



**ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA**  
INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO

TECNOLOGIAS E EQUIPAMENTOS PARA A RECOLHA E  
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS FLORESTAIS PARA  
VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

**Maquinaria Agrícola**

Relatório do Trabalho de Fim de Curso

CARLOS JORGE ARRAIS BRITES MOITA



**CASTELO BRANCO**

1996

# ÍNDICE

<b>I. BIOMASSA FONTE DE ENERGIA</b>	<b>1</b>
I. 1. ENERGIA EM PORTUGAL	2
I. 1. 1. Perspectivas Globais de Evolução	2
I. 2. PORQUÊ A BIOMASSA?	4
I. 3. A FLORESTA NA ECONOMIA PORTUGUESA	5
I. 3. 1. Perspectiva Geral	5
I. 3. 2. Importância da Biomassa Florestal para Obtenção de Energia em Portugal	7
I. 4. OBJECTIVO DO TRABALHO	8
<b>II. PREPARAÇÃO DA BIOMASSA</b>	<b>9</b>
II. 1. INTRODUÇÃO	10
II. 2. TÉCNICAS DE RECOLHA DE RESÍDUOS FLORESTAIS	11
II. 3. TRANSFORMAÇÃO	17
II. 3. 1. Generalidades	17
II. 3. 2. Estilhagem	19
II. 3. 2. 1. Tecnologias de estilhagem	21
II. 3. 2. 1. 1. Mobilidade das estilhadoras	21
II. 3. 2. 1. 2. Estilhadoras de disco	22
II. 3. 2. 1. 3. Estilhadoras de tambor	25
II. 3. 2. 2. Métodos de estilhagem	26
II. 3. 3. Energia e Potência na Trituração	31
II. 4. TRANSPORTE	34
II. 5. ARMAZENAMENTO	36
<b>III. RESÍDUOS FLORESTAIS NA REGIÃO DE BRAGANÇA</b>	<b>39</b>
III. 1. INTRODUÇÃO	40
III. 2. CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE NATURAL DE MONTESINHO	40
III. 2. 1. Localização	40
III. 2. 1. 1. Situação Geográfica	40
III. 2. 1. 2. Solo e Hidrografia	41
III. 2. 1. 3. Clima	42
III. 2. 1. 4. Flora	43
III. 3. CARACTERIZAÇÃO DA SERRA DE NOGUEIRA	43
III. 4. ÁREAS FLORESTADAS	44

III. 5. CÁLCULO ESTIMATIVO DE RESÍDUOS NO PNM E SERRA DE NOGUEIRA	44
III. 5. 1. Cálculo das áreas dos povoamentos florestais na área do PNM e Serra de Nogueira	44
III. 5. 2. Cálculo dos resíduos no PNM e S. de Nogueira	47
<b>IV. DETERMINAÇÃO DO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PARQUE DE MÁQUINAS PARA RECOLHA, TRANSFORMAÇÃO E TRANSPORTE DE RESÍDUO</b>	<b>50</b>
IV. 1. SOLUÇÕES PARA A RECOLHA DE RESÍDUOS	51
IV. 1. 1. Recolha pelo proprietário	51
IV. 1. 2. Entrega pelo proprietário no local de consumo	51
IV. 1. 3. Recolha e transporte pelo consumidor	51
IV. 1. 3. 1. Operações para recolha do resíduo	52
IV. 1. 3. 2. Determinação dos custos das operações para utilização do resíduo	52
IV. 3. 2. 1. 1. Cálculo do custo do resíduo	52
IV. 3. 2. 1. 3. Determinação da produtividade horária	55
IV. 2. BALANÇO ÀS SOLUÇÕES ENCONTRADAS	58
IV. 2. 1. Consumo de energia fóssil	58
IV. 2. 2. Emprego gerado	60
IV. 2. 3. Investimento necessário	60
IV. 2. 4. Fluxo monetário anual	60
IV. 2. 5. Custos totais anuais	61
<b>V. CONCLUSÕES</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>i</b>

## RESUMO

A biomassa é uma fonte de energia com uma contribuição importante para o balanço energético nacional, reduzindo o impacto negativo ambiental, económico e social da utilização das energias fósseis.

Este trabalho quantifica os custos envolvidos para a recolha automática de resíduos florestais no Parque Natural de Montesinho e Serra de Nogueira, integrando o conceito da exploração sustentada com a preservação do equilíbrio ecológico do Parque.

As áreas florestais foram determinadas através de mapas e, algumas delas, confirmadas no local. Determinou-se uma área florestal de 22 530 ha, correspondendo a uma produção estimada de resíduo de 34 000 ton secas/ano. Supondo uma eficiência de recolha de 60%, podem-se retirar anualmente 20 250 ton secas do PNM e SN, correspondendo a  $\approx 8,9$  ktep.

O consumo de energia fóssil para a obtenção da biomassa é da ordem de 6,5%, sendo fortemente condicionado pelas condições de exploração das máquinas, nomeadamente a manutenção preventiva.

O custo da biomassa colocada no local de consumo, não incluindo o pagamento ao proprietário, foi estimado em 13\$50/kg seco, correspondendo a um custo por unidade de energia de  $\approx 2$ \$50/kWh, sendo  $\approx$  três vezes mais dispendioso que o carvão e 10% que o fuel com 3,5% de Enxofre.

O emprego gerado é da ordem de 7 postos de trabalho directos por ktep de biomassa utilizada. Sendo o investimento da ordem de 5 mil contos por posto de trabalho directo.