

INFLUÊNCIA DO USO DE UM GASEIFICADOR AUTOMATIZADO DE BIOMASSA NA QUALIDADE DA SECAGEM DE CAFÉ CEREJA¹

Svetlana F. S. Galvarro², Jadir N. Silva³, Thuane Barbosa⁴, Carolina Justino⁵, Daniel Gualhano⁶, Máira Dário⁷, Lucas Arruda Viana⁸, Jennifer Guimarães⁹

¹Trabalho financiado pelo CNPq, CAPES e FAPEMIG..

²M.S. em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, svetlana.eng@gmail.com

³PhD, Professor efetivo do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, jadir@ufv.br

⁴Estudante de graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, thuane.barbosa@yahoo.com.br

⁵Estudante de graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, justino.carol@gmail.com

⁶Estudante de graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, daniel.gualhano@ufv.br

⁷Estudante de graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, maira.siqueira@ufv.br

⁸Estudante de graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, llucasviana@yahoo.com.br

⁹Estudante de graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, jennifer_ufrrj@yahoo.com.br

RESUMO: Para manter a qualidade do café dentro dos padrões de comercialização, a etapa de pós-colheita precisa ser muito bem conduzida, principalmente, as relacionadas à limpeza, secagem e armazenamento, para que a qualidade não seja comprometida durante o armazenamento. Destas etapas, a secagem é de fundamental importância e se mal conduzida pode comprometer a qualidade do produto. Essa secagem demanda ar quente limpo a fim de não contaminar o produto, sendo uma opção de tecnologia para suprir essa demanda o processo de gaseificação. Ainda são poucos os estudos sobre a tecnologia da gaseificação, sobretudo na sua aplicação para secagem de grãos. Dessa forma, esta pesquisa visa contribuir para a aplicação do ar aquecido, proveniente de um gaseificador automatizado de biomassa (carvão de eucalipto), na secagem de café. A secagem do café cereja neste trabalho foi realizada em dois silos secadores acoplados a um gaseificador automatizado de biomassa, do qual provém o ar aquecido utilizado durante o processo. Dois tratamentos foram determinados para a condução do trabalho, sendo eles: o tratamento 1 consistiu em 8 horas de secagem por dia com revolvimento da massa de grãos em intervalos de 2h e o tratamento 2 consistiu da secagem de café em terreiros suspenso e de concreto. Para avaliar a influência da secagem do café através do sistema proposto foram analisados os seguintes parâmetros: classificação de bebida, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, peso de mil grãos. O café seco no sistema proposto foi classificado quanto à bebida como apenas mole, obtendo nota média de 79 pontos. Com base nos resultados foram obtidos os seguintes valores médios: 146,86 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ para condutividade elétrica; 34,04 ppm.g⁻¹ para lixiviação de potássio; 160,90 g para o peso de mil grãos. A secagem realizada por meio do sistema proposto se mostrou viável quanto à qualidade da bebida do café, uma vez que o café seco obteve bons resultados qualitativo referente à massa específica, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, cor, entre outros parâmetros indicando que não houve comprometimento da qualidade final da bebida.

PALAVRAS CHAVES: Pós-Colheita, Gaseificação, Café seco.

INFLUENCE OF AN AUTOMATIC BIOMASS GASIFIER ON THE QUALITY OF DRYING RIPE COFFEE CHERRIES

ABSTRACT: In order to maintain coffee quality within the commercialization standards, the post-harvest stages must be very well conducted, especially those related to cleaning, drying and storing, so that quality is not lost during storage. Among these stages, drying is the most important and if poorly conducted could put the quality of the product at risk. Drying requires clean warm air in order not to contaminate the product. Few studies have been performed on gasification, especially application of this process to drying grains. Therefore, the objective of the present study was to apply heated air generated by an automated biomass gasifier (eucalyptus charcoal) in coffee drying. Drying of the ripe coffee cherry in this study was performed in two drying silos attached to an automated biomass gasifier which generates the heated air used in the process. Two treatments were determined to conduct the study: treatment 1 consisted of 8 hours of drying per day, with revolving the grain mass every 2 hours; and treatment 2 consisted of drying the coffee on a suspended terrace and on concrete. In order to evaluate the influence of coffee drying in the system proposed, the following parameters were analyzed: beverage classification, electrical conductivity, potassium lixiviation and one thousand grain weight. Coffee dried in the proposed system was classified as a soft beverage, obtaining an average grade of 79 points. Based on the results, the following average values were obtained: 146.86 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ for the electrical conductivity; 34.04 ppm.g⁻¹ for potassium lixiviation; 160.90 g as the one thousand grain weight. Drying performed using the proposed method showed to be viable since the dry coffee obtained presented good qualitative results regarding the specific mass, electrical conductivity, potassium lixiviation, color and other parameters which indicated that there was no risk of final quality loss in the beverage.

