

Avaliação sazonal de macronutrientes em amostras de lodo de esgoto de Juiz de Fora/MG¹

Jemima Gonçalves Pinto da Fonseca², Lucas Prudêncio Eiterer³, Isis Soares Silva⁴, Júlio César José da Silva⁵, Leônidas Paixão Passos^{6,7}

¹O presente trabalho foi realizado com o apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil. (a) Parte do projeto “Melhoramento de gramíneas forrageiras de clima temperado: azevém e capim-lanudo”, liderado por Andréa Mittelman. (b) Parte da tese de doutorado da primeira autora, financiada pela CAPES. (c) Trabalho apresentado por Lucas Prudêncio Eiterer.

²Doutoranda em Química – UFJF, Juiz de Fora, MG. E-mail: jeninegoncalves@hotmail.com

³Graduando em Ciências Biológicas – CES/JF, Juiz de Fora, MG. E-mail: lucaseiterer@gmail.com

⁴Graduanda em Agroecologia – IFSudeste MG, Rio Pomba, MG.

⁵Professor – Departamento de Química, UFJF, Juiz de Fora, MG. E-mail: julio.silva@ufjf.edu.br

⁶Pesquisador – Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. E-mail: leonidas.passos@embrapa.br

⁷Orientador

Resumo: A preocupação com as questões ambientais tem intensificado a necessidade de destinação dos resíduos gerados pela humanidade. Nesse particular, a utilização do lodo de esgoto urbano em processos ecologicamente sustentáveis é atualmente uma necessidade premente. O objetivo deste trabalho foi verificar o potencial de uso do lodo de esgoto urbano de Juiz de Fora/MG como fertilizante na agricultura. Para tanto, amostras do referido rejeito foram coletadas mensalmente na Estação de Tratamento de Esgoto Barreira do Triunfo, durante o período de jan. 2015 a dez. 2016, e analisadas quanto aos teores dos elementos essenciais N, P, K e Mg. Foram obtidas as seguintes amplitudes (%): N = 4,70 a 5,68; P = 1,40 a 2,12; K = 0,0106 a 0,0986; e Mg = 0,113 a 0,385. Esses valores representam uma variação relativamente pequena, em termos de aplicação de macronutrientes para a produção vegetal, e são compatíveis com os requerimentos nutricionais dos principais cultivos agrícolas. São também compatíveis com os níveis desses elementos observados em 15 países. Conclui-se que o lodo de esgoto produzido em Juiz de Fora/MG tem potencial para uso como fertilizante agrícola, porém sendo necessárias avaliações adicionais, particularmente aquelas inerentes à saúde humana e à presença de elementos tóxicos.

Palavras-chave: Fósforo, lodo de esgoto, macronutrientes, magnésio, nitrogênio, potássio

Seasonal evaluation of macronutrients in sewage sludge samples from Juiz de Fora/MG

Abstract: Concern about environmental issues has intensified the need for disposal of man-made waste. In this particular, the use of urban sewage sludge in ecologically sustainable processes is currently a pressing need. The objective of this work was to verify the potential of the use of urban sewage sludge from Juiz de Fora/MG as fertilizer in agriculture. Samples of this waste were collected monthly at the Barreira do Triunfo sewage treatment station during the period from Jan 2015 to Dec 2016 and analyzed for the contents of the essential elements N, P, K and Mg. The following ranges (%) were obtained: N = 4.70 to 5.68; P = 1.40 to 2.12; K = 0.0106 to 0.0986; and Mg = 0.113 to 0.385. These ranges are a relatively small variation when it comes to macronutrient supplying and are compatible with nutritional requirements of the main agricultural crops. They are also compatible with the levels of these elements observed in 15 countries. It is concluded that sewage sludge produced in Juiz de Fora/MG has potential for use as agricultural fertilizer, but additional assessments are required, particularly those related to human health and the presence of toxic elements.

Keywords: Phosphorus, sewage sludge, macronutrients, magnesium, nitrogen, potassium

Introdução

A conscientização da sociedade sobre o descarte adequado dos rejeitos da atividade humana tem tornado essencial o uso de práticas que atenuem a eliminação imprudente desses resíduos. Visto que diversos desses rejeitos possuem elementos essenciais para as plantas em sua composição, o uso agrícola de biossólidos – possibilitando a reciclagem desses nutrientes – apresenta-se como uma abordagem sustentável para minimizar os impactos ecológicos negativos (Sharma et al., 2017). Nesse contexto, a destinação do lodo de esgoto (LE) – resíduo de composição predominantemente orgânico produzido nas estações de tratamento de esgoto (ETE's) – como fertilizante agrícola tem assumido destaque.

