem entre si e formam o segundo grupo com preços médios. O último grupo constituído pelas províncias de Zambézia e Nampula tem os preços mais baixos. Analisando o preço por Kg por montinho de carvão (Figura 4) observa-se que Gaza tem o preço mais elevado, de cerca de 10,00 Mt/Kg e Nampula o preço mais baixo de 3,00 Mt/Kg. Em todos os casos, o preço por Kg é mais elevado quando se compra em montinhos do que em saco.

### Preço médio por Kg montinhos de carvão

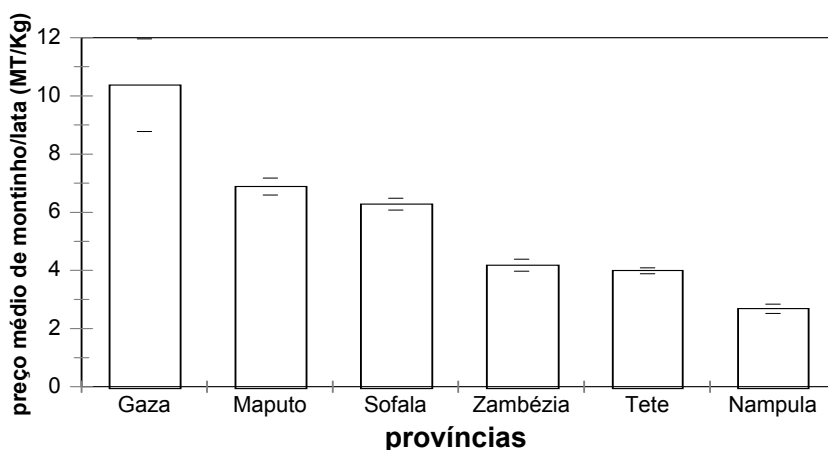


Figura 4. Preço médio por Kg (seco ao ar) dos montinhos e latas de carvão

O preço do saco de carvão em Maputo é elevado e é em média, 300,00 Mt e mais baixo em Zambézia onde o preço médio é de 70,00 Mt.



## Preço por Saco

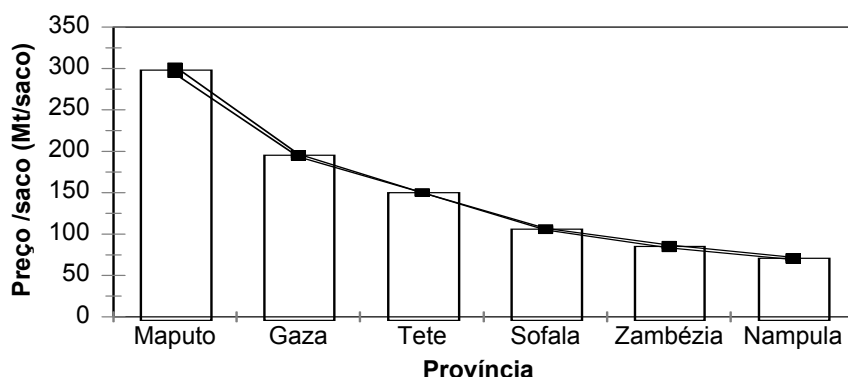


Figura 5. Preço médio por saco de carvão por província

### 4.2.2 Lenha

Nas seis províncias onde foram realizadas observações directas, foram medidos 409 molhos de lenha vendida a retalho. Não há informação de lenha a retalho na província da Zambézia uma vez que não foi encontrado um número significativo de molhos de lenha nos mercados visitados. O peso médio do molho de lenha é de 8.2 Kg, sendo Gaza a província com molhos de maior peso, com 12 Kg e Nampula os molhos de menor peso, com 3Kg. Apesar da média geral ser 8.2 Kg, quatro das províncias medidas têm um peso médio inferior a 5 Kg.

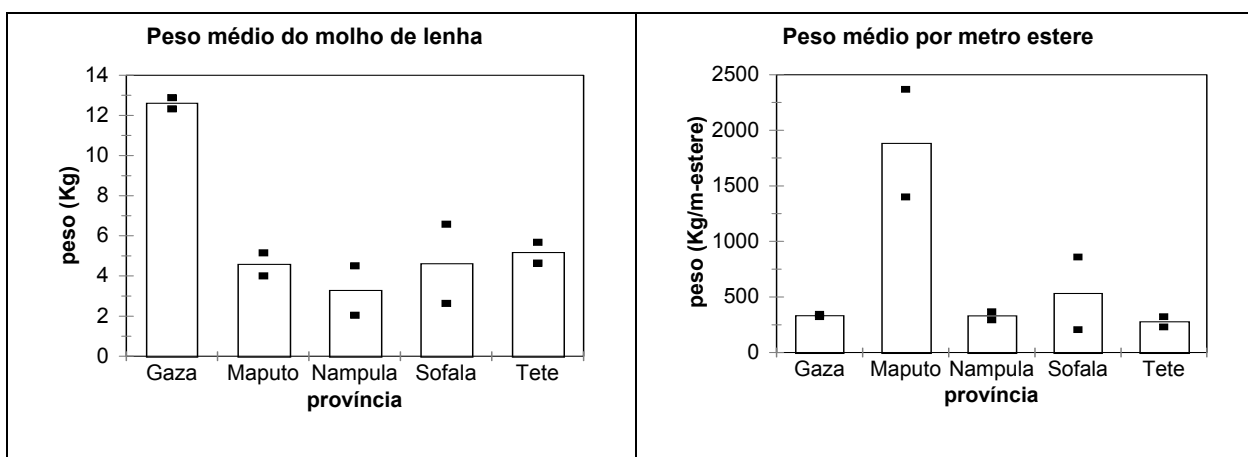


Figura 6. Peso médio em Kg dos molhos de lenha e peso médio por metro estere



## Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade

A variação no peso do molho de lenha pode reflectir a variação nas espécies utilizadas e o formato dos molhos. Importa aqui referir que a maioria dos molhos de lenha pesados na província de Gaza são destinados para a venda na cidade de Maputo, e por isso tiveram características diferentes das demais províncias.

O peso médio por metro estere foi estimado em 676 Kg. Porém, comparado este valor com outras medidas de tendência central verificou-se uma discrepância muito grande: mediana (329 Kg), e moda (317 Kg). Esta diferença sugere que se utilize a mediana em vez da média para caracterizar a tendência central. A variação observada entre províncias e a elevada variância dentro da mesma província reflecte não só as espécies utilizadas, mas também o tamanho da lenha, a arrumação e a diferença entre a lenha redonda e lenha rachada.

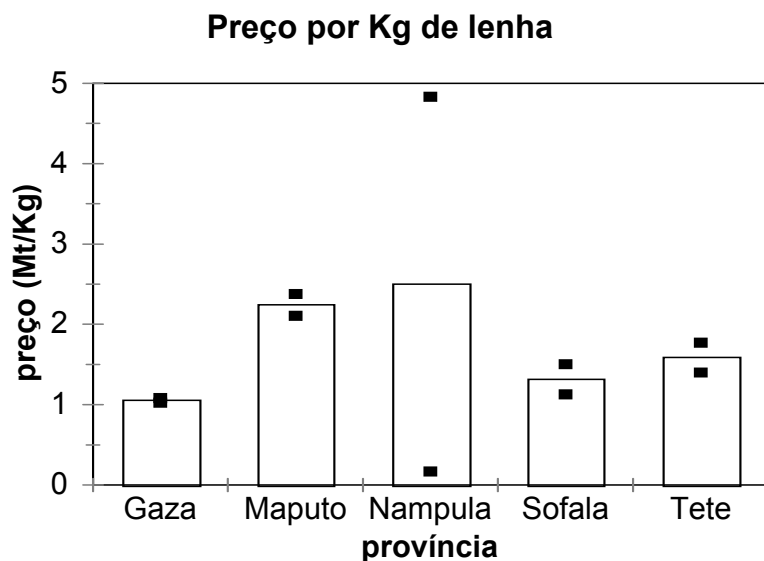


Figura 7. Preço médio do Kg de lenha

O preço da lenha é, em geral, mais baixo que o preço de carvão. O preço médio é de 1.5 Mt/Kg sendo mais alto em Nampula e Maputo e o preço mais baixo em Gaza. Este padrão de variação é inverso ao peso médio do molho de lenha como foi referido na secção anterior.



Tabela 2. Resumo dos factores de conversão (peso seco ao ar)

| Variável                          | Valor       | Unidade |
|-----------------------------------|-------------|---------|
| Peso do saco de carvão            | 48.8        | Kg      |
| Peso do montinho de carvão        | 910.0       | g       |
| Peso do molho de lenha            | 8.2         | Kg      |
| Peso do metro estere de lenha     | 677 (329)*  | Kg      |
| Preço do saco de carvão           | 164         | Mt      |
| Preço do molho de lenha           | 9.8         | Mt      |
| Preço do metro estere de lenha    | 1275 (380)* | Mt      |
| Preço do Kg de carvão em saco     | 3.4         | Mt      |
| Preço do Kg de carvão em montinho | 5.5         | Mt      |
| Preço do Kg de lenha              | 1.5         | Mt      |

\* valor entre parêntesis é mediana

### 4.3 Conversão para peso seco na estufa

Os valores dados acima são todos eles expressos em Kg, indicado como peso seco ao ar. Estes valores representam o peso actual tanto da lenha como do carvão nas condições em que é vendido nos mercados e utilizado. Porém, para efeitos de comparação e determinação do poder calorífico, estes valores devem ser convertidos para peso seco na estufa, que é a base para a estimação de biomassa lenhosa.

Para este efeito foram colhidas amostras de lenha e carvão em todas as províncias e estas foram utilizadas para a determinação do conteúdo de humidade. As amostras foram submetidas a uma temperatura de 75 °C até peso constante. Esta temperatura é geralmente utilizada para secar amostras vegetais sem volatilizar componentes que compõe a biomassa. Os valores finais obtidos são 11.9% de humidade para a lenha e 8.08% de humidade para o carvão.



