

VIABILIDADE DE SECAGEM DE CAFÉ DESPOLPADO USANDO-SE UM GASIFICADOR/COMBUSTOR A CAVACOS DE LENHA

Emilio Takashi SAIKI¹, Jadir Nogueira da SILVA², Maurício Coelho VILARINHO³ e José CARDOSO SOBRINHO⁴

RESUMO: Este estudo visou determinar a viabilidade do uso de um gaseificador/combustor, utilizando-se cavacos de lenha de eucalipto como combustível na secagem do café despolpado. Utilizou-se o gaseificador desenvolvido por SILVA (1988), com modificações na câmara de gaseificação. A área da grelha foi reduzida de 0,21 para 0,06m², e revestiu-se a parte externa do gaseificador colocando-se também um registro do tipo borboleta na saída da câmara de combustão. O ar aquecido no combustor foi enviado para o secador desenvolvido por CAMPOS (1998). Este secador possuía quatro câmaras metálicas que poderiam ser movimentadas, sendo içadas por um sistema de roldanas, facilitando assim a homogeneização da secagem. Secou-se o café com umidade inicial de 54,5% bu até 11,1±1,6% bu. A umidade do café foi determinada em equipamento do tipo universal, EDABO e em estufa. A temperatura do ar de secagem foi de 60°C, pressão estática do ar na saída do ventilador de 9mmca, com velocidade de 46,3m³.min⁻¹. Concluiu-se que quando foram usados cavacos de eucalipto como combustível, o consumo ficou entre 15,3 e 18,8 quilos da biomassa e que o gaseificador é viável para a secagem de café despolpado, não impregnando fumaça ou partículas outras, normalmente geradas nas fornalhas a fogo direto.

PALAVRAS-CHAVE: gaseificador, combustível, qualidade e café

VIABILITY OF DRYING OF PULPED COFFEE USING A GASIFIER/COMBUSTOR TO WOOD CHIPS

SUMMARY: This study aimed to determine the viability of the a gasifier/combustor using chip of eucalyptus firewood as fuel, in drying pulped coffee. The gasifier used was designed by SILVA (1988) with modifications in the gasification chamber, being the area of the grate reduced from 0,21 to 0,06m². An addition of a coating involving the gasifier was done and a damper was placed in the exit of the combustion chamber. The air heated up in the combustor was sent to dryer developed by CAMPOS (1998) that possessed four movable metallic chambers with movement and hoisted by a pulleys system. It was dried coffee with initial moisture of 54,5% w.b. up to 11,1±1,6% w.b. The moisture of the coffee was determined by equipment of the universal type, EDABO and stove. The temperature of the drying air was of 60°C, static pressure of the air in the exit of the fan of 9mmca with speed of 46,3m³.min⁻¹. It was ended that the gasifier using chips of eucalyptus firewood as fuel consumed among 15,3 and 18,8 kg/hour of the biomass and that the equipment is viable for the drying of pulped coffee, not impregnating it with smoke or other particles, usually generated in the direct fired furnaces.

KEYWORDS: gasifier, fuel, quality and coffee

INTRODUÇÃO

Gaseificação é um processo de oxidação parcial controlada de um combustível sólido para produção de gases, pela conversão da biomassa ou de qualquer combustível sólido em um gás energético por meio de temperaturas elevadas. O uso da gaseificação da biomassa no Brasil é uma prática ainda não difundida e pouco utilizada pelos produtores, principalmente pela tecnologia que demanda e especialmente pela falta de divulgação desta prática. Segundo SILVA (1984), a técnica da gaseificação oferece aos usuários as seguintes vantagens: 1) alta eficiência térmica, variando de 60% a 90%, dependendo do sistema implementado; 2) a energia produzida com a queima dos gases produzidos é limpa; 3) os grãos secados não são contaminados por fumaças ou gases; e 4) a demanda de energia pode ser controlada e conseqüentemente a taxa de gaseificação pode ser facilmente monitorada e controlada. Mas há também as desvantagens: 1) a biomassa deverá ser limpa, sem presença de terras ou outros elementos que possam comprometer o processo de gaseificação; 2) o potencial de fusão de cinzas poderá alterar a performance do gaseificador, quando se usa a biomassa com alto teor de cinzas; e 3) se não completamente queimado, o alcatrão, formado durante o processo de gaseificação, pode limitar suas aplicações.

