

## ANALISE FUNCIONAL DE UM SECADOR DE MILHO.

Evandro M. Kolling<sup>1</sup>, Valdecir A. Dalpasquale<sup>2</sup>, Raimundo P. Neto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engº Agrícola, Doutorando do Curso de Pós – Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá – PR. (045) 99140249, [ekolling@pop.com.br](mailto:ekolling@pop.com.br)

<sup>2</sup> Prof. Titular, Depto de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá – PR

<sup>3</sup> Prof. Adjunto, Depto de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá – PR

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa – PB

**RESUMO:** O trabalho busca avaliar o comportamento funcional de um secador tipo cascata, quando da secagem de milho em escala comercial, com vistas ao levantamento de informações pertinentes ao processo e procedimentos de secagem. Os testes foram baseados na determinação das características iniciais do produto e de fatores de operação, tais como: volume de ar de secagem, temperatura de secagem, temperatura do produto, tempo de secagem e consumo de lenha, além da determinação do rendimento do sistema. Os resultados encontrados permitiram verificar que o sistema opera dentro das temperaturas recomendadas, abaixo de 70°C; entretanto, apresenta baixo rendimento. O rendimento médio em rodízio foi de 18,49 t/h, para reduzir a umidade inicial de 20,65% a uma umidade final de 13,29%. O consumo médio de lenha foi da ordem de 1,52 m<sup>3</sup> de lenha por operação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Secagem, uniformidade.

## FUNCTIONAL ANALYSIS OF A DRYER OF CORN

**ABSTRACT:** This work intends to evaluate the functional behavior of a cascade type dryer, when drying corn at commercial scale. The tests were based on initial characteristics of the product and factors of operation, such as: air volume for drying, temperature of the product, drying time and wood consumption, besides the determination of the system performance. The results allowed verifying that the system operates inside of recommended temperatures, below 70°C, but presents low performance. The average drying capacity in the looping mode was 18.49 ton/h, to reduce the initial moisture of 20,65% to a final value of 13.29%. The average firewood consumption was in the order of 1.52 m<sup>3</sup> in each operation.

**KEYWORDS:** Drying, uniformity.

**INTRODUÇÃO:** Com o crescimento da produção de grãos a atividade de pós-colheita, mais especificamente o processo de secagem, tem se tornado o gargalo da cadeia produtiva do setor, (SINÍCIO, 1997). Os problemas relacionados à qualidade do produto pós-colheita estão intimamente relacionados ao seu teor de umidade, daí a importância da secagem racional que aumenta à medida que cresce a produção, (SILVEIRA et al., 1995). A operação comercial de secagem é planejada sob uma capacidade muitas vezes irreal, geralmente associada à falta de conhecimento quanto ao desempenho dos secadores. Tal planejamento, por vezes, força a operação irracional do sistema, apresentando como consequência, elevados gradientes de umidade, (DALPASQUALE, 2002). Resolver o problema nem sempre é tarefa fácil, entretanto, passa pelo conhecimento das características operacionais de cada secador, e da conscientização da importância do acompanhamento técnico do processo de secagem. Desta forma, o avanço tecnológico da atividade passa pela avaliação dos atuais sistemas de secagem, a fim de aperfeiçoar os já existentes ou de respaldar a criação de novos. Com o

intuito de dar suporte técnico as dificuldades do setor e subsidio científico a novos estudos ou sistemas desta natureza, objetiva-se neste trabalho avaliar técnica e operacionalmente um secador de fluxo contínuo tipo cascata, em escala comercial.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi desenvolvido em uma Cooperativa no norte do Paraná, situada à latitude de 23° 29' sul, longitude 51° 47' oeste e altitude de 670 metros, onde se encontra instalado o objeto de estudo. Tratando-se de um secador modelo Caliver 65T. O secador em questão é do tipo cascata e opera em fluxo misto de ar de secagem, tem capacidade nominal especificada de 65 ton/h trabalhando em regime contínuo, podendo trabalhar em regime intermitente, dependendo das condições iniciais do produto. O sistema de secagem é de alta temperatura, aquecido por uma fornalha a lenha, e o fluxo do ar aquecido é distribuído por um ventilador centrifugo, instalado na extremidade frontal do secador e acionado por um motor elétrico.

De forma a verificar o comportamento e desempenho do secador segundo os procedimentos funcionais da unidade, os testes foram conduzidos sem interferência na forma ou no andamento do processo de secagem.

Para análise do sistema foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Balança de recepção da unidade;
- Anemômetro digital, Modelo K2000, marca KESTREL;
- Termômetros constituintes do sistema de secagem;
- Determinador de umidade Universal, de propriedade unidade.

