

DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA/MG

DANIELE ARAÚJO FERREIRA¹
VANIA ROSOLEN²

Resumo: O município de Uberlândia (MG) construiu seu primeiro aterro sanitário em 1995 cumprindo exigências técnicas de disposição de resíduos sólidos sem riscos a saúde e ao ambiente. O Governo Federal e o Ministério das Cidades lançaram o Plansab (Plano Nacional de Saneamento Básico), embasado na Lei 11.445/07, visando retomar a capacidade orientadora do Estado na condução da política pública e universalização do saneamento básico. Este trabalho objetiva avaliar as concentrações de Cd, Pb, Co, Cu, Cr, Ni e Zn em três tipos de material (1) efluente tratado de aterro sanitário; (2) solo de contato com o efluente tratado antes do despejo no rio e (3) sedimento da planície de inundação do rio que recebe o efluente, visando comparar as concentrações relativas em cada tipo de material e estabelecer as possíveis relações de impactos gerados entre o aterro sanitário e o rio Uberabinha, curso d'água localizado imediatamente a jusante do aterro e que recebe os efluentes tratados. Os resultados mostraram que o efluente tratado apresentou concentrações elevadas de Ni, Cr e Co, que o solo não reteu os elementos presentes no efluente e que os sedimentos do rio, relativamente, estocou mais elementos inorgânicos, comprovando o elevado poder sortivo deste material que é um dos grandes responsáveis pela poluição dos rios.

Palavras-chave: Aterro sanitário; efluente tratado; contaminação; metais pesados.

Abstract: The Federal Government and the Ministry of Cities released the Plansab, based on Law number 11.445/07, which consists in developing a capacity of conducting public politics looking for universal access to basic sanitation services. The objective of this study was to evaluate the concentrations of Cd, Pb, Co, Cu, Cr, Ni and Zn, in three types of material: (1) treated effluent landfill, (2) soil contact with the effluent treated before disposal in the river and (3) sediment from the floodplain of the river that receives the effluent in order to compare the relative concentrations in each type of material and seek possible relationships between impacts generated a landfill located in the city of Uberlândia and the river Uberabinha, course water located immediately downstream the landfill and that receives the treated effluent. The results showed that even after treatment, the treated effluent had high concentrations of Ni, Cr and Co, the soil receiving the treated effluent is not retaining the chemicals present in the effluent while the sediments of the river was the compartment that relatively stocked more inorganic chemicals, working with the acquired knowledge that the river sediments correspond to materials with a high exchangeable cations that can contribute to the impact of this source.

Key-words: landfill; treated wastewater; contamination; heavy metals.

1 Bolsista PIBIC/FAPEMIG/UFU do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia – IG/UFU, Campus Santa Mônica - Bloco 1H, Av. João Naves de Ávila, 2121 Bairro Santa Mônica, Uberlândia - MG, CEP: 38400-902. E-mail: danieleraujo00@live.com

2 Profa. Dra. do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia IG - UFU, Campus Santa Mônica - Bloco 1H, Av. João Naves de Ávila, 2121. Bairro Santa Mônica, Uberlândia - MG, CEP: 38400-902. E-mail: vrosolen@ig.ufu.br

INTRODUÇÃO

A destinação e disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU), assim como de esgoto, são dois dos principais problemas urbanos ambientais não resolvidos no Brasil e também na maior parte dos países em desenvolvimento. Vários problemas ambientais relacionados à disposição inadequada dos resíduos vêm causando sérios problemas de cunho ambiental como a contaminação das águas superficiais e subsuperficiais, contaminação do solo, do ar e também de espécies animais incluindo o homem (Zalauf, 2000).

De acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde, 1998), diariamente milhões de toneladas de lixo são descartados de maneira incorreta em várias partes do planeta, principalmente nos países em desenvolvimento como Brasil, China, Índia e África, considerados países de grande vulnerabilidade social. Este é um problema que ainda persiste no Brasil e se caracteriza como uma das grandes dificuldades relacionadas à carência de infraestrutura e a não universalização dos serviços públicos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística cerca de 50,8% dos municípios brasileiros ainda convivem com lixões, apesar de ter sido detectada uma expansão no destino dos resíduos para os aterros sanitários, solução mais adequada, que passou de 17,3% dos municípios, em 2000, para 27,7%, em 2008.

“Lixão é uma forma inadequada de disposição de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga, sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, desta forma o lixo traz inúmeros impactos ambientais, tais como a contaminação do solo, do ar, das águas superficiais e subsuperficiais, além da contaminação de espécies animais e ainda do próprio homem.” (NBR 10.004, 2004).

Programas de coleta seletiva de resíduos sólidos aumentaram de 58, identificados em 1989, para 451 em 2000, alcançando o patamar de 994 em 2008. O avanço se deu, sobretudo, nas regiões Sul e Sudeste, onde, respectivamente, 46% e 32,4% dos municípios informaram ter programas de coleta seletiva que cobriam todo o município de acordo com pesquisa realizada pelo governo brasileiro.

Com a aprovação Política Nacional dos Resíduos Sólidos no dia 2 de agosto de 2010 ficou estabelecido no Capítulo III, seção I, Art. 30 que trata das responsabilidades dos geradores e do poder público das disposições gerais:

“é instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada,

abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante às atribuições e procedimentos previstos nesta Seção”.

Dentre os problemas ambientais relacionados à inadequação da disposição destaca-se a contaminação dos corpos hídricos que refletirá diretamente na qualidade de vida da população.

As questões relacionadas à gestão dos resíduos sólidos amparam-se na necessidade de buscar construir ambientes adequados ambiental e socialmente para as populações. Consta na Carta de Ottawa de 1986, que é um dos documentos mais importantes que se produziram no cenário mundial sobre o tema da saúde e qualidade de vida, que algumas condições são indispensáveis para se ter uma boa saúde: ambiente saudável, recursos sustentáveis, alimentação adequada, habitação e educação.

Um importante ponto que liga a gestão de resíduos com a qualidade ambiental é a qualidade dos recursos hídricos.

