

DETERMINAÇÃO DE CHUMBO EM SOLO DE UMA ANTIGA FÁBRICA DE ACUMULADORES ELÉTRICOS E PROPOSTA DE REMEDIAÇÃO

Fabiana Carina Klein¹, Lucélia Hoehne²

RESUMO: O chumbo é um dos metais pesados mais utilizados industrialmente e nenhum outro metal tem sido estudado tão intensivamente do ponto de vista toxicológico e epidemiológico. Devido à preocupação com a contaminação por chumbo e a possibilidade de sua entrada na cadeia alimentar, busca-se, por meio deste trabalho, avaliar o solo de uma antiga fábrica de acumuladores elétricos e o potencial de absorção pelas plantas usando decomposição por via seca e posterior análise por espectroscopia de absorção atômica com chama. Também foram plantadas sementes de feijão preto em três amostras de solo: duas das amostras eram do solo de uma antiga fábrica de acumuladores elétricos, uma sem ajuste de pH e outra elevando o pH, e a terceira amostra proveniente de solo sem contaminação por chumbo (Pb). De acordo com os resultados, constataram-se elevados teores de Pb no solo e potencial de absorção pelas plantas. Com a proposta de remediação, reduziu-se em 75% o teor de Pb absorvido pelas amostras de feijão.

Palavras-chave: Chumbo. Pb. Solo. pH. Contaminação.

1 INTRODUÇÃO

O solo é um componente do ecossistema terrestre, essencial para o crescimento das plantas, degradação e reciclagem da biomassa. Constituído de sólidos minerais e orgânicos, componentes gasosos e aquosos em equilíbrio dinâmico, é um sistema aberto. Com constantes interferências do homem, controlando processos naturais e poluindo o meio, especialmente por compostos químicos, ocorrem as alterações dos compostos da biosfera.

Fazendo parte da composição de vários materiais, os metais pesados são descartados no solo. Quando o solo é aproveitado para fins agrícolas, os metais poluentes podem chegar até os seres humanos por meio da cadeia alimentar pelo consumo de plantas (SCOLMEISTER, 1999). Por esse motivo, o monitoramento de áreas contaminadas por metais pesados tem grande importância social.

Um critério utilizado para verificar a contaminação do solo é a análise que avalia a disponibilidade dos metais pesados às plantas. Essa verificação indica a fração desses elementos, que será disponibilizada na absorção pelas plantas e que poderá futuramente atingir a cadeia alimentar (SCOLMEISTER, 1999).

A disponibilidade de um elemento na absorção pelas plantas é determinada pela competição entre a raiz da planta, a solução do solo e a fase sólida do solo. Portanto, Alloway (1990) afirma que características do solo que afetam essa competição, como pH, tipo e teor de argilominerais, potencial redox, óxidos e matéria orgânica, são capazes de controlar a mobilidade e, conseqüentemente, a disponibilidade desses íons para as plantas.

1 Graduada do curso de Química Industrial do Centro Universitário UNIVATES.

2 Docente e coordenadora do curso de Química Industrial do Centro Universitário UNIVATES.

É o pH a principal variável do solo que atinge a mobilidade dos metais pesados na absorção das plantas ou no perfil do solo. Pode o pH agir diretamente na alteração dos equilíbrios químicos das reações com metais, na solubilização e precipitação dos compostos metálicos, ou indiretamente, na variação das cargas superficiais por meio dos íons H^+ e OH^- , nos argilominerais e óxidos de carga variável (ALLOWAY, 1990).

O chumbo (Pb) presente no ambiente é proveniente principalmente de minerações e seu beneficiamento. Dessa maneira, pode estar presente nos solos onde são cultivados vegetais, entre outros alimentos, como frutas, vegetais, carnes, grãos, frutos do mar e em bebidas suaves e vinhos.

