

MONITORAMENTO DOS TEORES TOTAIS E DISPONÍVEIS DE METAIS PESADOS NO LIXÃO DO MUNICÍPIO DE APODI-RN

Jorge Luis de Oliveira Pinto Filh

Bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN e Meste em Ciências do Solo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA jorgefilho-uern@hotmail.com.br

Maria Juliana Jamille Barra de Souza

Estudante da especialização em Gestão Ambiental jamillesouza86@hotmail.com

Edna Guilherme dos Santos

Estudante do Bacharelado em Gestão Ambiental edna-gui@hotmail.com

Dweynny Rodrigues Filgueira Gê

Estudante da especialização em Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável dweynny@yahoo.com.br

Paulo Cezar Filho

Bacharel em Gestão Ambiental pauloczar10@hotmail.com

Resumo – Este trabalho teve como principal objetivo avaliar os teores disponíveis e totais de Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn no solo do lixão do município de Apodi-RN. Como procedimento metodológico, foi realizado em um primeiro momento, uma visita na área de deposição de lixo a céu aberto (lixão), da referida cidade, para observar *in loco* as condições socioambientais e relacioná-las aos impactos causados pela deposição inadequada do lixo. Em seguida avaliou-se os teores totais e disponíveis de Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn no solo do lixão do município de Apodi-RN, por meio do extrator Mehlich-1 e o do método USEPA 3050B, da Agência Ambiental dos EUA, respectivamente. Os teores disponíveis dos metais pesados tiveram suas concentrações semelhantes da faixa normal apontada pela literatura. Para os teores totais Cd, Cr e Ni no solo constatou-se que foram menores que os Valores de Referências estabelecidos pela CETESB. Entretanto, para os teores totais de Cu e Zn observa-se que estão no Limite de Prevenção dessa normativa. Já os Teores de Pb estiveram acima do Limite de Intervenção Residencial previsto pela CETESB. Para os teores de Fe e Mn não foi possível realizar comparações, já que a referida norma não estabelece valores para esses elementos. Para tanto, a área de estudo apresenta alguns pontos com teores de metais pesados principalmente o chumbo acima do estabelecido por algumas agências de proteção ambiental.

Palavras-chaves: Resíduos Sólidos Urbanos, Poluição do Solo, Metais Pesados.

MONITORING OF TOTAL AND AVAILABLE HEAVY METALS IN THE LANDFILL IN THE MUNICIPALITY OF APODI-RN

Abstract – This study aimed to evaluate the available concentration and total Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn in the soil of landfill in the municipality of Apodi-RN. As a methodological procedure was performed, at first, a visit in the area of waste disposal in the open (dump) of the city, to observe in situ the social and environmental conditions and relate them to the impacts caused by inappropriate waste disposal. Then we evaluated the total and available Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn in the soil of landfill in the municipality of Apodi-RN, using the Mehlich-1 and the USEPA method 3050B, U.S. Environmental Agency, respectively. The available contents of heavy metals had similar concentrations of the normal range cited in the literature. For contents of total Cd, Cr and Ni in soil were found to be smaller than the reference value set by CETESB. However, for the total contents of Cu and Zn that are observed in the Prevention of regulatory limit. Since the levels of Pb were above the limit laid down by the Residential Intervention CETESB. For contents of Fe and Mn was not possible to make comparisons, since this standard does not set values for these elements. To this end, the study area presents some points with levels of heavy metals especially lead set up by some agencies of environmental protection.

Keywords: Municipal Solid Waste, Soil Pollution, Heavy Metals

INTRODUÇÃO

A problemática ambiental vem ganhando destaque nos últimos anos devido à utilização desenfreada dos recursos naturais sem respeitar a capacidade de regeneração desses ambientes. Dentre essas inúmeras implicações destaca-se a questão dos resíduos sólidos por estar associada à transformação dos costumes, hábitos e comportamentos, à expansão industrial e ao aumento da renda *per capita* (PIAZ e FERREIRA, 2011).

Para Moreira et al. (2010) a disposição final dos resíduos sólidos varia conforme a região, no entanto de maneira geral cerca de 71% é destinado a aterros (sanitários ou controlados) e 26% a lixões a céu aberto. Quando se trata dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, Barros Junior et al. (2003) afirmam que ainda é precária, onde somente 36,2% desses resíduos são dispostos em aterros sanitários.