A disposição inadequada de resíduos são fontes de contaminação de rios e aquíferos, especialmente os rasos e não confinados, que se dá por infiltração ou escoamento da solução gerada nos processos naturais de decomposição orgânica do lixo, solução esta chamada de “chorume”. O risco para a saúde ocorre quando esta água é usada para abastecimento público ou mesmo para irrigação da agricultura familiar por exemplo.

Segundo Oliveira, (2004):

“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 podem contaminar o meio ambiente, principalmente se resíduos industriais fazem parte do lixo depositado em um aterro sanitário”.

Diante deste fato, é necessário considerar a extrema importância de realizar-se um minucioso e constante monitoramento acerca da qualidade do chorume e também da qualidade das águas subterrâneas, as quais em sua grande maioria são utilizadas em inúmeras cidades brasileiras como fonte de abastecimento para populações locais.

Além da água, os sedimentos das várzeas e planícies de inundação também podem ser afetados e, novamente, o risco ao ecossistema aquático e a saúde humana existe efetivamente.

É relevante a citação das formas de disposição dos resíduos sólidos urbanos existentes para que possamos comparar cada um deles e avaliar a forma correta do descarte que é realizado não só no município, mas em todo o território.

O Lixão é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga do lixo sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. O mesmo que descarga de resíduos a céu aberto (IPT, 1995).

No Lixão (ou Vazadouro, como também pode ser denominado o lixão) não existe nenhum controle quanto aos tipos de resíduos depositados e quanto ao local de disposição dos mesmos. Nesses casos, resíduos domiciliares e comerciais de baixa periculosidade são depositados juntamente com os industriais e hospitalares, de alto poder poluidor.

Nos lixões podem haver outros problemas associados, como por exemplo, a presença de animais (inclusive a criação de porcos), a presença de catadores (que na maioria dos casos residem no local), além de riscos de incêndios causados pelos gases gerados através decomposição dos resíduos e de escorregamentos, quando da formação de pilhas muito íngremes, sem critérios técnicos.

Um aterro controlado caracteriza-se, segundo a ABNT/NBR (8849/85), pela disposição do lixo em local controlado, onde os resíduos sólidos recebem uma cobertura de solo ao final de cada jornada. Como não possuem impermeabilização do solo nem sistema de dispersão de chorume e gases, é muito comum nesses locais a contaminação de águas subterrâneas.

Já o aterro sanitário é definido como uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais. (IPT, 1995). Na construção do Aterro Sanitário é preciso utilizar princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de solo na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário ABNT/NBR (8419/1992).

O histórico do manejo e destinação dos resíduos sólidos no município de Uberlândia não difere muito da realidade do país. Por exemplo, entre os anos de 1989 e 1993, o poder público deste município destinou todo o lixo produzido na cidade e em seus distritos no interior de voçorocas, localizadas na zona rural, especificamente na bacia hidrográfica do Córrego dos Macacos, sudoeste do município cuja área abrangia 15 mil metros quadrados, tendo atingido sua capacidade máxima já no quinto ano de operação (Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2010).

O primeiro aterro sanitário municipal entrou em operação em julho de 1995 e foi operado pela empresa Limpebras Engenharia Ambiental. Este aterro se tornou referência em todo o Estado de Minas Gerais. Recebendo cerca de 12.000 toneladas de resíduos por mês, a sua operação obedece a rigorosos critérios de engenharia, como a impermeabilização da base, cobertura e compressão diária dos resíduos, drenagem de águas pluviais e drenagem e tratamento de chorume e gases.

Baseado em todos estes rigores de implementação e operação de todo e qualquer aterro sanitário, o Código Florestal Brasileiro de 1965, Lei nº 6.938 (Brasil, 1981), prevê que áreas onde estão instalados aterros respeitem a não invasão das Áreas de Preservação Permanente (APP), com o intuito de proteger o ambiente natural. A cobertura vegetal nestas áreas irá suavizar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo assim para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, trazendo também benefícios para a fauna.

Em relação à coleta seletiva no município, no dia 12 de Janeiro de 2011 a prefeitura lançou o projeto “Coleta Seletiva” juntamente com a Secretaria de Meio Ambiente e Secretaria de Serviços Urbanos.

Este projeto visa a implantação da coleta seletiva em todo o município de Uberlândia, tendo iniciado no bairro Santa Mônica que possui cerca de dez mil residências e uma população de trinta e seis mil habitantes. Este bairro, um dos maiores da cidade, produz diariamente 800 kg de lixo, sendo que 18% do mesmo pode ser reciclado de acordo com o secretário de serviços urbanos.

A previsão da secretaria responsável é que o serviço de coleta seletiva chegue a 70% da cidade até o fim de 2012. Tudo o que for recolhido será doado para duas cooperativas e uma associação de recicladores de Uberlândia que tem como meta “tirar o lixo da natureza e gerar renda para os catadores”.

Após um ano de implantação da coleta seletiva na cidade de Uberlândia os resultados são satisfatórios e o projeto se expande para outros bairros. No último dia 15 de dezembro de 2011 teve início a coleta no setor central da cidade que, de acordo com a Secretaria de Serviços Urbanos em apenas três dias de trabalho coletou cerca de 4,26 toneladas de material reciclável. O setor oeste da cidade que estão inseridos os bairros Luizote de Freitas, Jardim Patrícia e Mansour também foi atendido pelo programa que teve início no mesmo período.

Os resultados obtidos de janeiro a novembro de 2011 são de grande relevância, pois apesar de atender somente 19% da população da cidade e sete bairros, a Prefeitura Municipal acredita

que foi recolhido em torno de 700 toneladas de matérias recicláveis, mostrando que a população tem se conscientizado cada vez mais da importância da separação e destinação correta dos resíduos sólidos urbanos.

As secretarias municipais que estão envolvidas no projeto prevêem que até o início de 2012 mais de 30% da população de Uberlândia será atendida pelo projeto “Coleta Seletiva”.

