

# RESÍDUOS SÓLIDOS: A RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS NO BRASIL

**Eliane Wolff**

Mestranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos - UFMG. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA/UFMG – Av. do contorno 7 andar. Belo Horizonte. [wolff@cce.ufmg.br](mailto:wolff@cce.ufmg.br)

**Samuel Vieira Conceição**

Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais. Caixa Postal 209. CEP 30161-970 –Belo Horizonte-MG. [svieira@dep.ufmg.br](mailto:svieira@dep.ufmg.br)

## *Abstract*

*Brazil is the first country in South America to implementing a legislation to cope with the health and environmental problems caused by the batteries.*

*This article points out the reasons why batteries, tiny little devices, may cause environmental and human health impacts. Also we discuss the public authority concerns about this fact. Besides that, we present an outline about the Brazilian legislation that rules such issues as well as the reasons why the legislation can fail in protecting the environment.*

Key words: batteries, recycling, environment.

## **1- Introdução**

No Brasil, as pilhas e baterias têm recebido especial atenção nos últimos anos dados os impactos que acarretam ao meio ambiente e à saúde humana (BRENNIMAN, 1994; FISHBEIN, 1998; MCMICHAEL&HENDERSON, 1998). Em sua constituição, elas guardam elementos tóxicos, chamados metais pesados, que podem ser repassados, quando descartados de forma inadequada, não só ao solo, como também à água, à atmosfera e conseqüentemente, através da cadeia trófica, aos usuários desses meios.

Anualmente, no Brasil, são produzidas cerca de 800 milhões de pilhas por ano (GRIMBERG & BLAETH, 1998). Estima-se que 80% da produção sejam de pilhas do tipo zinco-carbono e as restantes alcalinas de manganês (RODRIGUES, 1999). De acordo com os técnicos do Ministério do Meio Ambiente – MMA, nos últimos quatro anos cerca de 11 toneladas de baterias de telefone celular foram descartadas no lixo doméstico. 1997. Como não existe ainda no Brasil um programa de coleta e reciclagem de pilhas e baterias, esses produtos são lançados no meio ambiente causando sérios danos ambientais e à população.

## 2. Definição de Pilhas e baterias

A pilha é uma mini-usina portátil que transforma energia química em elétrica (IPT, 1995), composta de eletrodos, eletrólitos e outros materiais que são adicionados para controlar ou conter as reações químicas dentro dela (RUSSEL, 1981; BRENNIMAN, 1994; LYZNICKI et al. 1994). Os eletrólitos podem ser ácidos ou básicos, de acordo com o tipo de pilha. Já os eletrodos são constituídos de uma variedade de metais, potencialmente perigosos, que são os metais pesados (chumbo, níquel, cádmio, mercúrio, cobre, zinco, manganês e prata), responsáveis pelos danos causados ao meio ambiente e à saúde humana.

Existem duas grandes categorias de pilhas e baterias: úmidas (wet cell battery) e secas (dry cell battery). As baterias de chumbo-ácido são as baterias úmidas mais comuns e eram inicialmente usadas somente em automóveis. Nelas o eletrólito é um líquido. As baterias ou pilhas domésticas – ou não-automotivas – são as pilhas e baterias secas (FISHBEIN, 1998). O eletrólito, nesse tipo de dispositivo, apresenta-se na forma de pasta, gel ou outra matriz sólida (LYZNICKI et al. 1990; MENDES & SILVA, 1994).

Há dois tipos básicos de pilhas secas: as primárias e as secundárias. As pilhas primárias são aquelas que devem ser descartadas, uma vez descarregadas. Nesse tipo de pilhas as reações químicas são irreversíveis. Nas pilhas secundárias, as reações químicas são reversíveis, possibilitando o seu recarregamento (BRENNIMAN, 1994, FISHBEIN, 1998). Uma fonte de energia externa deve ser repetidamente empregada para recarregar a pilha. Inicialmente, as baterias recarregáveis são mais caras que as primárias e requerem a compra de um carregador. Entretanto, cada bateria recarregável substitui centenas de baterias primárias, levando a um custo final menor (FISHBEIN, 1998).

