

VAPOR DE ÁGUA PARA AQUECIMENTO DO AR DE SECAGEM DE CAFÉ: CUSTOS E CONSUMO DE ENERGIA

Jadir Nogueira da SILVA¹, José CARDOSO SOBRINHO², Adílio Flauzino de LACERDA FILHO³, Juarez de SOUSA e SILVA¹

RESUMO: Fez-se uma análise do consumo específico de energia e dos custos do uso do vapor de água para aquecimento do ar de secagem de café (*Coffea arabica* L.). Utilizaram-se secadores horizontais rotativos para a pré-secagem e de fluxos cruzados intermitentes para complementar a secagem do café com ar aquecido a 60°C. A secagem em terreiro foi usada como testemunha. Conclui-se que o custo aparente foi de R\$3,46 por saca de 60 quilos de café seco e beneficiado, e que o custo real, no qual se inclui o investimento inicial, foi de R\$13,61 por saca. A operação realizada em secador horizontal foi mais eficiente que aquela feita no secador vertical de fluxos cruzados, em termos de consumo específico de energia. Concluiu-se, também, por meio de simulações, que se a caldeira usada na produção de vapor operasse com sua capacidade total, o sistema apresentaria menor consumo específico de energia.

PALAVRAS-CHAVE: secadores, eficiência, custo e energia

WATER VAPOR FOR HEATING AIR FOR DRYING COFFEE: COSTS AND CONSUMPTION OF ENERGY

SUMMARY: An analysis of the specific consumption of energy and of the comparative costs of the use of the water vapor for heating of the air of drying of coffee (*Arabic Coffea* L.) was done. Rotative horizontal dryers were used for the previous drying and of intermittent crossed flows for finish drying, with temperature of the air of 60°C. The drying in yard was used as witness. It is ended that the apparent cost was of R\$3,46 for bag of 60 kilos of processed dried coffee. The real cost, where the initial investment is included, was of R\$13,61/bag. The operation accomplished in horizontal dryer was more efficient than that one accomplished in the vertical dryer of crossed flows, in terms of specific consumption of energy. It was concluded also that, if the boiler were to be used on its total capacity, this system would present smaller specific consumption of energy for this purpose.

KEYWORDS: dryers, efficiency, costs and energy

INTRODUÇÃO

A secagem é o processo mais econômico para manutenção da qualidade de produtos agrícolas durante a armazenagem em ambiente natural. Consiste na remoção da umidade que os grãos apresentam após o amadurecimento a um valor máximo com o qual o produto pode ser armazenado durante períodos predeterminados, à temperatura ambiente, sem que ocorra sua deterioração ou redução da qualidade. No Brasil, predomina-se o uso da biomassa como fonte de aquecimento do ar de secagem. Segundo NOGUEIRA (1985 e 1986), uma alternativa viável para utilização de biomassa como fonte de calor, visando à preservação da qualidade do produto final, é a instalação de um sistema constituído por uma fornalha equipada com caldeira, e associada a um ou mais trocadores de calor. Nesse processo, o vapor fornecido pela caldeira passa pelo trocador de calor que é aquecido. O ventilador do secador, por sua vez, força a passagem do ar ambiente pelo trocador de calor, injetando ar aquecido na massa de grãos e propiciando sua secagem. Esse sistema tem como vantagens a possibilidade de instalação, em paralelo, de vários secadores. Possibilita economia de combustível e mão-de-obra, menor risco de incêndio, redução dos níveis de poluição do ambiente e uniformidade da temperatura do ar de secagem. Como principal desvantagem, podem-se ressaltar o elevado custo do investimento inicial para implantação e os custos adicionais para a manutenção do sistema.

1 - Prof. Titular, DEA – UFV, Tel. 031-899-1928, jadir@mail.ufv.br, CEP 36571-000 Viçosa, MG,

1 - Prof. Titular, DEA – UFV, Tel. 031-899-1889, desousae@mail.ufv.br, CEP 36571-000, Viçosa, MG,

2 - MS. Eng. Agrícola, Doutorando em Eng. Agrícola, Bolsista da Capes, DEA-UFV, CEP 36571-000 Viçosa- MG, jcardoso@alunos.ufv.br

