

## Avaliação da umidade e energia útil em cavacos de pinus armazenados em local coberto e descoberto

*Epitágoras Rodson Oliveira Costa<sup>1</sup>*

*Daniel Maros<sup>2</sup>*

*Beatriz Cristina de Goes<sup>3</sup>*

*Edson Alves de Lima<sup>4</sup>*

A madeira é um combustível sólido que contém água no interior das células e parede celular. Por ser um material higroscópico, a madeira tem capacidade de reter ou liberar esta água. A umidade influencia na quantidade de calor útil liberado na combustão, o que reduz a eficiência energética na queima da madeira. Muitas empresas estocam cavaco em pátio aberto sujeito à chuva, ocasionando aumento do teor de umidade e, conseqüentemente, diminuindo o poder calorífico útil (PCU), ou seja, a quantidade de energia útil liberada, já que são inversamente proporcionais (LIMA et al., 2008). O objetivo desse trabalho foi avaliar a umidade e PCU em cavacos de pinus armazenados em local coberto e descoberto.

Para este trabalho foram organizados e depositados em pátio dois montes de cavacos, oriundos de plantas de desbaste com nove anos. Um dos montes foi deixado descoberto, sujeito às condições climáticas (sol e chuva) e sobre o outro monte foi construída uma cobertura de amianto, com duas abas e pé direito de 2,5 m (Figura 1).

Para cada tratamento (coberto e descoberto), semanalmente, foram coletadas seis amostras simples em pontos aleatórios a 50 cm de

profundidade e determinada a umidade pelo método gravimétrico, durante 14 semanas. A umidade foi determinada pelo método gravimétrico em base úmida, de acordo com a equação 1:

Equação 1:  $Ubu = ((Pu - Ps) / Pu) * 100$ , onde:

Ubu = umidade em base úmida (%);

Pu = peso úmido (g);

Os = peso seco (g).



Foto: Epitágoras Rodson Oliveira Costa

**Figura 1.** Vista geral do experimento com cavaco descoberto à frente e cavaco coberto ao fundo.

Primeiramente foi determinado o poder calorífico superior (PCS) em bomba calorimétrica, com cinco repetições no início do experimento, de acordo com a norma NBR 8633 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1984).

<sup>1</sup>Doutorando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, epitagorascosta@uol.com.br

<sup>2</sup>Engenheiro florestal, Volta Grande Reflorestamento, danielm@cvg.ind.br

<sup>3</sup>Graduanda de Engenharia Florestal, PUC-PR, g.beatrizc@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, edson.lima@embrapa.br

A partir da umidade determinada, foi estimado o valor do PCU nas respectivas datas das coletas onde se utilizou a seguinte equação:

Equação 2:  $PCU = PCI * (1 - U/1) - 6 * U$ , onde:

PCU = poder calorífico útil ( $MJ.kg^{-1}$ );

PCI =  $PCS - 1,356 MJ.kg^{-1}$ ;

U = umidade em base úmida (%).

Os dados de umidade foram submetidos à análise estatística pelo software SAEG onde se realizou a ANOVA.

Pela ANOVA observou-se efeito altamente significativo da cobertura na umidade do cavaco ( $p \leq 0,01$ ). O modelo de regressão utilizado para descrever a umidade foi linear, com coeficiente de determinação ajustado de 74,5% (Figura 2).

A equação da umidade do cavaco para o tratamento descoberto foi  $Y = 65,65 + 0,13X$  e  $Y = 59,45 - 0,65X$  para o tratamento coberto. A cobertura do cavaco foi efetiva na redução da umidade. Após 14 semanas (98 dias) de armazenamento o cavaco coberto apresentou umidade 17% inferior ao tratamento coberto (Figura 2).

A menor umidade no cavaco coberto refletiu em maior PCU, pois são inversamente proporcionais (Figura 3).

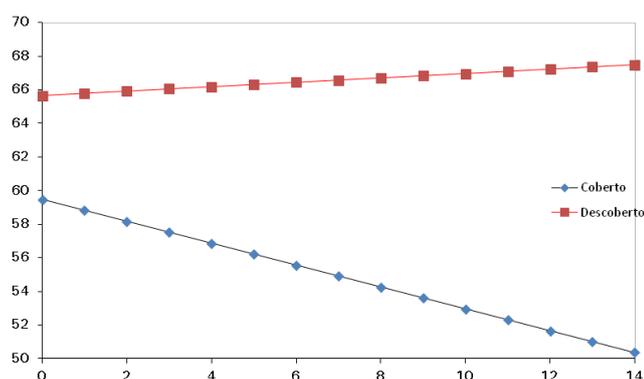


Figura 2. Efeitos da cobertura de pátio sobre a umidade do cavaco de pinus armazenado durante 14 semanas.

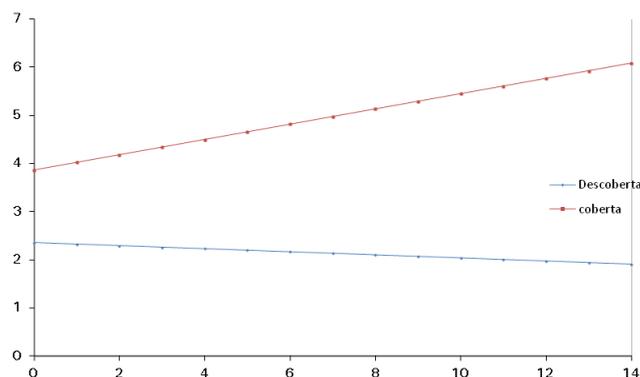


Figura 3. Efeitos da cobertura de pátio sobre o PCU em cavaco de *Pinus taeda* armazenado durante 14 semanas.

Na prática, a redução de 17% no teor de umidade do cavaco (Figura 2) representa um ganho de 220% na energia disponível (PCU), passando de  $1,09 MJ.kg^{-1}$  no cavaco descoberto para poder calorífico útil de  $6,08 MJ.kg^{-1}$  para o cavaco coberto. No entanto, esse ganho de energia não reflete diretamente um ganho econômico. Para isso, recomenda-se que seja realizado um estudo de viabilidade financeira da cobertura do pátio, confrontando os custos de implantação da cobertura e os ganhos com a melhor eficiência energética ao longo dos anos.

## Conclusão

A cobertura de pátio é uma prática útil, pois reduz a umidade do cavaco, aumenta a energia disponibilizada na combustão e conseqüentemente melhora a eficiência energética

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8633**: carvão vegetal: determinação do poder calorífico: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

LIMA, E. A.; ABDALA, E. M.; WENZEL, A. A. **Influência da umidade no poder calorífico superior da madeira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 3 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 220). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/315901>>. Acesso em: 10 out. 2014.

### Comunicado Técnico, 347

Embrapa Florestas  
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319  
Colombo, PR, CEP 83411-000  
Fone / Fax: (0\*) 41 3675-5600  
[www.embrapa.br/florestas](http://www.embrapa.br/florestas)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac/](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/)

1ª edição  
Versão eletrônica (2014)

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

### Comitê de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*  
Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*  
Membros: *Alvaro Figueredo dos Santos, Claudia Maria Branco de Freitas Maia, Elenice Fritzsos, Guilherme Schnell e Schuhli, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Pentead*

### Expediente

Supervisão editorial: *Patrícia Póvoa de Mattos*  
Revisão de texto: *Patrícia Póvoa de Mattos*  
Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*  
Editoração eletrônica: *Rafaele Crisostomo Pereira*