

PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA DETERMINAÇÃO DA ENTALPIA DE VAPORIZAÇÃO DA ÁGUA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS¹

Cristiano Márcio Alves de **SOUZA**², Paulo César **CORRÊA**³

RESUMO: Esse trabalho foi realizado com o objetivo de se desenvolver um programa computacional capaz de determinar as curvas de entalpia de vaporização de produtos agrícolas. O programa permite a determinação da entalpia de vaporização para qualquer faixa de teor de umidade e de temperatura. Na entrada de dados o usuário fornece apenas as faixas de teor de umidade, a faixa de temperatura e o produto agrícola que se deseja simular. Após a simulação o programa fornece ao usuário a curva de entalpia de vaporização, a equação da curva e os dados apresentados em forma de tabela. O programa foi validado por meio de comparação de resultados simulados com aqueles obtidos por meio de solução analítica.

PALAVRAS-CHAVES: secagem, grãos, simulação.

ABSTRACT: The objective of this work was to develop a computer program for determining the latent heat of vaporization curves for agricultural products. The program permits to calculate the latent heat in any range of both moisture content and temperature. The input data for the program are only the ranges of moisture content and temperature, and the agricultural products. For which the latent heat of vaporization curve is desired. The program simulates the latent heat data and furnishes, to the user the latent heat curve, the corresponding equation, and the data present as a table. The program was validated by comparing the simulated results with those obtained analytically.

KEYWORDS: drying, grain, simulation.

INTRODUÇÃO: A entalpia de vaporização é definida como a energia necessária para que uma unidade de massa de uma substância passe do estado líquido para o gasoso. No caso de produtos biológicos, como os grãos, é definida como a quantidade de energia necessária para evaporar uma unidade de massa de água contida no produto. Com o surgimento dos modelos matemáticos de secagem, a determinação de uma equação para a entalpia de vaporização da água dos grãos tornou-se importante, visto ser uma das propriedades do produto usadas nesses modelos. As isotermas de absorção da água dos produtos biológicos fornecem dados para o cálculo da entalpia de vaporização. A temperatura e, principalmente, o teor de umidade constituem as variáveis que influenciam o valor do calor latente de vaporização da água do produto (Brooker et al., 1992). Othmer, citado por Brooker et al. (1992), a partir dos estudos de Clausius-Clapeyron, desenvolveu estudos objetivando definir uma equação que quantificasse os valores de calor latente de vaporização para cada produto, considerando sua temperatura e seu teor de umidade. A partir de um sistema líquido-vapor em equilíbrio, Othmer propôs uma equação para quantificar a pressão parcial do vapor contido em sistemas porosos. Do exposto e tendo em vista a escassez de informação, na literatura a respeito das curvas de umidade de equilíbrio higroscópico e do calor latente de vaporização da água para dez produtos agrícolas, o presente trabalho objetivou determinar via computador as curvas de entalpia de vaporização da água para produtos agrícolas.

¹ Trabalho apresentado no 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Poços de Caldas, v.4, p.49, 1998. Versão Atualizada.

² M.Sc., Engenheiro Agrícola, DEA-UFV, bolsista do CNPq. E-mail: csouza@vicosa.ufv.br

³ D.Sc. Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, bolsista do CNPq. E-mail: copace@ufv.br

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Vegetais e no Laboratório de Microcomputadores do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. O programa foi desenvolvido com base nas equações de equilíbrio higroscópico denominadas “Henderson Modificada” e “Copace”, por onde obtém a umidade relativa utilizada no processo para determinar a pressão parcial de vapor contida em sistemas porosos. Por meio da equação de Othmer, citado por Brooker et al. (1992), a partir dos estudos de Clausius-Clapeyron, o programa utilizando dados de pressão de vapor de saturação da água livre e a pressão parcial de vapor determina a relação de calor latente de vaporização da água para os teores de umidade e temperaturas. Utilizando os teores de umidade de equilíbrio e a relação dos calores latentes, o programa gera uma equação, conforme metodologia descrita por Pereira (1987), sendo ajustada a equação para a entalpia de vaporização da água, apresentada por Rodrigues Arias (Brooker et al., 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Fez-se uma simulação com o EtaGRÃO (entalpia de vaporização da água de produtos agrícolas), para o produto milho, com faixa de teor de umidade entre 9 e 25% Ubs e com faixa de temperatura entre 15 e 60 °C (Figura 1). Os resultados da simulação referentes a relação entre o calor latente de vaporização da água no produto (L) e o calor latente de vaporização da água livre (L’), à temperatura de equilíbrio, são apresentados na Figura 1, por meio desses valores obteve-se as constantes da Equação 1. Para o cálculo da relação do calor latente com a umidade de equilíbrio, chegou-se a equação apresentada a seguir:

$$\frac{L}{L'} - 1 = 0,467126 \cdot e^{(-9,847062U)} \quad (1)$$

em que,

$\frac{L}{L'}$ = relação do calor latente, adm.;

