

**NÍVEIS DE METAIS PESADOS PRESENTES NO CHORUME
PRODUZIDO EM ATERROS SANITÁRIOS DA REGIÃO SUDOESTE
DO PARANÁ**

Elisabete Paula Dalla **Cort**¹, Vanessa **Alberti**¹, Mariza **Rotta**², Valter **Becegato**³, William C.
Polônio **Machado**⁴ & Sideney Becker **Onofre**⁵

(1 - Especialistas em Auditoria Ambiental – Universidade Paranaense – UNIPAR - Campus de Francisco Beltrão – Endereço eletrônico: vanessa_alberti@hotmail.com. 2 Professora do Centro Universitário Católico do Sudoeste do Paraná – UNICS e das Faculdades Vizinhança Vale do Iguaçu – VIZIVALI – Endereço eletrônico: mzrotta@yahoo.com.br. 3 - Professor do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC. Caixa Postal 281, CEP 88520-000 Lages-SC, E-mail: becegato@cav.udesc.br; 4 - Professor Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Pato Branco, E-mail: wcpm@mail.crea-pr.org.br; 5 - Professor Titular da Universidade Paranaense – UNIPAR – Campus de Francisco Beltrão – Endereço eletrônico: sideney@unipar.br)

Resumo

Entre os diversos problemas ambientais existentes, o dos resíduos sólidos urbanos tem se tornado um dos maiores desafios, pois, com o crescimento acelerado da população, houve incremento na produção de bens e serviços que, por sua vez, à medida que são produzidos e consumidos, acarretam uma geração cada vez maior de resíduos, os quais, quando coletados ou dispostos inadequadamente, trazem significativos impactos à saúde pública e ao meio ambiente. O presente estudo teve como objetivo a avaliação dos níveis de cádmio, chumbo, cobre, cromo, manganês, mercúrio e zinco, no chorume gerado nos aterros sanitários das cidades de Francisco Beltrão e de Nova Esperança do Sudoeste, Paraná. As amostras do líquido foram coletadas nos tanques de captação dos drenos e na última lagoa de tratamento do chorume. As amostras foram analisadas por EAA - Espectrofotometria de Absorção Atômica de acordo com o método do LACTEC. Os resultados mostraram que os valores médios de cádmio, cromo, cobre, manganês e mercúrio encontram-se dentro dos limites máximos permitidos, no entanto os valores médios de chumbo e zinco apresentam-se acima dos limites especificados pela Resolução no. 357/2005 do CONAMA.

Recebido para publicação em 08 de Agosto de 2008;
Aprovado para publicação em 17 de Outubro de 2008

Palavras-Chave: Metais Pesados; Aterros Sanitários; Lixo.

Abstract:

**LEVELS OF HEAVY METALS PRESENT IN THE “CHORUME”
PRODUCED IN SANITARY GROUNDS FROM SOUTHWESTERN
PARANÁ – BRAZIL**

Among the many environmental problems, that of urban solid wastes has become one of the greatest challenges because, with the fast growth of the population, there has been an increase in the production of goods and services which, in turn, when improperly collected or disposed of, bring significant damage to public health and the environment. The sanitary grounds are one of the primary destinations of the urban-generated wastes, among which are those containing toxic chemical substances, such as the heavy metals present in several objects from industries, agricultural activities, laboratories, hospitals and houses, and that are responsible for a large contamination of the soil and underground water. This study aimed at evaluating the levels of cadmium, lead, copper, chromium, manganese, mercury and zinc in the “chorume” generated at the sanitary grounds of Franciso Beltrão and Nova Esperança do Sudoeste, Paraná, Brazil. At both grounds, the samples of liquid were collected in the uptake tanks of the drains and in the last treatment pond. Both samples were analyzed through EAA – Atomic Absorption Spectrometry by the LACTEC – Technology Institute for the Development, in Curitiba, Paraná, Brazil. The results showed that the mean values of cadmium, chromium, copper, manganese and mercury are within the maximum limits allowed, however the mean values of lead and zinc are above those determined by the resolution.

Key words: heavy metals, sanitary grounds, effluents, “chorume”.

1. Introdução

Os efeitos do lançamento de rejeitos na natureza são incalculáveis e recaem principalmente na escassez, na contaminação da água, e no aumento das doenças associadas à poluição ambiental (OLIVEIRA, 2004).

