

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**CONSUMO DE LENHA E PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE
MADEIRA NO SETOR COMERCIAL E INDUSTRIAL DO
DISTRITO FEDERAL**

RODRIGO ALMEIDA BARROSO

ORIENTADOR: PROF. AILTON TEIXEIRA DO VALE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

BRASÍLIA/DF: FEVEREIRO/2008

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**CONSUMO DE LENHA E PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE MADEIRA NO
SETOR COMERCIAL E INDUSTRIAL DO DISTRITO FEDERAL**

ENG.º FLORESTAL RODRIGO ALMEIDA BARROSO

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
FLORESTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS FLORESTAIS.**

APROVADA POR:

**AILTON TEIXEIRA DO VALE, Doutor, EFL/UnB
(ORIENTADOR)**

**JOAQUIM CARLOS GONÇALEZ, Doutor, EFL/UnB
(EXAMINADOR INTERNO)**

**NILTON CÉSAR FIEDLER, Doutor, UFES
(EXAMINADOR EXTERNO)**

BRASÍLIA/DF

FICHA CATALOGRÁFICA

BARROSO, RODRIGO ALMEIDA

Consumo de Lenha e produção de resíduos de madeira no Setor Comercial e Industrial do Distrito Federal [Distrito Federal] 2007.

xvii, 59p., 210 x 297 mm (EFL/FT/UnB, Mestre, Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

1. Biomassa

2. Lenha

3. Resíduo

4. Forma de operação

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARROSO, R. A. (2007). Consumo de Lenha e produção de resíduos de madeira no Setor Comercial e Industrial do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 65p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Rodrigo Almeida Barroso.

TÍTULO: Consumo de Lenha e Produção de Resíduos de Madeira no Setor Comercial e Industrial do Distrito Federal.

GRAU/ANO: Mestre/2008

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Rodrigo Almeida Barroso
SQSW 101 Bloco F Apartamento 204 Sudoeste
70.670-106 Brasília – DF – Brasil.

À Deus
À minha esposa Desirée
Aos meus filhos Vítor e Artur
A minha mãe Maria das Graças
Ao meu pai José Miguel
E as minhas irmãs Carolina e Juliana

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e meus guias espirituais.

Bem como, agradecer duas pessoas fundamentais para minha formação, meu pai José Miguel Barroso e minha mãe Maria das Graças Almeida Barroso, pois sem o sacrifício deles e de nossa família, ou seja, minhas irmãs Carolina e Juliana, nada disso seria possível.

Em especial a minha esposa Desirée Duarte Serra, meus filhos Vitor e Artur Serra Barroso, pois sofreram de alguma forma com minha ausência no decorrer desses 2 anos de mestrado. Obrigado Desirée, minha esposa, companheira, amiga, amante e principalmente por ser mãe incondicional desses nossos dois grandes tesouros que a vida nos deu.

Não poderia deixar de agradecer a minha querida sogra e sogro, Walkíria Duarte Serra e Antonio Carlos da Silva Serra, que muitas vezes nos ajudaram com as crianças, para que pudéssemos cumprir com nossas obrigações, seja no mestrado ou na vida profissional.

Agradeço minha amiga Paula Narciso, que me ajudou no início dos estudos. A amiga de mestrado Ana Paula pelas palavras de otimismo e encorajamento. E aos alunos da graduação Luiz Fernando e Caio pela ajuda na coleta dos dados.

E também duas grandes amigas que fiz nesse período e que tanto admiro, principalmente por não medirem esforços em me ajudar, falo das estatísticas Fernanda Gomes Philomeno e Mariana Ferreira Peixoto dos Santos. Valeu amigas!!!

Allan obrigado pela força, para que eu pudesse cursar as disciplinas e ainda trabalhar. Valeu!!! Cunhados, sobrinha e afilhado.

Não poderia encerrar sem agradecer a uma pessoa que sempre confiou em mim e que admiro como professor, mestre, orientador, amigo e que muitas vezes se portou como um pai. Obrigado Ailton Teixeira do Vale.

Aí vão meus sinceros agradecimentos, e desejo a todos muita luz e saúde, porque o resto corremos atrás.

RESUMO

CONSUMO DE LENHA E PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE MADEIRA NO SETOR COMERCIAL E INDUSTRIAL DO DISTRITO FEDERAL

A pesquisa teve como objetivo geral a realização de um levantamento da produção e uso de biomassa energética no Distrito Federal. Especificamente objetivou-se identificar os consumidores de biomassa energética e os produtores de resíduos madeireiros no DF, diagnosticar e analisar a evolução do consumo de lenha e briquete nos setores comercial e industrial do DF, diagnosticar e analisar a evolução da produção de resíduos madeireiros nos setor industrial no DF e indicar possíveis utilizações. A metodologia proposta no trabalho primeiramente foi de levantar os possíveis consumidores de lenha e produtores de resíduo na área de estudo através dos registros de empresas nos sindicatos de classes, principalmente no Sindicato dos Madeireiros – SINDMAN, Lista telefônica, cadastro no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e Instituto Euvaldo Lodi – IEL. Em seguida foram feitas visitas, quando se aplicou um questionário distinto para consumidores de lenha e para produtores de resíduos. O consumo de lenha no setor industrial e comercial, foi de 5.652t/ano para olarias, com uma redução de 5,26% em relação a 2000; para Restaurantes e Hotéis fazenda o consumo anual foi respectivamente de 15,36t e 9,00t e para pizzarias o consumo de lenha foi 987,36t/ano e dentre essas se identificou consumo de briquete que não ocorria em 2000. Não tendo serrarias em atividade, a produção de resíduos de origem madeireira ocorre em madeiras e marcenarias. As regiões administrativas do DF de maiores produções de resíduos foram: Gama, Setor de Indústria e Abastecimento - SIA Sobradinho seguida de Taguatinga, que juntas representavam 94,91% da produção do Distrito Federal. Foi identificado o consumo de lenha com alto teor de umidade, o que diminui a eficiência energética. Não se identificou no Distrito Federal o consumo energético do resíduo gerado pelas madeiras e marcenarias, no entanto, parte deste resíduo na forma de pedaços de madeira é comercializado e levado para Anápolis-GO para serem queimados em olarias.

ABSTRACT

This research had as general goal the rising of the production and uses of energetic biomass in Distrito Federal. It specifically objectified to identify the consumers of energetic biomass and the lumbermen residues producers in the DF, to diagnose and to analyze the evolution of the firewood and briquete consumption in the commercial and industrial sectors of DF, to diagnose and to analyze the evolution of the lumbermen residues production in the industrial sector in the DF and to indicate their possible utilizations. The proposed methodology at work was firstly to lift the possible firewood consumers and residues producers in the studied area through the companies records in the classes unions, mostly in the Union of the Lumbermen – SINDMAN, Telephone book, cadaster in the Brazilian Institute of the Environment and of the Renewable Natural Resources – IBAMA and Institute Euvaldo Lodi – IEL. Visits were soon after done, when we applied a distinct questionnaire for firewood consumers and for residues producers. For 2007, the firewood consumption in the industrial and commercial sector were 5.652t/year to potteries, with a reduction of 5,26% regarding 2000; to Restaurants and farm Hotels the annual consumption was respectively 15,36t and 9,00t, and to pizza places the firewood consumption was 987,36t/year and among these, briquete consumption was identified, which did not occur in 2000. Sawmills in activity were not found, and the origin of wood residues production occurs in wood stores and joineries. DF's administrative regions residues larger productions were: Gama, Industry and Supply Sector – WAS, Sobradinho, followed by Taguatinga, representing 94,91% of the production of the Distrito Federal. It was identified the inadequate consumption of firewood by potteries with high humidity content, which decreases the energetic efficiency. It was not identified in the Distrito Federal the energetic consumption of the residue generated by wood stores and joineries, however, part of this residue in the form of wooden pieces is commercialized and carried to Anápolis-GO to be burnt in pottery.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Área de estudo	15
3.2 Obtenção dos dados de consumo de lenha	16
3.3 Obtenção dos dados de produção de resíduos	19
3.3.1 Pesagem direta no local	19
3.3.2 Conversão para massa.	20
3.4 Análise de dados	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Consumo de biomassa	22
4.1.1 Setor Industrial	22
4.1.2 Restaurantes e Hotéis Fazenda	30
4.1.3 Panificadoras	30
4.1.4 Pizzarias	32
4.2 Geradoras de resíduo	37
4.2.1 Marcenaria e Madeiras.....	37
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES	41
6. BIBLIOGRAFIA	43
7. ANEXO.....	46
Anexo A - QUESTIONÁRIO PARA CONSUMIDORES DE BIOMASSA	46
Anexo B - QUESTIONÁRIO PARA PRODUTORES DE RESÍDUO.....	48
Anexo C - PRODUÇÃO DE RESÍDUOS POR ÁREA ADMINISTRATIVA NOS ANOS 2000 E 2007	49
Anexo D - PRODUÇÃO DE RESÍDUOS EM 2000 E 2007	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Participação percentual das fontes primárias renováveis no balanço energético nacional no ano de 2006.	5
Tabela 4.1. Consumo de lenha (t/ano) e produção de tijolos (milheiro/ano) de oito olarias no Distrito Federal.	23
Tabela 4.2. Análise descritiva do consumo de biomassa (t/ano) pelas olarias.	23
Tabela 4.3. Características da lenha de poda utilizada nas olarias do Distrito Federal.	24
Tabela 4.4. Consumo de biomassa (lenha) (t/ano) pelas Olarias do Distrito Federal nos anos de 2000 e 2007.	29
Tabela 4.5. Análise descritiva do consumo de biomassa (t/ano) pelas olarias em 2000.	29
Tabela 4.6. Consumo de lenha (t/ano) das pizzarias no Distrito Federal.	33
Tabela 4.7. Análise descritiva do consumo de lenha (t/ano) pelas pizzarias.	34
Tabela 4.8. Análise descritiva do consumo de lenha (t/ano) pelas pizzarias por Região Administrativa (RA) do Distrito Federal.	34
Tabela 4.9. Consumo de briquete de madeira (t/ano) pelas pizzarias no Distrito Federal. .	35
Tabela 4.10. Características Técnicas de lenha e briquete de madeira – ano 2007.	36
Tabela 4.11. Produção de resíduo de madeira (t/ano) pelas marcenarias e madeireiras do Distrito Federal no ano de 2007.	38
Tabela 4.12. Produção de resíduo de madeira por RA em 2007 e 2000	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Oferta interna bruta dos principais energéticos primários no balanço energético brasileiro (BRASIL, 2007).	4
Figura 2.2. Organograma dos processos de conversão energética de biomassa. Fonte: Adaptado do Balanço Energético Nacional - BEN. Brasília (MME, 1982).....	10
Figura 3.1. Mapa do Distrito Federal. Fonte: Lista telefônica TeleListas do Distrito Federal (2008)	16
Figura 3.2: a – Pesagem da serragem de madeira e b – pesagem de pedaços de MDF. .	19
Figura 3.3: a – Sacos cheios de serragem e b – Pesagem dos sacos com serragem.	19
Figura 3.4: a – Sacos com pedaços de MDF e b – Recipiente com pó e pedaços de MDF.	20
Figura 4.1. Combustão da madeira de poda em forno de queima de tijolos.	25
Figura 4.2. Consumo de calor na produção de tijolos maciços em olarias do Distrito Federal, pela combustão de resíduos (lenha) de poda urbana.	26
Figura 4.3: a - Forno aberto b - abastecimento de lenha por trás.	27
Figura 4.4: a e b – Vista frontal do forno aberto mostrando saída de fumaça no início do processo de secagem da lenha (gasto desnecessário de calor para o processo de cura).....	27
Figura 4.5: a- Vista frontal de um forno e b – vista lateral, mostrando a fornalha para abastecimento de lenha.	27
Figura 4.6: a e b – Vista interna do forno com sistema fechado após queima.	28
Figura 4.7. Indicadores na Composição Média do Custo dos Produtos Produzidos em uma padaria em 2006. Fonte: http://www.propan.com.br/indicadores.asp	31
Figura 4.8: a e b – Máquina de corte da chapa de MDF e coletor do pó produzido no corte.	40

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

IBAMA	INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
IEL	INSTITUTO EUVALDO LODI
DF	DISTRITO FEDERAL
RA	REGIÃO ADMINISTRATIVA
T	TONELADA
BEN	BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL
EPE	EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA
SPE	SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO
GLP	GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO
TEP	TONELADA EQUIVALENTE DE PETRÓLEO
°C	GRAU CELSIUS
kg	QUILOGRAMA
m ³	METRO CÚBICO
U	UMIDADE
MDF	<i>Medium-density fiberboard</i>
POM	Pequenos objetos de madeira
L	Litro

1. INTRODUÇÃO

O modelo energético brasileiro baseia-se, principalmente, no petróleo e na hidroeletricidade. Diante da previsível escassez de petróleo, um combustível não renovável, cujas reservas mundiais estão se esgotando rapidamente, e da limitação imposta por questões ambientais à construção de novas hidroelétricas de grande porte, outras fontes de energia deverão ser otimizadas para suprir o inevitável crescimento da demanda energética.

Como alternativa energética, a biomassa e seus resíduos são os combustíveis renováveis que têm despertado maior interesse. A biomassa, segundo OMACHI et al., (2004) pode ser caracterizada como todo material orgânico, não fóssil, que tenha conteúdo de energia química no seu interior, o que inclui todas as vegetações aquáticas ou terrestres, árvores, biomassa virgem, lixo orgânico, resíduos de agricultura, esterco de animais e outros tipos de restos industriais.

A lenha é uma biomassa muito utilizada para a cocção de alimentos no meio rural brasileiro e foi, até os anos 70, a fonte de energia mais importante para o país. No entanto, sua participação na Matriz Energética Brasileira, nos anos seguintes, foi se restringindo de forma bastante rápida, caindo de 42% em 1970 para 15% em 1990. Em 2004, $9,0 \times 10^7$ toneladas de lenha foram consumidas para geração de energia sendo que, deste total, $1,8 \times 10^7$ toneladas foram gastos na carbonização para atendimento do setor siderúrgico e $5,10 \times 10^7$ toneladas foram consumidos diretamente, através da combustão. Do total consumido de forma direta, $2,6 \times 10^7$ toneladas foram queimadas em residências, $1,78 \times 10^7$ t no setor industrial e comercial BRASIL (2007).

A lenha no setor alimentício é utilizada como atrativo principalmente para agregar valor como no caso das pizzas, uma vez que melhora o aroma e as deixam mais saborosas, segundo os pizzaiolos. No setor industrial, a lenha na forma “*in natura*” ou transformada em carvão vegetal é utilizada na produção de diversos produtos, como na fabricação de cimento, de ferro-gusa e aço, ferro-liga, química, não-ferrosos e outros metálicos, têxtil, alimentos e bebidas, papel e celulose, cerâmica e outros. Entretanto, no Distrito Federal, encontramos somente indústrias de cimento, cerâmicas, de alimentos, de bebidas e agroindústrias.

Outro tipo de biomassa são os resíduos gerados pelo processamento da madeira, que pode deixar de ser um risco para o meio ambiente e passar a gerar lucro para a empresa

que o produz, além de apresentar alternativas, como matéria-prima para diversos outros produtos (LIMA & SILVA, 2005).

No Brasil, uma indústria madeireira ao se estabelecer, não é obrigada a indicar um método de uso do resíduo gerado, podendo desta maneira produzi-lo sem compromisso, ficando o ônus de resolver o que fazer com o resíduo para a sociedade e para os organismos governamentais de gestão ambiental (QUIRINO, 2002).

