

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA NO PROCESSAMENTO DE MADEIRA DE EUCALIPTO NUMA SERRARIA

Ailton Teixeira do VALE¹, Isidoro C. CAMINHA JR.², Odivaldo José SERAPHIM³

RESUMO: Neste trabalho determinou-se os coeficientes técnicos (massa de madeira processada e beneficiada, quantidade de energia humana e elétrica consumidas e quantidade de energia calorífica produzida) e estabeleceu-se o balanço energético de uma serraria de pequeno porte que processa 185 m³ de toras de **Eucalyptus spp** por mês, localizada em Botucatu-SP. Observou-se uma ineficiência no uso das energias disponíveis na linha de aproveitamento, que produz apenas 18,08% do total de madeira beneficiada utilizando 50,43% do total da energia consumida.

PALAVRAS CHAVES: Balanço de energia, serraria, *Eucalyptus spp*

ABSTRACT: The purpose of this work was to determine some coefficients (mass of the wood processed and beneficiary, amount of the energy human and electric consumed, and amount of the energy produced) and to establish of energy's balance of one small sawmill, that process 185 m³ the trunk of **Eucalyptus spp** for month, from the Botucatu-SP. The results showed one inefficiency on the use the energy disposable on the utilization's line, that produce 18,08% the total of the wood beneficiary, using 50,43% the total of the energy consumed.

KEY WORDS: Energy's balance, sawmill, *Eucalyptus spp*

INTRODUÇÃO: A energia elétrica é a grande responsável pelo funcionamento das serrarias de pequeno porte instaladas em áreas urbana e rural pelo interior do país. Portanto o balanço de energia neste tipo de serraria é praticamente um balanço de energia elétrica, que possibilita ao empresário detectar problemas quanto à conservação de energia e um melhor uso dos recursos energéticos disponíveis. O objetivo deste trabalho foi avaliar duas linhas de produção de uma serraria através do balanço de energia, com vista ao uso racional das energias elétrica e humana.

¹Engenheiro Florestal - Bolsista da CAPES-PICD estudante do Curso de Pós-graduação em Energia na Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP-Campus de Botucatu/SP. Fazenda Experimental Lageado - TEL (014) 821-3883, FAX (014) 821.3438 - CEP 18.603-970.

² Engenheiro Eletricista - estudante do Curso de Pós-graduação em Energia na Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP-Campus de Botucatu/SP. Fazenda Experimental Lageado, TEL (014) 821-3883, FAX (014) 821.3438 - CEP 18.603-970.

³Professor Assistente Dr. Área de Eletrificação Rural, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP-Campus de Botucatu/SP, Fazenda Experimental Lageado, TEL (014) 821-3883, FAX (014) 821.3438 - CEP 18.603-970.

MATERIAL E MÉTODOS: O balanço energético foi feito para cada equipamento individualmente e para a serraria como um todo. Para tanto, foram consideradas as energias elétrica e humana consumidas e a energia calorífica produzida pela transformação da madeira beneficiada em energia calorífica. A quantidade total de energia consumida (Q_{EC}) foi dada pela soma de energia consumida pelos operários na forma de calor (Q_{EH}) e a energia consumida por cada equipamento na forma de energia elétrica (Q_{EE}) transformada em calor.

A transformação da madeira processada em energia foi feita segundo a equação: $Q_{EP} = PCL_u \times DAT_u \times V$, onde: Q_{EP} - quantidade de energia produzida pela madeira (kcal), PCL_u - poder

calorífico líquido à umidade “u” (kcal/kg), DAT_u - densidade atual à umidade “u” (kg/m^3) e V - volume de madeira serrada (m^3). Desta forma determinou-se o rendimento energético conforme a equação: $R_E = [(Q_{EP} - Q_{EC}) / Q_{EP}] \times 100$, onde: R_E - rendimento energético de cada

equipamento (%). O rendimento da serraria (R_S) foi obtido considerando todas as formas de energia envolvida no processo de produção da serraria, incluindo as atividades de escritório.

