



APLICAÇÃO DE LODO DE INDÚSTRIA DE GELATINA EM COLUNAS DE SOLO: EFEITOS NA QUALIDADE DA ÁGUA PERCOLADA

*Anna Paola Tonello¹; Caroline Silvano²; Mayara Mariana Garcia³;
Paulo Sérgio Lourenço de Freitas⁴; Altair Bertonha⁵*

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de doses crescentes de lodo de indústria de gelatina (LIG) em colunas de solo sobre a qualidade da água percolada. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em colunas de tubos de PVC (0,20 m de diâmetro) preenchidas com camadas de um Nitossolo Vermelho distroférrico, textura muito argilosa. Os tratamentos consistiram de doses crescentes de lodo de indústria de gelatina, equivalentes a 0, 150, 300, 450 e 600 m³ ha⁻¹ de LIG, em uma única aplicação. A coleta do percolado foi realizada sessenta dias após a aplicação dos tratamentos. Foi observado diminuição do pH e da concentração de P-total na água percolada, com o aumento da dose de LIG. Já o Na, por ser um elemento abundante no LIG (578 mg L⁻¹), aumentou no percolado com o aumento da dose, sem, contudo, atingir o limite estabelecido para manutenção da qualidade da água. Com relação aos demais atributos avaliados, CE, N-total, K, Ca, Mg, DQO e DBO, não foram encontrados efeitos significativos. Portanto, esses resultados mostraram que a aplicação de até 600 m³ ha⁻¹ de LIG no solo estudado, nas condições deste trabalho, não indicou efeitos negativos à qualidade da água percolada.

PALAVRAS-CHAVE: Águas residuárias; Lixiviação, Poluição ambiental.

1. INTRODUÇÃO

O aumento das atividades urbanas, industriais e agropecuárias gera resíduos na mesma proporção, que resultam na poluição ambiental. Uma das soluções para reduzir esse impacto ambiental seria o descarte em solos agrícolas, reaproveitando os nutrientes do resíduo tornando assim um sistema sustentável e produtivo, resultando na redução de adubos e fertilizantes em longo prazo.

No Brasil, as águas residuárias utilizadas na agricultura devem ser baseadas em critérios técnicos, no sentido de minimizar prejuízo ao meio ambiente. Portanto, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), por meio da Norma Técnica P 4.230 (CETESB, 1999), estabeleceu procedimentos para a aplicação de lodo referente ao sistema de tratamento biológico de dejetos líquidos sanitários ou industriais. Posteriormente, a Norma Técnica P 4.230 foi substituída pela Resolução do Conselho

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná. anna.tonello@hotmail.com

² Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná. carolinesilvano@gmail.com

³ Acadêmica do Curso de Agronomia, da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná. may.mgarcia@hotmail.com

⁴ Orientador, Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná. pslfreitas@uem.br

⁵ Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná. abertonha@uem.br

Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n. 375, de 29 de agosto de 2006 (BRASIL, 2006), referente aos lodos de esgotos sanitário gerados em estação de tratamento.

A gelatina, utilizada para fins alimentícios, cosméticos, farmacêuticos e fotográficos é produzida através da hidrólise controlada do colágeno de peles e ossos de animais. No processo de industrialização da gelatina é gerado resíduo líquido, também chamado de lodo, que devido as suas composições químicas possibilitam a utilização em solos agrícolas como fonte de nutrientes para as plantas, principalmente o nitrogênio, sem riscos de contaminação por metais pesados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de doses crescentes de lodo de indústria de gelatina (LIG) em colunas de solo sobre a qualidade da água percolada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em colunas de solo, em condições de casa de vegetação, constituídas de tubos de PVC (0,20 m de diâmetro), preenchidas com camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm de um Nitossolo Vermelho Distroférrico de textura muito argilosa, coletado na área experimental do Centro Técnico de Irrigação da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná. O solo apresentava os seguintes atributos na camada de 0–20 cm: 23% de areia; 6% de silte; 71% de argila; pH CaCl₂ de 6,1; 0,2 cmol_c de Al³⁺ dm⁻³; 3,68 cmol_c de H⁺ Al dm⁻³; 6,49 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 2,95 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 3,81 cmol_c dm⁻³ de K; 78,0 mg dm⁻³ de P (Mehlich-1); e 14,44 g dm⁻³ de C (SALVESTRO et al., 2012); sem histórico de aplicação de resíduos orgânicos.