A deficiência no gerenciamento dos resíduos sólidos em centros urbanos é apontada como uma das responsáveis pelos inúmeros impactos ambientais urbanos existentes no Brasil (PINTO FILHO et al., 2008).

Para Monteiro (2001), a maior parte dos resíduos gerados no Brasil não é regularmente coletada, permanecendo junto às habitações ou sendo vazada em logradouros públicos, encostas e cursos d'água, trazendo consigo inúmeras consequências.

Os resíduos sólidos urbanos gerados pela sociedade em suas diversas atividades resultam em riscos à saúde pública, provocam degradação ambiental, além dos aspectos sociais, econômicos e administrativos envolvidos na questão (SIQUEIRA e MORAES, 2009). Em relação à variável ambiental, observa-se que o destino inadequado do lixo pode contaminar o solo com metais pesados, tornando-se um grave problema ambiental, devido a sua persistência e elevado poder de toxicidade. (SANTOS, 2007).

Os resíduos sólidos urbanos são fontes potenciais de metais pesados, principalmente de Cd, Cu, Pb e Zn (GUEDES, 2008). Corroboram com tal afirmação Moreira (2010) et al. ao afirmarem que estes resíduos podem liberar metais pesados, como Cd, Cu, Pb, Mn, Zn, Ni, Hg, ampliando as formas de poluição e contaminação que estes materiais podem causar ao meio ambiente.

Nesse contexto, Costa (2005) aponta que a degradação ambiental urbana tem como uma das principais fontes o descarte inadequado de resíduos sólidos, acarretando na contaminação do solo com metais pesados e outros produtos potencialmente tóxicos aos seres vivos (LOGAN & CHANEY, 1983; XIN ET AL., 1992).

Ao avaliar os teores disponíveis dos metais pesados em solos contaminados com resíduos

sólidos no município de Assú-RN Pinto Filho et. al. (2010) identificou teores entre 104,18 a 106,23 mg/kg, 45,75 a 48,42 mg/kg, 85,45 a 95,24 mg/kg e, 4,25 a 6,43 mg/kg para os respectivos metais pesados Pb, Ni, Cr e Cd.

Em estudos sobre a contaminação do solo por metais pesados em áreas de aterros de vários municípios do estado do Rio Grande do Norte Lopes et. al. (2010) encontraram teores totais de 6,43 mg/kg, 95,24 mg/kg, 106,23 mg/kg e 48,42 mg/kg para os respectivos metais pesados Cd, Cr, Pb e Ni.

Quando avaliaram os teores totais de metais pesados dos solos do antigo lixão da cidade de Visconde do Rio Branco, MG Moreira et al. (2010) encontraram valores de 1,62 mg/kg, 107,19 mg/kg, 65,07 mg/kg, 34,43 mg/kg, 281,43 mg/kg, 43,60 mg/kg, 28,62 mg/kg e 0,78 mg/kg para os seguintes metais Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn, respectivamente. Já em estudo sobre a distribuição espacial de elementos radioativos e metais pesados no lixão desativado da cidade de Lages-SC Becegato et. al. (2010) determinaram a concentração média dos seguintes metais pesados no solo: Cd, Cr, Ni e Pb, cujos os teores médios totais apontaram valores em (mg/kg) respectivamente: 0,2; 13,1; 7,2 e 8,9.

Com este trabalho objetivou-se avaliar principalmente os teores disponíveis e totais de Cu, Cd, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn no solo do lixão do município de Apodi-RN.

MATERIAL E MÉTODOS

Como procedimento metodológico, foi realizado, em um primeiro momento, uma visita na área de deposição de lixo a céu aberto (lixão) em 20 de Dezembro de 2010, da referida cidade, para observar *in loco* as condições socioambientais e relacioná-las aos impactos causados pela deposição inadequada do lixo.

Em seguida, foram retiradas aleatoriamente três amostras de solo compostas na profundidade de 0-20 cm da área do lixão. Posteriormente, as amostras de solos foram levadas para o Laboratório de Análises de Solos da EMPARN em Natal – RN, onde foram secas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).

