

## Utilização de cartas de controle multivariado no monitoramento de nutrientes em solo *in situ*

Wallace D. Fragoso<sup>1</sup> (PQ), Sherlan G. Lemos<sup>1</sup> (PQ)\*, Silmara R. Bianchi<sup>2,3</sup> (PG), Ana R. A. Nogueira<sup>2,3</sup> (PQ), Adônis Moreira<sup>3</sup> (PQ), Gilberto B. Sousa<sup>3</sup> (PQ). \*sherlan@quimica.ufpb.br

1. Departamento de Química, Universidade Federal da Paraíba, CP 5093, 58051-970, João Pessoa, PB, Brasil.

2. Grupo de Análise Instrumental Aplicada, Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil. 3. Embrapa Pecuária Sudeste, CP 339, 13560-970, São Carlos, SP, Brasil.

Palavras Chave: análise de solos *in situ*, controle estatístico de processo, instrumentação analítica, potenciometria.

### Introdução

A análise de solos engloba um complexo processo que demanda tempo e custos, e dificulta o fornecimento de informações em tempo real dos cultivos. A análise de solos *in situ* usando sensores é de grande importância na agricultura moderna, fornecendo informação contínua de diversos parâmetros físico-químicos do solo. Neste trabalho apresentamos a aplicação de sondas de análise multiparamétrica constituídas de quatro sensores químicos – eletrodos ion-seletivos para  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $PO_3^{4-}$  e  $NO_3^-$  – e um sensor de temperatura no monitoramento de um solo adubado com vinhaça e cultivado com alfafa (*Medicago sativa L.*). A avaliação da evolução do sistema – preparo do solo, adubação com a vinhaça, plantio e crescimento da alfafa – foi realizada com o emprego de cartas de controle estatístico multivariado sobre os sinais fornecidos pelas sondas.

### Resultados e Discussão

Os sensores foram fixados em um tubo de PVC (2" de diâmetro e 1 m de comprimento) a 20 cm em relação à superfície do solo, e foram circundados por um placa de cobre utilizada como eletrodo de referência<sup>1,2</sup>. Três sondas foram construídas e instaladas em três vasos de PVC (60 cm de altura e 25 cm de diâmetro), que foram preenchidos com solo de característica argilosa. O primeiro vaso era a testemunha e nos seguintes foram adicionadas soluções de vinhaça em doses crescentes (300 e 450 m<sup>3</sup>/ha). Os potenciais e a temperatura foram medidos antes e durante o período de incubação da vinhaça, o plantio da alfafa e o crescimento da mesma. Foram aproximadamente 4 meses de experimento com em torno de 2000 horas úteis de dados. Inicialmente, uma análise de componentes principais foi realizada nos dados oriundos de todas as sondas, correspondentes ao período antes da adição de vinhaça (etapa de treinamento). Os dados obtidos no período de monitoramento foram projetados neste modelo de componentes principais e os escores obtidos foram utilizados como resposta na carta de controle. A figura 1 apresenta os perfis de escores da segunda componente principal em função do tempo de monitoramento para as sondas

instaladas no vaso testemunha, com adição de 300 e 450 m<sup>3</sup>/ha. A primeira componente modelou as diferenças relativas à construção das sondas, e portanto não foi utilizada para o monitoramento.

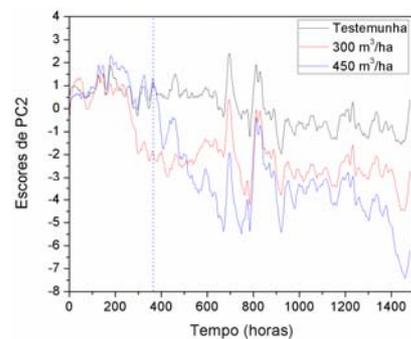


Figura 1: Perfis de escores da segunda componente principal em função do tempo de monitoramento.

Pode-se perceber que antes da adição da vinhaça (linha tracejada) todas as sondas apresentam mesmo comportamento. Após a adição observa-se uma diferenciação entre os perfis relacionada com a dose de vinhaça. O deslocamento para valores mais negativos de escores deve-se ao aumento significativo na concentração de  $K^+$ , que tem peso negativo na PC2.

### Conclusões

As diferenças de construção das sondas analíticas foram removidas após a aplicação do controle estatístico de processo multivariado baseado nos escores da segunda componente principal. A aplicabilidade das sondas no monitoramento em tempo real foi expandida com a aplicação dessa estratégia.

### Agradecimentos

CNPq, CAPES e FAPESP (processo 2008/55065-1).

<sup>1</sup> Lemos, S. G., Menezes, E. A., Chaves, F. S., Nogueira, A. R. A., Torre-Neto, A., Parra, A. Alonso. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40, 1282-1294, 2009.

<sup>2</sup> Artigas, J.; Jimenez, C.; Lemos, S. G.; Nogueira, A. R. A.; Torre-Neto, A.; Alonso, J. *Sensors and Actuators B*, 88, 337, 2003.