

## VI-089 - DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DO SOLO DO LIXÃO DE GOIANIRA, GO

**Anderson Araújo Mesquita<sup>(1)</sup>**

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

**Rosana Gonçalves Barros<sup>(1)</sup>**

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<sup>(1)</sup>**

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<sup>(1)</sup>:** Rua 75, nº 46 – Centro – Goiânia, GO - CEP: 74055-110 - Brasil - Tel: +55 (62) 3227-2700 - e-mail: anderson\_meskita@hotmail.com

### RESUMO

As áreas utilizadas como depósito irregular de resíduos sólidos urbanos, os chamados lixões, configuram-se como focos potenciais de poluição e contaminação por metais pesados, influenciando negativamente a qualidade do solo da região afetada. O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar a qualidade ambiental do solo na área de deposição do lixo no município de Goianira – GO em abril de 2013. Foram realizados os seguintes levantamentos: localização da área e dos pontos de amostragem, registros fotográficos, 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 orientadores para solos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB). O levantamento fotográfico demonstrou que a área em estudo se caracteriza como um lixão. Os resultados das análises físico-químicas do solo apresentaram valores de metais pesados abaixo dos limites orientadores estabelecidos pela CETESB para os elementos cobre (Cu), ferro (Fe) e zinco (Zn); já o elemento cromo (Cr) apresentou valor de referência de qualidade acima do estabelecido. Na amostra do líquido percolado foi detectada apenas a presença do elemento ferro (Fe). Apesar da grande variedade de resíduos depositados na área do lixão e do tempo de atividade do mesmo, não há indícios suficientes para comprovar a contaminação do solo em estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos, Metais Pesados, Chorume, Poluição, Saúde Pública.

### INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento econômico dos últimos anos associado à alta demanda por bens de consumo e ao crescimento de áreas urbanas tem tido como uma das suas consequências negativas a geração excessiva de resíduos sólidos urbanos (RSU), a qual tem sido identificada como um dos mais sérios problemas ambientais em todo o mundo.

O gerenciamento destes resíduos é um dos grandes desafios dos órgãos responsáveis pela sua administração, haja vista que apresentam composição bastante heterogênea, produção constante e, via de regra, cada dia crescente. Uma das principais problemáticas relacionadas a esses resíduos é a escolha do método de tratamento e de disposição final adequada dos mesmos (COSTA, 2010).

Existem três formas de destinação final do lixo urbano: aterros sanitários, aterros controlados e lixões. O aterro sanitário é um método para disposição final dos resíduos sólidos urbanos através do seu confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ao meio ambiente, em particular à saúde e à segurança pública. Sendo assim, a diferença básica entre um aterro sanitário e um aterro controlado é que este último prescinde da coleta e tratamento do chorume, assim como da drenagem e queima do biogás (IBAM, 2001).

Um lixão pode ser definido como o local em que se deposita o lixo, sem projeto ou cuidado com a saúde pública e o meio ambiente, sem tratamento e sem qualquer critério de engenharia (BRAGA et al., 2002). Esta disposição inadequada dos resíduos sólidos promove a contaminação do solo, do ar e das águas superficiais e subterrâneas, além da proliferação de vetores de doenças, influenciando negativamente a qualidade ambiental e a saúde da população (LEITE et al., 2004).

A disposição de resíduos é um efetivo agente contaminante do solo e subsolo, pois com a decomposição da matéria orgânica presente no lixo é gerado o percolado (chorume), um líquido escuro, ácido e de alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (TRESSOLDI e CONSONI, 1994). Este líquido altamente poluidor e com forte odor fétido, constitui-se basicamente, no caso dos resíduos sólidos urbanos (RSU), em água rica em sais, metais pesados e matéria orgânica, a qual pode atingir concentrações até 100 vezes maiores que aquelas encontradas em esgotos domésticos. As concentrações desses constituintes no percolado variam de acordo com a composição dos próprios resíduos sólidos depositados e com as condições ambientais como a umidade, o oxigênio disponível, a temperatura e o pH do meio (JESUS, 2004).

