



## CONDIÇÕES DE UMIDADE EM DIFERENTES TEMPERATURAS NO PROCESSO DE SECAGEM DA SOJA - PR

*Tamiris Uana Tonello*<sup>1</sup>; *Anna Paola Tonello*<sup>2</sup>; *Cláudia Salim Lozano*<sup>3</sup>; *Danilo Meinlschdth da Silva*<sup>4</sup>; *Daniela de Freitas Borghi*<sup>5</sup>

**RESUMO:** Secagem de grãos é uma operação de fundamental importância da pós-colheita de produtos agrícolas. Este processo é utilizado com a finalidade de reduzir o teor de umidade dos grãos colhidos, mantendo sua qualidade, para que estes possam ser destinados ao consumo durante o período de entressafra. O objetivo deste trabalho foi determinar as curvas de umidade de equilíbrio higroscópico (UE) entre 0 e 95% de umidade relativa (UR). O presente trabalho utilizou-se do programa Microsoft Office Excel 2007 para obtenção das curvas de umidade de equilíbrio para a cultura da soja, nas temperaturas de 20, 40 e 60 °C para uma faixa de UR de 0 a 95%. A equação utilizada para expressar o teor de umidade de equilíbrio dos grãos, em função da temperatura e da umidade relativa foi a equação de Henderson modificada. A partir dos resultados obtidos, observou-se que a umidade de equilíbrio da soja aumenta gradativamente com o aumento da umidade relativa do ar, sendo que quanto menores as temperaturas, maiores os valores de umidade de equilíbrio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Secagem, Soja, Umidade de equilíbrio; Isotermas.

### 1. INTRODUÇÃO

O Brasil, cuja produção de soja na safra de 2010/2011 ultrapassou 75 milhões de toneladas, é o segundo maior produtor mundial do grão. O estado do Paraná é o segundo maior produtor nacional, contribuindo com 15,4 milhões de toneladas do total produzido no país, em uma área de 4,6 milhões de hectares, resultando em uma produtividade de 3,36 kg/ha (EMBRAPA, 2011). Esses valores mostram a importância do país no cenário mundial.

Como a soja é um produto sazonal e de consumo constante, sua conservação e armazenagem é uma etapa indispensável, para que o produto possa ser consumido durante o ano todo. De acordo com Oliveira (2008), até o início dos anos 2000, o país exportava grande parte de sua produção e, dessa forma, os grãos eram armazenados por períodos curtos. Na última década este cenário vem se modificando e, com isso, os grãos precisam ser armazenados por períodos mais longos. Nesse novo quadro nacional, o domínio da operação de secagem é de fundamental importância, pois somente com a redução do teor de umidade dos grãos, é possível a manutenção da qualidade do produto durante o armazenamento.

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá – Paraná. uana\_@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestrando, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, Bolsista CAPES. anna.tonello@hotmail.com

<sup>3</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá – Paraná. claudia.lozano93@hotmail.com

<sup>4</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá – Paraná. dan\_rulles@hotmail.com

<sup>5</sup> Doutoranda, Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Campinas – SP, Bolsista CAPES. dani\_borghi@yahoo.com.br

Segundo (BROOKER *et al.*, 1992), o conceito de umidade de equilíbrio é importante no estudo da secagem de grãos, pois determina a quantidade mínima de umidade na qual o grão pode ser seco em determinadas condições de secagem. A umidade de equilíbrio depende de fatores ambientais, como condições de umidade e temperatura, além de fatores relacionados com os grãos, como espécie, variedade e grau de maturidade.

Diversas equações teóricas e empíricas podem ser utilizadas com o intuito de prever o teor de umidade de equilíbrio higroscópico de grãos e uma das mais amplamente utilizadas é a equação de Henderson modificada (BROOKER *et al.*, 1992):

$$1 - UR = \exp[-K \cdot (T + C) \cdot UE^N] \quad (1)$$

em que  $UE$  é a umidade de equilíbrio (%),  $UR$  é a umidade relativa (%),  $T$  é a temperatura do ar (°C) e  $K$ ,  $C$  e  $N$  são parâmetros que dependem do grão.

Existem poucos estudos a respeito da secagem dos grãos de soja. De acordo com Möhler (2010), a maioria dos trabalhos encontrados na literatura refere-se à secagem de grãos de milho.

É neste contexto que se justifica o presente trabalho, cujo objetivo foi utilizar a equação de Henderson modificada para representar as isotermas de equilíbrio higroscópico dos grãos de soja entre 0 e 95% de umidade relativa.