A destinação final de um resíduo passa necessariamente por um diagnóstico de sua geração e de sua caracterização. Neste sentido MATA & SOUZA (2000) enfatizaram a necessidade da realização de estudos sistemáticos “que resultem em diagnósticos adequados sobre o uso e a conservação da biomassa energética”.

A presente pesquisa teve como objetivo geral a realização de um levantamento da produção e uso de biomassa energética no Distrito Federal, e como objetivos específicos:

- Identificar os consumidores de biomassa energética no DF;
- Identificar os produtores de resíduos madeireiros no DF;
- Diagnosticar e analisar a evolução do consumo de lenha e briquete nos setores: comercial e industrial do DF;
- Diagnosticar, analisar a evolução da produção de resíduos madeireiros no setor industrial no DF e
- Indicar possíveis utilizações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Até o Século XIX, o consumo de energia cresceu de maneira lenta com base no uso da lenha e seus derivados (ACIOLI, 1994). O uso do carvão mineral propiciou a primeira revolução industrial, tendo persistido até o aparecimento de outro recurso fóssil abundante, de concentração energética ainda maior e de fácil exploração, o petróleo, dando início, assim, à segunda revolução industrial (BRASIL, 1986).

A partir de 1940, a demanda por energia tornou-se exponencial. Sua distribuição, porém, mostrou-se desigual, com 90% da energia mundial sendo consumida por apenas 30% da população (ACIOLI, 1994), chegando-se, por exemplo, ao consumo *per capita* dez vezes maior nos Estados Unidos que no Brasil (GOLDEMBERG, 1976).

Com população de 17 milhões de habitantes, no final do Século XIX, a biomassa era a principal fonte energética do Brasil; que tinha suas necessidades energéticas atendidas pela extração da lenha (LEITE, 1997).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), instituída pela Lei nº 10.847 de 2004 e regulamentada pela Decreto nº 5.184, foi criada com a responsabilidade de elaborar e publicar o Balanço Energético Nacional (BEN) a partir de sua regulamentação. Até então o mesmo era realizado pela equipe da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético (SPE/MME) desde 1970 (BRASIL, 2007).

O Balanço Energético Nacional (BEN) divulgou nas últimas décadas, a partir de 1970, informações sobre a oferta-consumo de fontes de energia, nas formas primárias e secundárias. Estas informações foram obtidas junto aos diversos setores de produção e consumo de energia. Contudo, o BEN ainda não apresenta informações da produção e utilização de resíduos no aproveitamento para geração de energia, ou até mesmo a potencialidade desse material para o segmento.

Entre 1970 e 2002 a fração da energia renovável caiu de 60% para 41%. Essa redução ocorreu devido à entrada do gás liquefeito de petróleo (GLP), óleo combustível e eletrificação rural como substitutos da lenha, como também do carvão vegetal por coque metalúrgico. Entretanto, esse cenário tende a modificar-se devido a dois problemas: a insegurança no suprimento das fontes de energias primárias de natureza fóssil (não-renovável), e das exigências ambientais nas emissões de gás carbônico e seu efeito no clima.

A Figura 2.1 ilustra o comportamento dos energéticos primários (em tonelada equivalente de petróleo – tep) no período de 37 anos, a partir de 1970. Inicialmente sustentado pela lenha, o modelo energético brasileiro modificou-se ao longo dos anos e alcançou nesta década uma superioridade dos energéticos renováveis (biomassa + eletricidade) sobre os energéticos fósseis. A partir de 1990, predominou a energia de origem hidráulica, seguida do petróleo, com o consumo de lenha mantendo uma faixa histórica com uma ligeira queda nos últimos anos. A média de consumo de lenha no Brasil, nos últimos 37 anos, foi de $9,2 \times 10^7$ t/ano, variando de $1,0 \times 10^8$ t/ano, em 1970 a $9,1 \times 10^7$ t/ano, em 2004 (BRASIL, 2007).

A energia primária no Brasil, no ano de 2006 (Brasil, 2007), teve quase a metade (41,06%) de sua oferta interna bruta originária de fontes renováveis (hidráulica, produtos da cana e lenha). A biomassa representou 27,90%, com valores percentuais de 12,50% e

15,41%, para a lenha e para a cana-de-açúcar, respectivamente. Do consumo total de $2,84 \times 10^7$ tep ($9,1 \times 10^7$ t) de lenha, 4,40% foram transformadas em carvão e eletricidade; os outros 5,60% foram usados na geração direta de calor, dos quais o setor residencial consumiu, para cocção de alimentos, 29,04%, e o setor industrial, 20,38%, com destaque para alimentos e bebidas (Tabela 2.1). No consumo final, como fonte direta de energia, a madeira teve sua maior participação no consumo residencial (29,04%), enquanto os produtos da cana-de-açúcar participaram principalmente nos setores industrial e energético. Segundo VALE (2000), essa utilização mostra a especificidade do consumo da cana como produto energético e o consumo mais generalizado da lenha, com forte apelo social (Tabela 2.1).

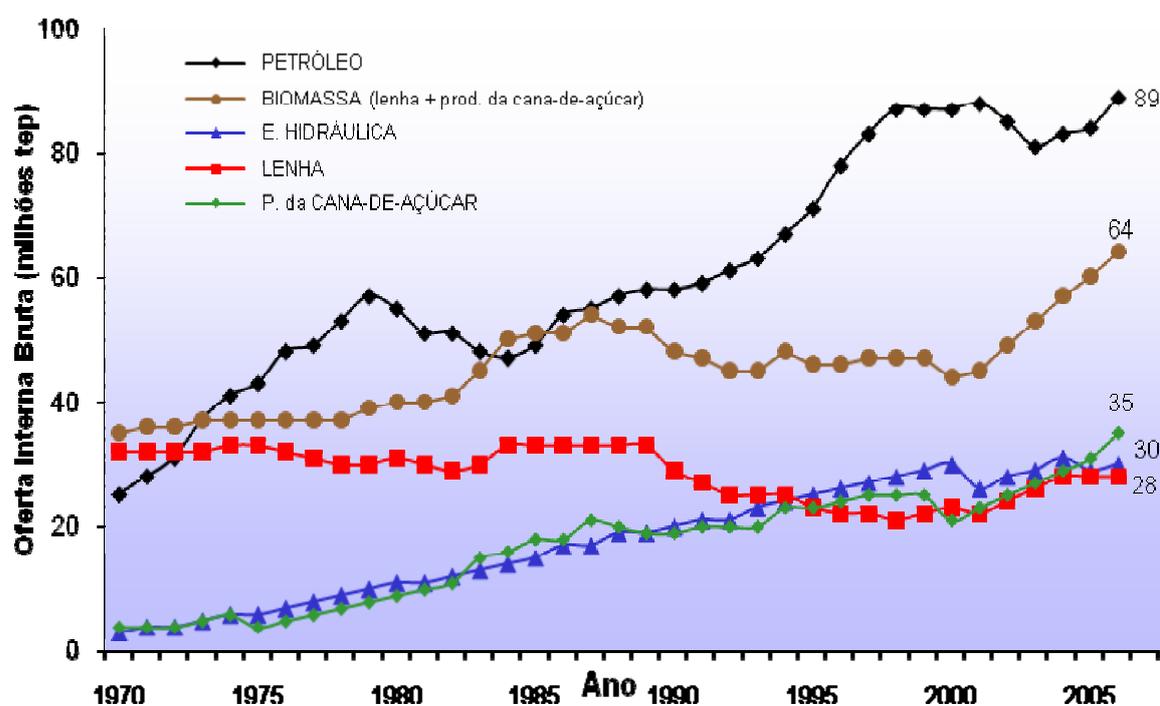


Figura 2.1. Oferta interna bruta dos principais energéticos primários no balanço energético brasileiro (BRASIL, 2007).

Tabela 2.1. Participação percentual das fontes primárias renováveis no balanço energético nacional no ano de 2006.

ITEM	ENERGIA HIDRÁULICA	LENHA	PRODUTOS DA CANA
PRODUÇÃO (10³ tep)	29.997	28.496	35.133
IMPORTAÇÃO	-	-	-
OFERTA INTERNA BRUTA	29.997	28.496	35.133
TOTAL TRANSFORMAÇÃO*	100,0%	42,40%	31,10%
CENTRAIS ELÉTRICAS DE SERVIÇO PÚBLICO	96,26%	0,17%	-
CENTRAIS ELÉTRICAS AUTOPRODUTORAS	3,74%	0,55%	4,54%
CARVOARIAS	-	41,67%	-
DESTILARIAS	-	-	26,56%
CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	-	57,60%	68,90%
SETOR ENERGÉTICO	-	0,05%	25,47%
RESIDENCIAL	-	29,04%	-
COMERCIAL	-	0,26%	-
AGROPECUÁRIO	-	7,87%	-
INDUSTRIAL - TOTAL	-	20,38	43,43%
ALIMENTOS E BEBIDAS	-	6,43%	43,33%
PAPEL E CELULOSE	-	4,39%	0,10%
CERÂMICA	-	6,18%	-

Fonte: Adaptado de BRASIL (2007),

*Participação percentual de cada setor em relação ao total da oferta interna bruta.

A idéia de utilizar a biomassa renovável para substituir o combustível fóssil não é nova. Em meados de 1800, a biomassa, principalmente de madeira, supriu mais de 90% da energia e do combustível dos Estados Unidos. O seu consumo diminuiu quando o combustível fóssil se tornou mais conhecido e “preferido” como fonte de energia (OMACHI et al., 2004).

Em comparação com outros combustíveis, a biomassa florestal é um recurso estratégico de baixo custo de produção por caloria. Considerando-se o alto custo de distribuição das energias concentradas e a característica dispersa da biomassa, a sua utilização no meio rural e em localidades isoladas seria a solução mais racional do ponto de vista técnico, econômico e político. No entanto, o consumo da lenha vem sendo inviabilizado ao longo dos anos pela oferta de alternativas energéticas tais como gás liquefeito de petróleo (GLP), óleo combustível e eletrificação rural. Essa tendência não se deve a razões técnicas ou econômicas, mas à falta de base institucional, de suporte tecnológico e à própria estrutura do modelo de crescimento adotado (BRASIL, 1986).

O Brasil possui uma imensa superfície do território nacional, quase toda localizada em regiões tropicais e chuvosas, oferece excelentes condições para a produção e o uso energético da biomassa em larga escala.

Apesar desse potencial, a principal fonte de madeira para produção de energia tem sido os ecossistemas naturais, como cerrado e a mata atlântica ocupando os primeiros lugares. O uso mais intensivo da madeira como energético está concentrado nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. A redução desses biomas e a pressão conservacionista, associadas à necessidade anual de mais madeira para energia, têm levado a uma crescente dificuldade para a obtenção desse recurso a partir de florestas nativas (BRITO & DEGLISE, 1991).

GOLDEMBERG (1998) e AYLING (1992) sugerem implantação de florestas energéticas com a finalidade de produzir lenha para as comunidades e do manejo da produção de lenha. MATA (2000) concluiu, ainda, que a falta de estudos detalhados visando à regulação da produção seria a principal causa da crise de oferta de lenha no meio rural e GOLDEMBERG (1998) sugere que o cultivo de lenha em “fazendas energéticas” seria particularmente significativo para prover uma base de desenvolvimento rural e geração de empregos. Por outro lado, OLIVEIRA et al. (1998) propuseram a busca de alternativas para o uso sustentado da vegetação nativa.

É importante observar que não pesa somente o aspecto quantitativo do uso da madeira como energia, mas também o aspecto econômico, ligado à utilização energética pelas indústrias, e, mais importante ainda, o aspecto social, ou seja, a lenha como energético doméstico (BRITO & DEGLISE, 1991).

No Brasil, o consumo da lenha tem um forte apelo social uma vez que envolve uma população pobre ou à margem da pobreza sem recursos para suprir suas necessidades básicas energéticas, recorrendo desta forma à lenha, cujos principais ecossistemas produtores (cerrado, caatinga, etc) estão em colapso, devido à exploração predatória. Some-se a isto o alto preço do GLP e o fato de ser um combustível fóssil, portanto finito (BRITO & BARRICHELO, 1979).

Devido ao caráter difuso do consumo de lenha no setor residencial, onde o próprio consumidor obtém o combustível principalmente no meio rural, com maior consumo e não há controle de espécie alguma, os dados não refletem a realidade se comparados com os dados obtidos em indústrias.

A utilização de lenha no setor residencial se dá quase que exclusivamente nas atividades de cocção de alimentos e aquecimento. A energia utilizada para cocção representa mais de 96% do consumo total de energia útil residencial na classe de renda

inferior (e 55% na superior), ou seja, quase toda a energia consumida pela classe mais pobre destina-se à cocção dos alimentos (AROUCA, 1983).

MATA & SOUZA (2000), concluíram em seus trabalhos que o padrão de consumo da biomassa florestal como fonte residencial (cocção e aquecimento) de energia é muito elevada, em 16.477st, para o distrito de Fonseca, município de Alvinópolis no Estado de Minas Gerais e que existe a necessidade de implantação de pequenas florestas energéticas com o objetivo de suprir, de forma permanente, a demanda de lenha doméstica.

Poucos trabalhos foram feitos com o intuito de se conhecer a quantidade de lenha consumida, podendo citar os trabalhos da CEMIG (1997) no estado de Minas Gerais; de MATA & SOUZA (2000), em Fonseca - MG; OLIVEIRA (1992), na Paraíba; LÓPEZ et al. (2000) em Viçosa - MG e VALE et al. (2003) em São João D'Aliança - GO.

OMACHI et al. (2004) caracteriza a biomassa como todo material orgânico, não fóssil, que tenha conteúdo de energia química no seu interior, o que inclui todas as vegetações aquáticas ou terrestres, árvores, biomassa virgem, lixo orgânico, resíduos de agricultura, esterco de animais e outros tipos de restos industriais.

Atualmente os resíduos de madeira gerados no processamento ou beneficiamento da madeira não têm expressão como alternativa energética de biomassa, pois contam com poucos estudos quantificando esse subproduto nas Unidades Federativas. Desta forma, existem perdas no processo de geração de energia, uma vez que tais resíduos são descartados em locais inadequados ou até mesmo submetidos à combustão, para reduzir volume, sem o aproveitamento da energia gerada pelo processo, resultando em agressões ambientais.

Esses resíduos podem deixar de ser um risco ao meio ambiente e passar a gerar lucro para as empresas que a produzem, além de apresentar alternativas, como matéria-prima para diversos outros produtos. Com isso, pode-se reduzir o preço final dos produtos feitos com ele, e reduzir a exploração da madeira virgem (LIMA & SILVA, 2005).

Segundo OMACHI et al. (2004), os problemas com o meio ambiente criados pelas atividades humanas ocorrem em três níveis: local, regional ou global. O efeito estufa pertence à terceira categoria de poluição, a global. As causas desses problemas globais são os gases, que se originam de qualquer parte do mundo. Dessa forma, a poluição global só pode ser resolvida em nível internacional.

A Comunidade Européia, segundo OMACHI et al. (2004), classifica os resíduos em:

- ❖ Resíduos urbanos ou também chamados de domésticos;
- ❖ Resíduos industriais:
 - Resíduo industrial banal – não possui aditivos tóxicos, como a madeira sem tratamento;
 - Resíduo industrial especial:
 - Inerte – não libera nem reage com outro tipo de substância;
 - Último – sem possibilidades de transformação como as cinzas;
 - Tóxico ou perigoso – libera substâncias tóxicas durante o tratamento ou estocagem, exemplo do resíduo nuclear.

