

EFEITO DO USO DE EXAUSTORES EÓLICOS NA PERDA DE MASSA E NO CUSTO DO ARMAZENAMENTO DE GRÃOS DE SOJA EM ESCALA REAL

KELLISON KESLEN SANTOS FELICIANO¹; MIREGE ROBAINA VIVIAM²;
VERÔNICA DE OLIVEIRA GARCIA³; LARISSA ALVES RODRIGUES⁴; LÁZARO
COSTA CORRÊA CAÑIZARES⁵ MAURÍCIO DE OLIVEIRA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – kellisonagro@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – vivimirege@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – vogarcia17@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – larissaalvesralf@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – lazarocoosta@hotmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas - oliveira.mauricio@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os grãos são organismos vivos e por isso possuem o metabolismo ativo ainda nas etapas de pós-colheita. Nessas etapas, fatores como temperatura de secagem, temperatura do ar e umidade dos grãos no armazenamento afetam as propriedades físico-químicas e tecnológicas dos grãos de soja, originando mudanças em compostos antioxidantes e nas propriedades do isolado protéico da soja (CORADI et al., 2020a; FERREIRA et al., 2019; ZIEGLER et al., 2016a; ZIEGLER et al., 2018).

Em escala real, os grãos de soja são armazenados em silos metálicos ou armazéns. Essas estruturas devem possuir um sistema de aeração que é responsável por manter, uniformizar e/ou reduzir a temperatura da massa de grãos durante o armazenamento, auxiliando na manutenção da qualidade dos grãos (CORADI et al., 2020b). Para o correto armazenamento e controle térmico e associado aos sistemas de aeração é recomendado o uso exaustores eólicos (ELIAS et al. 2018) A aeração é realizada por meio de ventiladores que insuflam ar natural ou refrigerado na massa de grãos (SILVA et al., 2014). A temperatura da massa de grãos pode aumentar durante o armazenamento devido ao processo metabólico dos grãos, que será maior quanto maior for a temperatura de armazenamento. Quando se reduz a temperatura, seja por aeração de ar natural ou refrigerado, o calor liberado na respiração é removido da massa de grãos e a temperatura é reduzida (CORADI et al., 2020b; SILVA et al., 2014). No entanto, aerar os grãos resulta em um aumento do consumo de energia durante o armazenamento.

Sendo assim, o objetivo foi avaliar efeitos do sistema de exaustão eólico (com e sem iluminação natural) durante o armazenamento de soja (0, 3 e 6 meses) sobre o custo energético, dados de termometria, perda de massa durante o armazenamento.

2. METODOLOGIA

Os grãos de soja foram cultivados em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. Após a colheita os grãos foram secos a umidade próxima a 13,5% e armazenados em silos metálicos na Cotrijal Cooperativa Agropecuária e Industrial, Unidade Valinhos, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. Para o armazenamento foram utilizados três silos metálicos com capacidade para 4,5 t de soja.

Conforme ilustrado no esquema da Figura 1, um silo não foi equipado com sistema de exaustão (Figura 1A), outro silo foi equipado com 6 exaustores (CRA60DHP lux, Cycloar, Curitiba, Brazil) que permitem a entrada de luz natural no interior do silo (Figura 1B) e outro silo foi equipado com 6 exaustores (CRA60DHP, Cycloar, Curitiba, Brazil) que não permitem a entrada de luz natural (Figura 1C).

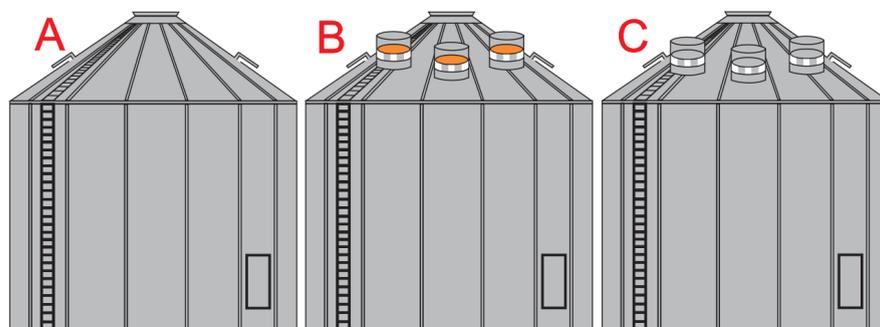


Figura 1. Silo sem exaustão (A), silo com exaustão e com luz natural (B) e silo com exaustão apenas (C).

