

SISTEMA DE CONTROLE DE SECAGEM DE GRÃOS EM CAMADA FINA USANDO INSTRUMENTOS DIGITAIS ENDEREÇÁVEIS

**JOSÉ EDUARDO CARVALHO MONTE¹, JOSÉ HELVECIO MARTINS², PAULO MARCOS
DE BARROS MONTEIRO³, PAULO RAIMUNDO PINTO⁴**

¹ Engenheiro Eletricista, Estudante de Mestrado, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa - MG, e-mail: zd1@cefetop.edu.br.

² Eng^o Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Depto de Engenharia Agrícola / UFV, Viçosa Minas Gerais.

³ Eng^o Eletricista, Prof. Doutor, DECAT – Escola de Minas da UFOP, Ouro Preto - MG.

⁴ Eng^o Eletricista, estudante de Doutorado, Depto. de Engenharia Agrícola / UFV, Viçosa Minas Gerais.

Escrito para apresentação no

XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola

31 de julho a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa - PB

RESUMO: O controle do processo de secagem de grãos em camada fina é baseado na curva de secagem do produto, obtida pela pesagem da amostra periodicamente. O modo mais freqüente de se fazer esse controle é, quando necessário, retirar a bandeja de grãos do secador e levá-la até uma balança, para determinar a quantidade de água que foi retirada do produto, por diferença de massa. O processo apresentado neste trabalho traz como solução para essa atividade, a colocação da bandeja de secagem em um sistema de pesagem, monitorada por meio da coleta de dados de uma célula de carga. Os valores obtidos são armazenados e comparados com os valores finais pré-definidos para o processo de secagem. Quando não houver diferença significativa entre os valores medidos e pré-definidos, encerra-se o processo.

PALAVRAS-CHAVE: secador em camada fina, célula de carga, 1-wiretm

CONTROL SYSTEM FOR THIN LAYER GRAIN DRYING USING ADDRESSABLE DIGITAL INSTRUMENTS

ABSTRACT: The control of thin-layer drying process is based on the drying curve of the product, obtained by periodically weighing of the sample. The most frequently way of doing this control is to take the sample out of the dryer and periodically weigh it on a precision scale, to determine the amount of water lost by the sample during the drying process, by difference of weigh. The solution presented in this work is based on a load cell to construct a weighing system that can be automatically monitored and controlled by a computer program, and the samples weighed automatically. The results are recorded in a file and compared with the final pre-defined values for the drying process. The process is terminated when there is no significant difference between the measured values and the pre-defined ones.

KEYWORDS: thin layer grain dryer, load cell, 1-wireTM

INTRODUÇÃO: Dentre as características dos agrícolas, a determinação de umidade da curva de secagem é uma das mais importantes, servindo de base para o processo de secagem em camada espessa. A dinamização do processo de secagem garante uma maior precisão e menor desgaste do operador que fica em um ambiente de altas temperaturas, realizando as pesagens para monitoração das variações da massa. O processo de automatização desse sistema de secagem e pesagem foi viabilizado a partir da utilização de instrumentos digitais endereçáveis (IDE's) usando a tecnologia 1-WireTM

desenvolvido pela empresa Dallas Semiconductor. Os diversos IDE's usados nesse sistema possibilitaram a monitoração e controle do processo. A rede 1-Wire™ está estruturada a 3 fios, devido a necessidade de usar +5V para os acionamentos por meio das chaves digitais.(MONTEIRO, 2002).