Dentre os diferentes contaminantes presentes no chorume, o estudo dos metais pesados vem sendo considerado prioritário nos programas de promoção da saúde em escala mundial. Para o ser humano, existem 14 metais essenciais: cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, zinco, cobre, estanho, vanádio, cromo, manganês, molibdênio, cobalto e níquel (EMSLEY, 2001). Dessa relação, pode-se constatar que alguns metais considerados tóxicos em concentrações elevadas, como zinco, cobre, cromo e níquel, são fundamentais ao metabolismo em baixas concentrações. No entanto, quando presentes em suas formas catiônicas, os metais reagem com o radical sulfidrila (-SH) presente na estrutura protéica das enzimas, alterando suas propriedades, o que pode resultar em consequências danosas ao metabolismo dos seres vivos (BAIRD, 2002).

Embora o lançamento de resíduos sólidos em lixões seja uma forma inadequada de disposição final, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), ainda é utilizada em 50,8% dos municípios brasileiros, que dispõem os seus resíduos em vazadouros a céu aberto, conhecidos como “lixões”.

Segundo Ferreira et al. (2009), dados coletados pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), no estado de Goiás, do total de 232 municípios pesquisados, 62,93% fazem a destinação final na condição de lixão, 33,19% depositam os resíduos sólidos urbanos em aterros controlados e apenas 3,88% fazem a disposição em aterro sanitário.

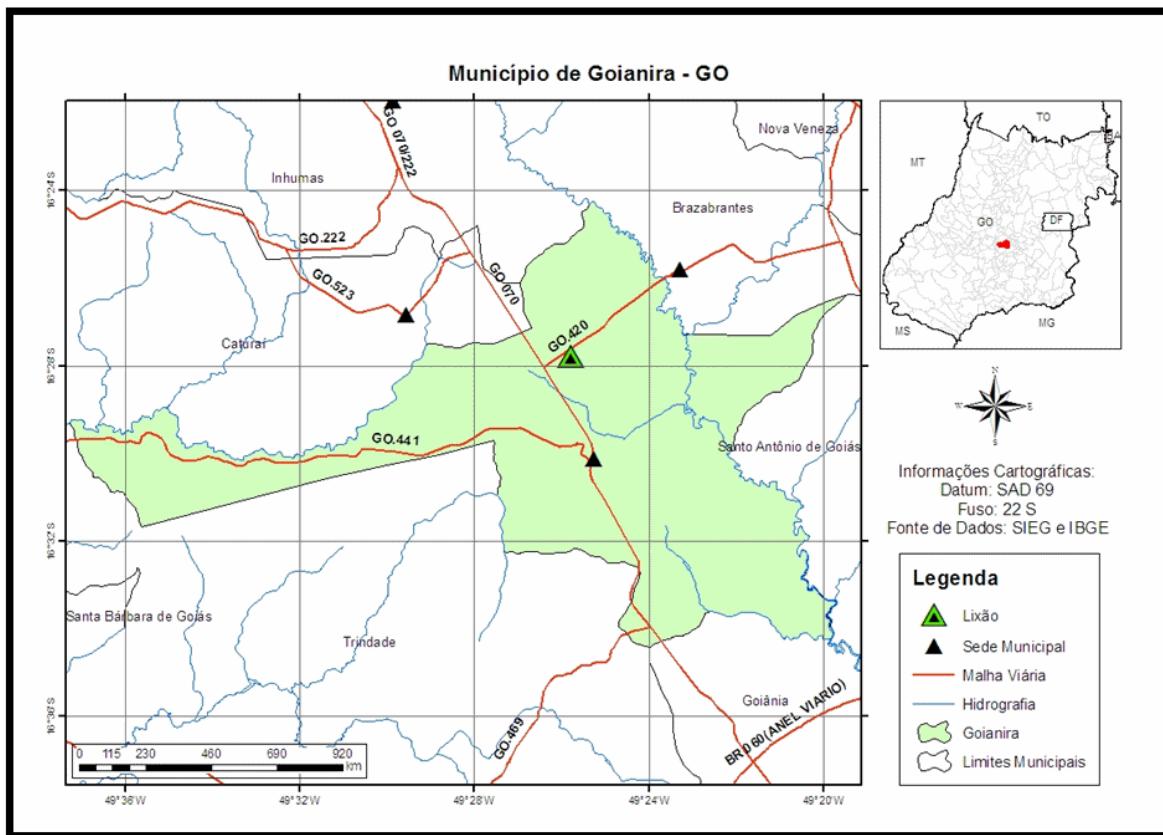
O aumento da demanda por serviços públicos, de maneira especial por obras de saneamento, associado às carências estruturais das prefeituras para desenvolver ações de Gerenciamento Integral dos Resíduos Sólidos Urbanos (recursos financeiros, pessoal e equipamentos), são assinaladas como algumas das causas dos problemas continuados da disposição inadequada do lixo urbano (FERREIRA et al., 2009). O município de Goianira - GO se encontra na mesma situação e deposita os resíduos sólidos urbanos de maneira inadequada, a céu aberto. Desta forma, o objetivo deste trabalho é realizar o diagnóstico da qualidade ambiental do solo na área de deposição do lixo no município de Goianira – GO.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Características da área em estudo

