



63º Congresso Brasileiro de Química

05 a 08 de novembro de 2024

Salvador - BA

ANÁLISE DE CROMO E CHUMBO EM SOLOS DE CULTIVOS DE SOJA E MILHO COM O USO DE AGROTÓXICOS

Giani M. B. Barwald¹; Pedro J. Sanches Filho²

¹ IFSUL, Depto de Engenharias e Ciências ambientais. Email: gianibohm@ifsul.edu.br.

² IFSUL, Depto de Engenharias e Ciências ambientais. Email: E-mail: pedrofilho@ifsul.edu.br

Palavras-Chave: Metais tóxicos, herbicidas, pesticidas.

Introdução

Os metais traços, como o chumbo e o cromo, representam uma preocupação crescente na agricultura, especialmente em áreas cultivadas onde o uso de agrotóxicos é intensivo. Metais traços são encontrados em solos devido a sua aplicação na agricultura e atividades industriais, pode ser absorvido por plantas, tornando-se bioacumulativo em cultivos (Silva *et al.*, 2021).

O Pb é encontrado em solos agrícolas, frequentemente proveniente de pesticidas contaminados e poluição industrial. De acordo com Lima *et al.* (2022), o Pb pode se acumular nos tecidos vegetais, comprometendo a segurança alimentar e causando riscos à saúde humana. O cromo (Cr), em suas formas trivalente e hexavalente, também é um contaminante de preocupação nas áreas agrícolas. Contaminantes podem decorrer da aplicação de fertilizantes e pesticidas. Silva *et al.* (2020) discutem que altos níveis de Cr podem afetar a fotossíntese e a estrutura celular das plantas.

Quanto ao uso de agrotóxicos o 2,4-D é um herbicida amplamente utilizado, especialmente em cultivos de soja. Segundo Santos *et al.* (2021), a persistência desse maior uso de 2,4-D tem efeito direto na solubilidade e na movimentação de metais no solo, facilitando a absorção de metais pesados pelas raízes das plantas. O glifosato, um herbicida de amplo espectro, tem sido associado à mobilização de metais pesados no solo. Segundo Rodrigues e Ferreira (2020), a aplicação contínua de glifosato pode alterar as propriedades químicas do solo, aumentando a disponibilidade de metais traços.

A interação entre os metais traços e os agrotóxicos é complexa e multifacetada. O uso contínuo de agrotóxicos não apenas contribui para a contaminação do solo e da planta, mas também pode potencializar os efeitos tóxicos dos metais pesados. Silva *et al.* (2021) sugerem que a aplicação de agrotóxicos pode aumentar a mobilidade e a biodisponibilidade de metais pesados no solo, resultando em uma maior absorção por plantas e conseqüentemente, riscos à saúde humana ao longo da cadeia alimentar.

O objetivo desse trabalho foi quantificar os teores dos metais traços chumbo e cromo em áreas de cultivo agrícola com o uso de agrotóxicos. A relação entre metais traços como,



63º Congresso Brasileiro de Química

05 a 08 de novembro de 2024

Salvador - BA

chumbo e cromo, e o uso de agrotóxicos é um tema crucial para a sustentabilidade agrícola. É essencial a implementação de boas práticas agrícolas e o monitoramento constante dos níveis de contaminação em solos cultivados, visando garantir a saúde do solo, das plantas e da população. ‘

Material e Métodos

A área utilizada para coleta do material para realização do estudo encontra-se situada no Centro Agropecuário da Palma (CAP), da Universidade Federal de Pelotas, localizado no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006), com pH em água 5,8, índice SMP 6,5, CTC efetiva 4,7, matéria orgânica 1,5% e 17% de argila.

As amostras de solo foram coletadas em área com histórico de cultivo de soja, milho e feijão, manejadas com uso de herbicidas como o 2,4 D e glifosato para dessecação em pré-plantio e/ou controle de plantas daninhas, foram coletadas também amostras de solo da mesma região em local de campo sem histórico de cultivo e sem aplicação de agrotóxicos nos últimos cinco anos, para ser utilizado como solo controle. Após a coleta das amostras, na profundidade de 0,0 a 0,10m, com auxílio de trado de rosca, as mesmas foram transportadas em caixa de isopor e mantidas refrigeradas até a realização das análises. Todos os materiais usados para coleta e armazenamento e a vidraria usada para as análises permaneceram previamente em imersão por 24 horas em ácido nítrico (HNO_3) a 10%, com a finalidade de evitar a contaminação por metais.

