



Modalidade do trabalho: Relato de experiência
Evento: 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

SECAGEM DE SOJA EM LABORATORIO¹

João Pedro Bertoldo Dorneles², Oleg Khatchatourian³

¹ Projeto de pesquisa realizado no curso de Mestrado em Modelagem Matemática da Unijuí.

² Bolsista CNPq, Estudante do Curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Regional do Noroeste do Estado Do Rio Grande do Sul; E-mail: joabertoldo@yahoo.com.br

³ Professor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Regional do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul Líder (ou Participante) do Grupo de Pesquisa Matemática Aplicada e Computacional E-mail: olegkha@unijui.edu.br

Resumo

O processo de secagem de soja deve ser rápido, eficiente, seguro e econômico. O proposto trabalho tem os seguintes objetivos: Determinar a influência da temperatura, da velocidade e da umidade do ar de secagem no processo de secagem de soja em camada fina através de experimentos; Aplicar um modelo matemático que descreva o processo de secagem da soja; Realizar simulações numéricas e comparar os dados experimentais com os obtidos. Através do modelo matemático, determinar a influência dos diversos parâmetros que envolvem o processo de secagem da soja. Realizaram-se experimentos de secagem em camadas finas para as diferentes temperaturas (45°C, 70°C, 90°C) e teores de umidade do ar de secagem, para velocidades do ar (0,5m/s, 0,9m/s, 1,5m/s, 2,5m/s). Também foi variada a umidade inicial dos grãos. Neste processo a massa dos grãos está uniformemente condicionada, ou seja, a temperatura e o teor de umidade dos grãos e do ar são iguais durante todo o tempo do processo e em todo o volume. A equação matemática que descreve o processo de secagem em camada fina, auxilia nos cálculos e entendimento dos processos de secagem de camada espessa.

Palavras-chave: Soja, Secagem, Ar

Introdução

A produção de grãos é abundante em todo o mundo, antes de ser armazenado o grão deve possuir condições adequadas, entre elas a umidade, para que não ocorram perdas durante o armazenamento. O processo de secagem deve ser de forma otimizada, rápido, eficiente, seguro e econômico, e para atender tais necessidades é fundamental conhecer e monitorar fenômenos físicos existentes durante este processo. Por isto, experimentos junto com a modelagem matemática constituem uma poderosa ferramenta para tornar os projetos de secagem mais eficientes. Khatchatourian et al. (1999) aprimoraram um modelo matemático baseado nas leis de conservação de energia e massa, onde é necessário conhecer as dependências dos fluxos de massa e de calor dos parâmetros principais do processo.





Modalidade do trabalho: Relato de experiência
Evento: 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

Metodologia

Realizou-se um estudo experimental construindo curvas de secagem de grãos de soja utilizando o método de secagem em camadas finas através do controle do fluxo de ar (velocidade), da umidade relativa dos grãos, da temperatura e umidade do ar de secagem. A umidade do grão foi medida indiretamente pela variação da massa total dos grãos contida na camada fina.

Experimentos foram realizados com grãos de umidade inicial de 16% e 23% e para velocidades do ar de secagem de 0m/s até 1m/s. Nos experimentos a temperatura do ar de secagem foi de 70°C e variou-se a umidade do ar de secagem de 12%, 20% e 30%.

Resultados e Discussão

Foram realizados todos os experimentos de secagem de soja propostos e algumas conclusões obtidas no trabalho anterior se confirmaram.

Observa-se nos gráficos de dados experimentais a seguir que a queda de umidade possui um limite, a partir de certo ponto a curva que demonstra o decrescimento da umidade tende estabilizar-se a uma umidade mínima.

Observa-se nos gráficos anteriores que as curvas de secagem tendem se estabilizar para uma mesma parábola, sem necessidades de continuar o processo de secagem, pois se atinge umidade próxima da de constituição.

CARVALHO (1994) apud Sartori (2001) defende que, quanto maior o fluxo de ar mais rápido acontece a secagem, porém, ao se aplicar este conhecimento científico e empírico à criação de dispositivos e processos de secagem é inevitável atenção ao atendimento das necessidades (rápido, eficiente, seguro e econômico), pois, velocidade do ar de secagem elevada não é sinônimo de tempo reduzido no final do processo de secagem. Inicialmente as curvas de secagem são diferenciadas pela velocidade de secagem, diferença que aumenta ao elevar a umidade inicial dos grãos, mas para velocidades de ar elevadas a diferença entre as curvas reduz consideravelmente, com isso, não adianta e velocidade do ar ser muito grande sendo que o importante é haver o fluxo de ar para ocorrer a secagem.

Para quatro velocidades do ar de secagem e três umidades iniciais dos grãos com $X_g=16\%$ ajustou-se o modelo de Page. Observa-se que os ajustes destes dados experimentais apresentaram coeficientes de determinação (R^2) superior a 98% (Gráficos 07, 08, 09), o que indica uma representação satisfatória do fenômeno de secagem (MADAMBA et al., 1996).

