

Impactos ambientais e sanitários causados por descarte inadequado de pilhas e baterias usadas



Nívea Maria Vega Longo Reidler

Consultora em Engenharia Sanitária e Ambiental da ENGEMAC – Engenharia, Indústria e Comércio Ltda.

Mestre em Saúde Pública (FSP-USP)

Especialista em:

Engenharia Ambiental

e de Saúde Pública (FSP-USP)

Controle Sanitário e Ambiental

(Stockholms Universitet – Estocolmo/ Suécia)

Tecnologia Ambiental (Kungl Tekniska

Högskolan – Estocolmo/ Suécia)

Bacharel e Licenciada em Química

E-mail: nreidler@yahoo.com

Wanda Maria Rizzo Günther

Engenheira Civil e Socióloga

Especialista em:

Engenharia de Saúde Pública

Mestre e Doutora em Saúde Pública

Professora e pesquisadora (FSP-USP)

Consultora na área ambiental

E-mail: wgunther@usp.br

RESUMO

O artigo versa sobre a investigação dos impactos ambientais e sanitários causados pelo descarte inadequado de pilhas e baterias usadas junto com o resíduo sólido comum. O estudo abrange as pilhas e baterias portáteis que contêm metais pesados e outras substâncias tóxicas que, após o uso, são consideradas como resíduos perigosos. Não foram contempladas as baterias industriais e veiculares. A legislação vigente no Brasil sobre o tema é avaliada, verificando-se sua adequação e aplicabilidade, concluindo-se que, embora recente (de 1999), há a necessidade de atualização da referida legislação. Embora nem todos os tipos de pilhas e baterias apresentem o mesmo grau de periculosidade do ponto de vista sanitário e ambiental, o estudo recomenda, para o Brasil e para todos os países em desenvolvimento, a coleta, o tratamento e a disposição final adequada de todos os tipos de pilhas e baterias usadas, eliminando, assim, a dificuldade apresentada pela segregação das mesmas por tipo.

Palavras-Chave: pilhas e baterias usadas; resíduos perigosos; resíduos especiais.

1. INTRODUÇÃO

No final da década de 1970 surgiram os primeiros sinais de alerta sobre os perigos de se descartar baterias e pilhas usadas junto com o resíduo comum. Até a década de 1980, normalmente eram utilizadas para uso doméstico as baterias em forma de bastonetes, principalmente de Zn-C, as quais, quando exauridas, eram descartadas como resíduo domiciliar. No final desta década, em alguns países da Europa, surgiu a preocupação em relação aos riscos que representa a disposição inadequada desses resíduos, o que motivou a busca de mecanismos para seu gerenciamento, visando minimizar os riscos sanitários e ambientais. Até 1985, todas as pilhas, exceto as de lítio, continham mercúrio metálico – um metal pesado, não-biodegradável, extremamente tóxico à saúde e ao ambiente – em proporções variadas (de 0,01% a 30%). Após o advento do transistor e do conseqüente surgimento de inúmeros equipamentos movidos à bateria, foram sendo desenvolvidos novos tipos de pilhas e baterias. A alta potência de alguns tipos deve-se à presença em sua composição, além de metais pesados, de outros aditivos potencialmente perigosos à saúde e ao ambiente. As novas tecnologias trouxeram consigo novas questões ambientais e sanitárias a serem estudadas que, atualmente, encontram-se amplamente debatidas e estudadas no mundo industrializado.

No Brasil, as pilhas e baterias exauridas são descartadas no lixo comum por falta de conhecimento dos riscos que representam à saúde humana e ao ambiente, ou por carência de outra alternativa de descarte. Esses produtos contêm metais pesados, como mercúrio, chumbo, cádmio, níquel, entre outros, potencialmente perigosos à saúde. Esses metais, sendo bioacumulativos depositam-se no organismo, afetando suas funções orgânicas. Outras substâncias tóxicas presentes nesses produtos podem atingir e contaminar os aquíferos freáticos, comprometendo a qualidade desses meios e seu uso posterior como fontes de abastecimento de água e de produção de alimentos.