A concentração de metais pesados no meio ambiente, com sua disseminação no solo, água e atmosfera tem sido motivo de crescente preocupação no mundo. A contaminação por metais pesados é um dos maiores problemas ambientais e significa risco à saúde humana e a ecossistemas (CHEN *et al.*, 2004). Os metais pesados podem ser percolados por meio do chorume. O chorume mistura-se com a água da chuva e outros líquidos, originalmente existentes no lixo, infiltrando-se no solo e, quando alcança o lençol freático, contamina a água

subterrânea. A contaminação dessas águas tem conseqüências que perduram por tempo indefinido e são de difícil controle. Além de provocar a contaminação da água, essa disposição inadequada polui também o solo, atingindo as plantas, os animais e o homem (MAGOSSO & BONACELLA, 1991; SERRA *et al.*, 1998; CHEN *et al.*, 2004).

Um estudo recente (MUÑOZ, 2002) que avaliou os níveis de metais pesados em aterros sanitários, na região de Ribeirão Preto-SP, constatou que os níveis dos metais Cádmiu, Manganês e Cobre, superam os valores estabelecidos pelo Órgão Ambiental Estadual, referenciados em CETESB (2001). Estudos comprovam que metais pesados caracterizam-se por seu efeito bioacumulativo, causando agravos à saúde, além de doenças carcinogênicas, danos aos sistemas nervoso central, hepático, hematopoiético, renal e esquelético (DENILON & SILBERGELD, 1988; MAGOSSO & BONACELLA, 1991; SERRA *et al.*, 1998 citado por SEGURA MUÑOZ, 2002). O chumbo, por exemplo, pode causar dores abdominais, disfunção renal, anemia, problemas pulmonares, neurite periférica (paralisia), encefalopatia. O mercúrio pode causar gengivite, salivação, diarreia, estomatites, lesões cerebrais e neurológicas entre outros males, mesmo se ingerido em pequenas quantidades (MONTEIRO, 2001). Outro estudo (SISINNO, 1995) utilizou-se dos níveis de Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, e Zn, no líquido percolado de um aterro controlado em Niterói-RJ a fim de diagnosticar a situação ambiental da área de influência do aterro. Tais estudos mostram a importância de se monitorar os níveis de metais pesados em aterros sanitários a fim de evitar possíveis impactos ambientais causados pelos mesmos.

CAMPOS (1999) demonstrou em seus estudos, que o impacto ambiental pode ser causado pelos altos níveis de metais pesados no solo, impedindo a recuperação vegetal da área e recomposição do ambiente. Neste estudo foram estabelecidas as relações entre 25 diferentes tipos de solo e metais pesados. Os metais pesados que são incorporados ao solo podem seguir diferentes vias de fixação, liberação ou transporte, segundo a representação da Figura 1.

Os metais podem ficar retidos no solo, seja dissolvidos em solução ou fixados por processos de adsorção, complexação e precipitação. Também, podem ser absorvidos pelas plantas e, assim, serem incorporados às cadeias tróficas, ou também podem passar para a atmosfera por volatilização ou mover-se para águas superficiais ou subterrâneas (MUÑOZ, 2002).

Recentemente, a fitoremediação (utilização de plantas para remoção de metais poluentes de solos contaminados) tem sido utilizada como um novo método para a remediação de áreas contaminadas. Esta técnica, por ser ecologicamente amigável, baseada

em espécies vegetais e de baixo custo, possui várias vantagens econômicas, estéticas e técnicas em relação à técnica tradicional de engenharia (CHEN *et al.*, 2004).

