

## AValiação de dois protótipos de fornalha a lenha sem fumaça<sup>1</sup>

Juarez de Sousa e Silva<sup>2</sup>; Sammy Fernandes Soares<sup>3</sup>; Aldemar Polonini Moreli<sup>4</sup>; Sérgio Maurício Lopes Donzeles<sup>5</sup>; Douglas Gonzaga Victor<sup>6</sup>; Phelipe Bruneli Brioschi<sup>7</sup>; Kênia Barbosa do Carmo<sup>8</sup>.

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Consórcio Pesquisa Café.

<sup>2</sup> Professor Voluntário, PhD, DEA/UFV, Bolsista Consórcio Pesquisa Café, juarez@ufv.br

<sup>3</sup> Pesquisador, DS, Embrapa Café/ EPAMIG, sammy.soares@embrapa.br

<sup>4</sup> Professor, DS, IFES, Campus de Venda Nova do Imigrante, aldemarpolonin@gmail.com

<sup>5</sup> Pesquisador, DS, EPAMIG SUDESTE, slopes@epamig.br

<sup>6</sup> Bolsista Consórcio Pesquisa Café, BS, douglas.vitor@ufv.br

<sup>7</sup> Estudante, Graduação, IFES, Campus de Venda Nova do Imigrante, phelipebrioschi@gmail.com

<sup>8</sup> Engenheira Agrônoma, Sítio Jasminun, keniabcarmo@gmail.com

**RESUMO:** As fornalhas disponíveis no mercado demandam reposição frequente de lenha e geram muita fumaça. Visando minimizar esses problemas vem-se desenvolvendo uma fornalha em que a queima ocorre lentamente e os gases são queimados, sem emitir fumaça. O presente trabalho teve como objetivo fazer a avaliação do funcionamento de protótipos da fornalha que vem sendo desenvolvida, visando verificar a emissão de fumaça e o período de tempo para a queima total da carga de lenha. Foram avaliados dois protótipos, o menor em Venda Nova do Imigrante-ES e o maior em Mutum-MG, acoplados a secadores rotativos de 1600 e 5000 L, respectivamente, carregados com café em coco. Durante o período de funcionamento da fornalha menor foram realizadas seis cargas de lenha, as quatro primeiras com carga total e as duas últimas com meia carga, que queimaram durante 6:28; 5:20; 6:42; 5:21; 2:57 e 2:18 horas. Durante o período de funcionamento da fornalha maior foram realizadas sete cargas de lenha, que queimaram por 8:13, 8:33, 8:21, 8:40, 7:23, 7:19 e 10:30 h. Ao longo do período de avaliação, foram observadas pequenas emissões de fumaça pelas chaminés dos protótipos, no início da queima. Conclui-se que os protótipos de fornalha avaliados aqueceram o ar de secagem por longos períodos, 6 horas na fornalha menor e 8 horas na maior, sem precisar de repor a lenha e sem emitir fumaça durante o funcionamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pós-colheita, secagem de café, poluição.

## EVALUATION OF TWO SMOKE-FREE FIREWOOD FURNACE PROTOTYPES

**ABSTRACT:** Commercially available furnaces require frequent firewood feeding and generate too much smoke. In order to minimize these problems, a new smokeless furnace has been developed. The present work aimed to evaluate the developed prototype in order to verify the degree of smoke emitted and the total time to burn the fire wood charge. In this work, two prototypes were evaluated, the small one in Venda Nova do Imigrante-ES and the big one in Mutum-MG, coupled to 1600 and 5000 L rotary dryers, respectively, loaded with natural pre-dried coffee fruits. During the operation of the small prototype six firewood loads were carried out, four with full load and two with half load, which burned during 6:28; 5:20; 6:42; 5:21; 2:57 and 2:18 hours, totaling 30:56 hours of operation, reducing coffee humidity from 38.5 to 11.9%. The bigger prototype was loaded seven times with the same kind of fire wood, which burned for 8:13, 8:33, 8:21, 8:40, 7:23, 7:19 and 10:30 h totaling 58:59 hours of operation, reducing coffee humidity from 41 to 11.2%. Throughout the evaluations, it was observed only small smoke emissions during initial burning periods in both prototypes chimney. It was concluded that the evaluated furnace prototypes heated the drying air for long periods, 6 hours in the small furnace and 8 hours in the big, without the need for firewood recharge and with no smoke emissions during operation.

