

DESENVOLVIMENTO DE UMA BOMBA DE CALOR PARA SECAGEM DE SEMENTES

Mário Eduardo R.M. CAVALCANTIMATA¹ Lincoln de Camargo NEVES FILHO² Vivaldo SILVEIRA JÚNIOR³

RESUMO: Construiu-se uma bomba de calor para produção de ar frio e baixa umidade relativa com a finalidade de secar produtos termosensíveis como sementes. O processo consistiu em utilizar um sistema de refrigeração por compressão de vapor, utilizando como gás refrigerante o R22, onde o ar ambiente condensa parte do seu vapor de água existente no ar, ao passar pelo “evaporador” do sistema de refrigeração, e seqüencialmente aquece esse ar ao passar por parte do condensador. Através do controle da vazão mássica do fluido refrigerante e do fluxo de ar foi possível obter temperaturas e umidades relativas de 25°C e UR 55%; 25°C e UR 35%; 30°C e UR 40% e 35°C e UR 35%. Foram realizadas simulações de secagem de sementes de feijão para essas condições do ar obtidas. Para a simulação utilizou-se o programa computacional desenvolvido por Cavalcanti Mata (1996) para feijão. Os resultados simulados mostram que as condições do ar produzidos pela bomba de calor, permitem secar as sementes de feijão de 35,0% para 13,5% de umidade, base seca, num período de tempo médio de 45, 21, 20 e 15 horas, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Bomba de calor, secagem, semente

ABSTRACT: A heat pump was built for the production of cold air with low relative humidity, with the objective of drying thermally sensitive products with seeds. The process consists of the utilization of compressed vapor cooling system, employing R22 as the refrigeration gas, where the surrounding air condenses part of its water vapor that exists in the air, when it passes through the cooling system’s evaporator, and then heats this air when it passes through the condenser. By controlling the massic flow of the refrigerating fluid and the air flow it was possible to obtain temperatures and relative humidities of 25 °C and UR 55%; 25 °C and UR 35%; 30 °C and UR 40% and 35 °C and UR 35%. Simulations were made of the drying of bean seeds for these air conditions obtained. For the simulation we used the computer program developed by Cavalcanti Mata (1996) for beans. The simulated results show that the conditions of the air produced by the heat pump allow the drying of bean seeds from 35% to 13.5% humidity, dry base, in an average period of time of 45, 21, 20 and 15 hours respectively.

KEYWORDS: heat pump, drying, seed

INTRODUÇÃO: A secagem é o processo necessário para a conservação de sementes as quais devem ser colhidas após atingirem o ponto de maturação fisiológica. Sementes, quando secas ao sol com ar natural na planta ou em terreiros, apresentam baixa qualidade devido ao longo tempo de secagem (15 - 45 dias) e por permitir o desenvolvimento de insetos, fungos e bactérias. Sementes secas artificialmente com ar aquecido diminuem principalmente o seu vigor devido ao uso de temperaturas inadequadas decorrentes em grande parte da falta de controle eficiente nas fomalhas, e, sementes secas com ar aquecido por resistências elétricas controladas por termostatos tem também um custo elevado. A temperatura associada à umidade do produto são os principais fatores de degradação e perda da qualidade fisiológica das sementes. No entanto, como o ar ambiente, tem pouca capacidade de secagem utiliza-se aquecê-lo para que ganhe capacidade de secagem. No processo

¹ Doutor em Engenharia de Alimentos, DEAg-UFPB, Av. Aprígio Veloso Nº 882, Bodocongó, C. Postal 10.087, CEP 58.109-970 Campina Grande-PB, Brasil. Fone (083) 310-1185 Fax (083) 310.1011.

² Professor do Departamento de Engenharia de Alimentos DEA-UNICAMP, Caixa Postal 6121 CEP 13.083-970 Campinas São Paulo, Brasil. Fone (019) 239-7504 Fax (019) 239-1513.

