

# Influência do teor de grãos avariados na qualidade do farelo de soja

*Silvia Naiane Jappe<sup>1</sup>; Lázaro da Costa Corrêa Cañizares<sup>1</sup>; Brenda Dannenberg Kaster<sup>1</sup>; Maria Antônia Fagundes de Leon<sup>1</sup>; Silvia Letícia Rivero Meza<sup>1</sup>; Moacir Cardoso Elias<sup>1</sup>; Maurício de Oliveira<sup>1</sup>*

---

## RESUMO

Os grãos de soja possuem elevados teores de proteínas, lipídios e açúcares solúveis, características que a tornam adequada para consumo humano, animal e processamento industrial. O farelo de soja é o produto obtido após a extração do óleo de grãos de soja, em que possui alto teor de proteína. O farelo de soja é utilizado na indústria para a extração de proteína, formulação de novos produtos e alimentação animal. A qualidade dos produtos gerados a partir do farelo de soja é dependente da qualidade dos grãos, onde elevados teores de grãos avariados podem resultar em produtos finais de baixa qualidade. Nesse contexto, o estudo teve como objetivo analisar a influência de diferentes teores de grãos avariados (0, 4, 6, 15, 30 e 60%) na qualidade do farelo de soja. O aumento da porcentagem de grãos avariados aumentou o teor de óleo, fibras, cinzas e amido, entretanto, reduziu o teor de proteína bruta. Com o aumento da porcentagem de grãos avariados, houve o aumento da acidez, atividade ureática, valor  $b^*$  e o contrário, foi observado para a proteína solúvel, valor  $L^*$  e valor  $a^*$ .

**Palavras-chave:** Grãos avariados; Farelo de soja; Atividade ureática; Proteína solúvel

## INTRODUÇÃO

Na indústria alimentícia, aproximadamente 60% dos alimentos processados contém em sua composição algum ingrediente derivado da soja (LIU et al., 2008). Os grãos de soja possuem elevados teores de proteínas, lipídios e açúcares solúveis, características que a tornam adequada para consumo humano, animal e processamento industrial. No entanto, as características físico-químicas e propriedades tecnológicas da soja podem ser influenciadas pelo genótipo, data de semeadura, fertilidade do solo, condições ambientais de cultivo e fases pós-colheita, como secagem, armazenamento e industrialização (LEE E LEE, 2009; KESSLER, 2019; ZIEGLER et al., 2018).

---

<sup>1</sup> Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

A valorização da soja na comercialização é baseada na qualidade, que é medida pelo percentual de defeitos, ou seja, a ocorrência de grãos avariados (BRASIL 2007a; BRASIL 2007b). A incidência de defeitos em grãos de soja afeta a qualidade tecnológica e conseqüentemente, a obtenção dos subprodutos com características desejáveis. Os defeitos promovem aspectos físico-químicos e visuais que são possíveis de identificar e classificar como grãos queimados, mofados, ardidos e fermentados (RAMOS et al., 2021). Os principais tipos de grãos avariados estão definidos como grãos ou pedaços de grãos que se apresentam queimados, ardidos, mofados, fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos (BRASIL, 2007).

O farelo de soja é o produto obtido após a extração do óleo de grãos de soja, em que possui alto teor de proteína (PADUCH et al., 2022). O farelo de soja é utilizado na indústria para a extração de proteína, formulação de novos produtos e alimentação animal. As indústrias que processam farelo de soja adotam a realização de tratamento térmico para garantir a inibição de fatores antinutricionais, pois estes compostos são termorresistentes (SILVA, 2021). A qualidade dos produtos gerados a partir do farelo de soja é dependente da qualidade dos grãos, onde elevados teores de grãos avariados podem resultar em produtos finais de baixa qualidade (RAMOS et al., 2021). Nesse contexto, o estudo teve como objetivo analisar a influência de diferentes teores de grãos avariados (0, 4, 6, 15, 30 e 60%) na qualidade do farelo de soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de soja com diferentes teores de grãos avariados (0, 4, 6, 15, 30 e 60%) foram obtidas a partir de amostras simples de diversos genótipos cultivados em diferentes regiões. Os genótipos foram armazenados na sala de armazenamento no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) com 12% de umidade.