MATERIAL E MÉTODOS: Esse trabalho foi desenvolvido no laboratório de pré-processamento de grãos do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, MG. A partir de um secador em camada fina, pôde-se estruturar uma balança de três apoios sobre a qual foi instalada uma bandeja de fundo telado por onde passa o ar de secagem. Dos apoios da balança, apenas um está fixado sobre uma célula de carga e os demais são do tipo apoio simples. A célula de carga de 1N, alimentada com 10Vcc fornece um sinal máximo de 20mVcc. O sinal da saída é diretamente proporcional ao esforço sofrido pela célula. Depois de amplificado, esse sinal é entregue a um conversor A/D da família DS pela rede 1-Wire™ é transmitido para o computador mestre. A rede 1-Wire™ foi construída estruturada em conectores RJ com cabos telefônicos de 4 vias. Os conectores RJ foram usados para facilitar a conexão dos dispositivos de controle (sensores e atuadores) usando engate rápido, com a rede ligada. Para a medição da temperatura e da umidade do ar de entrada utilizou-se um IDE “UMETER®”, com conversor A/D da família DS e um sensor de umidade da HONEYWELL (PINTO, 2005; LOPES, 2006). As chaves de acionamento “ACIONAAC®” para ventilar e aquecer o ar de secagem usam chaves digitais 1-Wire™ e TRIACs desenvolvidas para acionamentos até 12A. Os dispositivos “UMETER®” e “ACIONAAC®” foram desenvolvidos e construído nos laboratórios do “CEFET - Ouro Preto-MG”. Quem controla todo o processo é um programa computacional que recebe as informações pela tela de entrada de dados do programa, armazenando-os. A partir destes dados, determina o começo e o fim da secagem, com constante monitoramento das variáveis do processo: Temperatura e umidade relativa do ar de secagem na entrada e nas proximidades da bandeja, e temperatura do ar na entrada do sistema de secagem. O programa verifica e registra a variação da massa de grãos colocada sobre a bandeja de secagem, determinando então o momento em que o sistema deverá ser desligado. Ao desligar o processo, o programa mantém o ventilador ligado durante algum tempo para resfriamento da amostra, caso não seja processada à temperatura ambiente. A coleta de dados é interrompida e o programa prepara-se para emitir os relatórios e gerar os gráficos. Uma vez obtidos os relatórios e os gráficos, os resultados são facilmente analisados e devidamente utilizados. A Figura 1 mostra um esquema da rede 1-Wire™ com os diversos dispositivos conectados.

