

VI-087 - DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DO SOLO NO ATERRO CONTROLADO DE INHUMAS, GO

Fábricio Vilela de Araújo⁽¹⁾

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Isabella Alves Souza

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Rosana Gonçalves Barros⁽¹⁾

Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG.

Vinícius Fagundes Bárbara⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Mestre em Engenharia do Meio Ambiente e Doutorando em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás. Professor do IFG. Perito Ambiental do Ministério Público do Estado de Goiás.

Endereço⁽¹⁾: Rua 75, nº 46 – Centro – Goiânia, GO - CEP: 74055-110 - Brasil - Tel: +55 (62) 3227-2700 - e-mail: fabriciovilela@hotmail.com.br

RESUMO

Aterros controlados são espaços intermediários entre o lixão e o aterro sanitário. Trata-se geralmente de antigas áreas que foram remediadas e passaram a reduzir os impactos ambientais e a gerenciar o recebimento de novos resíduos, porém não se opõem aos riscos de contaminação por metais pesados, influenciando negativamente a qualidade ambiental do solo na área afetada. O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar a qualidade ambiental do solo no aterro controlado do município de Inhumas – GO. Foram realizados os seguintes levantamentos: localização da área e dos pontos de amostragem do solo para avaliação dos parâmetros físico-químicos e presença de metais pesados, além da amostragem do líquido percolado (chorume) para análise de metais pesados. Os resultados foram comparados com os valores orientados para solos da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Os resultados das análises físico-químicas do solo apresentaram valores de metais pesados abaixo dos limites orientados pela CETESB para os elementos cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu) e zinco (Zn), no entanto cromo (Cr), ferro (Fe) e níquel (Ni) apresentaram valores de referência de qualidade acima do estabelecido. Na amostra do líquido percolado foi detectada apenas a presença do elemento ferro (Fe). Pela grande variedade de resíduos depositados na área e do tempo de funcionamento, não há indícios suficientes que comprovem a contaminação do solo em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Chorume, Metais Pesados, Saúde Pública.

INTRODUÇÃO

A problemática ambiental da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), em face de sua complexidade e diversidade, constitui um sério desafio a ser enfrentado, considerando que o crescimento populacional e o aumento do grau de urbanização não têm sido acompanhados com as medidas necessárias para dar um destino adequado ao RSU produzido (COELHO, 2000).

Entre as fontes de degradação ambiental, os resíduos sólidos gerados oferecem risco potencial ao ambiente. Essa questão tem sido cada vez mais objeto de preocupação de órgãos de saúde e ambientais, prefeituras, técnicos e pesquisadores da área, pois o crescimento acelerado das metrópoles faz com que as áreas disponíveis para a destinação dos resíduos sólidos urbanos se tornem escassas (SISINNO e OLIVEIRA, 2000).

Em Goiás, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) realizou um diagnóstico da situação dos sistemas de disposição final do lixo urbano dos municípios goianos, no período compreendido entre agosto de 2008 e abril de 2009. Foram visitados 232 municípios e constatou-se que 62,93% fazem a disposição final dos resíduos sólidos em lixão; 33,19%, em aterros controlados; e 3,88%, em

aterro sanitário. Foi registrada a presença de catadores de resíduos em 44,6% dos municípios visitados, trabalhando em condições insalubres, nos locais de disposição final (FERREIRA, 2009).

Há três formas de destinação final de resíduos, o lixão, aterro controlado e o aterro sanitário. Dentre estas, o aterro controlado apresenta menores exigências para proteção ambiental, e cujas recomendações técnicas da ABNT (1984), são mais simplificadas comparativamente ao aterro sanitário. Não é prevista a implantação de sistema de coleta e tratamento de líquidos percolados e de sistema de drenagem de gases. Este método não deve ser considerado como solução definitiva para o correto equacionamento da disposição final de resíduos sólidos, uma vez que é grande seu potencial de impacto ambiental, notadamente no que se refere à poluição das águas superficiais e subterrâneas e do solo.