Tabela 3. Resumo dos factores de conversão (peso seco na estufa)

| Variável                          | Valor          | Unidade |
|-----------------------------------|----------------|---------|
| Peso do saco de carvão            | 44.9           | Kg      |
| Peso do montinho de carvão        | 836.5          | g       |
| Peso do molho de lenha            | 7.2            | Kg      |
| Peso do metro estere de lenha     | 596.4 (289.8)* | Kg      |
| Preço do Kg de carvão em saco     | 3.7            | Mt      |
| Preço do Kg de carvão em montinho | 5.9            | Mt      |
| Preço do Kg de lenha              | 1.7            | Mt      |

\* valor entre parêntesis é mediana

#### 4.4 Conversão para KCalorias

Para a conversão do peso seco do carvão e lenha para Kcal foi utilizada informação da literatura (National Academy of Sciences 1980) procurando comparar espécies de densidade específica similar às comumente utilizadas para lenha e carvão em Moçambique. O poder calorífico está muito relacionado com a densidade básica da madeira de cada espécie. Por isso, na ausência de informação experimental do poder calorífico das espécies de Moçambique, pode-se utilizar a informação de espécies com características similares conforme indica a Tabela 4.

Tabela 4. Comparação da densidade de algumas espécies utilizadas para lenha e carvão com a informação da literatura

| Espécie (em Moçambique)  | Densidade básica (seca na estufa) (g/cm <sup>3</sup> ) | Poder calorífico da lenha (Kcal/Kg) | Espécie (na literatura)  |
|--|--|-------------------------------------|--|
| <i>Brachystegia</i> sp.,<br><i>Terminalia sericea</i> , <i>Albizia</i> sp. | 0.6 - 0.75   | 4200 - 4900                         | <i>Acacia auriculiformis</i> ,<br><i>Gliricidia sepium</i> , <i>Gmelina arborea</i> ,<br><i>Leucaena leucocephala</i>                      |
| <i>Colophospermum mopane</i> ,<br><i>Combretum</i> sp., <i>Acacia</i> sp.  | 0.8 - 1.0  | 4300 - 4950                         | <i>Colophospermum mopane</i><br><i>Casuarina equisetifolia</i> ,<br><i>Rhizophora</i> sp., <i>Avicennia</i> sp.,<br><i>Acacia nilotica</i> |



Com base nesta comparação, sugeriu-se utilizar um valor médio de 4500 Kcal/Kg para lenha e 8600Kcal/Kg para o carvão.

### **4.5 Estatísticas de licenciamento de lenha e carvão**

Não existem estatísticas fiáveis para a quantidade de lenha, carvão vegetal ou resíduos animais consumida no país, pois a maior parte do seu consumo é realizado sem recorrer ao mercado, daí que os dados colhidos pelas direcções provinciais representam apenas uma percentagem pequena (cerca de 10%) do consumo total do país segundo o relatório estatístico da Direcção Nacional de Terra e Floresta 2006. Deste modo, as estatísticas produzidas pela Direcção Nacional de Terras e Florestas, feitas com base no licenciamento de lenha e carvão, representam os valores destes combustíveis lenhosos que entram no mercado. Mesmo assim, considera-se que para o consumo doméstico, assim como dos grandes consumidores, ainda há uma percentagem significativa que não é captada por estas estatísticas visto haver muitos transportadores/vendedores de lenha e carvão que se deslocam sem licenças, por meio de bicicletas ou fazem o transporte destes produtos em pequenas quantidades, mas que no seu todo somam grandes volumes não licenciados. Por exemplo, em Sofala foram contados em 2004, cerca de 400 sacos de carvão que entram na cidade da Beira em bicicletas por dia sem nenhum licenciamento.

Os grandes consumidores, pela sua natureza, têm geralmente consumido material lenhoso com base no licenciamento. Mesmo, assim, acredita-se que haja uma percentagem não licenciada. Neste contexto, e considerando que a indústria (p.e. padarias, indústrias de fabrico de sabão, hospitais, internatos, etc.) consome principalmente a lenha, considera-se neste estudo o valor do consumo industrial como aquele que está reflectido nas estatísticas da DNTF. Esta conclusão também associa-se à dificuldade de medir directamente o consumo industrial que envolve grandes volumes, os quais não podem ser medidos em períodos relativamente curtos.

#### **4.5.1 Licenciamento urbano industrial de lenha**

Relativamente ao número de licenças emitidas no período 1999 e 2006 em termos de volumes de lenha escoado ao nível nacional, verifica-se que em 2006 há uma redução no volume escoado. Esta redução



pode reflectir variações nos procedimentos de medição e registo das licenças e não uma mudança real do padrão de utilização de lenha.

Embora haja esta redução, a lenha continua a ser escoada em grandes volumes nas províncias de Maputo, Gaza, Tete, Nampula e Zambézia, salientar que segundo dados do terreno uma maior quantidade de lenha escoada da província de Gaza é destinada a alimentar a cidade e província de Maputo.

Tabela 5. Licenciamento de lenha (metro-estere) em todas as províncias no período 1998-2006 (fonte: Relatórios anuais da DNFFB)

| Província       | 1998           | 1999           | 2000           | 2001           | 2002           | 2003           | 2004          | 2005          | 2006          |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Maputo          | 129,781        | 19,924         | 19,943         | 41,812         | 360            | 17,374         | 18,501        | 14,568        | 10,784        |
| Gaza            | 8,556          | 4,050          | 1,050          | 6,050          | 4,704          | 8,166          | 13,540        | 10,639        | 7,200         |
| Inhambane       | 1,446          | 6,820          | 4,612          | 340            | 12,305         |                | 2,926         |               | 1,150         |
| Sofala          | 302            |                | 1,750          | 1,300          | 26,214         | 12,580         | 1,375         | 1,625         | 900           |
| Manica          | 52,743         | 57,960         | 32,089         | 15,353         | 22,327         | 8,480          | 6,559         | 4,716         | 3,990         |
| Tete            | 101,600        | 6,800          | 30,700         | 20,900         | 1,270          | 63,500         | 20,699        | 10,100        | 6,970         |
| Zambézia        |                |                | 1,814          | 5,005          | 42,175         | 1,822          | 7,800         | 20,300        | 3,449         |
| Nampula         | 14,150         | 5,132          | 6,120          | 3,600          | 16,786         | 25             | 3,920         | 4,278         | 3,449         |
| C. delegado     | 7,650          | 3,565          | 4,206          | 13,010         | 51,457         | 1,380          | 4,117         | 3,726         | 2,797         |
| Niassa          | 13,300         | 1,200          | 525            | 800            | 480            | 2              | 4,540         | 2,793         | 2,450         |
| <b>Nacional</b> | <b>329,528</b> | <b>105,451</b> | <b>102,809</b> | <b>108,170</b> | <b>178,078</b> | <b>113,329</b> | <b>83,977</b> | <b>72,745</b> | <b>43,139</b> |

As estatísticas mostram uma grande variação dentro e entre províncias, ao mesmo tempo que algumas províncias não apresentam dados para alguns anos. Esta deficiência de dados dificulta a utilização dos valores médios de todos os anos, por isso, conhecendo as características nacionais e assumindo que o licenciamento de produtos florestais tomou maior control depois da introdução do regulamento florestal em 2002, o qual foi seguido de um período de capacitação dos fiscais e aumento do registo de licenças, foi adoptado como ano de referência o ano 2004, cujos dados estão representados na figura 8. Os anos 2005 e 2006 não foram utilizados como referência devido à falta de registo em algumas províncias, bem como o padrão muito atípico de consumo comparado aos anos anteriores. Acredita-se que a electrificação de zonas urbanas e a reintrodução do gas de cozinha estabeleceram um padrão diferenciado de consumo de energia lenhosa, mas ao mesmo tempo, a população urbana aumentou mais do que as mudanças de fonte de energia.

A província de Tete apresenta um licenciamento muito elevado, na ordem dos 21000 metros-estere, reflectindo a explosão da indústria de construção, particularmente a utilização de lenha para a secagem de tijolos, bem como o surgimento de padarias operadas à base de carvão. Maputo província e cidade



são o segundo maior consumidor e Gaza o terceiro maior consumidor. De notar que uma importante percentagem do licenciamento da província de Gaza é para o abastecimento da província e cidade de Maputo.

Com base nestas estatísticas pode-se estimar como licenciamento nacional industrial de lenha, um total de 84 mil metros-estere de lenha por ano. Este valor, tal como os valores parciais das províncias pode ser afectado pela eficiência dos Serviços Provinciais de Florestas e Fauna Bravia no processo de licenciamento e fiscalização destes produtos.

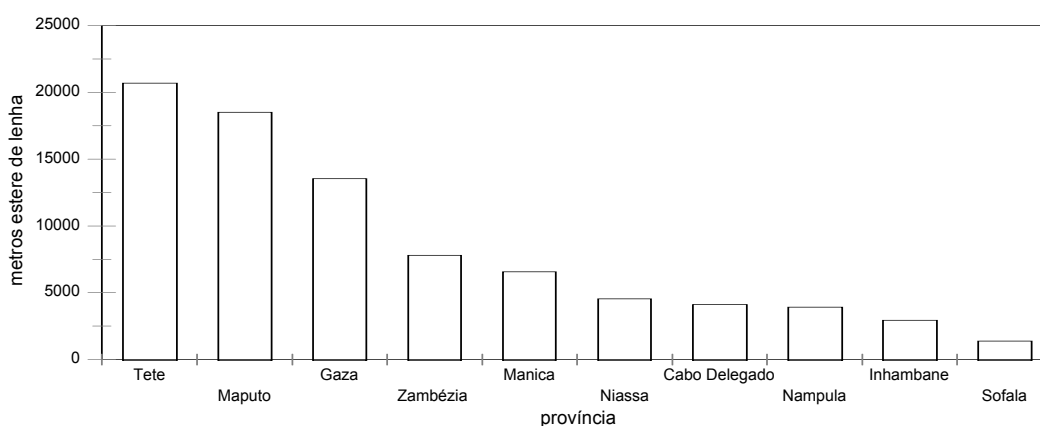


Figura 8. Quantidade de lenha licenciada em todas as províncias – 2004 ano típico.

### 4.5.2 Licenciamento urbano doméstico de carvão em sacos

Contrariamente ao que se verifica em relação a lenha escoada, a tendência das licenças emitidas e o volume de carvão escoado é crescente. O que vem provar que as famílias urbanas tendem a deixar o uso de lenha para o uso de carvão.

Neste âmbito as províncias de Sofala, Gaza e Maputo são as que maior volume de carvão escoaram. Da mesma maneira no que acontece com lenha também acontece em relação ao carvão, sendo grandes volumes de carvão escoados da província de Gaza alimentam a cidade e província de Maputo.