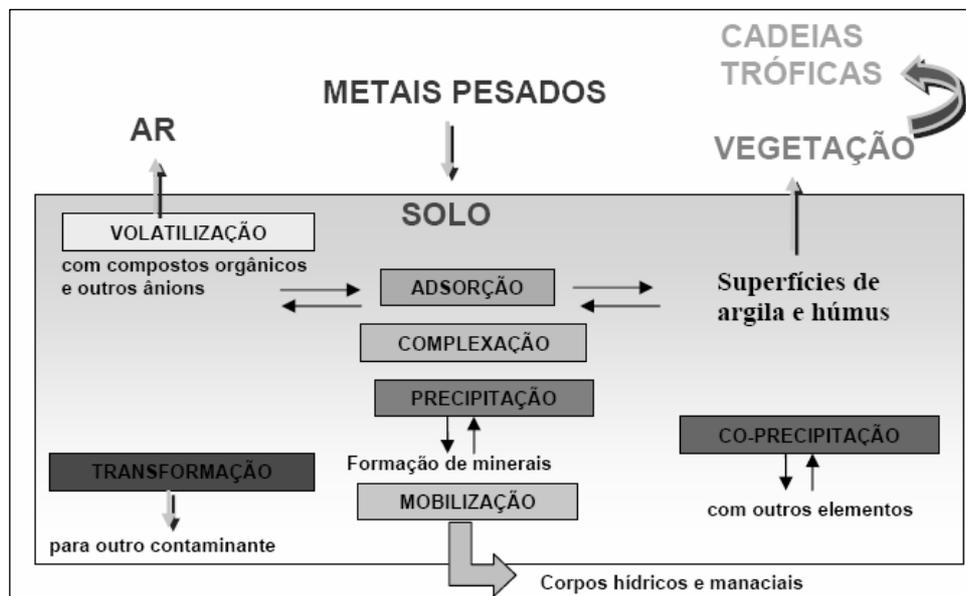


Figura 1 – Dinâmica dos metais pesados no solo. FONTE: Adaptado de ANTA, 1996, citado em GARCIA & DORRONSORO, 2002

As vias de contaminação indireta, como é o caso dos metais pesados presentes no lixiviado, embora sejam menos evidentes representam um risco maior à saúde da população por acarretarem, muitas vezes, em doenças de caráter crônico. Por outro lado, os contatos diretos do homem com os resíduos sólidos urbanos (como acontece com catadores atuando em aterros), embora menos frequentes, requerem certos cuidados de caráter ambiental e sanitário. Cuidados com recobrimento diário com solo e/ou argila, execução de canais de drenagem e outros inibem a geração de vetores veiculadores de moléstias. Pode-se destacar, dentre os veiculadores de moléstias, os ratos (causadores da peste bubônica, da leptospirose), as moscas (que podem abrigar agentes transmissores de febres, cólera, tuberculose, lepra, varíola, hepatite, amebíase, teníase), os mosquitos (transmitindo viroses, dengue, febre amarela, malária), as baratas (suspeita-se que veiculem o vírus da poliomielite) e as aves, como os urubus (transmissores da toxoplasmose) (CALDERONI, 2003).

A urgência da intervenção pode ser baseada em uma avaliação de fluxo e transporte de massa de poluentes, através de modelagem matemática, assim como em uma avaliação de risco específico para as condições do local, levando-se em consideração a exposição humana. O início da intervenção na área e a execução de todas as etapas posteriores devem ser

acordados entre o responsável pela remediação e as autoridades competentes, estabelecendo-se um cronograma executivo que deverá ser subsidiado pelas informações obtidas na avaliação da área contaminada (CETESB, 2001).

Nesse contexto é que este trabalho buscou avaliar os níveis de metais pesados presentes no chorume produzido em dois aterros sanitários da região sudoeste do Paraná: o aterro de Francisco Beltrão, que é público; e o aterro de Nova Esperança do Sudoeste, que é propriedade da empresa Sabiá Ecológico Transportes de Lixo Ltda, e é responsável pela deposição dos resíduos de 17 (dezessete) municípios desta região (Figura 2).

