

**SECAGEM ESTACIONÁRIA DE GRÃOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merr.) (Fabales: Fabaceae) COM USO DE GLP (GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO) EM DUAS ALTURAS DE CAMADA**

Edar Ferrari Filho<sup>1</sup>, Luidi Eric Guimarães Antunes<sup>1</sup>, Roberto Gottardi<sup>1</sup>, Rafael Gomes Dionello<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, Faculdade de Agronomia, Departamento de Fitossanidade, Bairro Agronomia, CEP.: 91540-000, Porto Alegre – RS. E-mails: edarff@gmail.com; luidieric.antunes@gmail.com; r.gottardi@yahoo.com.br; rafldionello@hotmail.com.

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi estudar a evolução física do processo de secagem estacionária de grãos de soja em silos secadores e avaliar o desempenho de um silo secador estacionário, para a secagem de grãos de soja em duas distintas alturas de camada (1,0 e 1,5 m), e estabelecer parâmetros econômicos de consumo e custo final de GLP (gás liquefeito de petróleo). Amostras foram retiradas a cada 60 minutos e acompanharam-se os parâmetros de temperatura do ar de secagem e da massa de grãos, umidade dos grãos e taxa de secagem. Para os resultados de consumo de GLP, foram calculados o consumo total (kg/t seca); horário (kg/hora) e unitário (kg/%/t seca) e para os resultados de custos com GLP, foram calculados o custo total (R\$/t seca); horário (R\$/hora) e unitário (R\$/saco 60 kg). O tempo de secagem foi o dobro quando se usou altura de camada de 1,5 m. A taxa de secagem foi duas vezes maior quando a secagem realizou-se com altura de camada de 1,0 m. A secagem de soja em altura de camada 1,0 m apresenta valores de consumo total, consumo unitário, custo total e custo unitário inferiores à secagem realizada com altura de 1,5 m. O consumo horário e o custo horário foram estatisticamente iguais para as duas alturas de camada estudadas.

**Palavras-chave:** soja, GLP, silo secador, custos

**STATIONARY DRYING OF SOYBEANS (*Glycine max* (L.) Merr.) (FABALES:FABACEAE) USING LPG (LIQUEFIED PETROLEUM GAS) AT TWO-LAYER HEIGHTS**

**ABSTRACT**

The objective of the present work was to evaluate the physical evolution of the stationary drying process of soybeans in drying silos and to evaluate the performance of a stationary silo dryer to dry soybeans at two different layer heights (1.0 and 1.5 m), and establish economic parameters for consumption and final cost of LPG (liquefied petroleum gas) as well. Samples were taken every 60 minutes and the parameters of the drying air temperature and grain yield, grain moisture and drying rate were determined. For the results of LPG consumption, the intakes were calculated as total LPG consumption (kg/dried ton), time (kg/hour) and unitarian (kg/%/t dried t) and the results of LPG costs were calculated as total cost (R\$/ dried t), time (R\$/hour) and unitarian (R\$/60 kg bag). The drying time was double when 1.5 m high layer was used. The drying rate was two times higher when the drying was carried out with a layer height of 1.0 m. The drying of soybeans height of 1.0 m layer indicates values of total consumption, unit

consumption, total cost and unit costs below the drying performed with a layer height of 1.5 m. Fuel consumption and costs per hour were statistically identical for both evaluated layer heights.

**Key words:** soybean, LPG, silo dryer, costs

## INTRODUÇÃO

A soja é o grão mais produzido no país, sendo que na safra passada (2009/2010), a produção total da cultura foi de aproximadamente 68,68 milhões de toneladas. Estima-se que esse valor será superado na safra 2010/2011, onde as estimativas em março de 2011, já apontam para uma produção de aproximadamente 70,29 milhões de toneladas, superando em aproximadamente 2,3% a produção de soja colhida na safra anterior (Conab, 2011). Segundo Van Arsdel & Copley (1964), citados por Vergara *et al.* (1997), a secagem pode ser considerada como uma das mais importantes e mais freqüentes operações unitárias aplicadas em todos os setores de produção de produtos sólidos, objetivando, por meio da retirada de água, o controle de microorganismos e de alterações físico-químicas, redução dos custos relacionados à embalagem, manipulação, transporte e armazenamento da produção, pela redução de seu peso e de seu volume.