1 – Estudante de mestrado em Engenharia Agrícola, etasaiki@alunos.ufv.br UFV – CEP 36571-000 Viçosa-MG

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

3 – Estudante de graduação em Engenharia Agrícola, UFV - CEP 36571-000 Viçosa-MG

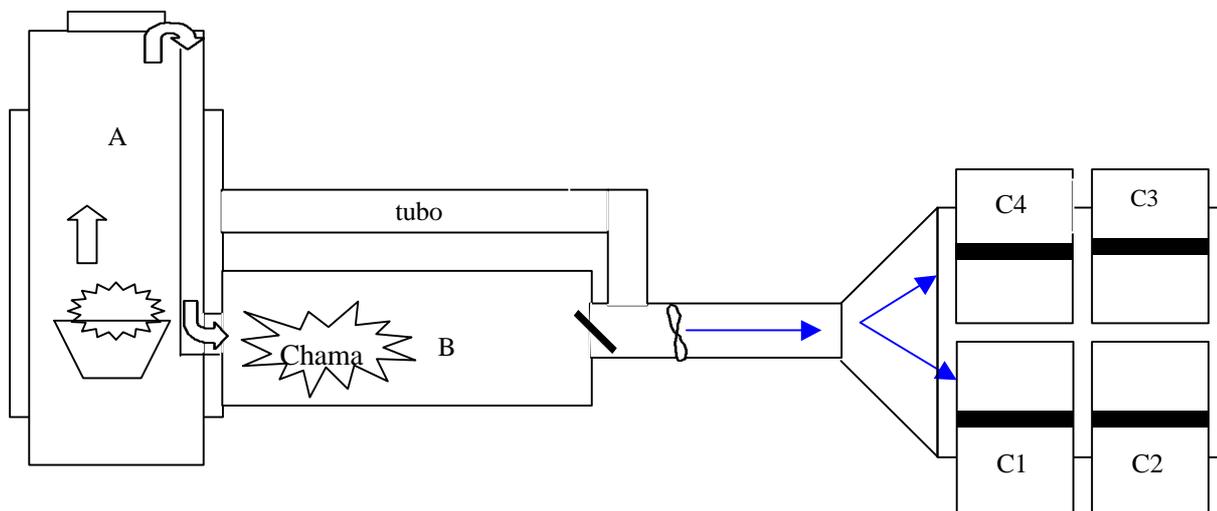
4 – MS. Eng. Agrícola, Doutorando em Eng. Agrícola, Bolsista da Capes, DEA-UFV, CEP 36571-000 Viçosa, MG jcardoso@alunos.ufv.br

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de armazenamento do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, objetivando testar a viabilidade do uso de um gaseificador-combustor acoplado a um secador de leito fixo na secagem de café despulpado, com aquecimento do ar de secagem a fogo direto. Usou-se o gaseificador desenvolvido por SILVA (1988) com modificações na câmara de gaseificação. A área da grelha foi reduzida para $0,06\text{m}^2$ e revestiu-se a parte externa do gaseificador para melhor aproveitamento do calor, que antes era dissipado na atmosfera, e colocou-se um registro tipo borboleta na saída da câmara de combustão do gás, para regular a vazão de ar aquecido. O secador de leito fixo utilizado, construído por CAMPOS (1998), possui quatro câmaras metálicas, dotadas de movimentação e içadas por um sistema de roldanas (Figura 1). Secou-se o café com umidade inicial de 54,4% bu. até $11,1 \pm 1,6\%$ bu. A umidade do produto foi determinada no início da operação na estufa, e, no final, no determinador universal, no EDABO e conferido na estufa. Utilizaram-se secadores de camada fixa com revolvimento do produto em intervalos regulares de três horas. A temperatura do ar de secagem, pressão estática e vazão do ar aquecido foram de 60°C , 9mmca e $46,3\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, respectivamente. Como combustível, foram utilizados cavacos de eucalipto usados na produção de papel e celulose, com dois teores de umidade 17,8 e 9,0% bu. O poder calorífico inferior (PCI) da lenha foi calculado por meio da seguinte equação:

$$\text{PCI} = \text{PCS} - 2.250 \cdot U \quad (\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}) \quad (\text{eq. 1})$$