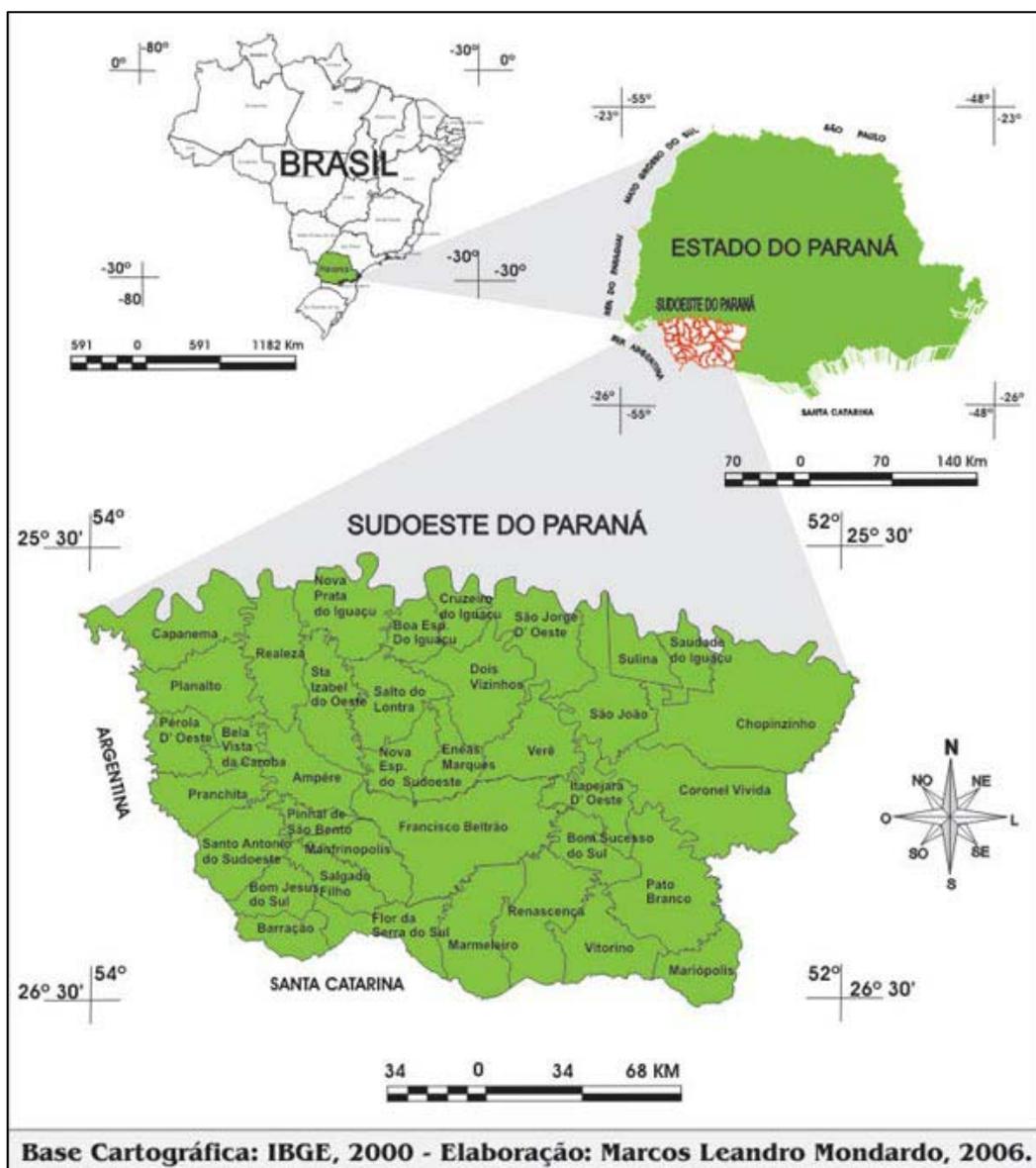


Figura 2 - Mapa geográfico da Região Sudoeste Paranaense – região de coleta da empresa Sabiá Ecológico Transportes de Lixo Ltda.

2. Material e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido nos aterros sanitários da cidade de Francisco Beltrão, Estado do Paraná, no qual são depositadas cerca de 60 toneladas de resíduos por dia; e no aterro sanitário da empresa Sabiá Ecológico Transportes de Lixo Ltda., que fica localizado no município de Nova Esperança do Sudoeste, no qual são depositadas cerca de 30 toneladas de resíduos por dia.

O Aterro Sanitário Municipal de Francisco Beltrão está localizado na Linha Menino Jesus, interior do município, a 5,6 Km da entrada do bairro Sadia, na latitude 26° 02' 467" S e longitude 53° 00' 875" W, na altitude de 567m. Em linha reta, a área está a cerca de 3 km de distância da cidade e aproximadamente de 1500 m da comunidade mais próxima. Sua distância do rio Marrecas (principal rio da cidade) é de 1500 a 1700 m (abaixo da captação). O acesso ao Aterro dá-se via PR 180, sentido a cidade de Enéas Marques. Neste aterro foram coletadas duas amostras, sendo a primeira junto às células (recepção dos drenos - CHO) e a segunda amostra na última lagoa de tratamento aeróbio do sistema (SEC).

O Aterro Sanitário da Empresa Sabiá Ecológico está localizado no município de Nova Esperança do Sudoeste, na comunidade São Luis, interior do município, a 7 km desta cidade, na latitude 25° 54' 25" S e longitude 53° 15' 46" W, na altitude de 538 m. A propriedade mais próxima ao aterro fica a aproximadamente 300 m de distância (próxima as lagoas de tratamento do chorume). Neste aterro também foram coletadas duas amostras de líquido, sendo a primeira junto a caixa de recepção dos drenos (CHO) e a segunda amostra na última lagoa de tratamento anaeróbio do sistema (SEC).

