

## **MÉTODO PARA A CARACTERIZAÇÃO DO RISCO DECORRENTES DA PRESENÇA DE RESÍDUOS DE DEFENSIVOS EM SOLOS, BASEADO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO**

**LEONARDO C. MACHADO<sup>1</sup>, PAULO E. CRUVINEL<sup>2</sup>,  
VALÉRIA G. S. RODRIGUES<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Graduando do Departamento de Engenharia Ambiental, EESC-USP, e-mail: leo\_carmac@hotmail.com.

<sup>2</sup>Doutor, Pesquisador da Embrapa Instrumentação, CNPDIA, São Carlos SP, e-mail: paulo.cruvinel@embrapa.br.

<sup>3</sup>Doutora, Professora do Departamento de Geologia e Geotecnia Ambiental, EESC-USP, e-mail: valguima@usp.br.

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um método para detecção da presença de resíduos de defensivos químicos adsorvidos em solos agrícolas espacialmente distribuídos em área de cultura. Foi considerada a integração de coleta de amostras de solos, caracterização de textura, análises químicas por cromatografia líquida (HPLC) e algoritmo computacional para viabilização de alertas sobre a presença ou não de resíduos e suas respectivas concentrações. Ensaios foram realizados considerando solo franco argilo-arenosos provenientes de uma área de cultivo de milho, que foram expostos a um herbicida que apresenta como composto ativo o Glifosato (N-(fosfonometil)glicina). Segundo ao órgão legislador este herbicida deve apresentar uma concentração limite de 0,7mg/kg no solo, sendo observado de acordo com a Portaria MS nº 518/2004 do Ministério da Saúde, onde deve apresentar concentração limite de 500µg/L dissolvido em água e de 1mg/kg na superfície do milho (ANVISA). Resultados parciais mostram que as concentrações de resíduos nas amostras de solo, quando presentes, puderam ser comparadas com informações que estão disponibilizadas na literatura e que tratam sobre a toxicidade dos solos agrícolas. Neste contexto o método se mostrou viável para a classificação da toxidez e dos níveis de risco decorrente do uso de agrotóxicos em áreas de cultivos agrícolas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de risco, Segurança alimentar, Agricultura de precisão.

### **METHOD FOR RISK CHARACTERIZATION FROM THE PRESENCE OF PESTICIDES RESIDUES IN SOILS BASED ON PRECISION FARMING**

**ABSTRACT:** This work presents a method to detect the presence of chemical defense residues adsorbed on agricultural soils spatially distributed in crop area. The integration of soil sample collection, texture characterization, chemical analysis by liquid chromatography (HPLC) and computational algorithm to enable alerts on the presence or absence of residues and their respective concentrations were considered. Assays were performed considering clay-sandy loam soil from a maize growing area, which were exposed to a herbicide that has the active compound Glyphosate (N- (phosphonomethyl) glycine). According to the legislature, this herbicide must present a limit concentration of 0.7mg / kg in the soil, being observed according to the Ministry of Health Ordinance No. 518/2004, where it must present a limit concentration of 500µg / L dissolved in water and Of 1mg / kg on the corn surface (ANVISA). Partial results show that

the concentrations of residues in soil samples, when present, could be compared with information that is available in the literature and that deal with the toxicity of agricultural soils. In this context, the method proved to be feasible for the classification of toxicity and the risk levels resulting from the use of agrochemicals in agricultural crop areas.