³ Doutor em Engenharia de Alimentos DEA-UNICAMP, Caixa Postal 6121 CEP 13.083-970 Campinas São Paulo, Brasil. Fone (019) 239-7504 Fax (019) 239-1513.

de secagem de sementes quando se compara a secagem usando como fonte de calor a lenha, com a secagem feita com aquecimento do ar a base de resistência elétrica, temos na primeira, uma secagem de baixo custo com qualidade comprometida, enquanto que na segunda se exige um maior investimento com qualidade determinada dos produtos e do processo. Diante deste quadro um processo econômico alternativo, sendo desenvolvido em grande parte do mundo é a produção de ar frio com baixa umidade através de uma bomba de calor para secagem de alguns produtos termosensíveis. Assim, o objetivo deste trabalho foi construir uma bomba de calor para produção de ar frio com baixa umidade relativa e, para essas diferentes condições do ar obtidas, simular a secagem de sementes de feijão.

MATERIAL E MÉTODOS: A bomba de calor foi constituída de um sistema de refrigeração por compressão de vapor, utilizando como gás refrigerante o R22. O processo constituiu em fazer com que o ar ambiente a temperatura de 25° C e umidade relativa entre 70 a 95% troque calor com o “evaporador”, resfriando este ar para 3 a 5°C, condensando uma quantidade de água em torno de 31 a 33g de água por quilo de ar seco. Para aquecer o ar que sai do evaporador com 3 a 5°C e 100% de umidade relativa utilizou-se parte da energia do “condensador”. Utilizou-se uma energia em torno de 35 a 40 KJ/Kg de ar seco o que faz com que a temperatura de saída esteja entre 25 e 35°C e a umidade relativa entre 35 e 55 %. (Figura1). Esta condição de ar frio com umidade relativa foi utilizada para simular a secagem de sementes de feijão. O desempenho da bomba de calor foi avaliado pelos valores do Coeficiente de Performance (COP) para as diferentes condições obtidas do ar ambiente. Para a simulação de secagem foi utilizada uma camada de sementes de 50 cm e uma velocidade do ar de secagem de 0,5 m.s⁻¹. O programa computacional utilizado foi o SASG 5.0 desenvolvido por Cavalcanti Mata et al (1995). Os resultados simulados foram comparados com os obtidos Cavalcanti Mata (1996) para feijão. As secagens experimentais foram realizadas com a finalidade de determinar a germinação no início e no final da secagem. O método utilizado para determinar a germinação das sementes de feijão foi o descrito pelas Regras de Análise de Sementes BRASIL (1980).

RESULTADOS E DISCUSÃO: Na Tabela 1 encontram-se as condições de simulação de secagem de sementes de feijão em secador de camada estacionária. Nesta Tabela também encontram-se os coeficiente de performance da bomba de calor obtidos durante o processo de secagem, bem como os dados de germinação das sementes, antes e após a secagem não se verificando diferenças significativas entre esses dados, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F, permitindo verificar que a qualidade das sementes não foi afetada pela secagem nas condições estudadas. Nas Figuras 2 e 3 encontram-se os dados simulados para as condições de 25 °C e 55% de umidade relativa e de 35 °C e 35% de umidade relativa, respectivamente onde os tempos finais de secagem são de 45 e 15 horas.

TABELA 1 - Dados do experimento de secagem de sementes de milho branco realizados com ar obtido de uma bomba de calor .

Condições do ar de secagem				
Temperatura (°C)	25	25	30	35
Umidade relativa (%)	35	55	40	35
Velocidade do ar (m.s ⁻¹)	0,5	0,5	0,5	0,5
Altura da camada (m)	0,5	0,5	0,5	0,5
Tempo Simulado (h)	17	39	18	13
% de germinação inicial	92	92	90	90
% de germinação final	91	91	90	90
COP	3,2	3,6	4,2	4,2

CONCLUSÕES: Diante dos resultados obtidos é possível concluir que para as condições de ar produzidas pela bomba de calor, as sementes de feijão podem ser secas de 35,0 % para 13,5 % de umidade, base seca, num período de tempo médio de 45, 21, 20 e 15 horas, respectivamente, e que o coeficiente de performance da bomba de calor está entre 3,2 a 4,2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTI MATA, M.E.R.M.; DANTAS, L.A.; BRAGA, M.E.D. Software aplicado a secagem de grãos.

Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola Viçosa-MG. Paper No. 95-5-429, 29 p. 1995.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análises de sementes.** Brasília: 1980. 2a ed. 218 p.

CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. Simulation for the drying of beans in a stationary layer drier. In: I Congresso Ibero-Americano de Ingeniería de Alimentos, *Anales.* Valencia, España

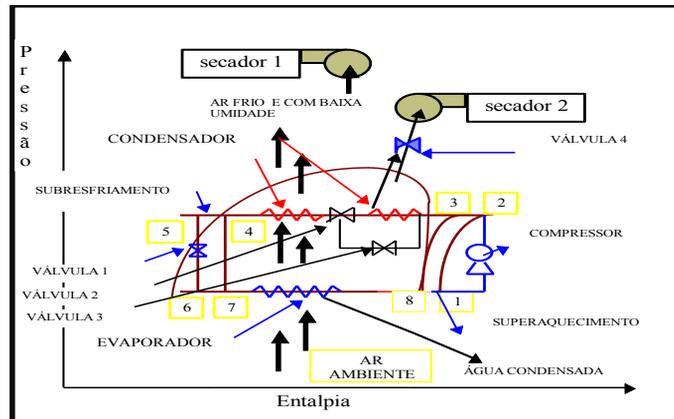


FIGURA 1 Sistema de resfriamento do ar com bombeamento de calor produzindo ar frio com baixa UR

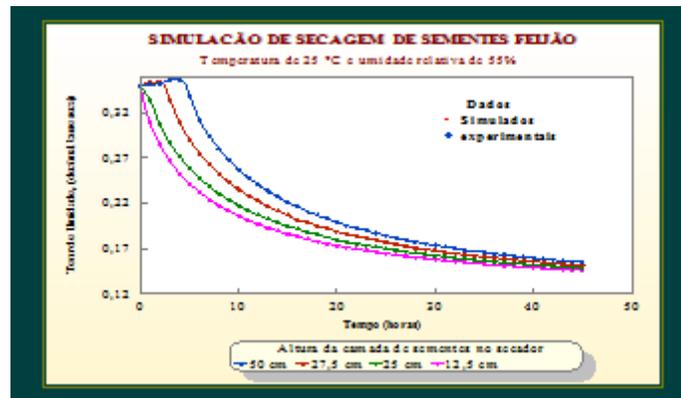


FIGURA 2 Dados simulados para as condições de secagem de 25 °C e 55% de umidade relativa.

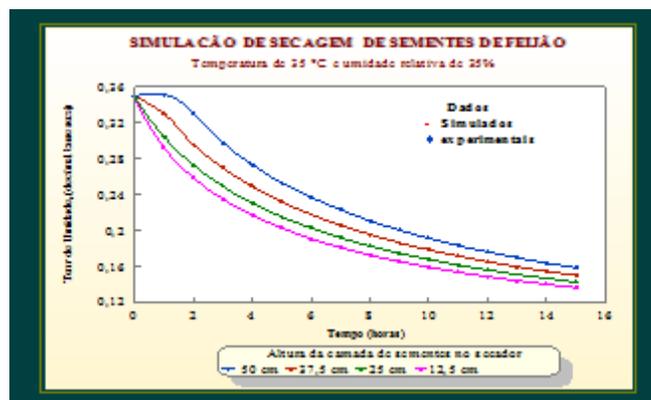


FIGURA 3 Dados simulados para as condições de secagem de 35 °C e 35% de umidade relativa.

