

Hans Peter Nock\*

## **SUMMARY**

*Traditional volumetric measuring methods of roundwood are sometimes not very suitable, especially when applied by pulp - or particleboard industries. They give practically no information about the quality of wood with respect to these transformation processes. A new evaluation method, the scientific base of which is explained, has been introduced recently in some European and North American industries. It is based on weight instead of volume, it is easily carried out, offers some technical and economical advantages and in consequence could substitute traditional volumetric measuring methods in some wood processing industries.*

## **Introdução**

No caso da matéria-prima para fábricas de celulose, de chapas de fibras e aglomerados, se trata, normalmente de material de baixa qualidade e dimensão, oriundo de desbastes. Este material, pelo baixo valor e preço obtido no mercado, permite uma comercialização econômica, somente quando todos os custos da produção primária, inclusive transporte, medição e avaliação possam ser minimizados.

As medidas volumétricas tradicionais, embora sejam vantajosas para a avaliação do rendimento ou incremento anual de reflorestamentos, ou para indústrias de laminação e serrarias, no caso da comercialização de madeira para polpa etc. podem tornar-se até proibitivas pelos altos custos de mão-de-obra e transporte envolvidos.

## **O método tradicional — desvantagens**

A medida adotada geralmente no mercado madeireiro entre vendedores de madeira e indústrias é o metro cúbico ( $m^3$ ) ou o metro estéreo (st) de madeira, existindo a seguinte relação entre os dois:

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^3 &= 1,28 \text{ st} \\ 1 \text{ st} &= 0,72 \text{ m}^3 \end{aligned} \quad \begin{matrix} ** \\ (1) \end{matrix}$$

onde o metro cúbico representa exatamente  $1 \text{ m}^3$  de material lenhoso, enquan-

to que 1 st representa o volume médio de material lenhoso contido numa pilha de madeira roliça de  $1 \times 1 \times 1 \text{ m}$  a qual, conforme os espaços existentes entre os tocos de madeira, sempre contém menos do que  $1 \text{ m}^3$  de material lenhoso. Vê-se que a madeira, no caso da aplicação destas medidas, deve ser cortada ou subdividida no tamanho certo, empilhada, medida e só depois pode ser vendida e transportada para a indústria, onde, normalmente se repete o processo.

Assim, nas indústrias de celulose e chapas de partículas de madeira, o rápido fluxo de material pode ser sensivelmente atrapalhado pela medição volumétrica.

Além disso, as medidas volumétricas de madeira, quando utilizadas na compra, não permitem conclusão nenhuma sobre

- a) a qualidade do material;
- b) a quantidade do material aproveitável para o processo industrial;
- c) o posterior fator de rendimento desta matéria-prima no processo industrial.

Por isso, uma indústria de celulose, de chapas de fibras ou aglomerados, comprando madeira em base de volume, não consegue avaliar a matéria-prima como devia e assim, pode pagar pela madeira um preço maior ou menor do que o valor da mesma, o que, de qualquer modo, não será o preço mais justo.

\* Professor do Curso de Pós-Graduação em Eng. Florestal, Opção Tecnologia da madeira, Convênio de Freiburg/Alemanha.

\*\* Nota: dependendo do diâmetro da madeira.

## A nova metodologia

Hoje em dia, as indústrias acima citadas são de maior importância no mercado madeireiro, especialmente no mercado do material de desbaste, consumindo a maior parcela de madeira industrial. Por isso, por meio de uma análise física e tecnológica do problema tentou-se a desenvolver nos últimos anos novos métodos mais adequados de avaliação da matéria-prima lenhosa. Em vez de medir o volume da madeira, os métodos baseiam-se geralmente na medição do peso (DIETZ, 1972) ou da densidade básica (FOELKEL et. al., 1971). Conforme BARTELHEIMER (1973) e ANON. (1976) experimentos estão sendo feitos em indústrias da Europa e dos Estados Unidos. Também no Brasil, algumas indústrias estão adotando novos métodos de avaliação da entrada do material.

Qual é a base científica da nova metodologia? Analisando os processos industriais em questão pode-se concluir que a medida que indica o valor da madeira para a utilização não é o volume mas o peso.

O peso de uma carga de madeira, facilmente pode ser determinado por pesagem, por exemplo de caminhões com carga a entrar na fábrica, subtraindo depois o peso do caminhão.

