

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Câmpus Itapetininga

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE BIOSPECKLE LASER (BSL) PARA DETECÇÃO PRECOCE DE BACTÉRIA CAUSADORA DA MANCHA AUREOLADA (*P. syringae* pv. *Garcae*) EM FOLHAS DE PLANTAS DE CAFÉ

Mayne Faccin da Silva – Sem remuneração

Prof. Dr. Jonathan Gazzola – UFSCar

Prof. Dr. Adilson Machado Enes – UFS

Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de café, sendo essa cultura de grande importância para a economia e geração de empregos. Contudo, a produtividade é comprometida por diversos fatores, entre eles a presença de doenças, como a mancha aureolada, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*. Essa doença pode provocar redução da área fotossintética devido à necrose e abscisão das folhas, além de causar queda prematura de flores e frutos, resultando em prejuízos significativos. Em viveiros, a falta de controle associado às condições favoráveis à doença, podem causar danos em até 100% das mudas (Rodrigues et al., 2013).

Dessa forma, o problema torna-se preocupante pela ausência de medidas adequadas de controle e pela dificuldade no combate a doenças bacterianas, sendo a prevenção a principal estratégia. Nesse contexto, a técnica de *BioSpeckle* Laser (BSL) apresenta-se como uma alternativa promissora, por ser não invasiva e capaz de detectar a atividade biológica em materiais vegetais.

O método do Momento de Inércia (MI) proposto por Arizaga (1999), permite quantificar essa atividade a partir da distribuição de intensidade dos *speckles*, sendo que valores maiores indicam maior atividade biológica.

Por ser dinâmico, o “*BioSpeckle*” deve ser analisado com técnicas de processamento de imagens e tratamento estatístico, uma vez que a observação visual permite apenas a identificação da existência do fenômeno, mas não permite quantificá-lo (Rabal et al., 1998). Assim, o uso do BSL pode contribuir para a identificação precoce da infecção em folhas de café, possibilitando melhor controle da doença e redução de perdas na produção.

Objetivo

Avaliar a efetividade da técnica de *BioSpeckle* Laser na detecção precoce da bactéria *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* em folhas de café, por meio da análise dos índices de Momento de Inércia em diferentes níveis de contaminação.

Metodologia

O trabalho foi dividido em quatro etapas: obtenção e tratamento das folhas, inoculação da bactéria, ensaio experimental de *BioSpeckle* Laser e análise estatística dos dados. As folhas de café foram coletadas em campo e submetidas à limpeza com água destilada e detergente neutro para remoção de impurezas superficiais, sendo posteriormente armazenadas sob refrigeração. A inoculação da bactéria *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*

¹Estudante do curso de Engenharia Agrônoma, UFSCar-Araras/SP. E-mail: maynefaccin@estudante.ufscar.br.

²Prof. Dr. UFSCar-Araras/SP. E-mail do autor: jonathan.gazzola@ufscar.br.

³Prof. Dr. UFS-São Cristóvão/SE. E-mail do autor: adilsonenes@gmail.com.

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

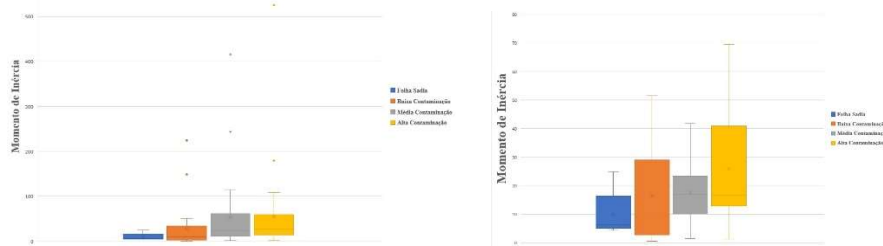
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Câmpus Itapetininga

foi realizada por atomização, utilizando suspensão bacteriana padronizada em solução salina, seguida de incubação em câmara úmida e posterior manutenção em casa de vegetação para desenvolvimento dos sintomas. O ensaio de *BioSpeckle* Laser foi conduzido em ambiente com controle de luminosidade e temperatura, no qual as amostras foram fixadas em pedestal, iluminadas por luz laser de diodo e tiveram a reflexão capturada por câmera CCD durante aproximadamente 35 segundos, como recomendado por Enes (2011). As imagens obtidas foram processadas por algoritmo baseado em análise de séries temporais, permitindo o cálculo do Momento de Inércia a partir da distribuição de intensidade dos *speckles*. Foram avaliados quatro níveis de contaminação, sendo folhas saudias (0%), baixa (10%), média (25%) e alta contaminação (40%), com 20 amostras por grupo. Após a captura de imagens, o processamento das imagens contou com um algoritmo próprio, utilizando a técnica de análise de séries temporais, a qual analisou comportamentos e padrões ao longo de determinado tempo (Data Science Academy, 2024), e calculou o índice de momento de inércia a partir da distribuição dessas intensidades através da fórmula do momento de inércia (MI). Os dados foram tratados estatisticamente por meio de média, desvio-padrão, análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar. Os resultados mostram que indicaram que os valores de Momento de Inércia aumentaram conforme o nível de contaminação, porém apresentaram elevada variabilidade, com desvios-padrão altos em relação às médias. Conclui-se que a técnica de BSL não foi passível detectar precocemente a presença da bactéria nas condições avaliadas, porém, sugestões para melhorias foram observadas.