3 - Professor Adjunto, DEA-UFV, CEP 36571-000, alacerda@mail.ufv.br, Viçosa – MG

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. Realizou-se a pré-secagem do café em secadores horizontais, e a secagem final, em secadores verticais, com capacidade de 15m³ e 22m³, respectivamente. A operação realizada no secador vertical foi interrompida quando o produto atingiu (22±2)%bu, sendo o café então transportado para uma tulha localizada ao lado do secador, onde permaneceu em repouso por períodos que variaram de 10 a 50 horas. Passado este período, o café foi transportado ao secador, para que fosse completada a sua secagem. Aqueceu-se o ar de secagem com vapor de água, utilizando-se um trocador de calor ar- água, conforme Figura (1). Aqueceu-se o ar de secagem pela queima da lenha de eucalipto, sendo realizados três testes. A vazão de ar foi de 85 m³.min⁻¹, perda de carga na coluna de secagem de 75 mmca e temperatura do ar de secagem de 60°C. Para a determinação do consumo de combustível, fez-se o uso de uma balança com capacidade de 200 quilos e precisão de 0,5 quilo. Utilizou-se lenha, com diâmetro entre 0,10 e 0,20m e comprimento entre 1,0 e 1,5 metros, de modo que a fornalha da caldeira trabalhasse sempre fechada, ficando a entrada de ar para a combustão restrita a abertura destinada para este fim.



A)



B)

Figura 1 – Vista de um trocador de calor acoplado ao secador horizontal (A) e dos trocadores de calor em paralelo, acoplados ao secador vertical (B).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1 apresenta os resultados de massa inicial e final do café, PCI, o consumo específico de energia no secador horizontal e vertical, e o custo operacional e total em reais por saco de café beneficiado nos três testes realizados no experimento.

Tabela 1 – Variação entre as massas inicial e final do café, PCI da lenha, consumo específico de energia e custos em reais por saco de 60 quilos de café seco.

Teste	Massa de água			PCI da lenha	Consumo específico de energia kJ.kg ⁻¹		Custo R\$.sc ⁻¹	
	Inicial (kg)	Final (kg)	Variação (kg)		Secador horizontal	Secador vertical	Operacional	Total
1	12.350,0	7.559,9	4.792,1	15.085,6	10.344,7	13.662,2	3,46	13,61
2	13.300,0	8.700,0	4.600,0	15.085,6	9.605,2	9.967,6	3,46	13,61
3	15.500,0	8.851,0	6.649,0	15.085,6	9.537,0	30.583,9	3,46	13,61

O café seco e beneficiado apresentou tipo 6 e bebida dura. O custo operacional foi de R\$3,46 por saco e o total, de R\$13,61. A unidade de secagem avaliada possui, no total, oito secadores rotativos horizontais e 12

verticais intermitentes de fluxos cruzados, mas, devido a problemas de manutenção e fluxo de café variável durante a safra, nem sempre funcionou plenamente, ou seja com os 20 secadores nas 24 horas. Na Figura 2, verifica-se que aumentando o número de secadores em funcionamento, o consumo específico de energia diminui, o que proporcionará aumento da quantidade de produto seco na safra, e conseqüentemente queda do custo de produção. Esta alteração no número de secadores em funcionamento está relacionada à manutenção dos equipamentos, geralmente aqueles mais velhos exigem maiores cuidados de manutenção, como é o caso em estudo.