No Brasil, elevadas concentrações de Pb podem ser encontradas em solos de áreas onde ocorreram atividades industriais de exploração e refino de minérios de chumbo, ou em áreas industriais de atividades de reciclagem de baterias automotivas (PAOLIELLO; CAPITANI, 2005).

Na fabricação de acumuladores elétricos, a utilização de chumbo, óxidos e suas ligas se deve à alta capacidade de armazenar energia em relação ao seu peso e volume e, ainda, por possuir menor custo. Para os trabalhadores, existem riscos de intoxicação em quase todas as operações envolvidas na produção.

1.1 Técnicas de determinação de metais

O método da espectrometria de absorção atômica baseia-se na absorção da energia radiante pelas espécies atômicas neutras, não excitadas, em estado gasoso. Cada espécie atômica possui um espectro de absorção formado por uma série de estreitas raias, características proveniente das transições eletrônicas envolvendo os elétrons externos. Na absorção atômica, o elemento a determinar é levado à condição de uma dispersão atômica gasosa (atomizado) através da qual se faz passar, então, o feixe de radiação de uma fonte apropriada (WELZ; SPERLING, 1999).

Os componentes básicos de um espectrômetro de absorção atômica são:

- uma fonte de radiação UV-visível de raias de ressonância;
- um sistema modulador do feixe de radiação (*chopper*);
- um sistema atomizador (chama ou forno de grafite);
- um monocromador para isolar a raia analítica;
- um detector de radiação;
- um sistema apropriado para monitorar o sinal.

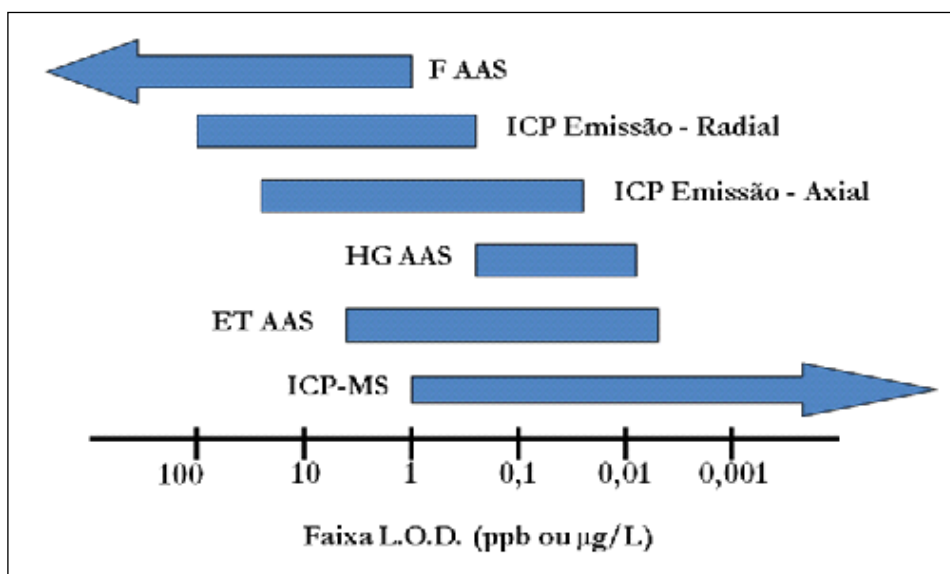
A fonte deve emitir raias de ressonância do elemento de interesse com largura menor que a raia de absorção e com intensidade e estabilidade suficiente para que as medidas de absorção atômica possam ser realizadas com exatidão satisfatória. A fonte mais usada em espectrofotômetros de absorção atômica é uma lâmpada de cátodo oco (SKOOG et al., 2002).

Na espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS), a amostra, após tratamento prévio de decomposição, é convertida em um fino aerossol e é introduzida na mistura de gases que alimentam a chama produzida em um queimador laminar, ocorrendo, assim, a atomização do elemento em estudo. Essa técnica é usada para concentrações em nível de mg/L.

