

QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE GRÃOS DE SOJA CLASSIFICADA COM E SEM DEFEITOS FÍSICOS UTILIZANDO ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO

MARISA MENEZES LEAL¹, PAULO CARTERI CORADI², TIAGO ARABITES VENDRUSCULO³, DÁGILA MELO RODRIGUES⁴, ROSANA DOS SANTOS MORAES⁵, ANDERSON HENRIQUE SOARES³

¹Eng^a. Agrícola, Mestranda em Engenharia Agrícola, UFSM/PPGEA, etecmarisa@gmail.com

²Eng^o. Agrícola, Professor Associado, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS), Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS), paulo.coradi@ufsm.br

³Estudante de Graduação em Engenharia Agrícola, Bolsista Iniciação Científica, UFSM-CS, thyagoav@gmail.com, andersonhenriquesoares@hotmail.com

⁴Eng^a. Agrônoma, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFSM/PPGEA, dagila.rodrigues2012@gmail.com

⁵Eng^a. Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFSM/PPGEA, rosana-moraes95@hotmail.com

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: A soja (*Glycine max* L.) é um grão nutritivo muito utilizada na dieta humana e animal, produção de biodiesel, entre outros produtos e subprodutos. A espectroscopia de infravermelho próximo é um método rápido e não destrutivo para análise de alimentos. Desta forma, o estudo teve como objetivo avaliar a composição físico-química de grãos de soja utilizando espectroscopia de infravermelho próximo, a partir da classificação dos grãos, correlacionando a composição físico-química com os defeitos físicos da soja. Os defeitos foram separados conforme as normas técnicas de classificação. Após, os grãos foram submetidos a moagem e na sequência analisados a composição centesimal com espectroscopia de Infravermelho Próximo. A análise de correlação de Pearson identificou relações negativas entre proteínas e fibras, bem como entre a umidade e cinzas. Além disso, o cluster identificou comportamento similar na composição centesimal dos grãos sadios com os grãos fermentados. A tecnologia de espectroscopia de infravermelho próximo mostrou-se eficaz para auxiliar na classificação de grãos de soja, caracterizando a qualidade dos grãos conforme a composição físico-química.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia não destrutiva, Pós colheita, Composição físico-química.

CORRELATING THE PHYSICOCHEMICAL QUALITY OF CLASSIFIED SOYBEAN GRAINS WITH AND WITHOUT PHYSICAL DEFECTS USING NEAR INFRARED SPECTROSCOPY

ABSTRACT: Soybean (*Glycine max* L.) is a nutritious grain widely used in human and animal diet, biodiesel production, among other products and by-products. Near-infrared spectroscopy is a fast, non-destructive method for food analysis. Thus, the study aimed to evaluate the physical-chemical composition of soybeans using near infrared spectroscopy, based on the classification of the grains, correlating the physical-chemical composition with the physical defects of soybeans. The defects were separated according to the technical classification standards. Afterwards, the grains were subjected to milling and subsequently analyzed for chemical composition with Near Infrared spectroscopy. Pearson's correlation analysis identified negative relationships between protein and fiber, as well as between moisture and ash. In addition, the cluster identified similar behavior in the proximate composition of healthy grains with fermented grains. Near-infrared spectroscopy technology

proved to be effective in assisting in the classification of soybeans, characterizing the quality of the beans according to their physicochemical composition.

KEYWORDS: Non-destructive technology, Post-harvest, Physicochemical composition.

INTRODUÇÃO: A soja (*Glycine max* L.) contém 36,5% de proteína, 19,9% de lipídios, 30,2% de carboidratos, 6% vitaminas e minerais. Em função da sua composição química é muito utilizada na obtenção produtos comestíveis (tofu, leite de soja, ração animal) e produtos não comestíveis, como o biodiesel (JIANG, 2020). A composição química, geralmente, é determinada por métodos tradicionais. No entanto, esses métodos requerem um longo período experimental, altos custos de mão de obra e risco de contaminação ambiental com o uso de reagentes químicos (SHI et al., 2022). A espectroscopia de infravermelho próximo (NIR) é uma técnica rápida, não destrutiva, de fácil operação com pouco preparo das amostras, permitindo a medição simultânea dos constituintes, a qual pode vir a substituir os métodos tradicionais (LIMA et al., 2021; JAQUES et al., 2022). Entretanto, as principais desvantagens do NIR correspondem ao custo inicial do equipamento e a necessidade de extensa calibração (MIHALJEV et al., 2015). Desta forma, o estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da soja utilizando tecnologia de espectroscopia de infravermelho próximo como método complementar a classificação física de grãos de soja, correlacionando os defeitos com a composição físico-química.

