



## VANTAGENS ECONÔMICAS DA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TEMPERATURA EM FORNOS DE PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL

Rogério Lima Mota de Oliveira; Solidônio Rodrigues de Carvalho.

O estudo da influência da temperatura nos processos de produção de carvão vegetal é de grande importância, pois a temperatura influencia diretamente nas características do carvão vegetal (SILVA; TRUGILHO, 2003). Outro ponto que se deve levar em consideração no processo é a marcha de carbonização de um forno de carvão vegetal. MOREIRA (1964) afirma que carbonizações mais lentas, alteram a compressão radial nas peças de madeira resultando em um carvão de maior resistência mecânica.

Além de influenciar alterações nas características do carvão vegetal, a temperatura pode influenciar em rendimentos gravimétricos na produção de carvão vegetal. Nesse intuito, serão apresentados parâmetros de lucratividade na produção quando implantado um sistema de monitoramento de temperatura em fornos de carvão vegetal.

Para isso, foi instrumentado um forno de carvão vegetal modelo RAC 220 com 22 sensores de temperatura distribuídos ao longo do forno. Os dados de temperatura obtidos por esses sensores são enviados através uma comunicação sem fio para um computador central, no qual há um software supervisor que permite visualizar as temperaturas internas de diferentes regiões do forno.

O processo da produção de carvão vegetal pode ser dividido basicamente em três etapas: secagem, onde há o desprendimento da água contida no interior da madeira; pirólise, onde se inicia a transformação química da estrutura da madeira e; resfriamento, no qual o carvão fica em uma atmosfera sem oxigênio, trocando calor com o meio, até que se possa ser retirado do interior do forno.

Conforme dito anteriormente, no estágio de resfriamento do carvão, não é permitido a entrada de oxigênio no interior do forno, pois o carvão estando em altas temperaturas associado com a presença de oxigênio entra em combustão instantânea, transformando-se em cinzas e diminuindo o rendimento gravimétrico final de uma fornada.

O Sistema Supervisor UFU (S.S.U.) implantado em um forno de carvão vegetal possibilitou a visualização de falhas operacionais corriqueiras em ciclos de carbonização da madeira. Conforme mostrado pela Fig. 2, é possível verificar dois momentos de aquecimento do forno durante um único ciclo de carbonização. Neste caso, devido a uma reentrada de ar após 185 horas de resfriamento do forno, houve o reinício do processo de carbonização o que acarretou em um aumento no tempo de produção.

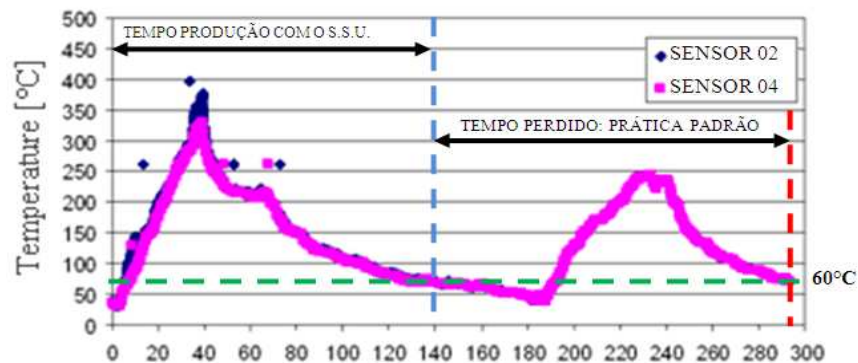


Figura 2: Falhas operacionais identificadas pelo S.S.U.

Também, é mostrado pela Fig. 2, que o forno foi aberto com uma temperatura de aproximadamente 60°C e que o tempo total do ciclo de carbonização da madeira foi de 300 horas, sendo que, o carvão já teria atingido uma temperatura de 60°C anteriormente, no instante de tempo correspondente a 140 horas.

A Tabela 1 apresenta uma análise do tempo de produção considerando a prática padrão dos carbonizadores e as temperaturas desenvolvidas no interior do forno. A Tabela 6.2 apresenta uma previsão do ganho bruto mensal e anual no forno considerando US\$ 64,23 o metro cúbico de carvão [mdc], baseado na cotação do preço de venda do dólar no dia 17 de agosto de 2009 que corresponde a R\$1,8682 (Banco Central do Brasil, 2009) e uma produção de 110 m<sup>3</sup> de carvão por fornada.

Tabela 1: Avaliação do tempo de produção do forno 1A.

	Tempo de Produção		Nº Fornadas/mês	Ganho Bruto (US\$) (US\$ 7.065,00 por fornada considerando US\$ 64,23 o mdc)
	horas	dias		
Produção Prática Padrão (PPP)	295	12,29	2,44	17.238,60
Produção com o Sistema Supervisório (PSS)	140	5,83	5,14	36.314,10

Neste caso, nota-se claramente uma grande diferença entre o ganho bruto mensal padrão e a previsão de ganho bruto usando o sistema supervisório proposto neste trabalho. Neste estudo preliminar de caso o ganho é superior a 210%.

Outro ganho notório que o sistema supervisório pode fornecer ao processo de transformação da madeira é apresentado pela Fig. 2. Nela é observado que em um determinado momento do ciclo de carbonização houve um reaquecimento sem necessidade do forno, fazendo com que uma parte do carvão fosse consumida. Se o ciclo fosse constantemente acompanhado por operadores com a ajuda do sistema supervisório, esse acontecimento poderia ser evitado, obtendo ganhos no rendimento gravimétrico do ciclo de carbonização. Para a comprovação do aumento do rendimento gravimétrico, ressalta-se que é imprescindível a pesagem de toda a madeira enfiada, os tiços e o carvão gerados pelo processo. (LIMA MOTA, 2009)

A partir dos resultados obtidos nos dois estudos de caso, verifica-se que é possível obter ganhos relativamente altos em um processo de carbonização apenas com o controle da temperatura e o tempo de produção. No entanto, outros estudos se fazem necessários para comprovar os resultados obtidos. Além disso, consideraram-se nesse capítulo apenas os ganhos em relação ao tempo de produção, ou seja, não foram realizados estudos específicos sobre o rendimento gravimétrico e características físico-químicas do carvão vegetal produzido.

## REFERÊNCIAS

BANCO CENTRAL DO BRASIL, **Dólar Americano**. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar&id=txdolar>> Acesso em: 18 de agosto de 2009.

LIMA MOTA, R. O. **Instrumentação e Análise Térmica do Processo de Produção de Carvão Vegetal**. 2009. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG.

MOREIRA, C. S. **Contribuição ao Estudo da Eficiência de Pequenos Fornos na Produção de carvão Vegetal Destinado a Alto Forno**. 1964. Tese (doutorado). Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP.

SILVA, D. A.; TRUGILHO, P. F. **Comportamento dimensional da madeira de cerne e alburno utilizando-se a metodologia de análise de imagem submetida a diferentes temperaturas**. 2003. CERNE, V.9, N.1, p.056-065.