



team
FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE



Plano de
Gerenciamento Integrado
de Resíduos Pilhas,
Baterias e Lâmpadas

PGIRPBL

Eualdo Lima Pinheiro
Márcio Augusto Pinheiro
Rosana Gonçalves Ferreira Franco
Tânia Cristina de Souza

Belo Horizonte, novembro de 2009



Publicado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam e
pela Fundação Israel Pinheiro – FIP (Termo de Parceria 22/2008)

Governador do Estado de Minas Gerais
Aécio Neves da Cunha

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
José Carlos Carvalho

Presidente da Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam
José Cláudio Junqueira Ribeiro

Vice-presidente da Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam
Gastão Vilela França Filho

Diretoria de Qualidade e Gestão Ambiental da Feam
Zuleika S. Chiachio Torquetti

Gerente de Saneamento Ambiental da Feam
Francisco Pinto da Fonseca

Diretora Executiva do Centro Mineiro de Referência em Resíduos – CMRR
e Supervisora do Termo de Parceria 22/2008
Denise Marília Bruschi

Coordenação Geral do Minas sem lixões / Fundação Israel Pinheiro – FIP
Magda Pires de Oliveira e Silva

Coordenação Técnica do Minas sem lixões / Fundação Israel Pinheiro – FIP
Eualdo Lima Pinheiro, Luiza Helena Pinto, Renato Rocha Dias Santos

Fotos: Divulgação FIP

Revisão: Leila Maria Rodrigues

Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam
Rua Espírito Santo, 495 – Centro – 30.160-000 – Belo Horizonte/MG
Tel.: (31) 3219.5730 – fteam@fteam.br / www.fteam.br

Programa Minas sem lixões
Fundação Israel Pinheiro – FIP
Av. Belém, 40 – Esplanada – 30.285-010 – Belo Horizonte/MG
Tel.: (31) 3281.5845 – minassemlixoes@israelpinheiro.org.br
www.israelpinheiro.org.br

Pinheiro, Eualdo Lima

Plano de gerenciamento integrado de resíduos pilhas, baterias e lâmpadas
- PGIRPBL / Eualdo Lima Pinheiro, Márcio Augusto Monteiro, Rosana Gonçalves Ferreira Franco. -- Belo Horizonte : Fundação Estadual do Meio Ambiente : Fundação Israel Pinheiro, 2009.

36 p. ; il.

Inclui referências.

1. Resíduo sólido urbano. 2. Pilhas. 3. Baterias. 4. Lâmpadas. I. Título. II. Monteiro, Márcio Augusto. III. Franco, Rosana Gonçalves Ferreira. IV. Programa Minas Sem Lixões. VI. Fundação Estadual do Meio Ambiente.

CDU - 628.4:621.352

Sumário

1.	Apresentação	4
2.	Introdução	6
3.	Definições e Classificação.....	7
3.1.	Pilhas e Baterias.....	7
3.1.1	Reciclagem	9
3.1.2	Processo Pirometalúrgico	10
3.1.3	Processo Hidrometalúrgico	10
3.1.4	Reciclagem das Baterias Recarregáveis.....	10
3.1.5	Produtos Obtidos a partir da Reciclagem	10
3.2.	Lâmpadas	11
3.3.	Classificação Quanto à Destinação Final.....	13
3.3.1	Pilhas e Baterias.....	13
3.3.2	Lâmpadas	14
3.4.	Implicações dos Metais Pesados na Saúde e no Meio Ambiente	16
4.	Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos	18
5.	Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Pilhas, Baterias e Lâmpadas – PGIRPBL	21
5.1.	Pontos de Coleta.....	21
5.2.	Procedimentos de Acondicionamento no Local da Coleta.....	21
5.3.	Transporte	23
5.4.	Armazenamento	23
5.5.	Destinação Final	25
5.6.	Sugestões para Gerenciamento do Programa.....	25
5.7.	Implantação	27
6.	Monitoramento	28
6.1.	Possíveis Indicadores	28
7.	Fontes de Financiamento	31
8.	Legislação	32
8.1.	Pilhas e Baterias.....	32
8.2.	Lâmpadas de Mercúrio.....	32
9.	Empresas Instaladas no Brasil que Trabalham com Reciclagem de Pilhas e Baterias	33
10.	Empresas Instaladas no Brasil que Trabalham com Reciclagem de Lâmpadas.....	33
11.	Empresas Instaladas no Brasil Detentoras de Aterro Industrial	34
12.	Referências	35

