

SISTEMA DE UMIDIFICAÇÃO DE BAIXO CUSTO NA AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DA UMIDADE DA SOJA PRODUZIDA EM PEDRO AFONSO/ TOCANTINS

Ícaro Rocha Curcino¹, Ítalo Gilvane Santos Costa¹, Eduardo Castro Ribeiro² Mírian Peixoto Soares da Silva,² Maurício Donato de Moura Júnior².

¹Estudantes do curso técnico em agropecuária concomitante ao ensino médio da Unidade Pedro Afonso – IFTO. Alunos de iniciação científica voluntários e-mail: <icarorocha07@outlook..com>, <italo.gilvane2002.@gmail.com>

²Professores EBTT da Unidade Pedro Afonso – IFTO. e-mail: <eduardo.castro@ifto.edu.br>, <mirian.silva@ifto.edu.br>, <mauricio.junior@ifto.edu.br>.

Resumo: A soja é um dos principais produtos agrícolas no Brasil e no mundo devido à suas diversas aplicações. O entendimento do processo de sua secagem é muito importante no que concerne à redução de custos de produção e comercialização desse grão. O objetivo principal deste trabalho foi construir e aplicar um sistema de umidificação com materiais de baixo custo à amostras de soja e avaliar o efeito do teor de água inicial na umidade final da soja colhida na região de Pedro Afonso/ TO. Para isso, amostras de soja foram umidificadas e, após isso, essas amostras foram secas em uma estufa de circulação forçada de ar nas temperaturas de 60 e 80°C. Os resultados do sistema de umidificação indicaram que houve aumento de cerca de 3 vezes mais no teor de água presentes nos grãos. Os resultados dos experimentos de secagem indicaram que grande parte da água presente nos grãos é eliminada logo nas primeiras 24 horas.

Palavras-chave: umidificação, secagem, soja.

1. INTRODUÇÃO

No contexto mundial e nacional a soja (*Glycine Max*) está inserida economicamente como um dos principais produtos agrícolas. No Brasil, ela é a principal cultura em extensão de área e volume de produção. A produção brasileira de soja alcançou 95.434,6 mil toneladas na safra 2015/16 (CONAB, 2017).

Amplamente difundida devido às suas variadas formas de utilização em diferentes segmentos, a soja apresenta papel importante para a economia brasileira. A soja é utilizada para a produção de proteína animal e seu uso tem sido crescente na alimentação humana, consolidando uma cadeia agroindustrial, sendo também uma alternativa para utilização na fabricação de biocombustíveis (CONAB, 2017).

A soja é um grão extremamente rico em proteínas, que por sua vez desempenham um papel de reguladoras da contração muscular em nosso organismo; auxiliam na produção de anticorpos e

contribuem com a expansão e contração dos vasos sanguíneos, a fim de normalizar a pressão. Além de benéfica à saúde, com o surgimento de inovações tecnológicas o óleo de soja pode ser uma importante fonte de biocombustível (TRINDADE, 2013).

Através da remoção de umidade pela secagem, natural ou artificial, torna-se possível a conservação de produtos agrícolas durante o armazenamento. O entendimento do processo de secagem é muito importante no que concerne à redução de custos de produção e comercialização de produtos agrícolas, uma vez que traz bastantes benefícios para a produção do grão (BIAGI & VALENTINI, 1992; apud Carneiro, 2003. ATHIÉ et al., 1998; apud Carneiro, 2003) como: possibilitar a antecipação da colheita, reduzir as perdas de campo ocasionadas por intempéries, ação de insetos, roedores e pássaros; propiciar o planejamento da colheita e o emprego mais eficiente de maquinário e mão-de obra; fornecer condições ao produtor de obter melhores preços na comercialização durante a entressafra, no caso de estar associada ao armazenamento; permitir a formação de estoques reguladores de mercado; promover a valorização de preço com a oferta de produtos de melhor qualidade, caso de grãos, quanto às características organolépticas e nutricionais; proporcionar às sementes alta porcentagem de germinação.

