



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE LIXO ELETRÔNICO NO SOLO

Pedro Daniel da Cunha Kemerich¹; Sabrina Altmeyer Mendes²; Tatiane Hohm Vorpagel³;
Maurício Piovesan⁴

RESUMO

Ao ano cerca de três bilhões de unidades de pilhas e baterias são fabricadas para uso doméstico. Estes produtos possuem em sua composição química metais pesados como chumbo, níquel, cádmio, mercúrio, cobre, zinco, manganês, prata, entre outros, o que lhes garante as características de corrosividade, reatividade, toxicidade e bioacumulação. Quando estes produtos não possuem mais utilidade, por carência de alternativas ou de informações, são despejados no lixo junto a resíduos sólidos comuns. Com o descarte indevido destes materiais, os metais pesados podem ser lixiviados infiltrando-se e contaminando o solo, o lençol freático, a fauna e a flora das regiões próximas e também pode prejudicar a saúde humana causando graves doenças que variam de lesões cerebrais a disfunções renais e pulmonares. Aproximadamente 70% das pilhas fabricadas são do tipo zinco-carbono, pois são as mais consumidas por terem um preço mais acessível, mas em contra partida as pilhas do tipo alcalina possuem até dez vezes maior durabilidade. Desta maneira, tem-se como objetivo apresentar os impactos ambientais decorrentes da disposição incorreta de pilhas, baterias e lixo eletrônico no solo.

Palavras-chave: contaminação; metais pesados; pilhas; baterias

ENVIRONMENTAL IMPACTS DUE TO IMPROPER DISPOSAL OF ELECTRONIC WASTE ON LAND

ABSTRACT

Year about three billion units of batteries are manufactured for domestic use. These products contain in their chemical composition heavy metals such as lead, nickel, cadmium, mercury, copper, zinc, manganese, silver, among others, which gives them the corrosive characteristics, reactivity, toxicity and bioaccumulation. When these products are no longer useful, for lack of alternatives or information, are dumped in the trash along the common solid waste. With the improper disposal of these materials, heavy metals may be leached by infiltrating and contaminating the soil, groundwater, flora and fauna of the nearby regions and can also harm human health causing diseases ranging from severe brain damage to kidney dysfunction and lung. Approximately 70% of batteries are made of zinc-carbon type, as are most consumed by having a more affordable price, but starting from the alkaline type batteries have up to ten times greater durability. Thus, it has aimed at presenting the environmental impacts of improper disposal of batteries and electronic waste in the soil.

Keywords: contamination; heavy metals; batteries

Trabalho recebido em 18/02/2012 e aceito para publicação em 18/04/2013.

¹ Professor do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria campus CESNORS – Frederico Westphalen.

² Aluna do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria campus CESNORS. Linha Sete de Setembro s/n - BR386 Km 40. Frederico Westphalen, RS. Email: sabrimendes92@hotmail.com.

³ Aluna do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria campus CESNORS – Frederico Westphalen.

⁴ Aluno do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria campus CESNORS – Frederico Westphalen.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), são produzidas ao ano cerca de três bilhões de unidades entre pilhas e baterias para uso doméstico, das quais 800 milhões são pilhas comuns. Por ano circulam 10 milhões de baterias de celulares, 12 milhões de baterias automotivas e 200 mil baterias industriais.

A primeira descrição de uma bateria eletroquímica foi realizada em 1799 por Alessandro Volta, sendo de grande importância na história da eletroquímica e, na história dos dispositivos denominados baterias. Essa técnica de geração de energia foi sofrendo uma grande evolução no que diz respeito à área de armazenamento eletroquímico de energia ao longo dos anos (PRIETO, 2010). Outro marco na história tecnológica foi a invenção do computador pelos cientistas norte-americanos John Presper Eckert e John W. Mauchly, na década de quarenta, durante a Segunda Guerra Mundial, com propósitos militares (AGUILAR, 2009).

Pilhas e baterias são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxidação-redução provoca corrente elétrica (USBERCO & SALVADOR, 1999). A pilha é um sistema formado por dois eletrodos (pólo negativo e pólo positivo) e

um eletrólito (condutor iônico que envolve os eletrodos da pilha, ou seja, a solução condutiva entre os dois eletrodos), sendo conhecidas como baterias primárias, normalmente utilizadas em aparelhos portáteis; a bateria é formada por um conjunto de pilhas ligadas em série, conhecidas como baterias secundárias ou apenas por baterias, sendo utilizadas atualmente em aparelhos celulares e microcomputadores portáteis.

