

## EFEITOS DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SOBRE A LIXIVIAÇÃO DE METAIS PESADOS PRESENTES EM SUBSTRATO CONTENDO LODO DE ESGOTO

Robson Carlos de Melo Junior <sup>1</sup>, Vitoria das Neves Giorgini <sup>1</sup>, Marcelo Luz Matos <sup>2</sup>, Alexandre Lioi Nascentes <sup>1</sup>, Leonardo Duarte Batista da Silva <sup>1</sup>

<sup>1</sup> UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, (21) 2681-4610, gabinete@ufrj.br

<sup>2</sup> IP/JBRJ - Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, (21) 2274-9360, jbrj@jbrj.gov.br

Apresentado no

XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018  
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

### RESUMO:

Desenvolvido no Jardim Botânico-RJ, utilizando bio sólidos da ETE-Alegria e vermiculita (60:40), este trabalho objetivou: verificar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sob concentração de metais pesados (zinco, cádmio, chumbo, cobre, níquel e cromo) em substratos contendo lodo de esgoto, cultivados com pinus (*Pinus elliottii* var. *elliottii*-Engelm) e eucalipto (*Eucalyptus urograndis*); quantificar volume de efluentes lixiviados; concentrações desses metais; e riscos de contaminação segundo a legislação (CONAMA 375/2006 e 430/2011). Irrigou-se o material diariamente, contabilizando o lixiviado posteriormente. Delineou-se casualmente, submetendo os teores obtidos à ANOVA. Detectando-se diferença, aplicou-se o teste de Tuckey. Quanto ao lixiviado, a análise quantitativa foi similar, enquanto a química não foi submetida à ANOVA por ser única. Inicialmente, o teor de zinco, esteve 27% acima; no período final foi similar em ambos, abaixo. O mesmo presente nas lâminas de 200% e 300% esteve acima de 39,4% e 15,6%, respectivamente, acima, enquanto as de 100% e 400% estiveram 34,6% e 23,2%, respectivamente, abaixo. No início (30DT) as concentrações de zinco, cádmio, chumbo, cobre, níquel e cromo ficaram abaixo de 4,97; 0,003; 0,014; 0,043; 0,05 e 0,046 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Posteriormente (90 e 150 DT), abaixo de 0,4; 0,002; 0,012; 0,031; 0,02 e 0,04 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bio sólidos, Lixiviados, Efluentes

### THE EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION SLIDES ON THE CONCENTRATIONS OF HEAVY METALS LEACHING ON SUBSTRATES CONTAINING SEWAGE SLUDGE

**ABSTRACT:** Developed in the Botanic Garden-RJ, using biosolids from ETE-Alegria and vermiculite (60:40), this work had as objectives: to verify the effects of different irrigation slides on the concentrations of heavy metals, pinea (*Pinus elliottii* var. *elliottii*-Engelm) and eucalyptus (*Eucalyptus urograndis*) were grown on substrates containing sewage sludge; to quantify the effluent leachate volume; these metals concentrations; and the contamination risks in compliance with current legislation (CONAMA 375/2006 and 430/2011). The material was submitted to four irrigation levels, daily, and then counted the leachate. It was randomized, submitting the contents to ANOVA. When detected difference, was used Tukey test. Concerning to the leachate, a quantitative analysis was similar performed, the chemical analysis wasn't submitted to ANOVA because it was single. Initially, the zinc content, was 27% above; In the final period it was similar, below for both. It was present in 200% and 300%, above 39.4% and 15.6%, respectively, while 100% and 400% treatments were 34.6 % and 23.2%, respectively, below. At the beginning (30DT) Zinc, Cadmium, Lead, Copper, Nickel and Chromium concentrations were below 4.97; 0.003; 0.014; 0.043; 0.05 and 0.046 mg L<sup>-1</sup>, respectively. Then (90 and 150 DT), below 0.4; 0.002; 0.012; 0.031; 0.02 and 0.04 mg L<sup>-1</sup>, respectively.