Tabela 6. Licenciamento de carvão em todas as províncias – período 1998-2006, sacos de carvão

| Província       | 1998              | 1999              | 2000              | 2001              | 2002             | 2003              | 2004                | 2005              | 2006              |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Sofala          | 163516            |                   | 84,945.00         | 285158            | 7245             | 12,580.00         | 320,023.00          | 207,873.00        | 222850            |
| Gaza            | 49024             | 12500             | 25,000.00         | 51550             | 12000            | 250,643.00        | 344,653.00          | 269,270.00        | 206,500.00        |
| Maputo          |                   | 63650             | 46533             | 117598            | 1300             | 69,992.00         | 125,031.00          | 115560            | 86839             |
| Manica          | 72845             | 21185             | 33,073.00         | 74087             | 12085            | 11,020.00         | 67,541.00           | 53,538.00         | 32989             |
| Zambézia        |                   |                   | 35199             | 51348             | 5645             | 47,870.00         | 71,800.00           | 33,775.00         | 39,295.00         |
| Nampula         | 118350            | 27837             | 31,960.00         | 23972             | 2500             | 134.00            | 60,000.00           | 58,077.00         | 39,295.00         |
| Cabo Delegado   | 9222              | 7364              | 20,892.00         | 13010             | 2850             | 18904             | 37,528.00           | 25683             | 35525             |
| Tete            | 11240             | 2879              | 9,500.00          | 7000              | 18700            | 53,920.00         | 20,500.00           | 25,900.00         | 6,645.00          |
| Inhambane       |                   |                   | 347.00            |                   | 200              | 2.70              | 2,400.00            | 14,500.00         | 7,754.00          |
| Niassa          | 2,050.00          |                   |                   |                   | 1,100.00         |                   |                     | 3,000.00          | 200.00            |
| <b>Nacional</b> | <b>426,247.00</b> | <b>135,415.00</b> | <b>287,449.00</b> | <b>623,723.00</b> | <b>63,625.00</b> | <b>465,065.70</b> | <b>1,049,476.00</b> | <b>807,176.00</b> | <b>677,892.00</b> |

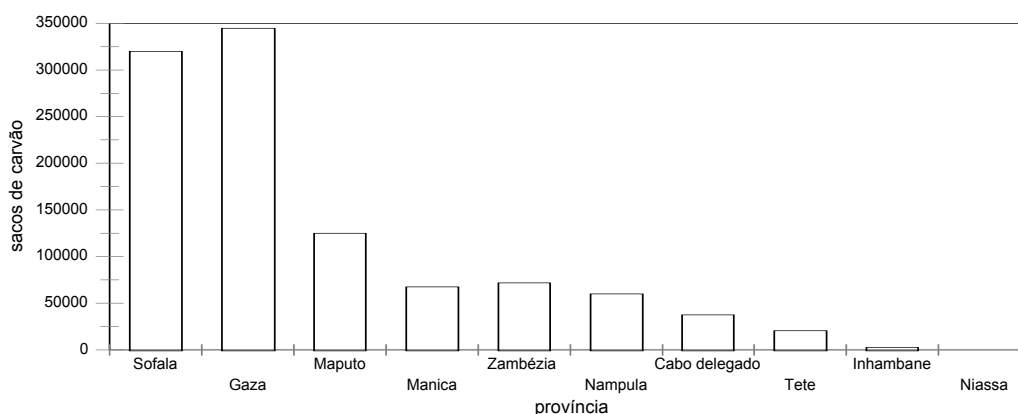


Figura 9. Quantidade de carvão licenciado em todas as províncias – ano de referência 2004 (sacos de carvão)

Sofala, Gaza e Maputo são as províncias com maior licenciamento com uma média de 344, 320 e 125 mil sacos por ano respectivamente. A província de Gaza, que é a segunda maior província com carvão licenciado é a principal abastecedora de carvão à província e cidade de Maputo, e compensa a baixa capacidade de produção de carvão interna da província de Maputo.

Com base nestas estatísticas, o licenciamento nacional de carvão é de um milhão de sacos por ano. Importa recordar que o principal consumidor de carvão são as famílias urbanas e suburbanas. O volume licenciado é apenas uma parte pequena do valor actual do carvão consumido uma vez que há carvão que não entra no esquema do licenciamento e escapa ao processo de fiscalização.

Em 2001, Pereira (2001) reportava que apenas 1% do carvão que entra na cidade de Maputo era licenciado, enquanto que os restantes 99% entravam por meios ilegais. O relatório das estatísticas anuais da Direcção Nacional de Terra e Floresta de 2006, indica que o licenciamento reportado para



2006 representa 10% do consumo total do país. Com a introdução do regulamento florestal em 2002 e o consequente aumento da fiscalização, houve uma redução seguida de um aumento da quantidade de carvão licenciada. Esta variação pode reflectir vários aspectos incluindo (i) o aumento do custo de carvão como consequência do licenciamento, (ii) o aumento da electrificação dos bairros suburbanos em todas as cidades de Moçambique, (iii) a reintroductão do gas doméstico de cozinha.

### 4.5.3 Consumo doméstico e industrial licenciado de lenha e carvão

Considera-se consumo industrial (incluindo as cozinhas colectivas) toda a quantidade de lenha licenciada e escoada para os centros urbanos. Esta constatação deve-se ao facto de, quase 95% da população inquirida nos centros urbanos usarem carvão na confecção das suas refeições e outros usos domésticos (ver Figura 10) e que a lenha vendida era principalmente dirigida às indústrias, como são os casos de padarias, cerâmicas, centros internatos e outros. O consumo doméstico urbano é definido como a quantidade de carvão licenciado e transportado para os centros urbanos como foi indicado na secção anterior.

Com base nestas observações e nos resultados apresentados nas secções anteriores estimou-se o consumo urbano como a soma do consumo industrial e doméstico. Para o efeito, foram utilizados os factores de conversão estimados mais acima para converter os metros estere e sacos de carvão para o peso seco na estufa com a finalidade de produzir estatísticas em unidades uniformizadas.

Tabela 7. Consumo urbano nacional de lenha e carvão com base nas estatísticas de licenciamento

| Variável   | Lenha    | Carvão    | Total        |
|--|----------|-----------|--------------|
| Volume licenciado                                | 83977    | 1049476   |              |
| Volume não licenciado (%) *                      | 90       | 90        |              |
| Volume consumido Nacional                        | 159556.3 | 1994004.4 |              |
| Conversão para Toneladas **                      | 0.329    | 0.0488    |              |
| Peso do consumo nacional (ton)                   | 52494.0  | 97307.4   |              |
| Factor de conversão carvão:lenha ***             | 1        | 6.7       |              |
| Peso de lenha (ou equivalente) (ton)             | 52494.0  | 648716.1  | 701210.1     |
| População urbana nacional (70% da população)     |          |           | 6150000      |
| <b>Consumo per capita (ton/capita)****</b>       |          |           | <b>0.114</b> |
| Factor de conversão para peso seco de lenha      |          |           | 0.119        |
| <b>Consumo per capita (ton/capita) peso seco</b> |          |           | <b>0.100</b> |

\* de acordo com o relatório anual da DNTF (2006), apenas 10% do combustível lenhoso é licenciado

\*\* de acordo com a tabela de conversão produzida neste estudo (ver Tabela 3)

\*\*\* de acordo com a conversão de lenha para carvão é de 15% do peso (o inverso de 0.15 é 6.66)

\*\*\*\* consumo per capita com referência ao peso seco nas condições em que se comercializa e usa a lenha



A Tabela 7 mostra que o consumo de combustíveis lenhosos urbanos (grandes consumidores e domésticos) a nível nacional estimados a partir das estatísticas da DNTF são estimados em cerca de 701210 ton de lenha ou equivalente por ano, sendo 52494 ton (7.5%) lenha e 648716.1 ton (92.5%) carvão. Assumindo que o licenciamento abrange apenas 10% do consumo nacional urbano (tal como indica o relatório nacional da DNTF 2006), estima-se em cerca de 0.10 ton per capita de biomassa lenhosa, equivalente à lenha e ao carvão consumidos na zona urbana a nível nacional. Este valor é considerado baixo comparado com estudos anteriores, o que sugere que as estatísticas da DNTF subestimam o consumo real da zona urbana.

### 4.6 Projecção da população urbana

Para a determinação da população projetada foram obtidos dados de projecção populacional do INE 97, por província, e em cada província por zonas urbanas e rurais. Destes dados foram seleccionadas as áreas urbanas com a comercialização de lenha ou carvão (para onde são direcionados os escoamento de lenha e carvão licenciada), por exemplo para Maputo somou-se a população da cidade de Maputo e Matola, e para Sofala somou-se a população da cidade da Beira e Dondo, como aparece na tabela abaixo.

Tabela 8. Projecção da população urbana nas diferentes províncias (com base no censo populacional do INE 1997)

| Anos               | 1998      | 1999      | 2000      | 2001      | 2002      | 2003      | 2004      | 2005      | 2006      |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Maputo</b>      | 1,396,955 | 1,455,627 | 1,528,408 | 1,608,292 | 1,685,007 | 1,769,324 | 1,857,790 | 1,950,680 | 2,048,214 |
| <b>Gaza</b>        | 186,616   | 194,454   | 204,177   | 214,385   | 225,105   | 236,360   | 248,178   | 260,587   | 273,616   |
| <b>Inhambane</b>   | 164,452   | 171,359   | 179,927   | 188,923   | 198,369   | 208,288   | 218,702   | 229,637   | 241,119   |
| <b>Sofala</b>      | 597,704   | 622,808   | 653,948   | 686,645   | 720,978   | 757,026   | 794,878   | 834,622   | 876,353   |
| <b>Manica</b>      | 202,991   | 211,517   | 222,092   | 233,197   | 244,857   | 257,100   | 269,955   | 283,453   | 297,625   |
| <b>Tete</b>        | 118,492   | 123,469   | 129,642   | 136,124   | 142,930   | 150,077   | 157,581   | 165,460   | 173,733   |
| <b>Zambezia</b>    | 365,363   | 380,708   | 399,744   | 419,731   | 440,717   | 462,753   | 485,891   | 510,185   | 535,695   |
| <b>Nampula</b>     | 335,385   | 349,471   | 366,945   | 385,292   | 404,557   | 424,784   | 446,024   | 468,325   | 491,741   |
| <b>C. Delegado</b> | 100,035   | 104,099   | 109,304   | 114,769   | 120,508   | 126,533   | 132,860   | 139,503   | 146,478   |
| <b>Niassa</b>      | 210,532   | 216,897   | 227,742   | 239,129   | 251,085   | 263,640   | 276,822   | 290,663   | 305,196   |
| <b>Nacional</b>    | 3,680,523 | 3,832,407 | 4,023,928 | 4,228,489 | 4,436,115 | 4,657,888 | 4,890,683 | 5,135,119 | 5,391,776 |

As estatísticas preliminares de Censo populacional de 2007 indicam uma população total de Moçambique de cerca de 20.5 milhões de habitantes (INE 2007). Por outro lado, o inquérito aos



## **Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade**

agregados familiares (IAF 2002/3) elaborado pelo INE (2003) indica que cerca de 70% dos agregados familiares residem nas zonas rurais. Esta informação sugere que a população urbana actual é de cerca de 6.15 milhões de habitantes. Com base nas estatísticas de consumo estimado na Tabela 6 e com base na população urbana estimada, estima-se o consumo anual urbano (doméstico e industrial) per capita em cerca de 0.12 ton de biomassa. Este valor deve ser visto como uma estimativa grossa baseada em estatísticas feitas a nível nacional e sujeita a variações inerentes a cada região. Deve-se indicar que o valor per capita é estimado incluindo os habitantes que não consomem combustíveis lenhosos directamente e habitantes que utilizam exclusivamente lenha ou carvão para todas as suas necessidades energéticas.



