

CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS  
DA MADEIRA E A PRODUÇÃO DE CARVÃO: 2. DENSIDADE DA  
MADEIRA X DENSIDADE DO CARVÃO

José Otávio Brito\*  
Luiz Ernesto George Barrichelo

O. D. C. 867.5:810

**SUMMARY**

The purpose of this investigation was to obtain information about the influence of wood basic specific gravity on the charcoal bulk density of *Eucalyptus* spp.

The relationship between wood basic specific (w.s.g.) gravity and the charcoal bulk density (c.b.d.) was:

$$\text{c.b.d.} = -0,104019 + 0,816419 \text{ w.s.g.}$$

Were the coefficient of determination was:

$$R = 0,9732^{**}$$

**1. INTRODUÇÃO**

Conforme é do conhecimento daqueles que freqüentemente estão envolvidos com atividades de produção e uso de carvão vegetal, existem poucos trabalhos relativos às correlações entre as características da madeira e qualidade do produto obtido. Dos trabalhos existentes alguns mostram correlações positivas entre as composições químicas da madeira e do carvão, particularmente entre teor de lignina e teor de carbono fixo, conforme observado por COLLET (1955) e BRITO & BARRICHELO (1974). Com referência às propriedades físicas da madeira e do carvão, DOAT & PETROFF (1975) observaram uma série de correlações específicas para madeiras de florestas naturais tropicais. Segundo estes autores existe uma correlação de média intensidade entre a densidade da madeira e a friabilidade do carvão bem como entre a densidade do carvão e a sua resistência à compressão mecânica. Correlações muito pequenas foram encontradas entre a densidade da madeira e a resistência do carvão à compressão, bem como entre a densidade do carvão e a sua friabilidade. Correlação bastante forte foi encontrada entre a densidade da madeira e a densidade do carvão, o que levou os autores a afirmar que para a fabricação de carvão destinado à siderurgia deve-se de preferência escolher madeiras densas e compactas.

Visando contribuir com informações adicionais sobre espécies florestais usadas em reflorestamentos destinados à produção de carvão, o presente estudo teve por objetivo a avaliação da correlação existente entre a densidade da madeira de eucalipto e densidade do carvão produzido.

---

\* Professores do Depto. de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Universidade de São Paulo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram escolhidas as seguintes espécies de eucalipto mostradas na tabela 1.

**TABELA 1. Espécies de eucalipto ensaiadas.**

**TABLE 1. *Eucalyptus* species.**

| <b>Espécie<br/>Specie</b>                           | <b>Idade(anos)<br/>Age(years)</b> |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <i>E. maculata</i>                                  | 5                                 |
| <i>E. propinqua</i>                                 | 9                                 |
| <i>E. urophylla</i> (ex <i>E. Alba</i> - Rio Claro) | 4                                 |
| <i>E. saligna</i>                                   | 9                                 |
| <i>E. grandis</i>                                   | 9                                 |
| <i>E. microcorys</i>                                | 5                                 |
| <i>E. cloeziana</i>                                 | 4                                 |
| <i>E. urophylla</i>                                 | 4                                 |
| <i>E. camaldulensis</i>                             | 4                                 |
| <i>E. grandis</i>                                   | 4                                 |

A densidade básica da madeira de cada espécie foi determinada segundo a norma ABCP M4/78\*, em discos tomados ao nível do DAP (Diâmetro à Altura do Peito) de 20 árvores escolhidas ao acaso nas populações.

A produção de carvão vegetal foi realizada mediante o uso de um forno-mufla com aquecimento elétrico até uma temperatura máxima de 450oC. O ciclo total da carbonização desde a temperatura ambiente até a temperatura máxima foi de 3 horas. As carbonizações foram realizadas com os mesmos discos utilizados para a determinação da densidade da madeira.

A densidade aparente do carvão foi calculada mediante a determinação do volume e peso seco das peças de carvão provenientes das carbonizações das madeiras.

## 3. RESULTADOS

Os resultados alcançados nas determinações da densidade básica da madeira e densidade aparente do carvão são mostrados nas tabelas 2 e 3.

---

\* \* ABCP -Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel

**TABELA 2. Densidade básica da madeira.**  
**TABLE 2. Wood basic specific gravity.**

| Espécie<br>Specie                                   | Idade (anos)<br>Age (years) | D.b. (g/cm <sup>3</sup> )* | C.V. (%)** |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------|
| <i>E. maculata</i>                                  | 5                           | 0,643                      | 12,3       |
| <i>E. propinqua</i>                                 | 9                           | 0,623                      | 11,1       |
| <i>E. urophylla</i> (ex <i>E. alba</i> - Rio Claro) | 4                           | 0,594                      | 11,6       |
| <i>E. saligna</i>                                   | 9                           | 0,569                      | 10,1       |
| <i>E. grandis</i>                                   | 9                           | 0,564                      | 9,3        |
| <i>E. microcorys</i>                                | 5                           | 0,556                      | 12,3       |
| <i>E. cloeziana</i>                                 | 4                           | 0,508                      | 20,1       |
| <i>E. urophylla</i>                                 | 4                           | 0,461                      | 19,3       |
| <i>E. camaldulensis</i>                             | 4                           | 0,435                      | 16,0       |
| <i>E. grandis</i>                                   | 4                           | 0,406                      | 12,0       |