**KEYWORDS:** Biosolids, Leaching, Effluent

**INTRODUÇÃO:** Obtido como subproduto do tratamento em ETEs, o lodo de esgoto tem como uma das principais alternativas de destinação a disposição em aterros sanitários. Entretanto, este reduz a vida útil dos aterros. Neste cenário, a reciclagem agrícola destaca-se nos aspectos ambiental e econômico, pois transforma um rejeito em um importante insumo agrícola. A utilização deste bio-sólido na formação de mudas florestais pode apresentar uma série de vantagens, como a riqueza de nutrientes encontrados no lodo, que reduz a necessidade de fertilizantes e o fato dos produtos das culturas florestais normalmente não serem comestíveis (ASSENHEIMER, 2009). Um dos principais efeitos da matéria orgânica, encontrada no bio-sólido, sobre os atributos físicos do solo, está associado ao grau de agregação, que consequentemente, afeta a densidade, porosidade, aeração e a capacidade de retenção e infiltração de água (BARBOSA e TAVARES FILHO, 2006; SINGH e AGRAWAL, 2008). Entretanto, de acordo com ANDREOLI et al. (1997) os principais entraves relacionados ao uso agrícola do lodo de esgoto são: a contaminação por metais pesados; a contaminação por patógenos, a atração de insetos vetores e emissão de odores além de impactos estéticos e sociais. Segundo BARBOSA e TAVARES FILHO, 2006 é uma característica do tratamento de esgoto a decantação de organismos patogênicos, compostos orgânicos complexos e moléculas ligadas a metais pesados. Além disso, o excesso de água aplicado em relação à necessidade de irrigação pode contribuir com o escoamento superficial e/ou com a percolação profunda. Considerando os benefícios no uso do lodo de esgoto como substrato o presente trabalho teve como objetivos verificar em substratos cultivado com mudas de pinus (*Pinus elliottii* var. *elliottii* – Engelm) e de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) o efeito de diferentes lâminas de irrigação sob concentração de metais pesados (zinco, cádmio, chumbo, cobre, níquel e cromo), quantificar volume de efluentes lixiviados; concentrações desses metais; e riscos de contaminação segundo a legislação (CONAMA 375/2006 e 430/2011).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado no Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, situado no Bairro do Jardim Botânico - RJ. Foi utilizado lodo de esgoto proveniente da ETE-Alegria. O material foi misturado a vermiculita (70:30), peneirado (malha de 4 mm), umedecido, colocados nos tubetes (1/3 do volume) e acomodado.

Para análise química, o substrato contendo metais pesados, após homogeneização, foi encaminhado para análise em três momentos distintos: inicial, médio e final, respectivamente 30, 90 e 150 dias de aplicação de tratamento, seguindo recomendações do CONAMA 375 de 2006, empregando-se o método SW 846 3051A da *Environmental Protection Agency* (U.S.EPA SW 846).

Para caracterização quantitativa e qualitativa do material drenado foram construídas estruturas junto às bandejas para coleta e armazenamento do mesmo (filmes plásticos conduziam o percolado até os galões de 5L).

Para determinação diária do volume drenado, durante os 153 dias de desenvolvimento do experimento, foram realizadas 48 medições. Os volumes foram obtidos através da pesagem dos galões de armazenamento, em uma balança (capacidade: 40 kg e; precisão: 0,010 kg). Posteriormente converteu-se de massa para volume considerando-se a massa específica da água igual a 1 kg L<sup>-1</sup>.

O volume de água aplicado diariamente foi determinado pela relação entre o tempo de funcionamento da irrigação, em minutos, obtido nos registros realizados pelo minilixímetro, e a vazão média dos aspersores, medidas no início dos estudos. Foram considerados os mesmos 48 dias utilizados na determinação do volume percolado.