Existem outros tipos de técnicas para a determinação de Pb, como eletrotérmica usando forno de grafite ou filamento de tungstênio e por espectrometria óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES) ou espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP MS), quando são necessárias análises em nível de $\mu\text{g/L}$ (TAYLOR et al., 2000). Também, pode-se usar difração de raios X ou microscopia de varredura eletrônica, porém essas técnicas são relativamente caras, não sendo usadas em laboratórios de análises de rotina.

O limite de detecção é definido como a concentração do analito que produz um sinal de três a cinco vezes a razão sinal/ruído do equipamento (INMETRO, 2003). A Figura 1 demonstra os limites de detecção para as principais técnicas.

Figura 1 - Limites de detecção para as principais técnicas espectroscópicas atômicas



Fonte: Veiga (2009, p. 335).

Para a determinação de Pb, existem técnicas analíticas como a FAAS, ilustrada na Figura 2, que é usualmente mais disponível na maioria dos laboratórios e é normalmente menos sujeita a interferências; também pode ser utilizada se acompanhada de uma etapa de pré-concentração prévia.

Figura 2 - Aparelho de FAAS



Fonte: SGS (2014, texto digital).

1.2 Solvente

Para analisar o Pb nessa técnica, é necessário que a amostra esteja na forma de solução. Converte-se a amostra em uma forma sólida com transformação química ocorrendo à abertura, ou seja, decomposição da amostra em altas temperaturas, sendo essa nova forma sólida facilmente solúvel em solução aquosa. A maioria das técnicas analíticas trabalha melhor com soluções aquosas. Nessa forma, são mais versáteis em comparação à forma de sólidos (KRUG, 2006).

Na maioria dos metais pesados mais eletropositivos que o hidrogênio, o HCl é utilizado como solvente. Esse ácido é forte, porém não apresenta propriedades oxidantes além daquelas associadas ao íon H⁺. Durante a dissolução, possui propriedades redutoras relativamente fracas.

1.3 Chumbo

A ingestão (ou inalação) de partículas com chumbo, sejam elas provenientes diretamente de solos ou de poeiras domésticas, é a principal via de contaminação humana, seja em crianças ou em adultos (RUBY et al., 1999), exceto trabalhadores envolvidos diretamente em atividades de metalurgia, mineração, separação, refino e reciclagem de materiais e compostos de chumbo, que, pela sua atividade, estão mais expostos e propensos à contaminação.

Trabalhos relatam que concentrações de Pb no sangue superiores a 15 µg L⁻¹ podem causar efeitos adversos, como problemas no sistema nervoso. Em outras pesquisas, indica-se que abaixo de 10 µg L⁻¹ Pb já ocorrem efeitos colaterais. A concentração de chumbo no sangue é de grande importância. A plumbemia é usada como indicador da exposição recente ao chumbo. Assim, a Organização Mundial da Saúde (OMS) sugere que o limite aceitável de chumbo na água potável seja de 50 µg L⁻¹ (0,05 ppb).

Ocorrendo intoxicação aguda, por exposição a concentrações muito elevadas de chumbo, definida por concentrações entre 30,0 e 90,0 µg Pb/dL de sangue, podemos encontrar ocorrência sistêmicas diversas, como gastroenterite aguda, irritação da faringe, vômito, diarreia e choque, conforme mostrado na Tabela 1. Em casos muito extremos, como intoxicação grave, pode ocorrer até a morte.