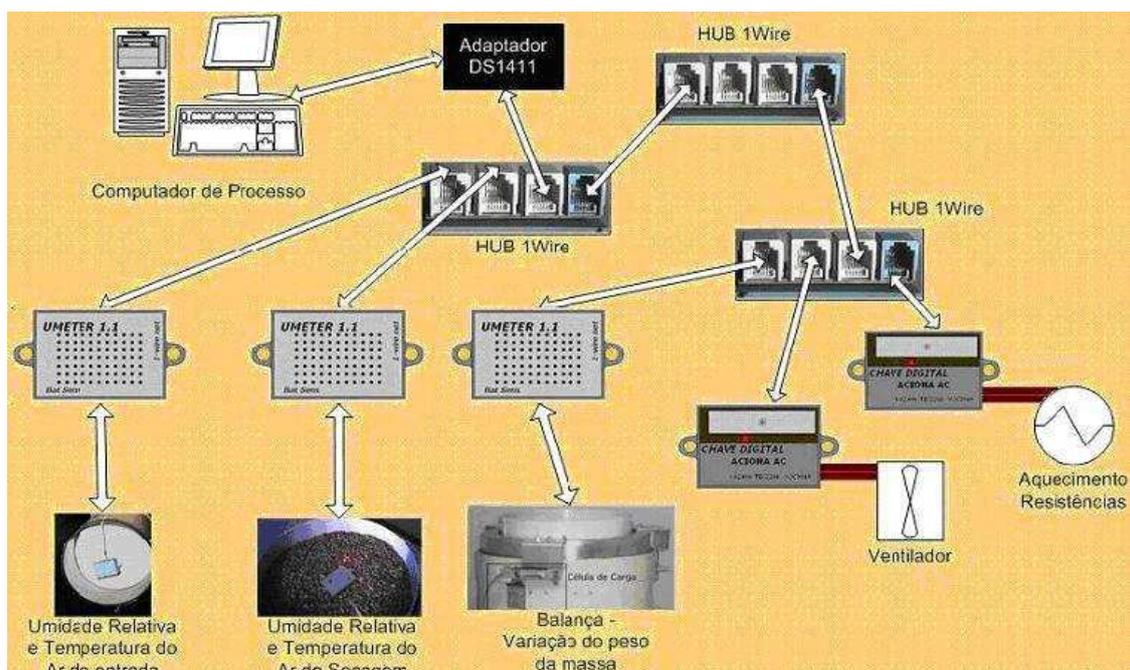


Figura 1. Sistema do secador implementado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os dispositivos “UMETER[®]” (Figura 3) puderam coletar valores de temperatura e de umidade relativa do ar de forma contínua ou dentro de uma escala de temporização, evitando sobrecarga da rede 1-Wire[™]. Os valores de umidade relativa apresentaram valores muito próximos dos valores medidos por um psicrômetro padrão, portanto, os valores coletados podem perfeitamente ser usados para as determinações de umidade de equilíbrio e razão de umidade (RU). Os valores de temperatura apresentaram erros menores que 0,5%, quando comparados com valores obtidos por medições com termômetros digitais. Os acionamentos com as chaves digitais “ACIONAAC[®]” (Figura 4) funcionaram perfeitamente, sempre que comandadas pelo programa. O nível de aquecimento dos TRIACs não foi sensível. Os componentes eletrônicos do circuito da chave digital operaram dentro de faixas especificadas de corrente: para o ventilador, uma corrente de 2A e, para o sistema de aquecimento do ar de secagem, cerca de 3A. O sistema de apoios da balança (Figura 2) provocou distorções de valores, pois quando se colocava cargas localizadas mais próximas aos apoios fixos, os valores medidos eram aquém dos valores quando estas mesmas cargas eram colocadas próximas ao apoio sobre a célula de carga. Como a carga de grãos a ser testada é espalhada em camada uniforme sobre todo o prato da balança, ocorreu a compensação por resultante das cargas distribuídas.



Figura 2. Fotografia da balança com a célula de carga



Figura 3. Bandeja do secador sobre a balança com UMETER[®]



Figura 4. Chaves ACIONAAC[®]

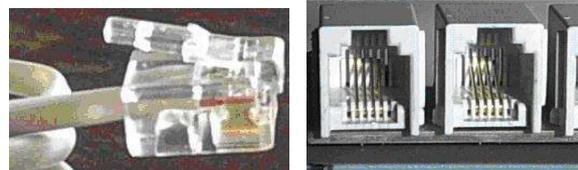


Figura 5. Conector RJ e HUB 1-Wire.