Todos os materiais utilizados para coleta e acondicionamento das amostras eram de polietileno, previamente submergidos em solução de HNO₃ (30% v/v – Suprapur, E. Merck, Darmstad, Alemanha) por 24 horas, para eliminação de metais interferentes (APHA, 1998).

O efluente das estações de tratamento dos aterros de Francisco Beltrão e Nova Esperança do Sudoeste foram coletados em dois pontos diferentes visando avaliação da eficiência do tratamento. A nomenclatura utilizada na identificação dos pontos de coleta é a seguinte: CHO indica o chorume bruto coletado nas canaletas de alimentação do sistema de tratamento, próximos das células e SEC indicam os efluentes das lagoas de tratamento secundários. As amostras foram armazenadas em temperatura abaixo de 4 ° C para posterior realização de todos os testes no Laboratório do LACTEC - Curitiba – PR. Todos os equipamentos para acondicionamento do material coletado foram etiquetados e devidamente identificados.

As amostras de chorume foram digeridas entre 80 e 110° C, colocando-se 1 ml de cada amostra e 5 ml de HNO₃ (65% v/v – Suprapur, E. Merck, Darmstad, Alemanha) em tubos de vidro Kjeldahl. Após completa digestão, o conteúdo foi transferido para um frasco volumétrico de 25 ml e teve completado o volume; uma vez esfriado, foi filtrado, utilizando-se papel de filtro Whatman 40 (VARIAN, 1988). Para as dosagens de metais, realizou-se o processo de evaporação, com a finalidade de minimizar a concentração de HNO₃ nas amostras. Esse processo consistiu na evaporação, em banho de areia, de 10 ml de amostra digerida e na sua reconstituição com 10 ml de água.

As dosagens de Cr, Pb, Cd e Mn nas amostras de chorume foram feitas por Espectrofotometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite (EAA-FG–VARIAN-ZEEMAN/modelo 640-Z); a dosagem de Hg foi realizada por Espectrofotometria de Absorção Atômica com Geração de Hidreto (EAA-GH–VARIAN-ZEEMAN/modelo AA-200) e as dosagens de Zn e Cu foram realizadas por Espectrofotometria de Absorção Atômica de Chama (EAA-Chama-VARIAN/modelo AA-55).

Os limites de detecção dos métodos utilizados para a análise dos metais presentes são 0,0001mg/L para Cd e Hg; 0,001mg/L para Pb, Zn e Mn; 0,002mg/L para Cr e 0,4mg/L para Cu. Os testes estatísticos foram realizados por meio do Programa Estatístico GraphPad Prism (Version 3.02 for Windows, GraphPad Software, San Diego, Estados Unidos). Estes ensaios foram realizados no Laboratório de Análises Químicas do LACTEC na cidade de Curitiba – PR. Os valores obtidos nas coletas das amostras de chorume foram comparados utilizando-se o teste estatístico Mann-Whitney.

3. Resultados e Discussão

O chorume é um líquido escuro de composição físico-química e microbiológica variada. De forma geral, sabe-se que contém compostos orgânicos polares, apolares, além de metais pesados que possam contaminar o meio ambiente, principalmente se resíduos industriais fazem parte do lixo depositado em um aterro sanitário (OLIVEIRA & JUCÁ, 2004). Na Tabela 1, são apresentados os valores médios de cada metal dosado nos aterros sanitários de Francisco Beltrão e Nova Esperança do Sudoeste. Nessa mesma tabela também são apresentados os valores máximos recomendados pela *Resolução no. 357/2005* do CONAMA (2005), que 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.

Quanto aos metais dosados nas amostras de chorume coletadas, os valores médios encontrados para os metais Cr, Cd, Cu, Mn e Hg encontram-se dentro dos limites máximos estabelecidos pela Resolução n.º. 357/2005 do CONAMA (2005). No entanto, cabe apontar que, para o manganês (Mn) e o chumbo (Pb), nos dois aterros avaliados, foram detectados valores que superaram o valor máximo permitido; em adição, os valores iniciais de cromo (Cr) apresentaram-se acima dos limites da resolução 357/05 do CONAMA (2005), em ambos os aterros.

Tabela 1 - Concentração de metais no chorume coletado nos aterros sanitários de Francisco Beltrão e Nova Esperança do Sudoeste, Paraná, Brasil, e respectivos valores máximos permitidos (mg/L).