Nas amostras foi realizado a separação manual dos defeitos, classificados como mofado, queimado, ardido e fermentado, conforme a Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio de 2007, e a Instrução Normativa nº 37, de 27 de julho de 2007 (BRASIL 2007a e BRASIL 2007b). Após a separação dos defeitos, foi realizada a composição dos tratamentos utilizados no estudo, de acordo com a tabela 1. Os tratamentos de 4 e 6% de avariados foram utilizados, seguindo o critério de valores máximos para a soja tipo 1 e 2 (Grupo 1), em que os teores de grãos queimados, mofados, ardidos e fermentados considerados nos tratamentos estão de acordo com os máximos dessas categorias permitidos pela legislação. Além disso, foram utilizados os tratamentos com 15, 30 e 60% de grãos avariados.

**Tabela 1.** Composição dos defeitos em cada tratamento utilizado no estudo

Tratamentos	Queimado (%)	Mofado (%)	Ardido (%)	Fermentado (%)
0 % de avariados	0,00	0,00	0,00	0,00
4 % de avariados	0,30	0,50	0,70	2,50
6 % de avariados	1,00	1,50	1,00	2,50
15 % de avariados	2,50	3,75	2,50	6,25
30 % de avariados	5,00	7,50	5,00	12,50
60 % de avariados	10,00	15,00	10,00	25,00

Os grãos foram moídos em moinho laboratorial (Perten 3100, Perten Instruments, Huddinge, Sweden), com tamanho de 35 mesh, e em seguida o óleo foi extraído com hexano, utilizando um aparelho de sohxlet, obtendo o farelo de soja.

A acidez (%) foi determinada pelo método 02-01A (AACC, 2000). A solubilidade proteica foi determinada conforme descrito por Liu et al. (1992), utilizando o método Kjeldahl. O perfil colorimétrico foi determinado por um colorímetro (Minolta, CR-310), e os parâmetros analisados foram o valor L\* (0 = preto e 100 = branco), o valor b\* (negativo = azul e positivo = amarelo) e o valor a\* (negativo = vermelho e positiva = verde). A composição centesimal foi determinada pelo equipamento NIRS (Near-Infrared Spectroscopy). A atividade ureática foi determinada pelo método AOAC (1997).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições (réplicas biológicas) e estas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) com 95% de confiabilidade. A comparação entre os teores de grãos avariados foi realizada pelo teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química do farelo de soja está apresentada na Tabela 1. A análise de variância mostrou efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) entre a porcentagem de grãos avariados na amostra e a composição química (proteína, óleo, fibras, cinzas e amido). Pode-se averiguar que com o aumento da porcentagem de grãos avariados aumentou o teor de óleo, fibras, cinzas e amido, entretanto, reduziu o teor de proteína bruta.

O principal constituinte do farelo de soja para ração animal é a proteína, garantindo a formulação e suplementação de rações balanceadas, obtendo uma eficiente conversão de proteína em ganho de peso (CARBONE, 2018). A redução da proteína bruta com o aumento dos grãos avariado está relacionado a intencificação da degradação das proteínas, ocasionado pela elevada taxa metabólica (ações enzimáticas) dos grãos com defeitos (ZIEGLER et al., 2017). O aumento no teor de fibras, cinzas e amido está relacionado a redução do teor de proteína bruta (ZIEGLER et al. 2016).

**Tabela 1.** Composição química de farelo de soja com diferentes teores de grãos avariados

Avariados	Proteína (%)	Óleo (%)	Fibras (%)	Cinzas (%)	Amido (%)
0 %	45,56±0,22A	1,53±0,05E	5,24±0,27C	6,47±0,08E	2,83±0,07D
4 %	45,03±0,15B	2,24±0,05D	5,41±0,08C	6,32±0,07D	3,71±0,06C
6 %	43,23±0,14C	3,00±0,05C	5,83±0,07B	6,68±0,03C	3,68±0,14C
15 %	41,77±0,10D	3,14±0,03B	6,15±0,03A	6,85±0,06B	3,80±0,13C
30 %	41,42±0,20DE	3,18±0,03B	6,33±0,06A	6,88±0,11B	4,64±0,09B
60 %	41,28±0,26E	4,65±0,07A	6,36±0,07A	7,25±0,05A	4,93±0,07A

\*As letras maiúsculas comparam entre as porcentagens de grãos avariados na composição centesimal.