Os tratamentos foram constituídos por doses crescentes de lodo de indústria de gelatina (LIG), equivalentes a 0, 150, 300, 450 e 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, antes da semeadura. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. O LIG foi fornecido pela Gelita do Brasil – unidade Maringá, Paraná, coletado no sistema de tratamento do efluente da indústria, e apresentava as seguintes características físico-químicas, analisadas com as metodologias descritas em Tedesco et al. (1995) e APHA, AWWA & WEF (1998): pH de 7,46; condutividade elétrica de 410,7 µS cm⁻¹; 4.040,0 mg L⁻¹ de sólidos totais; 532,9 mg L⁻¹ de N-total; mg L⁻¹ de N-NH₄; 20,25 mg L⁻¹ de N-NO₃; mg L⁻¹ de P-total; 18,8 mg L⁻¹ de K; 33,62 mg L⁻¹ de Ca; 7,97 mg L⁻¹ de Mg; 578,29 mg L⁻¹ de Na; 3.056,0 mg L⁻¹ de DQO e 1.575,0 mg L⁻¹ de DBO.

Sete dias após a aplicação de LIG, sementes de milho (*Zea mays*) para ensilagem, híbrido AG1051, foram semeadas manualmente em cada uma das colunas de solo. A umidade do solo durante o período entre a aplicação dos tratamentos e o final do experimento foi mantida em torno de 60 % da capacidade de campo, através de irrigação manual.

A coleta da água percolada foi realizada aos 60 dias após a aplicação das doses de LIG. Para causar a percolação, foi aplicado um volume de 4 litros de água de poço em cada coluna. Foram determinados: pH, condutividade elétrica; N-total, P-total, K, Ca, Mg, Na, DBO e DQO. A determinação do valor de pH e da condutividade elétrica foi feita por meio de leitura direta nas amostras, e os demais atributos por meio das metodologias APHA, AWWA e WEF (1998) e Tedesco et al. (1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e de regressão (p<0,05).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de LIG causou poucos efeitos na qualidade da água percolada. Houve efeito significativo apenas nos atributos Na, pH e P-total, sendo observado, com o aumento da dose de LIG, aumento da concentração de Na e diminuição do pH e da concentração de P-total (Figura 1). Com relação aos demais atributos avaliados, CE, N-total, K, Ca, Mg, DQO e DBO, não foram encontrados efeitos significativos (dados não revelados).

A aplicação de LIG aumentou a concentração de Na na água percolada, por ser esse um elemento abundante no LIG (578 mg L^{-1}). Cabe salientar que altos teores de sódio são geralmente encontrados nas águas residuárias das indústrias de gelatina que utilizam raspas e aparas de couro como matéria prima (Taniguchi, 2010), como é o caso da água residuária utilizada neste estudo. Além de estar em altas concentrações no efluente aplicado ao solo, o sódio pode ser facilmente lixiviado, devido a sua característica de baixa afinidade no complexo de troca do solo, permanecendo principalmente na solução do solo (LEAL et al., 2009). Ressalta-se ainda que a maior concentração de Na foi observada na dose $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ($12,43 \text{ mg L}^{-1}$) (Figura 1a), e está dentro dos limites aceitáveis para a manutenção da qualidade da água, conforme a resolução do Conama 357/2005 (BRASIL, 2005).

O menor valor de pH foi observado na dose de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (6,3) (Figura 1b), e não representa problema para a qualidade da água percolada, visto que esse nível está dentro dos limites aceitáveis para os padrões de qualidade de água doce estabelecidos na resolução do Conama 357/2005 (BRASIL, 2005).