O valor $2.250 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ equivale ao calor de vaporização da água; U é o teor de umidade da lenha (base seca), em décimos; e PCS é o poder calorífico superior. O poder calorífico superior do *Eucalyptus grandis* foi de $17.974 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. O ar limpo e seco só foi direcionado ao café a ser secado quando a combustão dos gases atingiu o processo em regime permanente. Isto foi conseguido ao se adaptar ao sistema uma saída lateral, a fim de retirar a fumaça impura formada no início do processo, impedindo, assim, que o produto fosse contaminado. Durante os ensaios, foram retiradas amostras do produto em intervalos regulares de três horas, para a determinação da curva de secagem do café.



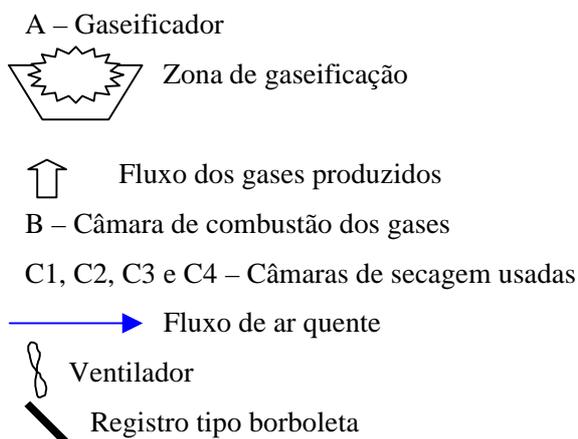


Figura 1 – Croqui do sistema utilizado para o aquecimento do ar de secagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, têm-se as curvas de secagem do café nas três câmaras estudadas. O tempo de secagem do produto foi de 18 horas nas três câmaras. A umidade inicial do café foi de 58% bu; 56% bu e 49,2% bu nas câmaras 1, 2 e 3 respectivamente. A umidade final do produto foi de 8,7% bu; 13,6% bu; e 11,3% bu nas respectivas câmaras (Tabela 1). O consumo médio de combustível foi de 303 quilos, a massa inicial do café nas três câmaras foi de 733,2 e a final de 379 quilos. O café secou mais rápido na câmara 1, possivelmente, pelo fato de esta câmara possuir maior área perfurada, propiciando maior fluxo de ar, temperatura mais elevada devido à proximidade da fonte de calor, e por ser um café despolpado com muita casca misturada, se comparado ao da câmara 1, (CAMPOS, 1998). O gaseificador-combustor acoplado ao secador teve eficiência energética de $14,8 \text{ MJ.kg}^{-1}$ de água evaporada, considerando-se a biomassa total consumida. Com a finalidade de reduzir a taxa de consumo da biomassa, colocou-se no interior do gaseificador um tronco de cone de concreto refratário (CASTIBAR N), a redução da grelha foi de 68,6%, com uma área de $0,06 \text{ m}^2$ com o consumo da biomassa variando entre $15,3$ e $18,8 \text{ kg.h}^{-1}$ para os dois teores de umidade. Na Figura 2 é mostrada a curva de secagem nas três câmaras. As câmaras 1 e 2 continham café com umidade inicial diferente da câmara 3. O tempo de secagem foi de 18 horas. Na câmara 3 colocou-se o produto com umidade inicial menor, nas mesmas condições que das câmaras 1 e 2, tendo, por isso sua umidade final intermediária.