A distinção técnica entre pilhas e baterias reside no fato de a pilha representar a unidade mais simples, ou seja, unidade mínima. Ela é constituída de um ânodo (polo negativo) e um cátodo (polo positivo), mergulhados no eletrólito que facilita a reação química entre os dois eletrodos (BRENNIMAN, 1994; RUSSEL, 1981; SLABAUGH & PARSONS, 1983). Várias pilhas ligadas em série, ou seja, o conjunto de células forma uma bateria (EVEREADY, 1999; NBR 9514/86).

A pilha zinco-carbono, categorizada – juntamente com as pilhas alcalinas de manganês – como aquela que se destina a uso geral, é empregada em uma gama variada de equipamentos domésticos como rádios, cd players, flash de câmeras, controles remotos, e outros aparelhos. Estas pilhas contabilizam 68,31% do total de pilhas e baterias no mercado nacional, com pode ser visto na figura 1.

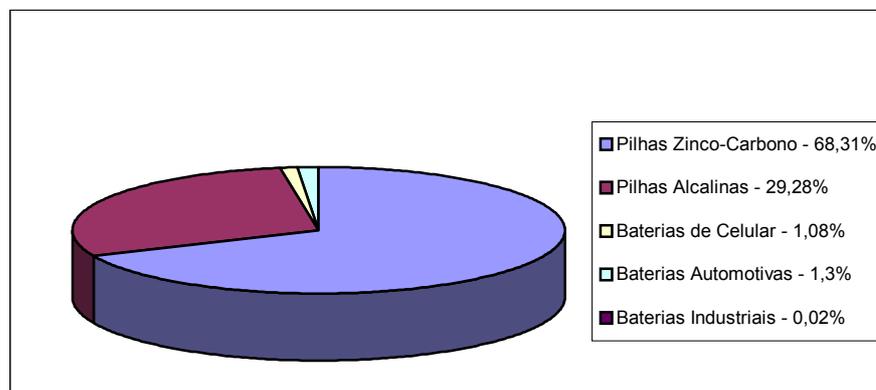


Figura 1: Percentagem de venda de pilhas e baterias no Brasil

Fonte: SCHARF,2000

As pilhas de uso geral, as quais representam a vasta maioria de pilhas vendidas, são feitas de zinco, manganês, aço, carbono, cloretos e água. O zinco, o manganês e o aço podem ser reciclados e o carbono reutilizado. O conteúdo médio das pilhas zinco-carbono e alcalinas de manganês é mostrado na FIG. 2.



Figura 2: Conteúdo de uma pilha de uso geral  
Fonte: Adaptado EPBA, 2000

Pode-se observar nesta figura que 55% da matéria-prima empregada nestas pilhas é reciclável e 10% reutilizável, contabilizando um total de recuperação de 65%.

## 2.1 A recuperação de Zinco

O consumo de zinco no Brasil cresceu 83% de 1992 até 1999. Das 164 mil toneladas consumidas em 1998, a construção civil absorveu 44%; a indústria automobilística, 22%; eletroeletrônicos da linha branca, 6%; pilhas, 7%; confecção (zíperes), 3%; utensílios de fogão, 2%; e outros, 13% (MINÉRIOS&MINERALES, 1999).

As reservas brasileiras de zinco, em metal contido, representam 1,3% das reservas mundiais. No ano de 1998 a produção brasileira, em termos de metal contido no minério beneficiado, representou 1,1% da produção mundial com 87.475 toneladas. A produção interna brasileira de zinco metálico, em 1998, foi de 177.050 toneladas, cerca de 4,7% menor que a do ano anterior (DNPM, 1999).

O consumo cada vez maior de zinco em nível mundial, situação que deve ser mantida nos próximos anos graças à crescente industrialização dos países, especialmente os do Terceiro Mundo, levaram a indústria mineral brasileira a investir R\$ 270 milhões para aumentar a produção em 30%. A Companhia Mineira de Metais – CMM investe US\$ 2 milhões em pesquisa, visando aumentar as suas reservas (MINÉRIOS&MINERALES; 1999, DNPM,1999).