Um aspecto importante na avaliação desses materiais é a realização de estudos específicos para cada ETE, em vista das diferenças que ocorrem na composição mineral do LE conforme - dentre outros fatores - a localização geográfica e os procedimentos de coleta e manejo (Castro et al., 2015). Os elementos essenciais N, P, K e Mg geralmente possuem elevada abundância no LE urbano (Vieira et al., 2004), sendo portanto os mais indicados para exames iniciais do potencial agrícola desse rejeito. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os teores de N, P, K e Mg presentes no LE urbano de Juiz de Fora/MG para fins de aproveitamento desse resíduo para a adubação de cultivos agrícolas. Visando aumentar a representatividade temporal dos dados, foram efetuadas avaliações mensais durante dois anos.

Material e Métodos

As amostras de LE foram coletadas mensalmente na ETE da Cesama-JF (Companhia de Saneamento de Juiz de Fora), unidade Mercedes – Benz/Barreira do Triunfo mensalmente, a partir de janeiro de 2015 até dezembro de 2016. Para o acondicionamento do resíduo, utilizaram-se frascos de polietileno previamente descontaminados em solução de HNO₃ 10% v/v durante 24 horas (Oliveira et al., 2015). As amostras foram estocadas a -10 °C até o preparo para análise, quando então foram quarteadas, secadas em estufa a 40 °C por três dias, peneiradas em malha de aço inox de 2 mm e maceradas em graal de ágata com pistilo para completa homogeneização.

A concentração de N total foi analisada pelo método de Kjeldahl, conforme proposto por Yanu & Jackmune (2017). Para as análises de P, as amostras foram processadas em bloco digestor. A digestão foi feita seguindo o método US EPA 3050 B que utiliza ácido nítrico, peróxido de hidrogênio e ácido clorídrico para destruição da matéria orgânica e posterior obtenção do analito na forma iônica. O nível de P foi determinado com uso de espectrofotômetro UV/Vis modelo CECIL CE1010, pelo método preconizado por Salinas & Garcia (1985). A determinação de K foi realizada usando um fotômetro de chama DIGIMED modelo DM 61. A fim de corrigir variações instrumentais e de concentração decorrentes do processo de preparo de amostras, foi utilizado LiCl como padrão interno na concentração de 5 mg L⁻¹. As medidas foram feitas sequencialmente e executadas em triplicatas. O teor de Mg foi determinado com o uso de um espectrômetro de absorção atômica com dupla atomização (chama e forno de grafite), modelo Thermo Scientific, Solar Série M5, empregando-se somente o modo chama, utilizando acetileno e óxido nitroso, além de ar comprimido.

Resultados e Discussão

Os níveis sazonais dos elementos estudados estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que as concentrações de N, P, K e Mg obtidas no LE mostraram-se compatíveis com os requerimentos nutricionais dos principais cultivos agrícolas (Malavolta, 2006), destacando-se o teor de N. Além disso, apresentaram pouca variação no decorrer do ano e entre os dois anos avaliados. O N e o K foram os elementos que exibiram maior constância de nível durante todo o estudo, enquanto que o Mg mostrou leve tendência de queda nos meses finais de cada ano e o P, além de uma redução nos meses iniciais do primeiro ano, mostrou aumento nos meses finais do período de avaliação. Essa tendência de constância pode ser um indicativo de procedimento operacional mais padronizado na produção do LE em Juiz de Fora, fato pouco observado em avaliações similares documentadas para outras localidades, até mesmo pela ausência de avaliações em série-tempo.

Tabela 1. Níveis mensais (%) de N, P, K e Mg no lodo de esgoto de Juiz de Fora (n =3).