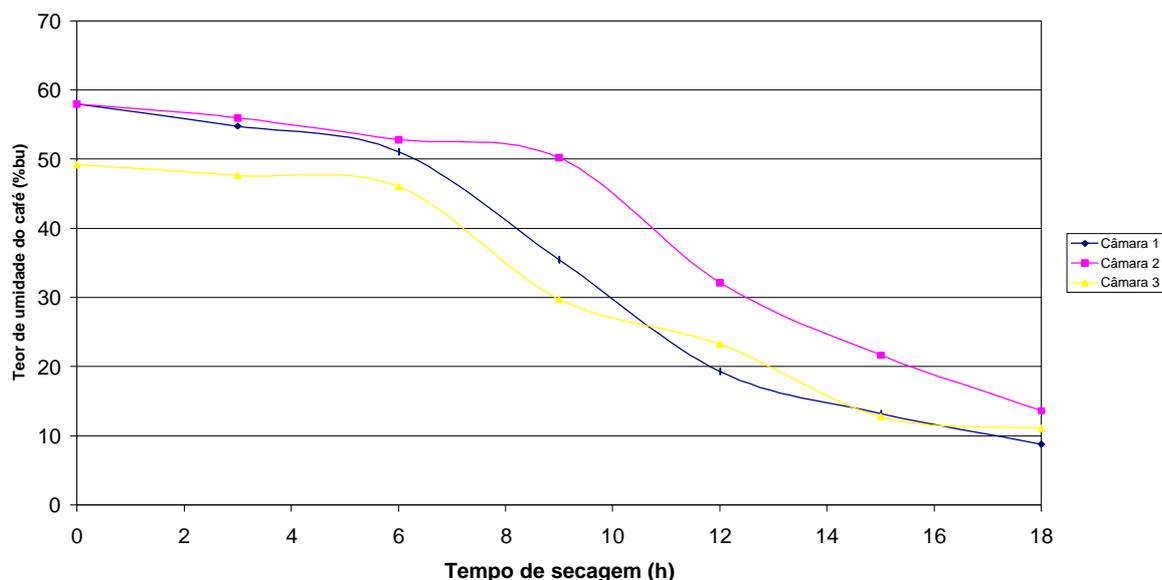


Figura 2 - Curva de secagem do café nas três câmaras.

Tabela 1 – Dados do produto: umidades e massas inicial e final e massa de água evaporada

Café despulpado	Umidade inicial (%bu)	Umidade final (%bu.)	Massa inicial (kg)	Massa final (kg)	Massa de água evaporada (kg)
Câmara 1	58,0	8,7	231,3	106,5	124,8
Câmara 2	56,0	13,6	230,9	117,7	113,2
Câmara 3	49,2	11,3	271,6	155,0	116,6

Na Figura 3 é apresentada a temperatura do ar de secagem no plenum, nas câmaras de secagem e ambiente no decorrer da secagem do café. Verifica-se que a temperatura do ar no plenum variou entre 40 e 64°C durante a secagem, intervalo permitido sem que haja perda da qualidade do produto seco. A temperatura do ar de exaustão nas câmaras 1, 2 e 3 aumentou de acordo com o tempo de secagem enquanto a do ar ambiente diminuiu durante a secagem. Provavelmente, o aumento das temperaturas citadas se deve à inércia térmica do secador, isto é, a alvenaria que compõe em grande quantidade o secador tem considerável calor específico, exigindo um tempo maior para aquecer, retirando calor do ar de secagem. Em razão disso, as temperaturas apontam para um equilíbrio, em torno de 45/50°C, que é a desejada.