A recuperação de metais decorrentes de alguns tipos de pilhas e baterias está emergindo agora como uma atividade comercial (SCHARF, 2000). A recuperação do chumbo, a partir de baterias automotivas, e a do níquel-cádmio, decorrente das baterias de celular, já é

realidade em alguns países da América, Ásia e Europa (FISHBEIN, 1998; MCMICHEL&HENDERSON, 1998).

Recuperar zinco metálico puro a partir das pilhas zinco-carbono, e também, alcalinas de manganês, está se tornando uma realidade no Brasil, graças a pesquisas desenvolvidas em Universidades. Uma das alternativas de recuperação do zinco é o eletrorefino.

A recuperação do zinco das pilhas zinco-carbono e alcalinas de manganês, se justifica pelo crescente consumo do metal no País e sua baixa participação na produção a nível mundial – 1,1%, ano 1998 –. Como visto anteriormente, o consumo de pilhas zinco-carbono no Brasil é da ordem de 68,31% do total de pilhas e baterias vendidas no País, contabilizando 630 milhões de unidades por ano. Se 20% do peso dessas pilhas corresponde ao conteúdo médio de zinco (EPBA, 2000), teremos então um total aproximado de 126 toneladas de zinco eliminado em nossos aterros a cada ano, e que poderia ser reutilizado de forma a preservar as nossas reservas naturais.

O zinco existente na pilha zinco-carbono encontra-se tanto na forma metálica – caneco – como na forma de um sal – cloreto de zinco. Neste artigo foi tratada apenas a recuperação do zinco, que se encontra na forma metálica. Outros meios de recuperação do zinco, tanto na forma metálica como sal, estão sendo desenvolvidos no laboratório de resíduos sólidos do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA da UFMG.

### **3. As conseqüências dos metais pesados no meio ambiente**

A pilhas e baterias contem metais pesados , os quais causam sérios danos ao ambiente e à saúde da população.

A definição encontrada em dicionários técnicos para metais pesados é a de elementos químicos com densidade acima de 4 ou 5 g/cm<sup>3</sup> (ALLOWAY, 1990; PROTEÇÃO, 1994; DEPLEDGE et al. 1998). Entre os ecotoxicologistas, no entanto, o termo metal pesado é usado para os metais capazes de causar danos ao meio ambiente. A divergência no que se refere aos metais pesados não reside apenas na definição. A escolha dos elementos que farão parte desse grupo também é controvertida; porém, há um consenso com relação aos seguintes elementos: Cd, Hg, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Co, V, Ti, Fe, Mn, Ag, Sn, As e Se (DEPLEDGE et al. 1998).

Os metais e seus compostos estão no trabalho humano e no meio ambiente desde tempos remotos. O conhecimento dos seus muitos perigos só foi introduzido à época da revolução industrial ou petroquímica, há dois séculos atrás, depois de se investigar os efeitos dos metais na saúde.

A absorção dos metais pelo organismo humano se dá prioritariamente por inalação, seguida da ingestão e mais raramente através da pele. Pelo aparelho respiratório, os metais penetram no organismo através de poeiras e fumos. Mas a distribuição, deposição, retenção e absorção dependem das propriedades físico-químicas do material inalado (PROTEÇÃO, 1994).

O cádmio no organismo humano causa distúrbios gastrintestinais provocados por ingestão de alimentos ácidos ou bebidas contaminadas, e a pneumonite química (ROSENSTOCK, 1994). Nos rins ele acumula-se no córtex renal, provocando alterações morfológicas e funcionais (ROSENSTOCK, 1994; PROTEÇÃO, 1994). A intoxicação por chumbo leva à anemia, neuropatia periférica e a alterações cognitivas em adultos e crianças. Também

provoca complicações renais, hipertensão, doenças cerebro-vasculares, perda de apetite, distúrbios digestivos e cólicas abdominais. Já o manganês leva à desordem crônica do sistema nervoso central, conhecida como manganismo ou Parkinson manganico, e causa ainda problemas respiratórios como bronquite e pneumonia (ROSENSTOCK, 1994). O mercúrio é mais tóxico do que o chumbo e afeta o sistema nervoso, gerando alterações de comportamento, perda de memória, tremor, dormência, formigamento e alterações visuais e auditivas. O zinco tem sido responsabilizado pelo surgimento de câncer nos testículos (PROTEÇÃO, 1994).