Aterros Avaliados	Cr	Pb	Cd	Mn	Hg	Zn	Cu
Francisco Beltrão CHO	0,65a*	0,32a	n.d.a	6,67a	n.d.	4,85a	0,02a
Nova Esperança CHO	0,78a	0,65b	0,14b	3,78b	n.d.	2,45b	0,09b
Francisco Beltrão SEC	n.d.	0,22b	n.d.	1,34d	n.d.	1,34	n.d.
Nova Esperança SEC	0,22b	0,55a	n.d.	2,56c	n.d.	1,22c	n.d.
CONAMA 357/05	<0,50	<0,50	<0,20	<1,00	<0,01	<5,0	<1,0

*Letras minúsculas na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

Ao comparar os valores obtidos nos dois aterros avaliados, tanto nas amostras CHO, quanto nas amostras SEC, evidencia-se que os metais Pb, Cd, Mn, Zn e Cu apresentam diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$), com relação ao metal cromo (Cr) os valores não foram diferentes estatisticamente ($p > 0,05$).

Ao comparar as amostras coletadas nos dois aterros nas lagoas de tratamento secundário (SEC), verificou-se que a remoção dos metais, pelo sistema de tratamento de chorume, pode ser considerada boa, porém insatisfatória. Esta melhoria de qualidade pode ser exemplificada pelo parâmetro cromo que em ambos os aterros, verificaram-se redução de 0,65 para valores não detectáveis (n.d.) e 0,78 para 0,22 mg/L no CHO no aterro de Francisco Beltrão e Nova Esperança do Sudoeste respectivamente do chorume para o efluente da lagoa SEC.

Os outros parâmetros chumbo, cádmio, manganês, cobre e zinco também apresentaram redução expressiva de quantidade de uma lagoa para a outra, indicando qualidade no tratamento, porém os níveis de manganês ficaram acima da resolução que regulamenta esses parâmetros nos dois aterros; porém o chumbo apresentou níveis superiores aos determinados

na resolução, somente no SEC de Nova Esperança do Sudoeste. Embora o efluente da segunda lagoa de tratamento esteja saindo com parâmetros relativamente baixos, os metais pesados presentes no chorume estão, provavelmente, concentrados no lodo da primeira lagoa. A disposição deste lodo é preocupante, embora possa ser utilizada a própria frente de disposição de resíduos para este fim e a posterior recirculação do material.

Segundo Castilhos Jr. (1988), a fração da matéria orgânica aparece como fonte principal dos metais Ni, Hg, Cu, Pb e Zn. Os plásticos aparecem como principal fonte de Cd; o Pb e o Cu se manifestam em quantidades importantes nos metais ferrosos e o papel também é uma fonte importante de Pb. Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que quantidades importantes de metais ferrosos, papéis e matéria orgânica devem estar sendo depositadas nos aterros sanitários avaliados. Considerando-se que, atualmente, os principais usos do Mn são na produção de aço, baterias, palitos de fósforo e porcelanas, o valor desse metal encontrado no presente estudo pode indicar a presença desses materiais nos resíduos sólidos que estão sendo encaminhados para os aterros sanitários (MARTINS, 2003).

No estudo realizado por Kuajara *et al.* (1997), foram dosados níveis de metais pesados no chorume não recirculado, coletado no Depósito Municipal de Lixo na zona norte de Porto Alegre, responsável por receber resíduos de origem urbana. Os níveis máximos e mínimos de metais dosados foram: 0,003 a 2,0 mg/L para Cd; 0,01 a 0,015 mg/L para Cu; 0,01 a 0,3 mg/L para Cr e 0,07 a 20,5 mg/L para Mn. As concentrações reportadas dos metais pesados apresentam-se similares quando comparadas com as detectadas neste trabalho. Vale ressaltar que a concentração de Mn no estudo de Kujara *et al.* 15 apresentou valores acima do limite máximo permitido pela *Resolução no. 357/2005* do CONAMA (2005), valores que foram ainda superiores aos detectados no presente estudo.

Sabe-se que a matéria orgânica presente no solo do aterro sanitário é capaz de aumentar o potencial de atenuação e de migração de vários metais para esta matriz. Solos contendo alto teor de matéria orgânica tendem a ser ácidos, por causa da formação de ácidos orgânicos por biodegradação, fato que pode reduzir a atenuação de metais. É o caso dos solos das áreas dos aterros sanitários avaliados, o que pode estar retardando a atenuação dos metais (MAIA, 2004).