Infelizmente, o peso ( $P_u$ ), da madeira depende muito do seu teor de umidade ( $u$ ) que pode variar entre 15% e valores acima de 100% na prática, obedecendo a seguinte correlação:

$$P_u = P_o (1 + u) \quad (\text{Kg ou t}) \quad (2)$$

No mesmo tempo, o peso úmido ( $P_u$ ) da madeira, como o volume, não permite ainda as conclusões desejadas no que diz respeito ao fato de aproveitamento. Isso acontece só no caso do peso ( $P_o$ ) absolutamente seco (com 0% de umidade), sendo este valor uma característica fixa, não variável, da matéria lenhosa contida num determinado volume, permitindo assim a avaliação do rendimento no processo industrial. Entre os dois valores  $P_u$  e  $P_o$  existe conforme (2) a relação

$$P_o = \frac{P_u}{1 + u} \quad (\text{kg ou t}) \quad (3)$$

devido a influência da umidade da madeira ( $u$ ), a qual é definida tecnologicamente como:

$$u = \frac{P_u - P_o}{P_o} \cdot 100 \quad (\%) \quad (4)$$

ou pode ser dada também pela expressão:

$$x = \frac{P_u - P_o}{P_u} \cdot 100 \quad (\%) \quad (5)$$

relação essa usada com preferência nas fábricas de papel e celulose.

O resultado, para evitar confusão, neste caso pode ser chamado de "teor de água" na madeira.

Além da relação acima dada entre  $P_u$  e  $P_o$  existe outra através do "teor da matéria seca"  $T$ :

$$T = \frac{P_o}{P_u} \cdot 100 \quad (\%) \quad (6)$$

Como os três fatores, dados em (4), (5) e (6), se calculam em base dos mesmos valores básicos, são facilmente substituíveis, por exemplo:

$$T = 100 - x = \frac{100 \cdot 100}{u + 100} \quad (\%) \quad (7)$$

O fator T, que dá a porcentagem de substância lenhosa seca em relação ao peso total da madeira, parece ser uma medida interessante que permite a melhor avaliação da matéria-prima. Pelo exposto pode-se chegar ao peso seco pela seguinte fórmula:

$$Po = \frac{Pu \cdot T}{100} \quad (\text{Kg}) \quad (8)$$

ou pela fórmula (3).

Na aplicação prática, bastam então a determinação por pesagem (na entrada da fábrica) do Pu de uma carga e ao mesmo tempo a determinação de um valor médio de T. Este valor tem que ser determinado em laboratório, fato esse que poderia ser considerado desvantagem do método em discussão. Porém esta determinação não é difícil nem demorada. Pode-se, simplesmente, tirar uns discos ou até só cavacos da madeira roliça em questão (amostragem ao acaso).

Recomenda-se retirar 10 amostras aleatórias de cada carga de caminhão por meio de uma moto-serra, sempre a uma distância de aproximadamente 1 m dos extremos das toras e fazendo uma incisão até a medula.

Em seguida, determina-se o peso úmido e seco (após secagem até peso constante em temperatura de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ ).

No caso de uma carga de cavacos (chips), retira-se também ao acaso 10 amostras de 100 g cada, seguindo depois a mesma sequência. Para a secagem de cavacos existem estufas especiais de radiação infravermelha. Assim, pode-se obter o resultado (Po) dentro de poucas horas (ANON. 1976).

Um exemplo da aplicação deste método:

Um caminhão com carga (chips) foi pesado na entrada de uma fábrica de celulose e após do descarregamento. Com isso obteve-se o peso da carga igual à 8 t (=Pu). Como valor médio de 10 amostras, o fator T foi determinado no laboratório da firma:  $T = 62,5\%$ . Aplicando a fórmula (8), o peso seco da matéria lenhosa se dará através de:

$$Po = \frac{Pu \cdot T}{100} = \frac{8 \cdot 62,5}{100} = 5 \text{ t}$$

O peso seco também poderia ser determinado pela fórmula (3) através de uma determinação da umidade atual da madeira (u). Ao mesmo tempo, o valor T pode ser derivado de alguns resultados de medição da umidade (medidor elétrico ou secagem) conforme equação (7), utilizando, ainda, a relação existente entre x e u:

$$u = \frac{x}{1-x} \quad (\%) \quad (9)$$

embora que a determinação da umidade da madeira é desnecessária neste caso, como pode-se ver do exemplo acima dado.

Ao seguir esta metodologia a determinação de volume não será necessária, evitando-se assim qualquer dificuldade (baixa precisão, trabalho demorado de laboratório, altos custos de mão-de-obra para empilhagem etc.) ligada a isto. Especialmente no caso de fornecimento da madeira em forma de cavacos (chips), o método apresenta uma vantagem óbvia, sendo muito difícil a determinação do volume correto de uma quantidade maior de cavacos.

