

Comportamento químico de As, Cu e Zn em lodo de esgoto cultivado com *Pennisetum purpureum* Shum⁽¹⁾.

Anarely Costa Alvarenga⁽²⁾; Ane Patrícia Cacique⁽³⁾, Paulo Henrique Silveira Cardoso⁽⁴⁾, Izabelle de Paula Souza⁽⁴⁾, Mário Henrique Cardoso Barbosa⁽⁴⁾, Reginaldo Arruda Sampaio⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG); ⁽²⁾ Doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – Espírito Santo; engagronoma@hotmail.com; ⁽³⁾ Funcionária e Pesquisadora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG; ⁽⁴⁾ Graduandos em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG; ⁽⁵⁾ Professor Adjunto da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

RESUMO: O lodo de esgoto possui elevadas concentrações de nutrientes essenciais para as plantas, no entanto a presença de metais pesados pode limitar a utilização desse resíduo em sistemas agrícolas. Objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento químico de As, Cu e Zn em lodo de esgoto cultivado com *Pennisetum purpureum* Shum. O experimento foi conduzido em casa de vegetação. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 5 tratamentos, os quais corresponderam a 5 períodos do cultivo de *P. purpureum* em volumes de lodo de esgoto (30; 60; 90; 120 e 150 dias a partir do plantio das estacas da gramínea). Cada tratamento era constituído de cinco unidades experimentais. A elevada taxa de decomposição do resíduo nos períodos iniciais pode ter sido a responsável pela oscilação nas concentrações dos elementos avaliados. Comparações feitas entre os teores de metais detectados no lodo antes do cultivo e após 150 dias de cultivos demonstram; houve decréscimo de 27,03 % na concentração de As, Cu atingiu valor correspondente a 1,2 vezes a concentração inicial e a de Zn foi reduzida em aproximadamente 2%. O cultivo em lodo de esgoto com *P. purpureum* é grande relevância agrônômica, pois possibilita a obtenção de um composto com maior estabilidade, sem que haja aumento na concentração de As, Cu e Zn.

Termos de indexação: Metais pesados, resíduo, micronutrientes

INTRODUÇÃO

Diante da eminência da escassez de água potável, em um futuro próximo, algumas providências estão sendo tomadas com intuito de manter a qualidade das águas. Dentre, essas podemos citar a construção de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). No entanto, durante o processo de tratamento das águas residuárias e

produzida um resíduo sólido denominado de lodo de esgoto. A disposição desse de forma ambientalmente correta e economicamente viável é dos maiores desafios enfrentados pelas ETE.

A deposição em aterros sanitários, a incineração e a utilização como fertilizantes na agricultura, são apontadas como alternativas para o descarte do lodo de esgoto (He et al., 2014). Todavia, o uso agrícola destaca-se como sendo a melhor alternativa, dada a riqueza do lodo de esgoto em matéria orgânica e nutrientes essenciais para as plantas. No entanto, a presença de contaminantes, organismos patogênicos, compostos orgânicos tóxicos e metais pesados podem limitar a utilização do resíduo na agricultura (Suchkova et al., 2014). Ao contrário dos contaminantes orgânicos, os metais pesados não são biodegradáveis, podendo acumular-se no meio ambiente. Ao entrar cadeia alimentar as concentrações aumentam ao longo dos níveis tróficos (Ali et al., 2013). Alguns desses elementos, mesmo em baixas concentrações, são capazes de causar distúrbios a saúde dos seres humanos (Memon & Schroder, 2009).

Para aproveitamento de todos os benefícios advindos da utilização de lodo de esgoto em sistemas agrícolas tropicais é preciso retirar ou diminuir a carga de contaminantes neste resíduo (Souza et al., 2014). Neste caso, torna-se imprescindível o desenvolvimento de técnicas de baixo custo e ambientalmente sustentáveis que promovam a retirada total ou parcial dos metais pesados presente no resíduo.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento químico de As, Cu e Zn em lodo de esgoto cultivado com *P. purpureum* Shum.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na fazenda experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro, no Instituto de Ciências



agrárias ICA/UFMG, no período de novembro de 2013 a março de 2014. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 5 tratamentos, os quais corresponderam a 5 períodos do cultivo de *P. purpureum* do grupo Merker em volumes de lodo de esgoto (30; 60; 90; 120 e 150 dias a partir do plantio das estacas). Cada tratamento era constituído de cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais. Os volumes do resíduo foram contidos lateralmente por lâminas plásticas, compreendendo as seguintes dimensões: 1,0 m de comprimento x 1,0 m de largura x 0,5 m de altura, sendo necessário 0,5 m³ lodo para o preenchimento (**Figura1**).