\* D.b. - Densidade básica da madeira (wood basic specific gravity)

\*\* C.V. - Coeficiente de variação (coefficient of variation)

**TABELA 3. Densidade aparente do carvão.**  
**TABLE 3. Charcoal bulk density.**

| Espécie<br>Specie                                   | Idade (anos)<br>Age (years) | D.b. (g/cm <sup>3</sup> )* | C.V. (%)** |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------|
| <i>E. maculata</i>                                  | 5                           | 0,440                      | 9,8        |
| <i>E. propinqua</i>                                 | 9                           | 0,420                      | 7,6        |
| <i>E. urophylla</i> (ex <i>E. alba</i> - Rio Claro) | 4                           | 0,360                      | 10,1       |
| <i>E. saligna</i>                                   | 9                           | 0,346                      | 8,6        |
| <i>E. grandis</i>                                   | 9                           | 0,360                      | 6,5        |
| <i>E. microcorys</i>                                | 5                           | 0,350                      | 9,5        |
| <i>E. cloeziana</i>                                 | 4                           | 0,290                      | 15,0       |
| <i>E. urophylla</i>                                 | 4                           | 0,271                      | 15,5       |
| <i>E. camaldulensis</i>                             | 4                           | 0,270                      | 10,0       |
| <i>E. grandis</i>                                   | 4                           | 0,231                      | 10,2       |

\* D.a. - Densidade aparente do carvão (charcoal bulk density)

\*\* C.V. - Coeficiente de variação (coefficient of variation)

#### 4. CORRELAÇÃO

A correlação entre a densidade básica da madeira e densidade aparente do carvão foi efetuada mediante o uso de regressão linear simples.

A equação de regressão linear obtida foi:

$$y = -0,104019 + 0,816419 x \quad (r = 0,9732^{**})$$

onde:

y = densidade aparente do carvão

x = densidade básica da madeira

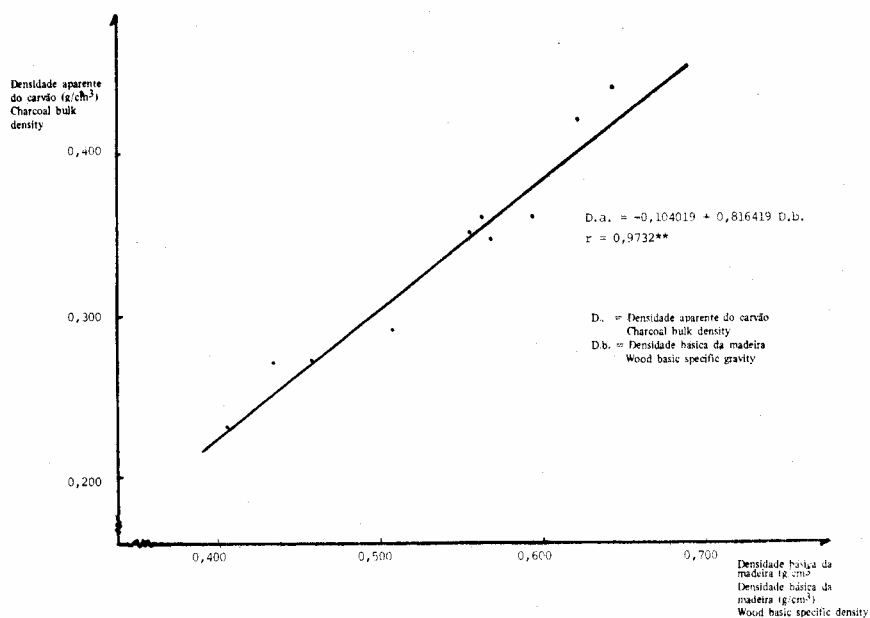
r = coeficiente de correlação

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Afigura 1 ilustra os resultados alcançados na regressão.

## 5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Existem estudos na literatura mostrando influência da densidade da madeira sobre várias de suas características. No caso do carvão vegetal, observou-se neste trabalho que a densidade da madeira exerce influência direta sobre sua densidade aparente.



**FIGURA 1. Densidade básica da madeira x densidade aparente do carvão.**  
**FIGURE 1. Wood basic specific density x charcoal bulk density.**

A existência de uma alta correlação entre densidade básica da madeira e densidade aparente do carvão conforme encontrado neste estudo torna-se, portanto, importante quando da escolha de espécies de madeira para a produção de carvão, permitindo-se antever o comportamento do mesmo mediante a avaliação da densidade de sua madeira.

A existência de correlação entre densidade da madeira e densidade do carvão pode, portanto, norte ar fundamentalmente a escolha de espécies destinadas à sua produção bem como as pesquisas sobre melhoramento de características do carvão, partindo-se particularmente da densidade básica da madeira. No caso, a escolha de espécies de eucalipto cujas densidades sejam elevadas é altamente vantajosa para os principais usos do carvão vegetal com elas produzido.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal: 1 - densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba (14):9-20, 1977.

COLLET, F. Estudo comparativo, em escala de laboratório, de diversas madeiras utilizadas na fabricação de carvão vegetal. **Boletim da Associação Brasileira de Metais**, 42(12):5-14, 1955.

DOAT, J. & PETROFF, G. La carbonization des bois tropicaux. **Bois et forêts des tropiques**, Nogent-sur-Marne (159): 55-72, jan./fev. 1975.