O método proposto limita-se à determinação de dois pesos ( $P_u$  e  $P_o$ ), dos quais o  $P_o$  é uma medida direta da quantidade de matéria lenhosa e pode ser diretamente utilizado no cálculo do rendimento do processo industrial que é — no caso de celulose por exemplo — normalmente dado em toneladas de produto seco (p.ex. celulose) por tonelada de madeira seca. O preço, no caso da aplicação deste método, pode ser fixado por tonelada de material seco (Cr\$/t de madeira seca).

Para efeitos de comparação de preços em Cr\$/t obtidos pelo novo método com preços tradicionais dados em Cr\$/m<sup>3</sup> de madeira verde, pode ser utilizada a definição do "peso específico básico"

$$P_{EB} = \frac{P_o}{V_u} \quad (t/m^3) \quad (10)$$

onde é:

$P_o$  = peso da madeira absolutamente seca

$V_u$  = volume da madeira úmida (verde) (acima de 30% de umidade)

Em posse de um valor padrão de peso específico básico determinado em laboratório<sup>1</sup> para uma determinada espécie, idade e qualidade da madeira, tornar-se-á fácil a comparação de preços e, ao mesmo tempo, o cálculo do rendimento da produção e exploração florestal, onde normalmente as medidas m<sup>3</sup> ou ster são empregadas.

Por exemplo:

O peso seco de um carregamento de um caminhão foi determinado em 5 t, o peso específico básico da madeira é de 0,4 t/m<sup>3</sup>, qual é o volume da carga? Conforme<sup>(10)</sup>:

$$V_u = \frac{P_o}{P_{EB}} = \frac{5}{0,4} = 12,5 \text{ m}^3 \quad (10)$$

Quando trata-se de madeira roliça com casca, um desconto, representando o peso da casca, deve ser aplicado. Este fator de correção  $F_c$  pode ser expresso em percentagem do peso seco:

$$F_c = \frac{P_o \text{ casca} \cdot 100}{P_o \text{ total (madeira e casca)}} \quad (\%) \quad (11)$$

e aplicado conforme a expressão abaixo dada:

$$P_o = P_o \text{ total} - \frac{P_o \text{ total} \cdot F_c}{100} \quad (t) \quad (12)$$

1) Os dois métodos normalmente usados foram descritos, por exemplo por Foelkel, Brasil, Barrichelo e outros.

onde:

Po = peso seco da madeira sem casca  
Po total = peso seco da madeira com casca

Também o fator Fe deve ser determinado em laboratório para uma determinada região de abastecimento, espécie, idade e qualidade da madeira, sendo a percentagem de casca uma função dos parâmetros citados.

#### Conclusão:

Os proprietários de plantações, firmas de reflorestamento, vendedores de madeira e indústrias de celulose e chapas serão no futuro cada vez mais forçados por razões econômicas, de fornecer e/ou receber madeira em comprimento maior (não cortada ou destocada), não empilhada ou até madeira transformada em cavacos, serragem ou "chips". Exige-se por isso a introdução de uma nova metodologia de medição e avaliação desta matéria-prima. O método deve ser simples e rápido, evitando os altos custos da medição volumétrica. Ao mesmo tempo deve permitir uma melhor avaliação da qualidade da matéria-prima para o adequado controle das operações industriais.

O método aqui exposto satisfaz a estas exigências e poderia ser no futuro, o método racional de avaliação de suprimento de matéria-prima celulósica para indústrias afins.

### 3. LITERATURA CITADA

01. BARTELHEIMER, P.: Zum Verkauf von Industrieholz nach Gewicht. **Holz-Zbl.**, 99(120): 1830-31, 1973.
02. DIETZ, P.: Dichte und Rindegehalt von Industrieholz. **Holz Roh Werkst.**, 33: 135-141, 1975.
03. ANON.: Vermessung von Industrieholz nach Gewicht. **Holz-Zbl.**, 98(33): 485-586, 1972.
04. FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A. & BARRICHELO, L.E.G.: Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, 2/3: 65-71, 1971.
05. ANON.: setzt sich auch in Österreich durch. **Holz-Zbl.**, 55: 736-37, 1976.
06. KOLLMANN, F. & COTÉ, W.A.: **Principles of wood science and technology**. Berlin, Springer-Verlag, 1968.
07. MAY, H.A. & SCHULZ, H.: Brutto-Gewichtsmessung von Industrieholz. **Holz-Zbl.**, 98 (100): 1479, 1974.