No Brasil, os pesquisadores têm dedicado grande atenção, nos últimos anos, à secagem estacionária de soja, devido a uma constante profissionalização do setor envolvido com a pós-colheita de grãos. As pesquisas têm gerado novas tecnologias que podem ser implantadas junto à classe de produtores com baixo capital de investimento. O método estacionário é caracterizado pela passagem forçada do ar, em fluxo axial ou radial, através de u'a massa de grãos que permanece parada no compartimento de secagem (Elias & Oliveira, 2009).

A fonte de calor mais usada para a secagem de grãos no Brasil é a lenha, o que segundo Berti *et al.* (2005) apresenta diversos inconvenientes, como o desmatamento, danos ao meio ambiente e resíduos de sua queima que podem depreciar o produto. Outro fator importante, é que na secagem com lenha existe maior variação na temperatura do ar de secagem, diferentemente de quando se utiliza o GLP (gás liquefeito de petróleo) que proporciona uma secagem mais homogênea (Lopes *et al.*, 2001). Os mesmos autores ainda citam como vantagens da secagem de grãos com utilização de GLP as seguintes: não ocorre derramamento de combustível, por se tratar de um gás, favorecendo a limpeza e não contaminando o local de trabalho; não existe formação de fagulhas, que favoreçam o risco de incêndio nos secadores; não há deposição de fumaça de partículas (fumaça e fuligem) sobre os produtos, o que levaria a produtos de pior qualidade; além do aumento da vida útil dos secadores, pela ausência de enxofre nos gases da combustão, que é corrosivo e afeta as estruturas dos secadores.

A literatura especializada registra estudos em secagem estacionária, com grãos de milho (Portella & Eichelberger, 2001), trigo (Portella & Eichelberger, 2002) e arroz (Elias, 2007), mas não apresenta trabalhos com secagem estacionária de soja. Este trabalho teve como objetivo estudar a evolução física do processo de secagem estacionária de grãos de soja em silos secadores, avaliar o desempenho de um silo secador estacionário, usando-se gás liquefeito de petróleo (GLP) como fonte de calor para a secagem de grãos de soja em duas alturas de camada (1,0 e 1,5 m) e

estabelecer parâmetros econômicos de consumo e custo final.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de soja cultivados na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, em Eldorado do Sul, RS, na safra agrícola 2009/2010, em uma área de 5 ha. Os grãos foram colhidos, com umidade de 16,73%, sendo posteriormente limpos em máquina de ar e peneiras planas, para retirada de impurezas, grãos quebrados e matérias estranhas. Em seguida, divididos em 2 tratamentos de secagem ( $S_1$  e  $S_2$ ), sendo os mesmos secos até teor de água de aproximadamente 12% em b.u, distribuídos da seguinte forma:

$S_1$  - Secagem estacionária, em silo secador de concreto armado, com ar natural e ar aquecido utilizando GLP, com altura de camada de 1,0 m.

$S_2$  - Secagem estacionária, em silo secador de concreto armado, com ar natural e ar aquecido utilizando GLP, com altura de camada de 1,5 m.

Foram secos 6,1 sacos de soja para altura de camada de 1,0 m e 9,2 sacos na altura de camada de 1,5 m, sendo três repetições por tratamento.

Durante as operações de secagem, foi feito o acompanhamento da umidade dos grãos com determinador dielétrico (GEOLE), previamente calibrado pelo método da estufa, sendo retiradas amostras em intervalos de tempo de 60 minutos até o final da secagem, quando os grãos atingiram 12% de umidade. Foram coletadas amostras com calorímetro nas alturas de 0,5 e 1,0 m na secagem com camada de 1,0 m e 0,5; 1,0 e 1,5 m na secagem com camada de 1,5 m. Ao final das operações as determinações de umidade foram feitas em estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  (Brasil, 2009).