Lixo é todo e qualquer tipo de resíduo sólido produzido e descartado pela atividade humana doméstica, industrial e comercial. Tendo composição bem variada, o lixo pode conter agentes biológicos patogênicos ou resíduos químicos tóxicos, os quais podem alcançar o homem, por via direta ou indireta, prejudicando-lhe a saúde (CALIJURI, 2007).

O chorume é um subproduto do lixo, sendo um líquido poluente, de cor escura e odor nauseante, originado de processos biológicos, químicos e físicos da decomposição de resíduos orgânicos. Esses processos, somados com a ação da água das chuvas, se encarregam de lixiviar compostos orgânicos presentes nos aterros sanitários para o meio ambiente (BERTAZZOLI et al., 2002).

Dentre os contaminantes presentes no chorume, destacam-se os metais pesados que, dependendo da sua concentração, poluem o solo, podendo inibir a atividade de enzimas microbióticas e reduzir a diversidade da população da sua fauna e flora. Estes metais podem chegar até os seres humanos por meio do consumo de plantas contaminadas ou pelo consumo de leite ou carne de animais de criação que se alimentem de tais plantas (ALLEN et al., 1994).

Os metais pesados estão presentes no lixo urbano em grande quantidade, principalmente nas grandes cidades, onde se tem a utilização de produtos domésticos que contém grande quantidade desses metais, em particular os eletroeletrônicos. O lixo proveniente de indústrias também pode conter elevadas concentrações de metais, que estão presentes em pilhas, baterias, jornais, tintas, tecidos, têxteis, enlatados, inclusive em alimentos, os quais para serem produzidos necessitam de substâncias à base de metais pesados (MELO, 2003).

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar a presença de metais pesados no solo e chorume do aterro controlado no município de Inhumas-GO, comparando os resultados com as legislações vigentes.

METODOLOGIA

O aterro controlado de Inhumas está localizado em área rural, a cerca de dois quilômetros da cidade e está em atividade desde 1987 de acordo com a Prefeitura da cidade. Os resíduos depositados são provenientes de coleta domiciliar e pública e a quantidade gerada é de 25 t/dia.

O município de Inhumas possui área de 613 Km² e localiza-se na mesorregião do Centro-Oeste Goiano, microrregião geográfica de Anápolis entre os municípios de Itauçu, Goianira, Brazabrantes/Caturaí e Araçu/Itauçu. Limita-se, ao norte com o município Itauçu; ao sul, com Goianira, a oeste com os municípios de Araçu e Itauçu, a leste com os municípios de Brazabrantes e Caturaí.

Está localizado a uma latitude sul de 16° 19'46,67" e longitude oeste de 49°31' 43,14", estando a uma altitude de 770 metros. A população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) em 2010 era de 48.246 habitantes.

Para a realização do diagnóstico da qualidade do solo e do líquido percolado foram realizados os seguintes levantamentos no mês de abril de 2013: localização da área e dos pontos de amostragem, registros fotográficos, amostragem de solo para avaliação dos parâmetros físico-químicos e presença de metais e amostragem do chorume para avaliação de metais pesados.

O procedimento de amostragem resultou em 10 pontos de coleta (Figura 1). As amostras simples de solo foram coletadas, na profundidade de 0 a 20 cm, nos pontos de 1 a 10, já as amostras simples de chorume nos pontos A e B. A distribuição dos pontos amostrais objetivou contemplar, ao máximo, as várias pilhas de resíduos existentes na área do aterro controlado. As amostras simples formaram amostras compostas dos materiais coletados (solo e chorume), as quais foram encaminhadas para análise.



Figura 1. Localização dos pontos de amostragem de solo e chorume no aterro controlado de Inhumas.

As análises físico-químicas do solo foram realizadas no Laboratório Solocria, conforme a metodologia da EMBRAPA (1997), onde foram determinados os seguintes parâmetros: cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), potássio (K), fósforo (P), zinco (Zn), matéria orgânica, capacidade de troca de cátions (CTC), pH e textura.

Para a detecção de metais potencialmente tóxicos, tanto do solo quanto do chorume, as amostras foram submetidas a análises no Laboratório do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás através da metodologia preconizada pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1992), onde foram determinadas as concentrações de sete metais, tais como: cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), níquel (Ni) e zinco (Zn).