Nunesmaia, (1997) acredita que se deve dar importância à coleta seletiva, pois se o lixo for segregado em sua fonte de origem, a qualidade da matéria-prima secundária será mais alta. Ainda de acordo com este mesmo autor, são várias as preocupações que motivam um programa de coleta seletiva de lixo, entre elas:

- ambiental/geográfico, onde está em questão a falta de espaço para disposição do lixo, a preservação da paisagem, a economia de recursos naturais e a diminuição do impacto ambiental de lixões e aterros;
- sanitário, onde a disposição inadequada do lixo, às vezes aliada à falta de qualquer sistema de coleta municipal, traz inconveniente estético e de saúde pública;
- social, quando o trabalho enfoca a geração de empregos e o resgate da dignidade, estimulando a participação de catadores de rua e de lixões;
- econômico, com o intuito de reduzir os gastos com a limpeza urbana e investimentos em novos aterros;
- educativo, que vê um programa de coleta seletiva como forma de contribuir para mudar valores e atitudes individuais para com o ambiente, incluindo a revisão de hábitos de consumo, ou para mobilizar a comunidade e fortalecer o espírito de cidadania.

Este trabalho se justifica, pois se acredita na necessidade de intensificar estudos relacionados aos impactos ambientais gerados pelos resíduos das atividades urbano-industriais. Também, a correta disposição e tratamento de resíduos sólidos gerados pelos municípios estão prevista no projeto de lei federal Lei 12.305 de 02 de Agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

O município de Uberlândia, através do Decreto 7401 de 26 Setembro de 1997 da lei Orgânica municipal regulamenta a responsabilidade de coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos sólidos onde menciona e dá outras providências fica estabelecido no Artigo 8 que:

os resíduos sólidos nos termos deste decreto não poderão ser dispostos no meio ambiente, nos locais destinados pelo Poder Público á sua recepção ou nos cursos d'água, lagos e lagoas, sem tratamento prévio que assegure:

- a) a eliminação das características de periculosidade do resíduo;
- b) a preservação dos recursos naturais;
- c) o atendimento aos padrões de qualidade ambiental e da saúde pública.

Finalmente, há relação estreita entre disposição inadequada de resíduos e poluição das águas uma vez que o lixo urbano contém uma série de elementos químicos orgânicos e inorgânicos e biológicos que refletem negativamente no ambiente de acordo com a concentração. As principais causas e consequências da poluição das águas são (CPRH, 2006):

1. Matéria orgânica proveniente de áreas agrícolas, pecuária, efluentes domésticos e industriais que causam problemas de eutrofização das águas e mortandade da fauna aquática;
2. Patógenos originados dos esgotos brutos ou parcialmente tratados, excremento de animais que por sua vez têm como consequência a transmissão de doenças como cólera e esquistossomose;
3. Metais pesados originados pela disposição de efluentes industriais, lodo de estações de tratamento de esgoto e aterro sanitário, que causam a redução da população de peixes e diversos problemas relacionados à saúde humana como disfunção dos rins, problemas nos ossos e sistema nervoso;
4. Substâncias tóxicas originadas pelo escoamento superficial urbano e rural, descargas domésticas e industriais e infiltração que causam mortandade dos peixes e doenças em seres humanos com aumento de risco de câncer nos rins e bexiga.

Os metais pesados possuem efeito acumulativo e podem provocar diversas doenças. (Ferreira & Anjos, 2001).

Uma grande quantidade dos agentes químicos presentes entre os resíduos sólidos podem ser classificados como perigosos, a maioria desses agentes químicos estão presentes em pilhas, baterias, óleos, graxas, solventes, entre outros.

São muitos os efeitos gerados pelo contato direto ou indireto com os metais pesados, que podem causar danos a toda e qualquer atividade biológica. Algumas respostas são predominantes agudas outras crônicas. Muitas vezes as respostas são tardias, o que dificulta o diagnóstico da patogênese por perder a relação direta. (Moreira, Moreira, 2004)

Os metais pesados escolhidos como fonte de análise para a realização deste trabalho foram os seguintes: cádmio (Cd), chumbo (Pb), Cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), níquel (Ni) e

zinco (Zn). No quadro abaixo pode ser verificado os danos causados à saúde por estes metais quando o contato com seres humanos se dá em excesso.

Quadro 1 – Metais pesados e os danos causados na saúde humana

Metais Pesados	Principais danos causados na saúde
Cádmio (Cd)	Acumula-se nos rins, fígado, pulmões, pâncreas, testículos e coração; possui meia-vida de 30 anos nos rins; em intoxicação crônica pode gerar descalcificação óssea, lesão renal, enfisema pulmonar, além de efeitos teratogênicos (deformação fetal) e carcinogênicos (câncer).
Chumbo (Pb)	É o mais tóxico dos elementos; acumulam-se nos ossos, cabelos, unhas, cérebro, fígado e rins, em baixas concentrações causa dores de cabeça e anemia. Exerce ação tóxica na biossíntese do sangue, no sistema nervoso, no sistema renal e no fígado, constitui-se veneno cumulativo de intoxicações crônicas que provocam alterações gastrintestinais, neuromusculares, hematológicas podendo levar à morte.
Cobalto (Co)	Pode causar dermatites, miocardiopatias, insuficiência renal e hepática pelo acúmulo dos tóxicos durante anos.
Cobre (Cu)	Intoxicações como lesões no fígado.
Cromo (Cr)	Armazena-se nos pulmões, pele, músculos e tecido adiposo, podem provocar anemia, alterações hepáticas e renais, além de câncer do pulmão.
Níquel (Ni)	Carcinogênico (atua diretamente na mutação genética).
Zinco (Zn)	Efeito mais tóxico é sobre os peixes e algas (conhecido); experiências com outros organismos são escassas.

Org.: FERREIRA, D.A. 2012

Como dito anteriormente, o primeiro aterro sanitário municipal de Uberlândia (identificado com a letra F na Figura 2), começou a operar em junho de 1995, cumprindo as exigências técnicas que compreende a disposição de resíduos no solo sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e ainda minimizando os impactos ambientais. O tempo de vida útil deste aterro encerrou aproximadamente três anos antes do tempo previsto, uma vez que o

mesmo não conseguiu suportar o crescimento urbano e conseqüente aumento da geração de resíduos sólidos. Atualmente já se encontra em atividade o segundo aterro (letra E, Figura 2), localizado ao lado do primeiro. O aterro conta com o tratamento do chorume que é recolhido através de canaletas instaladas por toda área do sendo conduzido até um tanque receptor com tratamento anaeróbico e posterior descarte no curso do rio Uberabinha (letra B, Figura 2).