Dentre as substâncias que compõem as pilhas e baterias, existem os metais pesados. Quando estes produtos não possuem mais utilidade, por carência de alternativas ou de informações, são despejados no lixo junto a resíduos sólidos comuns.

Com o descarte indevido destes materiais, os metais pesados presentes como chumbo, níquel, cádmio, mercúrio, cobre, zinco, manganês, prata entre outros, podem ser lixiviados infiltrando-se e contaminando o solo, o lençol freático e também a fauna e a flora das regiões próximas. Além disso, estes metais são bioacumulativos. Quando absorvidos pelo ser humano através da cadeia alimentar depositam-se no tecido ósseo e gorduroso, podendo provocar doenças que variam de lesões cerebrais a disfunções renais e pulmonares (ROA, 2009).

Para minimizar e direcionar esta problemática o governo definiu e aprovou em 30 de junho de 1999, a Resolução 257, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), única lei que trata de recolhimento de material eletrônico no Brasil, em que segundo o artigo 13º da resolução, pilhas, baterias e componentes eletrônicos de uso doméstico depois de exauridas, podem ser descartadas no lixo juntamente com resíduos domiciliares, desde que, sejam despejados em aterros licenciados e possuam determinada quantidade de mercúrio, cádmio e chumbo adicionados à formulação, como proposto pelo artigo 5º e 6º da resolução. Contudo, a legislação não exige que sejam controlados os metais zinco e manganês, que constituem 48% em massa da composição média das pilhas zinco-carbono, por não possuírem toxicidade tão alta quando comparados aos outros metais (HURD et al, 1993). No entanto, o zinco e o manganês apesar de serem essenciais aos seres vivos em baixas concentrações, são particularmente tóxicos quando em concentrações elevadas.

Em 04 de novembro 2008, o CONAMA criou uma nova Resolução, a 401, que revoga a Resolução 257, visando aumentar ainda mais a proteção do meio ambiente. Esta resolução define que as pilhas e baterias usadas, mesmo não excedendo a quantidade permitida de

metais pesados, não devem mais ser descartadas em lixo doméstico e sim serem encaminhadas à destinação ambientalmente adequada.

Com base no tema exposto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os impactos ambientais decorrentes da disposição incorreta de pilhas, baterias e lixo eletrônico no solo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Problemática do crescente acúmulo de lixo eletrônico

No Brasil são consumidas por ano, cerca de 910 milhões de pilhas e baterias domésticas (SCHARF, 2000), contabilizando um total de 6 pilhas por pessoa ao ano (IBGE, 1996). O aumento crescente de eletro-eletrônicos que requerem o uso de pilhas e baterias tem provocado preocupações ambientais devido a geração de grandes quantidades desses dispositivos descartados nos aterros sanitários. De acordo com a norma NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, as pilhas e baterias apresentam características de corrosividade, reatividade e toxicidade.

No país, também é produzido 2,6 Kg de lixo eletrônico por habitante, o equivalente a menos de 1% da produção mundial de resíduos do mundo, porém, a

indústria eletrônica continua em expansão (SMAAL, 2009).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, no país são produzidos 800 milhões de pilhas e 17 milhões de baterias por ano, sendo que 70% das pilhas fabricadas são as chamadas comuns ou zinco-carbono, os 30% restantes são referentes às pilhas do tipo alcalina. Também são fabricados por ano 10 milhões de computadores, e quase nada está sendo reciclado (ABINEE, 1999).

2.2 Composição das pilhas Zn-C e alcalinas

A diferença básica entre a pilha alcalina e a de zinco-carbono é que, a primeira emprega célula eletroquímica com materiais ativos de maior grau de pureza (BOCCHI et al, 2000). O zinco (ânodo) produzido por processos eletroquímicos ou por destilação com alto teor de pureza possui grande área superficial e tamanho uniforme de partícula, diminuindo a resistência interna e gerando alta densidade de energia (ALMEIDA et al, 2006). O MnO_2 de origem eletrolítica é misturado com grafite em pó (cátodo), minimizando problemas de corrosão. O grafite em pó aumenta a condutividade do cátodo, ampliando a faixa de temperatura de trabalho e o nível de descarga (REIDLER, 2002). Uma

solução de KOH, com certa quantidade de ZnO (que retarda a corrosão do ânodo), atua como eletrólito (BERNARDES et al, 2004).