Todos os resultados analisados foram comparados com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 420, de 28 de dezembro de 2009 e com os valores orientados para solos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB, 2005).

RESULTADOS OBTIDOS

As figuras de 2 a 9 caracterizam aspectos da área do aterro controlado de Inhumas-GO, tais como: presença de catadores (Fig. 2), presença de animais (Fig. 3), resíduos de serviço de saúde (Fig. 4), embalagem de agrotóxico (Fig. 5), restos de animais (Fig. 6), aparelho eletrônico e lâmpada (Fig. 7), carregador de celular (Fig. 8), lagoa de chorume (Fig. 9).

Medeiros et al. (2008) e Silva et al. (2012) também realizaram registros fotográficos da área de deposição do lixo de suas respectivas cidades, onde encontraram resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho.



Figura 2: presença de catadores.



Figura 3: presença de animais.



Figura 4: resíduos de serviço de saúde.



Figura 5: embalagem de agrotóxico.



Figura 6: restos de animais.



Figura 7: aparelho eletrônico e lâmpada.



Figura 8: carregador de celular.



Figura 9: lagoa de chorume.

Resultados da análise do solo

A Tabela 1 apresenta os dados da análise química e física do solo coletado na área do aterro controlado de Inhumas - GO.

Tabela 1. Análise química e física do solo na área do aterro controlado de Inhumas/GO.

Parâmetros	Resultados	UD
Potássio	2,2	mmol/dm ³
Zinco	2,3	mg/dm ³ (ppm)
Carbono	9,86	g/dm ³
Cálcio	3,7	mmol/dm ³
Magnésio	0,4	mmol/dm ³
Alumínio	0,0	mmol/dm ³
H+Al	1,3	mmol/dm ³
Matéria Orgânica	17	g/dm ³
Ca + Mg	4,1	mmol/dm ³
pH (CaCl ₂)	6,6	-
Fósforo	1,5	mg/dm ³ (ppm)
CTC	6,52	-
Carbono	9,86	g/dm ³
Argila	480	g/kg
Limo	120	g/kg
Areia	400	g/kg

Legenda: UD - Unidade

Com base na análise granulométrica, o solo em questão constitui-se de 480 g.Kg⁻¹ de argila, 120 g.Kg⁻¹ de limo e 480 g.Kg⁻¹ de areia, podendo ser classificado como argilo-arenoso (Tabela 1). O alto teor de argila favorece a adsorção de metais pesados e de acordo com Korf et al. (2008) a natureza arenosa da área representa inadequação da mesma para depósito de lixo, pois favorece a lixiviação em detrimento da retenção de poluentes.

Solos adequados para disposição de RSU e implantação de aterros devem conter teores de argila em torno de 560 a 620 g.kg⁻¹. Teores de argila inferiores ao descritos, deve ser construído um sistema de impermeabilização (Zanchetta, 2007).

O potencial Hidrogeniônico (pH) encontrado no solo foi 6,6, classificado como praticamente neutro conforme descrito por Macêdo (2013). É importante mencionar que o pH influencia na mobilidade e na disponibilidade dos metais no solo (UMOREM et al. 2007).

O teor de metais não variou com o pH, e isso, se deve ao fato de o período de coleta das amostras ter ocorrido no período de estiagem. Sisinno et al. (1996) detectaram pH de 5,0 no solo do aterro controlado na região do Morro do Céu, em Niterói-RJ.

O teor de matéria orgânica (M.O) do solo amostrado foi de 17 g/dm³. A matéria orgânica é a principal responsável pela retenção de metais no solo que também ocorre, pelas partículas de argila.

A capacidade de troca de cátions (CTC) encontrada foi 6,52, valores acima de 5 cmolkg⁻¹ evidenciam uma alta capacidade de troca de cátions do solo com o meio.

A Tabela 2 apresenta os dados da análise de metais do solo coletado na área do aterro controlado de Inhumas – GO.

Tabela 2. Análise de metais do solo na área do aterro controlado de Inhumas- GO.