2015	N	P	K	Mg	2016	N	P	K	Mg
Jan	4,99	1,40	0,0856	0,302	Jan	4,97	1,89	0,0963	0,240
Fev	5,01	1,55	0,0831	0,341	Fev	5,00	1,76	0,0871	0,385
Mar	5,02	1,94	0,0957	0,236	Mar	4,99	1,78	0,0881	0,380
Abr	4,75	1,90	0,0915	0,351	Abr	4,72	1,80	0,0875	0,293
Mai	4,79	1,75	0,0829	0,221	Mai	4,70	1,77	0,0878	0,217
Jun	5,68	1,76	0,0814	0,341	Jun	5,17	1,95	0,0942	0,218
Jul	4,83	1,68	0,0762	0,297	Jul	4,79	1,93	0,0862	0,241
Ago	4,84	1,64	0,0986	0,293	Ago	4,78	1,97	0,0924	0,158
Set	5,09	1,80	0,0793	0,160	Set	4,93	1,79	0,0972	0,215
Out	5,13	2,02	0,0940	0,236	Out	5,11	1,75	0,0106	0,224
Nov	5,18	1,91	0,0942	0,250	Nov	5,15	2,01	0,0933	0,129
Dez	5,16	1,85	0,0920	0,113	Dez	5,06	2,12	0,0925	0,171

Os resultados são compatíveis com aqueles obtidos em outros países e no Brasil (Tabela 2). Nota-se que são poucos os registros do teor de Mg nos estudos de destinação do LE para uso agrícola,

apesar da relevância desse elemento para a nutrição e a regulação do pH do solo. Nossos resultados sugerem que o LE pode ser uma fonte viável de Mg.

Tabela 2. Níveis (%) de N, P, K e Mg presentes no lodo de esgoto urbano em diferentes países.

País	N	P	K	Mg	Fonte
Alemanha	2-6	2-55	2,63	9,17	WIECHMANN et al. (2013)
Austrália	2,50	0,83	---	---	NASH et al. (2011)
Brasil (SP)	1,87	0,94	0,20	0,38	REZENDE (2005)
Canadá	5,90	3,80	0,63	---	JOHANNESSON (1999)
Chile	0,49	0,14	0,36	0,09	CELIS et al. (2008)
China	2-6,50	2,18	0,62	---	XUE & HUANG (2013)
Espanha	3,5-4,5	0,58	0,60	1,30	LÓPEZ (2015)
Estados Unidos	3,30	2,30	0,30	0,40	SOMMERS (1977)
Índia	1,73	1,30	1,26	---	SINGH & AGRAWAL (2010)
Itália	2,83	0,91	0,71	---	DE LUCIA et al. (2013)
Moldávia	2,10	2,20	0,97	1,72	SIRIUS (2011)
Nova Zelândia	2,05	0,25	5,00	2,63	OGILVIE (1998)
Polônia	2,00	3,00	0,10	---	KIJO-KLECZOWSKA et al. (2012)
Portugal	4,00	1,70	0,40	---	BRITO et al. (1999)
Tunísia	3,87	0,01	0,09	---	LAKHDAR et al. (2010)

Conclusões

O lodo de esgoto produzido em Juiz de Fora/MG tem potencial para uso como fertilizante agrícola, com base nos níveis de N, P, K e Mg e na pouca variação desses teores ao longo de 24 meses. Esses teores são compatíveis com aqueles obtidos em 15 países. Ainda são necessárias avaliações complementares, referentes à presença de elementos tóxicos e potencial de danos à saúde.

Agradecimentos

À Embrapa Gado de Leite, pelo estágio IC, e aos funcionários Mário Baesso Tristão, Nilva Gaudereto Martins Sanguedo e Sebastião de Castro Evaristo, pelo auxílio nos trabalhos.