Figura 10. Consumo urbano de combustíveis lenhosos: A – áreas urbanas e suburbanas de elevada densidade populacional usam combustíveis lenhosos para suas necessidades energéticas; B – carvão é o principal combustível lenhosos de uso doméstico nas zonas urbanas

### **4.7 Consumo observado (medição directa)**

Os resultados apresentados em seguida baseiam-se numa amostra total de 868 famílias onde a medição directa teve lugar e 560 famílias que responderam ao inquérito sobre o consumo. Os resultados do consumo rural baseiam-se, assim, numa amostra de 576 famílias onde a medição directa teve lugar. As restantes famílias ou não consumiam combustíveis lenhosos ou não responderam ao inquérito.



#### **4.7.1 Consumo doméstico urbano com base no inquérito e medição directa**

##### **a) Consumo com base no inquérito**

Com base nos inquéritos, 87% das famílias que usam combustíveis lenhosos na zona urbana usa carvão, enquanto que os restantes 13% usam lenha ou uma combinação de lenha e carvão. De entre as famílias que usa carvão, algumas usam também electricidade e gas ou petróleo como fonte alternativa de energia.

A média de consumo doméstico urbano combinado de lenha e carvão per capita foi estimada com base no inquérito como 275 Kg (0.275 ton) per capita por ano de peso seco ao ar e 245 Kg (0.245 ton) per capita por ano de peso seco na estufa. O consumo médio de uma família varia de 70 Kg a 800 Kg de peso seco ao ar (ver Figura 11). A maioria das famílias tem um consumo inferior a 300 Kg per capita por ano.

##### **b) Consumo com base na medição directa**

O consumo diário foi obtido da diferença entre a quantidade total medida em dois dias consecutivos. Para determinar o consumo per capita por ano tomou-se em conta o número de agregado familiar e multiplicou-se o consumo diário por 365 dias o que corresponde a um ano comum. A estimativa do consumo per capita por ano com base na medição directa indica um consumo médio (incluindo todos os habitantes da cidade) de 0.897 ton de peso seco na estufa (Tabela 9). Este consumo médio é obtido considerando uma proporção de 75% da população urbana que consome combustíveis lenhosos (com base no inquérito do INE 2002). O consumo médio estimado apenas para os consumidores de lenha e carvão é de 1.196 ton per capita por ano.

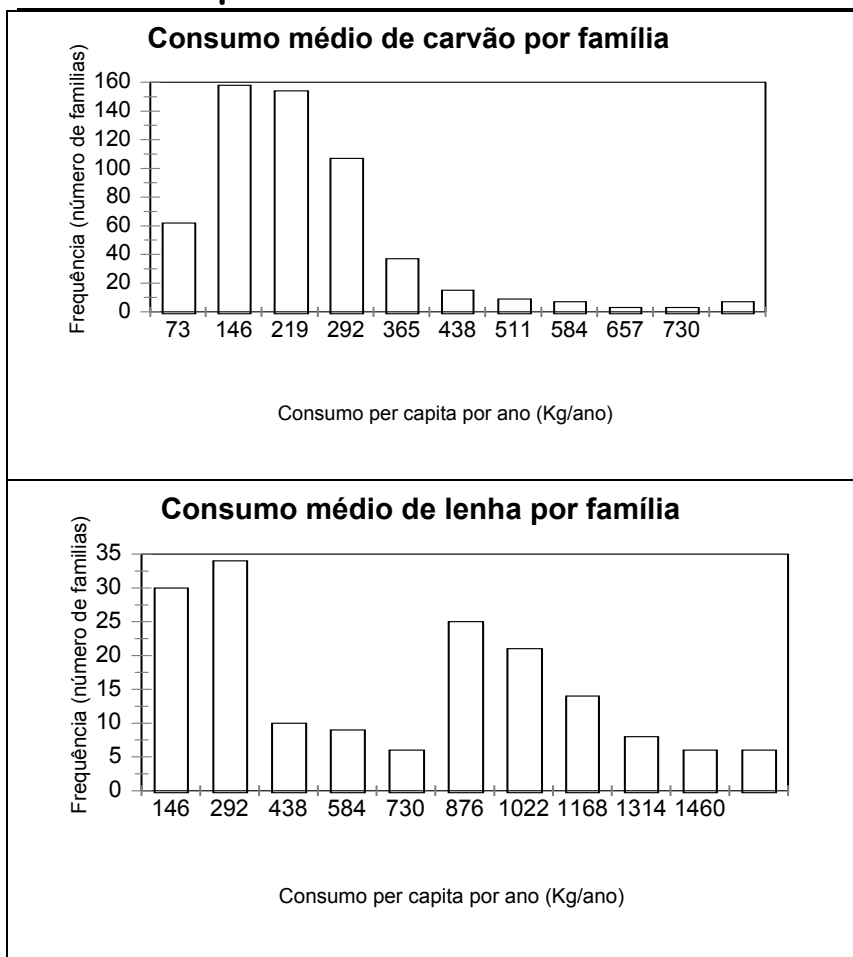


Figura 11. Consumo doméstico urbano de carvão e lenha (peso seco ar ar per capita)

Tabela 9. Consumo urbano doméstico per capita de lenha e carvão das famílias que consomem lenha e carvão

| Variável   | carvão  | lenha  | total    |
|--|---------|--------|----------|
| Consumo per capita (kg/capita.ano)*                      | 219.6   | 649.4  |          |
| Factor de conversão carvão:lenha                         | 6.67    | 1      |          |
| Peso de lenha (ou equivalente)                           | 1464    | 649.4  |          |
| Proporção dos consumidores                               | 0.87    | 0.13   |          |
| Consumo médio podenrado (lenha-equivalente)              | 1273.68 | 84.422 | 1358.102 |
| Factor de convesrão para peso seco de lenha              |         |        | 0.119    |
| Consumo per capita (ton/capita) peso seco*               |         |        | 1.196    |
| Proporção da população urbana que usa lenha e carvão (%) |         |        | 75       |
| Consumo per capita (ton/capita) peso seco                |         |        | 0.897    |

\* considerando apenas os consumidores de combustíveis lenhosos



#### 4.7.2 Consumo doméstico rural

Das observações feitas na zona rural mostram que o padrão comum é o consumo de lenha, enquanto menos de 2% das famílias observadas consome carvão. Observando a Figura 11 abaixo pode-se ver que há uma variabilidade entre províncias. O teste t de Student indica que as províncias de Zambézia e Sofala têm um consumo diferente das demais províncias tendo um consumo elevado e baixo respectivamente, enquanto que as restantes províncias observadas têm um consumo não estatisticamente diferente. A variabilidade entre e dentro das províncias e famílias reflecte os padrões regionais e ao nível de cada família. Por exemplo, existem famílias com 25 membros a consumir 292 Kg/ano e famílias com agregado ainda menor a consumir 1460 Kg/ano. Esta variabilidade pode estar associada ao facto de algumas famílias observadas usarem lenha para a produção de bebidas tradicionais (p.e. na localidade de Cumbabo, em Morrumbala) e para fazer outro tipo de negócios como por exemplo, assar galinhas para a venda perto da estrada (p.e. em Mutarara) o que resulta num consumo extraordinariamente alto de lenha comparado à média.

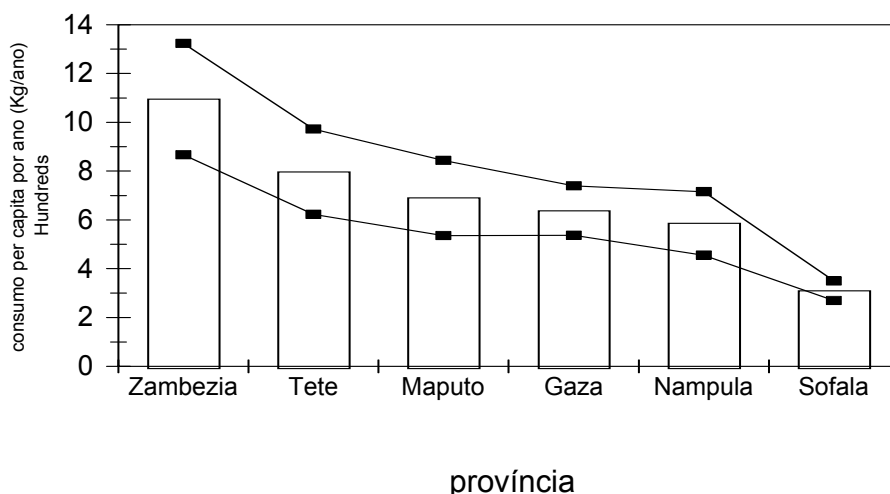


Figura 12. Consumo rural de lenha – peso seco ao ar

O consumo médio rural per capita por ano para todas as províncias é de 695 Kg (0.695 ton) per capita por ano de peso seco ao ar, o correspondente a 612 Kg (0.612 ton) per capita por ano de peso seco à estufa (biomassa) (ver Figura 12). De notar que o consumo médio difere muito do consumo mediano (456 e 402 Kg per capita por ano de peso seco ao ar e peso seco à estufa respectivamente). Esta



diferença pode ser devida ao facto já indicado antes, associado ao consumo acima do normal doméstico para fins de produção de bebidas tradicionais ou para consumo em pequenas indústrias caseiras que algumas famílias levam a cabo.

