

ESTUDO DA LIXIVIAÇÃO DO CARBOFURANO EM COLUNAS DE SOLO UTILIZANDO A ESL-PBT E ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA

Camila Faria Silva¹

Jordana Teodoro Bernardes²

Adilson Correia Goulart³

Simone Machado Goulart⁴

Química Ambiental

RESUMO

O Carbofurano é um agrotóxico muito perigoso ao meio ambiente e extremamente tóxico aos seres vivos. É amplamente utilizado no controle de insetos, cupins e nematóides podendo ser aplicado diretamente no solo ou em sementes. Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial de lixiviação do carbofurano em latossolo vermelho. Foram utilizadas colunas preenchidas com amostras de solo e, após o preenchimento, aplicou-se uma dose do produto comercial Furadan[®]. Foram avaliados três níveis de precipitação 20, 60 e 100 milímetros. Após a precipitação, amostras do solo foram coletadas ao longo do perfil da coluna e submetidas ao método de Extração Sólido-Líquido com Partição a Baixa Temperatura (ESL-PBT) e análise cromatográfica. Com base nos resultados analíticos observou-se que ao simular os volumes de 20 e 60 milímetros de precipitação não houve diferença na lixiviação do carbofurano, ocorrendo somente na camada superficial do solo (0-5 cm). Já com a simulação de 100 milímetros de precipitação foi observada a presença de carbofurano em partes mais profundas no perfil do solo (25-30 cm). O estudo realizado demonstra que mesmo com volumes diminutos de precipitação o princípio ativo carbofurano pode lixiviar em camadas superficiais no perfil do solo. Aponta também que com a elevação do volume de precipitação as moléculas deste agrotóxico podem alcançar níveis mais profundos no perfil do solo analisado.

Palavras-chave: Agrotóxico; Contaminação Ambiental; Latossolo Vermelho.

INTRODUÇÃO

Na aplicação dos agrotóxicos, além de atingir o seu alvo, grande parte das moléculas destes compostos alcança o solo. Dependendo das características físico-químicas do terreno e do princípio ativo estas substâncias podem lixiviar para camadas profundas do solo podendo contaminar os recursos hídricos representando perigo ao meio ambiente (SILVA; FAY, 2004; MELO et al., 2010). O agrotóxico carbofurano, em especial, é amplamente utilizado no controle de insetos, cupins e nematóides. Este princípio ativo é recomendado para as culturas de algodão, arroz, feijão, milho, trigo, tomate, repolho, cana-de-açúcar, banana, batata, café, cenoura e fumo. O produto comercial a base de carbofurano mais utilizado é o Furadan[®] cuja aplicação acontece diretamente no solo ou no trato de sementes. É uma substância

¹ Aluna do curso de licenciatura em Química; IFG – Campus Itumbiara; camilafaria96@gmail.com.

² Aluna do curso de licenciatura em Química; IFG – Campus Itumbiara; jordanateodoro@gmail.com.

³ Técnico Administrativo em Educação do IFG – Câmpus Itumbiara, adilson.goulart@ifg.edu.br.

⁴ Professora Doutora no IFG – Campus Itumbiara; simone.goulart@ifg.edu.br.

considerada muito perigosa ao meio ambiente e extremamente tóxica aos seres vivos, principalmente à fauna aquática e aos mamíferos (ANVISA, 2018). Os solos do tipo latossolo vermelho é uma das principais classes escolhida para a agricultura brasileira, ocupando 32% de todo território nacional. Além disso, suas características físicas facilitam o processo de implementação agrícola o que potencializa sua utilização para o cultivo de diferentes tipos de cultura (SOUZA; LOBATO, 2017).

Diante da conjuntura de dados apresentados e ainda observada a falta de referências e informações a respeito da dinâmica do carbofurano em latossolo vermelho objetivou-se neste trabalho investigar a lixiviação do carbofurano utilizando como ferramentas colunas de solo, o método de extração sólido-líquido seguido de partição a baixa temperatura (ESL-PBT) e análise em cromatógrafo a líquido de alta eficiência.

METODOLOGIA

Preparação e preenchimento das colunas de solo: Para a confecção das colunas foi adotado o procedimento metodológico de Faria (2013). Foram utilizadas colunas de PVC de 10x60 cm, foram parafinadas e preenchidas com amostras deformadas de latossolo vermelho. O solo foi coletado em local onde não existia histórico de aplicação de agrotóxicos, sendo, posteriormente, peneirado em peneira aço inox malha 2 mm. As colunas foram saturadas com água destilada e, prontamente, drenadas.

Aplicação do Furadan[®], precipitação e coleta das amostras: Antes da aplicação do Furadan[®] foram realizados os cálculos necessários para conversão do diâmetro da coluna em hectare. O produto foi aplicado conforme a bula. Foram utilizadas 4 colunas, em uma destas não se aplicou dose do produto Furadan[®] sendo identificada como branco. Nas outras três foram aplicadas doses iguais do produto como indicado na bula. Em seguida, foram simulados, de forma individual, em cada coluna, os volumes de 20, 60 e 100 mm de precipitação. As coletas das amostras ao longo do perfil das colunas, 0-5, 25-30 e 45-50 cm, foram realizadas após 24 horas e submetidas à ESL-PBT e análise cromatográfica.