Figura 1 - Representação das unidades experimentais

O lodo de esgoto utilizado foi coletado na E.T.E de Montes Claros (ETE - Vieira), durante o mês de setembro de 2013. Apresentando os seguintes atributos: matéria orgânica = 42,5 dag kg⁻¹, pH em água = 6,2; P₂O₅ (total) = 25 g dm⁻³; K₂O (total) = 2,9 mg dm⁻³; Ca (total) = 75 g dm⁻³; Mg (total) = 26 g dm⁻³; S = 10,1 g dm³, Si (solúvel) = 14,2 mg dm⁻³. Também foi feita a mensuração dos teores de As, Cu e Zn do resíduo, anteriormente a montagem do experimento.

Em cada parcela experimental foram plantadas 25 gemas de *P. purpureum*. A temperatura nos canteiros de lodo era aferida diariamente.

Para as análises das concentrações de metais pesados no substrato, a cada mês 5 parcelas cultivadas eram coletadas. Em cada unidade experimental foram coletadas 4 plantas inteiras, e ao longo do perfil de exploração das raízes, foram retiradas amostras de lodo de esgoto em diferentes profundidades: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 e > 40 cm (inicialmente 40-50 cm). Então, essas amostras de

lodo foram acondicionadas em sacos de papel, sendo alocadas estufa com circulação de ar forçada, permanecendo a ± 65° C até peso constante. Após este processo, as amostras foram maceradas em almofariz de ágata.

As análises das concentrações de As, Cu e Zn foram realizadas nos laboratórios de Agroquímica do ICA/UFMG. As amostras foram preparadas de acordo com a metodologia EPA-3051, a qual consiste na utilização de 0,5 g do material macerado e 10 ml de ácido nítrico P.A (65° GL). A decomposição do material foi feita em aparelho Digestor de Microondas Mars 6. Para a leitura das diferentes amostras foi utilizado o aparelho espectrofotômetro de absorção atômica Varian, modelo AA 240.

Os dados obtidos referentes as concentrações dos As, Cu e Zn em lodo de esgoto em diferentes períodos foram submetidos à análise de variâncias e quando apresentaram significância as médias foram ajustadas a modelos de regressão, até 10 % de probabilidade pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de As, Cu e Zn no lodo de esgoto anteriormente a montagem do experimento (**Tabela 1**), apresentavam-se em limites aceitáveis para uso agrícola de acordo com resolução Conama 375 (Brasil, 2006). No entanto, em sistemas agrícolas tropicais ocorre uma rápida decomposição do lodo de esgoto, tornando-se necessário a aplicação constante deste resíduo, para suprir as necessidades minerais dos cultivos. Através dessas aplicações sucessivas as concentrações dos referidos elementos podem alcançar limites tóxicos no solo. Tornando-se necessário diminuir ao máximo a concentração de As, Cu e Zn no resíduo, antes de aplicação no solo.

Tabela 1 - Concentração inicial de metais pesados no lodo de esgoto

Variável	As	Cu	Zn
----- mg kg ⁻¹ -----			
L.E	0,37	131,0	781,0

L.E = lodo de esgoto

Observou-se uma grande variação de temperatura durante os 60 dias iniciais de experimentação, seguindo o padrão observado nos processos de compostagem. O aquecimento das pilhas iniciou-se a partir do fornecimento de umidade ao sistema, aos 15 dias a temperatura alcançou em torno de 50-55°C, atingindo a fase termófila, permanecendo nessa fase por 14 dias.

Durante o referido período houve decréscimo de 10 % no volume das parcelas. Como amplamente discutido na literatura, a elevação da temperatura nas parcelas é consequência da atividade dos microrganismos decompositores, bactérias e fungos, que utilizam o C como fonte de energia (Kulikowska & Klimiuk, 2010).

A mineralização do resíduo durante o período experimental pode estar relacionada a variação nos teores de As durante os períodos de cultivo. Aproximadamente aos 70 dias observou-se a menor concentração do elemento químico no composto. Após este período houve um ligeiro aumento, permanecendo praticamente constante até o último período experimental (Figura 2). Aos 150 dias houve decréscimo de 27,03 % na concentração de As, quando comparado aos valores iniciais (Tabela 1). Resultados contrários foram relatados por Manokova et al. (2014), os quais observaram que a intensa mineralização do lodo nos primeiros 60 dias do processo de compostagem provocou aumentos expressivos das concentrações de As no composto. A divergência observada pode estar relacionada a fitoextração do elemento químico realizada pelo *P. purpureum*. A redução dos teores de As é de grande importância agrícola, pois mesmo não sendo um elemento essencial a nutrição de plantas, várias culturas, como arroz, trigo, milho e aveia são capazes de fitoextrair o contaminante (Singh et al., 2015), podendo entrar na cadeia alimentar. A exposição crônica ao As, pode causar graves efeitos deletérios a saúde humana (Naujokas et al., 2013).