Por outro lado QUIRINO (2002) define resíduo como aquilo que sobra de um processo de produção ou exploração, de transformação ou de utilização. É também toda substância, material, ou produto destinado por seu proprietário ao abandono.

Os resíduos ligno-celulósicos são assim chamados porque contêm na sua constituição lignina e celulose sendo, em sua maior parte, de origem vegetal. Como exemplo, podemos citar todos os rejeitos oriundos da madeira ou da indústria madeireira, até mesmo móveis velhos, restos em madeira de demolições, resíduos de culturas agrícolas ou de beneficiamento de produtos agrícolas, postes, estacas, dormentes, paletes e embalagens em fim de vida etc. A exploração florestal é uma grande fonte de resíduos ligno-celulósicos. Até mesmo no lixo urbano é encontrada uma porcentagem significativa de resíduos ligno-celulósicos proveniente de utensílios e embalagens em madeira (QUIRINO, 2002).

Segundo LIMA & SILVA (2005) todo processo de transformação da madeira gera resíduos em menor ou maior quantidade, sendo que somente 40 a 60% do volume total da tora são aproveitados.

Os resíduos industriais de madeira podem ser classificados em três tipos:

1) Serragem – a serragem é um resíduo encontrado na maioria das indústrias de madeira e é gerado principalmente pelo processo de usinagem com serras.

2) Cepilho – o cepilho é um resíduo encontrado geralmente em indústrias beneficiadoras da madeira como, por exemplo, a indústria de móveis, gerado pelo processamento em plainas.

3) Lenha - a lenha engloba os resíduos maiores como aparas, refilos, casca, roletes entre outros e também pode ser encontrada em todas as indústrias de madeira.

Segundo BRITO (1995), a lenha é o tipo de resíduo de maior representatividade, correspondendo a 71% da totalidade dos resíduos, seguido pela serragem que corresponde a 22% do total e, finalmente, os cepilhos, correspondendo a 7% do total.

A biomassa e os resíduos têm grande participação em termos econômico, social e ambiental, sendo necessários, portanto, estudos sistemáticos sobre a evolução do consumo, que resultem em diagnósticos adequados sobre o uso e a conservação da biomassa energética, em especial de lenha (MATA & SOUZA, 2000).

TEIXEIRA (2005) afirma que atualmente o aproveitamento dos resíduos tem sido da seguinte forma:

- Adubo: serragem em geral e madeira sólida picada é usada in natura ou após etapas de compostagem para proteção do solo e como adubo, inclui a cama de galinha usada.
- Cama de Animais: serragem em geral de preferência macia para contato com animais. Após o uso, a serragem suja com estrume pode ser usada como adubo.
- Carvão e combustíveis: pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos utilizado em processos industriais para produção de carvão, álcool, metanol e gás combustível;
- Energia elétrica: pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos, bem como briquetes são utilizados como lenha em usinas termoeletricas para obtenção de energia elétrica. Contudo há o problema da emissão de poluentes na atmosfera.
- Energia térmica: pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas, galhos e briquetes usados na queima para obtenção de calor em fornos de padarias, pizzarias, olarias e em caldeiras industriais. Também há o problema da emissão de poluentes na atmosfera.
- Extração de óleos e resinas: serragem em geral utilizada para extração industrial de óleos e resinas para uso como combustível, resinas plásticas, colas e essências.
- Madeira reconstituída: serragem em geral usada na fabricação de chapas de madeira reconstituída.

Outra solução encontrada para o aproveitamento, tanto no setor madeireiro e moveleiro, seria a produção de pequenos objetos de madeira (POM), ou seja, esses setores

aproveitariam tais resíduos para confeccionar pequenos objetos como artigos domésticos, decorativos, brinquedos, uso pessoal, esportivos, artesanatos proporcionando renda e diminuindo o desperdício desta valiosa matéria-prima, a madeira (STERNARD, 2002).

A utilização de resíduos madeireiros na produção de POM maximiza o uso da matéria-prima, minimiza o impacto ambiental, podendo gerar emprego e renda para artesões e/ou comunidades de áreas adjacentes às indústrias. Além de ser uma nova opção na geração de receita para o empresariado do setor madeireiro.

A figura 2.2 apresenta um organograma onde são mostrados diversos processos de conversão da biomassa lenhosa e de resíduos orgânicos.

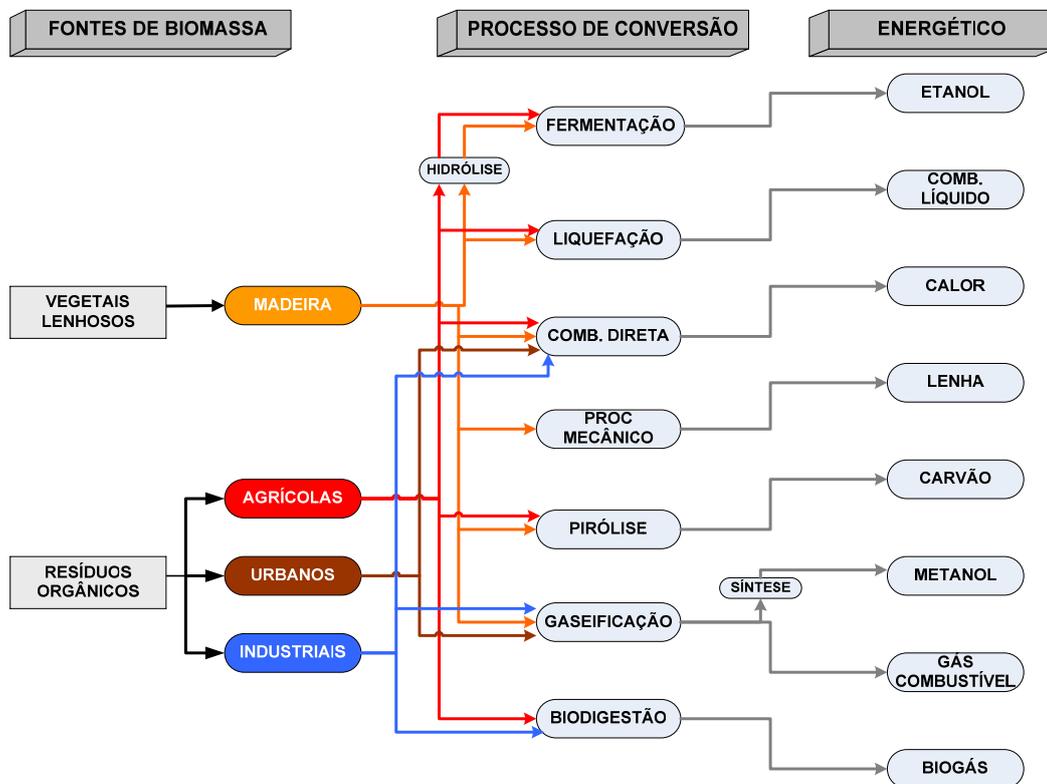
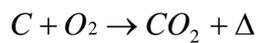


Figura 2.2. Organograma dos processos de conversão energética de biomassa. Fonte: Adaptado do Balanço Energético Nacional - BEN. Brasília (MME, 1982).

Combustão

Combustão é um fenômeno físico-químico irreversível que transforma a energia química dos combustíveis em calor e luz, por meio das reações dos elementos constituintes com o oxigênio fornecido. Esse processo inicia-se com a secagem do material, passando

pela pirólise e carbonização chegando à cinza, que é material inorgânico resultante. A combustão é uma reação de oxidação francamente exotérmica, podendo ser completa ou incompleta. Segundo BRITO & BARRICHELO (1979) a combustão produz dióxido de carbono (CO₂), vapor d'água, juntamente com calor e cinzas. Quando a combustão é incompleta ocorre a formação de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos e outros gases. A combustão completa do carbono (C) ocorre como segue:



Para fins energéticos, a combustão direta ocorre em fogões (cocção de alimentos), caldeiras (geração de vapor) e altos fornos (metalurgia).

Embora muito prático e, às vezes, conveniente, o processo de combustão direta é normalmente muito ineficiente, em função da baixa eficiência dos aparelhos de queima. Outro problema da combustão direta é a alta umidade (20% ou mais no caso da lenha) e a baixa densidade energética do combustível (lenha, palha, resíduos etc.), o que dificulta o seu armazenamento e transporte.

Carbonização

É o mais simples e mais antigo processo de conversão de um combustível (normalmente lenha) em outro de melhor qualidade e conteúdo energético (carvão), para determinados fins. O processo consiste em aquecer o material original (lenha, por exemplo, entre 300°C e 500°C), na “quase-ausência” de ar, até que o material volátil seja retirado. O principal produto final, o carvão, é caracterizado pela coloração negra brilhante e ser poroso, tem uma densidade energética maior por apresentar maior concentração de carbono que aquela do material de origem e queima em temperaturas muito mais elevadas. Além de gás combustível, a pirólise produz alcatrão e ácido pirolenhoso (ANEEL, 2005).

A relação entre a quantidade de lenha (material de origem) e a de carvão (principal combustível gerado) varia muito, de acordo com as características do processo e a qualidade do material de origem. Segundo FARINHAQUE (1981), o poder calorífico da madeira é negativamente relacionado com o seu teor de umidade.

VALE et al.(2005) define que madeiras com massas específicas maiores possuem paredes celulares mais espessas e lumens menores, portanto, poucos espaços vazios o que implica em menores umidades máximas. Madeiras com tal característica, ou seja, com maior massa específica, apresentam maiores resistências mecânicas, podendo ser utilizadas

em estruturas, como vigas, colunas, móveis; e, quando utilizadas para a produção direta de calor, através da combustão, liberam maior quantidade de calor por unidade volumétrica; quando utilizadas de forma indireta para a produção de calor, pela carbonização, produzem carvão de maior massa específica e, portanto maior concentração de calor por unidade de volume.

Em geral, são necessárias de quatro a dez toneladas de lenha úmida para a produção de uma tonelada de carvão. Se o material volátil não for coletado, o custo relativo do carvão produzido fica em torno de dois terços daquele do material de origem (considerando o conteúdo energético) segundo ANEEL, 2005.

Nos processos mais simples, a carbonização é conduzida de forma artesanal sobre a madeira confinada em equipamentos geralmente construídos em alvenaria ou metal. São os chamados fornos de carbonização, sendo os de alvenaria (rabo quente) os mais comuns no Brasil. Em diversos outros países, empregam-se as chamadas retortas, equipamentos geralmente construídos em metal, onde a carbonização é conduzida sob regime totalmente industrial, com elevado nível de controle de processo (ANEEL, 2005).

Nesses processos mais sofisticados, costuma-se controlar a temperatura e coletar o material volátil, visando melhorar a qualidade do combustível gerado e o aproveitamento dos resíduos. Nesse caso, a proporção de carvão pode chegar a 30% do material de origem. Embora necessite de tratamento prévio (redução da acidez), o líquido produzido pode ser usado como óleo combustível (ANEEL, 2005).

O carvão vegetal também é utilizado como termo-redutor na indústria siderúrgica e metalúrgica; na cocção de alimentos; na forma de carvão ativado para fenômenos de absorção e como matéria prima para sínteses químicas (ANEEL, 2005).

Nos processos de pirólise rápida, sob temperaturas entre 800°C e 900°C, cerca de 60% do material se transforma num gás rico em hidrogênio e monóxido de carbono (apenas 10% de carvão sólido), o que a torna uma tecnologia competitiva com a gaseificação. Todavia, a pirólise convencional (300°C a 500°C) ainda é a tecnologia mais atrativa, devido ao problema do tratamento dos resíduos, que são maiores nos processos com temperaturas mais elevadas (ANEEL, 2005).

Produção do Carvão Vegetal

A carbonização, pirólise ou destilação seca da madeira ou de outra biomassa vegetal, em atmosfera controlada e a temperatura conveniente, produz o carvão vegetal e

matéria volátil parcialmente condensável. Da condensação resulta o líquido pirolenhoso contendo o ácido pirolenhoso e o alcatrão insolúvel. O líquido pirolenhoso compõe-se de ácido pirolenhoso, uma solução aquosa de ácidos acético e fórmico, metanol e alcatrão solúvel, e constituintes menores. A matéria volátil não-condensável consiste de compostos gasosos de carbono (CO_2 , CO , C_nH_m) e nitrogênio. A análise do carvão e da matéria volátil mostra que sua composição depende fortemente: da temperatura de carbonização, da espécie vegetal que fornece a madeira e da idade da árvore. Desta forma, o carvão produzido a partir de espécies nativas apresenta certa flutuação nas propriedades físico-químicas e mecânicas. A evolução da tecnologia siderúrgica levou naturalmente à necessidade de se padronizar a madeira através da plantação de espécies selecionadas com vistas a melhorar: o rendimento em carvão, o seu teor de carbono (carbono fixo), a densidade e outras propriedades mecânicas requeridas pelo uso em altos-fornos.

O processo de carbonização pode ser esquematizado em 4 fases:

- Secagem da madeira, com a vaporização da água absorvida por higroscopia da madeira, da água absorvida através das paredes das células e a água quimicamente ligada, ou de constituição.

- Pré-carbonização,

- Carbonização, reação rápida e exotérmica,

- Carbonização final, a temperatura superior a 300°C , com a formação da maior parte do carvão.

As propriedades físico-químicas e mecânicas do carvão (composição, reatividade a CO_2 , densidade, resistência à compressão, etc.) dependem: da composição e da estrutura da madeira, da umidade, das dimensões da tora, da temperatura de carbonização, da taxa de aquecimento, da carga no forno e de outras variáveis menos relevantes. O modo de se operar o forno para se obter carvão de boa qualidade é uma técnica ainda empírica, devido à multiplicidade dos fatores a se considerar e dos meios de monitoração do processo compatíveis com a estrutura da produção.

Fornos de Carbonização

O modelo mais simples de forno é uma construção de alvenaria com a forma de colméia como pode ser observado na figura 2.3, com orifícios de entrada de ar. O carregamento é feito por batelada, sendo a madeira cortada em toras de 1,0 a 2,0 m de comprimento. O diâmetro da madeira é função da idade da árvore e do espaçamento do

plantio, sendo desejável trabalhar com pequenos diâmetros para assegurar pequena friabilidade do carvão produzido. A madeira é pré-secada ao ar até atingir a 25-30% de umidade. O controle de ar é efetuado pela obstrução progressiva dos orifícios de entrada de ar. Nos fornos de alvenaria, o avanço do processo de carbonização é avaliado pela coloração da fumaça que escapa pelos orifícios. O processo de carbonização completo, do carregamento do forno a retirada do carvão, dura cerca de 8 dias.