Figura 1 – Local de captação e tratamento do Chorume produzido pelo aterro sanitário antes do descarte no Rio Uberabinha.



Fonte: Limpebras e Descartados Blogspot

Adaptado por: FERREIRA, D. A.

Os aterros sanitários estão localizados a jusante da cidade e encontram-se a montante na vertente onde está implantada a estação de tratamento de esgoto municipal (letra D, Figura 2). Relativamente próximas estão duas áreas de extração de basalto, uma na margem direita e outra na margem esquerda do rio (letras C e G respectivamente, Figura 2) e a Fazenda Capim Branco (letra A, Figura 2), propriedade da Universidade Federal de Uberlândia.

O primeiro aterro, área deste estudo, foi construído em solo caracterizado como Latossolo, onde segundo Nishiyama, (1998), são de origens basálticas da Formação Serra Geral, do período jura-cretássico, com idades em torno 130 milhões de anos. Estes basaltos foram formados por uma sucessão de derrames magmáticos hiperabissais, sob a forma de diques e sills, de composição predominantemente básica. Tais rochas podem ser observadas expostas em taludes de cortes de estrada, rupturas de declive e na britagem São Salvador existente próximo ao local do aterro, às margens do Rio Uberabinha.

Foi constatado também através de pesquisas realizadas na área por Lima, (2004), que a espessura dos solos na área do aterro tem uma pequena variação, de poucos centímetros. Entretanto também se pode encontrar um saprólito bastante alterado, com seixos de tamanhos variados, de poucos centímetros até grandes blocos de mais de 1 metro de diâmetro.

Figura 2 – Imagem aérea da área de estudo: (A) Fazenda Capim Branco / Propriedade da Universidade Federal de Uberlândia; (B) Curso do Rio Uberabinha; (C) Área de Extração de Basalto; (D) Estação de Tratamento de Esgoto Municipal; (E) Aterro em atividade; (F) Aterro desativado; (G) Área de Extração de Basalto.



Fonte: www.googlemaps.com

Adaptado por: FERREIRA, D. A.

A planície de inundação amostrada corresponde a uma estreita concavidade, com uma faixa de deposição de sedimentos finos de aproximadamente 1 metro de largura e 2 metros de extensão. A constituição geoquímica dos sedimentos recentemente depositados no rio Uberabinha foi determinada em estudo anterior e é compatível com as áreas fontes composta por Latossolos e produtos de intemperismo de arenitos que estão distribuídos na bacia. São compostos essencialmente por SiO_2 (valores determinados entre 69,4 a 77,8 %), Al_2O_3 (4,9 a 10,9%), Fe_2O_3 (3,5 a 10,4%) e baixas concentrações relativas de CaO (0,1 a 1,3%), K_2O (0,1 a 0,3%), MgO (0,2 a 0,5%), MnO (0,1%) e P_2O_5 (0,1 a 0,2%) (Rosolen et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as concentrações de cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), níquel (Ni) e zinco (Zn) em três tipos de materiais: (1) efluente tratado de aterro sanitário; (2) solo de contato com o efluente tratado antes do despejo no rio e (3) sedimento da planície de inundação do rio que recebe o efluente, visando comparar as concentrações relativas em cada tipo de material e procurar estabelecer as possíveis relações de impactos gerados entre um aterro sanitário instalado no município de Uberlândia e o rio Uberabinha, curso d'água localizado imediatamente a jusante do aterro e que recebe os efluentes tratados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um trabalho de campo para avaliar a planta do aterro e a tecnologia envolvida no tratamento dos resíduos, os procedimentos executados referentes à coleta, disposição e triagem dos resíduos e ainda a observação da captação e tratamento do chorume produzido pela decomposição orgânica do lixo coletado.

Posteriormente, foram escolhidos três pontos para a coleta de amostra. O primeiro ponto refere-se ao efluente tratado e foi coletado na tubulação localizada imediatamente a jusante do aterro, antes de ser lançado no solo para, posteriormente atingir o rio Uberabinha. A segunda amostra, esta de solo, foi coletada quando recebe o efluente tratado da tubulação. A terceira amostra, de sedimento do rio Uberabinha, foi coletada a jusante do aterro sanitário. Os pontos com diferentes materiais de amostragem (efluente tratado, solo do aterro e sedimento do rio), serviram para procurar obter uma relação entre a presença do aterro e os possíveis impactos em alguns diferentes compartimentos do ambiente. As amostras foram coletadas no mês de agosto de 2011, período de estiagem na região. O histórico de ausência ou baixo índice pluviométrico neste período pode contribuir para aumentar a concentração de poluentes nos solos e sedimentos embora tal comportamento possa sofrer variações relacionadas a outros fatores como, por exemplo, aumento da descarga de poluentes.

