

## CUSTOS COMPARATIVOS DE SECAGEM DE CAFÉ USANDO-SE LENHA DE EUCALIPTO E GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO

José **CARDOSO SOBRINHO**<sup>1</sup>, Jadir Nogueira da **SILVA**<sup>2</sup>, Adilio Flauzino de **LACERDA FILHO**<sup>3</sup>, Juarez de **SOUSA e SILVA**<sup>2</sup>

**RESUMO:** Desenvolveu-se um estudo visando a determinação do custo da secagem de café com aquecimento do ar de secagem pela queima de lenha de eucalipto e gás liquefeito de petróleo. Secou-se o café cereja até 13% bu, em secadores horizontal e vertical. Para o aquecimento do ar de secagem no secador horizontal, queimou-se lenha de eucalipto numa fornalha a fogo indireto, onde o café foi seco, ininterruptamente, do início da operação, com 38±4% bu de umidade, até 13% bu. Na secagem realizada no secador vertical, aqueceu-se o ar, queimando GLP, tendo o produto umidade inicial de 46±2%. Ao atingir a umidade de 18% bu, o café foi transportado para uma tulha, sendo o secador carregado novamente com o produto úmido. O primeiro lote permaneceu na tulha até que o segundo lote atingisse 18% de umidade e fosse para a outra tulha. Assim que este lote de café foi descarregado, o primeiro retornou ao secador para ser completada a sua secagem. Quando se utilizou o GLP para o aquecimento do ar de secagem o custo total foi de R\$20,43 por saca de 60 quilos de café beneficiado e, quando se usou lenha de eucalipto, o custo foi de R\$8,46 por saca. Se se considerar somente o consumo horário de combustível, na secagem realizada no secador horizontal, aquecimento com lenha de eucalipto, o custo foi de R\$1,57 por saca. Por outro lado, na secagem realizada no secador vertical intermitente de fluxos cruzados, usando-se GLP, a operação teve custo de R\$6,40 por saca de café beneficiado. Concluiu-se que ao aquecer o ar com GLP, considerando-se somente o consumo de combustível, o custo aumenta 307% em comparação à operação realizada com lenha de eucalipto, e também 141% maior quando todos os custos (fixo e variável) estão incluídos. A qualidade final do produto seco e beneficiado foi a mesma nos dois sistemas estudados.

**PALAVRAS-CHAVE:** café, custo, qualidade e combustíveis

## COMPARATIVE COSTS OF DRYING OF COFFEE USING FIREWOOD OF EUCALYPTUS AND LIQUEFIED GAS OF PETROLEUM

**SUMMARY:** A study was developed seeking the determination of the cost of the drying of coffee with heating of the drying burning eucalyptus firewood or liquefied gas of petroleum. Recently harvested coffee was dried up to 13%w.b. in horizontal and vertical dryers. For the heating of the drying air in the horizontal dryer eucalyptus firewood was burned in a furnace to indirect fire, in that the coffee dried continuously of the beginning of the operation with 38±4% moisture, up to 13%w.b. In the drying accomplished in the vertical dryer LPG was used and the product had initial moisture of 46±2%w.b.; when the product reached the humidity of 18%w.b. it was transported for a bin, being loaded again the dryer with humid coffee. The first lot that went to the bin remained until the second reached 18% of moisture, so that it also went, to another bin, and as soon as the this lot of coffee was discharged it came back to the dryer for its drying to be completed. When LPG was used for the heating of the drying air, the total cost was of R\$20,43 for bag of 60 kilos of coffee beneficiary and when the eucalyptus firewood was used the cost was of R\$8,46 for bag. Considering only the hourly consumption of fuel, in the drying accomplished in the horizontal dryer, heating with eucalyptus firewood, costs of R\$1,57 for bag. On the other hand, in accomplished in the intermittent vertical dryer of crossed flows, being used LPG, the operation had cost of R\$6,40/bag. It was verified that when heating up the air with LPG, considering only the consumption of fuel, the cost increases 307% in comparison to the operation accomplished burning eucalyptus firewood, and 141% when all the costs (fixed and variable) were included. The final quality of the dry product was the same in the two studied systems.