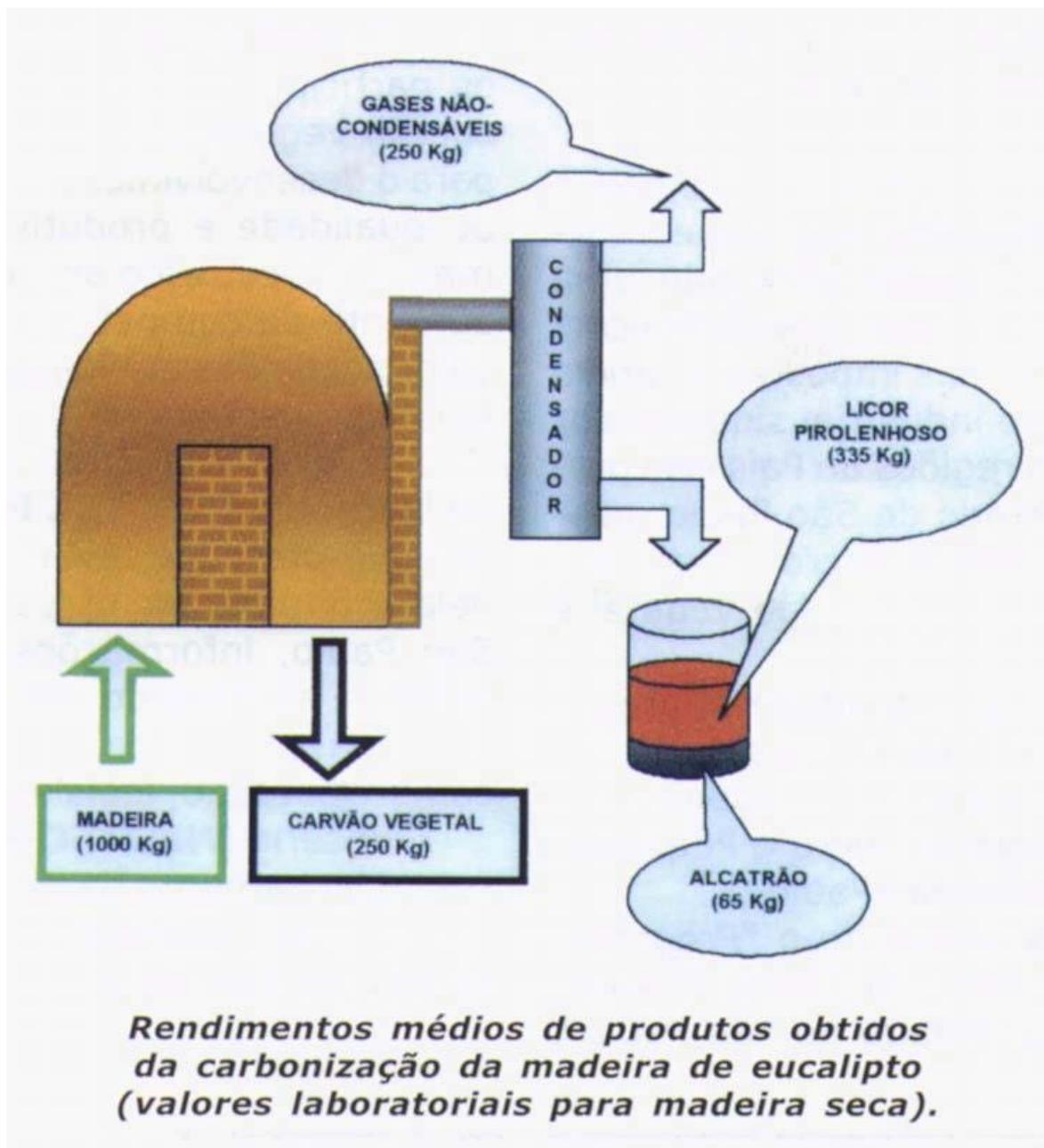


Figura 2.3. Esquema do forno de alvenaria com rendimentos médios para carbonização de madeira.

Gaseificação

É um processo de conversão de combustíveis sólidos em gasosos, por meio de reações termoquímicas, envolvendo vapor quente e ar, ou oxigênio, em quantidades inferiores à estequiométrica (mínimo teórico para a combustão). Há vários tipos de gaseificadores, com grandes diferenças de temperatura e/ou pressão. Os mais comuns são os reatores de leito fixo e de leito fluidizado (ANEEL, 2005).

O gás resultante é uma mistura de monóxido de carbono, hidrogênio, metano, dióxido de carbono e nitrogênio, cujas proporções variam de acordo com as condições do processo, particularmente se é ar ou oxigênio que está sendo usado na oxidação (ANEEL, 2005).

A gaseificação de biomassa, no entanto, não é um processo recente. Atualmente, esse renovado interesse deve-se principalmente à limpeza e versatilidade do combustível gerado, quando comparado aos combustíveis sólidos. A limpeza se refere à remoção de componentes químicos nefastos ao meio ambiente e à saúde humana, entre os quais o enxofre. A versatilidade se refere à possibilidade de usos alternativos, como em motores de combustão interna e turbinas a gás. Um exemplo é a geração de eletricidade em comunidades isoladas das redes de energia elétrica, por intermédio da queima direta do gás em motores de combustão interna (ANEEL, 2005).

Outra vantagem da gaseificação é que, sob condições adequadas, produz gás sintético, que pode ser usado na síntese de qualquer hidrocarboneto (ANEEL, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no Distrito Federal (Figura 3.1), localizado entre os paralelos 15 e 16, abrangendo uma área de 5.802,937 km², altitude média de 1.100 m. Sua população de acordo com a estimativa realizada pelo IBGE (2005), é de 2.333.108 habitantes, gerando uma densidade demográfica de 402,06 habitantes por km².



Figura 3.1. Mapa do Distrito Federal. Fonte: Lista telefônica TeleListas do Distrito Federal (2008)

3.2 Obtenção dos dados de consumo de lenha

A obtenção e a coleta de dados foram divididas em 2 fases:

a) Fase de levantamento geral:

Para levantamento dos estabelecimentos, que potencialmente consomem lenha ou resíduo madeirável, foram utilizados os registros de empresas nos sindicatos de classes, principalmente no Sindicato dos Madeireiros (Sindman), no Instituto Euvaldo Lodi (IEL), lista telefônica e cadastro do Documento de Origem Florestal da Superintendência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis do Distrito Federal (IBAMA-DF).

De posse da relação dos estabelecimentos potencialmente consumidores de lenha e produtoras de resíduo, realizou-se uma seleção para identificar os estabelecimentos que tinham o perfil para participar do estudo.

b) Fase de visita *in loco*:

Para esta fase elaborou-se dois tipos de questionários para aplicação nos estabelecimentos, sendo o primeiro de consumidores de lenha ou resíduo e o segundo para produtores de resíduo (em anexo).

Os seguintes estabelecimentos foram visitados:

- Consumidores de lenha
 - ✓ 04 Panificadoras
 - ✓ 52 Pizzarias
 - ✓ 23 Restaurantes
 - ✓ 07 Hotéis fazenda
 - ✓ 15 Olarias
 - ✓ 01 Recapeadora de pneus
 - ✓ 04 Indústrias (cadastradas no Ibama)

- Produtores de resíduos
 - ✓ 157 Marcenarias e Madeireiras

Cada um dos estabelecimentos listados foi visitado, oportunidade em que foi aplicado um questionário para: consumidor de biomassa (anexo 1) que foram panificadoras, pizzarias, restaurantes, hotéis fazenda, olarias e recapagem de pneu e para produtores de resíduos (anexo 2) que foram marcenarias e madeireiras.

Considerando a mesma biomassa consumida pelas olarias (resíduo de poda), escolheu-se aleatoriamente uma olaria, onde foi coletado amostras para caracterização quanto:

- a) Teor de umidade: no Laboratório de Propriedades Físicas da Madeira na Fazenda Água Limpa, foi determinado a umidade da lenha medindo-se a massa úmida das amostras e suas respectivas massas secas, a 0% de umidade após a secagem em estufa, segundo VITAL (1997), utilizando-se de balança Micronal de 10⁻²g de precisão e capacidade para 1600g, uma estufa Fanem com circulação forçada de ar e temperatura variando até 110°C; e empregando-se a seguinte fórmula:

$$TU = \left[\left(\frac{M_{úmida} - M_{seca}}{M_{úmida}} \right) \times 100 \right]$$

Onde:

TU = teor de umidade da madeira, base úmida (%);

M_{úmida} = massa úmida (g);

M_{seca} = massa seca (g).

b) Poder calorífico inferior (PCI)

A determinação do poder calorífico inferior se fez, considerando a amostra a 0% de umidade, em função do poder calorífico superior, que, para este trabalho foi considerado igual a 4.500 kcal/kg, utilizando a equação que segue:

$$PCI = PCS - 324$$

Onde, 324 é a quantidade de calor necessária para evaporar a água de constituição que se forma durante a combustão da amostra na determinação do poder calorífico superior.

c) Poder calorífico líquido (PCL) – Kcal/kg

O poder calorífico líquido é determinado com a amostra no seu estado atual de umidade, ou seja, desconta-se do poder calorífico inferior a quantidade de calor necessária para evaporar toda a água presente na lenha. A determinação se faz utilizando a seguinte expressão.

$$PCL = PCI(1 - U) - (600 \times U)$$

Onde:

PCI = poder calorífico inferior a 0% de umidade (kcal/kg);

U = teor de umidade em base úmida (%).

d) Quantidade de energia na forma de calor (Qc) - kcal.

De posse do poder calorífico líquido a um determinado teor de umidade “u” (PCL) e da quantidade de lenha consumida, será obtida a quantidade de energia na forma de calor consumida pelos estabelecimentos, através da fórmula abaixo:

$$Qc = M_u \times PCL_u$$

Onde:

Mu – Massa a um determinado teor de umidade “u” (kg)

PCL – Poder calorífico líquido a um determinado teor de umidade “u” (kcal).

3.3 Obtenção dos dados de produção de resíduos

Para a obtenção da quantidade de resíduos produzido, foram utilizados balança de mão (capacidade de 20kg), balança (capacidade de 150kg), embalagens de 50kg, metro e trena. Os dados foram coletados “*in loco*” utilizando-se de duas metodologias: pesagem direta no local e conversão para massa.

3.3.1 Pesagem direta no local

Todos os tipos de resíduos encontrados foram pesados diretamente no local. As Figuras 3.2 mostrando a pesagem em balança manual de 20kg e as Figuras 3.3 e 3.4 mostram a pesagem de resíduos utilizando-se de balança com capacidade para até 150kg.

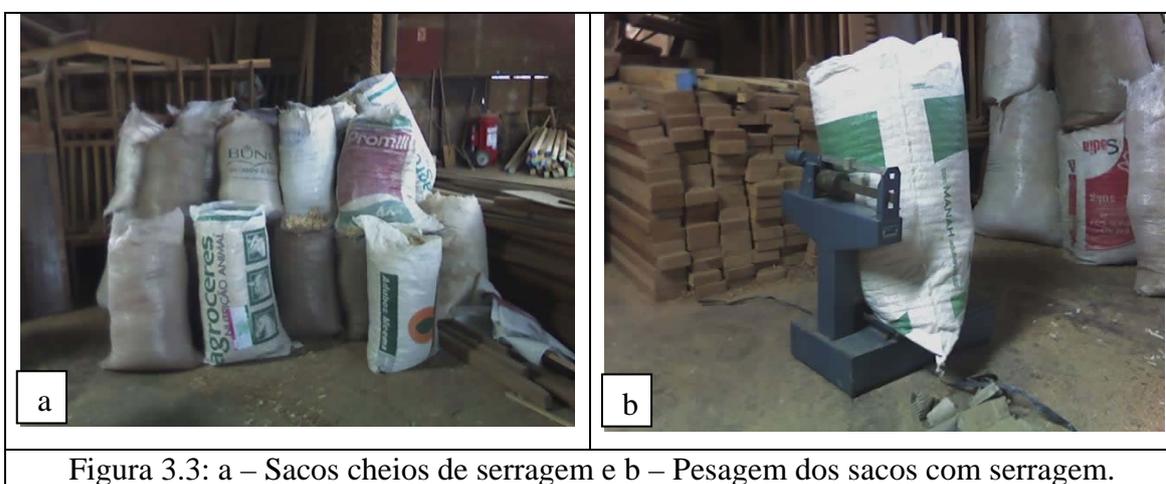




Figura 3.4: a – Sacos com pedaços de MDF e b – Recipiente com pó e pedaços de MDF.

3.3.2 Conversão para massa.

Na impossibilidade de efetuar a pesagem no local, utilizou-se das informações colhidas no questionário quanto ao tipo de recipiente utilizado para o armazenamento e/ou transporte do resíduo: lata, caixa, carrinho de mão, etc., convertendo-se estes valores em unidade de massa ou de volume utilizando-se da Tabela 3.1 de conversão. No caso de conversão para volume este era posteriormente multiplicado pela densidade (kg/m^3).

Tabela 3.1 – Unidades utilizadas para o consumo de lenha.

Unidade	Correspondência
1 caminhão	10,00 m ³
1 caçamba (contêiner)	6,00 m ³
1 carroceria de Kombi	3,40 m ³
1 carroça	1,08 m ³
1 carroceria de saveiro	0,90 m ³
1 tambor	0,23 m ³
1 latão de 18 litros	0,045 m ³
1 m ³ de madeira de poda (U=30%)	300,00 kg
1 m ³ de madeira de eucalipto (U=30%)	780,00 kg
1 m ³ de serragem (U< 25%)	160,00 kg
1 m ³ de pedaços de madeira	160,00 kg
1 metro estéreo de lenha (st)	340,00 kg
1 saco de serragem	20,00 kg
1 m ³ de pó-de-serra	160,00 kg
1m ³ de briquete	180,00 kg
1 saco recolhedor da máquina de corte de MDF de pó (85alt. x 90 cir) *	30,00 kg
1 tambor 200L (Ferro) *	6,00 kg
1 tambor 200L (Pó + MDF) *	41,26 kg
1 tambor 200L (Pó) *	58,50 kg
1 saco de 100 L de pó *	23,40 kg
1 saco de 50 kg de MDF *	12,45 kg
1 tambor 200L (MDF) *	31,00 kg
1 tambor 200L (serragem) *	33,20 kg
1/2 tambor 200L (Pó + MDF) *	20,63 kg

Fonte: Vale (2001) adaptado de Zakia (1998), * valores adquiridos por Barroso, R. A

3.4 Análise de dados

Os dados foram analisados de forma descritiva, através das distribuições de frequência absoluta e relativa, como também as medidas de posição e medidas de dispersão

com suas representações gráficas. Posteriormente realizou-se um relacionamento entre as variáveis através das medidas de associação e correlação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Consumo de biomassa:

4.1.1 Setor Industrial

Através do cadastro de Documento de Origem Florestal do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), na categoria Uso de Recursos Naturais, descrição Consumidor de Madeira, Lenha ou Carvão Vegetal obteve-se a relação das indústrias que consomem biomassa no Distrito Federal, sendo um total de 32. Entretanto, apenas 4 se enquadram como consumidoras de biomassa. E destas apenas uma utiliza a biomassa para fins energéticos. O restante, em sua maioria, é construtor que adquire madeira para seus investimentos em construção civil no Distrito Federal.

No levantamento realizado a 7 anos atrás VALE (2001) identificou 21 empresas consumidoras de lenha, entre elas encontravam-se fábrica de óleo, frigorífico e olarias, que juntas consumiam 14.855,60 toneladas/ano.

Entretanto dessas 21 empresas consumidoras de lenha (são inclusas 14 olarias), apenas oito são comuns nos levantamentos de 2000 e 2007: uma do setor de recapagem de pneu, que consumia 326,4t/ano de lenha e hoje consome 73,20t/ano, diminuindo em 77,57% o consumo em lenha, devido à pressão do mercado atual, com a entrada de pneus remodelados no mercado brasileiro e sete olarias, estabelecidas na região administrativa de São Sebastião.

O levantamento realizado no IBAMA mostrou que o Distrito Federal possui 18 olarias, todas localizadas na região administrativa de São Sebastião.

Os resultados obtidos nas visitas realizadas em 2007 nas olarias do Distrito Federal para o consumo de lenha e produção de tijolos maciços encontram-se na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Consumo de lenha (t/ano) e produção de tijolos (milheiro/ano) de oito olarias no Distrito Federal.

OLARIAS	CONSUMO DE LENHA	PRODUÇÃO DE TIJOLOS
	(tL/ano)	(mT/ano)
O-1	720	57.600
O-2	1.728	46.080
O-3	1.080	28.800
O-4	216	51.840
O-5	432	31.680
O-6	288	28.800
O-7	180	14.400
O-8	1.008	115.200
TOTAL	5.652	374.400

Obs.: tL – tonelada de lenha; mT – milheiro de tijolo - O – olaria.