Tabela 1 - Principais danos à saúde relacionados ao chumbo e os respectivos órgãos afetados

Efeitos para a saúde	Órgãos atingidos	Efeitos adversos
Reprodutivos e de desenvolvimento	Sistema reprodutor masculino e feminino	Fertilidade reduzida, grande probabilidade de abortos espontâneos, contagem reduzida de esperma e motilidade. Teratogênico em animais
Hematológicos	Sangue	Anemia
Neurológicos	Sistema nervoso central, periférico e autônomo	Encefalopatia aguda e crônica, neuropatia periférica
Gastrointestinais	Trato gastrointestinal	Cólicas
Renais	Rins	Nefropatia e gota saturnínica
Carcinogênicos	Rins e células do DNA genômico	Carcinogênico para os animais e envolvimento epigenético na expressão do gene alterado
Hepáticos	Fígado	Capacidade funcional reduzida do citocromo P-450 para metabolizar drogas

Efeitos para a saúde	Órgãos atingidos	Efeitos adversos
Cardiovasculares	Sistema cardiovascular	Provável aumento na pressão sanguínea, lesões cardíacas e eletrocardiogramas anormais
Crescimento	Ossos	Menor crescimento
Endócrinos	Tecidos ósseos e soro	Prejuízo aos rins e ao desenvolvimento das células, dentes e ossos. Possíveis danos à tireoide

Fonte: Moreira e Moreira (2004, p. 380).

Conforme prevê a Resolução RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013, os limites máximos permitidos de contaminantes inorgânicos em alimentos, para hortaliças leguminosas, categoria em que se enquadra o feijão, é de 0,1 mg K⁻¹ de Pb (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2013).

1.4 Mobilidade dos metais pesados em solo

Componente muito específico da biosfera, o solo age não apenas como depósito de contaminantes, mas de mesmo modo que um tampão natural, controlando o transporte de substâncias e elementos químicos para a atmosfera, hidrosfera e biota (KABATA PENDIAS; PENDIAS, 1994).

No solo, as concentrações de metais pesados podem ser influenciadas por fenômenos naturais, como erupções vulcânicas, redistribuição por ação eólica ou hídrica, ou por ações antrópicas, como disposição de resíduos no solo, mineração, metalurgia, queima de resíduos, uso de fertilizantes, corretivos e outros insumos agrícolas.

Ocorre nos metais pesados a tendência de complexar-se com a matéria orgânica, o que pode reduzir ou aumentar a mobilidade no perfil do solo, dependendo do tipo de quelato ou complexo formado (SCOLMEISTER, 1999).

Tendo o pH grande influência na mobilidade e absorção de metais pesados (KING, 1988), ele afeta diretamente a concentração na solução do solo. Em condições ácidas, a ocorrência de absorção desses metais pelas plantas é maior.

A prática da calagem pode afetar sensivelmente a disponibilidade de Pb presente no solo; em pH elevados, pode ocorrer a precipitação do Pb na forma de carbonato, fosfato e hidróxido. A calagem pode favorecer a formação de Pb com a matéria orgânica, existindo evidências da formação de quelatos de baixa solubilidade (SCOLMEISTER, 1999).

Em solos com condições ácidas, a calagem proporciona a neutralização do Al³⁺, ocorrendo a elevação do pH e fornecendo Ca e Mg, permitindo, assim, a proliferação de raízes, com maior crescimento da parte aérea das plantas.

Dessa forma, torna-se importante a avaliação da presença de chumbo em solos que tenham atividades envolvendo Pb em seus produtos.

Sendo assim, objetiva-se, com este trabalho, avaliar o solo de uma antiga fábrica de acumuladores elétricos, verificando a biodisponibilidade do Pb para as plantas, em especial o feijão preto, cultivadas em solos contaminados, e, também, propor uma forma de remediação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo das amostras

Coletaram-se, no município de Lajeado – RS, amostras de solo de uma antiga fábrica de acumuladores elétricos e amostras de solo sob mata. Para as análises de Pb, usou-se metodologia de Adolf Lutz (LUTZ, 2008). Os solos coletados foram transferidos para a mufla a 550°C por 5 horas. Após, as cinzas foram dissolvidas em 20 mL de HCl 1:1 com 10 mL de água deionizada em um béquer de 50 mL e colocadas em chapa aquecedora até redução de seu volume para 1/3. As amostras foram filtradas com papel filtro em balão volumétrico de 100 mL e aferidas com água deionizada. A determinação de Pb foi realizada por espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS), equipamento existente no Laboratório Unianálises do Centro Universitário Univates. Verificaram-se, por meio das análises, valores elevados de Pb no solo da antiga fábrica de acumuladores elétricos em comparação com o solo sob mata.

