

SISTEMA PORTÁTIL DO *BIOSPECKLE LASER* PARA ANÁLISE DE SEMENTES

**BRUNO VICENTINI¹, ROBERTO ALVES BRAGA JÚNIOR², JOSÉ LUÍS
CONTADO³, ALCEBÍADES FOGAÇA DE SOUZA SOBRINHO⁴, EDVALDO
APARECIDO AMARAL DA SILVA⁵, FABIANO JOSÉ FERREIRA⁶**

¹ Médico Veterinário, Técnico de Laboratório, Departamento de Automática, Faculdade de Engenharia – UFLA, Lavras – MG, bruno.vicentini@ufla.br

² Engenheiro Eletricista, Professor Titular, Departamento de Automática, Faculdade de Engenharia – UFLA, Lavras – MG

³ Biomédico, Professor Titular, Departamento de Ciências dos Alimentos, Escola de Ciências Agrárias – UFLA, Lavras – MG

⁴ Engenheiro Agrícola e Ambiental, Professor Substituto, Departamento de Automática, Faculdade de Engenharia – UFLA, Lavras – MG

⁵ Engenheiro Agrônomo, Professor Associado, Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu – SP

⁶ Tecnólogo em Automação Industrial, Técnico de Laboratório, Departamento de Automática, Faculdade de Engenharia – UFLA, Lavras – MG

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: A análise de sementes, pela sua importância na agricultura, é um processo que demanda celeridade e técnicas robustas. A técnica do *biospeckle laser* (BSL) já foi demonstrada como uma alternativa viável às técnicas tradicionais em diversos trabalhos de pesquisa, tanto por sua maior rapidez, quanto por sua equivalente robustez de resultados. No entanto, sua utilização tem sido restrita a laboratórios de física-óptica. O objetivo deste trabalho foi pesquisar a viabilidade da montagem de um sistema portátil para executar a técnica BSL, substituindo o sistema tradicional laboratorial. Essa avaliação foi feita comparando-se os resultados obtidos pelas análises de sementes de alto vigor de soja e de sementes precocemente envelhecidas (baixo vigor), realizadas em um sistema laboratorial tradicional e em um sistema portátil. Ao todo, foram 458 repetições, sendo 229 de sementes de alto vigor e 229 de precocemente envelhecidas, que foram iluminadas simultaneamente nos dois *setups* citados, totalizando 4 tratamentos. Esse experimento proposto deu-se em delineamento de blocos casualizados, apresentando distribuição normal. Após Análise de Variância e Teste de Tukey, concluiu-se que o sistema portátil proposto foi capaz de repetir o desempenho do sistema tradicional, separando estatisticamente, ao nível de 5%, as sementes de alto e baixo vigor.

PALAVRAS-CHAVE: *Speckle*; Alternativa; Soja.

BIOSPECKLE LASER PORTABLE SYSTEM FOR SEED ANALYSIS

ABSTRACT: The Seed analysis, due to its importance in agriculture, is a process that demands speed and robust techniques. The biospeckle laser (BSL) technique has been demonstrated as a viable alternative to traditional techniques in various research studies, both for its greater speed and for its equally robust results. However, its use has been restricted to optical physics laboratories. The objective of this work was to evaluate the feasibility of assembling a portable system to perform the BSL technique, replacing the traditional laboratory system. This evaluation was carried out by comparing the results obtained from the analysis of high-vigor

soybean seeds and early aged seeds (low vigor), performed in a traditional laboratory system and a portable system. In total, there were 458 repetitions, with 229 high-vigor seeds and 229 prematurely aged seeds, which were simultaneously illuminated in the two aforementioned setups, totaling 4 treatments. This proposed experiment was conducted in a randomized block design, presenting a normal distribution. After Analysis of Variance and Tukey's Test, it was concluded that the proposed portable system was capable of replicating the performance of the traditional system, statistically separating the high and low vigor seeds at a 5% significance level.

KEYWORDS: Speckle; Alternative; Soybean.