A proteína solúvel, acidez, atividade ureática, valor L\*, valor a\* e valor b\* estão apresentados na Tabela 2. A análise de variância mostrou efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) entre a porcentagem de grãos avariados para as análises realizadas. Quando aumentou a porcentagem de grãos avariados, houve o aumento da acidez, atividade ureática, valor b\* e o contrário, foi observado para a proteína solúvel, valor L\* e valor a\*.

**Tabela 2.** Proteína solúvel, acidez, atividade ureática e perfil colorimétrico de farelo de soja com diferentes teores de grãos avariados

Avariados	Proteína solúvel (%)	Acidez (mg NaOH.100g <sup>-1</sup> )	Atividade ureática ( $\Delta$ pH)	Valor L*	Valor a*	Valor b*
0 %	56,12±0,67A	1,13±0,03D	2,06±0,02D	89,39±0,14A	-0,36±0,08AB	14,28±0,35C
4 %	56,03±3,31A	1,15±0,03D	2,19±0,01C	87,71±0,35B	0,12±0,04BC	13,61±0,21C
6 %	47,96±1,60B	1,34±0,06C	2,28±0,06B	84,33±0,52C	0,71±0,08CD	13,79±0,25C
15 %	39,89±1,26C	1,47±0,03BC	2,35±0,00B	80,33±0,52D	1,33±0,82D	16,33±0,42B
30 %	38,96±0,66C	1,58±0,03B	2,40±0,01AB	74,93±0,55E	2,71±0,15E	16,36±0,29B
60 %	32,53±1,60D	1,93±0,03A	2,48±0,02A	73,94±1,03E	3,68±0,11F	18,38±0,15A

\*As letras maiúsculas comparam entre as porcentagens de grãos avariados.

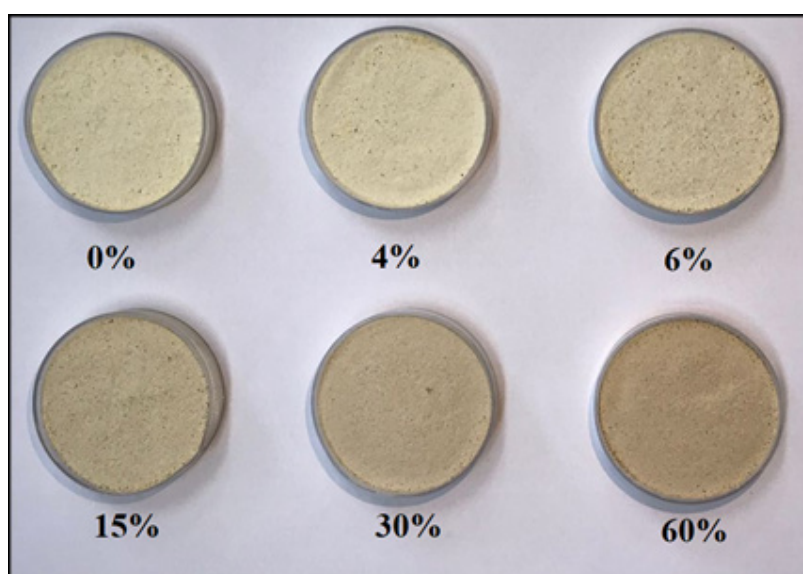
A maior degradação dos grãos de soja devido ao elevado teor de grãos avariados propiciam alterações nas estruturas das proteínas, desnaturação proteica e fortalecimento das ligações entre aminoácidos, favorecendo a redução da proteína solúvel (KONG e CHANG, 2013; RAMOS et al., 2021). As alterações nas características proteicas dependem das condições de armazenamento e da qualidade da soja antes do armazenamento,

podendo alterar a qualidade dos produtos reduzidos (HOU e CHANG, 2004). A redução da solubilidade da proteína implica a modificação de parâmetros tecnológicos, como rendimento de extração, capacidade e estabilidade espumante e capacidade emulsionante (ZIEGLER et al. 2017)

O aumento da acidez está relacionado ao processo de hidrólise dos ácidos graxos na ligação éster entre os ácidos graxos e o glicerol, realizado por enzimas (Timm et al., 2021). No presente estudo, esse aumento ocorreu devido ao elevado metabolismo dos grãos com defeitos, proporcionando um aumento na atividade enzimática, processos de fermentação e ações de microrganismos (CAÑIZARES et al., 2021)