**KEY WORDS:** Pós-colheita, secagem de café, poluição.

## INTRODUÇÃO

As fornalhas à lenha disponíveis no mercado, construídas em aço carbono, são, em geral, constituídas por câmara de combustão, cinzeiro, trocador de calor e chaminé. Para que o ar de secagem seja aquecido, as peças de lenha são dispostas uma sobre as outras dentro da câmara de combustão; ateia-se o fogo e a queima ocorre aleatoriamente no amontoado de lenha. Uma parte dos gases que compõem a fumaça é queimada na câmara de combustão e outra sai pela chaminé sem ser queimada, gerando fumaça. As fornalhas construídas em aço carbono deterioram-se em pouco tempo, abrindo portas para a contaminação do ar de secagem com fumaça, que prejudica a saúde do operador e a qualidade do produto, além de aumentar o risco de incêndios no sistema de secagem. Outra limitação das fornalhas tradicionais é a necessidade de repor a lenha em curtos espaços de tempo, o que exige a presença frequente do operador para realizar essa tarefa, que é altamente insalubre, especialmente nos períodos de baixas temperaturas ou períodos chuvosos. Visando minimizar esses problemas, vem-se desenvolvendo uma fornalha em que as peças de lenha são posicionadas

em pé na câmara de combustão e o fogo é ateado na extremidade superior das peças e a queima ocorre de cima para baixo. Nesse processo os gases produzidos também são queimados, proporcionando calor adicional, maior rendimento térmico e sem emitir fumaça (SILVA et al., 2018). A fornalha a lenha sem emissão de fumaça, foi concebida com base em um gerador de carvão vegetal modificado, e está sendo trabalhada em parceria pela UFV, EPAMIG, IFES-VNI e Embrapa Café, com recursos do Consórcio Pesquisa Café. O presente trabalho teve como objetivo fazer a avaliação do funcionamento de dois protótipos da fornalha que vem sendo desenvolvidas, visando verificar a emissão de fumaça e o período de tempo para a queima total da carga de lenha, em condições de campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar esses estudos preliminares foram fabricados dois protótipos de fornalha, em aço inox, constituídos de câmara de combustão, cinzeiro, chaminé e aberturas para entrada e saída de ar (Figura 1); as câmaras de combustão do protótipo menor (P1) e maior (P2) foram construídas com 0,76 e 0,475 m e 1,00 e 0,65 m de altura e diâmetro, respectivamente. A fornalha menor (P1) foi instalada no Sítio do Cedro, de propriedade do Sr. Dério Brioschi, na comunidade Alto Tapera, no município de Venda Nova do Imigrante - ES e foi acoplada a um secador rotativo intermitente, com capacidade de 1600 L, carregado com café em coco com 38% de umidade (b.u.). A fornalha maior (P2) foi instalada no Sítio Jasminun, de propriedade do Sr. Josué Carmo, na comunidade Cabeceira do Imbiruçu, no município de Mutum - MG e foi acoplada em um secador rotativo de 5.000 litros de capacidade, carregado com café em coco, com umidade de 41% (b.u.). As fornalhas foram carregadas com peças de lenha de eucalipto, distribuídas de modo a ocupar todo o espaço interno da câmara de combustão/trocador de calor. Iniciou-se a combustão introduzindo uma tocha acesa por uma das aberturas de entrada de ar primário na câmara de combustão, que acendeu uma bucha embebida com combustível líquido no meio de cavacos de madeira, dispostos sobre as peças de lenha. Observou-se a emissão de fumaça pela chaminé e registraram-se a data e horário de funcionamento da fornalha, a duração da queima da carga de lenha, as temperaturas na massa de café no secador e a umidade do café durante a secagem. A duração da carga de lenha abrangeu o espaço de tempo entre o início e o término da queima, quando não mais se observava a presença de brasas na câmara de combustão. Durante o período de queima, as aberturas do cinzeiro e da entrada de ar frio foram reguladas para manter a combustão da lenha, sem emitir de fumaça.

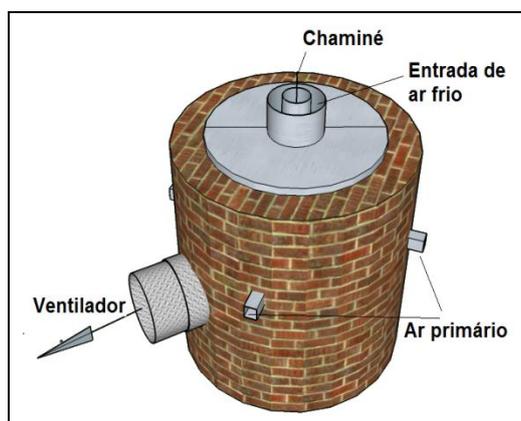


Figura 1 – Design da fornalha a lenha sem fumaça.