Esse trabalho teve como objetivo principal construir e aplicar um sistema de umidificação com materiais de baixo custo à amostras de soja e avaliar o efeito do teor de água inicial na umidade final da soja colhida na região de Pedro Afonso/ TO.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os 12 experimentos foram realizados no laboratório multidisciplinar do *Campus* Avançado Pedro Afonso do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Os experimentos foram feitos em três etapas: montagem do aparato de umidificação, umidificação dos grãos de soja e testes de secagem nos tempos de 24, 48 e 36 horas.

Inicialmente foram feitos estudos buscando desenvolver um aparato experimental de baixo custo que aumentasse o teor de água da soja. Após alguns testes iniciais, o aparato foi montado usando dois béqueres de polipropileno de 1000 mL e fita adesiva. A etapa de verificação da eficiência do aparato se deu inserindo amostras de soja nele por tempos de 72, 96 e 120 horas. Ao longo do tempo do teste, o aumento da massa das amostras de soja ia sendo monitorado usando uma balança de precisão.

Após os testes iniciais, definiu-se que a metodologia do uso do aparato seria iniciada adicionando-se 700 mL de água ao sistema de umidificação e posicionando a soja sobre uma placa de petri, conforme a figura 1a.

No aparato, foi colocado ainda um segundo recipiente na parte inferior para servir de sustentação para a placa de petri com a soja, de forma que a água não ficasse tão distante da soja, e nem que ela entrasse em contato direto a mesma dentro do recipiente. Em seguida foi pego outro béquer com capacidade de 1000 mL, e colocado de ponta cabeça, servindo como uma "tampa" para o sistema e vedando a soja de qualquer interferência externa. Para reforçar o processo de vedação, foi colocada uma fita adesiva ao redor dos dois recipientes.

Após a verificação da eficiência do aparato de umidificação, os ensaios de secagem foram iniciados. Primeiro, houve a seleção de grãos de soja, a qual consistiu na separação dos grãos saudáveis e formados, e descarte dos grãos deformados ou com algum outro problema.

Logo depois, foi realizada a pesagem de 25g de soja para todas as amostras usando uma balança de precisão de três casas decimais. Esse valor de massa foi selecionado e fixado nos tratamentos posteriores, de modo que se usasse uma quantidade que fosse, ao mesmo tempo, representativa das propriedades de secagem da soja nos experimentos, mas também que coubesse no aparato experimental montado, conforme figura 1b.

Após o período de hidratação da soja, foram feitos os experimentos de secagem na estufa de circulação de ar da marca SPLABOR[®]. A temperatura da estufa foi aferida usando dois termômetros de mercúrio, de forma a se ter maior confiança da temperatura indicada no *layout* do aparelho, conforme figura 1c.

Com a estufa estabilizada na temperatura de trabalho, foram retiradas as amostras de soja do sistema de umidificação e determinadas suas massas iniciais. As mesmas foram postas em placas de petri com identificação em cada um deles, e colocadas dentro da estufa. Foram realizados ensaios de secagem em duplicata nas temperaturas de 60 e 80°C, conforme figura 1d.

Figura 1 - (a) Soja posicionada no aparato experimental de umidificação; (b) Etapa de pesagem da soja; (c) Aferição da temperatura da estufa; (d) Placas de Petri com amostras de soja na estufa.



(a)



(b)



(c)



(d)

A tabela 1 resume as condições da matriz experimental.

Tabela 1 - Matriz experimental.

| Experimento | Tempo de Umidificação | Temperatura de Secagem |
|-------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | 72 | 60°C |
| 2 | 96 | 60°C |
| 3 | 120 | 60°C |
| 4 | 72 | 60°C (duplicata) |
| 5 | 96 | 60°C (duplicata) |
| 6 | 120 | 60°C (duplicata) |
| 7 | 72 | 80°C |
| 8 | 96 | 80°C |
| 9 | 120 | 80°C |
| 10 | 72 | 80°C (duplicata) |
| 11 | 96 | 80°C (duplicata) |

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 2 mostra os resultados do ganho de massa das amostras de soja após o tratamento durante o período de confinamento no aparato experimental de umidificação de baixo custo.