## 2. METODOLOGIA

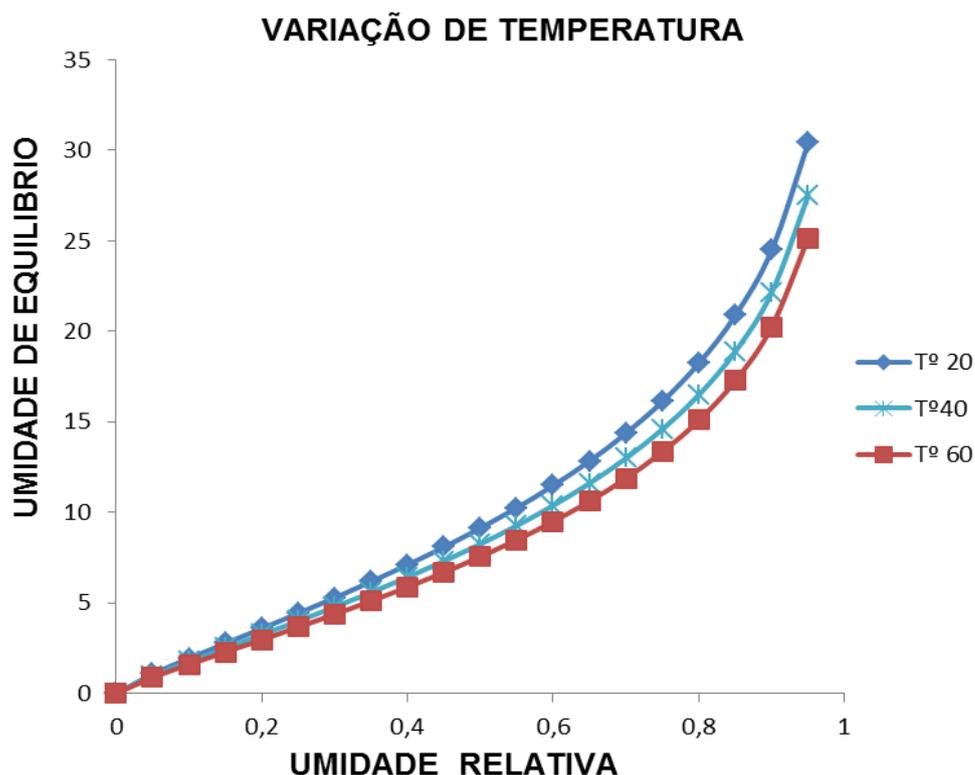
O presente trabalho utilizou-se da equação de Henderson modificada (equação 1) para a obtenção dos teores de umidade equilíbrio dos grãos de soja entre 0 e 95% de umidade relativa, incrementando de 5 em 5%, nas temperaturas de 20, 40 e 60 °C. Para a obtenção das isotermas de equilíbrio higroscópico, utilizou-se do programa Microsoft Office Excel 2007.

Foram utilizados dados da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no campus da Universidade Estadual de Maringá de Cidade Gaúcha – PR (CAR) para obtenção de uma média de temperatura e umidade relativa do ar para o mês de julho de 2013. Esses valores foram utilizados para realizar uma análise dos dados obtidos.

Os parâmetros da equação (1) para o grão de soja são:  $K = 30,5327 \cdot 10^{-5}$ ,  $C = 134,136$  e  $N = 1,2164$ .

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As isotermas de equilíbrio higroscópico, apresentadas na Figura 1, informam qual é o limite do teor de umidade de um produto que pode ser obtido em função das condições da atmosfera secante (temperatura e umidade relativa do ar). Com elas pode-se estimar o tempo de secagem de certo produto agrícola, o que é de fundamental importância para o planejamento de produção (VILELA *et al.*; 2008).



**Figura 1.** Curvas de umidade de equilíbrio para as temperaturas de 20, 40 e 60 °C.

Analisando-se as curvas de umidade de equilíbrio apresentadas na Figura 1, observa-se que os teores de umidade de equilíbrio aumentam com o aumento da umidade relativa do ar, sendo que quanto menores as temperaturas, maiores os valores de umidade de equilíbrio.

Utilizando-se os dados da estação meteorológica do INMET, obteve-se uma média de temperatura de 18,4°C e de 70% de umidade relativa do ar em Cidade Gaúcha – PR, no mês de julho de julho de 2013. Dessa forma, o limite do teor de umidade do grão de soja seria de aproximadamente 14,4 % em tais condições ambientais.

#### 4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que, com as isotermas de equilíbrio higroscópico, construídas através da equação de Henderson modificada, é possível realizar um planejamento do processo de secagem, de acordo com as condições ambientais. Verifica-se também que quanto maiores as temperaturas, menor a umidade de equilíbrio, sendo, portanto, inversamente proporcionais.

#### 5. REFERÊNCIAS

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

EMBRAPA, **Soja em números (safra 2010/2011)**, 2011. Disponível em: [http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod\\_pai=2&op\\_page=294](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=2&op_page=294). Acesso em: 08 de agosto de 2013.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Consultas **Dados da estação Automática: Cidade Gaúcha (PR)**. Disponível:

[http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg\\_dspDadosCodigo.php?QTg2OQ==](http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo.php?QTg2OQ==). Acesso em: 30 de Julho de 2013.

MÖHLER, B. C. **Avaliação das características de secagem dos grãos de soja**.

Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010. 35 p.

OLIVEIRA, M. **Temperatura na secagem e condições de armazenamento sobre propriedades da soja para o consumo e produção de biodiesel**. Dissertação (Mestre). Universidade federal de Pelotas – Pelotas –RS, 2008. 70 p.

VILELA, C.A.A.; ARTUR, P.O., **Secagem do açafrão (Curcuma longa L.) em diferentes cortes geométricos**. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612008000200018](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000200018). Acesso em: 09 de julho de 2013.