Do total de 18 olarias, apenas 8 estão em funcionamento e as outras 10 estão desativadas. As oito olarias em conjunto consomem 5.652t/ano de lenha, dentre elas somente a olaria O-8 produz 115.200 milheiro/ano tijolos de 8 furos e o restante produzem tijolos maciços com produção de 259.200 milheiro/ano de tijolos maciços.

Duas olarias se destacaram como maiores consumidoras de lenha: a O-2 e a O-3 com 1.728 e 1.080t/ano, respectivamente, sendo responsáveis pelo consumo de 60,47% da lenha e por 28,89% da produção de tijolo maciços. Por outro lado, as demais olarias consumiram juntas, 39,53% da biomassa total e produziram 71,11% do total de tijolos, mostrando uma maior eficiência no consumo deste combustível.

O consumo médio de lenha nas olarias que produzem tijolos maciços no Distrito Federal é da ordem de 663,43t/ano, conforme mostra a Tabela 4.2. É possível constatar a grande variação existente no consumo de lenha pelos estabelecimentos. A diferença entre o consumo mínimo e o máximo é de 1.548t/ano.

Tabela 4.2. Análise descritiva do consumo de biomassa (t/ano) pelas olarias.

Consumo	Média	Mínimo	Maximo	Variância	Desvio Padrão
Total	663,43	180	1.728	323074,286	568,396

As olarias visitadas, em sua maioria, utilizam energia elétrica para a mistura do barro (argila) com a água, em equipamentos próprios.

O elevado custo da biomassa, no caso o eucalipto, para a queima nos fornos, associado ao alto custo da argila, levaram 10 estabelecimentos a fecharem. Na falta da argila em abundância, o empreendedor, nas olarias remanescentes, tem que comprá-la na maioria das vezes de outro Estado, que vem agregado ao seu valor o transporte e as obrigações ambientais impostas aos responsáveis pela extração.

Notou-se um comportamento de migração dessas olarias para as divisas do Distrito Federal, bem como o consumo de resíduos provenientes das podas urbanas, uma vez que tais mudanças as levam a uma sobrevivência no mercado, pois conseguem driblar a alta tributação dos insumos.

A Tabela 4.3 apresenta as características da lenha utilizada pelas olarias visitadas para fabricação de tijolos maciços.

Tabela 4.3. Características da lenha de poda utilizada nas olarias do Distrito Federal.

Espécies	Teor de umidade (%)	Poder calorífico inferior (kcal/kg)	Poder calorífico líquido (kcal/kg)
Sirigüela (<i>Spondias purpurea</i>)	41,47	4.061,54	2.128,30
Mangueira (<i>Mangifera indica</i>)	18,97	4.123,64	3.227,48
Jamelão (<i>Eugenia jambolana</i>)	34,75	4.080,10	2.453,94
Pinus (<i>Pinus sp</i>)	29,18	4.095,47	2.725,38
Sucupira branca (<i>Pterodon pubescens</i>)	40,29	4.064,79	2.185,12
Dracena/Pau-d'água (<i>Dracaena fragrans</i>)	49,68	4.038,87	1.734,12
Abacateiro (<i>Persea americana</i> Mill.)	46,53	4.047,59	1.885,24
Outras	46,34	4.048,10	1.894,18
Média	37,96		2.300,00

Para as espécies encontradas a única que pode ser considerada madeira dura (Massa específica básica acima de 0,70g/cm³), é a sucupira branca (*Pterodon pubescens*), pois sua massa específica, segundo VALE (2000), é de 0,72g/cm³ podendo ser indicada para produção de carvão, lenha, além de ser usada na construção civil.

As demais espécies podem ser consideradas como madeira medianamente dura ou mole, pois possuem massa específica básica abaixo de 0,70g/cm³, como se pode observar o abacateiro (*Persea americana*), a mangueira (*Mangifera indica*), o Pinus sp e o Jamelão (*Syzygium jambolana*) cujas massas específicas são respectivamente 0,44g/cm³, 0,52g/cm³,

0,53g/cm³, 0,55g/cm³ (VALE, 2000). As duas outras espécies encontradas não se encontrou estudo quanto sua massa específica.

A dracena/pau-d'água (*Dracaena fragrans*) é originária da África e largamente cultivada em várias partes do mundo. É de porte arbustivo que pode alcançar até mais de 6m de altura, sendo que sua utilização é meramente ornamental. A espécie não possui características para fins energéticos, uma vez que sua madeira é muito mole e com alto teor de umidade.

Uma alternativa ao elevado custo da madeira de eucalipto é a queima da madeira de poda urbana para produção da cerâmica. Porém, conforme constatado *in loco* e na tabela 4.3 mostrada anteriormente, o teor de umidade e conseqüentemente os poderes caloríficos, podem ser melhorados. Essa biomassa, proveniente na maioria das vezes da poda de árvores realizada na cidade, não se encontra em condições ideais de queima, porque possuem alto teor de umidade. Neste sentido boa parte da energia gerada na combustão desse material é utilizada para secá-la, implicando em uma menor quantidade de energia na forma de calor disponível para a cura do tijolo (Figura 4.1).



Análise do consumo energético

Considerando o consumo de biomassa úmida de cada olaria, o poder calorífico líquido médio de 2.300kcal/kg e o teor de umidade médio de 37,96% (Tabela 4.3), foi calculado a quantidade de calor consumida por milheiro de tijolo, com a queima de lenha, (Figura 4.2).

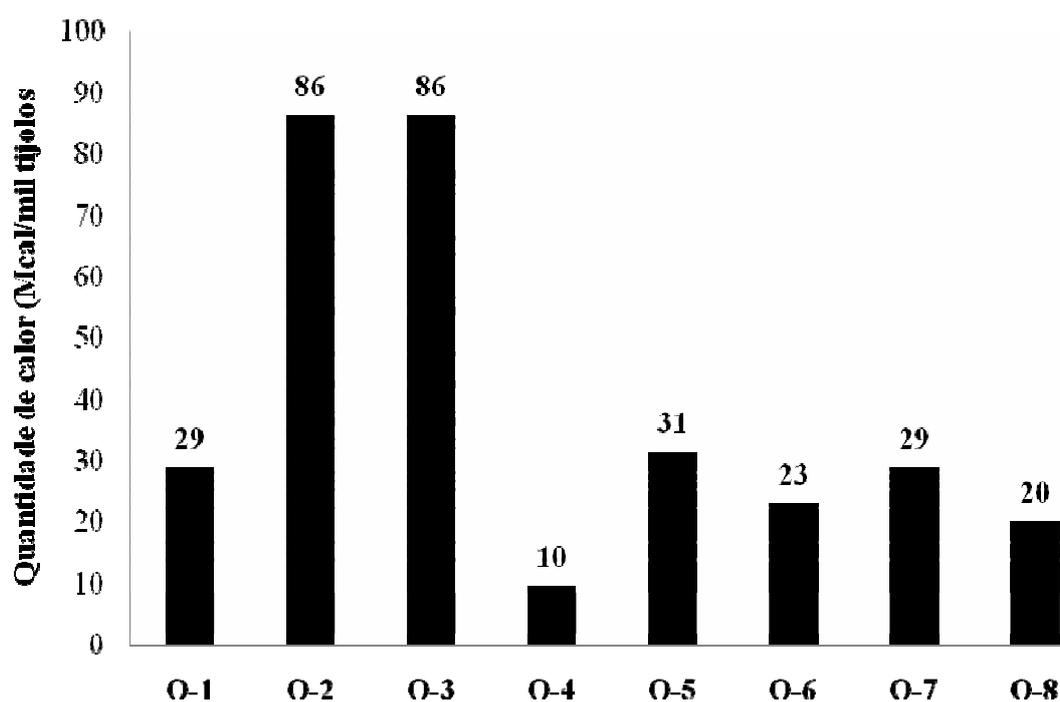


Figura 4.2. Consumo de calor na produção de tijolos maciços em olarias do Distrito Federal, pela combustão de resíduos (lenha) de poda urbana.

Observa-se, pela Figura 4.2, que, geralmente as olarias de pequeno porte, ou seja, de baixo consumo de lenha foram aquelas que tiveram menores consumos de energia para a cura de um milheiro de tijolo. Destaca-se a olaria O-4, com um consumo de 10Mcal por cada 1000 tijolos produzidos.

O baixo rendimento energético está relacionado às condições de umidade da lenha a ser queimada (Tabela 4.3). Pois para evaporar a água presente nessa lenha, parte do calor gerado no processo é consumido e, conseqüentemente, a quantidade de calor disponibilizado para a cura do tijolo é diminuído.

Outra explicação é quanto ao tipo e manutenção dos aparelhos de queima, como pode ser observado nas Figuras 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6, onde é apresentado uma variedade de fornos.

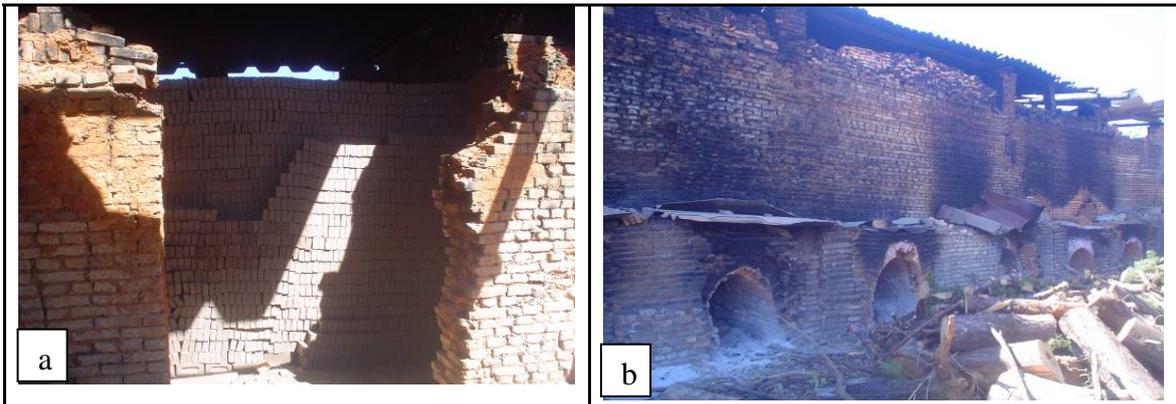


Figura 4.3: a - Forno aberto b - abastecimento de lenha por trás.

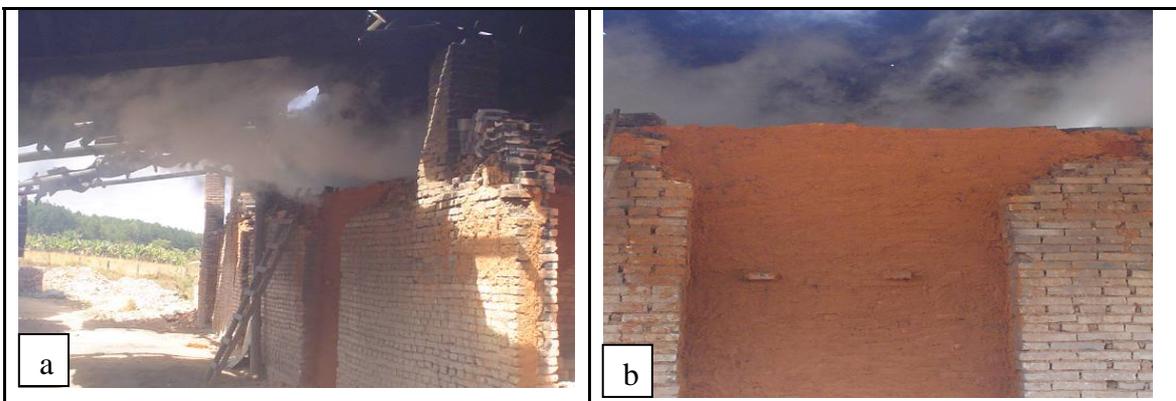


Figura 4.4: a e b – Vista frontal do forno aberto mostrando saída de fumaça no início do processo de secagem da lenha (gasto desnecessário de calor para o processo de cura).



Figura 4.5: a- Vista frontal de um forno e b – vista lateral, mostrando a fornalha para abastecimento de lenha.



Observa-se que os fornos sem teto perdem calor facilmente, necessitando de maior quantidade de lenha para mantê-los aquecidos durante o processo de queima, o que poderia ser uma das explicações para a baixa relação de conversão biomassa/tijolo ou quantidade de calor/tijolo. Além disso, o desenho do forno varia quanto à forma de alimentação de lenha, o que também pode influenciar na eficiência.

Evolução no consumo de lenha pelas olarias

A evolução do consumo de lenha nas olarias do Distrito Federal é apresentada na Tabela 4.4.

Tabela 4.4. Consumo de biomassa (lenha) (t/ano) pelas Olarias do Distrito Federal nos anos de 2000 e 2007.

OLARIAS	Consumo em 2000* (t/ano)	Consumo em 2007 (t/ano)
O-1	720,00	720,00
O-2	4,32	1.728,00
O-3	900,00	1.080,00
O-4	720,00	216,00
O-5	648,00	432,00
O-6	259,20	288,00
O-7	-	180,00
O-8	43,20	1.008,00
O-9	252,00	0
O-10	50,40	0
O-11	360	0
O-12	432,00	0
O-13	1.296,00	0
O-14	64,80	0
O-15	216,00	0
TOTAL CONSUMIDO	5.965,92	5.652,00

*VALE et al. (2000)

De acordo com a Tabela 4.4 no ano de 2000, havia 14 olarias em funcionamento, consumindo um total de 5.965,92t/ano de lenha e tendo apenas uma olaria (O-13) com consumo acima de 1 tonelada. Como já comentado anteriormente em 2007 houve uma redução do número de olarias em atividade, para 8. Destas 8 olarias, 7 produzem tijolos maciços e apenas a olaria O-8 produz tijolo furado. Entretanto, o consumo anual de lenha manteve-se praticamente o mesmo, com uma redução de apenas 5,26%, podendo desta forma constatar que a diminuição do número de olarias foi compensado pelo aumento de consumo de lenha. E neste sentido observa-se que três das oito olarias remanescentes tiveram consumo acima de uma tonelada.

A Tabela 4.5 apresenta uma análise descritiva do consumo de lenha em 2000.

Tabela 4.5. Análise descritiva do consumo de biomassa (t/ano) pelas olarias em 2000.

Parâmetros	N	Media	Mínimo	Máximo	Variância	Desvio Padrão
Total	14	426,137	4,32	1.296,00	146.631.741,468	382,925

Os elevados valores de desvio padrão e variância encontrados são explicados pela discrepância no consumo anual praticado pelas olarias, que variam de 4,32t a 1.296t/ano.

Isso mostra que o padrão de consumo de lenha pelas olarias é desuniforme, variando de acordo com diversos fatores como disponibilidade de biomassa e de mão-de-obra, em sua maioria familiar, qualidade da biomassa e o mercado para a venda de tijolos.

4.1.2 Restaurantes e Hotéis Fazenda

De um total de 24 restaurantes consumidores de biomassa como combustível, 4 responderam ao questionário (16,66%), destes 2 utilizam lenha e 2 utilizam carvão para aquecimento dos alimentos. Dentre os restaurantes que consomem lenha, o consumo anual de lenha foi de 15,36t/ano

O consumo de biomassa em restaurantes é específico nas culinárias goiana, mineira e gaúcha. Entretanto, observou-se que o uso da lenha é pouco expressivo, pois se trata apenas de um chamativo, ou seja, “*marketing*”. Pois os alimentos não são preparados no fogão à lenha, e sim, apenas servidos ou colocados à disposição dos clientes no fogão à lenha para mantê-los aquecidos, tratando-se apenas da caracterização do ambiente.