KEY-WORDS: Post-harvest, gaseification, dried coffee

INTRODUÇÃO

O conhecimento da gaseificação vem aumentando nos últimos anos devido à necessidade de tecnologias que propiciem modos eficientes e viáveis de conversão de energia. A automação de um gaseificador de biomassa propicia condições adequadas para o fornecimento de ar aquecido, através do controle da temperatura na zona de combustão do gaseificador. Manter a temperatura desta zona na faixa de 800°C a 1200°C é condição adequada para que ocorra boa gaseificação. O gás resultante da gaseificação a elevadas temperaturas quando em contato com o ar, entra em combustão e libera calor que pode ser utilizado para aquecer o ar de secagem. Este ar pode ser misturado com o ar ambiente na câmara de mistura, a fim de obter ar com temperatura recomendada para secagem de café. Segundo Lora et al. (2009) a tecnologia da gaseificação de biomassas pode trazer benefícios como desenvolvimento econômico regional e social, se incorporada no processo de produção agrícola. Por se tratar de uma tecnologia de fácil aplicação e que utiliza biomassa, pode ser facilmente implantada no meio rural. Favorece ainda a independência energética, uma vez que por meio da gaseificação pode-se gerar energia elétrica e mecânica, proporcionando não dependência das unidades geradoras. No entanto, ainda são poucos os estudos sobre a tecnologia da gaseificação, sobretudo na sua aplicação para secagem de grãos. Dessa forma, esta pesquisa visa contribuir para a aplicação do ar aquecido, proveniente de um gaseificador automatizado de biomassa (carvão de eucalipto), na secagem de café. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do café cereja seco em camada fixa, utilizando como fonte de energia a biomassa de carvão vegetal (eucalipto) para aquecimento do ar, por meio de um gaseificador automatizado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Área de Pré-processamento e Armazenamento de Produtos Vegetais do Departamento de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Foi utilizado um gaseificador classificado como concorrente projetado por Rezende (2012), em que a alimentação da biomassa é feita pelo topo. Foi construído no corpo do reator, um anel externo (Figura 1) com cinco aberturas para entradas de ar primário no interior da zona de oxidação do reator, através de um sistema de ventilação forçada positiva, a fim de facilitar o início do processo de combustão e, posterior, gaseificação do combustível.

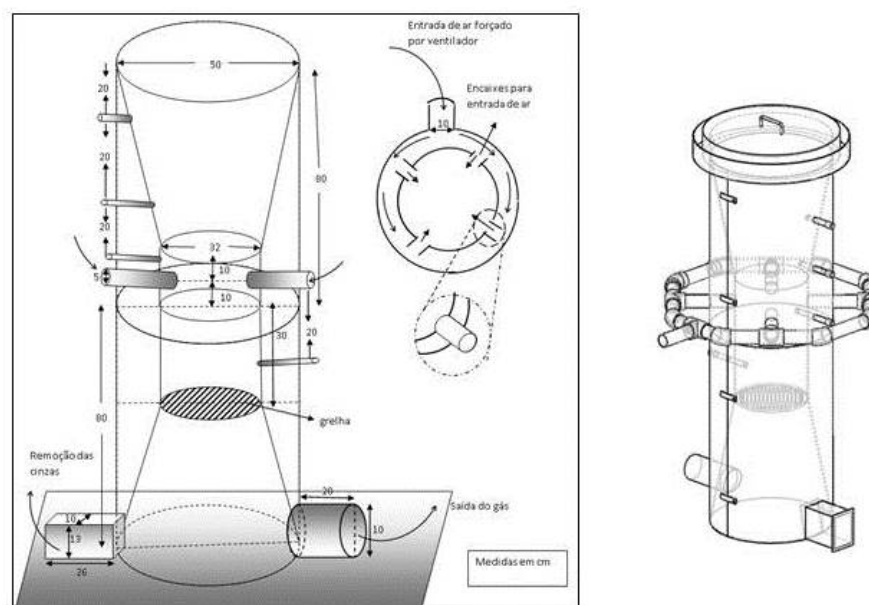


Fig. 1. Diagrama esquemático do reator de gaseificação.