Para a obtenção dos teores disponíveis de Cu, Cd, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn nos solos, utilizou-se o extrator Mehlich-1 (EMBRAPA, 1997), a escolha desse extrator se deu devido à sua capacidade de complexar simultaneamente diferentes metais. Enquanto para a determinação dos teores totais dos referidos metais pesados utilizou-se o método USEPA 3050B, da Agência Ambiental dos EUA, conforme descrito por Campos et. al. (2005), devido a digestão do solo com ácidos fortes avaliar o acúmulo de metais

no solo ao longo dos anos, assim como possíveis contaminações (SILVA et. al., 2006).

Após a digestão todos os extratos foram analisados por Espectrofotometria de Absorção Atômica-EAA, empregando-se o sistema chama-aracetileno, em um aparelho com os seguintes limites de detecção (mg L^{-1}): Cu = 0,025, Cd = 0,05, Cr = 0,05, Fe = 0,05, Mn = 0,02, Ni = 0,04, Pb = 0,06 e Zn = 0,008.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Apodi, Estado do Rio Grande do Norte, não encara de forma diferente a disposição final dos seus resíduos sólidos urbanos, uma vez que se observou que o destino final é “lixão” de Canto de Vara (Figura 1), local este que fica a cerca de 10 km do centro da cidade, onde todo o lixo produzido na cidade é disposto inadequadamente sem qualquer preocupação ambiental e sem nenhum tratamento (Figura 2), causando inúmeros problemas ambientais, como: a contaminação do solo e do lençol freático, pela ação do chorume, líquido de cor negra característico de matéria orgânica em decomposição.



Figura 01 – Área do Lixão de Canto de Vara, Apodi-RN, 2011.



Figura 02 – Deposição de resíduos sólidos no Lixão de Apodi-RN, 2011.

É oportuno destacar que outros danos causados pelo depósito indiscriminado do lixo, são: presença de catadores, o mau cheiro, presença de animais e aves, como ratos, urubus e porcos, esses

animais são transmissores de inúmeras doenças, tais como: raiva, meningite, leptospirose e peste bubônica. (Figura 3 e 4).



Figura 03 – Instrumentos de trabalhos dos catadores do Lixão de Canto de Vara, Apodi-RN, 2011.



Figura 04 – Presença de animais na área do Lixão de Apodi-RN, 2011.

Os teores disponíveis de Cu, Cd, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn no solo do lixão do município de Apodi-RN estão apresentados na Tabela 1. Quando comparados com os teores disponíveis dos metais pesados em solos contaminados com resíduos sólidos no município de Assú-RN, nota-se que foram

inferiores para os metais Cd, Cr, Pb e Ni, uma vez que Pinto Filho et. al. (2010) identificaram teores entre 104,18 a 106,23 mg/kg, 45,75 a 48,42 mg/kg, 85,45 a 95,24 mg/kg e 4,25 a 6,43 mg/kg para os respectivos metais pesados Pb, Ni, Cr e Cd.

Tabela 1 – Concentrações dos teores disponíveis dos metais (mg/kg) determinados no solo do lixão do município de Apodi-RN.

Teor	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Teores Disponíveis	0,014	0,45	1,16	37,57	8,45	0,33	0,21	0,76

Os resultados dos teores totais dos metais (mg/kg) do lixão do município de Apodi-RN (Tabela 02) foram semelhantes aos do estudo sobre a distribuição espacial de elementos radioativos e metais pesados no lixão desativado da cidade de Lages-SC de Becegato et. al. (2010) que determinaram a concentração média dos seguintes metais pesados no solo: Cd, Cr, Ni e Pb, cujos os teores médios totais apontaram valores em (mg/kg) de: 0,2; 13,1; 7,2 e 8,9, respectivamente.

Quando comparado com os teores totais de metais pesados dos solos do antigo lixão da cidade de Visconde do Rio Branco, MG verifica-se que foram superiores para os metais Cd, Fe e Zn, já que Moreira et al. (2010) encontraram valores de 1,62 mg/kg, 34,43 mg/kg e 0,78 mg/kg, respectivamente. Enquanto para os metais Cr, Cu, Mn, Ni e Pb foram inferiores, uma vez que os autores obtiveram os valores de 107,19 mg/kg, 65,07 mg/kg, 281,43 mg/kg, 43,60 mg/kg e 28,62 mg/kg, respectivamente.