**KEYWORDS:** Risk management, Food security, Precision farming.

**INTRODUÇÃO:** A aplicação de agrotóxicos na agricultura visa o controle de pragas presentes nas culturas. Anualmente no mundo são consumidos por volta de 2,5 milhões de toneladas/ano de agrotóxicos. O seu consumo no mercado brasileiro em 2015 ultrapassou 887,9 mil toneladas, incluindo herbicidas, inseticidas, fungicidas, acaricidas e outros, o que em termos de ingrediente-ativo (i.a.) se atingiu a casa dos 395,7 mil toneladas (SINDIVEG, 2016). A tecnologia de aplicação de agrotóxicos envolve a utilização de informações científicas e técnicas para proporcionar distribuição adequada do produto biologicamente ativo no alvo de interesse (ANTUNIASSI et al., 2004). A quantidade necessária de agrotóxicos envolvidos em uma distribuição está diretamente relacionada com o combate de pragas, o fator econômico, assim como com a minimização de possíveis derivas do produto, de forma a evitar o atingimento de outras áreas adjacentes às áreas da cultura. No Brasil áreas localizadas a até 500 metros de povoações, cidades, vilas, bairros e também áreas de mananciais de captação de água para abastecimento não podem receber aplicação de agrotóxicos.

Inserida neste contexto, a Embrapa desenvolve com parceiros uma Rede de Pesquisa que trata do desenvolvimento da aplicação de agrotóxicos de forma aérea e terrestre como estratégia para o controle de pragas agrícolas de interesse nacional (Rede REDAGRO). Esse trabalho tem apresentado avanços no desenvolvimento de metodologias, instrumentos e tecnologias para a aplicação aérea de agrotóxicos nas culturas de arroz, cana-de-açúcar, soja e milho e ganhos de qualidade e eficiência das pulverizações aéreas e minimização das derivas relacionadas às áreas de aplicação.

Entretanto, tendo em vista a conjugação do binômio produtividade e sustentabilidade, tem sido observado a necessidade do desenvolvimento de métodos que possam efetivamente proporcionar elementos para a avaliação de impactos ambientais decorrentes de derivas que normalmente acompanham os processos de pulverização agrícola.

Entre esses cuidados podem ser considerados o uso de menor vazão de agrotóxicos por áreas de aplicação (uso de menores volumes de aplicação), ajustes de volume de gotas para compensar possíveis variações climáticas durante o período da aplicação, correções decorrentes dos efeitos aerodinâmicos das aeronaves, assim como a definição de indicadores de impacto ambiental, incluindo avaliação de toxicidade em águas e solos da área de cultura.

Este trabalho apresenta um método para detecção da presença de resíduos de agrotóxicos adsorvidos em solos agrícolas espacialmente distribuídos em área de cultura.

**Materiais e Métodos:** A Figura 1 apresenta em diagrama de blocos a estrutura do método desenvolvido, o qual envolve a integração de quatro diferentes etapas, ou seja, coleta de amostras, análises físicas e químicas, onde são realizadas respectivamente análises granulométricas e cromatográficas por cromatografia líquida de alta precisão (HPLC), assim como o uso de um algoritmo computacional para viabilização de alertas sobre a presença ou não de resíduos de agrotóxicos.

Concentrações de resíduos, quando presentes, são comparadas às informações da literatura que tratam sobre a toxicidade dos solos agrícolas, possibilitando classificá-los quanto à toxidez e riscos.

Para a validação foi considerado o uso de amostras de solos coletados em área experimental da Fazenda Canchim, sede da Embrapa Pecuária Sudeste, situada no município de São Carlos, SP, com latitude de 21°57'15"S, longitude 47°50'75"W e altitude de 850 m em relação ao nível do mar.

O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa e o solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo. Para o geo-referenciamento das amostras foi utilizando-se um sistema de posicionamento global (GPS) de navegação, marca Garmin, Modelo Etrex Vista.