Para os cálculos foram considerados os seguintes dados: **a)** Um operário consome 525 kcal/he de trabalho (Cheichel, 1973 citado por Serra et al, 1979), **b)** Um kwh equivale a 3.127 kcal de energia (BEN, 1996), **c)** O poder calorífico inferior do eucalipto é de 4.000 kcal/kg (Brito, 1992), **d)** Teor de umidade da madeira de eucalipto - 50% (base-úmida), **e)** Densidade atual da madeira de eucalipto - 1 g/cm^3 e **f)** Poder calorífico líquido da madeira de eucalipto - 1.750 kcal/kg.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1 apresenta os dados de volume processado pela serraria que é composta por uma linha principal de produção e uma linha de aproveitamento. A primeira operada por sete homens e composta por: serra de fita, serra circular-1 e destopadeira-1; e a segunda operada por três homens, composta por: serra circular-2 e destopadeira-2, beneficia o resíduo da serra circular-1. A serraria processa $8,4442 \text{ m}^3/\text{dia}$ de toras produzindo $3,5425 \text{ m}^3$ de madeira beneficiada, sendo $2,9018 \text{ m}^3/\text{dia}$ no final da linha principal de produção e $0,6406 \text{ m}^3/\text{dia}$ no final da linha de aproveitamento, portanto com um rendimento volumétrico de 41,95 %. O restante 58,05% sai do processo na forma de costaneiras e pontas que são vendidas para queima em padarias, enquanto a serragem fica estocada no pátio da serraria. Do total de madeira beneficiada produzida pela serraria, apenas 18,08% é proveniente da linha de aproveitamento. A Tabela 2 apresenta a energia investida no processo de beneficiamento da madeira na serraria, bem como os rendimentos energéticos de cada etapa. Observa-se um maior consumo de energia na forma de calor pela serra de fita e pela serra circular-2. Estes dois equipamentos são os mais exigidos dentro da serraria. A linha principal de produção consome $30,829 \text{ Mcal/m}^3$, ou seja, 34,14%, contra $45,535 \text{ Mcal/m}^3$ da linha de aproveitamento, ou seja, 50,43% do total de energia consumida pela serraria. Isso indica uma maior eficiência da linha de produção na utilização das energias disponíveis.

CONCLUSÕES: **1** - A serraria processa $8,4442 \text{ m}^3/\text{dia}$ de toras de eucalipto produzindo $3,5425 \text{ m}^3$ de madeira beneficiada, com um rendimento volumétrico da ordem de 41,95%, **2** - Para produzir os $3,5424 \text{ m}^3$ pôr dia a serraria consome 319,89 Mcal, ou seja 5,16% de toda energia que a madeira beneficiada pode produzir, portanto com um rendimento de

94,84%, **3** - A linha principal de produção consome 34,535% do total de energia consumida pela serraria, contra 50,43% da linha de aproveitamento, tendo portanto uma maior eficiência na utilização da energia disponível, **4** - A linha de aproveitamento produz menor quantidade volumétrica de madeira beneficiada consumindo maior quantidade de energia disponível. Do ponto de vista do consumo de energia, portanto, é uma linha dispensável, **5** - Eliminando a linha de aproveitamento as aparas provenientes da serra circular-1 podem ser comercializadas como lenha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BEN, **Balço Energético Nacional**. MME. Brasília-DF. 1996. 150p.

BRITO, J. O. **Expressão da produção florestal em unidades energéticas**. p.280-282 In: 1º Congresso Florestal Pan-americano e 7º Congresso Florestal Brasileiro. SBF. SBEF. ANAIS. Curitiba-PR. 1993.

SERRA, G. E.; MOREIRA, J.R.; GOLDEMBERG, J. & HEEZEN, A.M. **Avaliação da energia investida na fase agrícola de algumas culturas**. Secretaria De Tecnologia Industrial. MIC. 1979. 86p.

TABELA 1 - Volume processado pôr cada equipamento

| Linhas de produção | Produto | Volume processado (m ³ /dia) | Participação relativa (%) |
|--------------------|-------------------------|---|---------------------------|
| Principal | Peças de 1 ^a | 2.9018 | 81,91 |
| Aproveitamento | Peças de 2 ^a | 0,6406 | 18,09 |
| Total | | 3,5424 | 100,00 |

TABELA 2 - Rendimento energético da serraria e seus componentes.

| Equipamentos | Energia consumida (Mcal/m ³) | Energia produzida (Mcal/m ³) | Rendimento energético (%) |
|-----------------|--|--|---------------------------|
| Serra de fita | 18,598 | 1.750 | 98,93 |
| Serra circular1 | 8,923 | 1.750 | 99,49 |
| Destopadeira1 | 3,308 | 1.750 | 99,81 |
| Serra circular2 | 33,711 | 1.750 | 98,07 |
| Destopadeira2 | 11,824 | 1.750 | 99,32 |
| Outros* | 13,928 | | |
| Serraria | 90,292 | 1.750 | 94,84 |

*São as energias consumidas fora do processo produtivo propriamente dito.