Já em estudos sobre a contaminação do solo por metais pesados em áreas de aterros de vários

municípios do estado do Rio Grande do Norte Lopes et. al. (2010) encontraram teores totais superiores para os metais Cd, Cr, Pb e Ni com valores de 6,43 mg/kg, 95,24 mg/kg, 106,23 mg/kg e 48,42 mg/kg, respectivamente.

Ao observar os teores de Cd deste trabalho pode-se inferir que os mesmos não constituem risco de contaminação, uma vez que Carvalho (2006) enfatiza que apenas solos com teores de Cd acima de 3 mg/kg são considerados tóxicos e principalmente impróprios para o cultivo de espécies vegetais destinada à alimentação.

Constata-se que os teores totais de Pb no presente estudo encontram-se superiores aos valores considerados normais estabelecidos por Carvalho (2006) que varia de 10 a 20 mg/kg. Ainda é possível apontar risco de contaminação do solo do nos teores de Cu, uma vez que foram superiores ao nível médio desse elemento no solo de 25 mg/kg (SPARKS, 1995). Ao analisar os teores de Zn no solo do presente trabalho observa-se que foram acima do estabelecido para solos naturais, isso se deve, provavelmente

devido a existência de queimadas na área do lixão, uma vez que Lopes et. al. (2010) explica que grande quantidade desse elemento entra no ambiente como resultado de atividades antropogênicas, como

mineração, purificação de outros minérios, produção de aço, queima de carvão e de lixo.

Diante desses dados, nota-se que os resíduos sólidos urbanos são fontes potenciais de Cd, Cu, Pb e Zn (GUEDES, 2008).

Tabela 2 – Concentrações dos teores totais dos metais (mg/kg) determinados no solo do lixão do município de Apodi-RN

Teor	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Teores Totais	0,36	43,5	57,6	34,56	128,4	8,9	139,0	256,9

Ao comparar com os valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo (CETESB, 2005) (Tabela 3) constata-se que os teores totais dos metais Cd, Cr e Ni deste trabalho foram inferiores aos Valores Referência de Qualidade - VRQ, portanto pode-se inferir que a área não consta de risco de contaminação por esses elementos. Entretanto, para os teores de Cu e Zn observa-se que estão no Valor de Prevenção - VP, configurando-se assim um alerta para possível contaminação futura da área de estudo por esses metais.

residencial, segundo CETESB (2005) (Tabela 3), evidenciando assim, que o local de destino final de resíduos sólidos urbanos pode-se configurar como um dos principais responsáveis pela contaminação do solo e, conseqüentemente d'água. Resultados semelhantes também foram evidenciados nos trabalhos de Santana & Barroncas (2007) e Oliveira (2007), tendo em vista que as concentrações dos metais pesados estão acima do permitido pela referida norma.

Os teores de Pb, estiveram acima do Valor de Intervenção - VI considerando-se um cenário

Com relação aos teores de Fe e Mg não foi possível realizar comparações, tendo em vista que a referida norma não estabelece valores para esses elementos (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores orientadores para solo no Estado de São Paulo (mg/kg)

Substância	Referência de Qualidade	Prevenção	Intervenção		
			Agrícola	Residencial	Industrial
Cd	<0,5	1,3	3	8	20
Cr	40	75	150	300	400
Cu	35	60	200	400	600
Fe	-	-	-	-	-
Mn	-	-	-	-	-
Ni	13	30	70	100	130
Pb	17	72	180	300	900
Zn	60	300	450	1000	200

Adaptado: CETESB (2005).

Os valores de concentrações dos teores totais dos metais (mg/kg) determinados no solo do lixão do município de Apodi-RN indicam que esse ambiente seja considerado poluído apenas para o teor de 139,0 mg/kg de Pb para Environment Canada (Tabela 4), representando um risco para a vida aquática, saúde humana (Ho et al., 2002). Assim, esse

alto teor de Pb no solo, pode ser devido à baixa mobilidade desse metal no perfil do solo, a sua elevada adsorção na fase sólida do solo (inorgânico e orgânico) e sua capacidade de se acumular principalmente nos primeiros centímetros de profundidade do solo (FERNANDES et al., 2011).