Observou-se que os restaurantes estão optando em utilizar carvão nos fornos a lenha, pois o carvão tem vantagens sobre a lenha: mais fácil de manipular, mais fácil de armazenar, possui maior quantidade de energia concentrada, queima na forma sólida, não produz chama, possui menor higroscopicidade.

Do total de Hotéis Fazenda (8) cadastrados na Secretaria de Turismo, 25% responderam ao questionário aplicado, mostrando um consumo médio encontrado de 9,60 toneladas de lenha por ano. A origem desta biomassa na maioria das vezes é a mata nativa, ou seja, o cerrado, sendo uma pequena parcela proveniente de floresta plantada. Portanto, pode-se inferir que os 8 Hotéis Fazenda consomem juntos 76,80 toneladas de lenha na geração de calor para a cocção e/ou aquecimento de alimentos nos hotéis fazenda.

4.1.3 Panificadoras

Foram diagnosticadas 2 panificadoras que consomem biomassa sob forma de briquete na geração de energia para fabricação de pão. O número de panificadoras que consomem biomassa ainda é incipiente, assim como

detectado por VALE et al. (2001) a 7 anos atrás.

No entanto, percebe-se uma preocupação também neste segmento de substituição da lenha. A lenha além de estar se tornando escassa, ocupa espaço na estocagem e apresenta custos desnecessários para a sua manipulação, além de outras desvantagens que serão discutidas posteriormente.

Nas áreas de grande concentração urbana, as panificadoras utilizam fornos elétricos ou a gás, mas, em regiões de menor densidade populacional, é permitido o emprego de fornos à lenha.

Segundo o Programa de Apoio a Panificação (PROPAN, 2006), Figura 4.7, a energia é o quarto item na pauta de custos dos produtos em uma padaria, correspondendo a 8,70%. O esforço no sentido de diminuir estes custos é sempre um objetivo dos proprietários, visando aumentar suas margens de lucros.

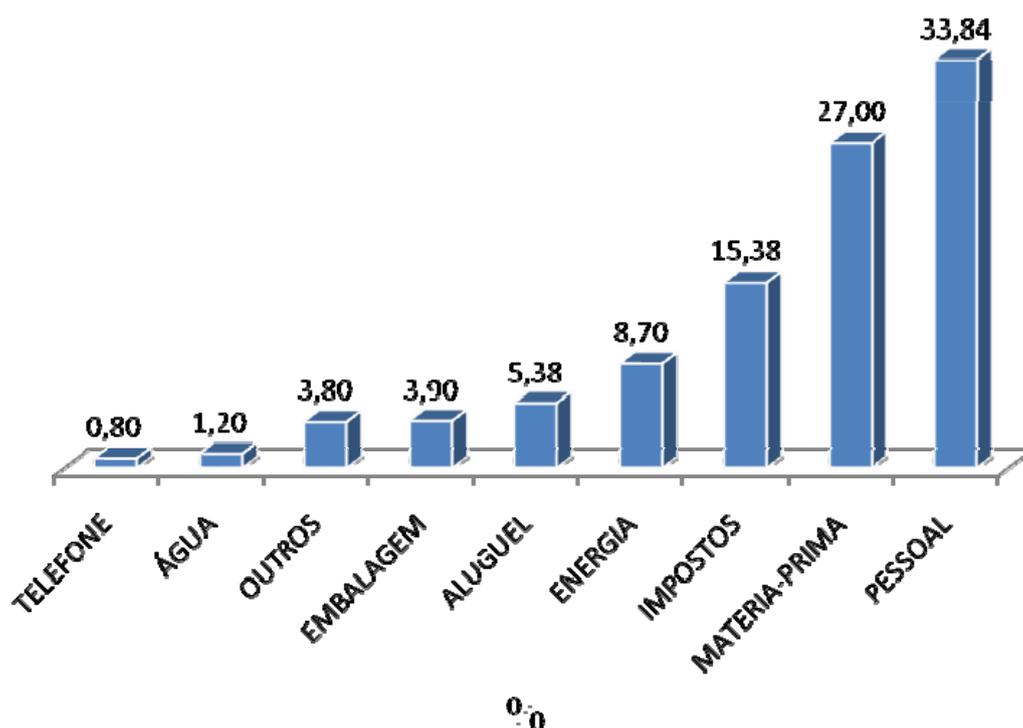


Figura 4.7. Indicadores na Composição Média do Custo dos Produtos Produzidos em uma padaria em 2006. Fonte: <http://www.propan.com.br/indicadores.asp>.

4.1.4 Pizzarias

De um total de 386 pizzarias, foram entrevistadas 223 (57,77%), para levantar o tipo de material combustível utilizado. Deste total, 23,32% utilizam biomassa (lenha ou briquete de madeira) como fonte geradora de energia e as demais (76,68%), utilizam gás ou eletricidade, ou seja, estima-se que de um universo de 386 pizzarias, 90 utilizam energia na forma de calor proveniente da biomassa e 296 proveniente de eletricidade e gás liquefeito de petróleo (GLP).

Dos estabelecimentos que consomem biomassa, constatou-se que 42 (80,76%) unidades consumiram lenha de eucalipto e 10 (19,24%) unidades utilizam briquete de resíduo de madeira, totalizando 52 unidades.

Neste caso estima-se que de um universo de 90 unidades consumindo biomassa, em torno de 73 consomem lenha e 17 consomem briquete de resíduo de madeira.

Das quarenta e duas unidades que consomem lenha, 31 foram visitadas para determinação da quantidade de biomassa consumida, cujo resultado é mostrado na Tabela 5.6 e das 10 unidades consumidoras de briquetes, 6 foram visitadas para quantificação do consumo, conforme a Tabela 4.10.

As pizzarias consomem apenas lenha de eucalipto e a média de consumo foi da ordem de 31,85 t/ano (Tabela 4.8), levando a uma estimativa para todo o Distrito Federal de um consumo anual em torno de 2.484 t/ano de lenha de eucalipto.

Foi encontrado um consumo médio de briquete de resíduo de madeira da ordem de 26,6t/ano, implicando em uma estimativa para o Distrito Federal da ordem de 638t/ano.

Tabela 4.6. Consumo de lenha (t/ano) das pizzarias no Distrito Federal.

REGIÃO ADMINISTRATIVA	PIZZARIAS	CONSUMO (t/ano)
ÁGUAS CLARAS	P-1	24,48
ASA NORTE	P-2	48,96
	P-3	48,96
	P-4	32,64
	P-5	32,64
	P-6	48,96
ASA SUL	P-7	48,96
	P-8	12,24
	P-9	24,48
	P-10	57,12
	P-11	20,40
CEILÂNDIA	P-12	28,56
	P-13	32,64
GUARÁ	P-14	40,80
	P-15	48,96
LAGO NORTE	P-16	48,96
LAGO SUL	P-17	24,48
	P-18	48,96
NÚCLEO BANDEIRANTE	P-19	20,40
OCTOGONAL	P-20	48,96
	P-21	8,16
SÃO SEBASTIÃO	P-22	16,32
SOBRADINHO	P-23	8,16
	P-24	24,48
SUDOESTE	P-25	24,48
	P-26	40,80
	P-27	48,96
	P-28	32,64
TAGUATINGA	P-29	8,16
	P-30	8,16
	P-31	24,48
TOTAL		987,36

A Tabela 4.7, mostra que a dispersão em torno da média foi de 15,17, ou seja os consumos de lenha pelas pizzarias não estão tão distantes da média de consumo de 31,85t/ano. O consumo de lenha pelas pizzarias obedece uma tendência, contando apenas com 4 estabelecimentos que tem consumo muito abaixo da média e por coincidência

idênticos, localizando-se em Regiões Administrativas de menor desenvolvimento ou poder aquisitivo, aos comparados com as do Plano Piloto, onde se concentram o maior número de pizzarias a lenha.

Tabela 4.7. Análise descritiva do consumo de lenha (t/ano) pelas pizzarias.

Estabelecimento	N	Média	Mínimo	Máximo	Variância	Desvio Padrão
Pizzaria (Lenha)	31	31,85	8,16	57,12	230,19	15,17

A Tabela 4.8 apresenta a análise do consumo anual de lenha em toneladas, classificadas por Regiões Administrativas do Distrito Federal. Observou-se uma maior concentração (35,48%) de estabelecimentos no Plano Piloto (Asas Norte e Sul) que consomem lenha no Distrito Federal. Isto pode ser explicado pelo fácil acesso e pelo maior poder aquisitivo dos consumidores, uma vez que o custo de produção é maior quando se utiliza este material como combustível.

Tabela 4.8. Análise descritiva do consumo de lenha (t/ano) pelas pizzarias por Região Administrativa (RA) do Distrito Federal.

Ra	Média	Mínimo	Máximo	Variância	Desvio Padrão	Nº de unidades	Participação (%)
Águas Claras	24,48	24,48	24,48	.	.	1	3,23%
Asa Norte	42,43	32,64	48,96	79,90	8,94	5	16,13%
Asa Sul	31,96	12,24	57,12	302,41	17,39	6	19,35%
Ceilândia	36,72	32,64	40,80	33,29	5,77	2	6,45%
Guará	48,96	48,96	48,96	.	.	1	3,23%
Lago Norte	48,96	48,96	48,96	.	.	1	3,23%
Lago Sul	36,72	24,48	48,96	299,64	17,31	2	6,45%
N.Bandeirante	20,40	20,40	20,40	.	.	1	3,23%
Octogonal	28,56	8,16	48,96	832,32	28,85	2	6,45%
São Sebastião	16,32	16,32	16,32	.	.	1	3,23%
Sobradinho	16,32	8,16	24,48	133,17	11,54	2	6,45%
Sudoeste	36,72	24,48	48,96	110,98	10,53	4	12,90%
Taguatinga	13,60	8,16	24,48	88,78	9,42	3	9,68%

Conforme a Tabela 4.8 a Região Administrativa que apresentou maior média de consumo de lenha (48,96t/ano) foram Guará, Lago Norte e Lago Sul, porém esse valor não representa a média, exceto para a RA do Lago Sul, pois em cada uma das outras RA, apenas um único estabelecimento consome lenha.

As Regiões Administrativas mais representativas em número de estabelecimentos foram a Asa Sul, a Asa Norte e o Sudoeste, por possuírem 4 ou mais pizzarias cada uma. Observou-se que houve estabelecimentos com elevado consumo de lenha e outros com um baixíssimo consumo.

Na Asa Sul, o consumo máximo de um estabelecimento foi da ordem de 57,12 t/ano, caracterizando-o como maior. Entretanto, a média nessa RA é de 31,96t/ano, mostrando que os 6 estabelecimentos não obedecem um comportamento padrão de consumo. Vários fatores interferem no consumo de lenha como tamanho do estabelecimento, o número de pizzarias na mesma quadra, se a empresa é bastante conhecida no Distrito federal, dentre outros.

Das 10 unidades consumidoras de briquetes de madeira, 6 foram visitadas para quantificação do consumo, conforme a Tabela 4.9. O consumo médio de briquete de resíduo de madeira encontrado foi da ordem de 26,6t/ano, implicando em uma estimativa para o Distrito Federal de 638t/ano.

Tabela 4.9. Consumo de briquete de madeira (t/ano) pelas pizzarias no Distrito Federal.

RA	ESTABELECEMENTOS	CONSUMO DE BRIQUETE (t/ano)
ASA NORTE	B-1	36,00
ASA SUL	B-2	36,00
ASA SUL	B-3	16,00
ASA SUL	B-4	36,00
ASA SUL	B-5	24,00
LAGO SUL	B-6	10,80
TOTAL		159,60

Obs.: B – briquete.

As razões pelas quais, ao longo dos últimos anos, a lenha vem sendo substituída pelo briquete de resíduos de madeira podem ser observadas na Tabela 4.10, onde são relacionadas características técnicas da lenha e do briquete de madeira.

Tabela 4.10. Características Técnicas de lenha e briquete de madeira – ano 2007.

Características	Lenha (Eucalipto)	Briquete de madeira
Homogeneidade	Comprimento igual Diâmetro variado	Comprimento - 30 cm Diâmetro - 8 a 9 cm
Teor de umidade	25%	12%
Poder calorífico superior	4.500kcal/kg	4.500kcal/kg
Poder calorífico útil	2.292 kcal/kg	3.888 kcal/kg
Densidade	500 kg/m ³ (st)	692 kg/m ³ (granel)
Quantidade de Calor	1.146 Mcal/m ³ (st)	2.690 Mcal/m ³ (granel)
Custo (R\$)*	180,00/tonelada	410,00/tonelada

Obs.: * Valores cotados em outubro de 2007.

Apesar da predominância da lenha, verificou-se que houve um aumento significativo no consumo de briquete nos últimos 7 anos, cujas vantagens, além da homogeneidade e da concentração de calor por unidade volumétrica, são a facilidade de manuseio, a facilidade de armazenamento e a possibilidade de oferta constante, uma vez que uma quantidade significativa e constante de resíduo de origem agro-florestal é produzida.

Outro ponto positivo e importantíssimo a favor do briquete é o fator ambiental que com certeza deve ser levado em consideração na escolha deste produto, uma vez que o consumo de briquete implica na diminuição do consumo de lenha e conseqüentemente no desmatamento, diminuindo a pressão sobre as matas nativas. Desta forma, resolve, em parte, um grande problema que é o resíduo gerado, de origem florestal e, apesar dessas pizzarias não utilizarem da propaganda de estarem utilizando biomassa ecologicamente correta elas atingem um público preocupado com tais questões ambientais.

Evolução no consumo de lenha pelas pizzarias

No ano de 2000, apenas 3 pizzarias utilizavam lenha como fonte energética. Estas consumiam juntas 99,36t/ano, enquanto que em 2007 o consumo de lenha aumentou em 993,72% e o número de pizzarias (apenas as que responderam o questionário) aumentou em 1033,33%.

No mesmo ano de 2000 não foi encontrado nenhum estabelecimento consumidor de briquete. No entanto, em 2007 constatou-se o consumo deste combustível em 10 pizzarias.

Pode-se inferir que há 7 anos atrás não se tinha interesse pelo briquete, talvez por falta de divulgação e conhecimento. No entanto, este estudo sinaliza para uma tendência, ou seja, o aparecimento de um novo *nicho* no mercado de combustível para geração de energia no Distrito Federal.

Pelos benefícios ambientais, de armazenamento, de transporte, higiene, distribuição, manutenção e evacuação de material (para fins operativos ou administrativos), espera-se um crescimento ainda maior no uso de briquete para a geração de energia no Distrito Federal.

4.2 Produção de resíduo

4.2.1 Marcenaria e Madeiras

A relação dos estabelecimentos que trabalham com madeira no Distrito Federal foi obtida no Sindicato das Indústrias da Madeireira e do Mobiliário de Brasília (SINDIMAM), totalizando 260, dentre revendas de móveis, madeiras e marcenarias. Porém deste total, apenas 157 estabelecimentos tem potencial para geração de resíduos de madeira no Distrito Federal.

Muitas dessas revendas não possuem fábrica no Distrito Federal e sim em Goiás, Minas Gerais e até mesmo nos estados da Região Sul do Brasil. Dos 157 estabelecimentos produtores de resíduos madeiros, 71 (45,22%) foram visitados e neles determinados a quantidade produzida. A Tabela 4.11 apresenta a produção de resíduos de madeiras e marcenarias nas várias formas nas regiões administrativas do Distrito Federal.