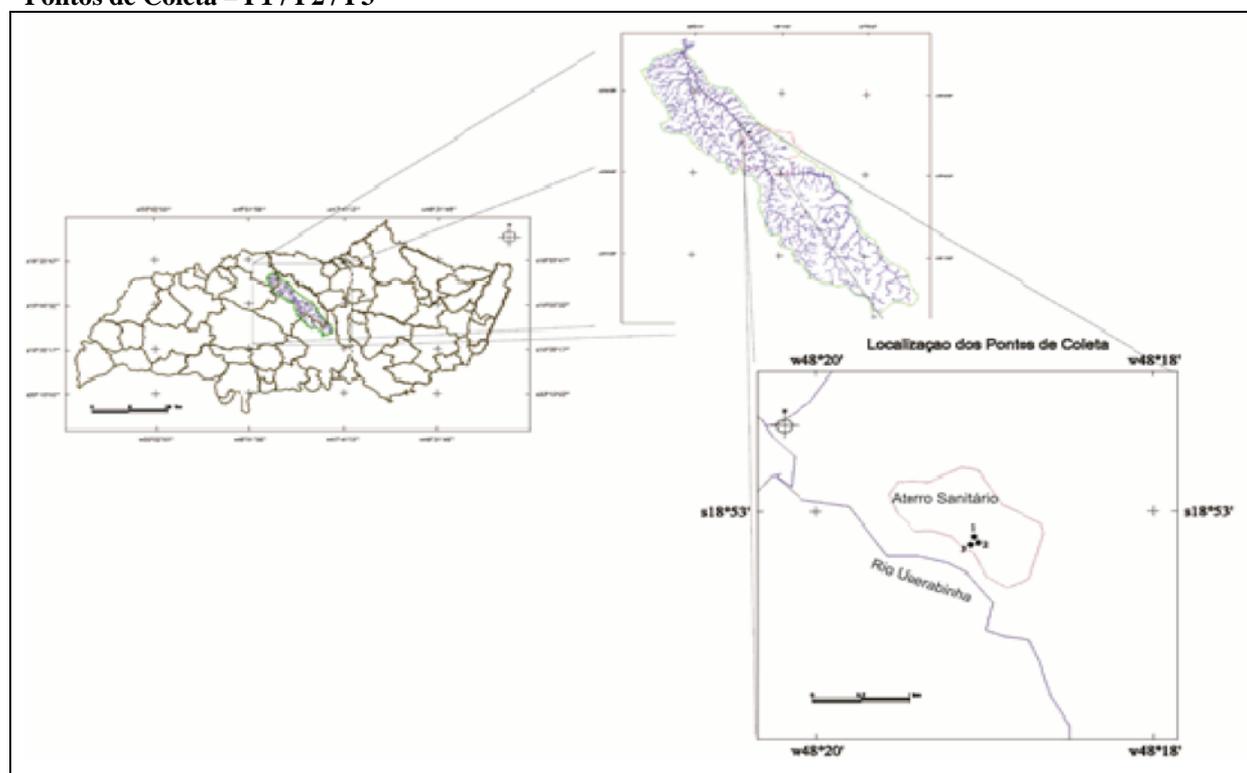
Após as amostragens, os materiais foram enviados ao laboratório para análise química. As amostras de efluente tratado e de solo foram analisadas em Espectrofotômetro de Absorção Atômica AA905 (Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia). A análise dos sedimentos foi por ICP-OES Thermo Jarrel Ash, ICAP 61E (GEOSOL), este apresentando limite de detecção instrumental mais sensível. Após a coleta, as amostras de solo e sedimento foram secadas em temperatura ambiente e posterior peneiramento (50 mesh). Após, as amostras foram levadas para mufla (Robertshaw – Divisão Pyrotec Indic – 50) a 550° Celsius por 30 minutos. Após a este procedimento foi realizado a calcinação, ou seja, colocou-se a amostra em um bequer de 50 ml, adicionou 10 ml de ácido clorídrico e completou o volume com 20 ml de água destilada. Para a análise do efluente tratado foi separado uma amostra de aproximadamente 50 ml. O efluente foi filtrado e o líquido transferido para um balão volumétrico de 250 ml aferido com água destilada.

Os elementos determinados foram cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, níquel e zinco por serem considerados os mais abundantes nos resíduos das atividades urbano-industriais e,

também, pelo fato de que a presença em alta quantidade destes metais pode causar sérios danos à saúde humana e também graves problemas ao meio ambiente.

Sabendo que estes metais são substâncias tóxicas, dependendo de sua concentração, e por não serem eliminados do meio facilmente, eles ficam retidos em partículas sólidas minerais e orgânicas de solos e sedimentos. Por serem altamente reativos quimicamente, dificilmente são encontrados em seus estados puros na natureza, mas, assumindo forma mais reativa e danosa ao ambiente e saúde.

Figura 3. Mapa1- Localização do Aterro Sanitário no município de Uberlândia/MG e os respectivos Pontos de Coleta – P1 / P2 / P3



Org.: MACHADO, H. A., 2012

Para avaliação dos impactos na qualidade ambiental, os resultados obtidos foram comparados com os parâmetros de referência de qualidade propostos pelo CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, baseado das resoluções 357/05 para destinação em recursos hídricos e 344/04 para parâmetros de contaminação de sedimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por definição, metais pesados são elementos químicos que possuem peso específico maior que 5 g/cm³ ou número atômico maior do que 20. Essa expressão é também usada para

designar os metais classificados como poluentes do ar, água, solo, plantas e alimentos, ou seja, do meio ambiente em geral (Filgueira, 2007).

Alguns deles são benéficos, quando em pequenas quantidades para a nutrição de plantas e animais. Porém, quando presentes em concentrações elevadas, tornam-se de alta periculosidade e se tornam inseridos nas classes de contaminantes ambientais e de organismos.

O grande risco nestes casos é que, por serem bastante reativos do ponto de vista químico, não são encontrados puros na natureza e, conseqüentemente, não são facilmente extraíveis.

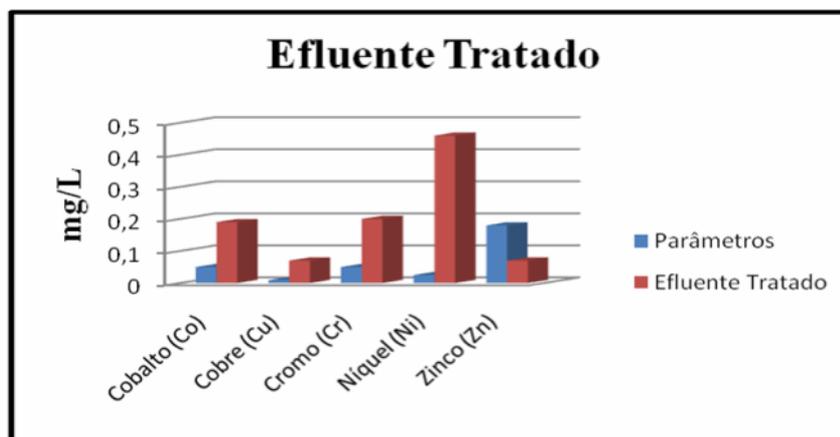
Quando lançados no ambiente, como resíduos, podem ser absorvidos pelos tecidos animais e vegetais, fazendo parte da cadeia alimentar. Os metais entram no organismo humano através da alimentação ou a partir do contato direto ou indireto com o meio abiótico. Este processo é denominado de bioacumulação porque eles não são sintetizados e eliminados pelo organismo humano (Adriano et al., 2004).