1. Apresentação

Com o objetivo de orientar os municípios mineiros na gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos, a Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam lança, em parceria com a Fundação Israel Pinheiro – FIP, a coletânea Minas sem lixões, composta pelas publicações

- Plano de Gerenciamento Integrado de Coleta Seletiva – PGICS
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Plásticos – PGIRP
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Pilhas, Baterias e Lâmpadas – PGIRPBL
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos – PGIREEE
- Plano de Gerenciamento Integrado de Óleo de Cozinha – PGIOC
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Pneumáticos – PGIRP
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Vítreos – PGIRV
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção Civil – PGIRCC
- Orientações Básicas para Encerramento e Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos

Criado em 2003 pela Feam, o programa Minas sem Lixões, integrado em 2007 ao Projeto Estruturador Resíduo Sólido, tem como meta, até 2011, viabilizar o atendimento de, no mínimo, 60% da população urbana

com sistemas de tratamento e destinação final adequados de resíduos sólidos urbanos, além de atuar para o fim dos lixões em 80% dos 853 municípios mineiros.

Para alcançar esses resultados, o Projeto promove diversas ações, de maneira a incentivar e orientar os municípios mineiros na elaboração e implementação do Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos, conforme determinado pela Lei 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Na busca de soluções, uma das estratégias é o apoio na criação de consórcios intermunicipais, com os objetivos de reduzir custos e formar parcerias estratégicas para a melhoria da qualidade ambiental da região. Outra importante iniciativa é a inserção de pessoas em situação de vulnerabilidade social nos programas de coleta seletiva, voltados para geração de trabalho e renda, além do resgate da cidadania.

Em seis anos, Minas Gerais registrou um crescimento de quase 200% no número de habitantes atendidos por sistemas adequados de disposição final de resíduos. Mais do que números, esse indicador sinaliza a mudança de paradigma do poder público e de comportamento da população.

Nesse contexto, a Feam vem fomentando pesquisas para novas rotas tecnológicas voltadas para a reutilização, reciclagem e geração de energia renovável a partir da utilização dos resíduos. Mas, antes de tudo, devemos refletir sobre o consumo consciente. Estamos diante de grandes inovações, mas para alcançarmos nossos objetivos é preciso que os municípios e cidadãos participem conosco na construção do futuro sustentável. Bom trabalho a todos!

José Cláudio Junqueira
Presidente da Feam

2. Introdução

Nas últimas décadas, o desenvolvimento da indústria eletroeletrônica tem trazido muitos benefícios à humanidade, nos mais variados segmentos. Um exemplo é o conforto proporcionado pelo uso de aparelhos portáteis, movidos a pilhas ou baterias, tornando o uso prático e econômico.

Outro exemplo surge da necessidade da utilização da iluminação artificial pelo homem moderno, seja para trabalho, estudo, lazer ou moradia. Para atender a essa necessidade, existe no mercado uma diversidade de modelos e tipos de lâmpadas para consumo.

No entanto, esse avanço também traz efeitos colaterais, como a geração de resíduos de pilhas, baterias e lâmpadas de mercúrio. Alguns desses produtos possuem em sua constituição metais pesados que, ao serem descartados no lixo comum, podem provocar danos ao meio ambiente e à saúde pública. Dessa forma, é atribuída a todos – fabricantes/importadores, distribuidores/revendedores e consumidores – a responsabilidade pós-consumo.

Este caderno técnico tem como objetivo apresentar diretrizes básicas para elaboração e implantação do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Pilhas, Baterias e Lâmpadas – PGIRPBL, apresentando alternativas para geração de renda e inclusão social.

3. Definições e Classificação

Para o gerenciamento correto de pilhas, baterias e lâmpadas, o primeiro passo é conhecer as características desses produtos, pois, uma vez descartados, podem originar resíduos potencialmente perigosos à saúde humana e ao meio ambiente.

3.1. Pilhas e Baterias

Definem-se pilhas e baterias como sendo usinas portáteis que transformam energia química em energia elétrica e se apresentam sob várias formas (cilíndricas, retangulares, botões), conforme a finalidade a que se destinam. São classificadas de acordo com seus sistemas químicos.

Podem ser divididas em primárias (descartáveis) e secundárias (recarregáveis). As pilhas e baterias mais consumidas no Brasil encontram-se listadas no Quadro 1, para as quais foram identificadas as suas principais utilizações.