A temperatura do ar de secagem foi medida com termômetro de mercúrio, com escala de  $0,5^\circ\text{C}$ , sendo o mesmo posicionado nas alturas de 0; 0,5 e 1,0 m na secagem com 1,0 m de camada e 0; 0,5; 1,0 e 1,5 m na secagem com 1,5 m de camada. A velocidade do ar de secagem foi medida na entrada do ventilador, utilizando-se anemômetro de pás rotativas. Para medir o consumo de gás foi utilizado um medidor de vazão de gás em  $\text{m}^3$ , da marca LAO, modelo G1, posicionado antes do queimador, onde foram coletados dados de hora em hora, até o final da secagem. A temperatura da massa de grãos foi medida nas mesmas alturas, exceto na entrada do secador, em que foi avaliada a temperatura dos grãos, retirando-se as amostras, colocando-as em copos plásticos e após 3 minutos lidos os resultados, com termômetro de mercúrio, com escala de  $0,5^\circ\text{C}$ .

Foram determinadas as curvas de secagem, com base na coleta de dados de temperatura do ar, umidade e temperatura dos grãos durante a secagem. Também foi calculada a velocidade ou taxa de secagem para as duas alturas, pela diferença entre a umidade inicial e a final, dividida pelo tempo total de secagem.

O consumo de gás foi medido em  $\text{m}^3$ , e para calcular os valores gastos totais, usou-se as seguintes deduções:

$1 \text{ m}^3$  de GLP = 2,5 kg de GLP (Supergasbras, 2010)

$1 \text{ kg}$  de GLP = R\$ 2,50 ou US\$ 1,75 (em dezembro de 2010) (Supergasbras, 2010)

Para os cálculos de consumo de GLP, foram utilizadas as seguintes equações:

Consumo total (kg/t seca) = o consumo total foi obtido dividindo-se o consumo efetivo pelo peso dos grãos após secagem.

Consumo horário (kg/hora) = obtido mediante a divisão do consumo total efetivo pelo número efetivo de horas de duração da secagem.

Consumo unitário (kg/%/t seca) = obtido dividindo-se o consumo total pelo percentual de água retirado e pelo peso final de grãos secos.

Para os cálculos de custos de GLP, foram utilizadas as seguintes equações, considerando-se o preço de R\$ 2,50/kg de GLP ou US\$ 1,75, em dezembro de 2010 (Supergasbras, 2010)

Custo total (R\$/t seca) = obtido a partir do consumo total de GLP (kg/t seca), ao preço de R\$ 2,50/kg.

Custo horário (R\$/hora) = obtido a partir do consumo horário de GLP (kg/hora), ao preço de R\$ 2,50/kg.

Custo unitário (R\$/saco 60 kg) = obtido a partir do consumo total de GLP (kg/t seca), ao preço de R\$ 2,50/kg, dividindo-se por unidade de 60 kg.

O experimento foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e regressão. As médias dos tratamentos foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Para os resultados de umidade foram realizadas análises de regressão testando-se os modelos linear, exponencial e polinomial, sendo selecionado o melhor modelo em função do  $R^2$ . A avaliação estatística dos resultados do experimento foi realizada por meio do aplicativo computacional estatístico *BioEstat 5.0* (Ayres *et al.*, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a seguir (Tabela 1; Figuras 1 e 2) são referentes aos dados coletados de 2 em 2 horas, sendo que durante a realização do experimento foram coletados de hora em hora. Foi utilizada velocidade do ar de  $14,6 \text{ m.s}^{-1}$  e  $14,9 \text{ m.s}^{-1}$ , respectivamente para alturas de camada de 1,0 e 1,5 m. Os resultados médios da temperatura da massa de grãos na secagem

com altura de camada de 1,0 m foram de 21 e 19 °C, respectivamente, nas alturas de 0,5 e 1,0 m. Os resultados médios da temperatura da massa de grãos na secagem com altura de camada de 1,5 m foram de 24, 21 e 19 °C, respectivamente, nas alturas de 0,5, 1,0 e 1,5 m. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Miranda *et al.* (1999) trabalhando com secagem de sementes de soja em secador estacionário e Berti *et al.* (2005) trabalhando com secagem estacionária de sementes de trigo com uso de GLP.