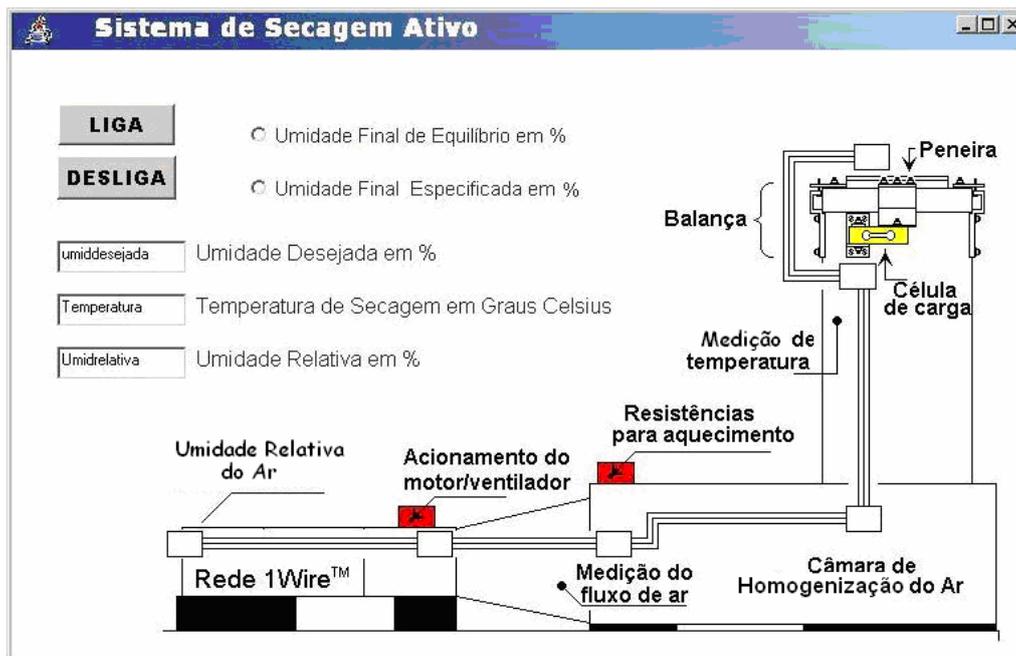


Figura 6. Tela da Interface Humano-Máquina

Na Figura 6 é apresentada a interface humano-máquina, disponibilizada pelo programa de controle, que registra os dados do programa e fornece, em tempo real, os valores medidos por cada sensor e as condições de operação das chaves digitais. A Figura 7 mostra uma curva de secagem obtida com o sistema proposto comparada com a curva estimada pelo modelo de Page. As discrepâncias entre os dados experimentais e os estimados são devidas, possivelmente, à presença de fungos na amostra utilizada nos testes e não ao sistema de pesagem.

Quadro 1. Razão de Umidade para secagem de amostra de milho com umidade inicial de 26%, a 80°C

Tempo (min.)	RU	RU Estimada	Erro Relativo (%)
0	1,0000	1,0000	0,00
2	0,9580	0,9413	-1,75
4	0,9122	0,9140	0,20
6	0,8671	0,8913	2,78
8	0,8507	0,8720	2,50
10	0,8450	0,8564	1,35
15	0,7890	0,8208	4,03
19	0,7699	0,7961	3,40
34	0,7314	0,7273	-0,56
48	0,7018	0,6744	-3,90
63	0,6851	0,6310	-7,90
77	0,6593	0,5955	-9,68
87	0,6533	0,5720	-12,44
98	0,6026	0,5486	-8,96
110	0,5489	0,5253	-4,31

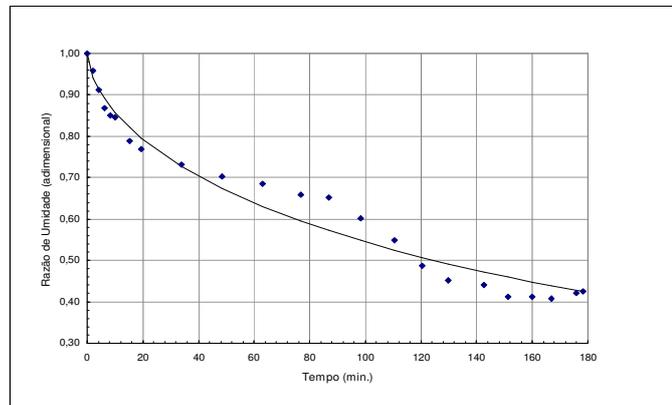


Figura 7. Curva da Razão de Umidade para a secagem de Milho.

CONCLUSÃO: O sistema montado forneceu uma série de resultados com grande confiabilidade. A rede 1-Wire™, devido às suas características operacionais, apresentou excelente desempenho, sem perdas significativas de dados. As chaves digitais e os conversores A/D funcionaram dentro das expectativas. O sistema de pesagem proposto apresentou um ótimo desempenho. Com uma única célula de carga foi possível a pesagem, com elevada precisão, de cargas distribuídas uniformemente sobre a bandeja de pesagem.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG e do CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOPES, D. C. **Simulação e Controle em Tempo Real para Sistemas de Aeração de Grãos**. 2006. 145f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MONTEIRO, P.M.B. **Tecnologia 1-Wire™ Aplicada ao Controle em Tempo Real de Sistemas de Aeração de Grãos**. 2002. 130f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PINTO, P.R. **Instrumentos Digitais Endereçáveis com Base na Tecnologia 1-Wire™**. 2005. 79f. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.