Tabela 2 - Massas iniciais e finais da soja após confinamento no aparato experimental de umidificação.

| Experimento | Massa Inicial(g) | Massa Umidificada(g) |
|-------------|------------------|----------------------|
| 1 | 24,97 | 31,15 |
| 2 | 25,00 | 30,47 |
| 3 | 25,00 | 29,81 |
| 4 | 25,00 | 30,42 |
| 5 | 25,00 | 30,20 |
| 6 | 25,00 | 29,98 |
| 7 | 25,00 | 31,01 |
| 8 | 24,93 | 30,20 |
| 9 | 25,00 | 30,08 |
| 10 | 25,00 | 31,58 |
| 11 | 24,99 | 30,91 |
| 12 | 25,00 | 30,22 |

Conforme mostrado na tabela 2, observou-se aumento da massa das amostras de soja. Esse resultado mostra que o sistema de umidificação foi eficaz em aumentar o teor de água na soja. Isso pôde ser observado mais ainda pelos resultados nos tempos de umidificação de 72 e 96 horas. Esse aumento de massa está diretamente ligado ao acúmulo de água dentro dos grãos.

Observa-se também que, quanto maior o tempo no sistema de umidificação, menor o aumento da massa observado nas amostras. Esperava-se observar uma tendência oposta.

A explicação para essa observação pode estar no processo de equilíbrio do ar com a umidade. A umidade do grão sempre entra em equilíbrio com a umidade do ar que o envolve. Quanto maior o tempo que o grão fica em contato com o ambiente úmido, maior a transferência de massa de água para dentro do grão (PACHECO, 2013). Pelos resultados obtidos, é possível que o sistema de umidificação não tenha sido totalmente vedado com a fita adesiva e que parte da umidade tenha saído do recipiente

ao longo do tempo. No entanto, verifica-se que as diferenças no ganho de umidade foram bastante pequenas.

As tabelas 3 e 4 mostram a evolução das massas de soja dentro da estufa de secagem à 60°C.

Tabela 3 - Evolução das massas de soja em diferentes tempos de secagem à 60°C.

| Experimento | Massa Inicial(g) | Massa Dia 1(g) | Massa Dia 2(g) | Massa Dia 3(g) |
|-------------|------------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 31,15 | 22,95 | 22,90 | 22,86 |
| 2 | 30,47 | 22,96 | 22,67 | 22,70 |
| 3 | 29,81 | 23,14 | 22,90 | 22,85 |
| 4 | 30,42 | 23,13 | 22,95 | 22,60 |
| 5 | 30,20 | 23,09 | 22,93 | 22,61 |
| 6 | 29,98 | 23,02 | 22,89 | 22,63 |

Tabela 4 - Evolução das massas de soja em diferentes tempos de secagem à 80°C.

| Experimento | Massa Inicial(g) | Massa Dia 1(g) | Massa Dia 2(g) | Massa Dia 3(g) |
|-------------|------------------|----------------|----------------|----------------|
| 7 | 31,01 | 22,64 | 22,56 | 22,50 |
| 8 | 30,20 | 22,67 | 22,69 | 22,51 |
| 9 | 30,08 | 22,77 | 22,71 | 22,64 |
| 10 | 31,58 | 23,58 | 23,20 | 22,94 |
| 11 | 30,91 | 23,37 | 23,11 | 22,87 |
| 12 | 30,22 | 23,18 | 23,05 | 22,74 |

Nos resultados das tabelas 3 e 4 pode-se notar que houve pouca variação nas massas entre os dias 1 a 3. Esse resultado sugere fortemente que grande parte da água presente nos grãos é eliminada logo nas primeiras 24 horas.

De acordo com TRINDADE (2013), os fenômenos de transferência de calor, remoção de umidade e alterações de dimensões, cor, sabor, resistência mecânica e outros, envolvidos em uma operação de secagem são complexos. Esse processo é controlado, principalmente, pelas condições internas do sólido.