Logo após a saída dos gases do reator de gaseificação, foi construído um combustor de gases de alvenaria, no qual ocorreu a combustão imediata dos gases produzidos e, posteriormente, a produção de ar aquecido destinado à secagem, que após a saída do combustor de gases foi direcionada para uma câmara de mistura na qual esse ar aquecido foi misturado com ar ambiente. Na figura 2 a seguir, a representação do reator juntamente com o combustor de gases adjacentes constituindo o gaseificador concorrente utilizado neste trabalho.

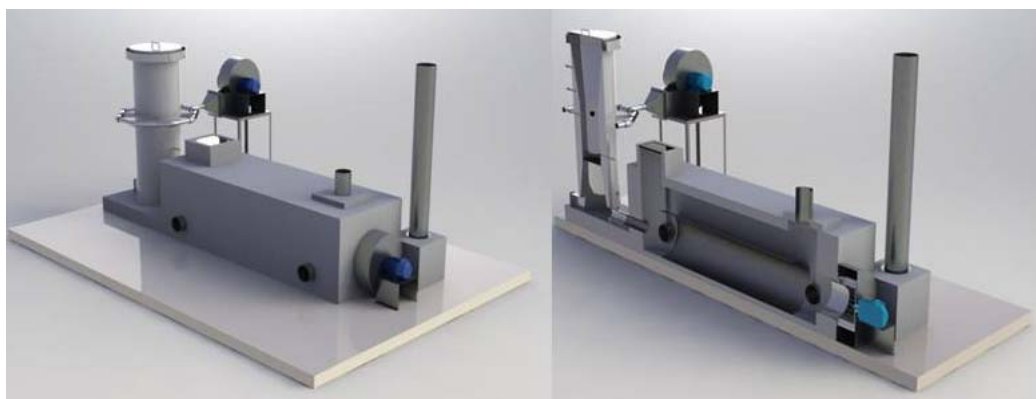


Fig.2. Reator de gaseificação juntamente com o combustor de gases formando o gaseificador

A partir desse sistema, foram conectados dois silos ao gaseificador por meio de dutos de metal. Os silos secadores depois de construídos e acoplados ao sistema de geração de ar quente tinham as seguintes dimensões: raio de 0,5 m e diâmetro de 1 m; altura total igual a 1,20 m; altura efetiva igual a 0,80 m; altura do *plenum* igual a 0,40 m.

Os silos foram preenchidos com uma camada de 0,4 m de espessura e a cada 0,10 m foram instalados termopares conectados a um sistema de aquisição de dados a fim de realizar o monitoramento da temperatura na massa de grãos para mantê-la na faixa de 50 °C +/- 5 °C. O sistema de secagem proposto neste trabalho que consistiu de um gaseificador automatizado de biomassa acoplado com os silos pode ser observado na Figura 3.



Fig. 3. Sistema gaseificador-silos construído para secagem de café

Os testes experimentais foram realizados utilizando dois tratamentos:

Tratamento 01 – 8 horas de secagem diárias com revolvimento manual em intervalos de 2 h, com períodos de repouso de 12h.

Tratamento 02 – Secagem em terreiro suspenso e de concreto, sendo os terreiros suspensos com dimensões de 0,94 m de altura; 2,04 m de comprimento e 1m de largura. No total foram 8 terreiros, 4 repetições para cada tipo de terreiro (Figura 4).

Para o tratamento 1 foram realizados quatro testes de secagem, sendo o combustível o carvão vegetal.



Fig. 4. (a) Secagem em terreiros de concreto; (b) Secagem em terreiros suspensos.

Características físicas do café foram avaliadas durante os testes de secagem, tais como impureza, teor de água e massa específica aparente dos grãos. Foi utilizada a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) para determinar a umidade, pelo método da secagem em estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas.