#### **4. Considerações sobre a legislação brasileira**

A Resolução nº 257, determina que as pilhas e baterias que contenham em sua composição chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos sejam entregues pelos usuários, após seu esgotamento, aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para o seu repasse aos fabricantes ou importadores. Os estabelecimentos que comercializam pilhas e baterias e as redes de assistência técnica autorizadas pelos fabricantes e importadores ficam obrigados a receber esse material, acondicionando-o adequadamente e armazenando-o de forma segregada, até o seu repasse aos fabricantes. Para que essa resolução seja realmente aplicada, torna-se necessário alavancar meios de sensibilizar o consumidor final a não descartar no meio ambiente esses produtos e a implementação de uma logística de coleta e reciclagem de pilhas e baterias.

A partir de 1º de janeiro de 2000, a fabricação, importação e comercialização de pilhas e baterias, devem atender aos limites estabelecidos, a saber: as pilhas do tipo zinco-carbono e alcalina de manganês podem ter até 0,25 mg de mercúrio e cádmio e 4 mg de chumbo. As pilhas do tipo miniatura e botão terão até 25 mg de mercúrio. Também a partir de 22 de julho de 2000, devem constar de forma visível nas matérias publicitárias e embalagens, das pilhas e baterias, advertências sobre os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, bem como a necessidade de após seu uso serem devolvidas aos revendedores ou a rede de assistência técnica autorizada. Apenas essas e outras advertências não levarão efetivamente o consumidor a se dirigir até os pontos de venda para entregar as pilhas e baterias utilizadas.

Já em 2001, a partir de 1º de janeiro, a fabricação, importação e comercialização de pilhas e baterias deverá atender a novos limites: terão até 0,1 mg de mercúrio, 0,15 mg de cádmio e 2 mg de chumbo quando forem do tipo zinco-carbono e alcalina de manganês. Os fabricantes, os importadores, a rede autorizada de assistência técnica e os comerciantes de pilhas e baterias têm até 22 de julho de 2000 para implantarem os mecanismos operacionais para a coleta, transporte e armazenamento das mesmas. A partir de 22 de julho de 2001, os fabricantes e os importadores de pilhas e baterias ficam obrigados a implantar os sistemas de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final desses produtos, obedecendo a legislação em vigor.

Aos fabricantes e importadores cabe ainda, a identificação desses produtos através da aposição nas embalagens e, quando couber, nos produtos, de símbolo que permita ao usuário distingui-los dos demais tipos de pilhas e baterias comercializados.

Vale ressaltar que a performance ambiental de uma empresa depende da eficiência da legislação e da pressão da comunidade. Na Alemanha, um dos países líderes na utilização de tecnologias limpas (CAPRA et al., 1995), a forte legislação ambiental resultou em fonte de competitividade para as empresas alemãs. No Brasil a idéia de coleta seletiva ainda é

bastante recente – a de pilhas e baterias teve início no dia 22 de julho de 2000 e a reciclagem de apenas alguns tipos de pilhas e baterias, se dará a partir do dia 22 de julho de 2001 (CONAMA, 1999). O que fazer com o material coletado tem sido problema para muitas cidades brasileiras em função da inexistência de estrutura de coleta, do nível ainda embrionário de pesquisas na área e de poucas empresas atuando no mercado de reciclagem.

A natureza da intervenção e eficiência governamental na aplicação de instrumentos de controle e regulação ambiental é discutido por GUIMARAES et al. (1995). Segundo esses autores, as normas e leis ambientais embora tenham representado substancial progresso na política ambiental do governo brasileiro, são via de regra ineficientes e portanto não atingem muitos dos objetivos nos prazos estipulados, sendo assim economicamente ineficientes.

Argumentam esses autores que quando o poder público é incapaz de fazer cumprir de maneira eficiente as leis referentes ao meio ambiente, a empresa o fará se for pressionada pelo próprio mercado (consumidores ou pela concorrência) ou pela ação de sua consciência social. Outro fator de pressão é aquele exercido pelas comunidades locais ou de defesa do meio ambiente.

