



SIMULAÇÃO DA HIDRATAÇÃO DE SOJA TRANSGÊNICA E CONVENCIONAL COM MODELOS DE PARÂMETROS CONCENTRADOS A VOLUME VARIÁVEL

Alana de Castro dos Santos (PIC/UEM), Gustavo Lupi Gonçalves (PIC/UEM), Douglas Junior Nicolin (UTFPR/DAENQ), Luiz Mario de Matos Jorge (Orientador), e-mail: Immj@deq.uem.br

Universidade Estadual de Maringá/Departamento de Engenharia Química/Maringá, PR.
Universidade Federal Tecnológica do Paraná/ Departamento Acadêmico de Engenharia Química/ Francisco Beltrão, PR.

Área:30000009 – Engenharias Subárea: 30600006 – Engenharia Química

Palavras-chave: Parâmetros concentrados, Hidratação, Soja.

Resumo:

Um modelo de parâmetros concentrados, obtido por meio de um balanço de massa em um grão de soja, foi aplicado ao caso da hidratação de soja convencional (cultivar CD 202) e transgênica (CD 202 RR). O modelo consiste de uma equação diferencial da quantidade de água nos grãos em função do tempo e considera a variação do volume dos grãos como sendo proporcional à massa de água absorvida. A solução do modelo e o ajuste de seus principais parâmetros foram feitos utilizando-se o software MATLAB. Os resultados apresentaram boa concordância com as principais tendências dos dados experimentais de umidade em função do tempo para a temperatura de 20°C. Os parâmetros do modelo foram bem ajustados apresentando valores pequenos de resíduo entre os valores calculados pelo modelo e os dados experimentais após o ajuste.

Introdução

A importância da hidratação da soja extrapola os benefícios industriais de um produto com uma textura melhor e com um grau maior de proteínas (Pan e Tangatanavalee, 2003), pois se o grão for consumido “in natura”, pode causar desconforto gastro-intestinal ao ser humano (Bayram *et al.*, 2004). O





processo de hidratação pode ser feito de diversas maneiras como por imersão em água, exposição a vapor de água (Coutinho *et al.*, 2005).

Visando um maior grau de qualidade, o estudo dos modelos matemáticos que descrevem a hidratação do grão de soja foi aprimorado a fim de encontrar as melhores condições de temperatura e de tempo de embebição para alcançar o teor de umidade desejado (Omoto *et al.*, 2009).

Coutinho *et al.* (2005) desenvolveram um modelo de parâmetros concentrados, em que não são consideradas variações espaciais da variável de interesse, para a hidratação de grãos de soja e consideraram em seu modelo a variação do diâmetro dos grãos como uma função do tempo. Coutinho *et al.* (2007) propuseram um modelo de parâmetros concentrados a volume variável no qual a variação do volume foi considerada diretamente proporcional à massa de água que é absorvida pelos grãos de soja.

Neste contexto o objetivo do presente trabalho foi aplicar o modelo de parâmetros concentrados desenvolvido por Coutinho *et al.* (2007) para descrever a hidratação de grãos de soja convencional (CD 202) e transgênica (CD 202 RR) na temperatura de 20°C. Para tal foram desenvolvidas rotinas computacionais no software MATLAB tanto para a solução do modelo quanto para o ajuste de seus principais parâmetros.

Materiais e métodos

Os dados experimentais de umidade em função do tempo foram obtidos utilizando-se um recipiente de aço inox (20 cm x 20 cm x 10 cm) que tem uma divisória para possibilitar a realização de dois ensaios simultâneos. O recipiente foi inserido em um banho termostático a 20°C com 1 litro de solução de benzoato de sódio (0,2% m/m) em cada parte do recipiente e aguardou-se a solução atingir a temperatura de 20°C. Adicionou-se em um dos compartimentos 300 g de soja convencional (CD 202) e no outro 300 g de soja transgênica (CD 202 RR) e iniciou-se a contagem do tempo. Amostras de ambos os compartimentos foram retiradas em tempos pré-determinados e o excesso de água na superfície dos grãos foi retirado com papel toalha. Cada amostra foi pesada antes de ser levada à estufa a 105°C durante 24h. Os valores de umidade em função do tempo foram anotados e utilizados na validação do modelo.

