

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PORTÁTIL DE ALIMENTAÇÃO PARA UM LASER APLICADO EM ANÁLISES BIOSPECKLE LASER EM PROCESSOS AGROPECUÁRIOS

José Eduardo Silva Gomes¹, Roberto Alves Braga Jr², Dione Weverton dos Reis Araújo³, Igor Veríssimo Anastácio Santos⁴

¹ Engenheiro Eletricista, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras (UFLA), (35) 3222-5305, jose.eduardo@varginha.com.br

² Engenheiro Eletricista, Professor Doutor, Universidade Federal de Lavras (UFLA), (35) 3829-1122, robbraga@gmail.com

³ Engenheiro Eletricista, Mestrando em Engenharia de Sistemas e Automação, Universidade Federal de Lavras (UFLA), (35) 99181 8586, dione.engeletrica@hotmail.com

⁴ Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Lavras (UFLA), (35) 99987-8904, igoranastacio89@gmail.com

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: O fenômeno do *biospeckle* laser tem sido amplamente empregado como instrumento para determinar e avaliar a atividade em material biológico ou mesmo não biológico. Nas ciências agrárias esta técnica já foi aplicada na realização de vários trabalhos que avaliaram sementes, folhas, solos, sêmen animal, dentre outros. Nestas análises, o laser precisa fornecer uma iluminação constante, estável e de baixa potência para não alterar as características do objeto em estudo, sendo uma das limitações até o momento para sua adoção fora de laboratórios de óptica e de forma portátil. Neste trabalho, a estabilidade da intensidade do laser de diodo é avaliada em função da qualidade do sinal de corrente contínua fornecido pela fonte de alimentação do laser, na busca de uma solução portátil. Utilizando um equipamento de aquisição de dados com alta taxa de amostragem e um sensor fotodetector, foram realizados ensaios que comprovaram a estabilidade de um laser de diodo quando ligado à sua fonte de alimentação original. Em seguida, foi conectado o mesmo laser a uma bateria e um regulador/limitador de tensão e corrente, e os resultados obtidos demonstraram que o laser avaliado apresentou uma estabilidade luminosa superior ao da fonte original. Desta forma, conclui-se que o laser de diodo avaliado pode ser alimentado por baterias recarregáveis para aplicações portáteis do *Biospeckle Laser* (BSL).

PALAVRAS-CHAVE: *Biospeckle Laser*, Estabilidade, Portabilidade.

EVALUATION OF STABILITY AND DEVELOPMENT OF A PORTABLE POWER SUPPLY SYSTEM FOR A LASER APPLIED IN BIOSPECKLE LASER ANALYSIS IN AGRICULTURAL PROCESSES

ABSTRACT: The biospeckle laser phenomenon has been widely used as an instrument to determine and evaluate the activity in biological and non-biological materials. In agricultural sciences this technique has been used in several studies that assessed seeds, leaves, soil, animal semen, among others. In these analyzes, the laser needs to provide constant, stable and low-power illumination in order to avoid changing the characteristics of the object being studied, being one of the limitations so far for its adoption outside optical laboratories and its usage in portable devices. In this work, the diode laser intensity stability is evaluated in function of the direct current signal quality provided by the laser's power supply, in search of a portable solution. A data acquisition (DAC) device with high sampling rate and a photodetector were used, laboratory tests have proven the diode laser stability when connected to its original power supply. Then the same laser was connected to a battery and a voltage and current regulator/limiter, and the obtained results showed that the evaluated laser presented a greater luminous stability than the original power supply. Therefore, it is concluded that

the evaluated diode laser can be powered by rechargeable batteries for Biospeckle Laser portable applications (BSL).

KEYWORDS: Biospeckle Laser, Stability, Portability.

INTRODUÇÃO: Desde que foram criados em 1960 os LASERs (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, ou seja, amplificação da luz por emissão estimulada de radiação) têm sido utilizados em diversas aplicações. A tecnologia laser vem sendo largamente utilizada em experimentos com materiais biológicos para análises nos setores de agricultura, veterinária e medicina (PINHEIRO et al., 2017).

A técnica do *biospeckle* é um exemplo de uso do laser em materiais biológicos, sendo conhecida especialmente pela sua capacidade de obtenção da atividade em tecidos, como resultado do padrão de interferência dinâmico gerado pela iluminação desses materiais pelo laser (BOTEGA, 2009). O *biospeckle* ou *speckle* laser dinâmico tem sido amplamente empregado como instrumento para determinar e avaliar a atividade em material biológico ou mesmo não biológico. Nas ciências agrárias esta técnica já foi aplicada na realização de vários trabalhos que avaliaram sementes, folhas, solos, sêmen animal, dentre outros (RABAL e BRAGA, 2008).

