



IPEF: FILOSOFIA DE TRABALHO DE UMA ELITE DE EMPRESAS FLORESTAIS BRASILEIRAS

ISSN 0100-3453

CIRCULAR TÉCNICA N° 64

SETEMBRO/79

PBP/3.1.6.1.

O CARVOEJAMENTO DA MADEIRA E SEUS REFLEXOS NA QUALIDADE DO CARVÃO: QUALIDADE DA MADEIRA *

Joaquim Burrel Juvillar **

I. INTRODUÇÃO

Embora a madeira venha sendo usada desde longa data para fabricar carvão vegetal, raramente encontram-se especificações a respeito da sua qualidade. Em grande parte isso é devido a que, quase sempre, madeira é produzida pelo mesmo fabricante do carvão vegetal (e não comprada de fornecedores externos).

O crescente volume de carvão vegetal fabricado no Brasil e a introdução de medições para melhorar o processo de carbonização, estão pondo em relevo a importância da qualidade da madeira empregada.

Neste trabalho expõem-se resumidamente alguns requisitos básicos da madeira a carbonizar.

II. UMIDADE

A umidade na madeira introduzida nos fornos de carbonização deve ser a menor possível.

Na prática normal no Brasil, a madeira desgalhada é de aproximadamente 1,5 m de comprimento, e é secada ao ar em pilhas formadas na beira de estrada (por baldeação) ou na praça de fornos (no transporte direto). É bastante comum que depois de 3 meses de

* Trabalho apresentado na Reunião Técnica, Integração Floresta – Siderurgia Belo Horizonte – 31/08/79.

** Engenheiro Químico – Assessor de pesquisas em carvão vegetal da C.A.F. Santa Bárbara.

secagem a madeira ainda tenha umidade de ordem de 50% em base seca. Isso prejudica a carbonização por vários motivos:

- a) A vaporização da água consome calor (541 kcal/kg) que deve ser produzido queimando uma parte da carga do forno. Isso diminui o rendimento da carbonização, normalmente expresso pela relação lenha/carvão ou pelo rendimento em peso base seca.
- b) A qualidade do carvão resultante, fica prejudicada pelo desprendimento violento do vapor de água formado ao ser aquecida a madeira, que fragiliza e/ou fragmenta o carvão resultante.
- c) A produtividade dos fornos diminui, porque a secagem de maneira requer tempo e alonga por conseguinte, o tempo de carbonização.
- d) No caso dos fornos contínuos, a umidade da madeira tem ainda o efeito prejudicial de diluir os subprodutos resultantes (alcatrão, metanol, etc.), dificultando a sua recuperação. É por isso que normalmente os fornos contínuos de carbonização vão precedidos de um secador da madeira a carbonizar.

A determinação da umidade na madeira é feita normalmente por secagem na estufa até peso constante. É uma determinação simples, porém, muita confusão surge, freqüentemente pelo fato de não especificar claramente se a base de cálculo é a amostra seca ou a amostra úmida. Por exemplo, se uma amostra de madeira úmida pesa 500 g e após secagem completa na estufa, pesa 300 g a sua umidade em base seca é:

$$100 \times \left(\frac{500 - 300}{300} \right) = 100 \cdot \frac{200}{300} = 66,6\% \text{ b.s.}$$

enquanto que a sua umidade em base úmida é:

$$100 \left(\frac{500 - 300}{500} \right) = 100 \cdot \frac{200}{500} = 40,0\% \text{ b.u.}$$

É necessário, pois, indicar sempre claramente a base de cálculo para evitar imprecisões e/ou erros.

É conveniente mencionar aqui a relação entre a umidade máxima da madeira e a sua densidade básica (D_b) dada pela expressão.

$$\% \text{ umidade máxima} = \left(\frac{1}{D_b} - 0,66 \right) \times 100$$

que mostra claramente que espécies de pequena densidade básica (exemplo: *E. grandis*) terão as mais elevadas umidades máximas.

No *E. grandis* é:

$$D_b = 0,45$$

e por conseguinte:

$$\% \text{ umidade máxima} = \left(\frac{1}{0,45} - 0,66 \right) \times 100 = 156,2\%$$

Tendo em conta a influência do vento, da temperatura e da umidade atmosférica, a escolha do lugar de secagem ao ar da madeira é de grande importância.

III. PESO A GRANEL ("BULK DENSITY")

O peso a granel da madeira é normalmente medido em kg/m^3 de madeira empilhada. Ele depende não só da espécie de madeira, mas também das suas características físicas (diâmetro, comprimento, umidade, etc.). Assim, por exemplo, o *E. grandis* tem diferente peso a granel com 7 anos de idade e 1,5 m de comprimento, que com 5 anos de idade e 3,0 m de comprimento. Neste último caso, os vazios entre as peças de madeira são maiores e o peso a granel é conseqüentemente menor.

O peso a granel é normalmente medido em balanças, pesando o caminhão carregado com um número conhecido de m^3 de madeira empilhada e dividindo o peso líquido da madeira pelo número de m^3 de madeira empilhada contidos no caminhão. Assim, se a madeira no caminhão tem um peso líquido de 6,5 t e o seu volume 16 m^3 de madeira empilhada, o seu peso a granel será:

$$\frac{6.500 \text{ (kg)}}{16 \text{ (m}^3\text{)}} = 406 \text{ kg/m}^3 \text{ de madeira empilhada}$$

Na carbonização em fornos de alvenaria, o peso a granel é útil para conhecer o peso de madeira seca enforada e calcular assim, o rendimento em peso em base seca.