Foram feitas as análises químicas dos líquidos coletados para verificar a influência dos diferentes níveis de irrigação na lixiviação dos metais pesados no bio-sólido. Na avaliação dos teores de metais pesados o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, compostos por quatro tratamentos (lâminas a 100%, 200%, 300% e 400% da evapotranspiração) e três repetições. Antes da realização da análise de variância (ANOVA), foi feita a análise descritiva dos dados e a verificação da normalidade dos resíduos (teste de Shapiro-Wilk). Os parâmetros que não apresentaram distribuição normal dos resíduos (cádmio, nos substratos cultivados com pinus e eucalipto) foram transformados (transformação inversa) para a obtenção da normalidade.

Os resultados obtidos das concentrações dos elementos químicos estudados nos lixiviados (análise química) foram submetidos a simples interpretação das médias, tendo em vista as amostras serem únicas; e os resultados quantitativos dos efluentes foram submetidos análise de variância e quando significativo foram aplicados o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na análise química dos resumos das análises de variâncias das concentrações dos metais pesados encontrados nos substratos, cultivados com mudas de pinus e de eucalipto, observados no período final do experimento (90-150 DT) não houve diferença significativa. Na análise do fator tempo, no período final (90-150 DT) houve diferenças significativas, nas concentrações médias de cádmio nos substratos cultivados com pinus, e nas concentrações médias de cádmio, chumbo e cobre nos substratos cultivados com eucalipto, bem como na interação do tempo com os níveis de irrigação, nas concentrações de cromo, neste mesmo cultivo.

De acordo com os resultados, verificou-se que não houve interação significativa entre os níveis de irrigação e os tempos de aplicação dos tratamentos, nas concentrações de metais pesados presentes no substrato cultivado com pinus.

Na análise dos resultados no cultivo de eucalipto, verificou-se que somente o elemento cromo apresentou diferenças significativas nas interações entre os níveis de irrigação (100%, 200%, 300% e 400%) e os tempos de aplicação dos tratamentos (90 e 150 DT).

De acordo com os resultados a respeito das concentrações dos principais metais pesados encontrados no lodo de esgoto, verificados inicialmente no líquido lixiviado, observou-se que, com exceção do zinco, as concentrações dos demais elementos estão consideravelmente abaixo dos limites estabelecidos pela CONAMA n°430/2011.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas as concentrações de Cd, Pb, Cu, Cr, Ni e Zn, verificados no líquido lixiviado aos 90 e 180 dias do experimento, provenientes dos diferentes tratamentos de eucalipto e de pinus, respectivamente, e os valores máximos estabelecidos pela CONAMA n°430/2011.

TABELA 1. Concentração dos metais (em mg L<sup>-1</sup>) verificados no material lixiviado, aos 60 e 120 dias do experimento, nos diferentes tratamentos (100%, 200%, 300% e 400%) contendo mudas de eucalipto.

Elemento	Tempo: 60 dias				Tempo: 120 dias				CONAM A n° 430/2011 (mg L <sup>-1</sup> )
	Eucalipto - Tratamentos (mg L <sup>-1</sup> )				Eucalipto - Tratamentos (mg L <sup>-1</sup> )				
	100%	200%	300%	400%	100%	200%	300%	400%	
Cádmio	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,2
Chumbo	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,007	0,010	0,010	< 0,008	< 0,008	0,5
Cobre	0,026	0,021	0,026	0,020	0,018	0,009	0,008	0,020	1,0
Cromo	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	0,007	0,004	0,004	0,004	1,0
Níquel	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,009	< 0,002	< 0,002	0,002	2,0
Zinco	0,250	0,230	0,260	0,210	0,248	0,131	0,122	0,110	5,0

TABELA 2. Concentração dos metais (em mg L<sup>-1</sup>) verificados no material lixiviado, aos 60 e 120 dias do experimento, nos diferentes tratamentos (100%, 200%, 300% e 400%) contendo mudas de pinus.

