



Avaliação ecotoxicológica da qualidade do solo em propriedade rural na região noroeste do Paraná

Ecotoxicological evaluation of soil quality in a rural property in the northwestern region of Paraná

Maria Eduarda Nardes Rodrigues Pinto¹, Flávia Vieira da Silva Medeiros²

RESUMO

A introdução de componentes tóxicos e práticas não eficientes de gestão podem ocasionar a poluição e degradação do solo e consequentemente das águas, afetando a segurança alimentar e a saúde humana de quem faz uso do solo e consome da água em regiões contaminadas. O local de estudo apresenta possíveis fontes poluidoras: agricultura e um ferro velho com desmanche de veículos que pode estar prejudicando a qualidade do solo aos arredores das fontes hídricas. Dessa maneira, o presente estudo teve o objetivo de analisar a qualidade do solo próximo a um ferro velho, a um poço artesiano, a um riacho na porção rebaixada e próximo a uma área agricultável. Após coleta do solo, foi feito um estudo ecotoxicológico sobre as células meristemáticas de *Allium cepa* L. Os resultados demonstraram que não houve toxicidade por metais pesados, mas o teor de Cu, Mn, Zn e Fe estão muito acima do desejável, o que não descarta uma futura contaminação dos recursos hídricos da região de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminação. Ecotoxicidade. Solo.

ABSTRACT

The introduction of toxic components and inefficient management practices can lead to pollution and degradation of soil and consequently water, affecting food security and human health for those who use the soil and consume water in contaminated regions. The study site presents possible sources of pollution: agriculture and a junkyard with vehicle dismantling that may be damaging the quality of the soil around the water sources. Therefore, the present study aimed to analyze the quality of the soil close to a scrapyard, an artesian well, a stream in the lowered portion and close to an agricultural area. After collecting the soil, an ecotoxicological study was carried out on the meristematic cells of *Allium cepa* L. The results demonstrated that there was no toxicity due to heavy metals, but the content of Cu, Mn, Zn and Fe are much higher than desirable, which is not rules out future contamination of water resources in the study region.

KEYWORDS: Contamination. Ecotoxicity. Ground.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso finito e apesar de ser renovada pelo ciclo hidrológico é passível de escassez. Isso é notório devido à sua distribuição que não se encontra de forma uniforme e acessível em se tratando de qualidade e quantidade.

Com o aumento da população, urbanização e industrialização, os ecossistemas estão sendo alvos dos impactos produzidos. A questão da qualidade dos recursos hídricos está ligada aos fenômenos naturais e antrópicos em certa bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2007).

A introdução de componentes tóxicos e práticas não eficientes de gestão podem ocasionar a poluição e degradação do solo e consequentemente das águas, afetando a

¹ Maria Eduarda Nardes Rodrigues Pinto, CNPQ. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: mariap.1998@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 1724864658462234.

² Flavia Vieira da Silva Medeiros no Departamento Acadêmico de Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: flaviav@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8298141172237555.



segurança alimentar e a saúde humana de quem faz uso do solo e consome da água em regiões contaminadas.

O aumento na utilização de insumos industriais, também aumentou a preocupação com a contaminação do solo (STEFFEN; STEFFEN; ANTONIOLLI, 2011). O uso de inseticidas, fungicidas e herbicidas diminuem os danos e aumenta a produtividade agrícola, mas, por outro lado esses compostos podem ser levados para o meio, dispersos pelo ar ou lixiviados pelo solo, chegando até os recursos hídricos (MELO *et al.*, 2016).

O município de Engenheiro Beltrão-Paraná, possui atividade agropecuária ativa e na área de estudo além da agricultura, existe a instalação e funcionamento de um “ferro-velho”, com desmonte de veículos na cabeceira da vertente em estudo nesse trabalho. O estudo em questão está em consonância com a Política Nacional dos Recursos Hídricos pois se constatado contaminação no solo, sugere-se a contaminação das águas da região. Segundo Medina e Gomes (2002) bem como Antonioli *et al.* (2013) estudos já demonstraram metais pesados como zinco (Zn), cobre (Cu), chumbo (Pb) e cádmio (Cd) em níveis superiores aos encontrados na natureza em solos e aquíferos subterrâneos por meio de ações antrópicas, isso se procedeu principalmente em locais destinados à guarda de veículos apreendidos.