Quadro 1 – TIPOS DE PILHAS E BATERIAS MAIS COMUNS NO BRASIL

Tipo	Espécie Reduzida¹	Espécie Oxidada²	Eletrolito³	Formatos	Uso Comum
zinco carvão	MnO ₂	Zn	cloreto de zinco ou amônio	cilíndrico	brinquedos, lanternas, walkman, controle remoto etc.
alcalina	MnO ₂	Zn	alcalino	cilíndrico	brinquedos, lanternas, walkman, controle remoto etc.
lítio	Não Espec.	Li	alcalino ou solvente orgânico	vários	relógios e equipamentos fotográficos
óxido de mercúrio	HgO	Zn	alcalino	botão	aparelhos auditivos e equipamentos fotográficos
óxido de prata	Ag ₂ O	Zn	alcalino	botão	relógios eletrônicos e calcadoras
zinc ar	O ₂	Zn	alcalino	botão	aparelhos auditivos e equipamentos fotográficos
níquel cádmio	NiO ₂	Cd	alcalino	vários	celulares, ferramentas eletroportáteis sem fio
chumbo ácido	PbO ₂	Pb	H ₂ SO ₄	retangular	baterias automotivas, luzes de emergência, sistemas de alarme e equipamentos hospitalares

Fontes: Cempre, Cetem e Abinée

1 – Espécie química que ganha elétrons

2 – Espécie química que perde elétrons

3 – Substâncias que, quando dissolvidas em solução aquosa, são capazes de conduzir corrente elétrica

TIPOS DE BATERIA	PRINCIPAIS USOS
	Bateria automotiva, indústrias etc.
	Baterias industriais
	Baterias utilizadas em aparelhos celulares, notebook
	Bateria botão

3.1.1 Reciclagem

Têm sido realizadas pesquisas de modo a desenvolver processos para reciclar as baterias usadas ou, em alguns casos, tratá-las para uma disposição segura. Os processos de reciclagem de pilhas e baterias podem seguir três linhas distintas: a baseada em operações de tratamento de minérios, a hidrometallúrgica e a pirometallúrgica. Algumas vezes, esses

processos são específicos para a reciclagem de pilhas, outras vezes, as pilhas são recicladas juntamente com os outros tipos de matérias.

Apesar de serem constituídas de metais pesados, as baterias de Ni–Cd são recicláveis. Entretanto, a reciclagem nem sempre é considerada economicamente viável devido à constante flutuação do preço do cádmio. Portanto, estudam-se novas alternativas.

3.1.2 Processo Pirometalúrgico

Inicia-se com a desmontagem da bateria e a separação da carcaça, pilhas e circuito eletrônico. As pilhas são encaminhadas aos fornos para extração de compostos orgânicos e, em seguida, para a destilação.

Na destilação, o cádmio é evaporado, condensado e depois solidificado em barras, vendidas aos fabricantes de pilhas e baterias. A escória do forno são resíduos de aço e níquel, encaminhados para siderúrgicas para serem utilizadas na produção de aço inoxidável.

3.1.3 Processo Hidrometalúrgico

As baterias são desmontadas para separar as carcaças, o circuito e as pilhas. As pilhas são trituradas e dissolvidas em meio ácido. Depois, é realizada uma extração dos solventes, seguida de precipitação.

3.1.4 Reciclagem das Baterias Recarregáveis

Os resíduos de baterias de chumbo ácido possuem valor agregado, tornando a reciclagem economicamente viável. Esse processo é realizado por meio da fusão do chumbo em fornos, onde são adicionados produtos para a redução dos óxidos do metal.

A etapa seguinte é o refino, no qual os procedimentos e processos irão depender da aplicação do produto final, podendo ser uma liga de chumbo ou chumbo refinado livre de condicionantes.

3.1.5 Produtos Obtidos a partir da Reciclagem

Segundo a Abinee, os principais produtos comercializados a partir do processo de recuperação são:

- cádmio metálico; com pureza superior a 99,95% (é vendido para as empresas que produzem baterias);
- óxidos metálicos;
- cloreto de cobalto;
- chumbo refinado e suas ligas;
- resíduos contendo aço e níquel utilizados em siderúrgicas;
- níquel e ferro utilizados na fabricação de aço inoxidável.

3.2. Lâmpadas

Existe no mercado uma grande diversidade de lâmpadas com várias tecnologias de iluminação, tonalidades, tamanhos e poder luminoso, sendo classificadas de acordo com seu modo de funcionamento. Os tipos principais são as lâmpadas de descarga e lâmpadas incandescentes.