Registrou-se (Tabela 1) a variação da temperatura (°C), durante a secagem estacionária em silo secador de grãos de soja com espessura de camada de 1,0 m e 1,5 m, nas diferentes alturas avaliadas.

Pode-se observar que ocorreu uma variação da temperatura do ar de secagem, à medida que a altura de camada aumentou, acarretando uma redução da temperatura, apresentando sempre valores de maior temperatura na entrada do ar de secagem, nos silos secadores (Tabela 1). Os valores médios das temperaturas do ar de secagem foram de 33, 23 e 20 °C, respectivamente para as alturas de entrada do ar, 0,5 e 1,0 m, na secagem realizada com altura de camada de 1,0 m. Os valores médios das temperaturas do ar de secagem foram 35, 27, 22 e 21 °C, respectivamente para as alturas de entrada do ar, 0,5, 1,0 e 1,5 m, na secagem realizada com altura de camada de 1,5 m. Esses resultados demonstram o deslocamento da frente de secagem para cima. Também se pode notar que existe uma tendência de aumento da temperatura em relação ao valor inicial, em todas as camadas durante a secagem, tendendo a se igualar ao final da secagem. Os gradientes médios de temperatura do ar de secagem foram de 13 e 14 °C, respectivamente para a secagem em alturas de camada de 1,0 e 1,5 m, valores estes obtidos da diferença entre o ar de entrada e o de saída do secador. Como a secagem ocorre em fluxo ascendente,

“transportando” a umidade de baixo para cima, existe uma tendência da temperatura se reduzir à medida que esta umidade sobe através da massa de grãos, fenômeno este conhecido como frente de secagem.

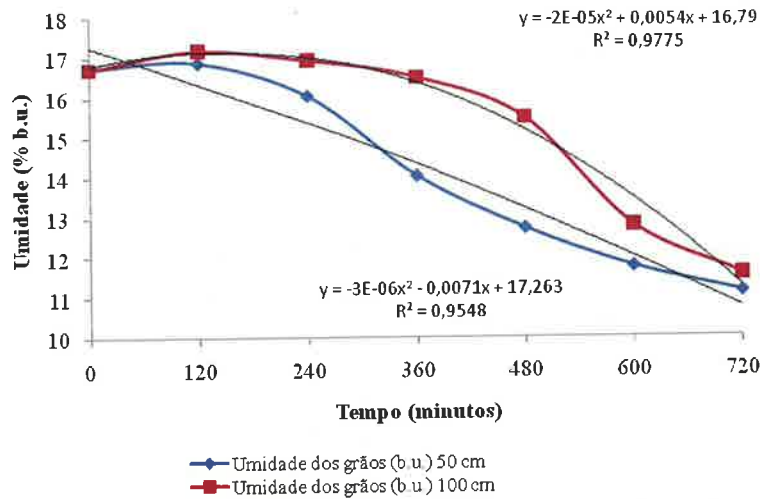
Diversos autores observaram a formação de gradientes de temperatura entre as camadas inferiores e superiores (Pasin, 1991; Portella & Eichelberger, 2001; Portella & Eichelberger, 2002). O grão é considerado um mau condutor de calor, por isto a condução de calor através das camadas

ocorre de forma lenta, não conseguindo igualar-se ao final da secagem. Pasin (1991) em um trabalho com sementes de soja em sistema estacionário constatou gradientes de temperatura de até 15 °C, entre a entrada e a saída do ar de secagem.

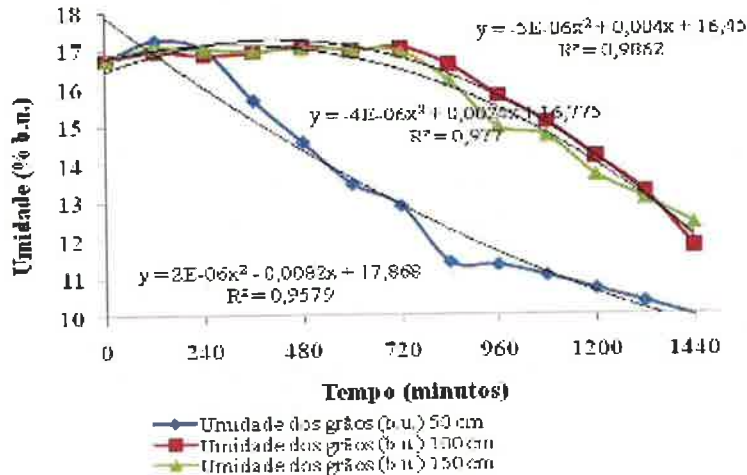
Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as curvas de umidade obtidas para as diferentes alturas de camada de 1,0 m e 1,5 m, na secagem estacionária em silos-secadores de grãos de soja.