Para a avaliação da qualidade do solo foi realizada a análise ecotoxicológica com o bioensaio *Allium cepa* (raízes de cebola). Os bioensaios ecotoxicológicos, aliados a parâmetros físico-químicos, são frequentemente usados em avaliações de impactos ambientais dos corpos hídricos, onde os organismos utilizados funcionam como biosensores que respondem a presença de contaminantes (BRAGA; LOPES, 2015).

O presente estudo terá como premissa, analisar a qualidade do solo da Chácara São José e seu entorno por meio de análises de ecotoxicológicos (citogenotoxicidade e fitotoxicidade) e como produto será proposto um protocolo contendo os resultados do estudo realizado.

MATERIAIS E MÉTODOS

A chácara São José, área de estudo, está situada no município de Engenheiro Beltrão-Pr, está inserida na Gleba Rio Mourão, com área de 2.9040 ha e localiza-se na PR-317, na Rodovia Avelino Piacentini município. Engenheiro Beltrão possui área de 467,2 km², está localizado na região central do Paraná, deslocado ligeiramente para o noroeste, está a uma latitude 23° 47'49" sul e a uma longitude 52° 16' 08" oeste, estando a uma altitude de 520 metros acima do nível do mar (ENGENHEIRO BELTRÃO, 2023).

O clima é Subtropical Úmido Mesotérmico, verões quentes com tendência de concentração de chuvas, temperatura média superior a 22°C, invernos com geadas pouco frequentes, temperatura inferior a 18°C, sua economia se baseia na agropecuária (ENGENHEIRO BELTRÃO, 2023).

O poço de captação de água na Chácara São José tem 5 metros de profundidade. As minas superficiais secam durante estiagens longas, reaparecendo em períodos chuvosos. A propriedade também possui duas represas com peixes para consumo da família. Nas proximidades, há uma área destinada à agricultura e o riacho conhecido como rio do Bagre, que deságua no Rio Claro e, por sua vez, no Rio Ivaí.

A coleta do solo foi feita em pontos na área de estudo e nos arredores. A coleta para teste *Allium cepa* e análise física foi realizada no início do mês de março de 2022.



Após delimitação da área de estudo, realizou-se o trabalho da coleta de solo em quatro pontos estratégicos: na cabeceira da vertente da chácara próximo ao ferro velho (ponto 1), um ponto próximo ao poço (ponto 2), um ao lado do riacho conhecido como Rio do Bagre (ponto 3), um ponto abaixo do ferro-velho em sua porção final (ponto 4) e um ponto controle em área de solo preservada, um jardim.

Cada ponto foi coletado duas amostras do solo (1000 g) cada em duas profundidades 0-10 cm, 10-20 cm, para as análises químicas e teste *Allium cepa*.

Utilizou-se um trado holandês para as respectivas coletas, o material coletado foi acondicionado em caixa térmica com gelo e transportado ao laboratório de Ecologia Molecular da Universidade Federal Tecnológica do Paraná - campus Campo Mourão.

O ponto 3, próximo ao riacho conhecido como Rio do Bagre, sofre influência da área agricultável, no momento da coleta com o plantio de milho, também há uma galeria pluvial da Rodovia Avelino Piacentini Km que desemboca no mesmo e despejo de lixo doméstico oriundo de uma área de periferia próximo à sua nascente.

Os parâmetros considerados em *A. cepa* foram analisados conforme Fiskejo (1985). O bioensaio *Allium cepa* foi feito com extrato aquoso do solo. Pegou-se 300 g de cada amostra de solo e colocou em contato com água no Becker medindo 2000 mL, 1000 mL e 500 mL, respectivamente, aguardou-se por dois dias até a decantação. Em seguida, foi retirado o sobrenadante e os bulbos das cebolas foram colocados em contato para germinar.

Após cinco dias, mediu-se as raízes no paquímetro digital e anotou-se o comprimento, em seguida as raízes foram colocadas em tubos de ensaio com fixador (63 mL de etanol e 21 mL de ácido acético).

Na próxima etapa as raízes foram lavadas por três vezes com água destilada e adicionadas no tubo de ensaio com ácido clorídrico HCl (7mL de ácido para 100 mL de água destilada) por 10 minutos, procedeu-se nova lavagem com água destilada por três vezes e fez-se as lâminas. A avaliação citogenética foi realizada conforme Guerra e Souza (2002) hidrolisadas em HCl 5N por 10 minutos a 28°C, em seguida, foram lavadas em água destilada por 15 minutos cada lavagem e coradas com orceína acética 2%.