- **lâmpadas fluorescentes de descarga:** utilizam um processo de descarga de corrente elétrica, conduzida por uma substância volátil (mercúrio líquido ou um gás). Os tipos de lâmpadas fluorescentes são:



Lâmpadas de descarga à baixa pressão do tipo tubular, circular e compacta, respectivamente



Lâmpadas de descarga à alta pressão do tipo Luz Mista, vapor de sódio e vapor metálico, respectivamente

- **lâmpadas incandescentes:** utilizam um processo de irradiação termal, que consiste no aquecimento de um filamento de tungstênio ou no aquecimento de um filamento de tungstênio e um gás (halógeno).



A lâmpada incandescente pode ter seu destino final em aterros sem restrições de contaminação ambiental por elementos tóxicos. Contudo, deve-se sempre pensar que a reciclagem é o melhor caminho para a destinação final de qualquer resíduo.

3.3. Classificação Quanto à Destinação Final

3.3.1 Pilhas e Baterias

Quadro 2 – PILHAS E BATERIAS DESTINADAS A ATERROS SANITÁRIOS LICENCIADOS

TIPO / SISTEMA	DESTINO
comuns e alcalinas	aterro sanitário licenciado
zinco/manganês - alcalina/manganês	aterro sanitário licenciado
especial – niquelmetahidreto (NIMH)	aterro sanitário licenciado
especial – íons de lítio	aterro sanitário licenciado
especial – zinco-ar	aterro sanitário licenciado
especial – lítio	aterro sanitário licenciado
pilhas especiais do tipo miniatura, de vários sistemas	aterro sanitário licenciado

Quadro 3 – PILHAS E BATERIAS DESTINADAS AO RECOLHIMENTO, PARA POSTERIOR TRATAMENTO

TIPO / COMPOSIÇÃO	APLICAÇÃO MAIS USUAL
bateria de chumbo ácido*	indústrias, automóveis, filmadoras
pilhas e baterias de níquel cádmio*	telefone celular, telefone sem fio, barbeador e outros aparelhos que usam pilhas e baterias recarregáveis
pilhas e baterias de óxido de mercúrio*	instrumentos de navegação e aparelhos de instrumentação e controle

*Não é permitida a disposição final deste material em aterro sanitário

3.3.2 Lâmpadas

A Net Resíduos, instituição de Portugal, realizou um estudo sobre os riscos inerentes ao uso das lâmpadas, com base nas legislações vigentes na União Européia. Nesse estudo, foi feita a distinção dos tipos de lâmpadas existentes em duas categorias, a saber:

- **lâmpadas não potencialmente perigosas para o meio ambiente:** lâmpadas incandescentes;
- **lâmpadas potencialmente perigosas para o meio ambiente:** lâmpadas contendo mercúrio.

Os Quadros 4 e 5, abaixo, apresentam o resultado dessa classificação. Existem pelo menos 12 elementos que são utilizados em lâmpadas que podem originar impactos ambientais negativos – mercúrio, antimônio, bário, chumbo, cádmio, índio, sódio, estrôncio, tálio, vanádio, ítrio e elementos de terras raras (ETR).

Quadro 4 – LÂMPADAS NÃO POTENCIALMENTE PERIGOSAS PARA O AMBIENTE

LÂMPADAS INCANDESCENTES	TIPOS	FUNCIONAMENTO	COMPONENTES	USOS
	sem halógeno	irradiação termal	vidro, metal (alumínio), tungstênio, criptônio, xenônio	espelhos, quadros, mobiliário de cozinha, áreas sociais, exteriores
	tungstênio - halógeno	irradiação termal	vidro de quartzo, metal (alumínio), tungstênio, criptônio, xenônio, bromo, cloro, flúor, iodo, halogênio - hidrog (insignif)	museus, hotéis, restaurantes, campos do desporto, parques de estacionamento, jardins públicos, pistas de aeroportos