O consumo rural, em geral, parece reduzido comparado com o consumo urbano (0.9 ton/ano per capita). Esta diferença pode ser devida às diferenças do tipo de combustível utilizado: o carvão na zona urbana e a lenha na zona rural. O processo de fabricação de carvão leva consigo perdas de energia que não utilizada para qualquer fim. A baixa eficiência de produção de Entretanto, a lenha utilizada na zona rural é utilizada mais integralmente

### 4.8 Consumo nacional

O consumo nacional de combustíveis lenhosos é estimado com base nas estimativas de consumo de lenha e carvão nas zonas rural e urbana. O consumo total nacional é, assim, estimado em cerca de 14.8 milhões de toneladas (peso seco na estufa) por ano. Este valor, deve ser visto como uma estimativa com uma variação que pode ir dos 13.8 a 15.8 milhões de toneladas por ano.

Tabela 10. Estimativa do consumo nacional de lenha e carvão em Moçambique

| <b>Variável</b>               | <b>Quantidade</b> | <b>unidades</b> |
|-------------------------------|-------------------|-----------------|
| População rural               | 14350000          | habitantes      |
| População urbana              | 6150000           | habitantes      |
| População total               | 20500000          | habitantes      |
| Consumo rural per capita      | 0.65              | ton/ano         |
| Consumo urbano per capita     | 0.897             | ton/ano         |
| Consumo total rural           | 9327500           | ton/ano         |
| consumo total urbano          | 5516550           | ton/ano         |
| <b>Consumo total nacional</b> | <b>14844050</b>   | <b>ton/ano</b>  |

### 5. Produção de lenha e carvão

A lenha e o carvão consumido nas zonas rurais e urbanas para o consumo industrial e doméstico provem das florestas naturais e outras formações vegetais naturais. As plantações de espécies de árvores de rápido crescimento que foram fomentadas nos anos 80 foram descontinuadas e





## Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade

presentemente são negligenciáveis as quantidades de biomassa lenhosa produzida para fins energéticos a partir de plantações florestais. Adicionalmente, nas áreas com baixa produção de biomassa lenhosa, nos vales dos grandes rios (p.e. vale do Limpopo e Zambeze) (ver Figura 13), as populações locais obtêm a sua energia a partir de restolhos agrícolas ou de material vegetal não lenhoso produzido nas pradarias.

Com base na constatações anteriores, é possível analisar a produção de lenha e carvão com base nas formações vegetais naturais.

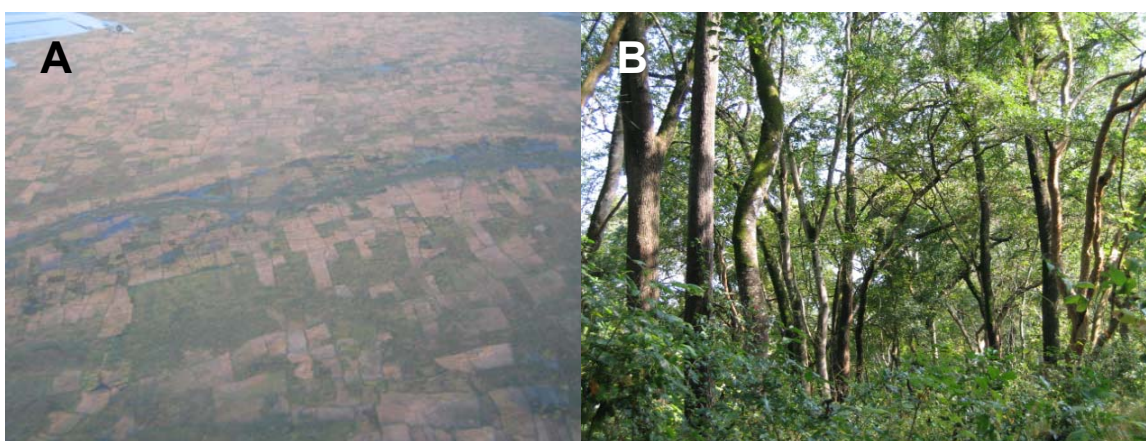


Figura 13. Produção de biomassa lenhosa: A – produção deficiente nos vales dos principais rios, Vale do Zambeze; B – produção elevada nas florestas densas, Cheringoma

Tabela 11. Áreas florestais não destinadas a produção de combustíveis lenhosos

| <b>Tipo de uso florestal</b>             | <b>área (ha)</b> |
|--|------------------|
| Reservas florestais                      | 528907           |
| Parques nacionais                        | 3747000          |
| Reservas nacionais                       | 4670000          |
| Coutadas de caça                         | 4201700          |
| Concessões florestais                    | 6000000          |
| <b>Total área de exclusão*</b>           | <b>19147607</b>  |
| <b>Percentagem da área de exclusão**</b> | <b>29.32</b>     |

\* área de exclusão é a área cuja finalidade não exclui a produção de lenha e carvão

\*\* percentagem em relação à área florestal nacional

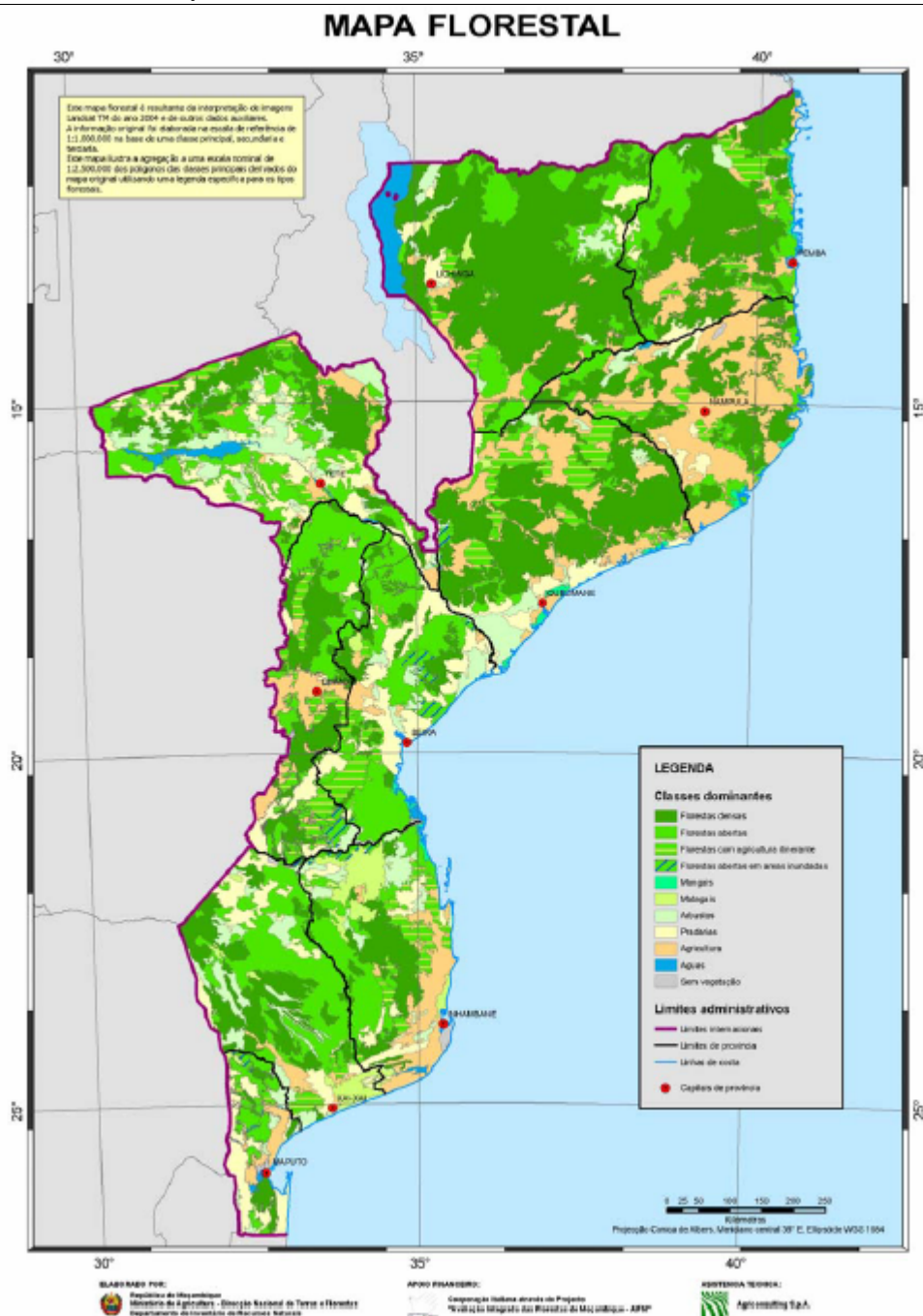


Figura 14. Mapa florestal de Moçambique. Fonte: Inventário florestal Nacional (Marzoli 2007)

O inventário florestal nacional (Marzoli 2007) indica que Moçambique tem 65.3 milhões de hectares de florestas e outras formações lenhosas, 1.7 biliões m<sup>3</sup> (1.1 biliões toneladas) de madeira de diversas espécies, comerciais e não comerciais (ver Figura 14). A biomassa lenhosa média acima do solo nas savanas e florestas naturais em Moçambique pode variar de 10 a 200 ton.ha<sup>-1</sup>, e a sua distribuição é



## Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade

proporcional ao volume médio por hectare. Considerando uma taxa de crescimento anual de 2% ( $0.4 \cdot 1.6 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$  – baseado em Saket et al 1999), em todas as formações estima-se que existe uma capacidade potencial para produzir 22 milhões toneladas de biomassa lenhosa acima do solo. Esta capacidade, porém deve ser analisada com cuidado tomando em conta os seguintes aspectos:

- (i) nem todas as florestas são destinadas à produção de lenha e carvão, pois há áreas de concessões florestais, áreas protegidas, e áreas de ecossistemas frágeis, que podem cobrir até um máximo de 40% das áreas florestais e outras formações lenhosas (ver Tabela 11). Isso significa que apenas 60% das áreas naturais, classificadas como zonas de uso múltiplo, estariam potencialmente disponíveis para uso como combustível;
- (ii) o volume estimado com base nos métodos de inventários florestais tradicionais está orientado para o volume do tronco, negligenciando o volume dos ramos, especialmente os pequenos. Alguns estudos, p.e. Tchaúque (2004), indicam que o peso dos ramos pode chegar a constituir 50% do volume total da árvore (tronco + ramos);
- (iii) os consumidores rurais de lenha e carvão usam predominantemente ramos e restos de árvores mortas, as quais não são inventariadas e não fazem parte de “biomassa” uma vez que esta refere-se apenas ao peso vivo e não morto (ver Figura 15).