Para analisar a biodisponibilidade de absorção pelas plantas desse metal pesado plantaram-se sementes de feijão da espécie *Phaseolus vulgaris* no solo. Como proposta de remediação, foi efetuada a correção do solo com calagem (CaCO_3).

Separaram-se três amostras de solo, denominadas S1, S2 e S3, onde foram plantadas as sementes de feijão preto. Na primeira e segunda amostras, S1 e S2, respectivamente, o solo coletado é proveniente da antiga fábrica de acumuladores, com pH diferenciados: S1 com pH ácido de 4,5, como ele se encontrava após atividades da empresa de acumuladores, e S2 com pH alcalino de 7,3. A terceira amostra, denominada S3, é procedente do solo sob mata, com pH de 6,1. Depois de um mês do plantio, coletaram-se os brotos de feijão.

Para o preparo das amostras com brotos de feijão, as mesmas foram secas em estufa a 105°C e moídas em gral e pistilo, sendo, posteriormente, levadas à mufla por 5 horas a 550°C. O procedimento de decomposição e análise foi igual ao feito para as amostras de solo (LUTZ, 2008).

Todas as análises foram feitas em triplicata. Cada análise continha uma amostra em branco para fins de verificação de possível contaminação durante a metodologia desenvolvida.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foram feitas as análises do solo da fábrica e do solo sob mata. Obtiveram-se, por meio das análises, resultados elevados quanto aos teores de Pb, conforme Tabela 2, demonstrando que o Solo 1 teve grande contaminação devido ao processo existente no local, e mesmo que esse processo esteja encerrado há 10 anos, a contaminação continua existente na área. Em comparação com o solo sob mata (Solo 2), a amostra Solo 1 obteve concentração de 99,67% a mais de Pb.

Tabela 2 - Quantidade de Pb no solo

Solos	Concentração de chumbo (g kg ⁻¹)
Solo 1	28,40
Solo 2	0,093

Obs.: Solo 1 - referente ao solo coletado na antiga fábrica de acumuladores elétricos e Solo 2 - referente ao solo sob mata.
Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

As plantas cultivadas no solo contaminado cresceram normalmente, porém, após um mês de plantio, os brotos plantados em solo com pH ácido começaram a enfraquecer e murchar.

Em comparação com os brotos cultivados em solo álcali e sob mata, os brotos em solo ácido desenvolveram coloração verde-escura (conforme Figura 3). Acredita-se que esse fenômeno se deve à alta taxa de Pb absorvido pelas plantas e pelo pH do solo.

Figura 3 - Feijão cultivado em pH ácido – após um mês de plantio



Fonte: Dos autores (2014).

Já as amostras plantadas em solo contendo pH alcalino e em solo sob mata apresentaram coloração mais clara, conforme as Figuras 4 e 5 evidenciam.

Figura 4 - Feijão cultivado em pH alcalino – após um mês de plantio



Fonte: Do autores (2014).

Figura 5 - Feijão cultivado em solo sob mata – após um mês de plantio



Fonte: Do autores (2014).

Na Tabela 3, pode-se verificar a concentração de Pb absorvido pelas plantas, cultivadas no solo com pH ácido. O valor encontrado foi de 13 g Kg⁻¹, equivalente a 75% a mais do que os resultados encontrados nas plantas cultivadas no solo S2 (solo com pH alcali), sendo o valor encontrado de 3,25 g Kg⁻¹ de Pb. Esses valores comprovam que a proposta de remediação para o solo foi eficaz, sendo a calagem do solo competente no que diz respeito à biodisponibilidade do metal em solo.