Os valores obtidos nesta pesquisa mostram o efeito acumulativo de elementos tóxicos em direção à jusante do rio como também apresentados nos trabalhos de Singh et al. (1997) na Índia (rio Gomati) e por Förstner et al. (2004) na Alemanha (rio Elba).

Nas amostras do efluente tratado do aterro sanitário (Figura 4) estão ausentes ou fora de limite de detecção instrumental os metais Cd e Pb. A concentração de Zn (0,07 mg/L) está abaixo dos valores de referência (0,18 mg/L).

A concentração determinada de Co foi de 0,19 mg/L e do Cu de 0,07 mg/L, ambos acima do nível de referência que é de 0,05 mg/L e 0,009 mg/L, respectivamente. Os elementos Cr e Ni encontram-se acima dos níveis permitidos 0,05 mg/L para o Cr e 0,025 mg/L para o Ni.

Figura 4. Gráfico com valores obtidos da amostra de efluente tratado e valores de referência CONAMA-357/05



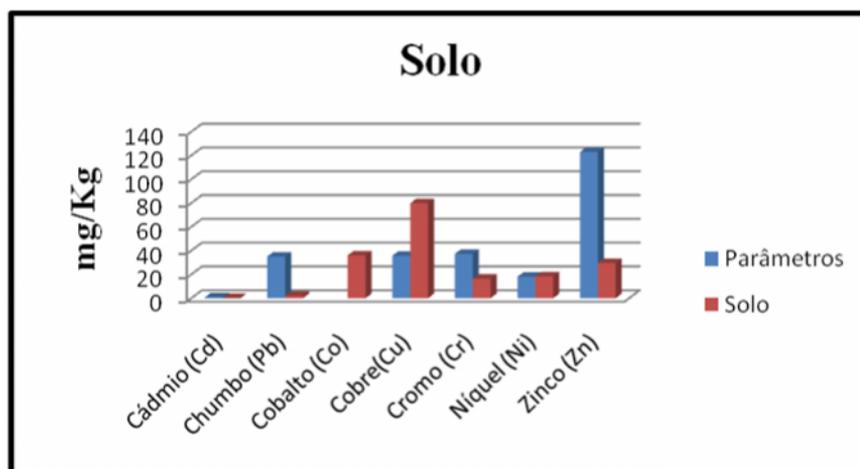
Org.: FERREIRA, D.A., 2011

Nas amostras de solo que recebe o efluente tratado (Figura 5), o valor do Cd é de 0,04 mg/ Kg e se encontra abaixo do valor de referência que é de 0,6 mg/Kg, assim como o Pb, que apresentou teor de 1,9 mg/Kg, desta forma bem abaixo do limite tolerado que é de 36 mg/Kg e o Cr que também se encontra em concentração de 16,4 mg/Kg abaixo da permitida de 37,3 mg/Kg. O mesmo comportamento ocorreu para o Zn com valor determinado de 29,5 mg/Kg onde a permissão pode ser até 123 mg/Kg.

Apenas o Cu e Ni apresentaram valores superiores ao de referência. O Cu apresentou concentração de 79,8 mg/Kg sendo superior ao valor permitido que se encontra até 35,7 mg/Kg.

Já concentração de Ni foi de 18,4 mg/Kg, valor ligeiramente superior ao de referência que é de 18,0 mg/Kg. O teor de Co no solo foi de 36,0 mg/Kg e este elemento não é considerado no padrão CONAMA.

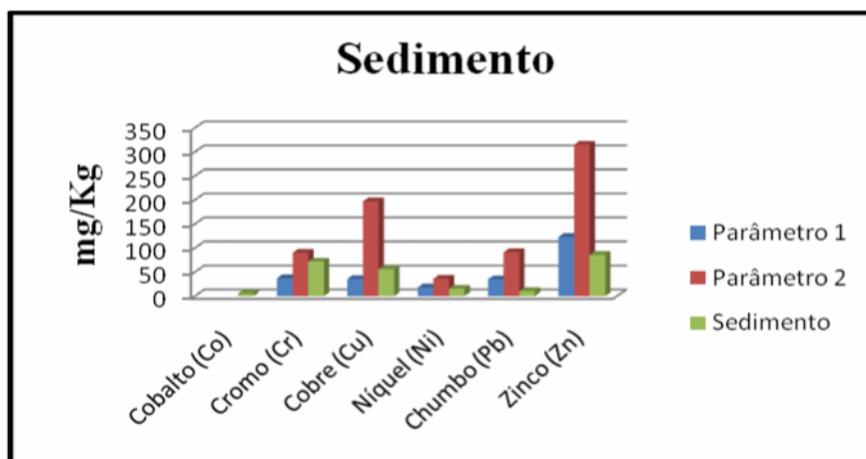
Figura 5. Gráfico com valores obtidos da amostra de solo que recebe efluente tratado e valores de referência CONAMA- 344/04



Org.: FERREIRA, D.A., 2011

Finalmente, nas amostras de sedimentos da planície fluvial (Figura 6), apenas os teores de Cu e Cr estão em concentrações acima do mínimo estabelecido. O Cu com 55,66 mg/Kg e o Cr com 71,66 mg/Kg estão acima dos limites mínimos permitidos para estes metais que são 35,7 mg/Kg e 37,3 mg/Kg, respectivamente. Todos os outros elementos estão abaixo do limite de referência, com exceção do Co (valor determinado de 5,33 mg/Kg) que não é previsto pelo CONAMA 344/04. Foram determinados teores de 10,33 mg/Kg para o Pb, 15,33 mg/Kg de Ni e 85,66 mg/Kg de Zn.

Figura 6. Gráfico com valores encontrados para as amostras de sedimentos coletados na planície de inundação do Rio Uberabinha e os padrões mínimos e máximos de referência CONAMA – 344/04.