Resultados e discussão

O gráfico 01 ilustra o gráfico boxplot com os dados obtidos no ensaio de BSL.



a) **Gráfico 01.** Gráfico de boxplot: a) Gráfico com outliers; b) Resultados do ensaio experimental.
Acervo pessoal, 2025

O gráfico 02 a seguir apresenta o gráfico de dispersão com os resultados obtidos pelo ensaio de BSL com os dados de outliers removidos.

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Câmpus Itapetininga

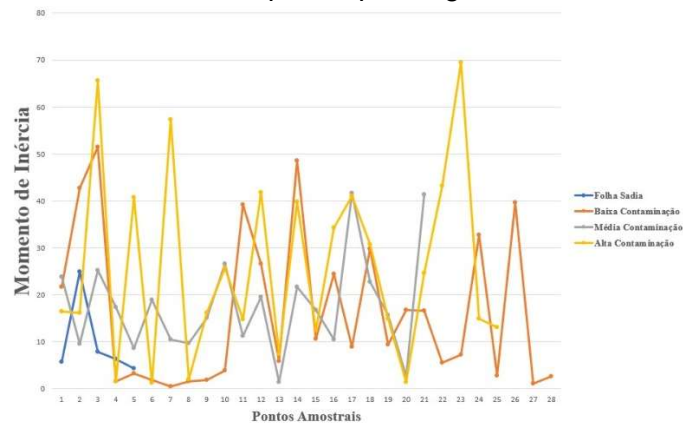


Gráfico 02. Gráfico de dispersão. Acervo pessoal, 2025.

Os resultados obtidos indicaram que os valores de Momento de Inércia aumentaram conforme o nível de contaminação, porém apresentaram elevada variabilidade, com desvios-padrão altos em relação às médias. A análise inicial evidenciou a presença de outliers, os quais foram removidos para não interferir na interpretação dos dados.

Após a remoção desses pontos, os *boxplots* mostraram grande proximidade entre as médias e quartis dos diferentes níveis de contaminação, indicando ausência de diferença estatística significativa entre folhas saudias e contaminadas. O gráfico de dispersão confirmou esse comportamento, com dados entrelaçados entre todos os grupos avaliados. Dessa forma, não foi possível identificar uma separação clara entre os níveis de contaminação com base nos valores de Momento de Inércia. Esse resultado indica que, nas condições avaliadas, a técnica não foi capaz de discriminar folhas saudias de folhas infectadas.

Um possível fator limitante foi o tipo de laser utilizado no experimento, uma vez que o laser vermelho apresenta diferente interação com o tecido vegetal quando comparado a outros comprimentos de onda, o que pode ter influenciado na sensibilidade da técnica.

Conclusão

A técnica de *BioSpeckle* Laser não demonstrou diferenças significativas na análise do Momento de Inércia entre folhas saudias e contaminadas, não sendo possível detectar precocemente a presença da bactéria nas condições avaliadas.

Apesar disso, os resultados indicam a necessidade de ajustes metodológicos, como a utilização de diferentes comprimentos de onda, para melhor avaliação da viabilidade da técnica em estudos futuros.

Referências

- ARIZAGA, R .; TRIVI, M.R .; RABAL, H.J. **Analisis de diagramas de speckle dinamicos utilizando la matriz de coocurrencia.** In: RIAO - ENCUESTRO IBERO-AMERICANO DE ÓPTICA, 3., 1998, Cartagena das Indias. Anais... Cartagena das Indias: Academia Colombiana de Ciências Exactas Físicas Naturales, 1998. 1 CD-ROM.
- ARIZAGA, R .; TRIVI, M.R .; RABAL, H.J. Speckle time evolution characterization by co-occurrence matrix analysis. **Optics & Laser Technology,**

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Campus Itapetininga

Surrey, v.4, n.3, p.1-7, Mar. 1999b.

Data Science Academy. **Análise e Modelagem de Séries Temporais: Técnicas Estatísticas, IA e Suas Aplicações.** 2024. Disponível em: <https://blog.dsacademy.com.br/analise-e-modelagem-de-series-temporais-tecnicas-estatisticas-ia-e-suas-aplicacoes>. Acesso em: 5 jul. 2024.

Enes, Adilson Machado. Análise de frequência do biospeckle laser aplicada ao mapeamento de fenômenos em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) / Adilson Machado Enes. -- Campinas, SP: [s.n.], 2011.

RODRIGUES L. M. V; ALMEIDA, I. M. G de; PATRÍCIO, F. R. A.; BERIAM, L. O. S; MACIEL, K. W.; BRAGHINI, M. T, FILHO, O. G. **Mancha aureolada do cafeeiro causada por *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2013. 24 p. (Série Tecnologia Apta. Boletim técnico IAC, 212).