

ESTUDOS DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO DE SOJA EM SILOS CILÍNDRICOS: ANÁLISE DE PERIGO DE PERDA POR QUEIMA¹

Gabriela Ottoni Zimmermann²; Rafael Carlos Eloy Dias³

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de soja na safra 2012/2013, estimada em 81.456,1 milhões de toneladas, representa um acréscimo de 23 % sobre a safra 2011/12, o que coloca o Brasil como em dos maiores produtores mundiais deste grão (CONAB, 2013). A grande produção exige meios de armazenamento eficientes de preservação dos grãos. Em especial, o grão de soja detém uma grande quantidade de lipídios, que são susceptíveis a deteriorações do tipo oxidativas, além de fermentativas, principalmente no que diz respeito à temperatura e grau de aeração (FENEMA, 1996).

A perda parcial ou completa de grãos armazenados em silos cilíndricos no Brasil tem sido relatada. Um caso típico aconteceu em Catuípe – RS. A Secretaria de Segurança Pública publicou a queima de 16 toneladas de soja que estavam armazenadas em um silo, e não identificou claramente a causa. Sobre o assunto, foi reportado pela Agência de Informação da Embrapa (sem data de publicação) que “deve-se tomar muito cuidado para que as fermentações que ocorrem dentro do silo não sejam do tipo indesejáveis. Quanto piores as condições dentro do silo (presença de ar e/ou alta umidade) maiores serão as fermentações indesejáveis e, conseqüentemente, maiores serão as perdas. As perdas podem ser minimizadas desde que se façam com cuidado as várias etapas do processo de ensilagem e controle das condições internas” (EMBRAPA, 2012).

Desta forma, torna-se importante o estudo dos parâmetros de acondicionamento da soja em silos, principalmente levando-se em consideração as condições climáticas da região de Araquari – SC. A determinação da influência de

¹O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

²Aluna do Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari. Curso técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio. E-mail: gabiottoni@ibest.com.br. Bolsista CNPq.

³Professor Orientador do Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari. E-mail: rafael.dias@ifc-araquari.edu.br

temperatura e umidade, considerando o grau de aeração no interior dos silos, são de grande importância para evitar as perdas tipo queima dos grãos de soja.

O objetivo do trabalho foi avaliar as condições de armazenamento de grãos de soja, verificando-se a relação umidade/temperatura segura, considerando-se o grau de aeração. Para isto, foi definido um planejamento fatorial considerando estas variáveis. A intensidade de deterioração, atribuída ao processo de queima, foi medida por parâmetros de cor.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

a) Obtenção da amostra

O farelo de soja foi obtido nos silos das dependências do Instituto Federal Catarinense – Câmpus Araquari. Este produto é utilizado para produção de ração para animais, criados na Fazenda Escola do Instituto.

Para caracterização das amostras, foram determinadas a umidade e parâmetros de cor.

b) Determinação de umidade

Foi pesado 5,00 g da amostra (5 repetições) em cápsula de porcelana, previamente tarada. As amostras foram levadas para estufa (105°C) durante 3 horas. Resfriou-se (cerca de 30 min) em dessecador até a temperatura ambiente. A operação foi repetida até peso constante (aquecimentos de 1 h). Calculou-se a porcentagem de umidade (média e desvio padrão) utilizando programa computacional Statistica 6.0 (STATSOFT, 2001).

c) Ambiente de armazenamento

Após análises prévias, foi necessário fazer algumas alterações no procedimento de obtenção do ambiente de armazenamento das amostras para avaliações de degradação e alterações de cor, em relação ao projeto original.

As variáveis foram controladas utilizando-se estufa normal e a vácuo com embalagens hermeticamente fechadas ou abertas, para reproduzir ambientes a 20 ou 80 °C, com ou sem umidade, na presença ou não de oxigênio, por um tempo de 12 h. A temperatura foi facilmente controlada por estufa. A presença de umidade era garantida com embalagens hermeticamente fechadas, mas sem o vácuo. Para ambientes sem oxigênio, a amostra foi acondicionada em embalagens herméticas sob vácuo. A estufa a vácuo e a seladora da embalagem de plástico foram

gentilmente cedidos pelo dpto. de Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Santa Catarina.

d) Determinação dos parâmetros de cor

Medidas de luminosidade (L^*), componente vermelho-verde (a^*) e componente amarelo-azul (b^*) foram obtidos por colorímetro portátil Color-guide (BYK-Gardner, EUA), com geometria 45/0, iluminante D65, e região circular de leitura de 11 mm de diâmetro, com coeficientes de variação menor que 5 % para todas as avaliações. A tonalidade cromática, H^* , é calculada a partir destes últimos valores: $H^* = \arctg b^*/a^*$. O instrumento foi gentilmente cedido pelo dpto. de Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Santa Catarina.

e) Delineamento experimental

Para se verificar as condições adequadas de armazenamento de farelo de soja, considerando temperatura, grau de oxigenação e umidade, foi realizado um Planejamento Experimental 2^3 com auxílio do programa computacional Statistica 6.0 (STATSOFT, 2001). Gentilmente, o Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas auxiliou na geração do delineamento experimental pelo empréstimo do programa computacional.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A amostra de farelo de soja apresentou um valor de $11,5 \% \pm 0,37$ de umidade (média \pm desvio-padrão). O trabalho de Zambom *et al.* (2001) mostrou teor de umidade de 11,1 % para farelo de soja.

