

MEDIÇÃO DE UMIDADE DO SOLO POR MEIO DE *BIOSPECKLE* LASER ADAPTADO EM UM DISPOSITIVO PORTÁTIL

JOSÉ IGOR REINAN SANTOS ¹, NATALY LUZIA JORGE ², ADILSON ENES
MACHADO ³, LUIZ DIEGO VIDAL SANTOS ⁴, VALFRAN JOSÉ SANTOS
ANDRADE ⁵, WELINGTON GONZAGA DO VALE ⁶

¹ Graduando Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe - UFS, (79) 9 9896-9779, iguinho107@academico.ufs.br

² Graduanda Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe - UFS, (11) 9 9500-0996, nataly.jorge@icloud.com

³ Professor Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe - UFS, (79) 9 9822-4381, adilsonenes@ufs.br

⁴ Graduando Eng. Agrônoma, Universidade Federal de Sergipe - UFS, (79) 9 9606-3350, vidal.center@academico.ufs.br

⁵ Técnico em Mecânica, Universidade Federal de Sergipe - UFS, (79) 9 9969-9333, valfranjsa@academico.ufs.br

⁶ Professor Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe - UFS, (79) 9 8118-0573, valewg@gmail.com

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: O *Biospeckle* laser é um fenômeno óptico de interferência. Esta atividade pode ser decorrente de processos biológicos ou de fatores puramente físicos, como a evaporação e a vibração ambiental, o estudo de suas aplicações tem ganhado força na Engenharia Agrícola. Outro fator que contribui para que ocorram alterações nos padrões de speckle dinâmico é a atividade de água. Desde 2015 diversos estudos foram realizados no LAPROT (Laboratório de Prototipagem da UFS) a fim de dominar o método, passando por técnicas de quantificação, mapeamento e tratamento de frequências. Atualmente, os esforços têm se concentrado na criação de um dispositivo portátil de análise, que com poucas adaptações, possa realizar os mesmos procedimentos experimentais que são realizados em um PC do tipo desktop comum. Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo avaliar um método, portátil e de baixo custo, para capturar e processar dados do *Biospeckle* laser. Para tanto, os algoritmos de processamento foram adaptados para uma plataforma de processamento ARM, tomando por base um Raspberry Pi 3 Modelo B+. No desenvolvimento do projeto, é utilizado o microcontrolador Arduino para controlar o sensor de umidade do solo em tempo real.

PALAVRAS-CHAVE: Raspberry Pi, Arduino, Speckle dinâmico.

SOIL MOISTURE MEASUREMENT USING A LASER *BIOSPECKLE* ADAPTED ON A PORTABLE DEVICE

ABSTRACT: The *Biospeckle* laser is an optical interference phenomenon. This activity may be due to biological processes or purely physical factors, such as evaporation and environmental vibration, the study of its applications has gained strength in Agricultural Engineering. Another factor that contributes to changes in dynamic speckle patterns is water activity. Since 2015, several studies have been carried out at LAPROT (UFS Prototyping Laboratory) in order to master the method, including techniques for quantification, mapping and treatment of frequencies. Currently, efforts have been focused on creating a portable

analysis device that, with few adaptations, can perform the same experimental procedures that are performed on a common desktop PC. Given the above, this work aims to evaluate a portable and low-cost methodology to capture and process data from *Biospeckle* laser. For that, the processing algorithms were adapted for an ARM processing platform, based on a Raspberry Pi 3 Model B+. In developing the project, the Arduino microcontroller is used to control the soil moisture sensor in real time.

KEYWORDS: Raspberry Pi, Arduino, Dynamic Speckle.