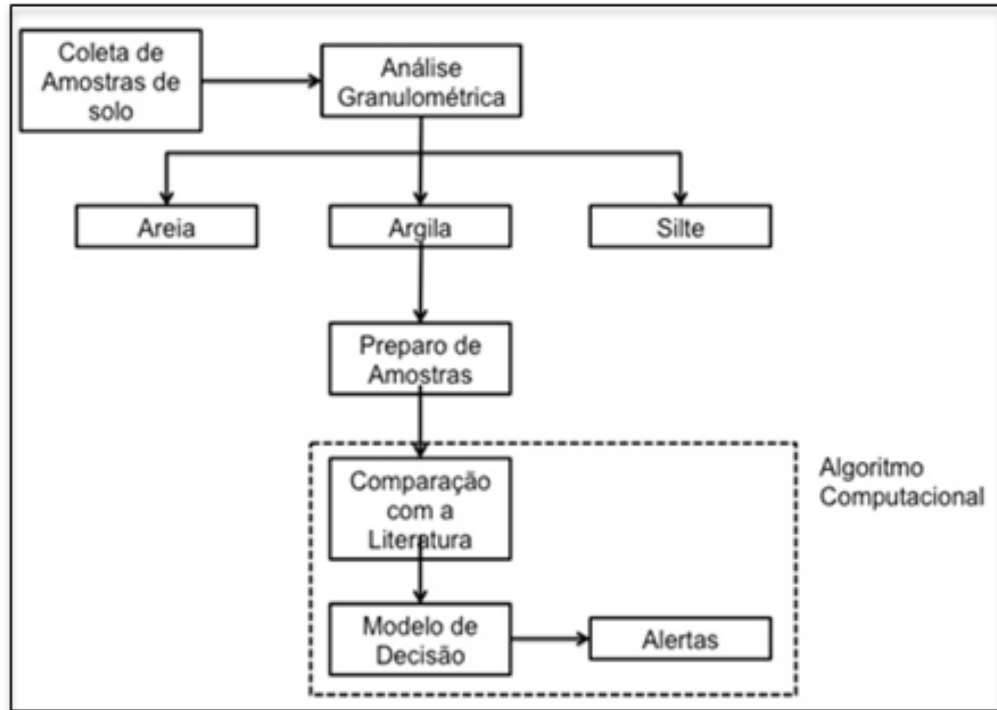


FIGURA 1. Diagrama em blocos das etapas do método para a caracterização do risco decorrentes da presença de resíduos de defensivos em solos, baseado em agricultura de precisão, onde a avaliação é realizada sobre o % de argila das amostras de solo.

Para o desenvolvimento das análises granulométricas foi utilizado um agitador rotatório de Wagner, uma balança analítica e o método da pipeta. Com as frações do solo, foram consideradas para a determinação da concentração de glifosato principalmente o % de argila, tendo em vista que, segundo a literatura (ARAÚJO, 2002) a areia não adsorve o glifosato e o silte é obtido pelo método da diferença envolvendo a qualificação dos percentuais de argila e areia.

As amostras de argila depois de obtidas são preparadas e ensaiadas utilizando um HPLC, tipo Varian 356-LC RI Detector, onde são determinadas suas concentrações.

O algoritmo computacional desenvolvido em MATHLAB<sup>®</sup> recebe como entradas as matrizes de informações sobre a posição das amostras, os percentuais de argila e as medidas obtidas com o uso do HPLC e com base em dados de literatura compara valores de forma a se buscar o estabelecimento de alertas baseados na classificação e caracterização das amostras analisadas em faixas de baixa, média e alta toxicidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Durante o processo de coleta das amostras houve o georeferenciamento dos pontos de amostragem e os dados de latitude, longitude e altitude obtidos com o sistema de posicionamento global (GPS) de navegação foram transferidos para um computador e as coordenadas geográficas foram convertidas a partir do modelo de elipsoide (WGS 84) para o sistema de coordenadas plano-retangulares (UTM). A área de estudo. Na área de estudo houve cultivo de milho no verão em sistema de plantio direto numa área sob irrigação (pivot central) e utilização de Glifosato (N-(fosfonometil)glicina), utilizado na etapa de pré-plantio com concentração de 5 L/ha. Amostragens de solo foram realizadas utilizando grade regular com intervalo regular de 13 m de distância entre os pontos, totalizando 60 amostras por área amostrada. Foi utilizado na amostragem um trado tipo holandês para coleta de amostras deformadas de solo no horizonte A (0,0-0,1m). As análises granulométricas,

determinando a distribuição percentual das partículas primárias do solo foram realizadas e a Figuras 2 ilustra o histograma com os resultados obtidos para essas medidas.