Referências

- BRITO, J.M.C.; FERREIRA, D.; GUERRERO, C.A.C.; MACHADO, A.V.; BELTRÃO, J. Soil pollution by nitrates using sewage sludge and mineral fertilizers. In: ANAC, D.; MARTIN-PRÉVEL, P. Eds. **Improved crop quality by nutrient management. Developments in Plant and Soil Sciences, vol. 86.** Dordrecht: Springer, 1999. p.223-227.
- CASTRO, A.L.F.G.; SILVA, O.R.; SCALIZE, P.S. Cenário da disposição do lodo de esgoto: uma revisão das publicações ocorridas no Brasil de 2004 a 2014. **Multi-Science Journal**, v.1, p.66-73, 2015.
- CELIS, J.; SANDOVAL, M.; BARRA, R. Plant response to salmon wastes and sewage sludges used as organic fertilizer on two degraded soils under greenhouse conditions. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.68, p.274-283, 2008.
- DE LUCIA, B.; CRISTIANO, G.; VECCHIETTI, L.; REA, E.; RUSSO, G. Nursery growing media: agronomic and environmental quality assessment of sewage sludge-based compost. **Applied and Environmental Soil Science**, v.2013, article ID 565139, 10p.
- JOHANNESSON, G.H. **Sewage sludge characterization and evaluation of P availability under greenhouse conditions.** Guelph: The University of Guelph, 1999. 136p. (Tese Mestrado).
- KIJO-KLECZKOWSKA, A.; OTWINNOWSKI, H.; SRODA, K. Properties and production of sewage sludge in Poland. **Archives of Waste Management and Environmental Protection**, v.14, p.59-78, 2012.
- LAKHDAR, A.; SCELZA, R.; SCOTTI, R.; RAO, M.A.; JEDIDI, N.; GIANFREDI, L.; ABDELLY, C. The effect of compost and sewage sludge on soil biologic activities in salt affected soil. **Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal**, v.10, p.40-47, 2010.

LÓPEZ, A.C. **Reciclaje de lodos de depuradora: estudio del efecto del agente estructurante usado y de la proporción de lodo**. Orihuela: Escuela Politécnica Superior de Orihuela, 2015. 84p. Tese Mestrado

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

NASH, D.; BUTLER, C.; CODY, J.; WARNE, M.S.J.; McLAUGHLIN, M.J.; HEEMSBERGEN, D.; BROOS, K.; BELL, M.; BARRY, G.; PRITCHARD, D.; PENNY, N. Effects of biosolids application on pasture and grape vines in South-Eastern Australia. **Applied and Environmental Soil Science**, v.2011, article ID 342916, 11p.

OGILVIE, D. **National study of the composition of sewage sludge**. Onehunga: New Zealand Water and Wastes Association, 1998. 218p.

OLIVEIRA, P.; SOUSA, P.; DANTAS, J.; SANTOS, E.S.; MACEDO, G. Influência da intensidade de aeração e da concentração de oxigênio dissolvido (OD) na dimensão de flocos de lodo ativado e na qualidade do efluente final. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v.1, p.9115-9122, 2015.

RESENZE, C.I.O. **Influência da aplicação do lodo de esgoto (biossólido) sobre a concentração e o estoque de nutrientes na biomassa do sub-bosque, na serapilheira e no solo de um talhão de *E. grandis***. Piracicaba: USP-ESALQ, 2005. 81p. Dissertação de Mestrado.

SALINAS, J.G.; GARCIA, R. **Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras**. Cali: CIAT, 1985. 83p.

SHARMA, B.; SARKAR, A.; SINGH, P.; SINGH, R.P. Agricultural utilization of biosolids: A review on potential effects on soil and plant growth. **Waste Management**, v.64, p.117-132, 2017.

SINGH, R.P.; AGRAWAL, M. Variations in heavy metal accumulation, growth and yield of rice grown at different sewage sludge amendment rates. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.73, p.632-641, 2010.

SIRIUS, A. Properties of sewage sludge resulted from urban wastewater treatment in the Republic of Moldova. **Scientific Papers UASVM Bucarest Series A**, v.54, p.104-108, 2011.

SOMMERS, L.E. Chemical composition of sewage sludges and analysis of their potential use as fertilizers. **Journal of Environmental Quality**, v.8, p.225-232, 1977.

VIEIRA, R.F.; TSAI, S.M.; TEIXEIRA, M.A. **Efeito do lodo de esgoto no crescimento e fixação simbiótica de N₂ em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 18p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 19).

WIECHMANN, B.; DIENEMANN, C.; KABBE, C.; BRANDT, S.; VOGEL, I., ROSKOSCH, A. **Sewage sludge management in Germany**. Bonn: Umwelt Bundesamt, 2013. 99p.

XUE, D.; HUANG, X. The impact of sewage sludge compost on tree peony growth and soil microbiological, and biochemical properties. **Chemosphere**, v.93, p.583-589, 2013.

YANU, P.; JAKMUNEE, J. Down scaled Down scaled Kjeldahl digestion and flow injection conductometric system for determination of protein content in some traditional northern Thai foods. **Food Chemistry**, v.230, p.572-577, 2017.