Org.: FERREIRA, D.A., 2011

Embora estando submetidos a impactos similares relacionados ao aterro sanitário a concentração dos elementos tóxicos analisados nos compartimentos ambientais são heterogêneos. O efluente do aterro, mesmo após tratamento, apresentou valores elevados de elementos tóxicos (Co, Cu, Cr e Ni) podendo, assim, impactar o curso d'água.

Contudo, é importante salientar que o nível de contaminação irá depender da carga de despejo e da vazão do rio, parâmetros que não foram medidos neste trabalho.

Nos solos foram encontrados teores elevados de Co e Cr, assim como no efluente tratado, porém, neste em concentrações menos elevadas. Embora estes dois materiais estejam diretamente em contato, os resultados indicam que as argilas ou matéria orgânica do solo não estão retendo os contaminantes.

A dificuldade de retenção pode ser parcialmente explicada pelo resultado das análises granulométricas que indicou que as frações acima de 2 mm, que correspondem a areia quartzosa, compõem aproximadamente 75% do total. É possível que o efluente esteja sendo drenado rapidamente em direção ao rio. Atuar como um filtro e descontaminar efluentes ou resíduos é uma das funções do solo. Porém, sua capacidade de depuração irá depender das propriedades e características intrínsecas ao solo e da sua capacidade de saturação. Neste caso, a natureza arenosa possivelmente está limitando a purificação do efluente.

Comparando os três materiais, percebeu-se que nos sedimentos foram encontradas concentrações relativas mais elevadas. Tal comportamento é explicado pela afinidade que os sedimentos possuem de aprisionar e estocar contaminantes do rio atuando como testemunho dos acontecimentos na bacia. Embora esta função possa ser considerada positiva, não há

garantia de que os elementos químicos estarão segura e indefinidamente estocados e, se liberados para as águas, se tornarão potenciais contaminantes (Stigliani, 1994; Förstner, 2003).

Os resultados obtidos são explicados também pelo fato de que o rio é um ponto acumulativo e recebe tanto a poluição que vem do aterro quanto das várias atividades antrópicas que se desenvolvem na bacia bem como dos segmentos a montante do ponto de coleta do canal.

Quando os valores determinados são confrontados com os valores de referência estabelecidos para água potável e qualidade dos solos e sedimentos algumas considerações a respeito de implicações ambientais relacionadas à presença do aterro próximo ao curso d'água puderam ser detectadas. Um exemplo disso são os resultados obtidos para as concentrações dos metais nos sedimentos onde foi verificado que ainda possui altas concentrações de elementos como o cromo e o cobre, já o solo apresentou também alto teor de cobre lembrando que este solo se encontrava em contato com o efluente antes de seu tratamento. Já o efluente tratado apresentou concentrações acima do nível mínimo permitido pelo CONAMA de elementos como níquel, cromo, cobre e cobalto mostrando que mesmo com o tratamento realizado pelo aterro sanitário ainda existe a presença de metais tóxicos, que em altas concentrações podem causar danos irreparáveis a ao ambiente e aos indivíduos que direta ou indiretamente estiverem em contato com este material.

CONCLUSÃO

Apesar de persistirem marcantes diferenças regionais na abrangência municipal dos serviços de distribuição de água, de coleta de esgoto, de manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais, o Atlas de Saneamento 2011 revelou que, entre 2000 e 2008, ocorreu um avanço no número de municípios cobertos pelo saneamento básico em todas as regiões do Brasil.

Nesse período o país caminhou para atingir uma cobertura próxima à universalização dos serviços de manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais, seguido do serviço de abastecimento de água que atingiram uma cobertura superior a 94% dos municípios brasileiros. A publicação mostra, ainda, que as melhorias no serviço de esgotamento sanitário ocorreram principalmente em áreas onde houve aumento da população entre os Censos Demográficos de 2000 e de 2010. (IBGE, 2011).

Assim, os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram que mesmo após o tratamento, o efluente tratado do aterro sanitário apresentou concentrações elevadas de níquel, cromo e

cobalto. O solo que recebeu o efluente tratado não está retendo os elementos químicos presentes do efluente, em parte, devido a sua constituição arenosa. Finalmente, o sedimento do rio foi o compartimento que, relativamente, estocou mais elementos químicos inorgânicos, com destaque para o cromo e o cobre.

Este resultado colabora com o conhecimento adquirido de que os sedimentos dos rios são compostos por materiais com alto poder reativo como as argilas e a matéria orgânica e os resíduos das atividades antropogênicas desenvolvidas na bacia são parcialmente carregados e acumulados neste material.

Finalmente, este trabalho mostrou que o potencial de geração e incorporação de poluentes no ambiente irá depender da natureza do corpo receptor e que o controle da poluição deve ser feito por meio do monitoramento das diferentes fontes pontuais e difusas presentes.

Agradecimentos: Os autores agradecem a FAPEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa (APQ-CRA 01889-09) e pela concessão de bolsa de IC. Agradecemos também ao Instituto de Química (UFU) pelas análises de Absorção Atômica.

REFERÊNCIAS:

ADRIANO, D.C., BOLAN, N.S., VANGRONSVELD, J., WENZEL, W.W., in Role of assisted natural in environmental cleanup. *Geoderma* 122 (2004) 121-142. Disponível em www.elsevier.com/locate/geoderma. Acesso em: 09/07/2011

Agência Estadual de Meio Ambiente. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br/legislacao/leis/leis_estaduais/leis_estaduais_2000/39804%3B78723%3B14101017%3B0%3B0.asp?c=0. Acesso em: 18/08/2011

ALLOWAY, B.J. The origins of heavy metals in soils. In: ALLOWAY, B.J. Heavy metals in soils. New York, John Wiley, 1990. p.29-39

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>. Acesso em 18/08/2011

BARROS, J. G. C.; BARROS, F. H; BARROS, A. F. –Um recurso estratégico contra a crise de água doce no mundo. Instituto Águas. Brasília: 10 p, 2006.

Carta de Ottawa. 1ª conferência internacional sobre promoção da saúde. Canadá, 1986. Disponível em: www.saudepublica.web.pt/05-PromocaoSaude/Dec_Ottawa.htm.