Dois características importantes dos lasers estão relacionadas à forma de emissão da luz e à potência de saída. Quanto à forma de emissão, os lasers podem ser classificados como de iluminação contínua ou pulsante e em relação à sua intensidade de emissão como de baixa, média e alta potência. Nas análises *Biospeckle Laser* (BSL) o laser precisa fornecer uma iluminação constante, estável e de baixa potência para não alterar as características do objeto de estudo (RABAL e BRAGA, 2008).

O primeiro objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade da intensidade de iluminação de um laser de emissão contínua, em baixa potência utilizado em análises do BSL. Com o levantamento destes dados, o segundo objetivo foi testar um sistema de alimentação para o laser usando uma bateria que tenha um desempenho melhor ou, pelo menos, igual ao da fonte de alimentação original com retificador de corrente alternada para contínua, visando o desenvolvimento de sistemas portáteis para análises *Biospeckle Laser* em campo.

MATERIAL E MÉTODOS: Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os seguintes equipamentos: Laser semiconductor de baixa potência Laserline LRM-03/635 S com comprimento de onda de 635nm (vermelho) e potência de saída de 3,0mW; Sensor Fotodetector Optron Det550 com saída analógica de 0 a 10V e ajuste de sensibilidade; Sistema de aquisição de dados (DAQ) National Instruments NI USB-6008 com 8 entradas analógicas (AI), 2 saídas analógicas (AO), 12 entradas/saídas digitais (DIO), resolução de entrada de 11 bits e taxa de amostragem máxima de 10kS/s; Ambiente de desenvolvimento gráfico LabVIEW 2014; Conversor DC-DC FabioConversores DC/DC Step Down 04 com entrada DC 6V até 38V, saída ajustável 1,5V até 36V e amperagem ajustável de 0 a 5A; Bateria Estacionária UNIPOWER UP1270SEG tipo chumbo-ácido de 12V de tensão nominal e 7A/h de capacidade nominal; Multímetro Agilent U1253B e cabo U1173A para medição de CA eficaz, com registro de dados e software Agilent Data Logger.

Para a fonte de alimentação original, a estabilidade da intensidade de iluminação do laser foi avaliada em função da qualidade do sinal de corrente contínua, fornecido pela fonte ao diodo laser, e do sinal de corrente alternada, fornecido pela concessionária de energia elétrica. Foram realizados 10 ensaios e registrados os dados das tensões na rede elétrica (127Vac), na saída da fonte de alimentação e no sensor fotodetector por 10 minutos.

Para o sistema com bateria a estabilidade foi avaliada em função da qualidade dos sinais de corrente contínua medidos nas saídas da bateria e do regulador/limitador de tensão. Foram realizados 10 ensaios e registrados os dados das tensões na bateria, na saída do regulador DC-DC e no sensor fotodetector por 10 minutos.

Para a aquisição dos dados um computador foi conectado ao DAQ e através do software LabVIEW as informações foram registradas de forma precisa e com alta taxa de amostragem (1000S/s). Os dados coletados foram carregados em planilhas no software Microsoft Excel. A partir destas planilhas foram extraídos os valores de tensão máximos e mínimos, e calculadas as médias e os desvios padrão de cada ensaio, para os dados com o laser ligado à fonte original e para os dados com o laser ligado à bateria.

Os diagramas apresentados nas figuras 1(a) e 1(b) a seguir ilustram as configurações experimentais montadas para realizar os ensaios do laser ligado à fonte original e à bateria com o regulador.