A metodologia de coleta de dados foi baseada no acompanhamento do processo de secagem, em quatro operações distintas, das quais se levantou os parâmetros em análise seguindo os seguintes procedimentos:

*Umidade do produto* - a determinação da umidade seguiu as recomendações técnicas de operação do determinador tipo Universal e, constitui-se da coleta de amostras do produto a entrada (umidade inicial) e na saída do secador (umidade final), submetidas a análise.

*Volume de ar* - foi determinado com auxílio de um anemômetro, a cada operação do secador. O volume de ar foi levantado a partir da velocidade média do ar utilizado a secagem, e da área de cada tomada de ar do sistema.

*Temperatura de secagem* - foi obtida freqüentemente, durante cada operação, utilizando-se do termômetro constituinte do sistema de secagem.

*Temperatura do produto* - foi determinada utilizando-se de um termômetro de mercúrio e um copo de isopor. Foram coletadas amostras do produto na câmara de secagem, colocadas no copo de isopor, junto ao termômetro, e após estabilização efetuada a leitura.

*Consumo de lenha* - foi determinado com base no peso e no tipo de lenha utilizado (eucalipto). Para o caso foi utilizada a balança da unidade. A partir do peso da lenha e do número de operações de secagem realizada por esta foi determinado o consumo médio do sistema.

*Rendimento* - foi baseado na quantidade de produto seco por hora de operação do secador, a partir da quantidade de produto (ton) transportado pela fita transportadora, por unidade de tempo operacional (h), e que, conseqüentemente, chega ao sistema de secagem. O levantamento do rendimento contou com auxílio de um cronômetro, uma trena, um recipiente e uma balança. A metodologia consistiu na determinação da velocidade da fita e da quantidade de produto carregada por unidade de comprimento. Vale lembrar que o rendimento de secagem esta vinculado ao tempo de permanência da massa do produto a operação do sistema.

*Análise operacional* - consistiu no levantamento de informações pertinentes à operação do sistema e a procedimentos adotados pela unidade/operadores, de modo, a confrontá-las a recomendações técnicas e especificações do fabricante.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os dados gerados e agrupados na Tabela 1 permitiram observar que o produto submetido à operação de secagem apresenta umidade inicial acima de 20%, comum a cultura do milho, o que favorece a opção pela secagem em torre inteira. Com relação à operação de secagem, verificou-se que o sistema opera com temperaturas médias do ar abaixo de 70°C, o que mantém a temperatura do produto, na faixa de 35°C. Conforme AHRENS (1998), essa faixa de

temperatura mostra-se eficiente na remoção de umidade do milho e não compromete a qualidade fisiológica do mesmo.

A umidade final, ou seja, de descarga do secador, fica em média abaixo da estabelecida para comercialização (14%). Observa-se uma considerável variação nos valores de umidade final do início ao fim do descarregamento do secador, a operação inicia com umidade acima da de comercialização e encerra com umidade abaixo desta. O que caracteriza desuniformidade de secagem. Segundo LIU et al. (2001), o processo de secagem de grãos é de difícil controle, devido a não linearidade de operação e produto, variações de 3% a 5% na umidade de entrada dos grãos de milho nos secadores são comuns, e acabam refletindo na umidade de saída do secador.

**TABELA 1** – Parâmetros funcionais do sistema de secagem quando da operação de beneficiamento de milho.

Amostra	Umidade Inicial (%)	Temp. de Secagem (°C)	Temp. do Produto (°C)	Umidade Final (%)	Quant. Ar (m <sup>3</sup> /h)	Tempo Secagem (h)	Consumo Lenha (m <sup>3</sup> )	Rendimento Sistema (ton/h)
SC1		63,00	35,00	15,00				
SC2		63,00	34,00	13,60				
SC3	20,70	65,00	35,00	12,80	82871,49	2:30	1,52	18,70
SC4		50,00	33,00	11,70				
SC5		58,00	34,00	13,80				
Média de Operação1	20,70	59,80	34,20	13,38	82871,49	2:30	1,52	18,70
SC6		67,00	36,00	15,80				
SC7	20,60	67,00	35,00	13,70	84661,34	2:13	1,52	21,37
SC8		70,00	35,00	12,80				
SC9		68,00	35,50	13,00				
Média de Operação2	20,60	68,00	35,38	13,83	84661,34	2:13	1,52	21,37
SC10		65,00	37,00	16,50				
SC11		68,00	35,00	14,10				
SC12		70,00	36,00	13,00				
SC13	21,20	67,00	34,00	13,50	84803,33	2:50	1,52	16,96
SC14		65,00	33,00	11,80				
SC15		64,00	35,00	11,60				
SC16		67,00	34,00	11,80				
Média de Operação3	21,20	66,57	34,86	13,19	84803,33	2:50	1,52	16,96
SC17		70,00	35,00	14,50				
SC18		68,00	36,00	13,20				
SC19	20,10	62,00	34,00	12,20	85458,67	2:45	1,52	16,91
SC20		67,00	35,00	12,70				
SC21		65,00	34,00	11,80				
SC22		68,00	35,00	12,20				
Média de Operação4	20,10	66,67	34,83	12,77	85458,67	2:45	1,52	16,91
Média Final	20,65	65,26	34,81	13,29	84448,70	2:34	1,52	18,49