**KEYWORDS:** coffee, cost, quality and fuels

1 MS. Eng. Agrícola, Doutorando em Eng. Agrícola, Bolsista da Capes, DEA-UFV, CEP 36571-000, Viçosa, [jcardoso@alunos.ufv.br](mailto:jcardoso@alunos.ufv.br) MG ,

2 Prof. Titular, DEA – UFV, Tel. 031-899-1928, [jadir@mail.ufv.br](mailto:jadir@mail.ufv.br) , CEP 36571-000 Viçosa, MG,

2 Prof. Titular, DEA – UFV, Tel. 031-899-1889, [desousae@mail.ufv.br](mailto:desousae@mail.ufv.br) , CEP 36571-000 Viçosa, MG,

3 Professor Adjunto, DEA-UFV, CEP 36571-000, [alacerda@mail.ufv.br](mailto:alacerda@mail.ufv.br) , Viçosa – MG

## INTRODUÇÃO

O uso racional da energia na secagem de café e de outros produtos agrícolas contribui substancialmente para a economia de combustível e, obviamente, para a redução dos custos de secagem. A disponibilidade de energia para a secagem constitui uma preocupação para o cafeicultor, quer devido à escassez dos recursos naturais utilizados como fontes de energia e, conseqüentemente, à alta de preços destes, quer em razão do aumento freqüente dos combustíveis derivados do petróleo. Combustíveis são substâncias ricas em carbono e hidrogênio que, sob condições adequadas de temperaturas e pressão e na presença de oxigênio, participam de uma reação química conhecida como combustão, na qual há liberação de energia na forma de calor. O modo mais prático e fácil de produzir energia de biomassa é através da combustão da madeira ou de seus rejeitos. Embora fossem feitas diversas previsões sobre a queda do consumo de madeira para fins energéticos, atualmente ela ainda se mantém como a terceira fonte energética do país, representando 17% do total de energia consumida (BRASIL, 1999). A madeira-combustível possui a vantagem de ser renovável, ter baixo teor de cinzas e quantidade ínfima de enxofre. No entanto, é volumosa e tem baixo poder calorífico, comparada a outros combustíveis. O GLP é largamente conhecido como "gás de cozinha", devido à sua principal aplicação para cocção de alimentos, estimada em mais de 90% da demanda brasileira. Outras aplicações comumente encontradas são as de combustível industrial em fábricas, hospitais e restaurantes, de empilhadeiras, utilizadas em ambientes fechados e, mais recentemente, como combustível em queimadores acoplados a secadores rurais. O governo brasileiro faz uma política social de apoio à população mais pobre, subsidiando o GLP para uso doméstico através de uma parcela embutida no preço de outros combustíveis, principalmente no da gasolina. Em razão disso, o GLP tem grande uso em todo o País, substituindo até mesmo, na zona rural, parte da lenha para cocção de alimentos. Por outro lado, preços baixos acarretam a utilização indevida deste combustível, como para aquecimento de saunas e piscinas ou como combustível para veículos e utilitários leves. Estas aplicações são ilegais e muitas vezes perigosas, devido às improvisações e à falta de regulamentação nos equipamentos que dele se utilizam. Para que os vazamentos de gás sejam facilmente identificados, compostos à base de enxofre, na ordem de 0,35 g por metro cúbico de GLP, são adicionados, apenas para lhe dar um odor característico, sem lhe atribuir características corrosivas. De qualquer forma, existe uma limitação na quantidade de GLP produzida a partir da refinação do petróleo. Atualmente, com a gama de tipos de petróleo processados e as unidades em operação nas refinarias brasileiras, aproximadamente 9% do petróleo refinado são transformados em GLP. Em 1997, as unidades em operação nas refinarias, somadas com as UPGN (Unidades de Processamento de Gás Natural), outro processo de onde é extraído parte do GLP consumido no país, nas quais as frações mais pesadas do gás são separadas da corrente, produzindo GLP e um derivado na faixa da gasolina produziram uma média mensal de cerca de 325.000 toneladas de GLP, o que fica muito aquém da demanda média brasileira, que é de aproximadamente 525.000 toneladas mensais. A diferença, em torno de 40% do consumo, é completada a partir de GLP importado. Daí a importância da existência de projetos de racionalização do uso deste combustível. As fornalhas acopladas a secadores podem injetar sobre os produtos gases resultantes da combustão, permitindo altos rendimentos energéticos. O rendimento é a razão entre o calor transferido para o ar de secagem e a energia fornecida pelo combustível durante a queima. Apesar dos altos rendimentos apresentados por fornalhas a fogo direto, o uso de trocadores de calor acoplados a fornalhas é indispensável para a secagem de alguns produtos como café e cacau, e altamente desejável para outros como cereais, leguminosas e oleaginosas. Dessa forma evita-se a contaminação dos produtos com os gases de contaminação dos combustíveis. Outra maneira de se evitar a contaminação do produto é utilizar um combustível que passe por queima completa, como é o caso do gás liquefeito de petróleo. CARDOSO SOBRINHO et al. (2000) analisaram sistemas de aquecimento do ar pela queima do gás liquefeito de petróleo, lenha de eucalipto e palha de café e verificaram que a operação realizada com GLP apresentou maior custo de produção. OCTAVIANI (2000) secou o café cereja descascado desmucilado com gás liquefeito de petróleo, com vazão de ar do ventilador de  $81,6 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$  e  $106,8 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$  e verificou que ao aumentar a vazão e a temperatura do ar de secagem, diminuiu o consumo de GLP foi diminuído. No experimento ele considerou o custo de GLP a R\$0,73 o quilo e comparou, por meio de simulação, com a lenha a R\$25,00 o metro cúbico e o consumo de  $0,2208 \text{ m}^3$  por hora da biomassa, citando GARCIA et al. (1998), ele concluiu que a operação realizada com GLP foi menos onerosa que aquela realizada com a lenha de eucalipto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de maio a agosto de 1999, nas unidades de secagem da Fazenda Heringer Ltda., em Martins Soares-MG e Laranja da Terra-ES. Secou-se o café em secadores horizontais rotativos e verticais intermitente de fluxos cruzados até a umidade de 13% bu. Na secagem realizada no secador horizontal, de capacidade  $15 \text{ m}^3$ , o produto não passou por períodos de "descanso" durante a