Tabela 4.11. Produção de resíduo de madeira (t/ano) pelas marcenarias e madeireiras do Distrito Federal no ano de 2007.

RA	Produção de resíduos (t/ano)								Total
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	
Brazlândia	-	-	1,20	-	-	-	-	-	1,20
Ceilândia	1,20	2,23	4,67	-	1,92	26,60	-	5,76	42,38
Gama	9,77	33,31	141,43	-	159,76	14,24	-	360,00	718,52
Guará	-	-	0,60	-	-	-	-	-	0,60
Paranoá	1,99	23,04	-	-	-	-	-	-	25,03
Planaltina	0,40	6,91	-	-	-	-	-	-	7,31
Samambaia	-	-	-	-	-	-	-	69,12	69,12
SIA	38,40	3,84	54,34	-	47,42	105,98	-	448,03	698,02
Sobradinho	5,62	7,68	61,75	-	593,16	-	-	-	668,21
Taguatinga	60,00	85,45	250,33	137,57	44,91	19,60	4,95	30,00	632,81
Total	117,38	162,46	514,32	137,57	847,17	166,42	4,95	912,91	2.863,20

Obs.: RA – Região administrativa; R1 – Pó de chapas; R2 – Peçaço de chapas; R3 – Serragem; R4 – Pó de serra; R5 – Peçaço de madeira; R6 – Pó + chapas; R7 - Pó + chapas + serragem; R8 - Pó + chapas + madeira + serragem.

Observa-se pela Tabela 4.11 uma produção total de resíduos da ordem de 2.863,20t/ano em todo o Distrito Federal, sendo 29,59% na forma de pedaços de madeira, seguido de 31,88% de pó juntamente com chapas mais pedaços de madeira e serragem. A região administrativa de maior produção de resíduos é o Gama com 718,52t/ano, seguida de Setor de Indústria e Abastecimento (SIA) (698,02t/ano), Sobradinho (668,21t/ano) e Taguatinga (632,81t/ano).

Atualmente boa parte do resíduo produzido no Distrito federal é descartada, sendo jogada no lixo ou queimada. Alguns estabelecimentos a colocam a disposição da comunidade carente que as levam e utilizam na cocção e aquecimento, pois muitas moram em barracos em invasões localizadas perto dos setores industriais.

O resíduo produzido em Taguatinga é coletado por terceiro, duas vezes por semana, com a finalidade de ser queimado em olaria de Anápolis-GO, para a cura dos tijolos. Parte desse resíduo é comprado a preços que variam de R\$ 0,30 a R\$ 0,50 o saco de 50kg (serragem, pó de serra, pó de chapas e pedaços de chapas) e outra parte é doada, apenas com o intuito de liberação e limpeza da área.

Os resíduos na forma de pedaços de madeiras são vendidos a um preço diferenciado, o metro cúbico, que varia de R\$ 300,00 a R\$ 500,00, dependendo da qualidade da madeira (densidade).

Evolução da produção de resíduo pelas madeireiras e marcenarias no Distrito Federal.

A Tabela 4.12 apresenta a produção de resíduos divididos por Regiões Administrativas no ano de 2000 e 2007.

Tabela 4.12. Produção de resíduo de madeira por RA em 2007 e 2000

RA	TOTAL 2000	TOTAL 2007
Asa Sul	53,15	-
Brazlândia	93,12	1,20
Candangolândia	7,68	-
Ceilândia	358,43	42,38
Gama	189,26	718,52
Guará	543,62	0,60
Lago Norte	7,68	-
Lago Sul	1,99	-
Núcleo Bandeirante	12,52	-
Paranoá	19,27	25,03
Planaltina	18,36	7,31
Recanto das Emas	19,97	-
SAAN	105,90	-
Samambaia	319,10	69,12
SIA	310,08	698,02
Sobradinho	55,94	668,21
Taguatinga	1599,89	632,81
TOTAL	3715,95	2.863,20

Obs.: RA – Região Administrativa.

Observa-se uma diminuição na produção total de resíduos no Distrito Federal 22,95%, passando de 3715,95t/ano em 2000 para 2.863,20t/ano em 2007, sendo uma possível explicação o aumento na utilização de chapas, principalmente de MDF (*Medium-density fiberboard*), com conseqüente diminuição de resíduos.

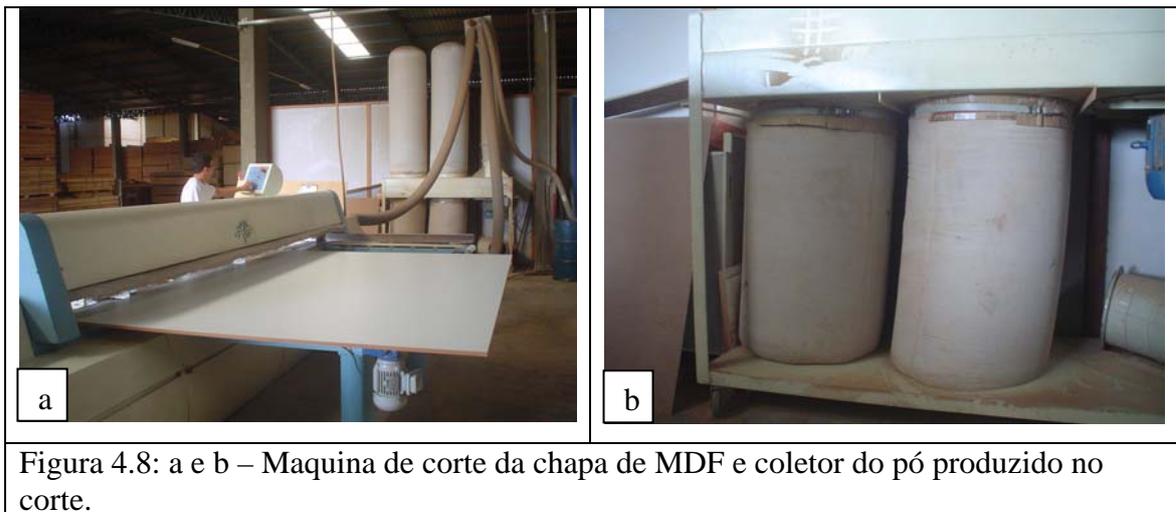
As Regiões mais representativas em 2007 foram: Gama, SIA, Sobradinho e Taguatinga, ou seja, elas representam respectivamente a 25,09%, 24,38%, 23,34% e 22,10%, e juntas representam 94,91%, praticamente toda a produção de resíduo madeireiro no Distrito Federal. Já para 2000, as regiões que mais se destacaram foram Taguatinga, Guará e Ceilândia com produções de 43,05%, 14,63% e 9,65% respectivamente que juntas

representavam 67,33% da produção. Apenas Taguatinga se destacou nos dois períodos estudados.

Outro fator importante observado é o número de estabelecimentos, marcenarias, que passaram a trabalhar informalmente, devido às altas taxas de impostos e tributações empregatícias.

A vantagem dessa substituição da madeira pela utilização de chapas, além do preço, é que ao comprar as chapas nas madeireiras os marceneiros já levam as medidas e saem, no caso com a chapa de MDF toda cortada por máquinas de última tecnologia juntamente com software que estudam a melhor opção de corte das chapas, ficando o serviço reduzido apenas à montagem e ao acabamento para o marceneiro.

A Figura 4.8 mostra a máquina pouco antes de iniciar o corte da chapa de MDF e os coletores do pó produzidos no corte melhorando a qualidade de trabalho do operador da máquina, pois o pó não fica em suspensão no ar podendo ser inalado pelo operador.



Portanto o corte de chapa de MDF, feito por máquinas de alta tecnologia, facilita até o recolhimento do resíduo para seu devido aproveitamento.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O estudo conduzido procurou quantificar e desvendar o consumo de lenha para fins energéticos em diferentes setores produtivos sejam eles nas indústrias, no setor alimentício juntamente com o lazer, bem como quantificar e qualificar a produção de resíduo gerado no Distrito Federal pelas madeireiras e também pelas marcenarias que se complementam em suas atividades. Com isso pode-se levantar questões de grande importância e entender as carências de cada setor.

No Distrito Federal, o setor de olarias consome 84,91% da lenha destinada a geração de energia, não levando em consideração o consumo de briquete pelas pizzarias levantadas nesta pesquisa, o restante 15,09% são consumidas pelos seguintes setores: Restaurantes, Hotéis Fazenda e Pizzarias.

As pizzarias consumidoras de briquete consomem em média 987,36t/ano, portanto a produção de resíduo no DF, que hoje é de 2.863,20t/ano, seria insuficiente para, no caso de transformado em briquete, suprir a demanda, por outro lado, uma indústria de briquete necessita de uma tonelada de resíduo-hora. Portanto a melhor sugestão é que esse resíduo seja consumido na forma direta para geração de energia.

Quanto ao consumo de biomassa (lenha ou briquete) sugere-se que:

- Para as indústrias:
 - ✓ As olarias, que consomem lenha proveniente de poda urbana devem elaborar um plano de secagem, para redução do teor de umidade, diminuindo assim a quantidade de lenha a ser queimada em cada fornada e conseqüentemente diminuiriam seus gastos.
- Pizzarias
 - ✓ Conscientização ambiental, divulgando os benefícios do briquete sobre a lenha.
- Padarias e Restaurantes
 - ✓ Por utilizarem da lenha apenas para caracterizar o ambiente, não consomem quantidades significativas, justamente por essa razão poderiam utilizar se do briquete, para promoção, propaganda utilizando-se do caráter ecológico.

- Hotéis Fazenda

- ✓ Por estarem localizados em áreas rurais do entorno do Distrito Federal, acabam utilizando de lenha nativa provenientes de suas áreas bem como a lenha seca do cerrado, com isso aumentando a pressão sobre o Bioma Cerrado. Sugere-se a implantação de pequenos maciços florestais com a finalidade de produzir lenha para o próprio consumo.

6. BIBLIOGRAFIA

- ACIOLI, J. L. *Fontes de energia*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1994. 138p.
- AROUCA, M. C.; GOMES, F. B. M.; ROSA, L. P. *Estrutura da demanda de energia no setor residencial no Brasil e uma avaliação da energia para cocção de alimentos*. Área Interdisciplinar de Energia COPPE/UFRJ. Série de publicações – AIE 002/83, Rio de Janeiro, 1983, 59p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA - ANEEL. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. 2. ed. Brasília, 2005, 243p.
- AYLING, R. D. *Changing perspectives of the demands on tropical forests*. The Forester Chronicle, Ottawa, v. 68, n.4, 1992, p. 476-480.
- BRASIL, Ministério da Indústria e do Comércio – MIC. *Energia da Biomassa: alavanca de uma nova política industrial*. Brasília: Secretaria de Tecnologia Industrial, 1986, 52p.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional*, Brasília, 2007, 188p.
- BRITO, E. O. *Estimativa da produção de resíduos na indústria brasileira de serraria e laminação de madeira*. Revista da Madeira, Curitiba, ano IV, n. 26, 1995, p. 34-39.
- BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. *Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia*. Circular Técnica, n.52. IPEF. ESALQ. Piracicaba- SP, 1979, 13p.
- BRITO, J.O.; DEGLISE, X.; *Status and potencial of using wood for energy in Brazil*. p. 175-79. In: World Forest Congress, 10, 1991, Paris. Actes Proceedings Actas 6. Paris: Revue Forestière Française, 1991, n.6.
- CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. *14º balanço energético estadual 1978/1996*. Belo Horizonte: 1997, 199p.
- FARINHAQUE, R. *Influência da umidade no poder calorífico da madeira de bracatinga (Mimosa scabrella Benth.) e aspectos gerais de combustão*. Série Técnica. FUPEF. Curitiba-PR, 1981, 14p.
- FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. *Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas*. IPEF, N. 2/3, 1971, p. 65-74.
- GOLDEMBERG, J.; *Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento*. Tradução André Koch. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1998, 234 p.
- GOLDEMBERG, J. *As diferentes fontes de energia*. In: Energia no Brasil. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1976, p. 1-42.

HALL, D. O. Biomass energy. *Energy Policy* – Renewables series, October, 1991, p. 711-737.

LEITE, A. D. *A energia do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997. 500p.

LIMA, E. G.; SILVA, D. A.; *Resíduos gerados em indústria de móveis de madeira situados no pólo moveleiro de Arapongas - PR*. Revista Floresta, v. 35, n. 1, jan./abr., Curitiba-PR 2005, p. 105-116.

LÓPEZ, J. C. F.; SILVA, M. L.; SOUZA, A. L. *Consumo residencial de lenha em Cachoeira de Santa Cruz*. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.24, n.4, 2000, p.423-428.

MATA, H. T. C.; SOUZA, A. L. *Estimativa do consumo residencial de lenha num distrito do Estado de Minas Gerais, Brasil*. Revista Árvore, v.24, n.1, Viçosa-MG, 2000, p.63-71.

OLANDOSKI, D. P. *Rendimento, resíduos e considerações sobre melhorias no processo em indústria de chapas compensadas*. Curitiba - PR. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2001.

OLIVEIRA, A. D. et al. *Avaliação econômica da vegetação de cerrado submetido a diferentes regimes de manejo e de povoamentos de eucalipto plantado em monocultivo*. Revista Cerne, v. 4, n. 1, 1998, p. 34-56.

OLIVEIRA, L., *Estimativa do Consumo de lenha no setor residência do semi-árido paraibano*. Campina Grande-PB. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba - UFPB, 1992, 120p.

OMACHI, I. H.; RODRIGUES, L. G.; STOLF, M.; CANNAVAL, R. & SOBREIRO, R. *Produção de biomassa florestal para exportação: O caso da Amcel*. Revista Biomassa & Energia, v. 1, n. 1, jan./mar, Viçosa-MG, 2004, P. 29-36

PROGRAMA DE APOIO À PANIFICAÇÃO, disponível em: www.propan.com.br/indicadores.asp; Acessado em 13/01/2008.

QUIRINO, W. F. *Utilização energética de resíduos vegetais*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais – LPF, Brasília-DF, 2002, 31 p.

STERNADT, G. H. *Pequenos objetos de madeira - POM, compostagem de serragem de madeira*. Brasília, DF: Ibama - Laboratório de Produtos Florestais, 2002.

TEIXEIRA, M. G. *Aplicação de conceitos da ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos: O exemplo do resíduo de madeira*. Salvador-BA, Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo), Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2005, 59 p.

VALE, A T.; BRASIL, M.A.M. *Introdução ao estudo da madeira como fonte de energia*. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1997, 35 p.

VALE, A. T. *Caracterização da biomassa lenhosa de um cerrado sensu stricto da região de Brasília para uso energético*. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campos de Botucatu. São Paulo, 2000.

VALE, A. T.; DEL MENEZI, C. H. S. & BARROS, J. F. M.; *Diagnóstico da produção de resíduos e de potenciais consumidores de briquete no distrito federal*. Relatório Final N° 08/2001 FunTec, 2001, 17P.

VALE, A. T.; COSTA, A .F.; GONÇALEZ, J.C. & RESENDE, R. *Consumo residencial de lenha numa pequena comunidade rural de São João D'Aliança*. Revista Ciência Florestal (no prelo).

VALE, A. T.; SARMENTO, T. R. & ALMEIDA, A. N. *Caracterização e uso de madeiras de galhos de árvores provenientes da arborização de Brasília, DF*. Revista Ciência Florestal. Santa Maria - RS, v. 15, n. 4, 2005, p. 411-420.

VITAL, B. R. *Métodos de determinação da densidade da madeira*. Boletim Técnico, n. 2, 1984, 21p.