INTRODUÇÃO: O *Biospeckle* é um fenômeno óptico de interferência que ocorre quando há incidência de luz coerente em materiais cuja interação óptica possa ser categorizada como sendo rugosa. Diversos estudos apontam que materiais biológicos, de uma maneira geral, oferecem superfícies, nas quais, a interação com a luz coerente provoca perturbações de interferência que dão origem ao fenômeno. Levando-se em conta que nesse tipo de material as atividades estão diretamente relacionadas com a viabilidade celular, troca de gases, respiração, atividade microbiana e atividade de água (aw), os esforços no emprego da técnica, na engenharia agrícola, têm se concentrado na busca por métodos rápidos, objetivos e não destrutivos para a avaliação de materiais biológicos, sobretudo na área de sementes, sendo os principais estudos relacionados à avaliação de viabilidade e vigor, diferenciação, mapeamento de áreas com atividades distintas (BRAGA JR, 2000), avaliação do teor de água e identificação de agentes patogênicos (BRAGA JÚNIOR et al., 2005). As principais metodologias abordadas para o estudo do *Biospeckle* visam aplicações laboratoriais com procedimentos de coleta e processamento de dados em etapas separadas, sendo necessário o uso de um computador do tipo Desktop e, muitas vezes, o uso de softwares proprietários, como por exemplo o MATLAB. As técnicas empregadas na análise são baseadas na variação temporal dos dados com estatísticas de primeira e segunda ordem, tais como a História Temporal do Speckle (STS), Matrizes de Ocorrências Modificadas (MOC), Diferenças Generalizadas (DG), Fujji e Momento de Inércia (MI) (RABELO, 2000). Até o momento, as propostas de utilização do *Biospeckle* laser têm ficado restritas ao laboratório, uma vez que diversos fatores como a vibração ambiental e ruídos externos podem interferir nas medições, exigindo um ambiente controlado. Diante dos fatos apresentados, este trabalho teve por objetivo avaliar um método, portátil e de baixo custo, para capturar e processar dados do *Biospeckle* laser.

MATERIAL E MÉTODOS: As etapas experimentais foram divididas em:

Avaliação de umidade do solo através do *Biospeckle* e do Sensor de Umidade: Uma amostra (amostra I) de 500 gramas de solo, foi retirada de uma área experimental no campus rural da Universidade Federal de Sergipe (UFS) e previamente classificada quanto as propriedades físicas e umidade, sendo submetida a um processo de hidratação, com adição de 5 ml (cinco mililitros) de água destilada a cada 24 horas na base da amostra, a fim de atingir porcentagens diferentes de umidade. A amostra foi acondicionada em ambiente hermético à temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C) durante todo experimento a fim de se conservar as características físicas e o teor de água. As amostras foram submetidas ao ensaio com *Biospeckle* para obtenção dos valores de Momento de Inércia (MI). Um sensor de umidade modelo YL-39,

previamente calibrado, e uma placa de desenvolvimento do tipo Arduino Uno R3 foram utilizados para monitorar a umidade do solo em tempo real. Após o equilíbrio ser atingido em cada intervalo, dez leituras de MI foram tomadas para cada valor de umidade. Ao final do processo foi realizado um estudo de correlação estatística entre os valores de MI e os valores de umidade (% b.u.) do solo.

Metodologia de captura das imagens: Foi utilizado o Laser HeNe de 632 nm incidindo nas amostras de solo, a configuração de aquisição está ilustrada na Figura 1.

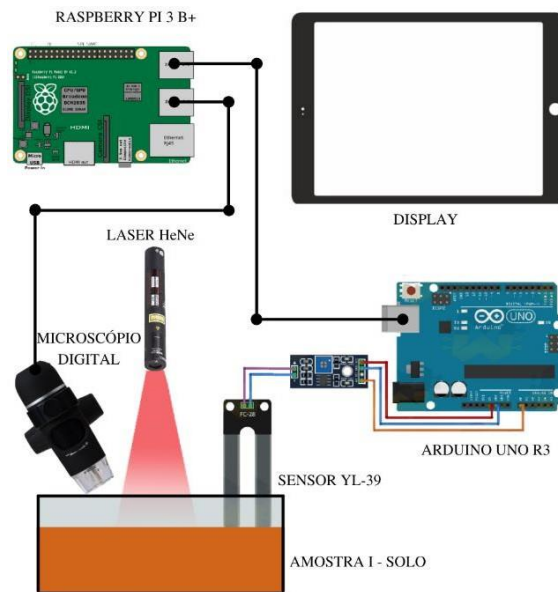


FIGURA 1. Diagrama esquemático do sistema de iluminação, monitoramento de umidade de solo e aquisição de imagens.