No Brasil, até a década de 1990, não se cogitava sobre a questão da contaminação ambiental por pilhas e baterias usadas. No entanto, desde 1999, o país possui legislação específica que dispõe sobre pilhas e baterias que contêm mercúrio, chumbo e cádmio (Resoluções Conama: nº 257, de 30/06/99; e nº 263, de 12/11/99). Mas essa medida legal, embora necessária e em vigor, mostra-se insuficiente para solucionar, na prática, o problema do descarte inadequado desses resíduos. Desde sua publicação, muita informação desconhecida tem sido gerada. A origem de toda a polêmica está na generalização de que todas as pilhas e baterias usadas devem ser classificadas como resíduos perigosos. Na verdade, ainda não há estudos suficientes que comprovem a necessidade de se recolher outros tipos de pilhas e baterias, além dos especificados na referida legislação, apesar de já haver, nos países da União Européia, entre outros, forte pressão para que todos os tipos sejam coletados, tratados e dispostos adequadamente,

em razão da constante evolução da tecnologia, com utilização de novos materiais e do aumento progressivo do consumo desses produtos. Afora isso, no caso brasileiro, deve-se alertar para a questão de outros tipos de pilhas e baterias, que mesmo não contendo os metais (cádmio, mercúrio e chumbo) referidos nas Resoluções Conama em vigor, por causa do volume e da velocidade de geração de seus resíduos, como também da composição desconhecida de alguns tipos, representam atualmente problemas ambientais, tornando-se tão prejudiciais como os resíduos das pilhas e baterias regulamentadas, fato que merece um estudo com maior profundidade.

2. METODOLOGIA

Partindo-se das questões: "Seria a proibição do descarte no resíduo sólido comum de pilhas e baterias contendo cádmio, mercúrio e chumbo suficiente para assegurar a ausência de riscos ao ambiente e à saúde pública? Seria necessária a inclusão de outros tipos de pilhas e baterias na regulamentação?", optou-se por um estudo de caráter exploratório. Foi executado um levantamento dos tipos de pilhas e baterias destinadas ao consumidor, existentes no mercado da cidade de São Paulo, visando identificar o gerenciamento dado a cada tipo específico. Após identificação dos principais componentes de cada sistema químico, selecionou-se dez dos metais, considerados potencialmente perigosos – Cd; Pb; Co; Cr; Li; Mn; Hg; Ni; Ag; e Zn –, para avaliação dos impactos desses resíduos quando descartados inadequadamente, abordando-se: os efeitos e riscos ambientais à saúde, as vias de introdução no organismo e a toxicidade, para cada um deles.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pilhas e baterias podem ser classificadas de várias maneiras de acordo com seu formato, tamanho, sistema químico, se são abertas ou fechadas, removíveis ou fixadas no aparelho, entre outros. Podem ser divididas em primárias (*one way* ou pilhas descartáveis) e secundárias (baterias recarregáveis ou acumuladores). As baterias recarregáveis, isto é, fixas em alguns aparelhos, são utilizadas para "armazenar" memória em computadores portáteis, entre outras aplicações. Outra classificação refere-se à finalidade a que se destinam: para uso caseiro e geral em muitos equipamentos portáteis (domésticos e profissionais), correspondendo a 90% do mercado mundial; pilhas tipo botão: utilizadas em relógios, câmeras fotográficas, aparelhos de surdez; e outros, respondendo por 2% do mercado mundial; e recarregáveis: utilizadas em computadores portáteis, telefones celulares e sem fio, câmeras de vídeo, brinquedos, ferramentas elétricas, além de equipamentos que possuem bateria fixa em sua estrutura: correspondendo a 8% do mercado mundial (Reidler 2002). O Quadro 1 apresenta os tipos de pilhas e baterias portáteis estudados, disponíveis no mercado.

QUADRO 1: Tipos de pilhas e baterias portáteis estudados, disponíveis no mercado.

PRIMÁRIAS (descartáveis)			
Sistema químico	Espécie Reduzida (cátodo)	Espécie Oxidada (ânodo)	Eletrólito (condutor de corrente elétrica)
Zinco-carbono	MnO ₂	Zn	NH ₄ Cl
Zinco-cloreto	MnO ₂	Zn	Zn Cl ₂
Manganês (alcalino)	MnO ₂	Zn em pó	KOH
Óxido de mercúrio	HgO	Zn em pó	NaOH ou KOH
Óxido de prata	Ag ₂ O	Zn em pó	NaOH ou KOH
Zinco-ar	O ₂ (do ar)	Zn em pó	KOH
Lítio	MnO ₂	Li	alcalino ou solvente orgânico
SECUNDÁRIAS (recarregáveis)			
Níquel-cádmio	NiO ₂	Cd	NaOH ou KOH
Chumbo-ácido	PbO ₂	Pb	H ₂ SO ₄
Níquel-metal hidreto	Ni (OH) ₂	M (liga absorvente de H)	solução constituída principalmente de KOH
Lítio-íon	LiCoO ₂	carbono cristalizado	solvente orgânico otimizado por carbono

Fontes: CEMPRE (1995); CETEM (1999); ABINEE (2000); CFETEQ/RJ (2000); BYD (2001).