INTRODUÇÃO: A técnica do *Biospeckle Laser (BSL)* envolve o uso do fenômeno conhecido como *Speckle Laser Dinâmico (DLS)* para a avaliação de atividade em material biológico, particularmente em materiais agrícolas, tais como em sementes e frutas (ZDUNEK et al., 2014). As principais vantagens dessa técnica em comparação a outras, residem em sua habilidade para representar regiões biologicamente ativas da amostra, medindo variações no tempo da interferência da luz, informações estas, que são imperceptíveis às técnicas tradicionais.

A técnica *BSL* é uma alternativa para análise de sementes, permitindo avaliações não destrutivas, enquanto elimina as análises trabalhosas, caras e subjetivas realizadas em testes tradicionais, como o do tetrazólio e o de germinação (XING et al., 2023).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de um sistema portátil em realizar análises de sementes de maneira semelhante a um sistema laboratorial tradicional comumente presente em laboratórios de física-óptica. Cada sistema também é comumente denominado de *setup*.

MATERIAL E MÉTODOS: O sistema tradicional laboratorial de análise do *BSL* é composto por uma câmera CCD, com resolução de 640 x 486 *pixels*, um *laser* Hélio-Neônio (He-Ne) com comprimento de onda e potência de 632 nm e 10 mW, respectivamente, um filtro neutro para modular a luminosidade do *laser* na semente e uma lente de expansão do feixe. O volume ocupado por este *setup* é de 6,99 m³.

O sistema portátil é composto por: um *laser* de diodo com comprimento de onda e potência de 635 nm e 5 mW, respectivamente; microscópio digital portátil (Dino Lite AM3013); filtro neutro variável; sistema externo de amortecimento de vibrações (espuma). Ele ocupa um volume de 0,04 m³.

Um total de 229 sementes de soja com alto vigor e 229 sementes de soja precocemente envelhecidas (repetições) foram analisadas, em duas configurações experimentais: sistema tradicional laboratorial e sistema portátil. Portanto, foram quatro tratamentos.

Cada semente foi cortada ao meio, mantendo o eixo embrionário e foi iluminada tanto no *setup* tradicional, quanto no portátil. Foram captadas 128 imagens de cada semente, em cada um dos *setups*.

Para as análises, foi utilizado o *software* GNU Octave® (GNU Octave, 2022), utilizando rotinas para a realização de análises numéricas (*Absolute Value of the Differences - AVD*) e gráficas (*Graphic Value of the Differences - GAVD*), seguindo a distribuição Gaussiana (BRAGA et al., 2016).

Os dados de *AVD* obtidos foram submetidos à análise estatística, em delineamento de Blocos Casualizados, utilizando a Análise de Variância e o Teste de Tukey a um nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os dados foram testados, e apresentaram uma distribuição normal. A Análise de Variância apresentou diferença significativa para o tratamento Tipo de Semente (Alto Vigor e Precocemente Envelhecida). Na Tabela 1 apresenta-se o teste de Tukey para o desdobramento Tipo de Semente, com relação ao tratamento Sistema Portátil a partir do índice *AVD*.

TABELA 1. Teste de Tukey para o desdobramento Tipo de Semente para o tratamento Sistema Portátil.

Tipo de semente	Média	Resultado do teste
Prec. Envelhecida	2695	a1
Alto vigor	3286	a2

O Teste de Tukey para do desdobramento Tipo de Semente, com relação ao Sistema Portátil, apresentou diferença significativa, ao nível de significância de 5%, evidenciando a capacidade do sistema portátil em separar as sementes de alto vigor das sementes precocemente envelhecidas.

Na Tabela 2 apresenta-se o teste de Tukey para o desdobramento Tipo de Semente, com relação ao tratamento Sistema Tradicional a partir do índice *AVD*.

TABELA 2. Teste de Tukey para o desdobramento Tipo de Semente para o tratamento Sistema Tradicional.

Tipo de semente	Média	Resultado do teste
Prec. Envelhecida	2519	a1
Alto vigor	3379	a2

O Teste de Tukey para do desdobramento Tipo de Semente, com relação ao Sistema Portátil, apresentou diferença significativa, ao nível de significância de 5%, evidenciando a capacidade do sistema tradicional em separar as sementes de alto vigor das sementes precocemente envelhecidas.

É importante observar a diminuição nos valores numéricos do *AVD* ao comparar os dois tipos de sementes. Uma vez que a técnica *BSL* avalia/mensura a atividade biológica, era esperado, e foi confirmado, que as sementes precocemente envelhecidas apresentassem valores de *AVD* inferiores aos das sementes de alto vigor.