Cada raiz foi cortada na região meristemática, adicionada na lâmina com orceína acética 2% e macerada com repiques de bisturi, para posterior observação ao microscópio.

Depois de medida as raízes no paquímetro, os resultados das medições foram tabelados para verificar se houve interferência no crescimento das mesmas, em cada ponto analisado. Os resultados obtidos foram comparados com solo controle de uma região preservada localizada no Paraná. As lâminas foram analisadas em microscópio óptico em aumento de 400 x.

A citotoxicidade foi estabelecida com base no Índice de Alterações Celulares (IAC) calculado a partir do número de alterações celulares observados nos meristemas (equação 3). De cada bulbo observou-se 200 células, totalizando 1,000 células analisadas por tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados do Teste *Allium cepa*, citogenotoxicidade estão representados na Tabela 1, a qual indica o índice de crescimento de raízes e índices mitóticos de meristemas de raízes provenientes de bulbos de *Allium cepa* L. Expostos por 120 horas a diferentes extratos aquosos de solos provenientes de coleta de solo na área de estudo.



Tabela 1- Concentração 1 (300 g de solo em 500 mL de água); concentração 2 (300 g de solo em 1000 mL de água) e concentração 3 (300 g de solo em 2000 mL de água)

	TR	IM/DP	IAC/DP
	Solo Co	100,00 ± 0,85	0,20±1,20
Solo P* (controle)	[1]	90,70 ±0,97	0,40±0,90
	[2]	88,44 ±1,25	0,20±1,24
	[3]	80,22 ±1,38	0,60±0,77
Solo P1	[1]	80,89 ±1,90	0,20±0,88
	[2]	82,90 ±1,90	0,20±1,08
	[3]	92,00 ± 0,85	0,20±0,95
Solo P2	[1]	91,40 ±0,92	0,60±0,50
	[2]	88,44 ±1,15	0,60±1,04
	[3]	85,22 ±1,24	0,60±0,97
Solo P3	[1]	89,80 ±1,92	0,40±0,88
	[2]	85,90 ±1,95	0,20±1,08
	[3]	88,90 ±1,93	0,20±1,00
Solo P4	[1]	79,50 ±1,78	0,40±0,55
	[2]	75,90 ±1,00	0,60±1,45
	[3]	76,90 ±1,93	0,20±1,13

Fonte: Autoria própria (2023).

Com base nos resultados obtidos na Tabela 1, verificou-se que extratos aquosos de solos provenientes das coletas na Chácara São José, não foram citotóxicos e nem genotóxicos em meristemas de raízes de *A. cepa*. Isso representa um solo com textura argilosa, isso indica um ambiente com maior fertilidade, maior matéria orgânica bem como maior capacidade de troca de cátions.

Segundo Bradl (2004), a mobilidade dos metais pesados costuma ser menor em solos argilosos e maior em solos arenosos. Vale ressaltar que em todos os pontos analisados há fração significativa de argila.

A baixa mobilidade dos metais ocorre porque a adsorção em solos ocorre preferencialmente em argilominerais, isso ocorre devido ao desbalanceamento elétrico em virtude das substituições de cátions no retículo cristalino por outro de menor valência. Ademais, a capacidade de remoção de um soluto pelo solo relaciona-se com a área superficial disponível, cuja tendência é ser maior nos minerais de argila (OLIVEIRA; MARAGNO; OLIVEIRA; SOARES; WINGLER, 2012).

Os resultados do Teste *Allium cepa* de fitotoxicidade estão expressos na Tabela 2, os quais indicam que é bem possível que haja contaminação no solo, uma vez que os metais são tóxicos ao sistema *Allium cepa*, observa-se que nos pontos 2, ponto 3 (500 mL



e 2000mL), bem como no ponto 2 (1000 mL) houve redução no crescimento das raízes, mas nada muito significativo. O teste em *Allium cepa* é um modelo que representa outras espécies de plantas bem como estudos de avaliação de toxicidade em animais.

Tabela 2- Médias de crescimento de raízes em centímetros

	500 mL	1 L	2 L
P1	330,09	417,11	401,14
P2	147,11*	178,91 *	192,59*
P3	176,22*	202,41	111,24*
P4	295,38	122,63	275,29
Co	250,09	233	219,8

Fonte: Autoria própria (2023).