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DOS TIPOS DE PILHAS E BATERIAS ESTUDADAS

1. PILHAS & BATERIAS NÃO REGULAMENTADAS PELA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA, SENDO SEU DESCARTE PERMITIDO JUNTO COM RESÍDUO SÓLIDO COMUM

Zinco-carbono (Zn-C) (pilhas comuns ou de Leclanché)

Formato cilíndrico, de diversos tamanhos. Contém, em média, 0,01% de Hg, sob a forma de HgCl₂, que reage com a superfície interna do invólucro de Zn e também 0,01% de Cd (em peso), além de MnO₂, NH₄Cl e ZnCl₂, que são um tanto ácidos, portanto, corrosivos. Se a reação de oxidação durante a descarga não for uniforme, ocorre corrosão excessiva, com perfuração do invólucro e vazamento do eletrodo corrosivo.

Zinco-cloreto (Zn-Cl) (pilhas *Heavy Duty*, ou de alto desempenho)

Formato cilíndrico, de diversos tamanhos. São similares às anteriores na construção, mas possuem maior durabilidade (40% a mais), maior resistência a vazamentos e suportam maiores variações de temperatura. Contém em média 0,01% de Hg e 0,01% de Cd (em peso).

Alcalinas de manganês (Mn) (pilhas de longa duração)

Formatos cilíndrico, retangular e de botão, de diversos tamanhos. Possuem alto desempenho, qualidade elétrica superior, são mais resistentes a altas temperaturas e oferecem maior segurança contra vazamentos. Uma única pilha alcalina pode substituir 3,5 pilhas comuns, ou 2,5 pilhas do tipo *Heavy Duty*, mas são muito mais caras. Necessitam de maior quantidade de Hg que as pilhas

de Zn-C e de Zn-Cl (0,5 a 1,0% em peso). Dependendo dos padrões estabelecidos pelo país, as pilhas alcalinas contêm de 0,5 a 1% em peso de Hg. Em alguns países, praticamente quase todo o mercúrio foi eliminado das pilhas de Zn-C e Zn-Cl e das alcalinas, restando apenas 0,025% de Hg metálico, mas as alcalinas contêm significativas quantidades de Hg amalgamado com o Zn em pó.

Óxido de prata (Ag₂O) (baterias primárias de prata)

Parecidas com as de HgO, possuem cerca de 1% (em peso) de Hg. Apesar do alto teor de oxigênio, oferecem apenas uma modesta vantagem sobre as de HgO, podendo prolongar sua vida útil de 10% a 15%. Produzem voltagens mais altas que as dos sistemas de HgO, de Zn-C e de Zn-Cl, mas seu sistema é menos estável, acarretando uma diminuição de sua vida útil. São mais caras e só existem na forma de botão. Deveriam ser coletadas, tratadas e dispostas adequadamente, devido ao seu teor de mercúrio.

Zinco-ar (Zn-ar)

Seu desenvolvimento é recente e vêm, gradativamente, substituindo as baterias primárias de HgO, só existindo na forma de botão. Possuem maior capacidade energética e são menos poluentes, mas o sistema apresenta uma série de problemas: as impurezas presentes no ar, de acordo com as condições climáticas e o local, podem interferir em seu funcionamento; devem permanecer lacradas até sua utilização, para não descarregar prematuramente. Contém cerca de 1% (em peso) de Hg. Deveriam ser coletadas, tratadas e dispostas adequadamente, devido ao teor de mercúrio.

Lítio (Li)

Formatos cilíndrico ou de botão. Isentas de Hg e de Cd, apresentando longa durabilidade. Oferecem o dobro de voltagem em relação aos demais tipos. O Li tem alto potencial eletroquímico e

baixo peso (30 vezes < que o do Pb). Essas pilhas deveriam ser coletadas, tratadas e dispostas adequadamente, devido a várias substâncias tóxicas presentes em seu sistema.

Níquel-metal hidreto (Ni-MH)

De formato cilíndrico e prismático, as baterias recarregáveis de Ni-MH tiveram grande penetração no mercado em pouco tempo, principalmente na telefonia celular. Possuem aproximadamente o dobro da densidade de energia e uma voltagem de operação similar às baterias de Ni-Cd (proporcionando capacidade cerca de 30% maior). O eletrodo de níquel é bem mais volumoso. Sabe-se, extra-oficialmente, que a liga de MH é composta basicamente por quatro metais: níquel, vanádio, titânio e nióbio, os quais formam hidretos superficiais transitórios, que fazem o papel do cádmio na tradicional bateria de Ni-Cd. Outras baterias utilizam como componentes da liga MH, metais extremamente tóxicos como: cromo, estanho, antimônio, alumínio, cobalto, zircônio, germânio, lantânio e seus compostos, entre outros, tornando-as muito mais caras do que as de Ni-Cd. Têm longa vida útil e são isentas de cádmio e, praticamente, isentas de mercúrio. Teoricamente, são consideradas menos agressivas ao ambiente que as baterias de Ni-Cd, mas devido à sua crescente produção constituem problema para o gerenciamento dos resíduos sólidos, devido à alta concentração de níquel que apresentam. Quando exauridas, deveriam ser segregadas, armazenadas, tratadas e dispostas adequadamente, apesar de a legislação brasileira não exigir tais procedimentos.