A quantidade de ar fornecida pelo sistema ao processo de secagem foi em média de 84448,70 m<sup>3</sup>/h, não atingindo as especificações do fabricante.

O tempo médio de secagem, em regime de rodízio, foi de duas horas e trinta e quatro minutos. Apesar de comum na secagem de milho com alto teor de umidade, condiciona o sistema ao baixo rendimento.

O consumo de lenha foi em média 1,52 m<sup>3</sup> de lenha seca por operação do secador, e apresentou-se dentro do esperado, quando comparando a valores apresentados pela unidade em safras anteriores. O melhor rendimento verificado foi de 21,37 ton/h, o que em regime contínuo perfaria 42,74 ton/h, ainda aquém do especificado pelo fabricante. Na média o sistema apresentou rendimento de 18,49 ton/h.

Das informações levantadas, quanto à análise operacional, podem se inferir as seguintes considerações e/ou resultados encontrados.

- Existe freqüente subida de faíscas a torre de secagem - possível ineficiência na queima do combustível, ou na utilização do ciclone. O sistema opera sem alterações na entrada de ar do ciclone. Especificamente no que se refere a este, encontrou-se obstruções a entrada de ar e sujeiras junto à tomada deste. A não observação destes fatores pode potencializar um incêndio no secador.

- A análise da quantidade de ar empregada à secagem permite verificar que, boa parte do volume de ar succionado pelo ventilador não tem endereço de entrada. O sistema operando em torre inteira, e assim sem ar de resfriamento, succiona o dobro de ar fornecido pela fornalha e pelo ciclone (efetivamente utilizado para secagem). Desta forma, mesmo considerando a possibilidade de uma pequena quantidade de ar entrar pela zona de resfriamento, o sistema deve apresentar entradas secundárias de ar.

- Foram verificadas sensíveis diferenças de temperatura no ar de secagem durante o ato desta (comuns a este tipo de fonte de aquecimento). Vale lembrar que estas variações influenciam não somente no tempo de secagem, mas principalmente na uniformidade desta.

- A amostragem para determinação de umidade e conseqüente acompanhamento da secagem, não segue padrões técnicos, seja em tamanho de amostra ou em manipulação destas. A quantidade de amostra é pequena (somente o suficiente para a leitura) e, o manuseio desta e do próprio aparelho determinador de umidade segue procedimentos diferentes entre os operadores do sistema.

**CONCLUSÕES:** Pode se concluir que o sistema apresenta baixo rendimento operacional, e condiciona o produto a desuniformidade de secagem. Ainda, os procedimentos praticados, quando da operação do sistema não atendem as recomendações técnica de racionalidade.

## **REFERÊNCIAS:**

AHRENS, D.C.; BARROS, A.S.R.; VILLELA, F.A.; LIMA, D. QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO (*Zea mays* L.) SOB CONDIÇÕES DE SECAGEM INTERMITENTE. Scientia Agrícola. v. 55, n. 2, Piracicaba – SP, 1998. pag. 320-341.

DALPASQUALE, V. A. Modelo matemático para simulação de resfriamento de produtos agrícolas em fluxos contracorrentes. Revista Acta Scientiarum, v.24, n.5, Maringá – PR, 2002. pag. 1213-1217.

LIU, Q.; BAKKER-ARKEMA, F.W. Automatic control of crossflow grain dryers, Part 1: Development of a process model. J. Agric. Engng. 2001. pag. 81-86.

SILVEIRA, S.F.R.; SILVA, J.S.; PINTO, F.A.C. Custos de secagem. In: SILVA, J.S. (ed.). Pré-processamento de produtos agrícolas. Juiz de fora: Instituto Maria, p. 199-229, 1995.

SINÍCIO, R.; SINÍCIO JUNIOR, A. Simulação de secadores de fluxo misto. AGROSOFT 97 I Congresso da SBI-Agro, 1997. pag. 4-7.