MATERIAL E MÉTODOS: Realizou-se a classificação física dos grãos de soja conforme o regulamento técnico de classificação (BRASIL, 2007) no Laboratório de Pós-colheita de Produtos Agrícolas (LAPOS) da UFSM/CS para obtenção de 100 g de cada um dos defeitos (queimado, mofado, danificado, quebrado, imaturo, fermentado, amassado, germinado, chocho e ardido) e grãos normais. As amostras de grãos de soja foram moídas em moinho com rotor de facas usando uma peneira de 20 – 30 “Mesh” e submetidas as análises da composição centesimal com o auxílio de um espectrofotômetro de infravermelho próximo-NIR (Metrohm, espectrômetro DS2500, Herisau, Suíça). Os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente com auxílio do programa SISVAR versão 5.8 e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011), em seguida fez-se uma análise multivariada de componentes e correlação de Pearson no software Rbio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados evidenciam que os defeitos alteraram a composição físico-química dos grãos de soja (Tabela 1), principalmente em grãos ardidos e queimados. Kan et al. (2018) avaliaram cultivares de soja e verificaram variação também nos teores de lipídeos de 14,13 a 22,90% em função da qualidade dos grãos. A redução do teor de lipídeos pode ocorrer devido à ação de enzimas lipases, e conseqüente, reações bioquímicas, na formação de compostos voláteis (aldeídos e cetonas), justificando assim o baixo teor de lipídio nos grãos danificados, visto que, estes sofrem maior ação das enzimas devido a degradação da estrutura (WRIGLEY et al., 2016). A rede de correlações de Pearson identificou relações negativas entre proteína e fibras, bem como entre a umidade e cinzas (Figura 1a). Ziegler et al. (2016b) verificaram aumentos proporcionais nos teores de cinzas, ao armazenar grãos de soja com teores de umidade de 9, 12, 15 e 18%, a 11, 18, 25 e 32 °C e armazenados por 12 meses, aumentando de 5,1 para 6,1% na condição de 32 °C após o armazenamento. Os pesquisadores atribuíram estas modificações as condições inadequadas de armazenamento, visto que após 12 meses a 32 °C houve o aumento do teor de cinzas, sendo associado à diminuição do teor de proteínas e lipídeos após o armazenamento, fazendo com que esta fração aumente, porém também estes grãos, em razão da fermentação avançada

podem ter seus compostos degradados, o que também contribui para o aumento do teor de cinzas.

TABELA 1. Composição físico-química de grãos de soja com diferentes defeitos de classificação

Defeito	Código	Umidade (%)	Amido (%)	Proteína (%)	Lipídeos (%)	Fibras (%)	Cinzas (%)
Queimado	S1	4,75a	2,06e	38,81fg	22,98 l	3,97bc	4,12a
Mofado	S2	10,79fgh	0,76de	41,40i	15,09d	3,62ab	7,98g
Danificado	S3	10,22e	0,79de	38,07e	14,11b	5,96f	5,99cd
Quebrado	S4	10,72fg	2,06f	36,39c	18,33j	4,68d	4,93b
Sadio	S5	12,55i	0,21c	35,34b	14,74c	5,13e	5,08b
Imaturo	S6	9,50d	2,59g	38,81g	15,50f	5,72f	6,05d
Fermentado	S7	11,00h	0,11c	37,4d	15,27e	4,22c	5,90cd
Amassado	S8	10,87gh	0,67d	36,53c	17,41g	4,96de	4,92b
Germinado	S9	8,44b	0,49b	33,17a	18,18i	13,63g	6,94ef
Macha púrpura	S10	13,12j	1,44a	38,06e	12,74a	5,11e	5,60c
Chocho	S11	10,64f	0,58b	38,36ef	17,62h	3,80b	6,80e
Ardido	S12	9,16c	0,04c	39,83h	19,19k	3,35a	7,25f