CALLOW, M. E. & CALLOW, J. A. 2002. Marine biofouling: a sticky problem. *Biologist* 49(1): 1 5.

Código Florestal Brasileiro. Disponível em: <http://www.codigoflorestal.com/2012/04/eis-redacao-final-do-novo-codigo.html>. Acesso em 01/09/2011.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em www.mma.gov.br/conama/. Acesso em: 09/07/2011.

CORREA, J. A.; GONZÁLES, P.; Sánchez, P.; Muñoz, J. & Orellana, M. C. 1996. Copper-algae interactions inheritance or adaptation? *Environ. Monit. Assessment.*, 40:41-54.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 1988.

FERREIRA, João A., ANJOS, Luiz A. dos. “Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais”. *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 17, nº 3, Rio de Janeiro, Maio / Junho, 2001.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2007 e 2008. 234p.

FÖRSTNER, U., HEISE S., SCHWARTZ, R., WESTRICH, B., AHLF, W. 2004. Historical contaminated sediments and soils at the river basin scale. Examples from the Elbe River catchment area. *J. Soils & Sediments*, 4(4):247-260.

Atlas de Saneamento Básico 2001. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1998&id_pagina=. Acesso em 09/06/2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em 30/08/2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censos Demográficos: 1970, 1980. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em 30/08/2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEI AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Disponível em <http://www.ibama.gov.br/patrimonio>. Acesso em: 01/09/2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). *Lixo Municipal*: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE. 1995. 278p.

Jornal O Globo, Disponível em: <http://oglobo.globo.com/ciencia/mat/2009/03/13/relatorio-da-onu-estima-que-3-bilhoes-sofrerao-com-escassez-de-agua-no-planeta-em-2025-754818688.asp>. Acesso em: 09/08/2011.

Jornal da Ciência: Disponível em: [LIMA, S., C., et al. Avaliação das condições topo-geomorfológicas da área do Aterro sanitário do município de Uberlândia. *Caminha de Geografia, Uberlândia*, 2004, v.5, n. 12.](http://www.jornaldaciencia.org.br/ Detalhe. jsp?id=1379 OMM/Unesco, 1997 apud ANEEL/ANA, 2001. Acesso em 07/07/2011.</p></div><div data-bbox=)

Limpebras e Descartados Blogspot.

Disponível em: http://limpebrasedescartados.blogspot.com.br/2008/06/limpebrs_23.html. Acesso em: 15/08/2011.

Limpebras Engenharia Ambiental

Disponível em: <http://www.limpebras.com.br>. Acesso em: 15/08/2011

McGRATH, S.P., SMITH, S. Nickel. In: ALLOWAY. B.J. Heavy metals in soils. New York: John Wiley, 1990. p.125-50.

Ministério das Cidades. Disponível em: www.cidades.gov.br. Acesso em: 09/08/2011

MOORE, J.W., RAMAMOORTHY, S. Heavy metals in natural waters. New York: Springer-Verlag, 1984. 328p.

NISHIYAMA, L. Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000: aplicações no Município de Uberlândia - MG. São Carlos. Universidade de São Paulo - USP. Tese de Doutorado, 1998. p. 272.

NUNESMAIA, Maria de Fátima da Silva. Lixo: Soluções alternativas – projeções a partir da experiência UEFS. Feira de Santana – BA: Universidade Estadual de Feira de Santana, 1997. 152 p. il.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Disponível em <http://www.onubrasil.org.br>. Acesso em: 30/08/2011.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, (PNUD, 2006). Disponível em: <http://www.pnud.org.br/saneamento/reportagens/index.php?id01=1862&lay=san>. Acesso em: 09/07/2011

Portal da Prefeitura Municipal de Uberlândia. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/?pagina=secretariasOrgaos&s=66>. Acesso em: 11/10/2011

REED, R. H. & MOFFAT, L. 1983. Copper toxicity and copper tolerance in *Ulva compressa* (L.) Grev. J. expl. mar. Biol. Ecol., 69: 85-103.

ROSOLEN, V., HERPIN, U., FRANZLE, S., BREULMANN, G., CAMARGO, P.B., PAGANINI, W.S., CERRI, C.C., MELFI, A.J., MARKERT, B. Land Application of Wastewater in Brazil-A scientific challenge: Chemical Characterization of Soil at Populina, São Paulo State (9 pp) - Journal of Soils and Sediments. 2005 – Springer.

ROSOLEN, V.; HERPIN, U.; COELHO, N.M.M.; COELHO, L.M.; BBRITO, J.L.; da SILVA, L.A.; LIMA, S.C. Qualidade dos sedimentos no rio Uberabinha (Uberlândia, MG) e implicações ambientais. Revista Brasileira de Geociências. 39(1): 151-159, março 2009.

SAUVE, S.; McBRIDE, M. B.; HENDERSHOT, W. H. Speciation of lead in contaminated soils. Environmental Pollution, v. 98, n. 2, p. 149-155, 1998.

SETTI A. A. A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos. Brasília: IBAMA 1966, 344 p.

SINGH, M., ANSARI, A.A., MULLER, G., SINGH I.B. Heavy metals in freshly deposited sediments of the Gomati River (a tributary of the Ganga River): effects of human activities. Environ. Geol., 29(3-4): 246-252, 1997.

STIGLIANI, W.M., P. JAFFÉ & ANDERBERG, S. Metal Loading in the Environment: Cadmium in the Rhine Basin In: R. Socolow, C. Andrews, F. Berkhout & V. Thomas (eds.): Industrial Ecology and Global Change. pp. 287-296, Cambridge University Press, 1994.

Tearfund and Wateraid. Disponível em: http://www.wateraid.org/documents/psp_advocacy_guide_tf_and_wa.pdf. Acesso em: 09/07/2011.

ZALAUFG, W. E. O meio ambiente e o futuro. Revista estudos avançados, USP, São Paulo, v. 14, n. 38, p. 85-100, 2000.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION Chromium. Environmental Health Critéria, 61-P, GENERA, 1998. USPHS – United States Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicology Profile for cooper for cadmium. Atlanta, 1999.

Disponível em:
http://intertox.com.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=66&Itemid=98.
Acesso em 01/09/2011.