Tabela 4 – Valores de concentrações dos teores totais dos metais (mg/kg) permitidos por algumas agências de proteção ambiental de alguns países: USEPA, Environment Canada, Environment Australia e Dutch

Metal	Espanha		EPA		Canadá		Austrália	
	Não Poluído	Poluído	Valor Recomendado	Poluído	Não Poluído	Poluído	Não Poluído	Poluído
Cr	200	1000	81	370	52	160	-	-
Cu	100	400	34	270	19	108	209	979

Ni	100	400	20,9	51,6	15,9	42,8	-	-
Pb	120	600	46,7	218	30,2	112,2	260	270
Zn	500	3000	150	410	124	271	513	1310

Fonte: DELVALLS et al.(2004).

CONCLUSOES

A disposição final dos seus resíduos sólidos urbanos do município de Apodi-RN ocorre na área denominada de “lixão” de Canto de Vara, sendo esses depositados inadequadamente sem qualquer preocupação ambiental e sem nenhum tratamento, causando inúmeros problemas de ordem socioambientais, tais como: o mau cheiro, poluição atmosférica, poluição visual, contaminação do solo e do lençol freático, presença de catadores e, animais e aves transmissores de inúmeras doenças.

As análises químicas das amostras do solo da área de estudo mostraram os teores disponíveis de metais pesados (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn) semelhantes da faixa normal apontada pela literatura.

A área do lixão do município de Apodi-RN apresenta alguns pontos com teores de metais pesados (Cu, Pb e Zn) acima dos Valores de Referências de Qualidade estabelecidos pela CETESB.

REFERÊNCIAS

BARROS JUNIOR, C. de; TAVARES, C. R. G.; BARROS, S. T. D. de. Modelo de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos – estudo para o município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, v. 25, no. 1, p. 17-25, 2003

BECEGATO, V. A.; WALTER, J. A.; RAFAELI NETO, S. L.; CABRAL, J. B. P.; MARCON, A. K.; MIRANDA, L. SPIAZZI, F. Distribuição espacial de elementos radioativos e metais pesados no lixão desativado da cidade de Lages-SC. **Revista Eletrônica do Curso de Geografia**. n. 14. Jan.-jun.2010. Jataí-Go.

CAMPOS, M.L.et al. 2005. Determinação de cádmio, cobre, cromo, níquel, chumbo e zinco em fosfatos de rocha. **Pesquisa Agropecuaria. Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4: 361-367.

CARVALHO, A. V. S. de. Produção de matéria seca e de grãos por plantas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivadas em solos tratados com metais pesados. 2006. Disponível em: <servicos.capes.gov.br/arquivos/.../2006_042_32004010 013P8_Teses.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2009.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Valores orientadores para solos e águas

subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2005.4p

CORRÊA, T. L. 2006. Bioacumulação de metais pesados em plantas nativas a partir de suas disponibilidades em rochas e sedimentos: o efeito na cadeia trófica. Dissertação de mestrado, Ciências Naturais, Área de Concentração: Geologia Ambiental e Conservação de Recursos naturais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG.

COSTA, C. das N. **Biodisponibilidade de metais pesados em solos do Rio Grande do Sul**. 2005, 110 f. Tese (Doutorado em Ciência do solo) Faculdade de agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

DELVALLS, T.A.; ANDRES, A.; BELZUNCE, M.J.; BUCETA, J.L.; CASADO- MARTINEZ, M.C.; CASTRO, R.; RIBA, I.; VIGURI, J.R.; BLASCO, J. 2004. Chemical and ecotoxicological guidelines for managing disposal of dredged material. **Trends in Analytical Chemistry**, 23(10-11): 819-828.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise do solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: 1997. 247 p.