Parâmetros	Valor das amostras	VRQ	UD
Cádmio	ND	<0,5	mg/kg
Chumbo	ND	17	mg/kg
Cobre	30,2	35	mg/kg
Cromo	41,8	40	mg/kg
Ferro	66000	-	mg/kg
Níquel	16,6	13	mg/kg
Zinco	31,5	60	mg/kg

Legenda: VRQ- Valor de Referência de Qualidade; UD – Unidade.

Dos sete metais analisados, apenas cinco foram detectados, sendo eles: Cobre (Cu), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) (Tabela 2).

Ressalta-se que os resultados das análises de metais foram comparados com os valores de referência de qualidade (VRQs) para as substâncias inorgânicas de ocorrência natural no solo definidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB, 2005), já que o Estado de Goiás ainda não estabeleceu valores para os teores de metais no solo.

Os teores de cobre, níquel, chumbo e zinco, detectados nas análises do solo do lixão de Inhumas – GO apresentaram valores abaixo dos limites orientadores estabelecidos pela CETESB (2005). No entanto, o teor de cromo encontrado foi de $41,80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, valor este acima do VRQ definido para este elemento, que é $40,00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Os metais pesados podem ser encontrados em diferentes níveis no solo. O metal chumbo encontra-se normalmente em uma faixa de concentração que vai de 10 a 84 mg/kg ; o cobre de 6 a 80 mg/kg ; o zinco de 17 a 125 mg/kg e o cromo de 7 a 221 mg/kg .

Pinto Filho et al. (2012) identificaram os seguintes teores de metais no lixão do município de Apodi – RN: $48,42 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de Ni, $95,24 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de Cr e $6,43 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de Cd, valores estes, superiores aos encontrados no presente trabalho (Tabela 2).

O teor de ferro encontrado foi $66000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Tabela 2). Beli et al. (2005), Sisinno e Moreira (1996) também detectaram teores elevados de ferro em área de lixão. É importante mencionar que a CETESB não estabeleceu valor de referência de qualidade para o elemento ferro, dificultando assim, a interpretação do resultado.

Os teores de cádmio, cromo e níquel encontrados no presente trabalho (Tabela 2) foram inferiores aos detectados por LOPES et al. (2010), cujos valores foram de $6,43 \text{ mg/kg}$, $95,24 \text{ mg/kg}$ e $48,42 \text{ mg/kg}$, respectivamente.

BELI et al. (2005) encontraram teores de cobre (Cu) e zinco de $3,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ e $9,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ respectivamente, na área desativada do lixão de Espírito Santo do Pinhal – SP. Resultados estes também superiores aos detectados no presente trabalho (Tabela 2).

Resultados da análise do chorume

Dentre os oito metais pesados analisados na amostra de chorume, apenas o elemento ferro (Fe) foi detectado ($146,9 \text{ mg/L}$). É importante ressaltar que a CETESB (2005) não possui valor de referência de qualidade para este elemento.

Os principais usos do Fe são de derivações de materiais eletrônicos. Desta forma pode-se dizer que os valores deste elemento encontrados no chorume do aterro controlado de Inhumas-GO se justificam pela presença de materiais eletrônicos no local (Figura 8).

O monitoramento dos níveis de metais no chorume constitui um importante instrumento de gestão ambiental, sendo que a falta de controle e tratamento do lixiviado gerado em sistemas de disposição de resíduos sólidos promove a contaminação do solo, do ar e das águas superficiais e subterrâneas, além de propiciar a

proliferação de vetores de doenças, em detrimento da qualidade do meio ambiente e da saúde pública (CELERE et al, 2007).

CONCLUSÕES

Através do levantamento fotográfico realizado foi possível caracterizar a área em estudo como um aterro controlado.

Foram detectados os metais cromo (Cr), cobre (Cu), níquel (Ni), zinco (Zn) e ferro (Fe) na amostra de solo do aterro controlado de Inhumas – GO.

Os resultados da análise físico-química do solo apresentaram valores de metais pesados abaixo dos limites orientados estabelecidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB) para os elementos cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), níquel (Ni) e zinco (Zn); no entanto o elemento cromo (Cr) apresentou valor de referência de qualidade acima do estabelecido.