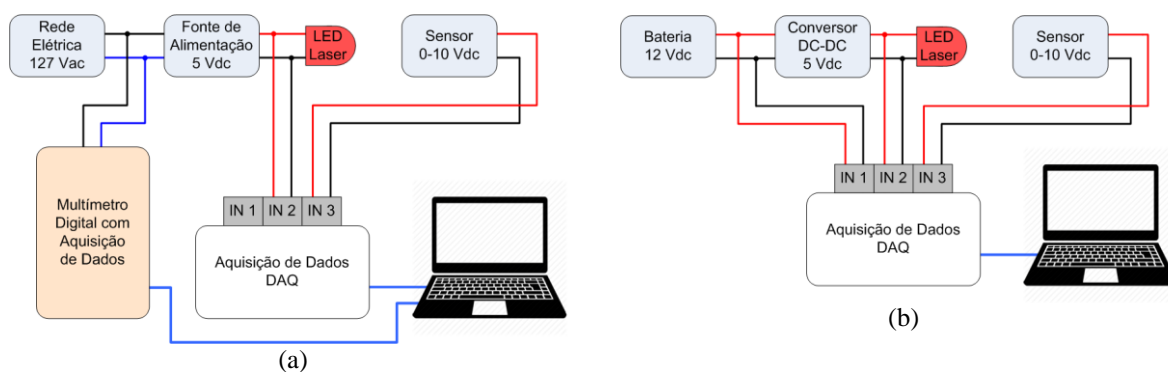


FIGURA 1. Configurações experimentais com o (a) laser ligado à fonte original. (b) laser ligado à bateria e conversor DC-DC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na avaliação da fonte de alimentação original do laser observou-se que ela apresenta picos de tensão de curta duração. Foi verificada outra fonte de mesmo modelo, fabricada na mesma época e constatou-se o mesmo problema. Isto pode ser uma característica própria ou um defeito de projeto e deve ser verificado. Porém foi observado que estes picos não provocam mudanças significativas na intensidade luminosa registrada pelo fotodetector. A Tabela 1 abaixo apresenta as médias e os desvios padrão de cada ensaio com o laser ligado à fonte original.

TABELA 1. Valores médios e desvios padrão das tensões na rede elétrica, na saída da fonte e na saída do sensor fotodetector com o laser ligado à fonte original, em volts (V).

	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5	Ensaio 6	Ensaio 7	Ensaio 8	Ensaio 9	Ensaio 10
Tensão na Rede										
Média	128,374	127,981	128,418	128,130	127,756	127,544	127,488	127,145	127,074	127,116
Desvio Padrão	0,2021	0,1179	0,1085	0,0914	0,2845	0,1381	0,1054	0,2019	0,1140	0,2252
Tensão na Fonte										
Média	5,2309	5,2311	5,2313	5,2312	5,2319	5,2309	5,2318	5,2314	5,2314	5,2315
Desvio Padrão	0,1521	0,1528	0,1545	0,1544	0,1563	0,1550	0,1568	0,1563	0,1564	0,1569
Tens. no Sensor										
Média	5,1851	5,1747	5,1509	5,1889	5,2064	5,1744	5,1812	5,2149	5,2149	5,2174
Desvio Padrão	0,0262	0,0153	0,0157	0,0130	0,0109	0,0148	0,0171	0,0111	0,0104	0,0100

Com o uso da bateria constatou-se uma maior estabilidade na tensão de alimentação do laser, mas a variação da intensidade luminosa medida no sensor se manteve em torno de 0,27%. A Tabela 2 abaixo apresenta as médias e desvios padrão de cada ensaio com o laser ligado à bateria.

TABELA 2. Valores médios e desvios padrão das tensões na bateria, na saída do regulador de tensão e na saída do sensor fotodetector com o laser ligado à bateria, em volts (V).

	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5	Ensaio 6	Ensaio 7	Ensaio 8	Ensaio 9	Ensaio 10
Tens. na Bateria										
Média	12,9576	12,9548	12,9456	12,8703	12,9660	12,9543	12,8985	12,9552	12,9660	12,9642
Desvio Padrão	0,00415	0,00415	0,01772	0,00477	0,00462	0,00829	0,00674	0,00477	0,00471	0,00415
Tens. no Regul.										
Média	5,2033	5,2031	5,2031	5,2044	5,2037	5,2030	5,2054	5,2038	5,2037	5,2036
Desvio Padrão	0,0146	0,0145	0,0146	0,0143	0,0145	0,0146	0,0142	0,0145	0,0145	0,0146
Tens. no Sensor										
Média	5,3985	5,3412	5,3319	5,7062	5,4766	5,3366	5,7313	5,6323	5,4879	5,4206
Desvio Padrão	0,0134	0,0112	0,0095	0,0210	0,0171	0,0099	0,0241	0,0197	0,0160	0,0086

Nas figuras 2(a) e 2(b) observam-se, respectivamente, os desvios padrão dos ensaios realizados com o laser ligado à fonte original e à bateria com o regulador. Um menor valor de desvio padrão indica que o sinal observado é mais estável.