U = teor de umidade de equilíbrio, decimal b.s.

A Figura 2 apresenta os resultados da relação do calor latente obtidos por meio da variação dos teores de umidade na Equação 1. Para o cálculo da entalpia de vaporização da água livre utiliza-se a seguinte equação:

$$L' = 2537,2 - 2,39 \cdot T \quad (2)$$

em que,

T = temperatura, °C;

L' = entalpia de vaporização da água, kJ kg⁻¹.

CONCLUSÃO: O EtaGRÃO é de fácil utilização necessitando apenas do fornecimento por parte do usuário da faixa de teor de umidade, da faixa de temperatura e do produto. O EtaGRÃO foi validado por meio da comparação de resultados simulados com aqueles obtidos por meio de solução analítica.

BIBLIOGRAFIA:

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. Drying and storage of grains and oilseeds. New York: The AVI Publishing Company, 1992. 450p.

PEREIRA, J.A.M.; QUEIROZ, D.M. Higroscópia. Viçosa, MG: CENTREINAR, 1987, 28p.

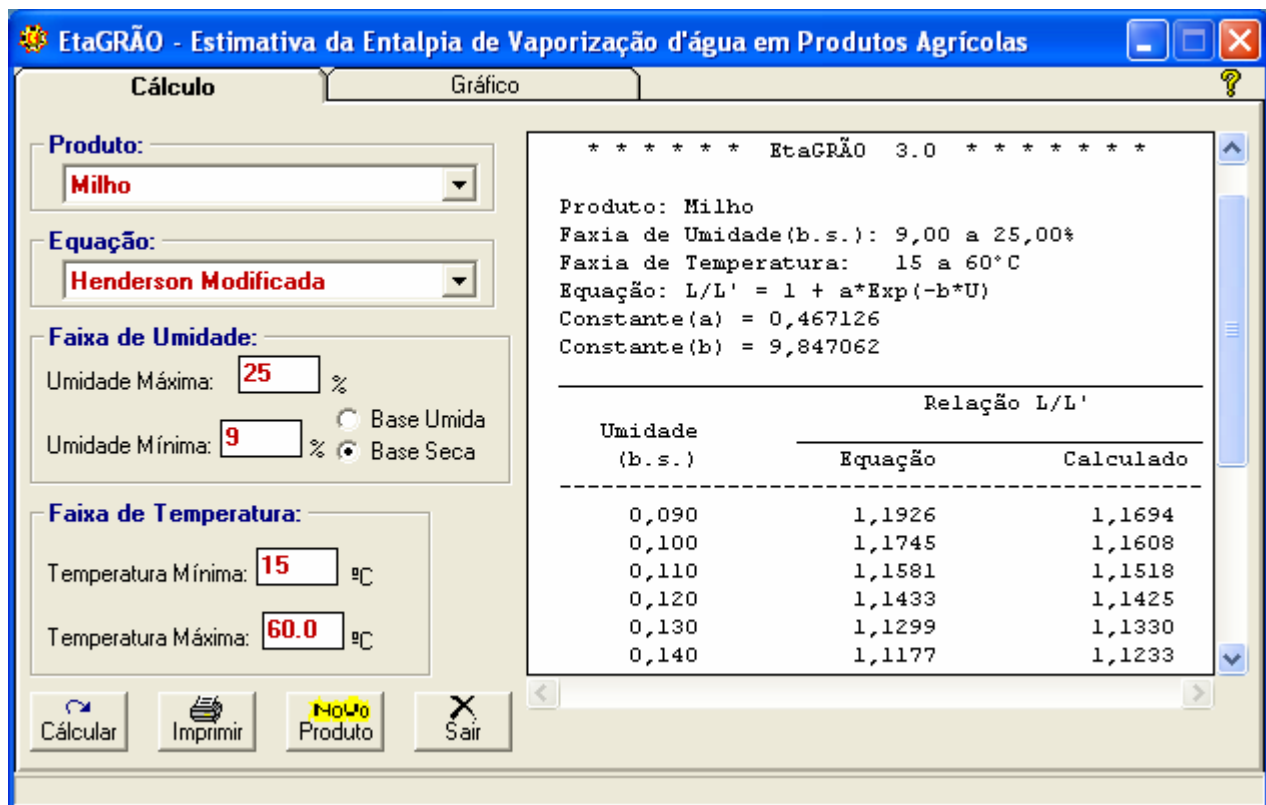


Figura 1 – Janela de entrada de dados do EtaGRÃO e a relação L/L' em função dos teores de umidade.

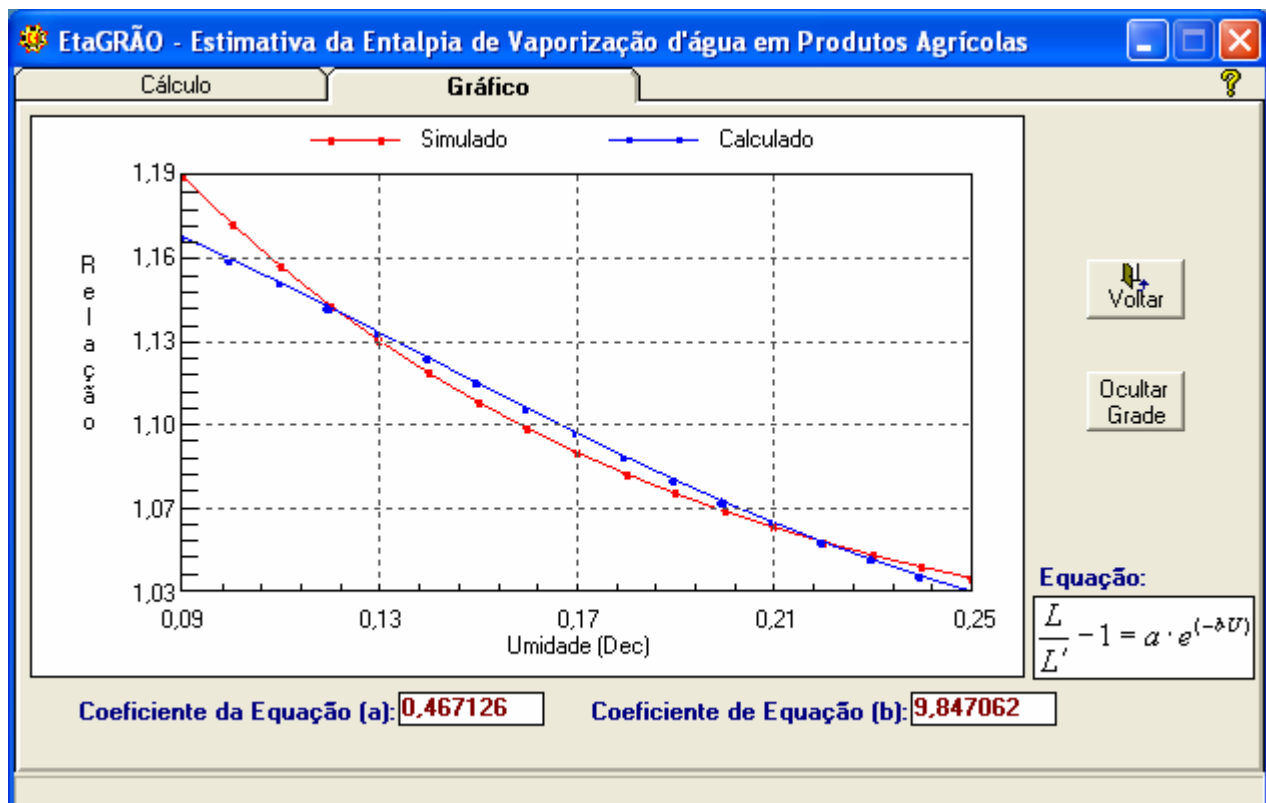


Figura 2 – Relação L/L' simulado e calculado em função dos teores de umidade de equilíbrio.