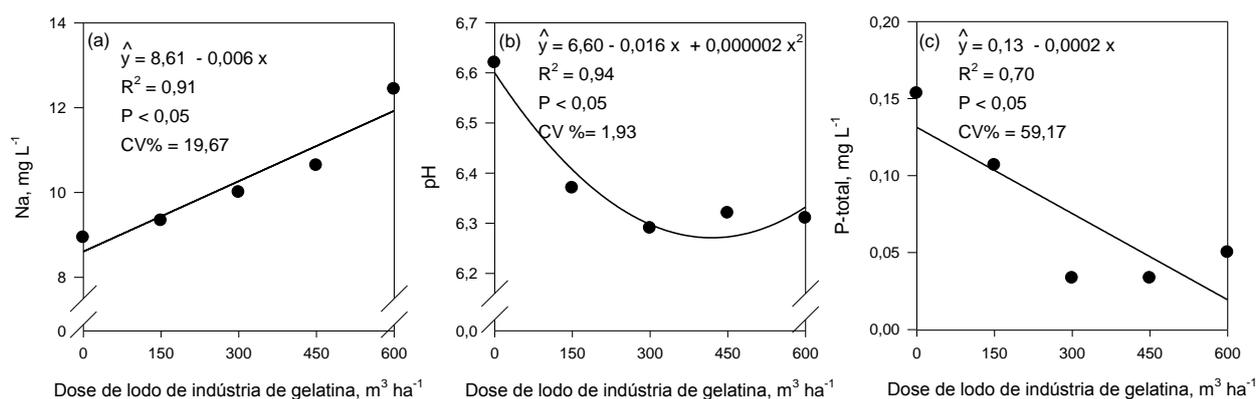


Figura 1: Níveis de Na (a), pH (b), e P-total (c) na água percolada, em função da aplicação de doses crescentes de lodo de indústria de gelatina em colunas de solo.

A diminuição da concentração de P-total e a ausência de resposta do N-total na água percolada demonstra que a aplicação de até $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de LIG no solo não acarretou riscos de eutrofização. O P e o N estão envolvidos diretamente no processo de eutrofização, sendo o P considerado limitante na maioria dos ambientes aquáticos, já que o N pode ser fixado simbioticamente por algas a partir do N_2 atmosférico (Correll, 1998; Daniel et al., 1998).

4. CONCLUSÃO

Esses resultados revelaram que uma única aplicação de até $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de LIG no solo estudado (Nitossolo Vermelho Distroférrico de textura muito argilosa) e nas condições deste trabalho, não causou efeitos negativos na qualidade do percolado.

5. REFERÊNCIAS

APHA. AWWA. WEF. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 20th ed. Washington D. C., 1998.

BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº. 357. Diário Oficial da União de 18/03/2005. Brasília, 2005.

BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº. 375. Diário Oficial da União de 29/08/2006. Brasília, 2006.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas: critérios para projeto e operação. São Paulo, 1999, 32p. (Manual Técnico, 4230)

CORRELL, D.L. The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters: A review. J. Environ. Qual., 27:261-266, 1998.

DANIEL, T.C.; SHARPLEY; A.N. & LEMUNYON, J.L. Agricultural phosphorus and eutrophication: A symposium overview. J. Environ. Qual., 27:251-257, 1998.

LEAL, R. M. P.; FIRME, L. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J.; PIEDADE, S. M. S. Soil exchangeable cations, sugarcane production and nutrient uptake after wastewater irrigation. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 66, n. 2, p. 242-249, 2009.

SALVESTRO, A. C. ; FREITAS, P. S. L ; REZENDE, ROBERTO ; DALLACORT, RIVANILDO ; VIEIRA, C.V. Permanent wilting point of bean cultivated in dystic nitosols and rhodic ferralsols. International Journal of Food, Agriculture and Environment, v. 10, p. 462-466, 2012.

TANIGUCHI, C.A.K. **Mineralização do lodo biológico de indústria de gelatina, atributos químicos de solo e uso fertilizante para produção de milho**. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2010. 109p. (Tese de Doutorado)

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.