Fonte: Silva et al. (2018)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes ao período de funcionamento, duração da queima da carga de lenha, temperatura na massa de café no secador e umidade do café durante a secagem registrados na avaliação dos protótipos de fornalhas P1 e P2, instalados em Venda Nova do Imigrante – ES e Mutum – MG, encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Ao longo do período de avaliação, foram observadas apenas emissões esporádicas de fumaça pela chaminé dos protótipos de fornalha.

Durante o período de funcionamento da fornalha menor (P1), instalada em Venda Nova do Imigrante - ES, foram realizadas seis cargas de lenha, as quatro primeiras com carga total e as duas últimas com meia carga. Cada carga de lenha queimou durante 6:28; 5:20; 6:42; 5:21; 2:57 e 2:18 horas, aquecendo o ar de secagem. Foi necessário apenas uma limpeza do cinzeiro, antes do quarto carregamento. A temperatura na massa de café em coco no secador chegou a ultrapassar 40°C, indicando que a regulagem da entrada de ar frio não foi adequada. A umidade do café, inicialmente com 38%, foi reduzida para 30,5 após a primeira etapa e 11,9 % ao final do período de secagem, durante o qual a fornalha funcionou por um tempo total de 30:56 h.

Durante o período de funcionamento da fornalha maior (P2), instalada em Mutum - MG, foram realizadas sete cargas de lenha, que queimaram por 8:13, 8:33, 8:21, 8:40, 7:23, 7:19 e 10:30 h. A temperatura na massa de café em coco no

Tabela 1 - Período de funcionamento da fornalha, duração da queima da carga de lenha, temperatura na massa de café no secador e umidade do café durante a secagem. P1\*

Funcionamento da fornalha (h)			Duração da queima (h)	Temperatura na massa (°C)			Umidade (%)
Data	Início	Final		Início	Final	Máxima	
09/07	09:32	16:00	6:28	15	20	36	30,5
09/07	16:40	22:00	5:20	17	29	45	26,6
10/07	08:08	14:50	6:42	11	27	51	20,2
11/07	08:38	14:00	5:22	15	39	50	16,7
11/07	16:40	19:32	2:52	25	21	35	14,1
12/07	08:55	13:07	4:12	15	24	41	11,9

\*P1 - protótipo menor, instalado em Venda Nova do Imigrante, ES.

secador variou menos que no P1, e ficou dentro da faixa adequada para secagem do café. A umidade do café, inicialmente com 41%, foi reduzida para 35% após a primeira etapa e 11,2 % ao final do período de secagem, durante o qual a fornalha funcionou por um tempo total de 58:59 h.

Estes resultados confirmam que os protótipos avaliados incorporam dois diferenciais em relação às fornalhas disponibilizadas no mercado: 1) a carga de lenha queima durante longo período, sem precisar de reposição, o que demanda menos trabalho para o reabastecimento e tempo de exposição do trabalhador às condições adversas dessa atividade; 2) não emitem fumaça durante o funcionamento, evitando contaminar o café em processo de secagem e a poluição ambiental. Outro diferencial, o maior rendimento térmico, deverá ser avaliado em projeto aprovado pelo Consórcio Pesquisa Café em 2018, com o propósito de dimensionar adequadamente os componentes, desenvolver sistemas de controle da temperatura e analisar o impacto ambiental e econômico da fornalha.

Tabela 2 - Período de funcionamento da fornalha, duração da queima da carga de lenha, temperatura na massa de café no secador e umidade do café durante a secagem. P2\*

Funcionamento da fornalha (h)			Duração da queima (h)	Temperatura na massa (°C)			Umidade (%)
Data	Início	Final		Início	Final	Máxima	
13/07	11:42	19:55	08:13	23	27	31	35,0
14/07	07:27	16:00	08:33	20	28	29	31,0
15/07	07:44	16:05	08:21	20	24	32	24,0
16/07	07:50	16:30	08:40	23	27	32	19,6
17/07	08:55	16:18	07:23	20	24	25	18,8
17/07	16:35	23:54	07:19	21	22	29	16,4
18/07	08:30	19:00	10:30	23	23	41	11,2

\*P2 - protótipo maior, instalado em Mutum, MG.

## CONCLUSÃO

1 - Os protótipos de fornalha avaliados aqueceram o ar de secagem por longos períodos, 6 horas na fornalha menor e 8 horas na maior, sem precisar de repor a lenha e sem emitir fumaça durante o funcionamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SILVA, J. S.; DONZELES, S. M. L.; MORELI, A. P.; SOARES, S. F.; LOPES, R. P.; VITOR, D. Manual de construção e manejo de equipamentos pós-colheita do café. Viçosa, MG: Editor Juarez de Sousa e Silva, 2018. 275 p.