As pilhas alcalinas são mais resistentes a altas temperaturas, oferecem maior segurança contra vazamentos e duram de quatro a dez vezes mais que as Zn-C dependendo do uso (BOCCHI et al, 2000), o que reflete no seu preço, tornando-se mais caras do que as pilhas Zn- C.

As primeiras formulações das pilhas alcalinas exigiam mais mercúrio que as pilhas Zn-C (REIDLER, 2002). Até cerca de 1989, a pilha alcalina podia conter mais de 1% de mercúrio. A partir de 1999, a Resolução 257 do CONAMA, exige que na fabricação de pilhas haja até 0,025% em peso de mercúrio. Além dele, Pb, Cd, Ni, Cu e Cr estão presentes geralmente como impurezas no MnO_2 ou como aditivos para melhorar a eficiência da pilha, como por exemplo a adição de Pb e Cd na pilha Zn-C para aumentar a resistência da pilha à corrosão (AGOURAKIS et al, 2006). Outros elementos, tais como As, Co, Tl e Si, estão também presentes em quantidades-traço (ALMEIDA et al, 2006).

O mercúrio foi o elemento para a adequação na resolução 257 mais crítico, enquadrando-se só a partir de 2003. A eliminação de cádmio, chumbo e mercúrio

foi acompanhada pelo aparecimento de novos metais, como bismuto, índio e cromo. Esses elementos conseguem formar hidretos, exatamente uma das finalidades da presença do mercúrio nas pilhas. As pilhas alcalinas fabricadas a partir de 2006 ou as Zn-C fabricadas depois de 2007 contêm teores insignificantes de mercúrio (REIDLER, 2002).

2.3 Impactos ambientais gerados pelo descarte indevido de lixo eletrônico

Segundo Rosa (2007), a indústria da informática é uma das quais mais colaboram com a degradação do meio ambiente. A cada ano surgem novas tecnologias que diminuem a vida útil de certos equipamentos que por consequência acabam acumulando e aumentando o número de lixo eletrônico encontrado nos lixões. Na fabricação de um computador é utilizado, em média, 1800 kg de material que são, por exemplo, 240 quilos de combustíveis fósseis, 22 quilos de produtos químicos e 1.500 litros de água. Para se obter a pureza necessária na produção de pasta de silício, utilizados na fabricação de circuitos e placas de computadores, por exemplo, deve-se banhar o material em grande quantidade de água pura.

Quando estes produtos não possuem mais utilidades, normalmente são despejados no lixo junto a resíduos sólidos

comuns. A escassez de informações por parte da população quanto à identificação dos problemas causados pelas pilhas, baterias e componentes eletrônicos ao meio ambiente e à saúde humana, quanto aos elevados custos de descontaminação das áreas de descarte desses produtos e quanto aos dados de custo benefício associados à implantação de medidas que resguardem a integridade ambiental, permite aos fabricantes protelarem a adoção de medidas realmente eficazes quanto a disposição de seus produtos (WOLFF et al., 2000).

No município de Frederico Westphalen – RS 58% da população prefere comprar pilhas do tipo comum por serem mais baratas. Cerca de 82% da população descarta as pilhas exauridas no lixo comum, e 18% queimam estas pilhas ou as destinam a pontos de coleta (KEMERICH et al, 2011).

Aproximadamente cada bateria ou pilha depositada de forma errada no meio ambiente contamina uma área de cerca de um metro quadrado conforme ilustra a Figura 1. Portanto, o dano ambiental pode ser ainda maior dependendo da quantidade de pilhas e baterias jogadas nos lixões (ROA, 2009).



Figura 1. Fotografia da disposição inadequada de uma pilha no solo.

Pilhas e baterias comuns podem ser descartadas no lixo doméstico de acordo com a determinação do CONAMA da resolução 257, mas esses produtos acabam sendo depositados em aterros sanitários, onde só poderiam ser descartados se houvesse o tratamento correto do chorume (substância líquida encontrada em lixões), que contaminado com metais pesados agrava ainda mais a contaminação da terra e dos lençóis freáticos (ROA, 2009).