O lixão de Goianira se localiza às margens da GO-004 a aproximadamente 6 km do centro da cidade. Segundo dados da Secretaria de Meio Ambiente do município, a deposição de resíduos foi iniciada há cerca de 20 anos, sem planejamento ou controle, onde eram dispostos tanto resíduos domiciliares e comerciais, quanto alguns de origem hospitalar e industrial. De acordo com Ferreira et al. (2009), a produção estimada de lixo urbano é de 15 t/dia.

O município de Goianira (Figura 1) possui área de 209 km<sup>2</sup> e localiza-se na mesorregião do Centro-Oeste Goiano, microrregião geográfica de Goiânia, entre os municípios de Caturaí, Brazabrantes, Trindade, Santo Antonio de Goiás e Goiânia. Encontra-se a uma latitude sul de 16° 30' 20" e longitude oeste de 49° 25' 13" e altitude de 757 metros. A população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) em 2010 era de 34.060 habitantes.



**Figura 1. Localização do Município de Goianira no Estado de Goiás.**

### Levantamentos realizados

A fim de realizar o diagnóstico da qualidade do solo da área em estudo, foram feitas duas visitas para a obtenção de dados e amostras. No dia 05 de abril de 2013 procedeu-se aos seguintes levantamentos: localização da área e dos pontos de amostragem, registros fotográficos, amostragem de solo para avaliação dos parâmetros físico-químicos e presença de metais pesados. No dia 12 de abril, foi realizada a coleta do líquido percolado (chorume) para análise de metais pesados.

Os levantamentos fotográficos visaram registrar o tipo de resíduo sólido disposto na área e a identificação dos impactos ambientais causados pela disposição inadequada.

O procedimento de amostragem resultou em 15 pontos de coleta (Figura 2). 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 de (A) até (E). A distribuição dos pontos amostrais objetivou contemplar, ao máximo, as várias pilhas de resíduos existentes na área do lixão. As amostras simples formaram amostras compostas dos materiais coletados (solo e chorume), as quais foram encaminhadas para análise.



**Figura 2. Localização dos pontos de amostragem de solo e chorume no lixão de Goianira, GO.**

As análises físico-químicas do solo foram realizadas no Laboratório Solocria, de acordo com 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.

As análises para a detecção de metais potencialmente tóxicos, tanto no solo quanto no chorume, foram realizadas 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), utilizando-se o aparelho Perkin-Elmer AAnalyst 400, onde foram determinadas as concentrações de sete metais, a saber: cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), níquel (Ni) e zinco (Zn). É importante ressaltar a realização da pré-concentração do chorume de 1 L para 0,1 L, a fim de facilitar a detecção dos metais.