7. ANEXO

Anexo A - QUESTIONÁRIO PARA CONSUMIDORES DE BIOMASSA

REGIÃO ADMINISTRATIVA: _____

1- Caracterização do estabelecimento

Comercial		Nome			
Industrial		CNPJ		Telefone	
Caracterização					
Endereço					

2- Consumo de lenha

() Nativa
() Fl. Plantada () Eucalipto () Pinus
Outros: _____

Quantidade	Unidade	Dia	Semana	Mês

Obs.:

3- Dados sociais da empresa

Funcionários	Quantidade		
Registrado			
Temporário			

Obs.:

4- Produtos

Ítems	Quantidade	Unidade

Obs.:

5- Fornecedor de lenha

() Revendedor
() Produtor

Anexo B - QUESTIONÁRIO PARA PRODUTORES DE RESÍDUO

REGIÃO ADMINISTRATIVA: _____

9- Caracterização do estabelecimento

Comercial		Nome		
Industrial		CNPJ	Telefone	
Caracterização				
Endereço				

10- Dados sociais da empresa

Funcionários	Quantidade		
Registrado			
Temporário			

11- Resíduos gerados

Itens	Quantidade	Unidade

Obs.:

12- Característica do Resíduo e Comentários

13- Amostragem

() Não

() Sim

Foto N°: _____

Anexo C - PRODUÇÃO DE RESÍDUOS POR ÁREA ADMINISTRATIVA NOS ANOS 2000 E 2007.

RA	Produção de resíduo em 2000									Produção de resíduo em 2007								
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	TOTAL 2000	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	TOTAL
ASA SUL	-	-	7,07	-	46,08	-	-	-	53,15	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
BRAZLANDIA	-	-	0,00	-	0,96	92,16	-	-	93,12	-	-	1,20	-	-	-	-	-	1,20
CANDANGOLANDIA	-	-	0,00	-	-	7,68	-	-	7,68	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
CEILANDIA	-	-	115,68	-	52,34	190,41	-	-	358,43	1,20	2,23	4,67	-	1,92	26,60	-	5,76	42,38
GAMA	-	-	71,18	-	118,08	-	-	-	189,26	9,77	33,31	141,43	-	159,76	14,24	-	360,00	718,52
GUARA	-	-	524,42	-	19,20	-	-	-	543,62	-	-	0,60	-	-	-	-	-	0,60
LAGO NORTE	-	-	7,68	-	-	-	-	-	7,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LAGO SUL	-	-	1,99	-	-	-	-	-	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N. BANDEIRANTE	-	-	12,52	-	-	-	-	-	12,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PARANOIA	-	-	1,99	-	-	17,28	-	-	19,27	1,99	23,04	-	-	-	-	-	-	25,03
PLANALTINA	-	-	0,69	-	17,66	-	-	-	18,36	0,40	6,91	-	-	-	-	-	-	7,31
RECANTO DAS EMAS	-	-	0,00	-	-	19,97	-	-	19,97	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
SAAN	-	-	35,33	-	17,66	52,91	-	-	105,90	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
SAMAMBAIA	-	-	93,93	-	19,20	205,97	-	-	319,10	-	-	-	-	-	-	-	69,12	69,12
SIA	-	-	279,36	-	30,72	-	-	-	310,08	38,40	3,84	54,34	-	47,42	105,98	-	448,03	698,02
SOBRADINHO	-	-	37,06	-	18,88	-	-	-	55,94	5,62	7,68	61,75	-	593,16	-	-	-	668,21
TAGUATINGA	-	-	1056,77	-	495,12	48,00	-	-	1599,89	60,00	85,45	250,33	137,57	44,91	19,60	4,95	30,00	632,81
TOTAL	-	-	4.474,58	-	1.625,73	1.268,76	-	-	3715,95	234,74	324,92	1028,63	275,14	1694,36	332,85	9,90	1825,82	2863,18

Obs.: RA – Região administrativa; R1 – Pó de MDF; R2 – Peça de MDF; R3 – Serragem; R4 – Pó de serra; R5 – Peça de madeira; R6 – Pó + MDF; R7 – Pó + MDF + serragem; R8 – Pó + MDF + madeira + serragem.

Anexo D - PRODUÇÃO DE RESÍDUOS EM 2000 E 2007.

ESTABELECEMENTOS	RA	Produção de resíduo em 2000									Produção de resíduo em 2007								
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	TOTAL	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	TOTAL
AS1	ASA SUL	-	-	7,07	-	46,08	-	-	-	53,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BZ1	BRAZLANDIA	-	-	-	-	-	92,16	-	-	92,16	-	-	1,20	-	-	-	-	-	1,20
BZ2	BRAZLÂNDIA	-	-	-	-	0,96	-	-	-	0,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CA1	CANDANGOLANDIA	-	-	-	-	-	7,68	-	-	7,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CA2	CANDANGOLANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE1	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,76	-	5,76
CE2	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,90	-	-	-	9,90
CE3	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE4	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE5	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE6	CEILANDIA	-	-	-	-	-	153,60	-	-	153,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE7	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	-	-	-	-	1,92
CE8	CEILANDIA	-	-	8,29	-	8,29	-	-	-	16,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE9	CEILANDIA	-	-	7,68	-	3,84	-	-	-	11,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE10	CEILANDIA	-	-	2,65	-	1,77	-	-	-	4,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE11	CEILANDIA	-	-	39,84	-	7,07	-	-	-	46,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE12	CEILANDIA	-	-	-	-	-	1,77	-	-	1,77	-	-	1,31	-	-	-	-	-	1,31
CE13	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE14	CEILANDIA	-	-	-	-	-	5,47	-	-	5,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE15	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	-	-	-	0,14
CE16	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE17	CEILANDIA	-	-	17,66	-	-	-	-	-	17,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE18	CEILANDIA	-	-	1,92	-	3,84	-	-	-	5,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE19	CEILANDIA	-	-	24,00	-	24,00	-	-	-	48,00	-	-	3,36	-	-	2,48	-	-	5,84
CE20	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	1,20
CE21	CEILANDIA	-	-	-	-	-	5,30	-	-	5,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE22	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE23	CEILANDIA	-	-	-	-	-	4,42	-	-	4,42	-	0,74	-	-	-	-	-	-	0,74
CE24	CEILANDIA	-	-	11,87	-	-	-	-	-	11,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE25	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,20	-	-	-	1,20
CE26	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,96	-	-	-	3,96
CE27	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE28	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE29	CEILANDIA	-	-	-	-	-	8,83	-	-	8,83	-	1,49	-	-	-	-	-	-	1,49
CE30	CEILANDIA	-	-	-	-	-	3,96	-	-	3,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE31	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE32	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE33	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE34	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE35	CEILANDIA	-	-	1,77	-	3,53	-	-	-	5,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CE36	CEILANDIA	-	-	-	-	-	7,07	-	-	7,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ESTABELECEMENTOS	RA	Produção de resíduo em 2000									Produção de resíduo em 2007								
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	TOTAL	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	TOTAL
CE37	CEILANDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,91	-	-	8,91
GA1	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	-	-	-	-	1,99
GA2	GAMA	-	-	9,60	-	-	-	-	-	9,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GA3	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,84	4,78	-	-	-	-	-	8,62
GA4	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	-	-	2,14
GA5	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	360,00	360,00	
GA6	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,94	-	-	5,94
GA7	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	3,19	-	-	-	5,11
GA8	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,97	11,95	-	-	-	-	-	-	19,92
GA9	GAMA	-	-	57,60	-	115,20	-	-	-	172,80	-	-	74,88	-	134,4	-	-	-	209,28
GA10	GAMA	-	-	3,98	-	2,88	-	-	-	6,86	-	-	4,80	-	7,20	-	-	-	12,00
GA11	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,97	-	-	2,97
GA12	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,72	2,98	-	-	-	-	-	-	3,70
GA13	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,06	1,20	-	-	-	-	-	14,25
GA 18	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88	-	-	-	0,88
GA14	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,94	-	7,68	-	-	-	21,62
GA15	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,90	-	7,68	-	-	-	31,58
GA16	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,08	1,49	-	-	-	-	-	-	2,57
GA17	GAMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,94	-	-	-	-	-	15,94
GU1	GUARA	-	-	92,16	-	-	-	-	-	92,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GU2	GUARA	-	-	345,60	-	-	-	-	-	345,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GU3	GUARA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-	-
GU4	GUARA	-	-	76,80	-	19,20	-	-	-	96,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GU5	GUARA	-	-	6,40	-	-	-	-	-	6,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GU6	GUARA	-	-	3,46	-	-	-	-	-	3,46	-	-	0,20	-	-	-	-	-	0,20
LN1	LAGO NORTE	-	-	7,68	-	-	-	-	-	7,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LS1	LAGO SUL	-	-	1,99	-	-	-	-	-	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NB2	N. BANDEIRANTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NB3	N. BANDEIRANTE	-	-	1,92	-	-	-	-	-	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NB4	N. BANDEIRANTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NB5	N. BANDEIRANTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NB6	N. BANDEIRANTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NB1	N. BANDEIRANTE	-	-	1,00	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NB7	N. BANDEIRANTE	-	-	9,60	-	-	-	-	-	9,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NB8	N. BANDEIRANTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NB9	N. BANDEIRANTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NB10	N. BANDEIRANTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA3	PARANOÁ	-	-	-	-	-	11,52	-	-	11,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA1	PARANOÁ	-	-	-	-	-	5,76	-	-	5,76	1,99	23,04	-	-	-	-	-	-	25,03
PA2	PARANOÁ	-	-	1,99	-	-	-	-	-	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PL1	PLANALTINA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PL2	PLANALTINA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	6,91	-	-	-	-	-	-	7,31
PL3	PLANALTINA	-	-	0,69	-	17,66	-	-	-	18,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RE1	RECANTO DAS EMAS	-	-	-	-	-	19,97	-	-	19,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ESTABELECEMENTOS	RA	Produção de resíduo em 2000									Produção de resíduo em 2007								
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	TOTAL	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	TOTAL
RE2	RECANTO DAS EMAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA1	SAMAMBAIA	-	-	1,77	-	-	-	-	-	1,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA2	SAMAMBAIA	-	-	-	-	-	184,32	-	-	184,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA3	SAMAMBAIA	-	-	15,36	-	-	-	-	-	15,36	-	-	-	-	-	-	69,12	69,12	-
SA4	SAMAMBAIA	-	-	-	-	-	21,20	-	-	21,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA5	SAMAMBAIA	-	-	76,80	-	19,20	-	-	-	96,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA6	SAMAMBAIA	-	-	-	-	-	0,46	-	-	0,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA7	SAMAMBAIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SB1	SAO SEBASTIAO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SI1	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SI2	SIA	-	-	15,36	-	15,36	-	-	-	30,72	-	-	-	-	-	-	180,00	180,00	-
SI3	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	184,32	184,32	-
SI4	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,66	-	-	-	17,66
SI5	SIA	-	-	115,20	-	-	-	-	-	115,20	-	-	38,40	-	-	-	-	-	38,40
SI6	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SI7	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,40	38,40	-
SI8	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,11	26,11	-
SI9	SIA	-	-	72,00	-	11,52	-	-	-	83,52	-	-	-	-	-	53,76	-	-	53,76
SI10	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,94	-	28,22	-	-	-	44,16
SI11	SIA	-	-	76,80	-	3,84	-	-	-	80,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SI12	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SI13	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SI14	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,04	-	-	-	23,04
SI15	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,52	-	-	-	11,52
SI16	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,40	3,84	-	-	19,20	-	-	-	61,44
SI17	SIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,20	19,20	-
SN1	SAAN	-	-	-	-	-	6,83	-	-	6,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SN2	SAAN	-	-	-	-	-	46,08	-	-	46,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SN3	SAAN	-	-	35,33	-	17,66	-	-	-	52,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO1	SOBRADINHO	-	-	15,36	-	15,36	-	-	-	30,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO2	SOBRADINHO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,98	-	561,60	-	-	-	567,58
SO3	SOBRADINHO	-	-	19,20	-	1,92	-	-	-	21,12	-	-	5,98	-	1,61	-	-	-	7,59
SO4	SOBRADINHO	-	-	2,50	-	1,60	-	-	-	4,10	-	-	29,88	-	23,04	-	-	-	52,92
SO5	SOBRADINHO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,92	-	6,91	-	-	-	26,83
SO6	SOBRADINHO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,62	7,68	-	-	-	-	-	-	13,30
SU1	SUDOESTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA1	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA2	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA3	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA4	TAGUATINGA	-	-	7,97	-	7,44	-	-	-	15,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA5	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA6	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA7	TAGUATINGA	-	-	11,52	-	-	-	-	-	11,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA8	TAGUATINGA	-	-	76,80	-	230,40	-	-	-	307,20	4,21	14,88	76,80	-	-	-	-	-	95,89

ESTABELECEMENTOS	RA	Produção de resíduo em 2000									Produção de resíduo em 2007								
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	TOTAL	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	TOTAL
TA9	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,84	-	7,68	-	-	-	11,52
TA10	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	48,00	-	-	48,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA11	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,64	4,46	-	-	-	-	-	-	13,10
TA12	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,76	14,88	-	-	-	-	4,95	-	25,59
TA13	TAGUATINGA	-	-	5,76	-	-	-	-	-	5,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA14	TAGUATINGA	-	-	33,60	-	-	-	-	-	33,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA15	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA16	TAGUATINGA	-	-	84,00	-	1,92	-	-	-	85,92	-	-	8,96	-	7,68	-	-	-	16,64
TA17	TAGUATINGA	-	-	268,80	-	92,16	-	-	-	360,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA18	TAGUATINGA	-	-	19,20	-	28,80	-	-	-	48,00	-	-	9,96	-	3,84	-	-	-	13,80
TA19	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,68	6,03	-	-	-	13,71
TA21	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,00	-	30,00
TA20	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	-	-	1,98
TA22	TAGUATINGA	-	-	1,92	-	-	-	-	-	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA23	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,23	2,98	-	-	-	15,84	-	-	30,05
TA24	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,38	-	-	-	1,28	-	-	6,66
TA25	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,32	7,68	-	-	-	-	-	-	12,00
TA26	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,23	15,84	-	-	-	-	-	-	27,08
TA27	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,23	11,90	-	-	-	-	-	-	23,14
TA28	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA29	TAGUATINGA	-	-	57,60	-	9,60	-	-	-	67,20	-	-	30,72	-	7,68	-	-	-	38,40
TA30	TAGUATINGA	-	-	230,40	-	96,00	-	-	-	326,40	-	-	92,16	101,09	-	-	-	-	193,25
TA31	TAGUATINGA	-	-	192,00	-	-	-	-	-	192,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA32	TAGUATINGA	-	-	19,2	-	28,8	-	-	-	48,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA33	TAGUATINGA	-	-	1,92	-	-	-	-	-	1,92	-	-	-	-	-	0,50	-	-	0,50
TA34	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27,89	28,80	12,00	-	-	-	68,69
TA35	TAGUATINGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,37	7,44	-	-	-	-	-	-	10,81
TA36	TAGUATINGA	-	-	46,08	-	-	-	-	-	46,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		-	-	2.245,66	-	835,91	634,38	-	-	3715,95	117,37	162,46	514,31	137,57	847,18	166,42	4,95	912,91	2863,18

Obs.: RA – Região Administrativa; R1 – Pó de MDF; R2 – Pedaco de MDF; R3 – Serragem; R4 – Pó de serra; R5 – Pedaco de madeira; R6 – Pó + MDF; R7 – Pó + MDF + serragem; R8 – Pó + MDF + madeira + serragem.