Estas observações criam dificuldades técnicas de estimar a verdadeira produção de biomassa lenhosa que estaria disponível para a produção de lenha e carvão sem se ter estabelecido experimentos de observação sistemática da produção primária bruta (PPB) e líquida (PPL) e uma análise comparativa dos métodos de inventário florestal e de biomassa lenhosa e da lenha e carvão.

Tabela 12. Balanço de biomassa lenhosa para uso energético

|   |                            |
|---|----------------------------|
| População estimada                                    | 20.5 milhões de habitantes |
| Necessidades de biomassa lenhosa                      | 14.8 milhões ton/ano       |
| Capacidade de produção anual de biomassa <sup>1</sup> | 22 milhões ton/ano         |
| Balanço <sup>2</sup>                                  | 7.2 milhões ton/ano        |

1. capacidade de produção total incluindo troncos e ramos nas áreas utilizáveis para a produção de lenha e carvão

2. Balanço de biomassa assumindo que todos os consumidores usam lenha viva



Figura 15. Lenha utilizada para uso doméstico: A – lenha abatida de árvores vivas, destinada a venda nas zonas urbanas; B - ramos e troncos de árvores mortas, lenha típica de uso rural

Em geral, o balanço nacional da disponibilidade de combustíveis lenhosos é positiva (Tabela 12). A análise da disponibilidade de combustíveis lenhosos feita a uma escala larga (nacional, provincial ou mesmo distrital) oculta muito a situação real da disponibilidade local de biomassa lenhosa. Já foram mencionadas como áreas situadas nos vales dos principais rios como de déficit de abastecimento de biomassa lenhosa. Esta deficiência é satisfeita com a obtenção de fontes alternativas de biomassa ou com a obtenção de biomassa lenhosa de outras regiões longíquas.

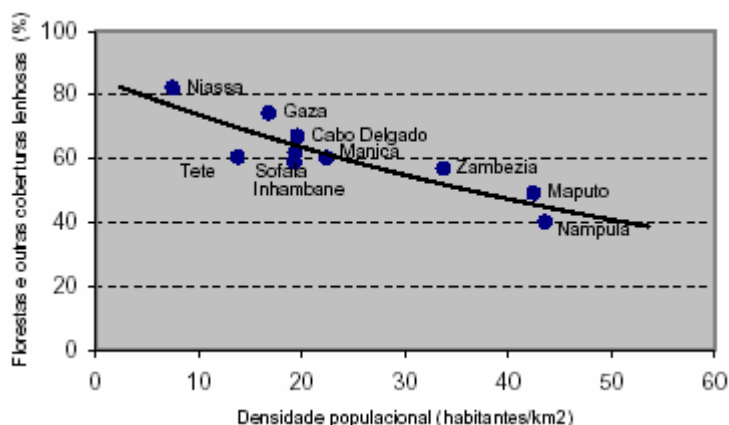


Figura 16. Relação entre densidade populacional e cobertura de florestas e outras formações lenhosas. Fonte: Inventário Florestal Nacional (Marzoli 2007)

As áreas de elevada densidade populacional, como são os centros urbanos, são caracterizadas por um déficit de abastecimento local de energia lenhosa. O inventário florestal nacional indicou que as





## Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade

províncias de maior densidade populacional são as que têm menos cobertura florestal (Figura 16).

Deste modo, as áreas em redor das grandes cidades têm visto a sua biomassa lenhosa a diminuir para o fornecimento de lenha e carvão para o consumo urbano (industrial e doméstico). Cidades como Maputo e Matola são abastecidos de lenha e carvão proveniente de todos os distritos da província de Maputo, particularmente Matutuine, Marracuene, Manhiça e Magude. O distrito de Boane, um dos mais cercanos a Matola e Maputo já se encontra severamente desmatado para o abastecimento daquelas cidades (Chaposa 2001). O abastecimento de lenha e carvão às cidades de Matola e Maputo a partir dos distritos cercanos diminuiu muito nos últimos anos e uma estratégia adoptada para cobrir a procura cada vez crescente foi o abastecimento a partir dos distritos costeiros de Gaza, principalmente Macia, Xai-Xai e Chibuto e os distritos localizados ao longo da linha férrea, nomeadamente Mabalane, Chigubo e Chicualacuala. A cidade da Beira, por sua vez, é abastecida principalmente pelos distritos de Dondo, Nhamatanda, Muanza, Gorongosa e Buzi. Padrão similar foi encontrado nas outras cidades estudadas, por exemplo, os distritos de Nicuadala e Namacurra são os que abastecem a cidade de Quelimane; os distritos de Moatize e Changara são os que abastecem a cidade de Tete; e os distritos de Nampula e Meconta abastecem a cidade de Nampula. O resultado dessa pressão é uma elevada taxa de desflorestamento como foi observado pelo Inventário Florestal Nacional (Marzoli 2007) (ver Tabela 13).

Tabela 13. Mudança de cobertura vegetal por província no período 1990-2002

| Província    | Area de florestas e outras formações lenhosas estimadas em 1990 (,000 ha) | Area de florestas e outras formações lenhosas estimadas em 2002 (,000 ha) | Mudança anual de florestas e outras coberturas lenhosas (,000ha) | Mudança anual de área de florestas (,000ha) | Taxa anual de desflorestação 1990-2002 (%) |
|--------------|---|---|--|---|--|
| Cabo Delgado | 5322  | 4989  | 28   | 25  | 0.54                                       |
| Gaza         | 5182  | 5027  | 13   | 13  | 0.33                                       |
| Inhambane    | 4585  | 4424  | 13   | 11  | 0.52                                       |
| Manica       | 4340  | 4005  | 28   | 23  | 0.75                                       |
| Maputo       | 1280  | 1078  | 17   | 16  | 1.67                                       |
| Nampula      | 3958  | 3509  | 37   | 33  | 1.18                                       |
| Niassa       | 9635  | 9379  | 21   | 21  | 0.22                                       |
| Sofala       | 4430  | 4161  | 22   | 20  | 0.63                                       |
| Tete         | 7376  | 7025  | 29   | 27  | 0.64                                       |
| Zambezia     | 5819  | 5356  | 39   | 31  | 0.71                                       |
| Total        | 51926   | 48952   | 248  | 219   | 0.58                                       |

Fonte: Inventário Florestal Nacional, Marzoli (2007)



As tendências dos distritos produzirem lenha e carvão para abastecer as zonas urbanas é generalizada em Moçambique e para minimizar os custos de transporte, os distritos mais próximos são os principais abastecedores. Mais ainda, as áreas de fácil acesso, perto das principais vias (estradas e linhas férreas) são as mais afectadas. Este padrão de utilização resulta, em geral, num uso não sustentado da vegetação natural, o que conduz ao desmatamento das áreas perto das grandes cidades e ao longo das principais vias de acesso.

## **5 Discussão**

### **5.1 Factores de conversão**

Os factores de conversão estimados são estimados em primeira mão neste estudo para Moçambique e oferecem uma base importante para compatibilizar estatísticas expressas em diferentes unidades. A sua base de amostragem, o que resultou numa captura da variabilidade de tamanhos de sacos, espécies e métodos de fabrico dá uma maior segurança de utilização dos valores obtidos.

O valor da taxa de conversão de metros estere para toneladas mostrou uma grande variabilidade e uma distribuição não-normal, o que sugere a necessidade de aumentar o tamanho da amostra. O valor utilizado neste estudo, correspondente à mediana, é quase a metade da média estimada. O tamanho da lenha e o tipo de lenha (rachada ou redonda), as espécies, o conteúdo de humidade, forma de arrumação, entre outros, constituem factores de variação do factor de conversão estimado.

### **5.2 Consumo médio per capita**

Os resultados apresentado acima dão uma ideia muito geral do consumo de combustíveis lenhosos em Moçambique. Um aspecto importante a indicar é que os resultados do consumo de combustíveis lenhosos varia com o método utilizado (ver Tabela 14).



Tabela 14. Consumo médio per capita por ano utilizando diferentes métodos

| Método  | Grupo consumidor       | Consumo<br>(ton per capita por ano de<br>peso seco à estufa) |
|---|------------------------|--|
| <b>Método indirecto 1: dados de licenciamento de lenha e carvão da DNTF</b> |                        |  |
| Urbano  | Industrial e Doméstico | 0.12*  |
| <b>Método indirecto 2: inquérito</b>  |                        |  |
| Urbano  | Doméstico              | 0.245**  |
| <b>Método directo: medição directa</b>                                      |                        |  |
| Urbano  | Doméstico              | 0.897*   |
| Rural   | Doméstico              | 0.612 (0.402)***   |

\* estimado com base em toda a população urbana, incluindo famílias que não consomem lenha e carvão

\*\* estimado com base nos actuais consumidores urbanos de carvão apenas, excluindo as famílias que não consomem lenha e carvão

\*\*\* o valor entre parêntesis indica a mediana, a qual difere significativamente da média

Os valores indicados com base nos diferentes métodos reflectem as deficiências de cada um dos métodos. Os métodos indirectos tendem a subestimar o consumo: (i) os dados estatísticos sugerem que há muita lenha e carvão consumidos na zona urbana que não entra nas estatísticas. Apesar da DNTF sugerir que 90% da lenha e carvão consumido não é licenciado, verifica-se que ainda há muita diferença com o consumo declarado pelos consumidores com base nos inquéritos aos consumidores. (ii) o inquérito produz dados com base na percepção dos consumidores e numa perspectiva de longo prazo. Uma observação feita no terreno foi que muitos inquiridos tinham a sua estimativa muito duvidosa e tinham a tendência de responder apenas para satisfazer ao inquiridor. Por outro lado, o valor “falado” teve que ser convertido para o peso em Kg dentro da variabilidade dos valores de conversão indicados anteriormente, o que não dá sempre o peso real.