**Tabela 1.** Variação da temperatura do ar de secagem (°C) durante a secagem estacionária em silo secador de grãos de soja com espessura de camada de 1,0 e 1,5 m, em diferentes alturas.

Tempo	Temperatura do ar de secagem						
	Secagem 1,0 m			Secagem 1,5 m			
	Entrada	0,5 m	1,0 m	Entrada	0,5 m	1,0 m	1,5 m
120	36	19	19	29	19	17	17
240	37	23	19	29	21	18	17
360	33	25	18	32	22	18	18
480	33	25	21	37	22	19	19
600	31	24	21	40	29	22	22
720	29	24	23	40	31	22	22
840	-	-	-	38	29	23	21
960	-	-	-	35	30	25	21
1080	-	-	-	35	29	25	22
1200	-	-	-	37	30	26	22
1320	-	-	-	37	30	27	24
1440	-	-	-	37	31	28	25



**Figura 1.** Variação da umidade (% b.u.), equação polinomial e  $R^2$ , durante a secagem estacionária em silo secador de grãos de soja com espessura de camada de 1,0 m, em 2 alturas.



**Figura 2.** Variação da umidade (% b.u.), equação polinomial e  $R^2$ , durante a secagem estacionária em silo secador de grãos de soja com espessura de camada de 1,5 m, em 3 alturas.

Pode-se perceber (Figuras 1 e 2) que o melhor modelo testado foi o polinomial, apresentando  $R^2$  superiores a 0,95. Também se pode visualizar que na camada superior,

inicialmente, houve aumento da umidade, devido ao deslocamento da frente de secagem, ou seja, migração da umidade das camadas inferiores para as superiores.

Conforme Brooker *et al.* (1974) isto ocorre devido à condensação provocada pela passagem do ar úmido pelas camadas com temperaturas mais baixas. Resultados estes também observados por outros autores (Pasin, 1991; Portella & Eichelberger, 2001).

Quando os grãos foram secos com altura de camada de 1,0 m, obteve-se uma secagem mais uniforme entre as camadas ao final da operação, tendendo a um equilíbrio entre a umidade nas duas camadas, sendo que a umidade ao final da operação foi de 11,11 e 11,55%, respectivamente, para as alturas de 0,5 e 1,0 m. Quando a secagem foi realizada com altura de camada de 1,5 m, houve maior desuniformidade entre a umidade nas camadas ao final da secagem, sendo que a umidade ao final da operação foi de 9,96, 11,8 e 12,4% em b.u., respectivamente, para os grãos secos com altura de camada de 0,5, 1,0 e 1,5 m, apresentando maiores gradientes de umidade entre as camadas quando comparada à secagem em altura de 1,0 m. Isto pode levar a uma super secagem das camadas mais próximas a fonte de aquecimento. Conforme Brooker *et al.* (1974); Pasin (1991); Miranda *et al.* (1999), este gradiente de umidade é

reduzido quanto menor for a temperatura do ar e a altura da camada de grãos.

A umidade final destes grãos após equilíbrio das camadas foi de 11,11 e 11,55%, respectivamente para as secagens em 1,0 e 1,5 m. O tempo de secagem foi inferior quando se utilizou camada menos espessa (1,0 m), sendo estes de 12 e 24 horas, respectivamente, para secagem em altura de 1,0 e 1,5 m.