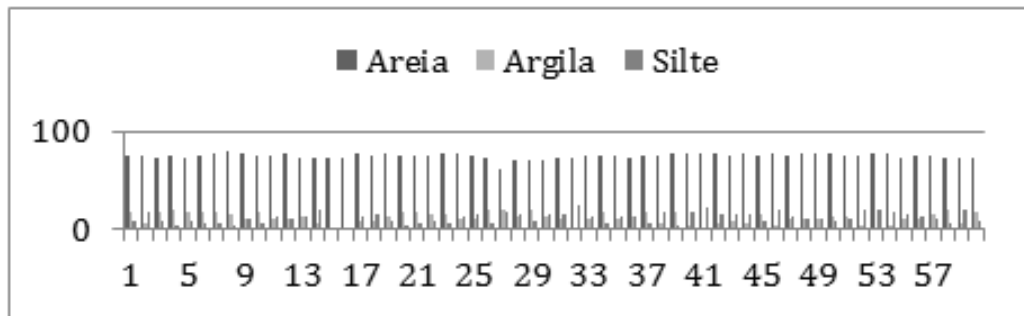


FIGURA 2. Histograma com a distribuição de % de areia, silte e argila das amostras coletadas no horizonte A (0,0-0,1m) da área de plantio de milho, onde ocorreu aplicação do Glifosato (N-(fosfonometil)glicina) na fase do pré-plantio.

A partir deste ponto as amostras estão prontas para serem analisadas no HPLC e a prova de conceito se completa em uma etapa final de processamento das análises e interpretação dos dados de concentração de glifosato. Segundo a ANVISA o herbicida Glifosato (N-(fosfonometil)glicina) deve apresentar uma concentração limite de 0,7mg/kg no solo e concentração limite de 500µg/L quando dissolvido em água. O algoritmo computacional auxilia na comparação entre as concentrações encontradas e os limites pré-estabelecidos e disponíveis na literatura, assim como viabilizando alertas de risco deste solo à saúde humana.

**CONCLUSÕES:** Muito embora a aplicação de agrotóxicos já tenha estabelecido uma série de protocolos e técnicas de aplicação, necessário se faz continuar a busca de melhorias que possam influenciar na qualidade da aplicação e na minimização de possíveis impactos ambientais. Avanços e resultados vêm sendo alcançados e este trabalho apresentou uma prova de conceito de um método para a avaliação da toxicidade decorrente do uso de Glifosato (N-(fosfonometil)glicina) em uma área tratada com base no manejo baseado em agricultura de precisão, ou seja considerando avaliações em ambiente de variabilidade espacial a partir da coleta de amostras de solos georeferenciados de forma a viabilizar auxílio ao processo de decisão sobre possíveis níveis de toxicidade decorrentes da presença do herbicida em área de cultura.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores reconhecem o apoio financeiro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Instrumentação (Processo MP2 nº 02.11.07.0.25.00.00), bem como do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa PIBIC (Processo nº 155103/2016-4).

## REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U. R., CAMARGO, T. V., VELINI, E. D., CAVENAGHI, A. L., FIGUEIREDO, Z. N., BONELLI, A. P. O. Controle de Ferrugem da Soja Através de Aplicações Aéreas e Terrestres. In: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos, 3, Anais, 4p, 2004.

ARAÚJO, A. S. F. Biodegradação, Extração e Análise de Glifosato em Dois Tipos de Solo. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 83 pp., 2002.

SINDIVEG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal, 2016. Disponível em: <<http://sindiveg.org.br/estatisticas-do-setor/>>. Acesso em 13 de maio de 2017.