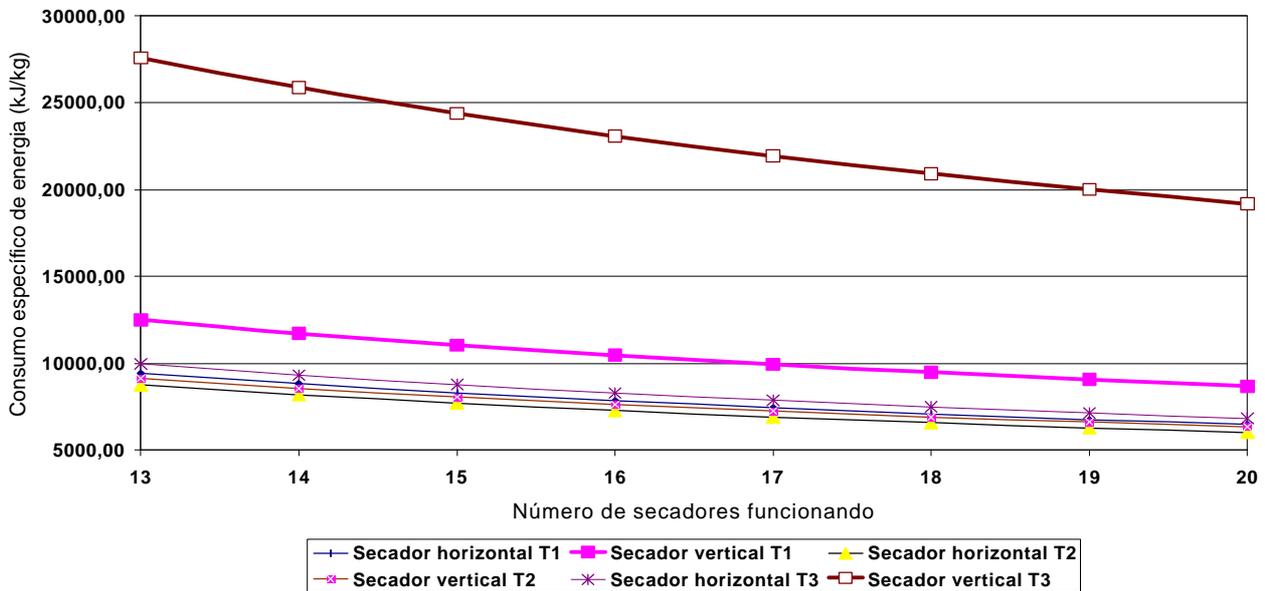


Figura 2 - Variação do consumo específico de energia de acordo com o número de secadores funcionando

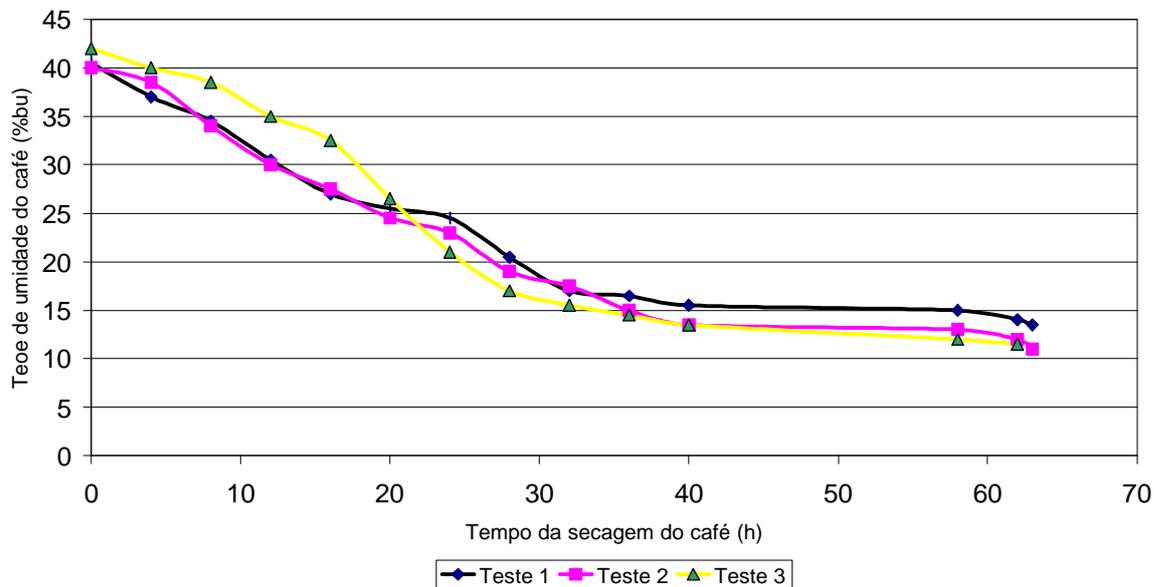


Figura 3 – Variação da umidade do café conforme o tempo de secagem

A figura 3 apresenta a curva de secagem do café, evidenciando-se o momento da interrupção e o reinício da secagem do produto. Verifica-se a falta de padronização da umidade do café para a ida do produto à tulla, entretanto, o teor de umidade do café na hora do reinício da secagem está menor que aquela da entrada para o

repouso. Isto contribui para diminuir o custo de secagem, pois o produto perdeu em média 2,5% de água durante a etapa de homogeneização da umidade.

CONCLUSÕES

Considerando as condições em que foram feitos os experimentos, pode-se concluir que:

1) o custo operacional da secagem do café seco e beneficiado foi de R\$3,46 a saca de 60 quilos e o custo total de R\$13,61; 2) a secagem realizada em secador horizontal rotativo apresentou menor consumo específico de energia e 3) a caldeira deverá ser utilizada na sua capacidade total.

REVISÃO DE LITERATURA

NOGUEIRA, V.S. **Utilização de caldeira como fonte de calor para secagem de café.** 12º Congresso Brasileiro Sobre Pesquisas Cafeeiras, Caxambu, MG, 1985. p.160.

NOGUEIRA, V.S. **Implantação de unidade de aquecimento central, com vapor, para pré-secagem e secagem de café.** 13º Congresso Brasileiro Sobre Pesquisas Cafeeiras, São Lourenço, MG, 1986. p.157-158.

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