No processo de extração dos metais, utilizou-se o método da digestão ácida, também conhecida como digestão pseudototal, foram feitas extrações com 2g de amostras previamente secas a 65° C, em triplicata, em cada amostra adicionou-se 4 mL de água régia (3:1 HCl e HNO_3), 4 mL de água destilada e 1 mL de ácido perclórico (HClO_4). A solução formada foi aquecida em banho-maria por 30 min a 90°C (Hortellani *et al.*, 2008). Após a digestão, o extrato foi separado do resíduo do solo por filtração e submetido a uma nova etapa de extração. A solução resultante da filtração foi transferida e avolumada com água ultra pura à 25 mL. Os limites de detecção (Ld) e quantificação (Lq) foram definidos a partir de dez medidas dos brancos no EAA, calculando-se então o desvio padrão. O cálculo do limite de detecção foi considerado como sinal analítico mínimo três vezes o desvio padrão dos brancos mais a média do branco, para o Lq procedeu-se da mesma forma, porém utilizando 10 vezes o desvio padrão considerando uma amostra de 2 g. A determinação dos metais traço Pb e Cr foram realizadas por EAA por chama com equipamento da marca Perkin Elmer, modelo A Analyst 200 utilizando os parâmetros descritos na tabela 1. Os padrões foram preparados por meio de diluições das soluções padrões Titrisol 1000 mg L⁻¹ (Pb e Cr), sofrendo o mesmo tratamento das amostras. Para leitura no EAA, construiu-se curva de calibração com cinco pontos com concentrações entre 0,2 e 5,0 mg L⁻¹.



Tabela 01- Parâmetros utilizados nos ajustes do EAA (GBC 932 Plus), para as determinações de Pb e Cr.

Elementos	Chumbo	Cromo
Corrente lâmpada	15 mA	15 mA
Chama	ar acet.	óxido nitroso acet.
Comprimento de onda	283,31nm	357,8nm

Resultados e Discussão

A tabela 02 apresenta os resultados determinados dos metais traços Pb e Cr, nas amostras de solos, bem como as figuras de mérito para o método analítico. Podemos verificar que o método de digestão ácida apresentou uma resposta linear com r^2 entre 0,999 para Pb e 0,997 para Cr. Os limites de detecção (Ld) foram de 0,0981 mg kg⁻¹ para Pb e 0,3430 mg kg⁻¹ para Cr. Os limites de quantificação (Lq) foram de 0,3303 mg kg⁻¹ para Pb e 0,6265 mg kg⁻¹ para Cr, sendo essas faixas de valores aceitáveis para a determinação de metais traço.

Tabela 02- Teores de Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), obtidos por EAA.

Parâmetros analíticos	Pb mg kg ⁻¹ ±RSD(%)	Cr mg kg ⁻¹ ±RSD(%)
Solo Controle	0,41 ^b ± 4,9	1,10 ^b ±2,7
Solo cultivado	9,60 ^a ±2,2	8,55 ^a ±5,6
a	0,007	0,002
b	0,00007	0,0021
R ²	0,999	0,997
Lq	0,3303	0,6265
Ld	0,0981	0,3430

Ld- limite de detecção; Lq- limite de quantificação.

Os metais traço Pb e Cr foram encontrados em todas as amostras de solo. Para os teores de Pb o solo cultivado apresentou 9,6 mg kg⁻¹ e o solo controle 0,41 mg kg⁻¹ (Tabela 2). Essa maior carga de metais no solo cultivado pode ser devido aos resíduos oriundos do uso de agrotóxicos. As concentrações de chumbo em solos agrícolas mostraram variações significativas. De acordo com Lima *et al.* (2022), teores de Pb variaram entre 10 a 50 mg kg⁻¹



63º Congresso Brasileiro de Química

05 a 08 de novembro de 2024

Salvador - BA

em áreas de cultivo de fumo, evidenciando que a presença de Pb foi significativamente maior em locais com histórico de uso de pesticidas contaminados. Em outra pesquisa, Silva *et al.* (2021) encontraram concentrações de chumbo variando de 5 a 40 mg kg⁻¹ em solos de soja, indicando que a poluição por chumbo pode estar atrelada ao uso de maquinaria agrícola e à deposição atmosférica de poluentes.