A técnica *BSL* também permite a criação da imagem de um mapa de atividades, semelhante a um mapa de calor, possibilitando uma avaliação visual de toda a semente. Isso permite a identificação de diferentes níveis de atividade em diversas partes da semente, facilitando uma avaliação qualitativa avançada. As análises realizadas usando o método *GAVD* revelaram coerência nos resultados observados tanto no sistema tradicional quanto no sistema portátil.

Na Figura 1 é possível observar, em uma análise realizada pelo do sistema tradicional, o mapa de atividade biológica de uma semente de alto vigor (Figura 1a), e de uma semente de baixo vigor (Figura 1b) em que cor mais avermelhada demonstra regiões com alta atividade biológica, e a cor mais azulada, demonstra regiões de baixa atividade.

Na Figura 2 é possível observar, em uma análise realizada pelo do sistema portátil, o mapa de atividade biológica de uma semente de alto vigor (Figura 2a), e de uma semente de baixo vigor (Figura 2b) em que cor mais avermelhada demonstra regiões com alta atividade biológica, e a cor mais azulada, demonstra regiões de baixa atividade.

Fica claro também que, de forma qualitativa, a técnica foi eficaz em separar as sementes tanto pelo sistema tradicional laboratorial como pelo sistema portátil.

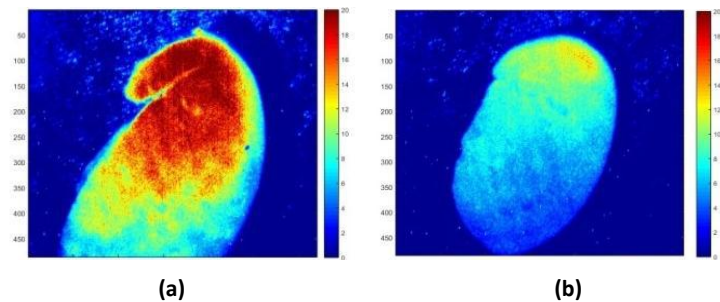


Figura 1. Mapa de atividade biológica de uma semente (a) de alto vigor e (b) de baixo vigor pelo sistema tradicional laboratorial.

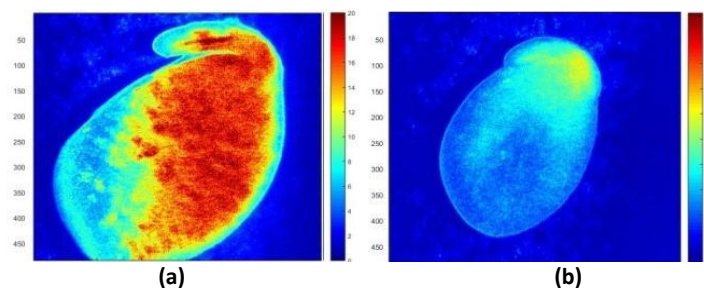


Figura 2. Mapa de atividade biológica de uma semente (a) de alto vigor e (b) de baixo vigor pelo sistema portátil.

CONCLUSÕES: O sistema portátil pesquisado para realizar a iluminação e a aquisição das imagens do *BSL* em sementes, em particular a semente de soja, apresentou resultados semelhantes (significância estatística a nível de 5%) com o sistema tradicional laboratorial. O que aumenta a capacidade de seu uso de forma mais acessível em laboratórios de análise de sementes.

AGRADECIMENTOS: Este trabalho foi apoiado pelo CNPq e UFLA.

REFERÊNCIAS:

BRAGA R.A., RIVERA, F.P., MOREIRA, J. Biospeckle laser Analysis: Theory and Software. Editora UFLA, Lavras, 158 p. 2016.

XING M., LONG Y., WANG Q., TIAN X., FAN S., ZHANG C., HUANG W. Physiological alterations and nondestructive test methods of crop seed vigor: A comprehensive review. *Agriculture*, 13:527, 2023.

ZDUNEK A, ADAMIAK A, PIECZYWEK PM, KURENDA A. The biospeckle method for the investigation of agricultural crops: A review. *Optics and Lasers in Engineering*, 52: 276-285, 2014.