secagem; já no segundo, cuja capacidade é de  $22\text{m}^3$ , fez-se o uso desta prática, sendo o café transportado para uma tulha de descanso assim que sua umidade atingiu 18% bu, retornando ao secador para completar a secagem assim que possível, segundo o manejo determinado pela gerência da unidade. Uma fornalha a fogo indireto foi acoplada ao secador horizontal rotativo, na qual queimou-se lenha de eucalipto para o aquecimento do ar de secagem. Para o secador vertical intermitente de fluxos cruzados aqueceu-se o ar com gás liquefeito de petróleo. A vazão de ar foi de  $85\text{ m}^3.\text{min}^{-1}$ , perda de carga na coluna de secagem de 75 mmca e temperatura do ar de secagem de  $60^\circ\text{C}$  nos dois secadores. O poder calorífico da madeira foi determinado em bomba calorimétrica no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa- Viçosa-MG, enquanto o do GLP foi fornecido pela Minasgás S/A. O consumo de lenha foi determinado, utilizando-se uma balança com capacidade de 200,0 kg ( $\pm 0,5$  kg). O consumo de GLP foi medido em litros, num medidor colocado no caminhão fornecedor e, em seguida, transformado em quilos, segundo sua densidade,  $0,530\text{kg.Nm}^{-3}$ . O custo da secagem no que se refere aos combustíveis foi estimado, usando-se os preços de mercado, vigentes na época do experimento para a região de sua realização, Martins Soares-MG, a saber: lenha R\$15,00 o metro cúbico ( $\cong 540\text{kg}$ ) e gás R\$0,96 o quilo. Ao final da secagem, amostras de café seco e beneficiado foram usadas para análise de bebida e tipo, visando comparações qualitativas entre os tratamentos. A Figura 1 apresenta o secador horizontal rotativo (a) e o vertical intermitente de fluxos cruzados (b) utilizados no experimento. Nesta última, o trocador foi substituído por um queimador de gás.