A massa específica aparente foi realizada através de uma balança hectolétrica, com capacidade de 1 litro, conforme citado em BRASIL (2003). Dentre as características químicas analisadas, estão a lixiviação de potássio e a

condutividade elétrica. Os valores obtidos para essas características químicas foram decorrentes da média entre as amostras retiradas. A classificação oficial da qualidade do café vigente no Brasil está baseada na Instrução Normativa nº 16, de 24 de maio de 2010, a qual estabelece o Regulamento Técnico para Café Torrado em grão e Café Torrado e Moído (BRASIL, 2010). A classificação da bebida foi definida em função da nota atribuída à bebida, de acordo com os limites definidos a seguir:

- nota igual ou maior que 86 refere-se a bebida estritamente mole;
- nota entre 80-85 refere-se a bebida mole;
- nota entre 75-79 refere-se a bebida apenas mole;
- nota igual ou menor que 74 refere-se a bebida dura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para massa específica aparente dos grãos de café para o tratamento 01 foram 400,60 kg.m³ para umidade de 37,8 % (b.u.) e 382,76 kg.m³ para umidade de 12,6 % (b.u.) Os resultados obtidos estão de acordo com Afonso (1994) que concluiu que a massa específica aparente do café em coco é maior quando este se encontra a um teor de umidade mais elevado e, neste caso, a resistência oferecida pelo produto à passagem do fluxo de ar é menor. Os valores médios referentes à análise de condutividade elétrica para os tratamentos 01 se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados médios da análise de condutividade elétrica para o tratamento 01.

Tratamento	Teste	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
01	1	155,39
	2	134,73
	3	143,13
	4	154,18
Media		146,86
Desvio Padrão		9,79

CE = condutividade elétrica

Os valores médios da análise de lixiviação de potássio, para o tratamento 01 estão apresentados a seguir.

Tabela 2. Valores médios da análise de lixiviação de potássio para o tratamento 01.

Tratamento	Teste	LK (ppm g^{-1})
01	1	27,9
	2	33,06
	3	31,22
	4	43,98
Media		34,04
Desvio Padrão		6,96

Os valores da nota obtida na análise sensorial do café que foi submetido à secagem no sistema proposto encontram-se na Tabela 3. A análise sensorial da prova de xícara foi realizada na Corretora de café 3 irmãos, localizada em Viçosa-MG.

Tabela 3. Notas de bebida em relação café submetido ao tratamento 01.

Tratamento	Teste	Nota	Bebida
01	1	79	Apenas mole
	2	79	Apenas mole
	3	79	Apenas mole
	4	79	Apenas mole
Media		79	
Desvio Padrão		0,0	

Por meio desses resultados, observa-se que a qualidade da bebida pelo tratamento 01 não foi comprometida, o que viabiliza o uso do gaseificador automatizado de biomassa para secagem de café.

CONCLUSÕES

1 - A secagem realizada por meio do sistema proposto se mostrou viável quanto à qualidade da bebida do café, uma vez que o café seco obteve bons resultados qualitativos referentes à massa específica, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, cor, entre outros parâmetros indicando que não houve comprometimento da qualidade final da bebida.

2 - Observaram-se maiores valores para condutividade elétrica e lixiviação de potássio para o café seco por meio do sistema proposto e nos terreiros de concreto, em comparação com o café seco nos terreiros suspensos. Esses valores superiores dos parâmetros qualitativos para o café seco no sistema proposto não afetaram a qualidade da bebida, uma vez que a classificação quanto à bebida foi igual à obtida pelo café seco nos terreiros suspensos.

3 - Observou-se que a classificação quanto à bebida do café seco no sistema proposto e no terreiro suspenso foi superior a obtida pelo café seco no terreiro de concreto, indicando uma perda de qualidade do café seco nesse tipo de terreiro, devido ao contato com o piso molhado, decorrente das chuvas durante o período de secagem

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, A. D. L. Gradiente de pressão estática em camadas de fruto de café (*Coffea arábica* L.) com diferentes teores de umidade. Viçosa: UFV, 1994. 68p. Dissertação Mestrado.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009. 398 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. 2003. 11p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 16, de 24 de maio de 2010. Regulamento técnico para Café Torrado em grão e Café Torrado e Moído. 2010. 10 p.

LORA, E.E.S. et al. Gaseificação. In: CORTEZ, L.A. B; LORA, E.E.S.; GÓMEZ, E. O. Biomassa para energia. 2. ed. Campinas- SP: Editora da Unicamp, 2009. Cap. 9 p. 241-332.

REZENDE, O. L. T. O uso da lógica Fuzzy no controle das temperaturas na zona de combustão do gaseificador e do ar quente de exaustão do conjunto gaseificador/combustor de biomassas. Viçosa, MG, UFV, 2012. 145p. (Tese DS).