A taxa de secagem foi de 0,45 e 0,22 pph<sup>-1</sup>, respectivamente, para a secagem com alturas de 1,0 m e 1,50 m. A taxa de secagem é duplicada quando se utiliza altura de camada menor. Pasin (1991) obteve 0,41 pph<sup>-1</sup> (15,5-12,5%, utilizando ar a 42 °C), quando trabalhou com secagem estacionária em silo secador de sementes de soja. Ahrens & Lollato (1997) estudando a secagem de sementes de feijão obtiveram velocidade de secagem de 0,4 pph<sup>-1</sup>, usando temperatura de 35 °C.

Anotou-se (Tabela 2) os resultados para o consumo e custo de GLP obtidos na secagem de grãos de soja em silos secadores, em duas alturas de camada, 1,0 e 1,5 m.

**Tabela 2.** Avaliação do consumo e do custo, total, horário e unitário de gás liquefeito de petróleo na secagem estacionária de grãos de soja em duas alturas de camada de grãos (1,0 e 1,5 m).

Tratamento	Consumo de GLP			Custo de GLP <sup>2</sup>		
	Total (kg/t seca)	Horário (kg/hora)	Unitário (kg/%/t seca)	Total (R\$/t seca)	Horário (R\$/hora)	Unitário (R\$/saco 60 kg)
1,0 m	44,8 B	1,4 A	8,3 B	112,1 B	3,4 A	6,7 B
1,5 m	55,4 A	1,3 A	10,4 A	138,4 A	3,2 A	8,3 A
CV(%) <sup>3</sup>	11,5	7,5	12,1	-	-	-
EPM <sup>4</sup>	0,34	0,09	0,21	-	-	-

<sup>1</sup> – Os valores representam a média aritmética simples de 3 repetições. Médias acompanhadas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. <sup>2</sup> – R\$ 2,50/kg de gás, dezembro/2010. <sup>3</sup> – Coeficiente de variação em percentagem. <sup>4</sup> – Erro padrão da média.

Pode-se observar (Tabela 2) que o consumo total, o consumo unitário, o custo total e o custo unitário foram

estatisticamente superiores na secagem em altura de camada de 1,5 m. O consumo horário e o custo horário foram

estatisticamente iguais para as duas secagens.

Em um trabalho de secagem estacionária de grãos de milho com uso de GLP, colhidos com umidade de 19,5% e secos até 15,62%, em temperatura do ar de secagem de 40 °C, avaliando consumo e custo de GLP, Portella & Eichelberger (2001) obtiveram como resultados para consumo de GLP total 4,28 kg/t seca, horário 0,73 kg/hora e consumo unitário de 0,86 kg/%/t seca, valores estes inferiores aos obtidos neste trabalho. Porém, a secagem de milho durou um tempo total de 7,7 horas, pois a secagem foi realizada em uma faixa de umidade onde a saída de água é mais facilitada, do que no experimento com soja, ou seja, é mais fácil secar de 19,5 para 15,62%, do que secar de 16,73 para 11%. A taxa de secagem obtida pelos mesmos autores foi de 0,65 pph<sup>-1</sup>, enquanto a obtida neste trabalho com soja na menor altura foi de 0,45 pph<sup>-1</sup>. Em umidades mais baixas, portanto, é mais difícil de ser retirada esta água dos grãos. Segundo a classificação de Puzzi (2000), a água no interior do grão se apresenta sob três formas: livre, adsorvida e combinada. A água livre é suportada pelas moléculas responsáveis pela fixação da estrutura orgânica, entre os espaços intercelulares. Ela se evapora facilmente pela ação do calor. A água adsorvida, na sua maior parte, está associada às substâncias adsorventes do material sólido, presa pelo sistema de atração molecular. A água combinada, denominada água de constituição, é parte da estrutura química, presa aos componentes do grão e integra as estruturas de reserva. No processo de secagem é retirada a água livre, e à medida que esta diminui no grão, o processo é decrescente. Conforme Silva (2000), a secagem ocorre com taxa decrescente, reduzindo esta taxa à medida que a água é retirada dos grãos ao longo do tempo de desidratação.