Assim, se no caso anterior enforam-se 100 m^3 de madeira empilhada com 50% de umidade em base seca, o peso de madeira seca enforada será:

$$\frac{406 \times 100}{1,50} = 27067 \text{ kg de madeira seca}$$

Para enforar o maior peso possível de madeira seca num determinado forno é desejável que a densidade a granel da madeira seja a maior possível.

IV. DENSIDADE APARENTE

A densidade aparente é o quociente entre o peso de um pedaço de madeira seca e o seu volume. Para a fabricação de carvão destinado ao alto forno, é desejável que a densidade aparente seja a mais alta possível por que existe uma proporcionalidade entre a densidade aparente da madeira e a do carvão resultante da mesma.

Assim, madeiras de alta densidade aparente permitirão enforar no alto forno maior quantidade de kg de carbono fixo por m^3 de volume útil do alto forno.

A densidade aparente do *E. grandis* com 7 anos de idade é da ordem de $0,36 \text{ g/cm}^3$ valores ambos relativamente pequenos.

Para uma espécie determinada a densidade aparente aumenta com a idade.

V. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os principais componentes da madeira para fazer carvão são a celulose, as hemiceluloses e a lignina. Todos eles na pirólise produzem carvão, gases incondensáveis, alcatrão insolúvel e vapores aquosos.

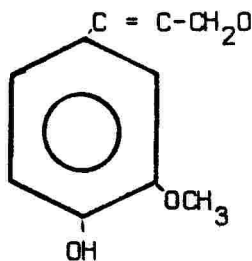
Atribui-se à lignina a maior percentagem do carvão e do alcatrão insolúvel gerados na pirólise da madeira.

Em princípio será, pois, desejável, que a madeira a ser carbonizada tenha a maior percentagem possível de lignina, A experiência. Porém, mostra que no intervalo de idades de *Eucalyptus* que normalmente é utilizado para fazer carvão (5 a 8 anos), as variações do teor de lignina são pequenas. Assim, no *E. grandis* o teor de lignina encontra-se na faixa de 25% no intervalo de 5 a 8 anos.

Este fato unido ao caráter variável e mal conhecido da natureza química da lignina, faz com que na carbonização da madeira a determinação da percentagem de lignina não seja prática usual.

Alguns autores encontraram correlação entre o aumento da percentagem de lignina e a diminuição da percentagem de ácido acético na fração aquosa condensada.

De um modo aproximado, toma-se para fins estequiométricos como fórmula da lignina a seguinte:



mas, de um modo geral, define-se a lignina como o resíduo da dissolução hidrolítica dos carboidratos da madeira mediante ácidos fortes (sulfúrico ou clorídrico).

VI. CUSTO

É conhecido o grande peso que o custo da madeira enfiada tem no custo do carvão. Diminuir a incidência desse custo deve ser, por conseguinte, obrigação dos que lidam neste campo.

Os principais fatores que diminuem esta incidência são:

- Aumento da produtividade da terra (ton. madeira seca/ha/ano).
- Aumento do rendimento da carbonização (ton. carvão/ton. madeira seca).

Há uma tendência crescente em utilizar como matéria-prima para carvão vegetal, em vez das árvores, os resíduos de serrarias, agrícolas, e florestais, reduzindo assim, drasticamente, o custo da matéria-prima.

Finalmente, com o aumento dos preços do petróleo, a recuperação dos subprodutos da carbonização (alcatrão, metanol, ácido acético, gases incondensáveis) diminui a incidência do custo da lenha na fabricação do carvão, porque tais subprodutos constituem uma receita adicional importante.

VII. CONCLUSOES:

a. De um modo esquemático, a madeira para fabricar carvão, deverá ser a mais seca possível, com peso a granel e densidade aparente elevada, com a maior percentagem possível de lignina e de baixo custo.

b. O *Eucalyptus grandis*, que é a espécie mais plantada para fabricar carvão, não cumpre bem estes requisitos ($\% \text{H}_2\text{O}_{\text{máx.}} = 156\%$; $d_{\text{aparente}} = 0,60 \text{ g/cm}^3$).

c. Esforços devem ser conjugados por todos aqueles envolvidos na Silvicultura, na exploração florestal e na carbonização, visando diminuir o custo da madeira enfiada, o qual se reflete no custo do carvão, utilizando, se necessário, materiais residuais em vez de árvores.

Esta publicação é editada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, convênio Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

Periodicidade – irregular

Permuta com publicações florestais

Endereço

IPEF – Biblioteca
ESALQ-USP
Caixa Postal, 9
Fone: 33-2080
13.400 – Piracicaba – SP
Brasil

Comissão Editorial da publicação do IPEF:

MARIALICE METZKER POGGIANI – Bibliotecária
WALTER SALES JACOB
COMISSÃO DE PESQUISA DO DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA –
ESALQ-USP
DR. HILTON THADEU ZARATE DO COUTO
DR. JOÃO WALTER SIMÕES
DR. MÁRIO FERREIRA

Diretoria do IPEF:

Diretor Científico – JOÃO WALTER SIMÕES
Diretor Técnico – HELLÁDIO DO AMARAL MELLO
Diretor Administrativo – NELSO BARBOZA LEITE

Responsável por Divulgação e Integração – IPEF

José Elidney Pinto Junior