ESL-PBT e análise cromatográfica: No procedimento de extração e quantificação do carbofurano foi utilizada a metodologia otimizada por Goulart (2017). Para a extração foi pesado 1,0 grama de solo. Em seguida, foi adicionado 1,5 mL de água deionizada, 4 mL de acetonitrila (ACN), agitando o sistema por 30 segundos em agitador de tubos vortex. As amostras foram deixadas em freezer por 2 horas a -20 °C. Logo após, retirou-se uma alíquota

de 1,0 mL do sobrenadante para análise cromatográfica.

Preparo da curva analítica e Condições cromatográficas: A quantificação do carbofurano foi obtida pelo método da padronização externa sendo construída uma curva analítica em ACN nas concentrações 5, 10, 30, 50, 70, 100, 150, 170, 200 mg L⁻¹. Detector UV, 195 nm; Coluna Kinetex 150 x 4,6 mm; fase móvel ACN:Água 35:65 v/v; Vazão: 0,8 mL min⁻¹; Temp. da coluna: 35 °C; Injeção: 20 µL; 7 min. análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o auxílio das respostas cromatográficas foi realizado o estudo da lixiviação do carbofurano nas colunas de solo. Na Figura 1 são apresentados os cromatogramas das análises. O carbofurano foi identificado pelo tempo de retenção do padrão no cromatograma, na Figura 1A é possível verificar que o tempo de retenção do princípio ativo foi de 5,5 minutos.

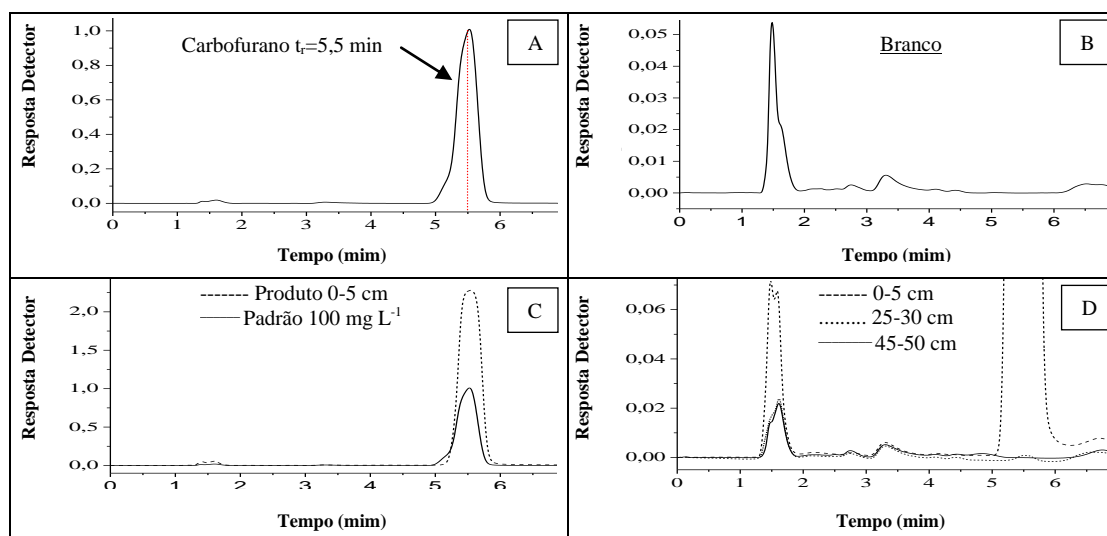


Figura 1: Cromatogramas das análises realizadas nas amostras de solo coletado das colunas.

Na Figura 1B é mostrado o cromatograma do branco, nota-se que no tempo de retenção do carbofurano não há pico, demonstrando a inexistência de interferentes ou contaminantes na matriz. A Figura 1C apresenta um comparativo entre um extrato obtido pela ESL-PBT no perfil de 0-5 cm de uma das colunas com uma solução do padrão carbofurano. Observa-se que tanto o pico do padrão quanto do produto comercial possuem o mesmo tempo de retenção o que demonstra que as configurações cromatográficas estabelecidas foram excelentes para

identificação e quantificação do carbofurano. A Figura 1D mostra 3 cromatogramas que representam as análises realizadas nos perfis analisados 0-5, 25-30, 45-50 cm.

Para a quantificação do carbofurano nas amostras foi elaborada uma curva analítica obtendo a função linear ($y = 204658x + 716049$). A equação apresentou coeficiente de determinação (R^2) de **0,9977** satisfazendo a Resolução 899/2003 da ANVISA. Na Figura 2 é possível observar que as concentrações encontradas na camada superficial do solo 0-5 cm foram superiores a 120 mg L^{-1} em todas as colunas, com exceção do branco.