Os resultados para os parâmetros de cor das amostras foram: L^* , 82,2; b^* , 12,1 e a^* , 0,52, gerando uma tonalidade cromática, H^* , de 2,32.

O trabalho de Trombini *et al.* (2009) mostrou valor de L^* de 88,2 e H^* de 2,07 para amostras com 30 % de farelo de soja e 70 % de farelo de mandioca. Não foi encontrado parâmetros de cor na literatura para amostras 100 % de farelo de soja, ou outro que fosse mais semelhante a amostra analisada neste trabalho.

O livro “Como fazer experimentos” (NETO *et al.*, 2002) relata que um dos problemas mais comuns para os analistas laboratoriais é determinar a influência de mais de uma variável sobre uma outra de interesse. Para isto, deve-se primeiramente decidir as variáveis e a resposta para aplicar um delineamento experimental. O planejamento fatorial combina todas as variáveis em 2 ou mais

níveis de variação, podendo se utilizar ponto central, e mostra, aleatoriamente, os experimentos que devem ser executados. Este trabalho utiliza, portanto, este tipo de planejamento.

Para a geração do planejamento fatorial, considerou-se as variáveis codificadas -1 e +1, onde +1 significa temperatura de 80°C, oxigênio ausente e com umidade. O código -1 significa temperatura de 20°C, com oxigênio e sem umidade.

A tabela 1 mostra o delineamento experimental, no caso um planejamento $2^{(3-0)}$, sem ponto central, em ordem aleatória de realização dos experimentos, e os resultados de cor. Foram gerados 16 ensaios.

Tabela 1 - Planejamento fatorial utilizando valores de parâmetros* e amostras codificadas e de forma aleatória e resultados dos parâmetros de cor luminosidade (L*) e tonalidade cromática (H*)

| Experimento | Replicata | Temperatura | Oxigênio | Umidade | L* | H* |
|-------------|-----------|-------------|----------|---------|-------------------|-------------------|
| 5 | 1 | -1 | -1 | 1 | 82,0 ^a | 2,30 ^a |
| 4 | 1 | 1 | 1 | -1 | 81,0 ^a | 2,21 ^a |
| 12 | 2 | 1 | 1 | -1 | 82,4 ^a | 2,34 ^a |
| 10 | 2 | 1 | -1 | -1 | 82,0 ^a | 2,30 ^a |
| 2 | 1 | 1 | -1 | -1 | 82,1 ^a | 2,27 ^a |
| 9 | 2 | -1 | -1 | -1 | 81,9 ^a | 2,22 ^a |
| 16 | 2 | 1 | 1 | 1 | 82,1 ^a | 2,26 ^a |
| 6 | 1 | 1 | -1 | 1 | 78,2 ^b | 2,06 ^b |
| 11 | 2 | -1 | 1 | -1 | 82,2 ^a | 2,35 ^a |
| 7 | 1 | -1 | 1 | 1 | 82,1 ^a | 2,30 ^a |
| 13 | 2 | -1 | -1 | 1 | 82,1 ^a | 2,31 ^a |
| 1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 81,8 ^a | 2,28 ^a |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 82,1 ^a | 2,24 ^a |
| 3 | 1 | -1 | 1 | -1 | 82,1 ^a | 2,25 ^a |
| 15 | 2 | -1 | 1 | 1 | 82,3 ^a | 2,30 ^a |
| 14 | 2 | 1 | -1 | 1 | 78,0 ^b | 2,09 ^b |

*80°C, sem oxigênio, com umidade (+1). 20°C, com oxigênio e sem umidade (-1).

*Letras distintas, nas colunas, indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Os resultados mostraram que o escurecimento do farelo de soja pode ser considerado dependente das condições de armazenamento. Não foi possível verificar qual fator é mais importante. Apenas a amostra estocada a 80°C, na presença de oxigênio e umidade, apresentou diferença significativa quanto aos

parâmetros de cor: esta amostra é mais escura (segundo a luminosidade), mais azulada e mais esverdeada (segundo a tonalidade cromática) (Tabela 1).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que a temperatura, umidade e oxigênio influenciam no aspecto de cor de amostras de farelo de soja. Quanto mais quente, com mais oxigênio e mais úmido estiver estocada a amostra, maior a probabilidade de escurecimento, o que é um indicativo de degradação, possivelmente oxidação ou processos de fermentação.

REFERÊNCIAS

CONAB – Companhia **Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos.** Safra 2012/2013. Brasília. 2013. 29 p.

FENEMA, Owen. R. **Food Chemistry.** EUA, 3a. ed., 1996.

EMBRAPA - **Agência de Informação da Embrapa.**
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_308_217200392413.html. Acesso em 27/08/2013.

STATSOFT. **STATISTICA for Windows: computer program manual.** Versão 6.0. Tulsa: Software Inc., 2001.

ZAMBON, M. A.; DOS SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; ALCALDE, C. R.; GONÇALVES, G. D.; DA SILVA, D. C.; DA SILVA, K. T.; FAUSTINO, J. O. **Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos.** Acta Scientiarum. Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.

TROMBINI, F. R. M., LEONEL, M.; MISCHAN, M. M.; JANES A. D. Efeito das condições de estrusão sobre a cor de misturas instantâneas de farinha de soja, farelo e fécula de mandioca. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, Botucatu, de 14 a 16 de julho de 2009. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2009.

NETO, B. B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos.** 2 ed. Campinas: Unicamp, 2002.