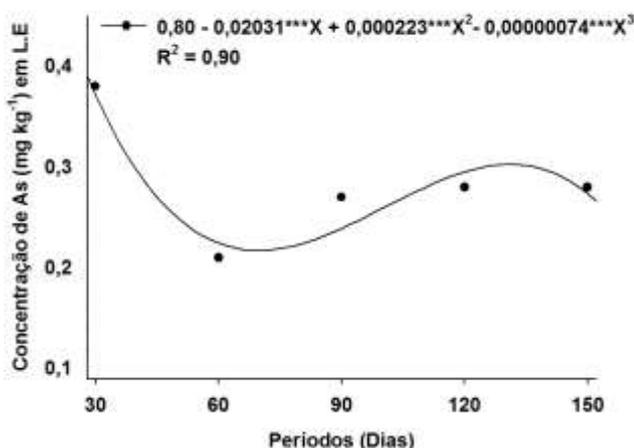


Figura 2 - Concentração de As durante os períodos de cultivo.

O comportamento apresentado pelos elementos químicos Cu e Zn no lodo de esgoto cultivado foram muito semelhantes em todos os tratamentos (Figura 3 e 4). A elevada taxa de decomposição do

resíduo nos períodos iniciais provocou aumento expressivo nas concentrações desses metais aos 60-70 dias. No referido período, a concentração de Cu aumentou em torno de 1,5 vezes, enquanto a de Zn aumentou 1,2 vezes, em relação à concentração inicial no lodo de esgoto. Todavia, aos 150 dias do plantio, a concentração de Cu atingiu valor correspondente a 1,2 vezes a concentração inicial (151,86 mg kg⁻¹) e a de Zn foi reduzida em aproximadamente 2% do valor inicial (767,01 mg kg⁻¹) (Tabela 1). Conforme relatado por Haroun et al. (2009), durante o processo de mineralização do lodo de esgoto ocorre elevação dos teores de metais pesados, sendo que o decréscimo nos teores destes elementos só é constatado quando ocorre o processo de lixiviação. No presente trabalho, foi feito um controle rigoroso das lâminas de irrigação, não sendo observada liberação de chorume pelas unidades experimentais, minimizando as perdas de elementos químicos por lixiviação.

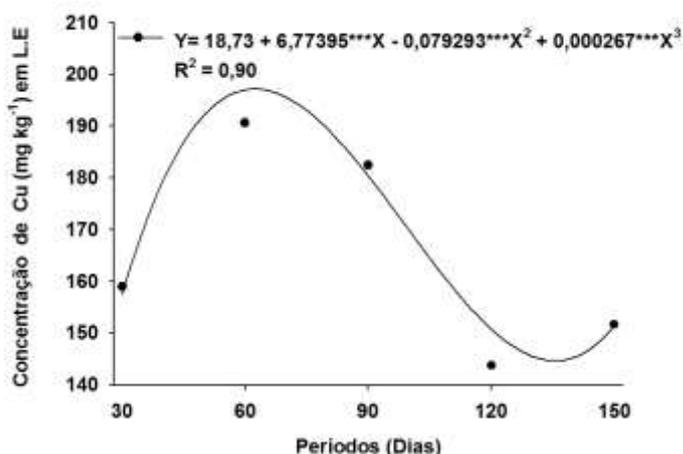


Figura 3 - Concentração de Cu durante os períodos de cultivo.

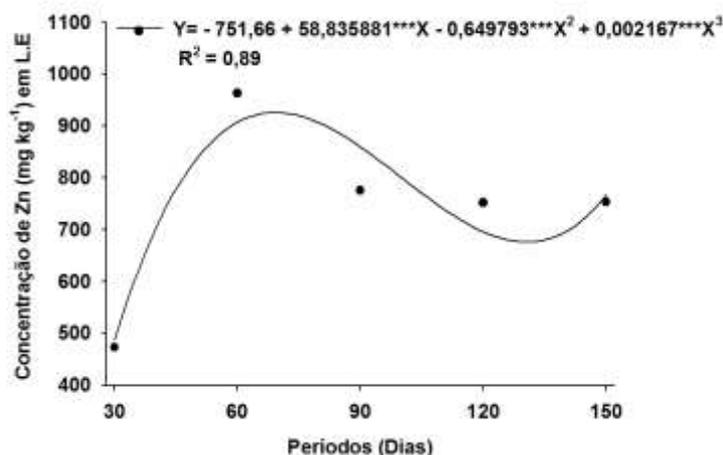


Figura 4 - Concentração de Zn durante os períodos de cultivo.