No Brasil a idéia de coleta seletiva é recente, pilhas e baterias tiveram início no dia 22 de julho de 2000 e a reciclagem de alguns tipos de pilhas e baterias começou no dia 22 de julho de 2001 a partir da Resolução 257 do CONAMA (CONAMA, 1999). Devido à inexistência de estrutura de coleta e poucas empresas na área de

reciclagem, o material coletado se tornou um problema para muitas cidades brasileiras, por isso em 2008 o CONAMA criou uma nova resolução, a 401, que preconiza que todos os pontos de venda de pilhas e baterias do país terão dois anos para oferecer aos consumidores pontos de coleta para receber os produtos descartados, e caberá ao comércio varejista encaminhar o material recolhido aos fabricantes e importadores que, por sua vez, serão responsáveis pela reciclagem, ou, quando não for possível, pelo descarte definitivo em aterros sanitários licenciados.

2.4 Disponibilidade de metais pesados no solo

Em solo sem influência antropogênica, a fonte principal de adição de metais ao solo é o material de origem, cuja contribuição depende dos fatores que regulam os processos pedogenéticos (MITCHELL, 1964).

No solo, os metais provenientes de baterias ou pilhas, podem estar sob diferentes formas químicas, disponíveis ou não às plantas, e sujeitos à lixiviação. As características mineralógicas dos solos, assim como a natureza das substâncias húmicas, são elementos responsáveis pela retenção de metais no solo.

O acúmulo de metais em solos deve ser analisado com cautela, pois é

necessário um período de tempo muito longo para atingir os teores de metais considerados críticos pelos padrões dos órgãos ambientais (ESCOSTEGUY, 2004) conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Tabela de concentração máxima aceitável dos principais metais no solo do estado do Rio Grande do Sul.

Metal	Rio Grande do Sul Kg ha⁻¹
Cd	5
Cr	1000
Cu	280
Pb	700
Hg	2
Ni	70
Zn	560

A predominância e a solubilidade de uma espécie química de um metal em relação à outra depende das propriedades do solo, como teor e tipo de carbono orgânico e óxidos dissolvidos, pH, potencial redox, atividade de outros íons, força iônica e influência da rizosfera.

Entre as propriedades do solo o pH é o parâmetro que mais influencia a partição do metal entre o solo e a solução solo, ou seja, na adsorção e dessorção do metal. De modo geral, o pH neutro e ligeiramente alcalino favorece a adsorção do metal no solo, pois o metal está sujeito à precipitação com formação de ligações de difícil solubilização como hidróxidos, carbonatos e fosfatos, diminuindo sua disponibilidade para as plantas e lixiviação

para as águas subterrâneas (SOARES, 2004).

2.4.1 Zinco

As formas de zinco nos solos podem incluir: solúvel em H₂O, trocável e extraível na superfície, precipitados, ocluso em hidróxidos, organismos vivos e resíduos biológicos, e como constituinte de minerais. Complexa-se facilmente aos ácidos fúlvicos, o que o torna muito móvel, com tendência de aprofundar-se no solo (SPOSITO, 1982). Em solos contaminados por altos teores de Zn e pH abaixo de 6, ocorre uma tendência de precipitação de óxidos, hidróxidos e hidrocarbonetos de Zn (MCBRIDE, 1994). A oxidação na superfície libera o íon Zn²⁺ solúvel, com formas ocasionais de carbonato e minerais de sílica.

2.4.2 Manganês

A mobilidade do Mn no solo é extremamente sensível às condições do solo (acidez, umidade e atividade biológica) o que faz com que a sua solubilidade no solo varie intensamente, e conseqüentemente, a sua concentração varie de deficiente até níveis considerados tóxicos (MCBRIDE, 1994).

Sob condições de pH neutro ou baixo, e em ambientes redutores o manganês é solúvel e sua concentração em água subterrânea pode ser relativamente alta (maior que 1 mg L⁻¹). Quando o

ambiente é oxidante, e o pH é básico ou neutro, o manganês precipita-se como óxido ou hidróxido (ISHIMINE, 2002).