O processo de decomposição dos resíduos sólidos em um aterro sanitário se dá em três fases, que duram cerca de 15 anos, até a estabilização final do processo. A primeira fase ocorre em menos de um mês, sendo responsável por consumir o oxigênio presente no meio e liberar grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂) e hidrogênio (H₂).

Na segunda fase, microorganismos anaeróbios, também chamados de acetogênicos, hidrolisam e fermentam a celulose e outros materiais putrescíveis, produzindo compostos simples e solúveis, como ácidos voláteis e produtos nitrogenados. Essa fase estende-se até aproximadamente os cinco primeiros anos de vida de um aterro sanitário; o chorume então produzido é altamente biodegradável, apresentando pH ácido (entre 5,0 e 6,0), e os componentes inorgânicos estão presentes em grandes quantidades.

A terceira fase de decomposição é caracterizada pela ação de bactérias metanogênicas e é a fase mais ativa biologicamente. Estabelece-se um equilíbrio dinâmico entre a população de bactérias acetogênicas e metanogênicas, e o chorume produzido na segunda fase de decomposição torna-se fonte de nutrientes para essas bactérias. Nesta fase, ocorre também a produção em grande quantidade de sulfetos, pela redução das mais diversas formas de enxofre, causando a precipitação de cátions inorgânicos, principalmente os metais pesados (PACHECO Jr. 2004; EZAKI & HYPOLITO 2006).

Segundo Serafim *et al.* (2003), existem algumas possibilidades de tratamento do chorume quando este apresenta níveis elevados de metais, contudo tais alternativas representam um grande desafio, tendo em vista a variação das características desse líquido em face da heterogeneidade dos resíduos dispostos e da idade do aterro sanitário, que determinam a complexidade do chorume, tornando-se difícil a implantação de técnicas efetivas e reprodutíveis de tratamento.

O monitoramento dos níveis de metais no chorume constitui um importante instrumento de gestão ambiental. Visando à manutenção ou à melhoria da qualidade de vida da população, agências ambientais de todo o mundo passaram a exigir que esse líquido seja mantido em níveis mínimos de produção. A falta de controle e tratamento do chorume 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.

No aterro de Francisco Beltrão, foram adotadas para o tratamento do chorume uma lagoa aeróbia, uma anaeróbia (Figura 3) e uma lagoa facultativa, onde ocorre a remoção da carga orgânica através da decomposição desta por bactérias. No aterro da empresa Sabiá Ecológico no município de Nova Esperança do Sudoeste, são empregadas apenas lagoas anaeróbias que contam com um processo de tratamento biológico, sem a presença de ar, através de organismos predominantemente anaeróbicos. São lagoas profundas utilizadas para a remoção da carga orgânica. No caso de Francisco Beltrão esta decomposição é feita por

algas que aparecem espontaneamente no efluente; já no caso das lagoas do aterro de Nova Esperança do Sudoeste é feita a disposição de dejetos suínos para agilizar o processo de decomposição.

Após o tempo que fica retido (tempo de detenção), no aterro de Francisco Beltrão, são realizadas análises do efluente, porém nunca houve lançamento deste material no corpo hídrico porque a quantidade de choroume gerado no aterro nunca foi significativa para tanto. Em Nova Esperança do Sudoeste também não há lançamento do efluente no corpo hídrico, pois se faz a recirculação deste efluente dentro do próprio aterro.



Figura 3 - Lagoa anaeróbia – aterro sanitário de Francisco Beltrão.

Ao comparar as amostras coletadas das lagoas de tratamento secundário (SEC) nos dois aterros, verificou-se que a remoção dos metais pelo sistema de tratamento de choroume de ambas, pode ser considerada boa, porém insatisfatória, com tudo, levando-se em conta o não lançamento dos efluentes em rios ou córregos locais, pode-se dizer que se há alguma contaminação do solo ou dos lençóis freáticos próximos a estes aterros, parte de vazamento das células destes.

A presença do choroume em águas subterrâneas pode ter conseqüências extremamente sérias para o meio ambiente e para a saúde pública por apresentar compostos altamente

tóxicos. Devido à movimentação dos lençóis o chorume pode dispersar-se e atingir poços artesianos.

4. Conclusões

- O chorume, por ser um líquido altamente agressivo ao meio ambiente, necessita de um tratamento adequado, sendo este então uma medida de proteção ambiental, de manutenção da estabilidade do aterro e uma forma de garantir uma melhor qualidade de vida para a população local.
- Os resultados deste estudo mostraram que os valores médios de cádmio, cromo, cobre, manganês e mercúrio encontram-se dentro dos limites máximos permitidos, no entanto os valores médios de chumbo e zinco apresentam-se acima dos limites especificados pela Resolução no. 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente que estabelece, dentre outras, as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos.