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 orientadores para solos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB, 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Levantamento fotográfico

As figuras de 1 a 12 caracterizam aspectos da área do lixão de Goianira – GO, tais como: presença de catadores (Fig. 1), resíduos de materiais metálicos (Fig. 2), resíduos de construção e demolição (Fig. 3), resíduos eletro-eletrônicos (Fig. 4), restos de animais mortos (Fig. 5), presença de urubus e garças (Fig. 6), resíduos de açougue (Fig. 7), chorume escoando pela área (Fig. 8), pneus e chorume (Fig. 9), resíduos de serviço e saúde (Fig. 10), resíduos de serralheria (Fig. 11), lavoura ao lado do lixão (Fig. 12).

Silva et al. (2012) no lixão de Mossâmedes – GO também relataram os mesmos problemas observados no lixão de Goianira – GO através de levantamento fotográfico da área.



**Figura 3:** presença de catadores.



**Figura 4:** resíduos de materiais metálicos.



**Figura 5:** resíduos de construção e demolição (RCD).



**Figura 6:** resíduos eletro-eletrônicos.



**Figura 7:** restos de animais mortos.



**Figura 8:** presença de urubus e garças.



Figura 9: resíduos de açougue.



Figura 10: chorume escoando pela área.



Figura 11: pneus e chorume.



Figura 12: resíduos de serviço e saúde.



Figura 13: resíduos de serralheria.



Figura 14: lavoura ao lado do lixão.

### Resultado das análises de solo

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

**Tabela 1. Análise química e física do solo na área do lixão de Goianira – GO.**

PARÂMETROS	RESULTADOS	UNIDADE
Ca + Mg	4,1	mmol/dm <sup>3</sup>
CÁLCIO	3,5	mmol/dm <sup>3</sup>
MAGNÉSIO	0,6	mmol/dm <sup>3</sup>
H + Al	1,3	mmol/dm <sup>3</sup>
ALUMÍNIO	0,0	mmol/dm <sup>3</sup>
POTÁSSIO	8,4	mmol/dm <sup>3</sup>
FÓSFORO	3,0	mg/ dm <sup>3</sup> (ppm)
ZINCO	3,6	mg/ dm <sup>3</sup> (ppm)
CTC	6,24	-----
pH (CaCl <sub>2</sub> )	6,6	-----
MATÉRIA ORGÂNICA (M.O.)	16	g/ dm <sup>3</sup>
CARBONO	9,28	g/ dm <sup>3</sup>
ARGILA	470,0	g/kg
LIMO	110,0	g/kg
AREIA	420,0	g/kg

Verifica-se que a granulometria do solo em estudo consta de 47% de argila, 11% de limo e 42% de areia, podendo assim, ser classificado como argilo-arenoso (Tabela 1). Segundo Zanchetta (2007), em geral, os solos com alto teor de argila apresentam baixa permeabilidade, e por isso são frequentemente utilizados como barreiras naturais e artificiais em sítios de disposição de resíduos para limitar o escape dos contaminantes, tanto para o lençol freático quanto para o solo.

O potencial Hidrogeniônico (pH) encontrado foi 6,6, classificado como ácido. É importante mencionar que o pH influencia na mobilidade e na disponibilidade dos metais (UMOREM et al., 2007) e o seu aumento ocasiona uma redução da disponibilidade (SANTOS et al., 2002). Beli et al. (2005) detectaram pH de 7,1 no solo do lixão de Espírito Santo do Pinhal - SP.

O teor de matéria orgânica (M.O.) do solo amostrado foi de 16 g/dm<sup>3</sup>. A quantidade e qualidade da matéria orgânica são propriedades que determinam a retenção dos metais (LAIR et al., 2006), que também ocorre, pelas partículas de argila (SANTOS et al., 2002). Medeiros et al. (2008) observaram valores de matéria orgânica entre 5 e 7 g/dm<sup>3</sup> nas amostras de solo do lixão de Engenheiro Coelho - SP.