2.4.3 Chumbo

O chumbo se acumula nos primeiros centímetros do solo superficial, e o seu teor diminui à medida que a profundidade do perfil aumenta (ALLOWAY, 1995). Este tipo de distribuição é atribuída à matéria orgânica, mediante reciclagem do Pb das camadas inferiores pelas raízes das plantas. O chumbo antrópico apresenta o mesmo tipo de distribuição, podendo, porém atingir níveis mais profundos em torno de 30 a 45 cm. O chumbo geralmente é encontrado em combinações com outros elementos como, por exemplo, o zinco, o cobre, o enxofre e o ouro.

2.4.4 Cádmio

O cádmio é que mais preocupa em relação a poluição do solo (por ser um metal de rápida adsorção pelo solo e com alta taxa de persistência e acumulação) e a ameaça à saúde humana, principalmente, quando estas fontes são aplicadas por muitos anos em quantidades elevadas em um mesmo solo (ALLOWAY & STEINNES, 1999; MORTVEDT, 2001). De um modo geral são considerados solos contaminados aqueles que possuem teores de cádmio acima de $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ (MCBRIDE, 1994).

No perfil de solo o Cd tende a concentrar-se no horizonte superficial devido a adsorção pela matéria orgânica, e apresenta um comportamento semelhante ao Zn na tendência de aprofundar-se no perfil de solo. A extensão e velocidade deste processo dependem das características do solo e da geomorfologia da região. (KABATA PENDIAS & PENDIAS, 1992).

2.4.5 Níquel

A forma Ni^{+2} é a forma mais estável encontrada nos solos, sua adsorção a óxidos, aluminossilicatos e argila é favorável a pH acima de 6, e baixos pH favorecem a forma trocável e solúvel do Ni^{+2} . A solubilidade do Ni é inversamente proporcional ao pH, a mobilidade é média em solos ácidos, e muito baixa em solos neutros ou alcalinos. Sob condições redutoras, o Ni^{+2} é incorporado aos sulfitos restringindo a mobilidade a valores muito baixos (MCBRIDE, 1994).

2.4.6 Cobre

O cobre apresenta expressiva afinidade por determinados grupos funcionais do solo superficial, podendo estar complexado com a fração orgânica e inorgânica. Os óxidos de alumínio, ferro e manganês e os grupos funcionais da matéria orgânica são as superfícies mais representativas nos fenômenos de adsorção do elemento. O cobre forma com as

superfícies reativas do solo moléculas estáveis, que correspondem à adsorção específica, com alta energia de ligação e estabilidade (SPARKS, 1995).

2.4.7 Cromo

O cromo geralmente ocorre nos solos como Cr^{+3} e como Cr^{+6} na forma de cromato CrO_4^{-2} , no entanto, o cromato tem tendência a se reduzir espontaneamente para Cr^{+3} , especialmente sob condições ácidas e presença de matéria orgânica (MCBRIDE, 1994).

Diversos parâmetros como pH, estado de oxidação, tipo e quantidade de matéria orgânica presentes no meio, interferem na mobilidade e solubilidade do cromo no solo. O Cr^{+3} é móvel somente em pH menor que 5, enquanto que Cr^{+6} é instável e facilmente mobilizado nos solos. No entanto, o Cr^{+6} tende a converter-se em Cr^{+3} , tornando-se assim insolúvel e mais estável (ADRIANO, 1986).

2.5 Problemas de saúde causados por metais pesados provenientes da disposição inadequada de lixo eletrônico

As características de toxicidade e bioacumulação dos metais pesados presentes nas pilhas e baterias merecem atenção especial, pois os danos acarretados ao meio ambiente e aos seres vivos são graves e muitas vezes irreversíveis. A disponibilidade e a toxicidade de um metal

estão relacionadas com vários fatores como: a forma química em que o metal se apresenta no ambiente; as vias de introdução do metal no organismo; a sua biotransformação em subprodutos tóxicos; a emissão para o ambiente até o aparecimento dos sintomas da intoxicação. Quando um elemento potencialmente tóxico é absorvido pelo organismo humano em concentrações elevadas, pode causar danos a sua estrutura, penetrando nas células e alterando seu funcionamento normal, como a inibição das atividades enzimáticas (FIRJAN, 2000).