Aos 90 dias, o processo de decomposição do lodo de esgoto já se encontrava praticamente estável. Neste período, as concentrações de Cu e Zn voltaram a decrescer (**Figura 3 e 4**). Como não houve lixiviação, o decréscimo observado pode ser atribuído a absorção destes elementos essenciais pelo *P. purpureum*. Apesar da essencialidade do Cu e Zn para os seres vivos, em altas concentrações estes elementos passam a ter efeitos nocivos aos organismos. A contaminação dos solos por Cu e Zn é uma grande preocupação agrícola e ambiental, pois possuem alta persistência e toxicidade, afetando negativamente a atividade dos microrganismos decompositores do solo (Khan & Scullion, 2002). Tanto o Cu quanto o Zn podem se acumular em grandes concentrações na cadeia alimentar, pois algumas espécies vegetais absorvem esses micronutrientes em teores acima de suas exigências nutricionais. O excesso de Zn no corpo humano inibe a absorção de cobre e ferro, já o Cu livre gera radicais livres que causam danos as moléculas de proteínas, lipídeos e DNA (Cherfi et al., 2014)

CONCLUSÕES

O cultivo em lodo de esgoto com *P. purpureum* é promissor, pois durante esse processo ocorre a estabilização do resíduo, melhorando suas condições para uso agrícola, sem que haja aumento nas concentrações de As, Cu e Zn.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, ao CNPq, e à CAPES pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALI, H.; KHAN, E.; SAJAD, M. A., Phytoremediation of heavy metals- Concepts and applications. *Chemosphere*, v. 91, n. 7, p. 869-881, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n. 375, de 29 de agosto de 2006. Disponível em: <http://www.fundagresorg.br/biossolido/images/download/res_conama37506>. Acesso em: 10 mar. 2013.

CHERFI, A.; ABDOUN, S.; GACI, O., Food survey: Levels and potential health risks of chromium, lead, zinc and copper content in fruits and vegetables consumed in Algeria. *Food and Chemical Toxicology*, v. 70, p. 48-53, 2014.

EPA, Environmental Protection Agency. MICROWAVE ASSISTED ACID DIGESTION OF SEDIMENTS, SLUDGES, SOILS, AND OILS. Method 3051, 1994.

HAROUN, M.; IDRIS, A.; OMAR, S., Analysis metal during composting of the tannery sludge using physicochemical and spectroscopic techniques. *Journal of Hazardous Materials*, v. 165, p.111-119, 2009.

HE, C.; CHEN, C. L.; GIANNIS, A.; YANG, Y.; WANG, J. Y., Hydrothermal gasification of sewage Sludge and model compounds for renewable hydrogen production: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 39, p.1127-1142, 2014.

KHAN, M.; SCULLION, J., Effects of metal (Cd, Cu, Ni, Pb or Zn) enrichment of sewage-sludge on soil microorganisms and their activities. *Applied Soil Ecology*, v. 20, n. 2, p. 145-155, 2002.

KULIKOWSKA, D.; KLIMIUK, E., Co-composting of sewage sludge with lignocellulosic amendments - assessment of compost quality. *Journal of Biotechnology*, v. 150, Supplement, November, p. 282-283, 2010.

MAŇÁKOVÁ, B.; KUTA, J.; SVOBODOVÁ, M.; HOFMAN, J., Effects of combined composting and vermicomposting of waste sludge on arsenic fate and bioavailability. *Journal of Hazardous Materials*, v. 280, p. 544-551, 2014.

MEMON, A. R.; SCHRODER, P., Implications of metal accumulation mechanisms to phytoremediation. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 16, n. 2, p.162-175, 2009.

NAUJOKAS, M. F.; ANDERSON, B.; AHSAN, H.; APOSHIAN, V.; GRAZIANO, J. H., The broad scope of health effects from chronic arsenic exposure, update on a worldwide public health problem. *Environmental Health Perspectives*, v. 121, n. 3, p. 295-302, 2013.

SINGH, R.; SINGH, S.; PARIHAR, P.; SINGH, V. P.; PRASAD, S. M., Arsenic contamination, consequences and remediation techniques: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 112, p. 247-270, 2015.

SUCHKOVA, N.; TSIRIPIDIS, I.; ALIFRAGKIS, D.; GANOULIS, J.; DARAKAS, E.; SAWIDIS, TH., Assessment of phytoremediation potential of native plants during the reclamation of an area affected by sewage sludge. *Ecological Engineering*, v. 69, p. 486-491, 2014.

SOUZA, L. C. F.; CANTERAS, F. B.; MOREIRA, S., Analyses of heavy metals in sewage and sludge from treatment plants in the cities of Campinas and Jaguariúna, using synchrotron radiation total reflection X-rayfluorescence. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 95, p. 342-345, 2014.