

# Análise de fósforo em solo dopado com fertilizante através da técnica LIBS

*Marco Aurélio de Menezes Franco<sup>1</sup>*

*Bruno Violani<sup>2</sup>*

*Paulino Ribeiro Villas Boas<sup>3</sup>*

*Débora Marcondes B. P. Milori<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Aluno de mestrado em Física Aplicada, Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos - SP. Bolsista Capes-Embrapa, Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP; marco.franco@usp.br;

<sup>2</sup>Aluno de graduação em Física, Instituto de Física de São Carlos, Universidade São Paulo, São Carlos, SP;

<sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP;

<sup>4</sup>Pesquisadora da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP.

No ano de 2015, o agronegócio representou, aproximadamente, 23% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, em que 70% deste total é atribuído exclusivamente a atividade agrícola, mostrando a relevância do setor no desenvolvimento econômico do país. Além disso, estimativas do governo federal indicam que em 2016 o agronegócio apresentará crescimento de aproximadamente 2,6% com relação ao PIB, ligado ao aumento de sua produtividade no país. Esse aumento está relacionado às tecnologias empregadas no manejo e adubação do solo, sendo que a correta aplicação de fertilizantes é imprescindível para devida manutenção de macronutrientes essenciais às plantas. O fósforo apresenta fundamental importância, uma vez que ele é crucial no processo metabólico celular. Sua carência gera deficiências que ocasionam em perda de produtividade. Diversas técnicas físico-químicas têm sido empregadas para análise de solos, sendo que a LIBS (espectroscopia de emissão óptica com plasma induzido por laser) apresenta grande potencial de aplicação, pois ela não necessita de preparo de amostras, efetua análises rápidas (~1s) e é aplicável em campo. Estudos de fósforo em fertilizantes com a LIBS feitos pelo grupo de ótica da Embrapa Instrumentação resultaram em modelos de calibração para determinação de fósforo em matrizes de fertilizantes, com correlações entre técnica e medida de referência (ICP) de  $R = 0,95$  e incerteza média de 15% na validação cruzada, demonstrando o uso da técnica para quantificação de fósforo elementar. Com intuito de verificar a extensibilidade da LIBS em matrizes mais complexas, este trabalho estudou concentrações entre 0,01% e 0,6% de fósforo de fertilizantes misturados ao solo. Além disso, estudou também a influência da energia do laser de 532 nm para LIBS único-pulso (LIBS-SP) e LIBS duplo-pulso (LIBS-DP), cujo segundo laser de 1064 nm ficou com energia fixa em 50 mJ. As energias utilizadas, portanto, foram de 100 mJ para ambos os sistemas LIBS-SP e LIBS-DP e 20mJ apenas para LIBS-DP. Escolheu-se a linha de emissão de fósforo em 213,62 nm para os cálculos de intensidade integrada por ser uma linha livre de reabsorção e com pouca interferência de outros elementos. Inicialmente, com energia do laser fixa em 100 mJ, os resultados para o modelo de calibração foram  $R = 0,87$  com incerteza média de 13,3 % e  $R=0,92$  com incerteza média de 9,8 % para LIBS-SP e LIBS-DP, respectivamente. Com isso, aplicou-se energia de 20 mJ no LIBS-DP e obteve-se  $R = 0,96$  com 4% de incerteza média. Em todas as configurações foi possível identificar o pico de fósforo em 213,62 nm para a menor concentração, sendo que para o último caso, este pico apresentou-se mais definido e com intensidade integrada sensivelmente maior. Estes resultados sugerem que a técnica é capaz de quantificar fósforo em matrizes de solo com fertilizante e que seu limite de detecção é inferior a 100 ppm.

**Apoio financeiro:** CAPES

**Área:** Meio Ambiente, manejo e conservação do solo e da água

**Palavras-chave:** fósforo, fertilizante em solo, LIBS