Na amostra de líquido percolado (chorume), apenas o elemento ferro (Fe) foi detectado, com uma concentração de 146,9 mg.L⁻¹.

Apesar da grande variedade de resíduos depositados na área do aterro controlado de Inhumas – GO (resíduos de serviço de saúde, embalagem de agrotóxico, e resíduos eletroeletrônicos) e levando em consideração o tempo da atividade exercida no local (16 anos), não há indícios suficientes que comprovem a contaminação do solo em estudo, não obstante, fica evidente que a área se encontra impactada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington, D. C.: APHA / American Water Works Association/Water Pollution Control Federation, 1985.
2. BELI, E.; NALDONI, C. E.; OLIVEIRA, A.; SALES, M. R.; SIQUEIRA, M.; MEDEIROS, G. A.; HUSSAR, G. J.; REIS, F. A. G. V. Recuperação da área degradada do lixão Areia Branca de Espírito Santo do Pinhal – SP. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal- SP, v. 2, n. 1, p. 135-148, 2005.
3. CELERE, M. S.; OLIVEIRA, A. S.; TREVILATO, T. M. B.; MUÑOZ, S. I. S. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro-RJ, abr. 2007.
4. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2005. 4 p.
5. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Manual de Métodos de Análise do Solo. Rio de Janeiro: CNPS, 1997.
6. KORF, E.P.; MELO, E.F.R.Q.; THOMÉ, A.; ESCOSTEGUY, P.A.V. Retenção de metais em solo da antiga área de disposição de resíduos sólidos urbanos de Passo Fundo, RS. Revista de Ciências Ambientais, v. 2, n. 2, p. 43-6, 2008.
7. MACEDO, J. A. B. Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. Belo Horizonte - MG, Editora Jorge Macedo. 4^a edição, 1056 p, 2013.
8. MEDEIROS, G. A.; REIS, F. A. G. V.; SIMONETTI, F. D. et al. Diagnóstico da qualidade da água e do solo no lixão de Engenheiro Coelho, no estado de São Paulo. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal – SP, v. 5, n. 2, p.169-186, 2008.
9. LOPES, H. S. S.; SILVA, F. N.; MEDEIROS, M. G.; FREIRE, G. M.; SANTOS, M. N. dos. Teores de elementos-traço nas áreas naturais e de aterros em solos do Rio Grande do Norte. Teresina-PI, 2010.
10. PINTO FILHO, J. L. de O; SOUZA, M. J. J. B. de; SANTOS, E. G. dos; GÊ, D. R. F; CEZAR FILHO, P. Monitoramento dos teores totais e disponíveis de metais pesados no lixão do município de Apodi-RN. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.7, n.1, p. 141 – 147, 2012.
11. SILVA, F. M.; BARROS, R. G.; BARBARA, V. F. Diagnóstico da qualidade da água e do solo no lixão de Mossâmedes, no estado de Goiás. Seminário de iniciação científica e tecnológica, 6., 2012. Anais eletrônicos. Goiânia-GO. Disponível em: <http://minarioict/SICT/paper/view/314/43>. Acesso em: 21 mai. 2013.

12. SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 12: 515-523, 1996.
13. SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. Impacto ambiental dos grandes depósitos de resíduos urbanos e industriais. In: Sisinnio, C. L. S., Oliveira, R.M. (org.), *Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma Visão Multidisciplinar*, 1^aed, capítulo 1, Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 2000.
14. UMOREM, I. U.; UDOH, A. P.; UDOSORO, I. I. Concentration and chemical speciation for the determination of Cu, Zn, Ni, Pb and Cd refuse dump soils using the optimized BCR sequential extraction procedure. *The Environmentalist*, v. 27, n. 2, p.241-252, 2007.
15. ZANCHETTA, G. S. B. Avaliação do grau de poluição do solo, águas, plantas e resíduos sólidos do lixão Linha Rincão do Engenho de Lagoa Vermelha, RS. Universidade de Passo Fundo. Dissertação de mestrado em Engenharia e Arquitetura. Passo Fundo-RS. 2007.