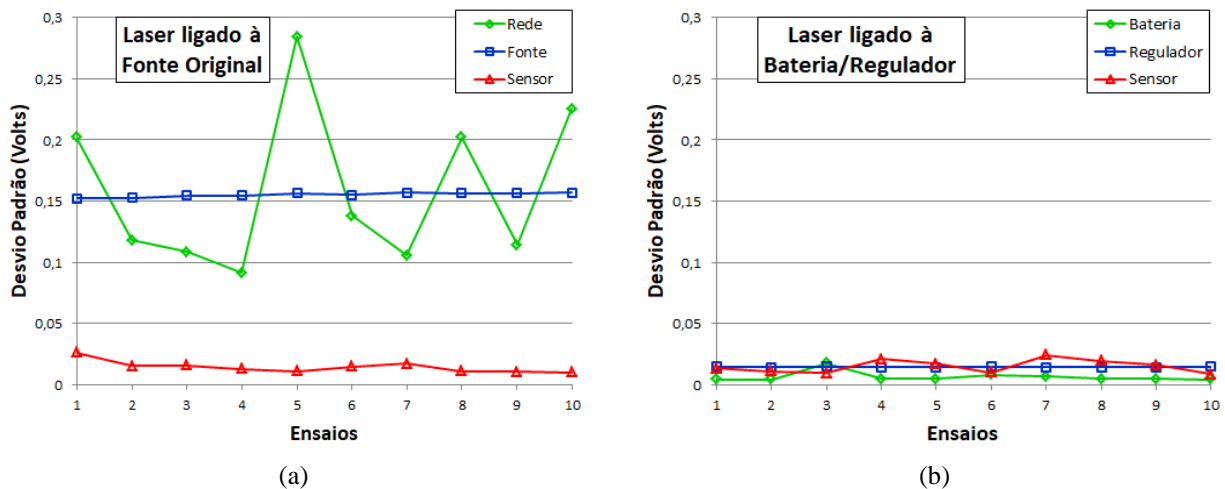


FIGURA 2. Desvios padrão: (a) Laser ligado à fonte original. (b) Laser ligado à bateria.

CONCLUSÕES: Os ensaios realizados, conforme a metodologia descrita, comprovaram a estabilidade da intensidade luminosa do laser avaliado quando ligado à sua fonte de alimentação original. Com o mesmo laser conectado a uma bateria e um regulador/limitador de tensão e corrente, os resultados obtidos demonstraram que o laser apresentou uma estabilidade luminosa equivalente ao da fonte original. No que se refere à estabilidade da intensidade luminosa, conclui-se que o laser de diodo avaliado pode ser alimentado por baterias recarregáveis para aplicações portáteis de análises *Biospeckle Laser* (BSL).

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) pela infraestrutura e apoio às atividades de pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS:

- BOTEGA, J. V. L. Viabilidade de métodos óticos para identificação de conteúdo de água de folha de cafeeiros. Tese de doutorado. Universidade Federal de Lavras (UFLA). MG, 2009. 99 p.
- BOYLESTAD, R. L.; NASHELSKY L. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos. 11^a ed. Pearson, 2013.
- BRAGA, R. A. *Challenges to Apply the Biospeckle Laser Technique in the Field*. Chemical Engineering Transactions. v. 58, p. 577, 2017.
- BRAGA, R. A.; RIVERA, F. P.; MOREIRA, J. *A practical guide to biospeckle laser analysis: theory and software*. Lavras: Ed. UFLA, 2016.
- CATUNDA, T.; PATAIA, A.; ROMERO, A.; SARTORI, J.; NUNES L. A. O. Laser de Semicondutor Visível: um Instrumento Didático de Baixo Custo. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.20, n.3, 1998.
- CHAVES, M. J. Desenvolvimento de uma Metodologia para Análise do *Biospeckle Laser* com Portabilidade, Acessibilidade e Robustez. Tese de mestrado. Universidade Federal de Lavras (UFLA). MG, 2011. 92 p.
- PINHEIRO, A. L. B.; ALMEIDA, P. F.; SOARES, L. G. P. Princípios fundamentais dos lasers e suas aplicações, p. 815-894. Biotecnologia Aplicada à Agro&Indústria – Vol. 4. São Paulo: Blucher, 2017.
- RABAL, H. J.; BRAGA JUNIOR, R. A. *Dynamic laser speckle and applications*. New York: CRC, 2008. 272 p.
- REIS R. O. Influência da Intensidade do Laser nos Mapas de Atividade do *Biospeckle*. Tese de mestrado. Universidade Federal de Lavras (UFLA). MG, 2015. 123 p.