O modelo utilizado foi obtido originalmente no trabalho de Coutinho *et al.* (2007) e foi obtido por meio de um balanço de massa em um grão de soja





admitindo-se geometria esférica, chegando-se à equação 1, admitindo-se uma condição inicial (em $t = 0$, $\rho_{H_2O} = \rho_{H_2O_0}$)

$$\frac{d\rho_{H_2O}}{dt} = \frac{6K_s(\rho_{eq} - \rho_{H_2O})(1 - \alpha\rho_{H_2O})^{4/3}}{\left[\frac{6V_0}{\pi}(1 - \alpha\rho_{H_2O_0})\right]^{1/3}} \quad (1)$$

$$\rho_{H_2O}(0) = \rho_{H_2O_0}$$

sendo ρ_{H_2O} , ρ_{eq} e $\rho_{H_2O_0}$ a quantidade de água, nos grãos, no equilíbrio e de água inicial em (g/cm^3), respectivamente. A área da superfície dos grãos (m^2), K_s o coeficiente de transferência de massa ($\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$). Neste modelo o volume aumenta proporcionalmente à massa de água absorvida ($\Delta V = \alpha\Delta m$) e o coeficiente de transferência de massa é uma função exponencial da umidade ($K_s = B_1 e^{B_2 \rho_{H_2O}}$). Os parâmetros B_1 , B_2 e α foram ajustados no MATLAB pelo método dos mínimos quadrados, minimizando a função objetivo $\phi = \sum (\rho_{H_2O_{\text{exp}}} - \rho_{H_2O_{\text{calc}}})^2$, sendo $\rho_{H_2O_{\text{exp}}}$ a umidade experimental e $\rho_{H_2O_{\text{calc}}}$ a umidade calculada pelo modelo.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os valores de obtidos no fim do ajuste. O ajuste para a soja convencional necessitou de mais iterações e avaliações da função objetivo, mas o valor final obtido para a função objetivo foi menor.

A Figura 1 apresenta a comparação entre o modelo e os dados experimentais em função do tempo para a soja convencional (a) e transgênica (b). As principais tendências experimentais foram descritas pelo modelo.

Tabela 1: Dados de ajuste.

| Parâmetros | CD 202 | CD 202 RR |
|------------------|--------|-----------|
| B_1 | 2,074 | 0,915 |
| B_2 | -6,816 | -4,682 |
| α | 0,673 | 0,892 |
| Função Objetivo | 0,007 | 0,012 |
| Iterações | 91 | 61 |
| Avaliações da FO | 205 | 159 |



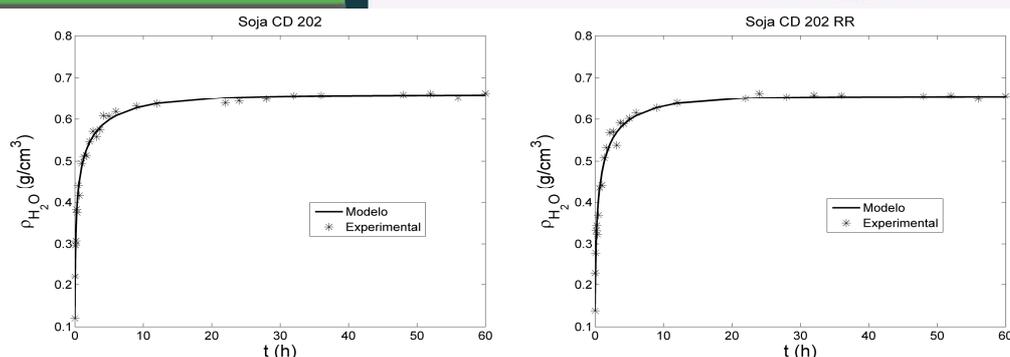


Figura 1 - Comparação entre o modelo e os dados experimentais.

Conclusões

Foi possível aplicar um modelo de parâmetros concentrados para descrever a hidratação de grãos de soja convencional e transgênica que tem variação de volume. O modelo representou as principais tendências dos dados experimentais e o ajuste foi considerado satisfatório por apresentar baixos resíduos (função objetivo) entre valores calculados e os dados experimentais. Não foi observada diferença significativa entre os cultivares analisados.

Referências

BAYRAM, M., KAYA, A., ÖNER, M., D. Changes in properties of soaking water during production of soy-bulgur. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 221 – 230, 2004.

COUTINHO, M. R., OMOTO, E., S. ANDRADE, C. M. G., JORGE, L. M. M. Modelagem e validação da hidratação de grãos de soja, **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v. 25, n. 3, p. 603 – 610, 2005.

COUTINHO, M. R. CONCEIÇÃO, W. A. S., OMOTO, E. S., ANDRADE, C. M. G., JORGE, L. M. M. Novo modelo de parâmetros concentrados aplicado à hidratação de grãos, **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v. 27, n. 3, p. 451 – 455, 2007.

OMOTO, E. S., ANDRADE, C. M. G., JORGE, R. M. M., COUTINHO, M. R., PARAÍSO, P. R., JORGE, L. M. M. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v. 29, n. 1, p. 12 – 18, 2009.

PAN, Z., TANGRATANAVALEE, W. Characteristics of soybeans as affected by soaking conditions. **Lebensm.-Wiss.-Technol.**, v. 36, p. 143 – 151, 2003.