Segundo Kemerich (2011), na cidade de Frederico Westphalen - RS 90% da população sabem da presença de componentes tóxicos ao meio ambiente e à saúde humana presente nas pilhas, mas somente 1% dessas pessoas têm o conhecimento de que esses componentes são os metais pesados. A maioria da população não tem conhecimento dos reais danos que as pilhas podem causar ao meio ambiente como um todo, sendo assim não se preocupam com o destino correto que deveria ser dado a elas e tampouco preocupam-se em buscar informações sobre o assunto.

A absorção de metais pelo organismo humano ocorre por inalação, ingestão e através da pele. Porém a distribuição, deposição, retenção e absorção dependem

das propriedades físico-químicas do material inalado (WOLFF & CONCEIÇÃO, 2003). O cádmio, por exemplo, no organismo humano pode causar distúrbios gastrintestinais através da ingestão de alimentos ácidos ou bebidas contaminadas, e a pneumonia química, nos rins ele acumula-se no córtex renal, podendo provocar alterações morfológicas e funcionais (ROSENSTOCK & CULLEN, 1994).

A intoxicação por chumbo pode levar à anemia, neuropatia periférica e a alterações cognitivas em adultos e crianças, pode gerar complicações renais, hipertensão, doenças cerebrovasculares, perda de apetite, distúrbios digestivos e cólicas abdominais. O manganês causa problema crônico do sistema nervoso central, recebendo o nome de manganismo ou Parkinson mangânico, causando também problemas respiratórios como bronquite e pneumonia. O níquel pode causar câncer, lesões no sistema respiratório, alterações no sistema imunológico, distúrbios gastrintestinais e dermatites (ROSENSTOCK & CULLEN 1994).

O mercúrio é um metal pesado não biodegradável, sendo considerado muito tóxico afetando o sistema nervoso, gerando alterações de comportamento, perda de memória, tremor, dormência,

formigamento e alterações visuais e auditivas. O lítio provoca disfunção renal e disfunção do sistema neurológico. O zinco pode fazer surgir o câncer nos testículos. O cromo pode causar o câncer do aparelho respiratório, lesões nasais, distúrbios no fígado e rins e também gastrintestinais (WOLFF & CONCEIÇÃO, 2003).

3. CONCLUSÃO

Com a crescente produção de itens eletrônicos, o consumo de pilhas e baterias que servem de fonte de energia para estes produtos tem aumentado consideravelmente. Como consequência há o descarte incorreto destas pilhas e baterias principalmente pela falta de informação e consciência ambiental da população. Isso acarreta na poluição do solo, lençol freático e organismos vivos ali presentes, pois na composição destes dispositivos há os metais pesados que são lixiviados pela ação da chuva.

A maioria da população não tem conhecimento dos reais danos que o lixo eletrônico pode causar ao meio ambiente como um todo, sendo assim não se preocupam com o destino correto que deveria ser dado a ele e tampouco preocupam-se em buscar informações sobre o assunto. Uma das formas para minimizar esta problemática é a implantação da ideia de coleta seletiva e

reciclagem destes materiais, que necessitam ser implementadas e/ou ampliadas para garantir a sua efetividade.