Os fatores antinutricionais do farelo de soja é diretamente relacionado a atividade da enzima urease, na qual ambos são termolábeis, sendo assim, destruídos pelo calor. Dessa forma, pressupõe-se que com a inativação da enzima urease ocorrerá a destruição de fatores antinutricionais (SILVA et al., 2021). A atividade ureática indica fatores tóxicos, como é o caso do inibidor de tripsina. (PADUCH et al., 2022). Com isso, pode-se concluir que o acréscimo do teor de defeito nos grãos de soja proporciona um aumento de fatores antinutricionais no farelo, com fica evidenciado pelo aumento da atividade ureática.

A redução da luminosidade (Valor  $L^*$ ) no farelo proveniente de grãos com elevados teores de grãos avariados está relacionado a reações de escurecimento não enzimático, que podem estar relacionadas às reações de polimerização de compostos fenólicos de baixo peso molecular a taninos de alto peso molecular (NOZZOLILLO et al., 1984). Essas reações ocorrem devido ao aumento da atividade metabólica dos grãos com defeitos. De acordo com Cañizares et al. (2021), o elevado teores de grãos fermentados e mofados durante o armazenamento impulsionam o processo metabólico dos próprios grãos e à atividade de microrganismos associados, aumento a acidez dos grãos e reduzindo a proteína solúvel e o valor de  $L^*$ . O escurecimento do farelo de soja com o acréscimo dos grãos avariados está ilustrado na Figura 1.



**Figura 1.** Farelo de soja com diferentes teores de grãos avariados

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC – Association of Official Analytical Chemistry. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry, v.1-2, 16. ed. Arlington, AOAC, 1997.

BRASIL, Instrução Normativa 11/2007, 2007a. Brasília, Brasil: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

BRASIL, Instrução Normativa 37/2007, 2007b. Brasília, Brasil: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

CAÑIZARES, L. C. C.; TIMM, N. S.; LANG, G. H.; GAIOSO, C. A.; FERREIRA, C. D.; DE OLIVEIRA, M. Effects of using wind exhausters on the quality and cost of soybean storage on a real scale. *Journal of Stored Products Research*, v. 93, 101834, 2021.

CARBONE, P. Farelo de soja: melhor fonte de proteína para ração animal. 2018.

HOU, H.J, CHANG, K.C. Structural characteristics of purified glycinin from soybeans stored under various conditions *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52, 3792-3800, 2004.

KONG, F.; CHANG, S.K.C. Changes in protein characteristics during soybean storage under adverse conditions as related to tofu making. *Journal of Food Agriculture and Food Chemistry*. 61, 387-393, 2013.

NOZZOLILLO, C.; BEZADA, J.M. Browning of lentil seeds, concomitant loss of viability and the possible role of soluble tannins in both phenomena *Can. J. Plant Sci.*, 64 (1984), pp. 815-819, 1984.

RAMOS, A.H.; TIMM, N.S.; FERREIRA, C.D.; ANTUNES, A.C.; HOFFMANN, J.F.; RIOS, A.O.; OLIVEIRA, M. Effects of the intensification of soybean defects: degradation metabolism of carbohydrates, organic acids, proteins, lipids and phenolics. *Journal of Food Processing and Preservation*. 45, e15516, 2021.

TIMM, N.S.; RAMOS, A.H.; FERREIRA, C.D.; RIOS, A.O.; ZAMBIAZI, R.C.; OLIVEIRA, M. Influence of germ storage from different corn genotypes on technological properties and fatty acid, tocopherol, and carotenoid profiles of oil. *European Food Research and Technology*, 2021.

ZIEGLER, V.; FERREIRA, C.D.; HOFFMANN, J.F. Effects of moisture and temperature during grain storage on the functional properties and isoflavone profile of soy protein concentrate. *Food Chem* 242:37–44, 2017.

ZIEGLER, V.; FERREIRA, C.D.; HOFFMANN, J.F.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M.C. 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, 2017.

ZIEGLER, V.; MARINI, L.J.; FERREIRA, C.D. Effects of temperature and moisture during semi-hermetic storage on the quality evaluation parameters of soybean grain and oil. Semin Ciências Agrárias 37:131–144, 2016.