O teor de umidade (%) foi determinado segundo as normas da ASAE (2000), em estufa a 105 °C por 24 h. Durante o armazenamento foi mensurado o tempo total de aeração dos grãos (h). Os ventiladores de aeração foram ligados sempre que foi necessário reduzir e uniformizar a temperatura dentro dos silos. Foi calculado o consumo de energia elétrica com aeração em cada um dos silos avaliados. A perda de massa (t) durante o armazenamento foi calculada pela Eq1.

$$PM = MI - ((100 - UI)/(100 - UF)) * MI$$

Onde PM = Perda de massa (t); MI = Massa inicial de grãos (t); UI = Teor de umidade inicial (%); e UF = Grau de umidade final (%).

Os silos foram equipados com um sistema de termometria composto por 32 sensores de temperatura espalhados uniformemente pela massa de grão. Durante o armazenamento foi realizado o monitoramento da temperatura dos grãos (°C).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de umidade dos grãos, a perda de massa, o tempo de aeração e o consumo energético durante o armazenamento estão apresentados na Tabela 1. Ao longo do armazenamento ocorreu a redução do grau de umidade dos grãos independente do silo em que foram armazenados. Quando comparado aos silos, a soja armazenada no silo sem exaustão apresentou maior redução do teor de umidade ao longo do armazenamento. Além disso, foi observada a redução da massa de grãos em todos os silos e essa redução foi maior no silo sem exaustão.

Tabela 1. Grau de umidade, tempo de aeração e consumo de energia da soja armazenada por 0, 3 e 6 meses em diferentes silos

Tempo de armazenamento	Silo		
	Sem exaustão	Exaustão e iluminação	Exaustão sem iluminação
		<i>Umidade (%)</i>	
Inicial (0 mês)	13.36	13.44	13.61
3 meses	11.35	12.41	12.51
6 meses	11.29	12.02	12.17

<i>Perda de massa (t)</i>			
Inicial (0 mês)	-	-	-
3 meses	102.03	52.92	56.58
6 meses	2.97	19.71	17.21
Total	105.00	72.63	73.79
<i>Tempo de aeração (h)</i>			
Inicial (0 mês)	-	-	-
3 meses	191	115	112
6 meses	0	37	51
Total	191	152	163
<i>Consumo energético (kW)</i>			
Inicial (0 mês)	-	-	-
3 meses	9550	5750	5600
6 meses	0	1850	2550
Total	9550	7600	8150

Na Figura 2 é apresentado o perfil de temperatura no interior dos silos em 1, 2 e 3 meses de armazenamento. Apenas nos primeiros 3 meses de armazenamento foram detectadas elevações na temperatura de armazenamento, como pode ser observado nas Figuras 2A, 2B, 2D e 2G, nos pontos em vermelho nos esquemas apresentados. No silo sem exaustão foi necessária aeração periódica nos primeiros 3 meses de armazenamento para que a temperatura da massa de grãos fosse uniformizada e reduzida. No silo com exaustão e com luz natural, a temperatura da massa de grãos foi uniformizada e reduzida no primeiro mês de armazenamento e no silo com exaustão e sem luz natural, não foram constatados pontos de aquecimento da massa de grãos. Após o terceiro mês de armazenamento não foi observado elevação da temperatura no interior dos silos.