O P2 e P3 são aqueles que demonstraram maior teor dos metais Cu, Zn, Mn e Fe, de acordo com as análises químicas realizadas, também maior MOS e maior pH o que dificulta a disponibilidade dos metais no solo. Devido a isso, pode ter afetado parcialmente o crescimento das raízes nestes pontos.

CONCLUSÃO

Em se tratando do Teste *Allium cepa*, as amostras analisadas não demonstraram genotoxicidade e quanto à fitotoxicidade, não atingiu níveis significativos. Pode-se afirmar que os recursos hídricos próximos à área ocupada pelo depósito de ferro-velho, não estão com uma contaminação significativa de metais pesados, de acordo com os resultados apresentados e discutidos referentes às análises físico-químico do solo no entorno.

Sugere-se um estudo mais detalhado com o passar do tempo, pois o ferro-velho está no local há cinco anos, e processos como lixiviação pelas águas das chuvas no terreno em declive, pode vir a contaminar o solo de maneira tóxica.

Outro detalhe seria coleta de amostras mais profundas e também no local em que as sucatas estão depositadas, não somente nos arredores. O local agricultável (P4) também não possui níveis de metais muito significativos, na verdade foi onde eles se apresentaram em menor concentração.

Agradecimentos

Agradecemos ao PIBITI pelo suporte financeiro da bolsa e à UTFPT pela oportunidade de pesquisa que enriqueceu nossa graduação. Sua contribuição foi essencial para o sucesso deste estudo.

REFERÊNCIAS

ANTONIOLLI, Zaida Inês *et al.* Metais pesados, agrotóxicos e combustíveis: efeito na população de colêmbolos no solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 6, p. 992-998, 01 jun. 2013. Disponível em:



<https://www.scielo.br/j/cr/a/SVDhMTVvwXcbTSFkFPwcGFj/?format=pdf>. Acesso em: 27 out. 23.

BRAGA, Jacqueline Ramos Machado; LOPES, Diêgo Menezes. Citotoxicidade e genotoxicidade da água do rio Subaé (Humildes, Bahia, Brasil) usando *Allium cepa* L. como bioindicador. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 130-140, 1 jan. 2015. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1459>.

BRADL, Heike B. Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. **Journal Of Colloid And Interface Science**, [S.L.], v. 277, n. 1, p. 1-18, set. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcis.2004.04.005>.

ENGENHEIRO BELTRÃO. Prefeitura Municipal. **Dados estatísticos do município de Engenheiro Beltrão**. 2023. Disponível em:

<https://www.engenheirobeltrao.pr.gov.br/portal/servicos/1004/dados-estatisticos/#:~:text=Possui%20uma%20%C3%A1rea%20de%20467,km%20de%20Foz%20do%20Igua%C3%A7u>. Acesso em: 10 out. 2022.

FISKESJO, G. O teste *Allium cepa* como padrão em monitoramento ambiental. **Hereditas**, 102 (1), 99-112. 1985.

MEDINA, Heloisa Vasconcellos de; GOMES, Dennys Enry Barreto. **A indústria automobilística projetando para a reciclagem**. In: CONGRESSO NACIONAL DE P&D EM DESING, 5., 2002, Brasília. Brasília: Resol, 2002. v. 5, p. 1-8. Disponível em: http://www.resol.com.br/textos/ferro_reciclagem_automoveis_brasil.pdf. Acesso em: 27 out. 2023.

MELO, Christiane Augusta Diniz *et al.* **Herbicides carryover in systems cultivated with vegetable crops**. Revista Brasileira de Herbicidas, [S.I.], v. 15, n. 1, p. 67-78, mar. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.7824/rbh.v15i1.434>. Acesso em: 27 out. 23.

OLIVEIRA, Mônica Diene Rodrigues de; MARAGNO, Ana Luiza Ferreira Campos; OLIVEIRA, André Luiz de; SOARES, Angela Maria; WINGLER, Karla Maria. **Avaliação da contaminação do solo pela disposição inadequada de resíduos sólidos em Romaria-MG**. 2012. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/14162>. Acesso em: 27 out. 23.

STEFFEN, Gerusa Pauli Kist; STEFFEN, Ricardo Bemfica; ANTONIOLLI **Zaida Inês**. **CONTAMINAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA PELO USO DE AGROTÓXICOS**.: Tecnológica, v. 15, n. 1, 21 jan. 2011. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/2016>. Acesso em: 27 out. 2023.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.