Portella & Martins (2001), estudando a secagem de trigo em condições estacionárias, utilizando GLP como combustível, com umidade inicial de 20%, em temperatura do ar de secagem de 40 °C, obtiveram como resultados de taxa de secagem, 0,71 pph<sup>-1</sup>, valores superiores aos encontrados neste trabalho, sugerindo que a secagem de soja é mais lenta do que a de trigo e milho, em condições semelhantes. O consumo de GLP horário foi de 0,89, valores inferiores aos obtidos neste trabalho.

## CONCLUSÕES

A taxa de secagem de grãos de soja é duas vezes maior quando se trabalha com altura de camada de 1,0 m. Os gradientes de umidade são maiores ao final da secagem, quando realizada com altura de camada de 1,5 m. A secagem de soja em altura de camada 1,0 m apresenta valores de consumo total, consumo unitário, custo total e custo unitário inferiores à secagem realizada com altura de 1,5 m. Para redução de consumo e custos na secagem de grãos de soja, recomenda-se um redimensionamento no equipamento queimador de GLP, que está projetado para funcionar com 15.000 Kcal. Atualmente existem queimadores mais econômicos que funcionam com 5.000 Kcal.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a Supergasbrás pelo auxílio na execução deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRENS, D.C.; LOLLATO, M.A. 1997. Eficiência de secadores estacionários de fluxo radial e intermitente rápido: efeitos sobre a qualidade de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 19, p. 28-33.



- AYRES, M.; AYRES, J.M.; SANTOS, A.A. 2007. Aplicações Estatísticas em Ciências Bio-Médicas - **BioEstat 5.0**. Ong Mamimarua, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- BERTI, M.; AHRENS, D.C.; BEUSSO, D.R. 2005. Secagem estacionária de sementes de trigo com utilização de gás liquefeito de petróleo. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, p.81-86.
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) – DAS. 2009. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 399 p.
- BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. 1974. Drying cereal grains. **Westport: AVI**, 265 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2011. **Indicadores da agropecuária**. Brasília: Conab [on line]. Disponível em: <http://www.conab.org.br>. Acesso em: 11 mar. 2011.
- ELIAS, M.C. 2007. **Pós-Colheita de Arroz: Secagem, Armazenamento e Qualidade**. Pelotas: Ed. UFPEL. 422 p.
- ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M. 2009. **Aspectos Tecnológicos e Legais na Formação de Auditores Técnicos do Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras**. Editora Santa Cruz. Pelotas, RS. 430 p.
- MIRANDA, L.C.; SILVA, W.R.; CAVARIANI, C. 1999. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p. 2097-2108.
- PASIN, N.H. 1991. Secagem estática de sementes de soja. **Informativo Abrates**, Londrina, v.2, p.33-39.
- PORTELLA, J.A.; EICHELBERGER, L. 2001. **Uso de gás liquefeito de petróleo na secagem estacionária de milho em secador de leito fixo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 4 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico On-line, 64). Disponível: [www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_ci64.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_ci64.htm) Acesso em 18 dez. 2010.
- PORTELLA, J.A.; EICHELBERGER, L. 2002. **Parâmetros para Secagem de Trigo em Secador Estacionário, usando Gás Liquefeito de Petróleo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 8 p. html. (Embrapa Trigo. Circular Técnica On-line, 10). Disponível em : [www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_ci10.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_ci10.htm) Acesso em 19 dez. 2010.
- PORTELLA, J.A.; MARTINS, R.R. 2001. Gás na Secagem. GLP é nova fonte de energia para secadores de leito fixo; ideal para pequenas propriedades. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, v. 31, p. 36-37.
- PUZZI, D. 2000. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Ed. atualizada. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 666 p.
- SILVA, J.S. 2000. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 1.ed., Viçosa: Aprenda Fácil, 502 p.
- SUPERGASBRAS, Características do gás LP. 2010. Disponível em: [www.supergasbras.com.br](http://www.supergasbras.com.br). Acesso em: 15 dez. 2010.
- VERGARA, F.; AMÉZAGA, E., BÁRCENAS, M.E.; WELTI, J. 1997. Analysis of the drying processes of osmotically dehydrated apple using the characteristic curve model. **Drying Technology**, v. 15, p. 949-963.