4. REFERÊNCIAS

- ADRIANO, DC. **Trace elements in the terrestrial environment**. New York Springer Venag, 1986.
- AGOUKARIS, D. C.; CAMARGO, I. M. C.; COTRIM, M. B. **Quim. Nova**. 2006, 29, 960.
- AGUILAR, F. P. **Tecnologia da informação verde: uma abordagem sobre investimentos e atitudes das empresas para tornar socialmente sustentável o meio ambiente**. Disponível em: <<http://fateczl.edu.br/TCC/2009-2/tcc-23.pdf>>. Acessado em: 08/04/2011.
- ALMEIDA, M. F.; XARÁ, S. M.; DELGADO, J.; COSTA, C. A. **Waste Manage**. 2006, 26, 466.
- ALLOWAY B.J. **Heavy Metals in Soils**. Gíascow, Blackie Academic and Professional, 1995.
- ALLOWAY, B. J. & STEINNES, E. **Anthropogenic additions of cadmium to soils**. In: McLAUGHLIN, M. J & SINGH, B.R ed. *Cadmium in soils and plants*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1999. P. 97-124.
- BERNARDES, A. M.; ESPINOSA, D. C. R.; TENÓRIO, J. A. S.; J. **Power Sources** 2004, 130, 291.
- BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R.; **Quim. Nova na Escola** 2000, no 11, 3.
- CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução Normativa N° 257 de 30 de Junho, 1999. Resolução Normativa N° 401 de 04 de Novembro, 2008.
- ESCOSTEGUY, P. A. V. **Poluição do solo com metais**. Livro Solos e Ambiente – I Fórum. p. 59-78. Santa Maria – RS. Ed. Pallotti. UFSM, 2004.
- FIRJAN - Federação das Indústrias do Rio de Janeiro. **Guia para coleta seletiva de pilhas e baterias**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/textos/GUIA%20PARA%20COLETA%20SELETIVA%20DE%20PILHAS%20E%20BATERIAS.pdf>>. Acessado em: 15/12/2011.
- HURD, DAVID, et al. **Recyncling of consumer dry cell battenes New York**. Noyes Data Corporation. 1993. Disponível em: <<http://pintassilgo2.ipen.br/biblioteca/teses/23290.pdf>>. Acessado em: 05/11/2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, Rio de Janeiro. **Contagem da população – 1996 [online]**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/ibge/estatisticaxpopulacao/contagem/caracteristicas/brtab1.htm>>.
- ISHIMINE, V. **Avaliação hidrogeológica e hidrogeoquímica em área contaminada por manganês na Região de Suzano-SP**; Dissertação (mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeoiogia) - Instituto de Geociencias, Universidade de São Paulo, 2002.
- KABATAS-PENDIAS, A. & PENDIAS, H, **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton, CRC Press, 1992.
- KEMERICH, P.D.C., MENDES, S.A., VORPAGEL, T., PIOVESAN, M. **Pilhas e Baterias: Consciência do Problema Ambiental do Descarte Incorreto. II CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL - Panambi – RS, Brasil, 2011.**

- MCBRIDE, M, B. **Environmental chemistry of soils**. Oxford University Press, 1994.
- MITCHELL, R. L. **Trace elements in soil**. In: BEAR, F. E., ed. Chemistry of the soil. New York, CRC Press, London, 2000. p.G-155-G194.
- MORTVEDT, J.J. **Tecnologia e produção de fertilizantes com micronutrientes. Presença de elementos tóxicos**. In: FERREIRA M.E et al., ed. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura, CNPq/FAPESP/POTAFOS, Jaboticabal, 2001. P. 237-282.
- PRIETO, L. K. **Pilhas e baterias: impacto ao meio ambiente e a saúde do homem**. Disponível em: <<http://www.uningareview.com.br/adm/uploads/a1c54e2356ec22afbede5d76f7580320.pdf#page=33>>. Acessado em: 05/11/2011.
- REIDLER, N. M. V. L. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, Brasil, 2002.
- ROA, K.R.V., et al. **Pilhas e baterias: usos e descartes x impactos ambientais**. Caderno do professor. GEPEQ- USP: curso de formação continuada de professores, 2009. Disponível em: <http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/aas/_indefinidopilhasebateria.arquivo.pdf>. Acessado em: 08/11/2011.
- ROSA, A. **Fabricação de cada computador consome 1800 kilos de materiais**. São Paulo, 2007.
- Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010125070309>>. Acessado em: 09/10/2011.
- ROSENSTOCK, L; CULLEN, M. R. **Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1994.
- SCHARF, R. **Baterias velhas voltam às fábricas**. *Gazeta Mercantil*, São Paulo, 13 mar.2000. Caderno Nacional, p.A-10.
- SMAAL, B. **Lixo eletrônico: o que fazer após o término da vida útil dos seus aparelhos?** Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/2570-lixo-eletronico-o-que-fazer-apos-o-termino-da-vida-util-dos-seus-aparelhos-.htm>>. Acessado em: 09/11/2011.
- SOARES, M. R.; **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo, Brasil, 2004.
- SPARKS, D. L. **Environmental chemistry** San Diego. Sorption phenomena on soils, 1995.
- SPOSITO, G. **The chemistry of soils**. New York, Oxford University Press, 1989.
- USBERCO, J. SALVADOR, E. **Química**. 4 ed. São Paulo. Editora Saraiva, 1999.
- WOLFF, E. H, CONCEIÇÃO, S. V. **Resíduos sólidos: a reciclagem de pilhas e baterias no Brasil**. 2003. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR104_0146.pdf>. Acessado em: 15/12/2011.