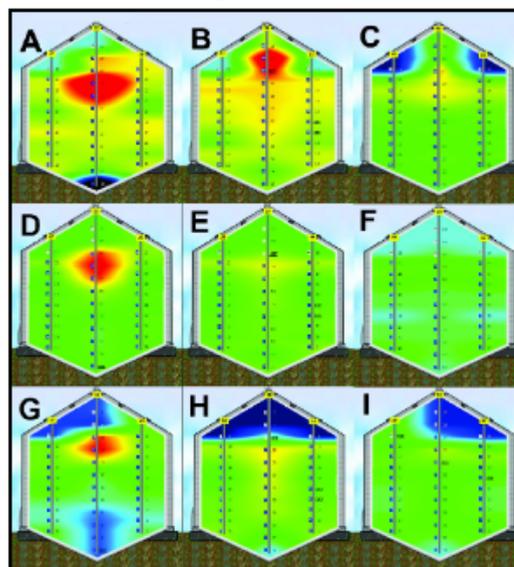


Figura 2. Ilustração da temperatura da massa de grãos durante os primeiros 3 meses de armazenamento. 1 mês de armazenamento – silo sem exaustão (A), silo com exaustão e luz (B), silo com exaustão (C). 2 meses de armazenamento – silo sem exaustão (D), silo com exaustão e luz (E), silo com exaustão (F). 3 meses de armazenamento – silo sem exaustão (G), silo com exaustão e luz (H) e silo com exaustão (I).

Durante os três primeiros meses de armazenamento foi observado maiores tempos de aeração e consumo de energia, sendo que esses valores foram maiores no silo sem exaustão (Tabela 1). Nesse silo, a temperatura da massa de

grãos foi uniformizada e reduzida com 191 h de aeração e não foi necessário ligar os ventiladores nos 3 meses finais de armazenamento.

Nos dois silos com exaustão, o tempo de aeração foi menor nos primeiros 3 meses de armazenamento. No entanto, nos 3 meses finais de armazenamento foram necessárias 37 e 51 h de aeração no silo com iluminação e no silo sem iluminação, respectivamente. Nesse período final de armazenamento, a aeração desses silos foi acionada apenas de forma preventiva, para evitar a elevação da temperatura da massa de grãos armazenada. Mesmo com esse acionamento dos ventiladores nos 3 meses finais de armazenamento, os silos com exaustão apresentaram menor tempo de aeração total (152 e 163 h) e menor consumo de energia total (4560 e 4890 kW), em relação ao silo sem exaustores (191 h e 5730 kW) (Tabela 1).

4. CONCLUSÕES

A utilização do sistema de exaustão nos silos reduz o tempo de aeração e o consumo energético, além de se evitar uma perda da massa de grãos. Um maior tempo de aeração é necessário em silos sem exaustão por apresentarem temperaturas altas para armazenamento, resulta na maior perda de massa dos grãos, com maiores gastos de energia e tempo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coradi, P.C., Oliveira, M.B., Oliveira, C.L., Souza, G.A.C., Elias, M.C., Brackmann, A., Teodoro, P. E., 2020. Technological and sustainable strategies for reducing losses and maintaining the quality of soybean grains in real production scale storage units. *Journal of Stored Products Research*. 87, 10162. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101624>
- Elias, M. C.; Oliveira, M.; Vanier, N.L. Fatores que influenciam a aeração e o manejo da conservação de grãos no armazenamento. In: LORINI, I.; MIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M.; FARONI, L.R.D. (Org.). *Armazenagem de grãos*. 2ed. Jundiaí, SP: Instituto Bio Geneziz, 2018, v. I, p. 279-326.
- Ferreira, C.D., Ziegler, V., Goebel, J.T.S., Hoffmann, J.F., Carvalho, I.R., Chaves, F.C., Oliveira, M., 2019. Changes in phenolic acids and isoflavone contents during soybean drying and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 67(4), 1146-1155. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b06808>
- Silva, W.S.V., Vanier, N.L., Ziegler, V., de Oliveira, M., Guerra Dias, A.R., & Elias, M.C., 2014. Effects of using eolic exhausters as a complement to conventional aeration on the quality of rice stored in metal silos. *Journal of Stored Products Research*. 59, 76–81. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.05.006>
- Ziegler, V., Vanier, N.L., Ferreira, C.D., Paraginski, R.T., Monks, J.L.F., Elias, M.C., 2016a. Changes in the bioactive compounds content of soybean as a function of grain moisture content and temperature during long-term storage. *Journal of Food Science*. 81(3), 762–768. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13222>
- Ziegler, V., Ferreira, C.D., Hoffmann, J.F., De Oliveira, M.; Elias, M.C., 2017. Effects of moisture and temperature during grain storage on the functional properties and isoflavone profile of soy protein concentrate Soy protein concentrate stored under different conditions. *Food Chemistry*. 242, 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.034>