Foram coletadas imagens através de método direto. Utilizou-se um microscópio digital XTrad, registrando os vídeos no formato AVI diretamente no Raspberry Pi 3 Modelo B+, após a aquisição, foi feita segmentação de frames sucessivos do vídeo com o uso do Raspberry Pi 3 Modelo B+, códigos de programação desenvolvidos em laboratório e algoritmos de processamento adaptados, obtendo assim imagens para o processamento. Os mesmos procedimentos foram realizados em um PC Desktop comum, usando o software Matlab, para fins de comparação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Obteve-se uma curva de correlação satisfatória para os valores de umidade do solo por meio dos valores de MI usando uma configuração portátil, com distâncias ópticas fixas. Esse resultado é fundamental para propor o desenvolvimento de um aparato portátil de medição de umidade do solo através de propriedades ópticas como um projeto de inovação tecnológica futuro.

A correlação entre valores de MI e umidade do solo já era esperada, porém a configuração experimental tem grande influência nas medidas. Ao proceder o ajuste dessa correlação para uma configuração portátil, além do custo reduzido no processamento, ganha-se a possibilidade de fixar num mesmo aparato as medidas e distâncias adotadas na correlação, permitindo que a equação de ajuste possa ser usada em situações reais e não apenas em ambiente controlado.

CONCLUSÕES: Pode-se concluir que os procedimentos de análises desenvolvidos podem ser utilizados como mais uma metodologia para a obtenção de informações relativas aos materiais submetidos ao *Biospeckle Laser*, foi satisfatório os valores de umidade do solo obtidos por meio

dos valores de MI usando uma configuração portátil, quando os mesmos comparados aos valores adquiridos através da placa de desenvolvimento do tipo Arduino Uno R3 unido com o sensor de umidade modelo YL-39, monitorados em tempo real. Também se nota, que foi possível avaliar um método de processamento do *Biospeckle* Laser em um dispositivo portátil e de baixo custo, obtendo-se resultado satisfatório.

AGRADECIMENTOS: A Universidade Federal de Sergipe (UFS), ao Departamento de Engenharia (DEAGRI), e ao Laboratório de Prototipagem (LAPROT). Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) pela concessão da bolsa permitindo a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS:

BRAGA JR, R. A.; RABELO, G. F.; GRANATO, L. R.; SANTOS, E. F.; MACHADO, J. C.; ARIZAGA, R.; RABAL, H. J.; TRIVI, M. Detection of Fungi in Beans by the Laser *Biospeckle* Technique. **Biosystems Engineering**, San Diego, v. 91, n. 4, p. 465-469, Ago. 2005.

BRAGA JÚNIOR., R. A. **“Bio-Speckle”:** uma contribuição para o desenvolvimento de uma tecnologia aplicada à análise de sementes. 2000. 117 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

E.R. SILVA, **Estudo das Propriedades do *Biospeckle* e suas Aplicações**, Master Thesis, University of Sao Paulo, Sao Paulo (2007). [Avaliable on-line in www.teses.usp.br].

ENES, A. M. **Análise do comportamento de tecidos vivos e tecidos mortos em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) pela ótica do *Biospeckle* laser.** 2005. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

NASCIMENTO, A. L. DO; COSTA JÚNIOR, A. T.; RABELO, G. F.; BRAGA JÚNIOR, R. A. **Desenvolvimento de um modelo para o *Biospeckle* na análise de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** 2007. Ciênc. Agrotec., Lavras.

ROMERO, G. G. **Estudio y caracterizacion de patrones de speckle que varian en el tiempo.** 1999. 133 p. Tese (Doutorado em Física) - Universidad Nacional de Salta, Argentina.

SILVA, E. R. DA. **Estudo das propriedades do *Biospeckle* e suas aplicações.** São Paulo, 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Departamento de Física Geral, Universidade de São Paulo.