Os métodos directos tendem a indicar valor mais realísticos do consumo. Estes métodos não são práticos para observações de curto prazo em grandes consumidores tais como os consumidores industriais. Neste estudo este método mostrou-se ineficiente, apesar de se haver tentado, os seus resultados não são apresentados por falta de consistência e falta de representatividade da amostra. Assim, os valores de consumo médio per capita estimados com base nos métodos indirectos estão abaixo dos valores referidos em estudos anteriores, os quais indicam valores de cerca de 0.2 – 0.7 ton per capita por ano (veja Tabela 13). Estes valores, porém, são mais próximos ao encontrados



utilizando métodos directos. Tomando em consideração a densidade básica das espécies utilizadas para lenha e carvão (de cerca de 0.6-1.0 g/cm<sup>3</sup>), este consumo é próximo aos cerca de 1-1.4 m<sup>3</sup> per capita por ano que geralmente são indicados como o consumo médio de combustíveis lenhosos (ver Tabela 15).

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que o consumo urbano difere significativamente do consumo rural. Este facto pode ser real dado que no processo de produção de carvão perde-se uma parte da energia que no caso de utilização de lenha é aproveitado. Com efeito, a população rural consome mais energia lenhosa, enquanto que o equivalente de lenha consumido em forma de carvão nas zonas urbanas, uma parte é perdida no processo de fabrico de carvão, cuja eficiência (15%) é muito baixa.

Tabela 15. Consumo médio per capita por ano de peso seco à estufa de lenha e carvão obtido na literatura (Fonte: Siteo et al 2004)

| Consumo médio per capita por ano de lenha e carvão em Moçambique<br>m <sup>3</sup> .ano <sup>-1</sup> | ton.m <sup>-3</sup> * | ton.ano <sup>-1</sup> | Referência             |
|---|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 1.0   | 0.4-0.7               | 0.4-0.7               | BEU                    |
| 1.0   | 0.4-0.7               | 0.4-0.7               | SARDC (1994)           |
| 1.6-2.2   | 0.4-0.7               | 1.0**                 | Chidumayo et al (1996) |
| 0.8-1.0   | 0.4-0.7               | 0.3-0.7               | Pereira (2001a)        |
|   | 0.4-0.7               | 0.2-0.3***            | Serra e Zolho (2003)   |

\* estimada com base na densidade da madeira das espécies utilizadas para lenha e carvão

\*\* o valor é dado como 5-7 ton por família e foi assumido uma média de de 5-7 membros

\*\*\* o valor é dado como 0.25-0.47 sacos de carvão de 50Kg per capita por mês

### 5.3 Consumo nacional

O crescimento populacional tem historicamente sido um factor que influencia o consumo de produtos florestais e esta relação não sugere mudanças de maneira significativa num futuro próximo para o caso de Moçambique onde cerca de 70% da população vive nas zonas rurais. Siteo et al (2004) sugerem que enquanto que o padrão de consumo rural pode ser modificado com a introdução de fontes alternativas de energia, para a população rural, não parece se vislumbrar medidas de modificar o padrão de consumo a curto prazo.

As mudanças na procura e oferta de produtos florestais variam em função das mudanças na população, poder de compra, tecnologia, políticas, aspectos institucionais e preços de produtos florestais e produtos substitutos.





## Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade

O consumo nacional de lenha e carvão é, com base nos resultados de medição directa feitos neste estudo, estimado em 14.8 milhões de toneladas por ano, o correspondente a cerca de 23.68 milhões de metros cúbicos por ano, o correspondente a 1.16 m<sup>3</sup>/ano per capita. Este consumo, está dentro da proporção estimada por Moyo et al (1993) para os países da África Austral, particularmente o Botswana, Zâmbia e Tanzania, os quais tinham um consumo médio de 0.9-1.2 m<sup>3</sup> per capita por ano (Tabela 14).

Tabela 16. Consumo de lenha em países da África Austral (fonte: Moyo et al 1993)

| País          | População<br>(milhões de<br>habitantes) | Lenha e carvão<br>(milhões de m <sup>3</sup> ) | m <sup>3</sup> per capita |
|---------------|---|--|---------------------------|
| Angola        | 11.2                                    | 5.5  | 0.5                       |
| Botswana      | 1.5                                     | 1.4  | 0.9                       |
| Lesotho       | 2.0                                     | 0.6  | 0.3                       |
| Malawi        | 10.1                                    | 7.8  | 0.8                       |
| Moçambique    | 17.5                                    | 15.0   | 0.9                       |
| Tanzania      | 31.2                                    | 32.2   | 1.0                       |
| Zambia        | 9.8                                     | 11.5   | 1.2                       |
| Africa do Sul | 38.5                                    | 7.0  | 0.2                       |

### 5.4 Produção de lenha e carvão

Moyo et al (1993) já indicavam que o desmatamento para a produção de lenha e carvão em Moçambique não era um problema nacional, mas sim um problema localizado. Isto significa que à escala nacional, a produção de biomassa é superior à procura, mas dadas as distâncias dos lugares de produção de biomassa para os centros de consumo, apenas as áreas próximas aos centros de consumo recebem uma pressão elevada.

Sitoe et al (2004) utilizaram um modelo de simulação para estimar o padrão de distribuição e disponibilidade de biomassa lenhosa no norte de Sofala e encontraram que os distritos de Dondo, Nhamatanda e Dondo seriam os mais afectados com o desmatamento para a produção de lenha e carvão para a cidade da Beira. Adicionalmente, na sua análise, encontraram que o consumo urbano é o que causava mais desmatamento devido à elevada concentração de consumidores. Por isso, aqueles autores sugerem que uma solução para o problema do desmatamento seria encontrada identificando formas alternativas viáveis de abastecimento de energia de outras fontes para os habitantes urbanos, principalmente os de baixo rendimento, que são os principais consumidores de combustíveis lenhosos.



Tabela 17. Biomassa por tipo de vegetação na região do Corredor da Beira (Tchaúque 2004)

| <b>Tipo de vegetação/cobertura</b> | <b>Biomassa (ton/ha)</b> |
|------------------------------------|--------------------------|
| Formação herbácea arborizada       | 19,96                    |
| Matagal                            | 28,87                    |
| Floresta de baixa altitude fechada | 26,34                    |
| Moita                              | 17,10                    |
| Floresta de baixa altitude aberta  | 64,19                    |

Tchaúque (2004) estimou a biomassa lenhosa nos distritos ao longo do Corredor da Beira, tendo primeiro utilizado métodos directos para a estimar a densidade de biomassa por tipo de vegetação (Tabela 15) e encontrou 45.4 milhões de toneladas. Deve-se notar que estudos de biomassa lenhosa em Moçambique são escassos, e os inventários florestais nacionais não incluem a estimação desta variável. Assim, as estimações da biomassa são feitas principalmente com base nos dados do volume, o qual se reconhece ser inferior ao volume utilizável para lenha e carvão pois os métodos de inventário florestal clássico não incluem os ramos pequenos sem valor comercial, mas que são aproveitáveis para a produção de lenha e carvão. Métodos para a estimação de biomassa a partir de dados do inventário florestal foram preparados por Siteo e Tchaúque (2007), mas os dados primários do inventário florestal nacional não estão disponíveis para utilização pública, pelo que não puderam ser utilizados para cálculos detalhados no presente estudo.

## **6. Conclusões**

O presente estudo produziu factores de conversão de unidades de medida de lenha e carvão que podem ser utilizados com confiança para uniformizar estatísticas de utilização e produção de lenha e carvão. Apesar de a amostra não ter representado todas as cidades e províncias do país, estes factores podem ser considerados aceitáveis ao nível nacional, ou ao nível regional dependendo das necessidades do estudo.

Os métodos utilizados neste estudo produziram resultados diferentes. Isso já era esperado, tomando em conta as particularidades que cada um dos métodos tem. Porém, a utilização de diferentes métodos



permite inferir sobre diferentes tipos de consumidores. Assim, o método indirecto, com base em dados estatísticos, resultou ser o mais apropriado para estimar o consumo industrial e outros grandes consumidores tais como os internatos enquanto que o método directo através de pesagens ao nível dos agregados familiares mostrou-se mais apropriado para os consumidores domésticos tanto urbanos assim como rurais.

Os métodos utilizados para estimar a produção de lenha e carvão são deficientes ao não reconhecer a lenha morta e ao não reconhecer o peso dos ramos das árvores. O resultado é que parece haver uma grande subestimação do potencial de produção de lenha e carvão, particularmente para a lenha de consumo rural, feito principalmente à base de ramos mortos, os quais não são incluídos nos inventários de biomassa nem nos inventários florestais clássicos.

O consumo médio per capita de lenha e carvão foi estimado utilizando diferentes métodos está entre 0.2 a 0.9 ton (de peso seco à estufa) per capita por ano, o que representa um consumo nacional anual de cerca de 14.8 milhões de toneladas (de peso seco à estufa) por ano. Este valor está dentro do intervalo sugerido em outros estudos em Moçambique e na região.

A produção nacional de biomassa (árvores vivas) foi estimada em cerca de 22 milhões de toneladas por ano. Este valor, estimado depois de retirar as áreas de conservação e concessões florestais e ecossistemas frágeis, está acima das necessidades actuais de lenha e carvão doméstico e industrial. Porém, este valor deve ser entedido como uma estimação muito grosseira devido aos métodos de medição, os quais não são adequados ao tipo de produto.

### **7. Recomendações para melhoria de estimação do consumo**

Alterar o padrão de consumo rural não parece ser um procedimento fácil, por um lado devido à forma dispersa como os agregados familiares estão localizados e à baixa densidade populacional, mas também porque dado o seu carácter de uso de lenha morta, não parecem ser os causadores dos impactos negativos da colheita de lenha para fins domésticos. Por isso, recomenda-se que se procure encontrar formas alternativas e viáveis de energia para os habitantes urbanos, principalmente os suburbanos com baixo poder de compra.



## **Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade**

---

Análise comparativa dos métodos de inventário florestal clássico com os métodos de estimação da biomassa lenhosa total incluindo ramos e os métodos de medição da lenha utilizada para fins energéticos, incluindo lenha morta.

O processo de colheita de dados de consumo de lenha e carvão precisa ser melhorado para incluir métodos directos, e de longo prazo de modo a captar as variações dentro e entre agregados familiares. Maior trabalho de sensibilização das famílias deverá ser feito com vista a conseguir maior confiança dos dados.

O método indirecto de medição do consumo, baseado em postos fixos de fiscalização que se dedicam a registar grandes volumes transportados, deve ser melhorado com vista a incluir o transporte avulso feito em pequenas quantidades por unidade de transporte (p.e. bicicletas, e carvão acompanhado por passageiros de transportes colectivos de passageiros).