A capacidade de troca de cátions (CTC) encontrada foi 6,24, sendo que valores acima de 5 cmolc kg<sup>-1</sup> evidenciam uma alta capacidade de troca de cátions do solo com o meio, ou seja, maior será o número de cátions que este solo pode reter (COTTA et al., 2006).

A Tabela 2 apresenta os dados da análise de metais do solo coletado na área do lixão de Goianira - GO.

**Tabela 2. Análise de metais do solo na área do lixão de Goianira – GO.**

PARÂMETROS	RESULTADO	UNIDADE	VRQ	MÉTODO
CÁDMIO	ND	mg/kg	<0,5	SMWW 3111 B
CHUMBO	ND	mg/kg	17	SMWW 3111 B
COBRE	24,7	mg/kg	35	SMWW 3111 B
CROMO	41,00	mg/kg	40	SMWW 3111 B
FERRO	66.150,00	mg/kg	-----	SMWW 3111 B
NÍQUEL	ND	mg/kg	13	SMWW 3111 B
ZINCO	18,7	mg/kg	60	SMWW 3111 B

É importante mencionar 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), pois o estado de Goiás ainda não estabeleceu estes valores para os teores de metais no solo.

Observa-se na Tabela 2 que, dos sete metais pesados analisados, foram detectados apenas quatro, sendo eles: Cobre (Cu), Cromo (Cr), Ferro (Fe) e Zinco (Zn).

O teor de ferro encontrado foi 66.150,00 mg/kg (Tabela 2), valor este superior ao detectado por PINTO FILHO et al. (2012) no monitoramento dos teores totais e disponíveis de metais pesados no lixão do município de Apodi – RN, que foi de 34,56 mg/kg. É importante destacar que o ferro (Fe) forma complexos com compostos orgânicos que ocorrem na fase sólida e em solução do solo, como ácidos orgânicos, formando complexos solúveis que são liberados na matéria orgânica em decomposição, aumentando assim a mobilidade e a disponibilidade do elemento (FAGERIA, et al., 2002).

Os teores de cromo, cobre e zinco encontrados no presente trabalho (Tabela 2) foram inferiores aos relatados por PINTO FILHO et al. (2012) cujos valores foram 43,5 mg/kg, 57,6 mg/kg e 256,9 mg/kg, respectivamente. Beli et al. (2005) encontraram teores de cobre, ferro e zinco de 3,5 mg/kg, 28 mg/kg e 9,4 mg/kg na área desativada do lixão de Espírito Santo do Pinhal – SP, os quais também foram inferiores aos valores detectados no presente trabalho (Tabela 2).

As médias das concentrações de cromo, cobre, ferro e zinco detectadas por SANTOS et al. (2012) no lixão da cidade de Porto Velho – RO, no período chuvoso, foram respectivamente 26,5 mg/kg, 206 mg/kg, 69.990mg/kg e 510 mg/kg. Desta forma, observa-se que somente o valor de cromo foi superior ao encontrado pelos referidos autores (Tabela 2).

Os teores de cobre e zinco encontrados nas análises do solo do lixão de Goianira - GO apresentaram valores abaixo dos limites orientadores estabelecidos pela CETESB (2005). Já o teor de cromo detectado foi de 41 mg/kg, estando acima do VRQ definido para este elemento, que é de 40 mg/kg.

### Resultados das análises do chorume

Dentre os sete metais pesados analisados na amostra de chorume apenas o elemento ferro (Fe) foi detectado (655,00 mg/L). É importante destacar que a CETESB (2005) não possui valor de referência de qualidade para este elemento.