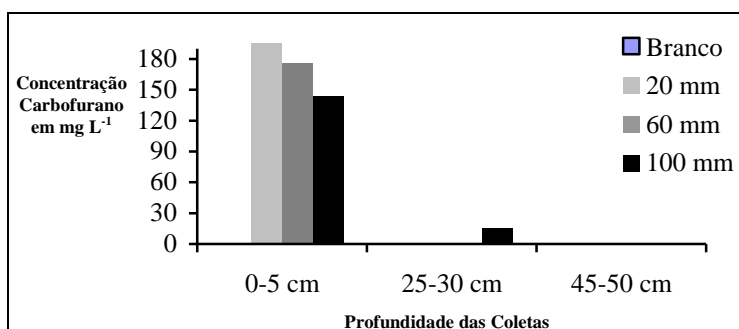


Figura 2: Gráfico com as concentrações encontradas ao longo do perfil das colunas.

Na Figura acima observa-se também que a lixiviação do carbofurano para o perfil 25-30 só acontece com a elevação do volume de precipitação. Uma possível explicação para esta observação pode ser as propriedades físico-químicas do carbofurano, especialmente a alta solubilidade em água (351 mg L^{-1}) e baixo coeficiente de adsorção a matéria orgânica ($K_{oc} = 22 \text{ mL g}^{-1}$) (IUPAC, 2018). Isso porque o baixo K_{oc} dificulta sua adsorção a matéria orgânica do solo deixando o princípio ativo livre no ambiente, favorecendo sua movimentação devido à afinidade com a água. Como visto não foram encontradas concentrações de carbofurano na profundidade de 45-50 cm, possivelmente pelo tempo adotado para as coletas.

Trabalhos com foco na lixiviação de agrotóxicos tiveram resultados semelhantes aos desta pesquisa. Spadotto et al. (2001), por exemplo, avaliou a lixiviação de 19 agrotóxicos pelo fator de atenuação. O estudo levou em consideração as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos e do latossolo localizado em Guaíra-SP. Os autores concluíram que o carbofurano foi o segundo agrotóxico de maior lixiviação nos primeiros 60 cm do solo. Martins et al. (2006), em contrapartida, avaliaram a lixiviação de agrotóxicos em latossolo vermelho amarelo, sendo o carbofurano o princípio ativo com maior potencial de lixiviação em profundidades superiores a 50 cm.

CONCLUSÃO

Nos padrões estabelecidos e metodologia adotada, verificou-se a lixiviação do carbofurano no perfil do solo em função da quantidade de precipitação. Além disso, é possível inferir que mesmo utilizando baixos volumes de precipitação o princípio ativo carbofurano pode lixiviar em camadas superficiais do solo. O estudo demonstrou também que com a elevação do volume de precipitação as moléculas deste agrotóxico podem alcançar níveis mais profundos no perfil do solo analisado. Novos estudos, adotando um maior período para a realização das coletas e maiores volumes de precipitação, devem ser realizados para melhor entendimento da dinâmica deste princípio ativo em latossolo vermelho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório Multiusuário do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia por fornecer o equipamento e suporte técnico para os experimentos envolvendo a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Monografias de agrotóxicos. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 27 maio 2018.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária; RE nº 899/2003: Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos, Ministério da Saúde: Brasil, 2003.
- FARIA, A. T. **Sorção, dessorção, meia-vida e lixiviação do tebuthiuron em latossolos brasileiros**. 2013. 71 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 2013.
- GOULART, A. C. Otimização e aplicação da extração sólido líquido com partição a baixa temperatura para determinação de carbofurano em solo. 2017. 99 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.
- INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. Footprint pesticides properties database. Disponível em: <[http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/ Reports/118.htm](http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/118.htm)>. Acesso em 10 jun. 2018.
- MARTINS, E. L.; WEBER, O. L. S.; DORES, E. G. C.; SPADOTTO, C. A.; BARBOSA, I. A. Lixiviação de pesticidas utilizado na cultura do algodão num latossolo vermelho amarelo no Estado de Mato Grosso. In: 46º CBQ, 2006, Salvador, BA. Disponível em <<http://www.abq.org.br/cbq/2006/trabalhos2006/4/995-1146-4-T1.htm>>. Acesso em 23 jun. 2018.
- MELO R. F.; BRITO, L. T.L.; GIONGO, V.; ANGELOTTI, F.; MIGUEL, A. A. **Pesticidas e seus impactos no meio ambiente**. Parte de livro. EMBRAPA. Cap. 4, p. 101-136, 2010.
- SILVA, C. M. M. S.; FAY, E. F. **Agrotóxicos e ambiente**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 400 p.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Latossolos. Brasília, DF: EMBRAPA, [2018]. Disponível em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.htm>. Acesso em: 14 de mai. 2018.
- SPADOTTO, C.; FILIZOLA, H.; GOMES.; Avaliação do potencial de lixiviação de pesticidas em latossolo da região de Guaíra, SP. Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente, Curitiba, v. 11, p. 127-136, jan./dez. 2001