(a)



(b)

Figura 1 – Secador horizontal rotativo (a) e vertical intermitente de fluxo cruzado (b) utilizado

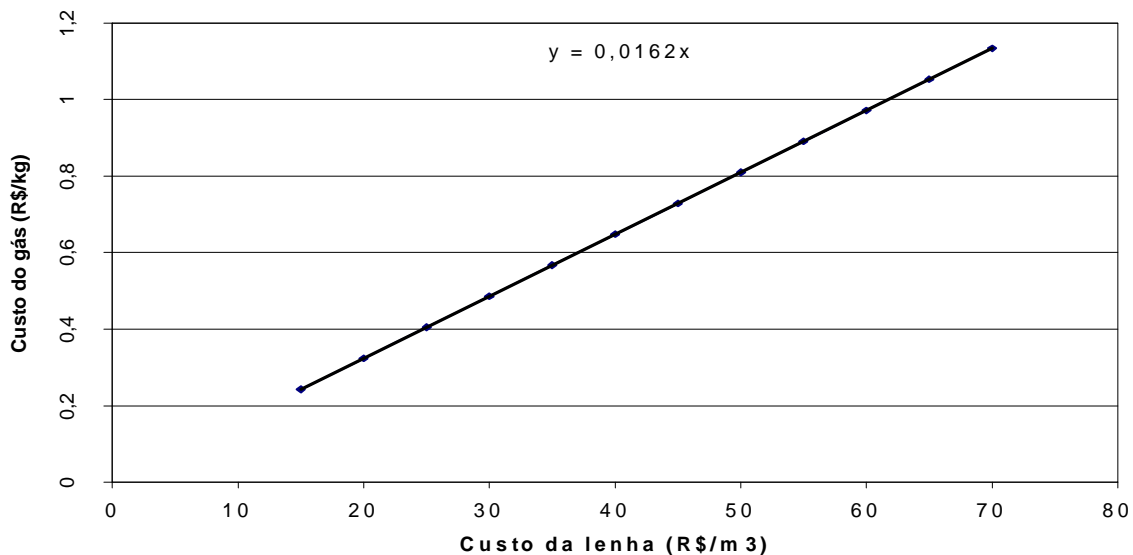
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o consumo horário dos combustíveis, PCI, água removida do produto durante a secagem, tempo de secagem, custos e qualidade do produto.

Tabela 1 - Consumo horário de combustível, PCI, água removida do produto durante a secagem, tempo de secagem, custo de combustível, custo total e qualidade do café seco e beneficiado

Combustível	Consumo horário (kg.h <sup>-1</sup> )	PCI (kJ.kg <sup>-1</sup> )	Água removida (kg)	Tempo da secagem (horas)	Custo de produção (R\$.sc <sup>-1</sup> )		Qualidade	
					Combustível	Total	Bebida	Tipo
GLP	6,6	47.301,80	3.350,8	52	6,40	20,43	Dura	6
Lenha	49,0	13.044,40	2.168,0	46	1,57	8,46	Dura	6