Tabela 3 - Concentração de Pb absorvido pelo feijão

Feijão	Concentração de Pb (g kg ⁻¹)
S1	13,0
S2	3,25
S3	<LD

Obs.: S1 e S2 provenientes da antiga fábrica. S1 com pH ácido e S2 com pH básico. S3 proveniente do solo sob mata. LD: limite de detecção, 0,3 µg L⁻¹.

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Ainda conforme a Tabela 3, a amostra S3 obteve resultado abaixo do limite de detecção, comprovando ainda a baixa concentração de Pb no solo e sua biodisponibilidade para plantas.

Mesmo reduzindo significativamente os teores de Pb no feijão, a amostra S2 ainda absorveu 11,44% do total de Pb existente no solo contaminado, ficando acima do permitido pela legislação. Acredita-se que isso ocorreu pelo alto valor de Pb encontrado no solo da antiga fábrica. Porém, esses testes demonstram redução na biodisponibilidade do Pb no solo.

4 CONCLUSÃO

O solo coletado na antiga fábrica de acumuladores elétricos apresenta teores elevados de chumbo, bem superiores aos encontrados no solo sob mata, evidenciando a contaminação local decorrente da atividade industrial que ocorria naquela área. Também constatou-se que a forma em que o metal se encontra no solo contaminado é biodisponível para as plantas. A proposta de remediação reduziu em 75% o teor de chumbo disponível para as plantas. Testes posteriores ainda serão feitos com mais tempo de plantio de feijão para avaliar se há um limite que as plantas absorvem de Pb, além de variar os compostos para elevar o pH do solo.

REFERÊNCIAS

ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils**. New York: Blackie and Son, 1990. 446p.

ANDRADE, J.M.F. **Gestão ambiental para implementação da reciclagem de baterias automotivas, controle das recicladoras de chumbo e de suas áreas potencialmente contaminadas**. São José do Rio Preto, 2001. Disponível em: <http://www.mpba.mp.br/atuacao/ceama/material/doutrinas/residuos/gestao_ambiental_para_implementacao_da_reciclagem_de_bateria.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2014.

ANDRADE, M. G.; MELO, V. F.; SOUZA, L. C. P.; GABARDO, J.; REISSMANN, C. B. Metais pesados em solos de área de mineração e metalurgia de chumbo. II - formas e disponibilidade para plantas. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 3, n.6, nov./dez. 2009.

CAMPOS, M. L.; SILVA, F. N.; NETO, A. E. F.; GUILHERME, L. R.G.; MARQUES, J. J.; ANTUNES, A. S. Determinação de cádmio, cobre, cromo, níquel, chumbo e zinco em fosfatos de rocha. Universidade Federal de Lavras, Dep. de Ciência do Solo, **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 361-367, abr. 2005.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. RDC Nº 42, de 29 de agosto de 2013. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/8100bb8040eac2e8b590b79cca79f4cf/RDC+n%C2%BA+42_2013_final.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 07 nov. 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo**. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

GISELE, I. T. H.; MELO, Vander de F.. Avaliação do nível de chumbo, em solo de várzea, proveniente da reciclagem de baterias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 4, p.613-622, 2005.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Orientações sobre Validação de Métodos de Ensaios Químicos**, DOQ-CGCRE-008, 2003.

KABATA-PENDIAS, A; PENDIAS, H.. **Trace elements in solis and plants**. 4. ed. Boca Raton: CRC PRESS, 1994. 315p. Disponível em: <<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/19393.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

KING, L.D. Retention of metals by several soils of the Southeastern United States. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.17, n.2, p.239-246, 1988.

KRUG, Francisco J.; **Métodos de preparo de amostras**. 6. ed. Santa Maria: UFSM, 2006.

LUTZ, Adolfo. **Métodos Físico-químicos** 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2014.