### 8. Referências bibliográficas

- Bila, A., 1992. Trees for sustainable fuelwood production in rural subsistence farming at Boane. Unpublished report. University of Wales. UK.
- Brouwer, R. and Falcão M.P. 2000. Wood to ashes: Preliminary results of a survey among consumers of wood fuel in Maputo, Mozambique. Department of Forest Engineering, Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, Mozambique. Unpublished report 30 pp.
- Campbell B. 1996. The miombo in transition: Woodlands and welfare in África, CIFOR, Bagor, Indonésia, Pág 19-26
- Chidumayo E. 1995. Handbook of miombo ecology and management. Stockholm Environmental Institute, Sweden, 136p.
- CSO. 1995. The Analytical Report: 1985 Population And Housing Census Sierra Leone. Central Statistics Office. Tower Hill, Freetown.
- Falcão, MP. 2000 Price analysis of fuelwood and charcoal in markets of Maputo-City. Chaposa Project Working Paper. Chaposa 2nd Annual Seminar, May 8-10, Morogoro, Tanzania.
- INE. 1999. II Recenseamento Geral da População e Habitação 1997 Resultados Definitivos. Cidade de Maputo. Maputo: Instituto Nacional de Estatística.
- INE. 2002. Questionário de indicadores básicos de bem-estar (QUIBB) 2000-2001. Relatório final. Maputo. (documentos online: [www.ine.gov.mz](http://www.ine.gov.mz))
- INE. 2004. Relatório final sobre os Inquérito aos Agregados Familiares (IAF) sobre orçamento familiar 2002/2003. (documentos online: [www.ine.gov.mz](http://www.ine.gov.mz))
- INE. 2007. Resultados preliminares do censo 2007. Gabinete central de recenseamento, Novembro de 2007. Folheto informativo.
- Marzoli A. 2007. Inventário florestal nacional. Relatório final. Direcção Nacional de Terras e Florestas. Ministério da Agricultura. Maputo, Mozambique. 74p + Annexes.
- Moyo S, O'keefe P e Sill M. 1993. The Southern African environment: profile of the SADC countries. Earthscan publications, London. 354p.
- Pereira C. 2001a. CHAPOSA – Charcoal potential in Southern Africa, research project, Mozambique. Final report. DEF-FAEF-UEM, Maputo, Moz.
- Pereira et al. 2002. Estratégia de Capacitação na área de Certificação Florestal. Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade. Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
- SADCC. 1998. Desenvolvimento de Energia Madeira-Lenha: Relatório de Moçambique. Maputo. Unpublished.
- SARDC. 1994. State of the environment in Southern Africa. SARDC/IUCN/SADC.
- Serra A and Zolho R. 2003. Inquérito sobre a produção e consumo de combustível lenhoso na cidade da Beira. Relatório mimeografado.
- Sitoe A e Tchaúque F. 2007. Medição de biomassa florestal utilizando informação do inventário florestal. Relatório final. Unidade de Inventário Florestal. Direcção Nacional de Terras e Florestas.



## **Grupo de Gestão de Recursos Naturais e Biodiversidade**

---

- Tchaúque F. 2004. Avaliação da Biomassa Lenhosa Aérea no Corredor da Beira, Maputo, Moçambique, 49pág+ anexos
- Williams, A. 1993. An Overview of the use of woodfuels in Mozambique and some recommendations for a Biomass Energy Strategy. Unpublished report. DNFFB, Maputo. 16pp.
- WORLD BANK. 1987. Sierra Leone. Issues and options in the energy sector. Report of Joint UNDP/World Bank energy sector Assessment Programme, Oct. 1987
- WORLD BANK. 2001. World development indicators database, July 2001. Available from <http://devdata.worldbank.org/external> [Accessed January 11<sup>th</sup>, 2004].



## Anexos

### Cronograma de actividades

| Actividade  | Abril | Maió | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro |
|---|-------|------|-------|-------|--------|----------|---------|
| 1. Desenho do projecto  | XX    | X    |       |       |        |          |         |
| 2. Recolha de registos bibliográficos e revisão de literatura   | XXX   | XXX  |       |       |        |          |         |
| 3. Elaboração da metodologia detalhada do trabalho (desenho e testagem das fichas e inquéritos)   |       | XXX  |       |       |        |          |         |
| 4. Seminário inicial  |       | X    |       |       |        |          |         |
| 5. Estabelecimento e capacitação de grupos de trabalho nas províncias de Maputo, Sofala, Zambézia, Nampula e Tete                             |       |      | X     |       |        |          |         |
| 6. Colecta de informação (medição do consumo, produção, e factores de conversão)  |       |      | XXX   | XXX   | XXX    |          |         |
| 7. Digitalização dos dados de campo (transcrição dos dados das fichas no computador)  |       | XX   |       | XX    |        |          |         |
| 8. Processamento e análise de dados de campo (medidas de tendência central e dispersão, mapas, gráficos, tabelas de distribuição, projecções) |       |      | XXX   |       | XXX    |          |         |
| 9. Elaboração do relatório final  |       |      |       |       | X      | X        |         |
| 10. Seminário final   |       |      |       |       |        | X        |         |
| 11. Entrega do relatório final  |       |      |       |       |        |          | XX      |



Consumo urbano de lenha e carvão

|                           | carvão   | lenha   |                               |
|---------------------------|----------|---------|-------------------------------|
| Nonzero                   | 564      | 169     | number of householdds         |
| Sum                       | 1696.627 | 1503.38 | Total consumption             |
| Average consumption       | 3.008    | 8.896   | Kg/day/household              |
| Consumption per capita pd | 0.602    | 1.779   | Kg/capita/day                 |
| Consumption per capita py | 219.599  | 649.389 | Kg/capita/year                |
| <b>Air dry</b>            | 191.051  | 84.421  | <b>275.472</b> Kg/capita/year |
| <b>Oven dry value</b>     | 201.855  | 572.112 | Kg/capita/year                |
| Proportion of consumption | 0.87     | 0.130   |                               |
|                           | 175.614  | 74.375  | <b>249.989</b> Kg/capita/year |





Consumo rural de lenha

| <b>Consumo rural de lenha</b>                     |        |         |         |              |           |           |
|---|--------|---------|---------|--------------|-----------|-----------|
| <b>Consumo per capita por ano (Kg/pessoa/ano)</b> |        |         |         |              |           |           |
| Means and Std Deviations                          |        |         |         |              |           |           |
| Província   | Number | Mean    | Std Dev | Std Err Mean | Lower 95% | Upper 95% |
| Zambezia  | 96     | 1095.01 | 1124.03 | 114.72       | 867.26    | 1322.8    |
| Tete  | 115    | 797.43  | 947     | 88.31        | 622.49    | 972.4     |
| Maputo  | 96     | 689.85  | 759.78  | 77.54        | 535.91    | 843.8     |
| Gaza  | 91     | 638.01  | 489.11  | 51.27        | 536.15    | 739.9     |
| Nampula   | 88     | 585.49  | 614.02  | 65.45        | 455.39    | 715.6     |
| Sofala  | 90     | 309.42  | 191.37  | 20.17        | 269.34    | 349.5     |

| <b>T-Student mean comparison</b> |   |   |          |
|----------------------------------|---|---|----------|
| Level                            |   |   | Mean     |
| Zambezia                         | A |   | 1095.006 |
| Tete                             |   | B | 797.4286 |
| Maputo                           |   | B | 689.8546 |
| Gaza                             |   | B | 638.0098 |
| Nampula                          |   | B | 585.4879 |
| Sofala                           |   | C | 309.4236 |

| <b>Consumo per capita por ano (Kg/pessoa/ano)</b> |                     |            |
|---|---------------------|------------|
| Mean  |                     | 695.28     |
| Standard Error                                    |                     | 33.24      |
| Median  |                     | 456.25     |
| Mode  |                     | 365        |
| Standard Deviation                                |                     | 797.819    |
| Variance  |                     | 636514.734 |
| Kurtosis  |                     | 15.372     |
| Skewness  |                     | 3.473      |
| Range   |                     | 6739.725   |
| Minimum   |                     | 12.775     |
| Maximum   |                     | 6752.500   |
| Sum   |                     | 400480.876 |
| Count   |                     | 576        |
| Confidence Level(0.950000)                        |                     | 65.154     |
| média   | valor seco à estufa | 612.541    |
| mediana   | valor seco à estufa | 401.956    |



**Quadro lógico**

| <b>Objectivo</b>  | <b>Actividade</b>   | <b>Resultado</b>  | <b>Meios de verificação</b>  |
|---|---|---|--|
| Identificar e agrupar os principais consumidores de combustíveis lenhosos nas províncias de Tete, Nampula, Zambézia, Sofala, Gaza e Maputo/Matola bem como nas áreas rurais dessas províncias | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Recolha de registos bibliográficos e revisão de literatura</li><li>2. Elaboração da metodologia detalhada do trabalho (desenho e testagem das fichas e inquéritos)</li><li>3. Seminário de validação da metodologia</li></ol>  | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Identificação dos principais consumidores de combustíveis lenhosos</li><li>2. Metodologia de levantamento e processamento de dados desenvolvida e validada</li></ol> | Caderno da metodologia de medição e levantamento de dados  |
| Fazer o levantamento de dados dos níveis de consumo actual de combustíveis lenhosos pelos diversos grupos de consumidores   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Estabelecimento e capacitação de grupos de trabalho nas províncias de Maputo, Gaza, Zambézia, Sofala, Nampula e Tete</li><li>2. Colecta de informação (medição do consumo, produção, e factores de conversão)</li><li>3. Digitalização dos dados de campo (transcrição dos dados das fichas no computador)</li></ol> | <p>Equipes de trabalho estabelecidas e capacitadas por província</p> <p>Dados de consumo, venda, transporte e preços de combustíveis lenhosos digitalizados</p>   | <p>Lista dos membros das equipas e relatório de capacitação</p> <p>Base de dados de consumo, transporte e preços por província</p> |
| Identificar as principais fontes de abastecimento de combustíveis lenhosos para as províncias de Tete, Nampula, Zambézia, Sofala, Gaza e Maputo/Matola;                                       | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Processamento e análise de dados de campo (medidas de tendência central e dispersão, mapas, gráficos, tabelas de distribuição, projecções)</li><li>2. Elaboração do relatório final</li><li>3. Seminário de divulgação</li></ol>   | <p>Dados de consumo, preços e transporte de combustíveis lenhosos analisados</p> <p>Relatório final apresentado em seminário</p>  | <p>Relatório final</p> <p>Relatório do seminário</p>   |