Para os teores de Cr o solo cultivado apresentou 8,55 mg kg⁻¹ e o solo controle 1,10 mg kg⁻¹ (Tabela 02). O cromo, um metal menos frequente, mas igualmente preocupante, outros estudos mostram concentrações que variaram de 0,5 a 10 mg kg⁻¹ em solos analisados. Silva *et al.* (2020) destacaram que em solos impactados pelo uso de fertilizantes industriais, os teores de cromo eram mais elevados, com média de 7 mg kg⁻¹. Em comparação, Almeida *et al.* (2021) observaram que em áreas de cultivo de soja, os níveis de Cr estavam entre 1 e 5 mg kg⁻¹, sugerindo que a contaminação por este metal pode estar relacionada a práticas de manejo inadequadas e à aplicação frequente de insumos químicos.

Nos estudos realizados por outros pesquisadores os teores de metais traços Pb e Cr apresentam correlação positiva com o uso de agrotóxicos. As concentrações mais altas de metais pesados tendem a ser observadas em áreas com usos intensivos de agroquímicos, implicando que as práticas agrícolas podem acentuar a contaminação do solo. Um fator importante nessa dinâmica é a solubilidade dos metais em solo, que pode ser afetada pela aplicação de agrotóxicos, conforme relatado por Rodrigues e Ferreira (2020), onde a aplicação de glifosato comprometeu a estrutura química do solo e potencializou a mobilidade de metais. A comparação entre os teores encontrados nas diversas pesquisas revela informações alarmantes sobre a contaminação dos solos e seus potenciais riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

No Brasil, a legislação estabelece limites para a presença de resíduos de agrotóxicos em produtos agrícolas, mas não há limites específicos para a presença de metais pesados diretamente relacionados ao uso de agrotóxicos nos solos. A Resolução 420/2009 CONAMA (Conama, 2009) estabelece valores de referência de qualidade (VRQ) para 09 (nove) elementos químicos, naturalmente presentes nos solos do Rio Grande do Sul, considerando as províncias geomorfológicas/geológicas no âmbito do Estado do RS de origem dos mesmos.

Conclusões

Os teores encontrados de metais tóxicos como chumbo e cromo em solos agrícolas fornecem um panorama preocupante para a segurança alimentar e a saúde ambiental. Os resultados evidenciaram que os teores de Pb e Cr são maiores em solos cultivados do que em solos de campo sem cultivos. A consolidação de práticas de manejo sustentável e a vigilância constante na utilização de agrotóxicos são fundamentais para mitigar esses riscos.



63º Congresso Brasileiro de Química

05 a 08 de novembro de 2024

Salvador - BA

Agradecimentos

A PROPESP/IFsul pela bolsa de IC e fomento a pesquisa.

Referências

ALMEIDA, A. G., et al. Efeitos do imidacloprido na dinâmica de metais pesados em solo agrícola. *Revista de Agricultura Sustentável*, v. 5, n. 2, p. 45-53, 2021.

CONAMA - Conselho Estadual de Política Ambiental - Resolução 420/2009, 2009. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=18414>. Acesso em Set. 2024.

FIQUEIREDO, C. R., et al. Bioacumulação de cádmio em soja: um estudo experimental. *Journal of Soil Science*, v. 6, n. 1, p. 12-25, 2021.

FIGUEIREDO, C. R., et al. Análise de biodisponibilidade de metais pesados em solos agrícolas. *Cadernos de Pesquisa Agrícola*, v. 12, n. 2, p. 57-65, 2022.

HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; ABESSA, D. M. S.; SOUSA, E. C. P. M. Avaliação da contaminação por elementos metálicos dos sedimentos do Estuário Santos - São Vicente. *Química Nova*, v. 31, n. 1, p. 10-19, 2008.

LIMA, M. A., et al. Impacto do chumbo na produção de fumo e suas consequências. *Cadernos de Pesquisa Agrícola*, v. 10, n. 3, p. 78-85, 2022.

RODRIGUES, L. F. & FERREIRA, R. E. Efeitos do glifosato na mobilidade de metais pesados em solos. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 3, n. 4, p. 150-162, 2020.

SANTOS, J. P., et al. Interações entre o uso de 2,4-D e a disponibilidade de metais em solos agrícolas. *Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, v. 7, n. 1, p. 30-42, 2021.

SILVA, T. M., et al. Estudo da contaminação por cromo em áreas agrícolas. *Revista Brasileira de Agricultura*, v. 8, n. 2, p. 67-73, 2020.

SILVA, R. O., et al. Relação entre agrotóxicos e metais pesados: revisão crítica. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 42, n. 1, p. 185-200, 2021.