5 - Referências Bibliográficas

APHA. *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater*, 20 ed., Editora American Public Health Association. 1998.

BRASIL. *Resolução no. 357*. 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, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 2005.

CALDERONI, S.. *Os bilhões perdido no lixo*. 4. ed. São Paulo: Humanitas FFLCH/USP. 2003

CAMPOS, J. L. E. *Análise numérica do Transporte de contaminantes em meios porosos com reações químicas*. Tese de doutorado submetida a PUC-Rio. 1999.

CASTILHOS Jr. A.B. *Estimativa da distribuição e dos teores dos metais pesados nas diversas frações dos resíduos urbanos no Brasil*. Rev. Brás. Eng. Agr. Amb. v.1, p.57-60. 1988.

CETESB. *Relatório de Estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo*, São Paulo. 2001.

- CHEN, Y.; SHEN, Z.; LI, X. *The use of vetiver grass (Vetiveria zizanioides) in the phytoremediation of soils contaminated with heavy metals*. Applied Geochemistry. v.19. 2004.
- DENISON, R.; SILBERGELD, E. *Risk of municipal solid waste incineration na environmental perspective*. Risk Analysis. v. 8, n.3, p.343-355. 1988.
- EZAKI S, HYPOLITO R. *Comportamento de íons de metais pesados (Pb, Cu, Cr e Ni) no sistema solo-lixo-chorume de aterros sanitários*. In: III Congresso Brasileiro ICTR 2006 Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Resíduo-Desafio Brasileiro. São Pedro: Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, p.324-7. 2006.
- GARCIA I.; DORRONSORO C.. *Contaminación del suelo*. Curso: Tecnologia de Suelos. Tema 15. Disponível em: <http://edafologia.ugr.es/conta/Tema15>. Acesso em: 04/01/2008.
- KUAJARA O. SANCHES J.C.D. BALLESTRIN R.A. TEIXEIRA E.C. 1997. *Environmental monitoring of the North Porto Alegre landfill, Brazil*. Water Environ Res, v.69, p.1170-1177.
- MAGOSSI, L.; BONACELLA, P.1991. *Poluição das águas*. Editora Moderna. 2.ed. São Paulo. 2008
- MAIA A. D. *Avaliação da geração de drenagem ácida em um solo fabricado em laboratório contendo sulfeto de ferro e matéria orgânica [Dissertação de Mestrado]*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2004.
- MARTINS I. *Manganês*. In: Azevedo F.A, Chasin A.A.M, organizadores. Metais: gerenciamento de toxicidade. São Paulo: Editora Atheneu; p.265-97. 2003.
- MONTEIRO, J. H. P. *Manual Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos*, SEDU - Secretaria Especial do Desenvolvimento Urbano da Presidência da República. 2001.
- MUÑOZ, S. I. *Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto, SP: Avaliação dos níveis de metais pesados*. Tese de Doutorado. Ribeirão Preto. USP. 2002.
- OLIVEIRA F. S. J JUCÁ F.T.J. *Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos*. Eng Sanit Ambient. v.9, p.211-217. 2004.

PACHECO Jr. *Estudo de certas potencialidades de processos oxidativos avançados para o tratamento de percolado de aterro sanitário* [Dissertação de Mestrado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2004.

SERAFIM A. C., GUSSAKOV KC, SILVA F, CONEGLIAN CMR, BRITO NN, SOBRINHO G. D.. *Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamento*. In: III Fórum de Estudos Contábeis. Rio Claro: Centro Superior de Educação Tecnológica, p.6-7. 2003.

SERRA, V.; GROSSI, M.; PIMENTEL, V. *Lixão, aterro controlado e aterro sanitário*. Departamento de Química e Bioquímica. UNESP. Botucatu. S.P., Brasil. Disponível em: www.laser.com.br/IBB/lixo/aterro/html . Acesso em: 22/10/98.1998.

SISINNO, C. L. S. *Estudo Preliminar da Contaminação Ambiental em Área de Influência do Aterro Controlado do Morro do Céu (Niterói - RJ)*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. 1995.

VARIAN Australia Pty Ltd. *Analytical methods for graphite tube atomizers*. Victória: Varian Austrália Pty Ltd. 1988.