## CONCLUSÃO

O levantamento fotográfico demonstrou que a área em estudo se caracteriza como um lixão;

Apenas os metais cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe) e zinco (Zn) foram encontrados na amostra de solo do lixão de Goianira – GO;

Os resultados das análises físico-químicas do solo apresentaram valores de metais pesados abaixo dos limites orientadores estabelecidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB) para os elementos cobre (Cu), ferro (Fe) e zinco (Zn); já o elemento cromo (Cr) apresentou valor de referência de qualidade acima do estabelecido;

Apenas o elemento ferro (Fe) foi detectado na amostra do líquido percolado (chorume) com uma concentração de 655,00 mg/L;

Apesar da grande variedade de resíduos depositados na área do lixão (resíduos de construção e demolição, de origem doméstica, comercial e hospitalar) e levando em consideração o seu tempo de atividade (20 anos), não há indícios suficientes para comprovar a contaminação do solo em estudo, no entanto, fica evidente que a área se encontra impactada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – American Public Health Association. Standard methods for examination of water and wastewater. 19 ed. Washington: APHA, 1992. 1100p.
2. BAIRD, C., 2002, Química ambiental. 2 ed. Artmed Bookman, Porto Alegre, 622 p.
3. 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.n
4. BRAGA, B.; HESPAÑOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002. v. 1, 305 p.
5. 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.
6. CONAMA. Resolução n. 420 de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/ambiente/legislacao/id4830.htm>>. Acesso em: 14 mai. 2013.
7. COSTA, V. C. da. Associação de tratamentos físico-químicos para remoção de matéria orgânica e cor de chorume estabilizado produzido no lixão da cidade de Maceió/AL. 2010. 82 f. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento – PPGRHS. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió – AL, 2010.
8. COTTA, J. A. O.; REZENDE, M. O.; PIOVANI, M. R. Avaliação do teor de metais em sedimento do Rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira: PETAR, São Paulo, Brasil. Química Nova, São Paulo, v.29, n. 1, p. 40-45, 2006.
9. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Manual de Métodos de Análise do Solo. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212 p.
10. EMSLEY, J. Moléculas em exposição: o fantástico mundo das substâncias e dos materiais que fazem parte de nosso dia a dia. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.
11. FAGERIA, N. K.; BALIGAR R. B. CLARK. Micronutrientes in crop Production. Adv. Agronomy, v.77, p.185-268, 2002.
12. FERREIRA, O. M. (Coord.). Diagnóstico do monitoramento dos sistemas de disposição do lixo urbano dos municípios goianos. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), 2009.
13. INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 200 p. 2001.

14. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/default.asp>>. Acesso em: 20 jun. 2013.
15. JESUS, S. C. de. Difusão de zinco em camada compactada de solo residual de gnaisse, 2004. 75f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2004.
16. LAIR, G. J.; GERZABEK, M. H.; HABERHAUER, G. Sorption of heavy metals on organic and inorganic soil constituents, Environmental Chemistry Letters, v.5, n.1, p.23-27, 2006.
17. LEITE, C.M.B; BERNARDES, R.S.; OLIVEIRA, S.A. Método Walkley-Black na determinação da matéria orgânica em solos contaminados por chorume. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.8, n.1, p.111-115, 2004.
18. 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.
19. 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.
20. SANTOS, G. C. G.; ABREU, C. A.; CAMARGO, O. A.; ABREU, M. F. Pó de aciaria como fonte de zinco para o milho e seu efeito na disponibilidade de metais pesados. Bragantia, Campinas, v.61, n.3, p. 257-266, 2002.
21. SANTOS, J. P. dos; SOUZA, D. de O. de; MIRANDA, M. R.; BASTOS, W. R. Estudos de elementos-traço na cidade de Porto Velho/Rondônia, Amazônia Ocidental. Revista J. Braz. Soc. Ecotoxicol. v.7, n. 2, 2012.
22. 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. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 6., 2012, Goiânia. Anais eletrônicos... Goiânia: IFG, 2012. Disponível em: <<http://conferencias.ifg.edu.br/index.php/seminarioict/SICT/paper/view/314/43>>. Acesso em: 21 mai. 2013.
23. TRESSOLDI, M.; CONSONI, A. J. Disposição de resíduos. In: Antonio Manoel dos Santos Oliveira e Sérgio Nerten Alves de Brito (Org.). Geologia de Engenharia. 1994. cap. 21: p.361-380. São Paulo.
24. 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.
25. 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. 2007. 149 f. Dissertação (Mestrado em Infra Estrutura e Meio Ambiente) – Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2007.