A satisfação do cliente final não pode ser medida apenas do ponto de vista de critérios econômicos. A questão do impacto ambiental deve também ser um dos principais indicadores de performance da indústria, visto que no longo prazo, os danos causados à saúde da população e ao meio ambiente são mais importantes que os ganhos obtidos através de redução de preço ou de qualquer outro indicador econômico de performance.

## 5. Conclusão

A performance ambiental de uma empresa depende da eficiência da legislação e da pressão da comunidade. Na Alemanha, Suécia, França, entre outros, a utilização de tecnologias limpas e a forte legislação ambiental resultou em fonte de competitividade para as empresas. No Brasil a idéia de coleta seletiva ainda é bastante recente – a de pilhas e baterias teve início no dia 22 de julho de 2000 e a reciclagem de apenas alguns tipos de pilhas e baterias, se dará a partir do dia 22 de julho de 2001. O que fazer com o material coletado tem sido problema para muitas cidades brasileiras em função da inexistência de estrutura de coleta, do nível ainda embrionário de pesquisas na área e de poucas empresas atuando no mercado de reciclagem.

## 5. Referências Bibliográficas

1. BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. *Sumário Mineral*. Brasília: DNPM, 1999. v. 19, p. 100-102.
2. CAPRA, F. et al. *Gerenciamento ecológico: ecomanagement*. São Paulo: Cultrix, 1995. 203p.
3. GUIMARAES, P.C.V., DEMARJOROVIC, J., OLIVEIRA, R.G. *Estratégias empresarias e instrumentos econômicos de gestão ambiental*. RAE, 1995. v. 35, n.5, p. 72-82.
4. ALLOWAY, B. J. *Heavy metal in soils*. Glasgow: Chapman & Hall, 1990. 339 p.

5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *Pilhas e Acumuladores Elétricos*. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. (NBR 7039).
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT.
7. *Pilhas Elétricas*. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. (NBR 9514).
8. BRENNIMAN, Gary R. et al. Automotive and household batteries. In: *Handbook of Solid Waste Management*. USA: McGraw-Hill, 1994. p. 9.149-162.
9. DEPLEDGE, M. H. et al. Heavy Metals. In: *Handbook of Ecotoxicology*. Sheffield – UK: Blackwell Science. 1994. cap. 5.
10. Divisão de Saúde do Trabalhador da Secretaria de Saúde do RS. Riscos dos metais. *Proteção*, v. 6, n. 30, p. 178-186, jun. 1994.
11. FISHBEIN, Bette. *Industry Program to Collect Nickel-Cadmium (Ni-Cd) Batteries*. <http://ww.informinc.org/battery.html>. maio 1998.
12. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. *IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas*. 1. ed. São Paulo: CEMPRE, 1995. 278 p.
13. LYZNICKI, James M. et al. Automotive and household batteries. In: *Handbook of Solid Waste Management*. USA: McGraw-Hill, 1994. p. 9.149 - 9.163.
14. MCMICHAEL, F. C., HENDERSON, C. Recycling batteries. *IEEE Spectrum*, p. 35-42, Feb. 1998.
15. MENDES, Athos Amós, SILVA, Jairo Leal. Minério de Manganês de Carajás para Utilização em Pilhas Eletroquímicas. *REM: R. Esc. Minas*, Ouro Preto, v. 47, n. 2, p. 112-7, abr. / jun. 1994.
16. Resolução CONAMA – 257, de 30 de junho de 1999. *Diário Oficial [Imprensa Nacional]*, Brasília, n. 139, 22 jul. 1999. Seção 1.
17. ROSENSTOCK, L., CULLEN, M. R. *Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine*. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1994. cap 30.
18. RUSSEL, John B. *Química Geral*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981. p. 585-759.
19. SCHARF, Regina. Baterias velhas voltam às fábricas. *Gazeta Mercantil*, São Paulo, 13 mar. 2000. Caderno Nacional, p. A-10.
20. SLABAUGH, W. H., PARSONS, T. D. *Química Geral*. 2.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 1983, 267 p.