Verifica-se na, Tabela 1 que o consumo horário de GLP foi menor que o de lenha, possivelmente pelo fato de a queima do GLP ser completa e possuir maior poder calorífico inferior (PCI). A umidade da lenha foi de aproximadamente 0,27 bs. O custo de combustível foi R\$1,57 a saca de café beneficiado, quando o ar foi aquecido com lenha de eucalipto e R\$6,40, quando aquecido com GLP. Em relação ao custo total de produção, na secagem realizada com GLP obtiveram-se R\$20,43 por saca de 60 quilos de café beneficiado e com lenha R\$8,46. Na Figura 2, tem-se uma simulação da equivalência de custos gás/lenha, tomando-se por base os equipamentos e as condições nas quais se fez o experimento. Verificou-se que, considerando o preço atual de R\$0,96.kg<sup>-1</sup> de GLP, o preço da lenha para equivalente custo deveria ser de R\$55,00 o metro cúbico,



aproximadamente. Como se consegue, na região, lenha a R\$15,00 o metro cúbico, a secagem a gás é então aproximadamente quatro vezes mais onerosa. Esta simulação indica também que somente se o GLP custasse aproximadamente R\$0,27 o quilo é que os custos de secagem lenha/GLP seriam equivalentes.

Figura 2 – Equivalência dos custos de gás e lenha para a secagem de café

A Figura 3 apresenta as curvas de secagem obtidas nos testes em que o ar foi aquecido pela queima de lenha de eucalipto em fornalha a fogo indireto, e a secagem não foi interrompida para que o café passasse pelo repouso. Tem-se, na Figura 4, a curva de secagem do produto quando o ar foi aquecido pela queima de GLP, e o produto foi para a tulha de repouso durante a secagem.

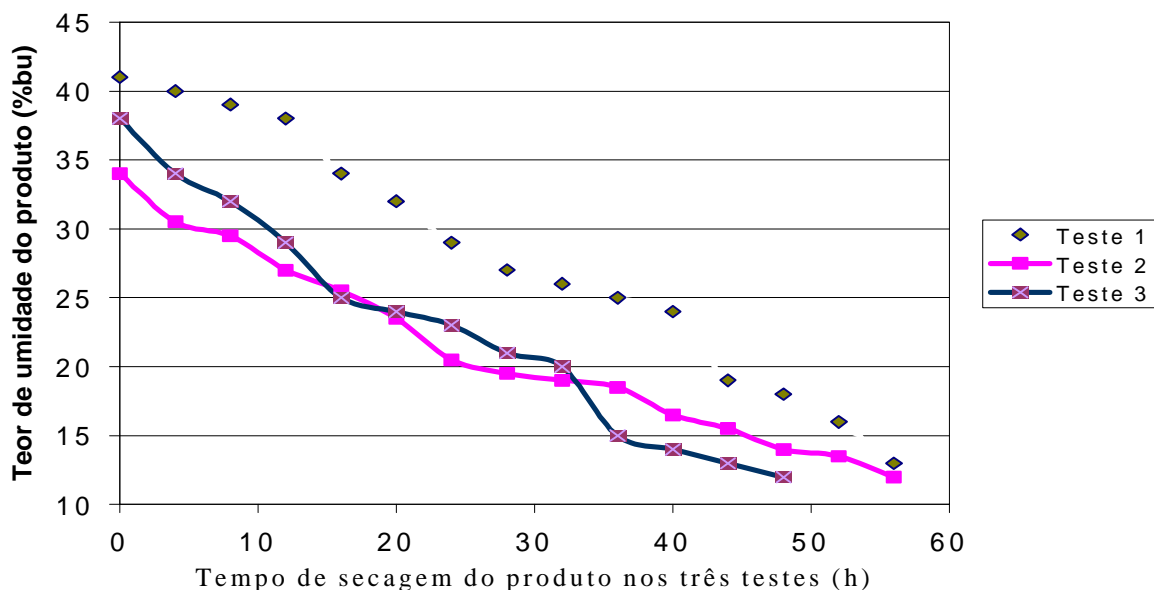
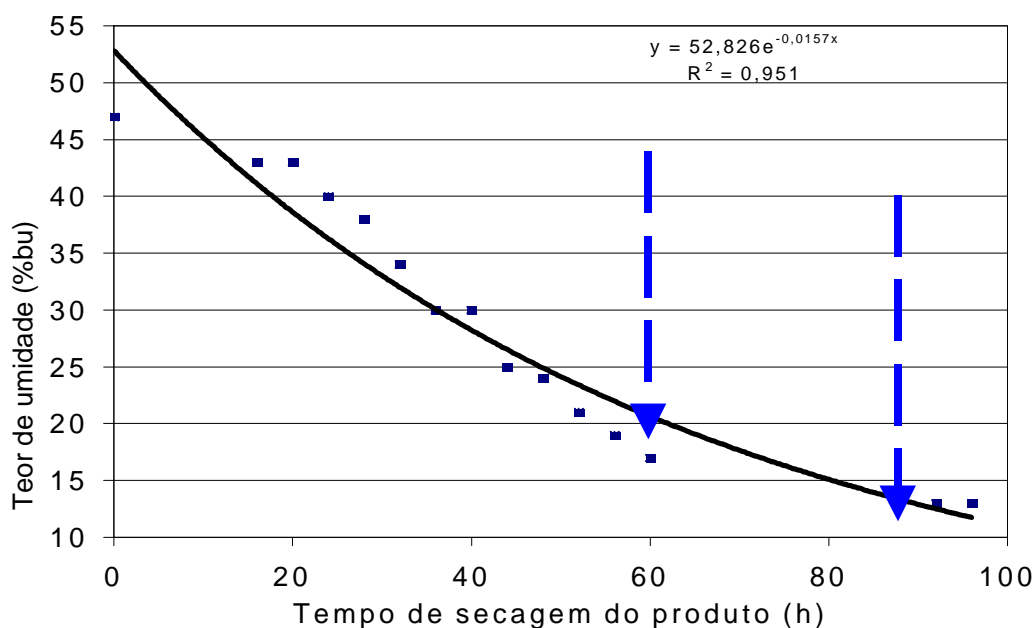