Com os dados de massa inicial e massa final após três dias de secagem, foram calculadas as umidades em base seca $U(B.S.)$ e em base úmida $U(B.U.)$, conforme equações abaixo:

$$U(B.S.) = \frac{mt - ms}{ms} \quad U(B.U.) = \frac{mt - ms}{mt}$$

Sendo, U= Umidade; B.S = Base seca; B.U= Base úmida; mt= massa do sólido úmido; ms= massa do sólido seco.

A eficiência do sistema de umidificação pode ser também vista através dos resultados dos teores de umidade em bases seca e úmida das amostras de soja tratadas no sistema de umidificação. As tabelas 5 e 6 mostram esses valores.

Tabela 5 - Teores iniciais de umidade em bases seca e úmida para secagens à 60°C.

| Experimento | Umidade B.S | Umidade B.U |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 36,26% | 26,61% |
| 2 | 34,22% | 25,50% |
| 3 | 30,45% | 23,34% |
| 4 | 34,60% | 25,70% |
| 5 | 33,56% | 25,13% |
| 6 | 32,47% | 24,51% |

Tabela 6 - Teores iniciais de umidade em bases seca e úmida para secagens à 80°C.

| Experimento | Unidade B.S | Unidade B.U |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| 7 | 37,76% | 27,44% |
| 8 | 34,16% | 25,46% |
| 9 | 32,86% | 24,73% |
| 10 | 37,66% | 27,35% |
| 11 | 35,15% | 26,01% |
| 12 | 32,89% | 24,75% |

Sabendo-se que o teor de umidade das amostras antes de serem inseridas no sistema de umidificação foi de 10,32% em base seca (B. S) e de 9,36% em base úmida (B. U), pode-se notar que houve aumento no teor de água em cerca de três vezes mais na soja em todos os tratamentos de umidificação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aparato de umidificação desenvolvido com materiais de baixo custo mostrou-se bastante eficiente para incorporar umidade nos grãos de soja. Os resultados indicaram que, apesar do sistema carecer de uma melhor vedação, houve aumento de três vezes mais na quantidade de água de todas as amostras de soja inseridas no aparato.

Os dados obtidos nos experimentos realizados no secador indicaram que grande parte da água presente nos grãos de soja é eliminada logo nas primeiras 24 horas nas temperaturas de secagem testadas.

REFERÊNCIAS

ATHIÉ, I.; CASTRO, M. F. P. M.; GOMES, R. A. R.; VALENTINI, S. R. T. **Conservação de grãos**. Campinas, Fundação Cargill, 1998. 236p. apud CARNEIRO, Luciana Maria Terra Alves. **Antecipação da colheita, secagem e armazenagem na manutenção de qualidade de grãos e sementes de trigo comum e duro**. (Tese de doutorado). 125 f. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2003.

BIAGI, J. D.; VALENTINI, S. R. de T. Secagem de produtos agrícolas. In: CORTEZ, L. A. B. & MAGALHÃES, P. S. G.(coordenadores) **Introdução a Engenharia Agrícola**. 2ed. Campinas, UNICAMP. p.245-246. 1992. apud CARNEIRO, Luciana Maria Terra Alves. **Antecipação da colheita, secagem e armazenagem na manutenção de qualidade de grãos e sementes de trigo comum e duro**. (Tese de doutorado). 125 f. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2003.

COMPÊNDIO DE ESTUDOS CONAB / COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A Produtividade da Soja: Análise e Perspectivas**, Brasília: Conab, 2016. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 23 set. de 2019.

PACHECO, Cláudio Roberto de Freitas. Conceitos básicos de secagem: Capítulo 1. **Curso de Especialização em Papel em Celulose**.

TRINDADE, Marcelo da Silva. **Secagem de soja em camada espessa: modelagem matemática e simulação numérica**. 110f. (Dissertação de mestrado) Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI. Ijuí, 2013.