FERNANDES, J. D.; DANTAS, E. R. B.; BARBOSA, J. N.; BARBOSA, E. A. Estudo de impactos ambientais em solos: o caso da reciclagem de baterias automotivas usadas, tipo chumbo-ácido. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. V. 7, n. 1, p. 231-255, jan-abr/2011, Taubaté, SP, Brasil.

Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3ª Ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde; 2004.

GUEDES, M. R. **Metais pesados em solos: ocorrência**. 2008. Disponível em:<http://scienceblogs.com.br/geofagos/2008/07/metais-pesados-em-solos-ocorrencia.php>. Acesso em: 29 jun. 2011.

HO, K.T.; BURGESS, R.M.; PELLETIER, M.C.; SERBST, J.R.; RYBA, S.A.; CANTWELL, H.G.; KUHN, A.; RACZELOWSKI, P. An overview of toxicant identification in sediments and dredged materials. **Marine Pollution Bulletin**, 44:286-293. 2002.

- LOGAN, T.J.; CHANEY, L. R. Metals. In WORKSHOP ON UTILIZATION OF MUNICIPAL WASTERWATER AND SLUDGE OF LAND, **Proceedings...** Riverside: University of California, 1983. P. 235-323.
- LOPES, H. S. S.; SILVA, F. N. da; MEDEIROS, M. G. de; FREIRE, G. M.; SANTOS, M. N. dos. Teores de elementos-traço nas áreas naturais e de aterros em solos do Rio Grande do Norte. **Anais...XVIII RBMCSA**, Teresina, 2010 - CD - ROM.
- MONTEIRO, J. H. P. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.; 21,0 x 29,7cm.
- MOREIRA, D. A.; MARTINEZ, M. A.; SOUZA, J. A. R.; MATOS, A. T.; REIS, C. REIS, E. L. Determinação das características de resíduo sólido urbano aterrado. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p. 099-108, 2010.
- OLIVEIRA, D.L. **influência do aterro municipal de Manaus nas águas superficiais da circunvizinhança: um enfoque ao estudo de metais pesados**. Manaus: UFAM- (Dissertação de Mestrado). 2007.
- PIAZ, J. F. D.; FERREIRA, G. M. V. Gestão de resíduos sólidos domiciliares urbanos: o caso do município de Marauá – RS. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, São Paulo, v.5, n.01, p. 33-47, 2011.
- PINTO FILHO, J. L. de O.; DANTAS, V. B.; DUARTE, H. E. da S.; MENEZES, J. J. T. de. Gerenciamento dos resíduos sólidos no município de Apodi – RN. **Anais...II SEMILUSO**, João Pessoa, 2008 - CD - ROM.
- PINTO FILHO, J. L. de O.; FREIRE, A.A.A.; LOPES, E. D. S.; MORAIS, M. A. FORTUNATO, F. G. de M. Degradação e contaminação dos solos do lixão da cidade de Assú – RN. **Anais... XVIII RBMCSA**, Teresina, 2010 - CD - ROM.
- SANTOS, G. C. G. **Comportamento de B, Zn, Cu, Mn, e Pb em solo contaminado sob cultivo de plantas e adição de fontes de matéria orgânica como amenizantes de efeito tóxico**. 2007. (Parte da Tese de Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas)) - Universidade de São Paulo.
- SANTANA, G.P; BARRONCAS, P.S.R. Estudo de metais pesados (Co, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Pb e Zn) na Bacia do Tarumã-Açu Manaus (AM). **Acta Amaz.**, pp.111-118, 2007.
- SIQUEIRA, M. M; MORAES, M.S. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência & Saúde Coletiva**, 14(6):2115-2122, 2009
- SPARKS, D. L. **Environmental soil chemistry**. San Diego: Academic Press, 1995. 267 p.
- SILVA, C. A.; RANGEL, O. J. P.; DYNIA, J. F.; BETTIOL, W.; MANZATTO, C. V. Disponibilidade de metais pesados para milho cultivado em Latossolo sucessivamente tratado com lodos de esgoto. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v.30, n.2, p. 353-364, 2006.
- XIN, T. H.; TRAINA, S.J.; LOGAN, T. J. Chemical properties of municipal solid waste compost. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 21, p. 318-329, 1992.

Recebido em 24 11 2011

Aceito em 13 03 2012