MOREIRA, F. R., MOREIRA J. C., PIVETTA F., COUTADA L.. Influência da Geometria da Plataforma na Determinação de Chumbo em Zidovudina (AZT) por ET AAS. **Quim. Nova**, v. 25, n. 3, p. 379-383, 2002.

MOREIRA, F. R., MOREIRA, J. C., A Importância da Análise de Especação do Chumbo em Plasma para a Avaliação dos Riscos à Saúde. **Quim. Nova**, v. 27, n. 2, p. 251-260, 2004

PAOLIELLO, M. M. B.; CAPITANI, E. M.. Fontes de exposição humana ao chumbo no no Brasil. **Rev. Environ. Contam. Ribeirão Preto**, v. 184, n. 59, 2005.

RUBY, M. V.; SCHOOF, R.; BRATTIN, W.; GOLDADE, M.; Post, G.; HARNOIS, M.; MOSBY, D. E.; CASTEEL, S. W.; BERTI, W.; CARPENTER, M.; EDWARDS, D.; CRAGIN, D. W.; CHAPPELL, W.. Advances in evaluating the oral bioavailability of inorganics in soil for use in human health risk assessment. **Environ. Sci. Technol.** v. 33, n. 3697, 1999.

SCHOENHALS, C. M.; OLIVEIRA, V. A.; FOLLADOR, F. A. C. Remoção de chumbo de efluente de indústria recicladora de baterias automotivas pela macrófita aquática *Eichhornia*. **Rev. Engenharia Ambiental** . Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 055-072, mai /ago 2009.

SCOLMEISTER, Daniel , **Biodisponibilidade de metais pesados em solos do Rio Grande do Sul**. 1999. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17856/000295251.pdf?sequence=1&locale=pt_BR>. Acesso em: 07 nov. 2014.

SGS. **Espectrofotometro de absorção atômica**. 2014. Disponível em: <<http://www.viron.com.br/espectrofotometro.php>>. Acesso em: 01 nov. 2014.

SKOOG, Douglas A.; HOLLER, F. James; NIEMAN, Timothy A. **Princípios de análise instrumental**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

TAGLIAFERRI S.; ENZWEILER B. J. Ensaios para determinar a (bio)disponibilidade de chumbo em solos contaminados. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, CP 6152, 13083-870 Campinas SP, Brasil. **Rev. Química Nova**, v. 31, n. 2, 394-400, 2008.

TAVARES, Adriano Duarte. **Determinação de Cádmi e Chumbo em Alimentos e Bebidas Industrializados por Espectrometria de Absorção Atômica com Atomização Eletrotérmica** Universidade Federal da Paraíba Centro de Ciências Exatas e da Natureza Departamento de Química Programa de Pós-Graduação em Química. [s.d.].

TAYLOR, A.; BRANCH, S.; HALLS, D. J.; OWEN, L. M. W.; WHITE, M. Atomic Spectrometry Update- Clinical and Biological Materials, Foods and Beverages. **Journal of Analytical Atomic Spectroscopy**, v. 15, n. 4, p. 451-487, 2000. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2011/ja/c1ja90006d/unauth#!divAbstract>>. Acesso em: 29 ago. 2014.

VEIGA, Márcia Andreia Mesquita Silva da. Coleta de amostras e métodos analíticos para determinação de chumbo. **Simpósio Chumbo e a Saúde Humana, Capítulo VIII – Medicina**. Ribeirão Preto, v. 42, n. 3, p. 330-336, 2009. Disponível em: <http://revista.fmrp.usp.br/2009/vol42n3/Simp8_Coleta_amostras_metodos_analiticos_determinacao_chumbo.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2014.

VOGEL, Arthur I.; JEFFREY, G. H.; BASSETT, J. **Análise química quantitativa**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, [s.d.].

WELZ, B; SPERLING, M. **Atomic Absorption Spectrometry**. Weinheim, Alemanha: Wiley-VCH Verlag GmbH, 1999. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7381/5/5-M%C3%A9todos.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2014.