Figura 3 - Umidade do café de acordo com o tempo secagem

Na Figura 3, verifica-se que o tempo de secagem do produto no secador horizontal ficou entre 48 e 58 horas. No secador vertical, a operação foi realizada em 96 horas, devido ao fato de o café ter maior umidade inicial e por problemas operacionais no abastecimento do combustível durante os ensaios (Figura 4).



➡ Hora de ida e volta do café do repouso

Figura 4 – Umidade do café conforme o tempo secagem

### CONCLUSÕES

Considerando-se as condições em que foram feitos os experimentos, pode-se concluir que a secagem com diferentes tipos de combustíveis não alterou a qualidade do café seco e que; o uso de gás liquefeito de petróleo, segundo as condições de operação da unidade de secagem onde o experimento foi realizado, teve, aproximadamente, custo três vezes maior que o da lenha de eucalipto levando-se em conta somente os gastos com combustíveis.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional** – 1999. Brasília: MME 153p.

CARDOSO SOBRINHO J., SILVA. J.N. LACERDA FILHO A.F.de, SILVA, J. de S. e, **Viabilidade da secagem do café usando GLP, lenha de eucalipto e palha de café**. Trabalho publicado na íntegra em CD-ROM. Anais do XXIX CONBEA, Fortaleza-CE, 4 a 7 de julho de 2000.

GARCIA, A.W.R., MIGUEL, A.E., NOGUEIRA, V.S, JAPIASSÚ, L.B. **Estudo de secagem do café com queimadores de gás**. Poços de Caldas, 24º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, p158-159, 1998.

OCTAVIANI, J.C. **Secagem de café cereja descascado, desmucilado com utilização de gás liquefeito de petróleo**. Campinas: SP. 100p, Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, 2000.

## **AVISO**

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS  
SEGUINTE ENDEREÇOS:

### **FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES**

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV  
Viçosa - MG  
Cep: 36571-000  
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485  
Fax : (31) 3891-3911

### **EMBRAPA CAFÉ**

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)  
Edifício Sede da Embrapa - sala 321  
Brasília - DF  
Cep: 70770-901  
Tel: (61) 448-4378  
Fax: (61) 448-4425