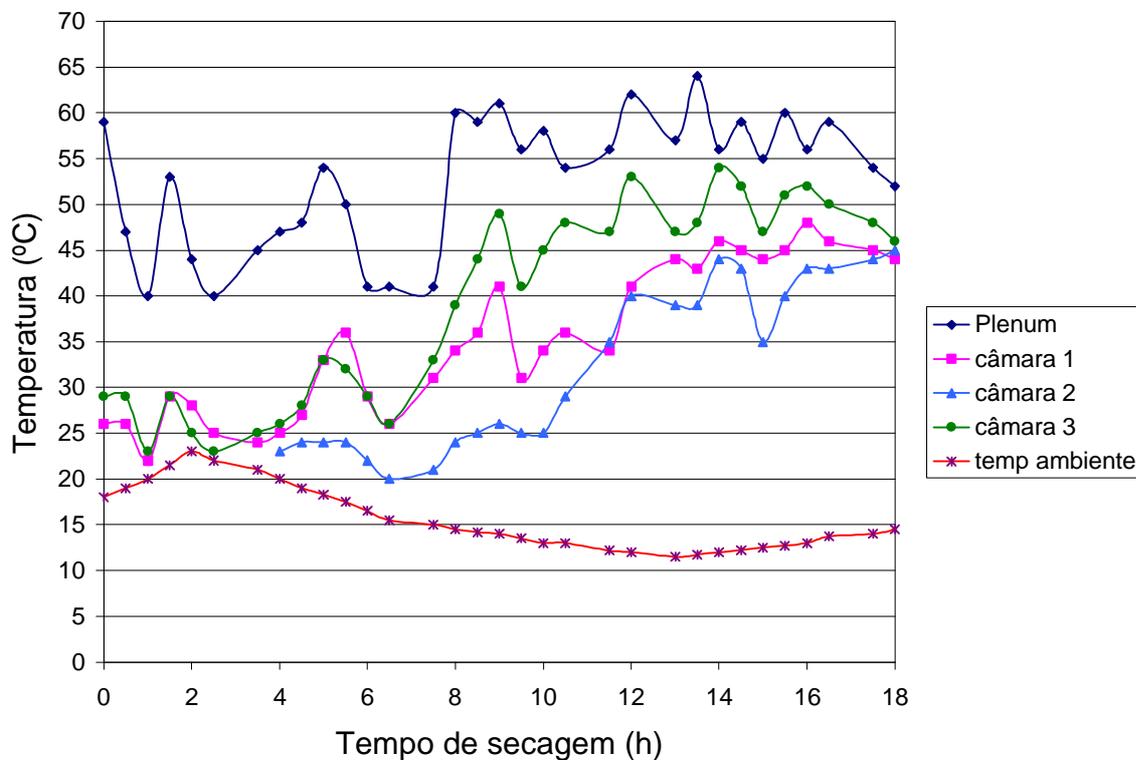


Figura 3 – Temperatura do ar de secagem no plenum, nas câmaras de secagem e ambiente no decorrer da secagem do café despulpado.

Têm-se, na Tabela 2, as características dos dois cavacos utilizados com umidade de 17,8 e 9 % b.u., sendo que o de densidade maior obteve consumo menor, devido a grande quantidade de água dentro do combustível, enquanto o combustível 1, devido ao maior teor de umidade, produziu chamas de menor temperatura no combustor e, também, menor consumo comparado ao combustível 2. O PCI dos combustíveis influenciou no consumo.

Tabela 2 – Teor de umidade, densidade a granel, poder calorífico inferior, temperatura dos gases na câmara de combustão, consumo de combustível total e horário da biomassa utilizada.

Cavacos	Umidade (%bu)	Densidade a granel (kg.m ³)	PCI (kJ.kg ⁻¹)	Temperatura dos gases (°C)	Consumo	
					Total (kg)	Horário (kg.h ⁻¹)
1	17,8	187	17.486,88	358	163	15,3
2	9,0	165	17.751,00	384	140	18,8

Na Tabela 3, é apresentada a classificação do café seco e beneficiado. Verifica-se que houve predominância das peneiras 17 e 18; a quantidade de impurezas (verde, preto, chocho e brocado) – catação variou entre 29,5 e 41,5%, razão pela qual o produto apresentou baixa qualidade na bebida, Rio. Isto se deve provavelmente à falta de cuidados na lavoura e na colheita.

Tabela 3 – Classificação do café estudado

	Tratamento		
	Câmara 1	Câmara 2	Câmara 3
Retenção nas peneiras 17 e 18 (%)	30,5	46,5	34,5
Retenção nas peneiras 16 (%)	20,5	18,5	28,5
Retenção nas peneiras 13; 14 e 15 (%)	37,5	27,5	32,5
Retenção no fundo (%)	11,5	7,5	4,5
Catação*	41,5	39,5	29,5
Teor de umidade (% bu)	10,2	13,8	11,5
Bebida	Rio	Rio	Rio

* verde, preto, chocho, brocado etc.

CONCLUSÃO

Na secagem do café com ar aquecido por gaseificador/combustor, o uso de cavacos de eucalipto foi viável, como combustível. O café apresentou baixa qualidade de bebida devido a sua origem. Observa-se que maiores cuidados devem ser tomados no momento de reabastecimento do gaseificador, em razão dos riscos de inflamação dos gases nele produzidos ao se abrir a tampa de alimentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, A.T. **Desenvolvimento e análise de um protótipo de secador de camada fixa para café (*Coffea arabica* L.) com sistema de revolvimento mecânico.** Viçosa-MG: UFV. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola).
- SILVA, J.N. **Gasificação de biomassa para produção de calor.** XI Reunião da SBPC – São Paulo-SP. 1988.
- SILVA, J.N. **Tar formation in corncob gasification.** Purdue University – EUA. 1984 (Tese Ph.D).

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