Elemento	Tempo: 60 dias				Tempo: 120 dias				CONAM A n° 430/2011 (mg L <sup>-1</sup> )
	Pinus - Tratamentos (mg L <sup>-1</sup> )				Pinus - Tratamentos (mg L <sup>-1</sup> )				
	100%	200%	300%	400%	100%	200%	300%	400%	
Cádmio	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,2
Chumbo	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,012	< 0,008	0,009	0,012	0,5
Cobre	0,031	0,028	0,024	0,019	0,020	0,013	0,010	0,007	1,0
Cromo	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	0,007	0,004	0,003	0,006	1,0
Níquel	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,008	0,012	0,013	< 0,002	2,0

Zinco	0,210	0,190	0,160	0,150	0,190	0,390	0,392	0,077	5,0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----

De acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 1, 2 verificou-se nos elementos chumbo, cobre, níquel e zinco, uma maior redução das concentrações entre o período inicial (T0) e médio (T60), tanto no eucalipto quanto no pinus. Sendo que para os elementos cádmio e cromo as concentrações estiveram abaixo dos limites de quantificação, não permitindo nenhuma inferência sobre seus comportamentos durante o período (0-60 dias).

No que se diz respeito à análise quantitativa do efluente, quando comparados os volumes de efluentes gerados nas culturas de pinus e de eucalipto, verificou-se que a cultura do pinus apresentou maiores valores em relação ao eucalipto. Devem ser considerados dois fatores na análise destes valores, o primeiro é que o volume de água que efetivamente chegava até as bandejas cultivadas com pinus deveria ser maior, pois eram menos afetadas pela arquitetura das plantas, de forma que a aplicação poderia ser considerada mais “eficiente”, com perdas menores. Outro fator a ser considerado esta relacionado com a própria evapotranspiração da cultura (ETc), que por ser maior no pinus exigiam maiores volumes de água.

**CONCLUSÕES:** Os resultados indicam que, inicialmente, o teor de zinco, no substrato, esteve 27% acima do limite estabelecido pela resolução nº 375/2006 do CONAMA; no período final não houve diferença, no pinus e no eucalipto, ficando os teores abaixo dos limites da norma. As lâminas correspondentes a 100%, 200%, 300% e 400% geraram, aproximadamente 0,225 L, 0,465 L, 0,740 L e 1,025 L de lixiviados, por bandeja. O teor de zinco presente no efluente esteve nas lâminas equivalentes a 200% e 300% da evapotranspiração acima 39,4% e 15,6%, respectivamente, dos limites da norma, enquanto os tratamentos de 100% e 400% estiveram 34,6% e 23,2%, respectivamente, abaixo. No início (30DT) as concentrações de zinco, cádmio, chumbo, cobre, níquel e cromo ficaram abaixo de 4,97; 0,003; 0,014; 0,043; 0,05 e 0,046 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Nos demais momentos (90 e 150 DT), as concentrações estiveram abaixo de 0,4; 0,002; 0,012; 0,031; 0,02 e 0,04 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, para os mesmos elementos.

#### REFERÊNCIAS:

ANDREOLI et al. (1997). **Proposta de regulamentação para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto no Paraná.** Revista técnica da Sanepar, 7(7): 53 – 60, 1997.

ASSENHEIMER. **Benefícios do uso de biossólidos como substratos na produção de mudas de espécies florestais.** *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* V. 5 N. 2 Maio/Ago. 2009, p.323.

BARBOSA *et al.* **Potencial das flores na otimização do controle biológico de pragas para uma agricultura sustentável.** *Rev. Bras. de Agroecologia.* 6(2): 101-110, 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.** Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf> id Norma=2747>. Acesso em: 31 mar. 2010.

CUARTERO, J.; MUÑOZ, R.F. Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae*, v. 78, n. 1/4, p.83-125, 1999.