Conclusões

A análise das curvas de secagem mostrou que, diferentes velocidades do ar, produzem influências distintas sobre as curvas. A medida que a velocidade do ar aumenta, as curvas se aproximam evidenciando que a influência da velocidade do ar de secagem no processo de secagem dos grãos, diminui para grandes velocidades. Os dados experimentais de secagem de soja foram ajustados utilizando um ajuste exponencial, que é um dos ajustes mais frequentes





Modalidade do trabalho: Relato de experiência
Evento: 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

na simulação do processo de secagem de produtos agrícolas. Através do método dos mínimos quadrados determinou-se a magnitude do coeficiente de determinação (R^2). Como resultados foram obtidas curvas de ajuste com R^2 superior a 0,99. A magnitude do coeficiente de determinação do modelo matemático utilizado neste ajuste mostrou a eficácia deste modelo para descrever uma representação satisfatória do fenômeno de secagem. Num segundo ajuste, os coeficientes Z1 e Z2 foram ajustados para diferentes velocidades do ar de secagem. Contudo, a influência da variação de velocidade, para velocidades do ar de secagem altas, vai se tornando cada vez menor, evidenciado que para se ter secagem basta ter fluxo de ar.

Pode-se concluir que, para teores de umidade inicial do grão mais altos, as curvas de secagem dependem da velocidade do ar e variam consideravelmente no início do processo de secagem. Para teores de umidade inicial do grão menores, a influência da velocidade do ar é menor e percebe-se que passado um determinado tempo do início da secagem às curvas tendem a estabilizar-se para uma mesma parábola. Portanto, deve-se tomar cuidado ao informar que para o processo de secagem ser eficiente se deve elevar a velocidade com que o ar de secagem flui e se requer muita atenção na questão custo-benefício.

Agradecimentos

Agradeço Primeiramente ao CNPq pela oportunidade de ingressar no mundo das pesquisas, desde pequeno tenho curiosidade em saber como acontecem as descobertas, umas inovadoras, outras nem tanto. Hoje tenho o prazer em falar que sou participante de uma pesquisa, que trabalho em busca do melhor, da umidade que cause menos perdas no armazenamento de grãos, especialmente a soja.

Lembro também dos professores Oleg Khatchatourian por todo o conhecimento a mim proposto, Néelson Toniazzo pelas dicas e materiais sempre a minha disposição e Pedro Schmidt sempre ajudando na execução dos ensaios experimentais.

Ainda faço questão de lembrar de minha família que sempre formaram a base necessária para vencer qualquer barreira, quando preciso estão ali prontos para ajudar.

Referências

- BAKKER-ARKEMA, F.W.; BICKERT, W.G. A deep-be computational cooling procedure for biological products. Transactions ASAE, v.9, n.6, p.834-6,1966.
- BAKKER-ARKEMA, F.W.; LEREW, L.E.; DEBOER, S.F.; ROTH, M.G. Grain dryer simulation. Agricultural Experiment Station Report, Michigan State University, East Lansing, MI, n. 224, 1974.
- BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; Hall, C.W. Drying Cereal Grains. AVI Publishing, Westport, CT, 1974.
- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; Hall, C. W. Drying and storage of grains and oilseeds. Westport: The AVI Publishing Company, 1992. 450 p.
- CARVALHO, N. M.; A secagem de Sementes. Jaboticabal; FUNEP, 1994.



Modalidade do trabalho: Relato de experiência
Evento: 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

CASSINI, A.S. Análise das características de secagem da proteína texturizada de soja. Porto Alegre: UFRGS, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004

KHATCHATOURIAN, Oleg; OLIVEIRA, Fabiane Avena de. Mathematical Modelling of Air Flow and Thermal State in Large Aerated Grain Storage. Biosystems Engineering, UK, v. 95, n. 2, p. 159-169, 2006.

KHATCHATOURIAN, Oleg; SAVICKI, Darci Luiz. Mathematical Modelling of Airflow in an Aerated Soya Beans Store under Non-Uniform Conditions. Biosystems Engineering, UK, v. 88, n. 2, p. 201-211, 2004.

KHATCHATOURIAN, O.A; BORGES, P.A.P., PETRY, V. J. Dinâmica de Secagem de Grãos de Soja em Câmara de Leito Fixo: Modelo Matemático e Análise Comparativa dos Métodos Numéricos de Resolução. Anais do MERCOFRIO 2000 - Feira e Congresso de Ar Condicionado, Refrigeração, Aquecimento e Ventilação do Mercosul. Porto Alegre, 2000. CD-ROM.p.01-10.

KHATCHATOURIAN, O.A., SAVICKI, Darci Luiz , D.L., TONIAZZO N.A., Modelo Matemático E Aplicativo Para Simulação De Distribuição Do Ar Em Armazéns Com Aeração Em Condições Não-Uniformes Da Massa De Grãos. Proceedings of the 22nd Iberian Latin-American Congress on Computational Methods in Engineering. 2nd Brazilian