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

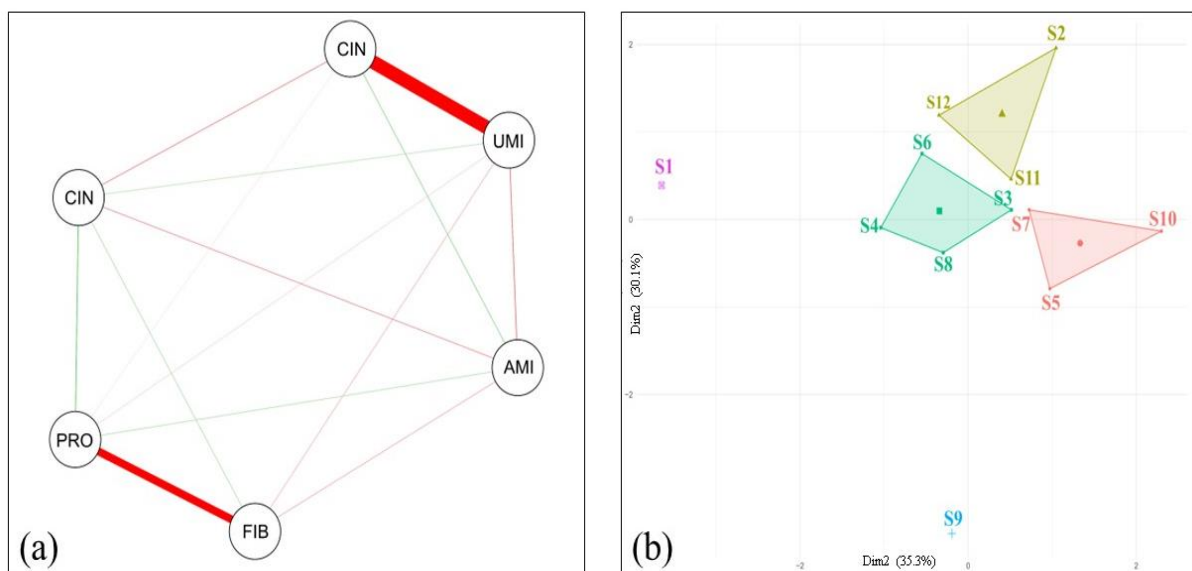


FIGURA 1. Rede de correlações de Pearson (a), e cluster dos defeitos de grãos de soja obtidos pela interação com a composição físico-química (b).

Os grãos fermentados e com mancha púrpura apresentam comportamento similares aos grãos de soja normais, conforme pode ser observado na Figura 1b. Já os grãos queimados e germinados não possuem composição centesimal semelhantes com os outros defeitos. Os grãos queimados são causados frequentemente na secagem e por conterem baixo percentual de água pode gerar níveis maiores de acidez (JIMENEZ et al., 2019).

CONCLUSÕES: A análise utilizando espectroscopia de infravermelho próximo mostrou-se uma alternativa para auxiliar na classificação física de grãos de soja. Concluiu-se que os defeitos físicos classificados apresentam diferentes composições centesimais, não havendo linearidade da composição com a gravidade do defeito.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, ao Laboratório de Análises Químicas Industriais e Ambientais (UFSM), Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS-UFSM), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela concessão de bolsas de estudos, recursos financeiros e espaços físicos para desenvolvimento dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária. **Instrução Normativa 11/2007**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília – MAPA, 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dez. 2011.
- JIANG, G. L. Comparison and application of non-destructive NIR evaluations of seed protein and oil content in soybean breeding. ***Agronomy***, v. 10, n. 1, 77, 2020.
- JAQUES, L. B. A., CORADI, P. C., MÜLLER, A., RODRIGUES, H. E., TEODORO, L. P. R., TEODORO, P. E., & STEINHAUS, J. I. (2022). Portable-Mechanical-Sampler System for Real-Time Monitoring and Predicting Soybean Quality in the Bulk Transport. ***IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement***, v. 71, p. 1-12, 2022.
- JIMENEZ, M., LOBO, M., SAMMÁN, N.. 12th IFDC 2017 Special Issue – Influence of germination of quinoa (*Chenopodium quinoa*) and amaranth (*Amaranthus*) grains on nutritional and techno-functional properties of their flour. ***Journal of Food Composition and Analysis***, v. 84, n. 1, p. 103-209, 2019.
- KAN, L., NIE, S., HU, J., WANG, S., BAI, Z., WANG, J., ZHOU, Y., JIANG, J., ZENG, Q., SONG, K. Comparative study on the chemical composition, anthocyanins, tocopherols and carotenoids of selected legumes. ***Food Chemistry***, v. 260, p. 317–326, 2018.
- LIMA, R. E., CORADI, P. C., NUNES, M. T., BELLOCHIO, S. D. C., DA SILVA TIMM, N., NUNES, C. F., & CAMPABADAL, C. Mathematical modeling and multivariate analysis applied earliest soybean harvest associated drying and storage conditions and influences on physicochemical grain quality. ***Scientific Reports***, v. 11, n. 1, p. 23287, 2021.
- MIHALJEV, Z. A., JAKŠIĆ, S. M., PRICA, N. B., ČUPIĆ, Z. N., ŽIVKOV-BALOŠ, M. M. Comparison of the Kjeldahl method, Dumas method and NIR method for total nitrogen determination in meat and meat products. ***Journal of Agroalimentary Processes and Technologies***, v. 21, n. 4, p. 365-370, 2015.
- SHI, D., HANG, J., NEUFELD, J., ZHAO, S., HOUSE, J. D. Estimation of crude protein and amino acid contents in whole, ground and defatted ground soybeans by different types of near-infrared (NIR) reflectance spectroscopy. ***Journal of Food Composition and Analysis***, v. 111, 104601, 2022.
- WRIGLEY, C., CORKE, H., SEETHARAMAN, K., FAUBION, J. ***Encyclopedia of Food Grains***. 2. ed. Amsterdam: Lisa Tickner, 2016.