Lítio-ion (Li-ion)

Nova bateria recarregável para proporcionar maior densidade de energia e suprir as necessidades de equipamentos cada vez menores e mais leves, com produtos menos agressivos, portanto são menos poluentes. Apresentam quatro formatos: cilíndrica, concha prismática, prismática de alumínio com cantos arredondados e prismática de concha de aço. São largamente utilizadas para aplicações trifásicas, como: computadores pessoais, telefones celulares, equipamentos eletrônicos portáteis, câmeras de vídeo, etc. Deve-se evitar: altas temperaturas, vazamentos de líquidos, ondas eletromagnéticas, impactos mecânicos, incineração e outras condições anormais de segurança, pois correm riscos de explosão ou de vazamento. Deveriam ser coletadas, armazenadas, tratadas e dispostas adequadamente, mesmo quando exauridas, apesar de a legislação brasileira não exigir tais procedimentos.

2. PILHAS & BATERIAS REGULAMENTADAS PELA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Óxido de mercúrio (HgO) (Ruben-Mallory)

Diversos tamanhos, nos formatos: cilíndrico, retangular e, principalmente, de botão. Contém alto teor energético por unidade

de peso ou volume, devido ao alto teor de oxigênio. Pesam cerca de 2,5g, sendo 30% do seu peso total constituído por Hg inorgânico. Apresentam vantagens como: vida longa, alta densidade de energia, boa estabilidade e liberação instantânea de grande intensidade de energia. Basta a presença de uma única pilha de HgO, em seis toneladas de resíduos, para ultrapassar o limite do teor de Hg no resíduo sólido urbano permitido pela Legislação Federal dos EUA (U.S. EPA, 2002). Parte do Hg contido nessas baterias apresenta-se sob sua forma mais tóxica, o metilmercúrio. Devem ser coletadas, tratadas e dispostas adequadamente. Porém, não existe no país nenhum controle, ou alguma ação prática a esse respeito.

Níquel-cádmio (Ni-Cd)

Com largo campo de aplicação, são de dois tipos: baterias abertas – grandes unidades (não contempladas nesta pesquisa); e baterias de Ni-Cd recarregáveis, portáteis, lacradas, de gás comprimido, fabricadas nos formatos de botão e cilíndrico. A porcentagem de Cd é menor do que a do Ni e representa cerca de 15% do peso total. Possuem excelentes características técnicas e funcionam mesmo em condições extremas de temperatura. Eficientes e seguras, não necessitam de manutenção. São mais baratas do que as de Ni-MH e que as de Li-ion, mas são afetadas por: corrente, tempo de carga, temperatura, tempo de uso e outros fatores. Para carregá-la deve-se antes descarregá-la completamente, a fim de não reduzir sua vida útil, devido ao efeito memória que apresentam. Têm longa vida útil, sendo extremamente econômicas. Podem explodir, se houver aumento de pressão em seu interior, resultando em sobrecarga, curto-circuito ou carga reversa, devido ao uso inadequado. Quando exauridas, transformam-se em resíduos perigosos, devendo ser segregadas, armazenadas, tratadas e dispostas adequadamente, mas apenas parte das baterias de celular é coletada.

Chumbo-ácido (Pb-ácido)

Formato cilíndrico e prismático. Os materiais ativos são o Pb metálico e o PbO. Têm aplicações semelhantes às de Ni-Cd e, apesar de menor eficiência, apresentam a vantagem do baixo custo. Do ponto de vista sanitário e ambiental, o Pb é tão prejudicial quanto o Cd. Quando esgotadas, devem ser segregadas, armazenadas, tratadas e dispostas adequadamente, mas, atualmente, nem são coletadas.

Todos os tipos de pilhas e baterias encontrados contêm Hg, com exceção das de Li. O Hg está presente nelas em quantidades variadas, dependendo das necessidades do sistema. A função do Hg, nas pilhas que não o utilizam como eletrodo, é de armazenar as impurezas contidas em suas matérias primas, as quais geram gases que podem prejudicar seu desempenho e segurança. Este metal funciona como elemento passivo de inibição, controlando