Fonte: Net Resíduos

Quadro 5 – LÂMPADAS POTENCIALMENTE PERIGOSAS PARA O AMBIENTE

TIPOS	FUNCIONAMENTO	COMPONENTES	USOS
lâmpadas descarga fluorescentes	descarga de corrente elétrica	vidro, metal (alumínio), mercúrio (10mg), fósforo, antimônio, estrôncio, tungstênio, argão, índio bário, ítrio, chumbo	áreas residenciais, parques, grandes áreas de superfície, hospitais, teatros, anúncios
vapor de mercúrio de alta pressão	descarga de corrente elétrica	vidro, metal (alumínio), mercúrio, gases inertes, estrôncio, bário, ítrio, chumbo, vanádio	iluminação de entradas, decoração interior, centros comerciais, vias de trânsito, instalações fabris
vapor metálico	descarga de corrente elétrica	vidro, metal (alumínio), sal de sódio, mercúrio, iódeos de metal, gases inertes, céssio, estanho, tálio, estrôncio, bário, ítrio, chumbo, vanádio	zonas abertas, recintos desportivos, zonas industriais, iluminação pública
vapor de sódio de alta pressão	descarga de corrente elétrica	vidro, metal (alumínio), gás de sódio, gases inertes, mercúrio (pequenas quantidades), bário, ítrio, chumbo, estrôncio, vanádio	zonas industriais, ruas, exposições, pontes, linhas de comboio, estradas, túneis, indústria pesada
vapor de sódio de baixa pressão	descarga de corrente elétrica	vidro, alumínio, sódio, mercúrio, gases inertes	iluminação pública (autoestradas, túneis, parques de estacionamento)
sódio – xénon	descarga de corrente elétrica	vidro, alumínio, sódio, mercúrio, gases inertes	ruas, passeios, largos, parques, áreas residenciais, estâtuas

Lâmpadas descarga fluorescentes

Lâmpadas de descarga de baixa pressão
Lâmpadas não fluorescentes

Fonte: Net Resíduos

3.4. Implicações dos Metais Pesados na Saúde e no Meio Ambiente

As pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes configuram-se em uma, dentre várias outras, fonte de metais, oriundos de objetos que constituem os resíduos sólidos urbanos. Porém, podem contribuir de forma significativa para a contaminação do meio ambiente por conterem, em sua composição, inúmeras substâncias químicas, como metais pesados – chumbo, cádmio e mercúrio.

A definição encontrada em dicionários técnicos para metais pesados é a de elementos químicos com densidade acima de 4 g/cm³ ou 5 g/cm³. Entre os ecotoxicologistas, no entanto, o termo metal pesado é usado para aqueles 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.

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. No Quadro 6 são apresentados os metais, sua procedência e seus efeitos no ser humano.

Quadro 6 – METAIS, PROCEDÊNCIA E EFEITOS NOS SERES HUMANOS

METAIS	DE ONDE VEM	EFEITOS
Alumínio	produção de artefatos de alumínio, serralheria, solgadaria de medicamentos (antiácidos) e tratamento convencional de água	anemia por deficiência de ferro, intoxicação crônica
Arsênio	metalurgia, manufatura de vidros e fundição	câncer (seios)
Cádmio	soldas, tabaco, baterias e pilhas	câncer de pulmões e próstata, lesão nos rins
Chumbo	fabricação e reciclagem de baterias de autos, indústria de tintas, pintura em cerâmica, soldagem	saturismo (cólicas abdominais, tremores, fraqueza muscular, lesão renal e cerebral)
Cobalto	preparo de ferramentas de corte e furadoras	fibrose pulmonar (endurecimento do pulmão)
Cromo	indústrias de corantes, esmaltes, tintas, lugas com aço e níquel, cromagem de metais	asma (bronquite) e câncer
Fósforo Amarelo	veneno para baratas, rodenticidas (tipo de inseticida usado na lavoura)	náuseas, gastrite, odor de alho, fezes e vômitos fosforescentes, dor muscular, torpor
Mercúrio	moldes industriais, certas indústrias de cloro-soda, garimpo de ouro, lâmpadas fluorescentes	intoxicação do sistema nervoso central
Níquel	baterias, aramados, fundição e niquelagem de metais, refinarias	câncer de pulmão e seios paranasais
Fumos metálicos	vapores (de cobre, cádmio, ferro, manganês, níquel e zinco) da soldagem industrial ou da galvanização de metais	febre, tosse, cansaço e dores musculares

4. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos

Adestinação final adequada dos resíduos sólidos urbanos constitui um dos maiores problemas da sociedade moderna, já que a sua composição tem-se modificado muito ao longo dos últimos anos e a geração de lixo tem crescido surpreendentemente, sobretudo nos países em desenvolvimento.

Esses dois fatores associados têm criado uma necessidade de se buscar novos conceitos e soluções, dentro de uma visão de sustentabilidade abrangente e comprometida com a proteção ambiental. A nova abordagem ambiental e técnica preconiza a elaboração de Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos – PGIRSU, propiciando a caracterização e a quantificação dos resíduos gerados, visando a obter serviços com mais qualidade, com custos reduzidos e aplicação de ações que incentivem a redução, a reciclagem e o reaproveitamento.

A geração de resíduos ocorre em quantidades e composições que variam de acordo com o nível de desenvolvimento econômico da população e de diferentes aspectos culturais e sociais, dentre outras características locais. As principais categorias de resíduos urbanos estão descritas no quadro a seguir.

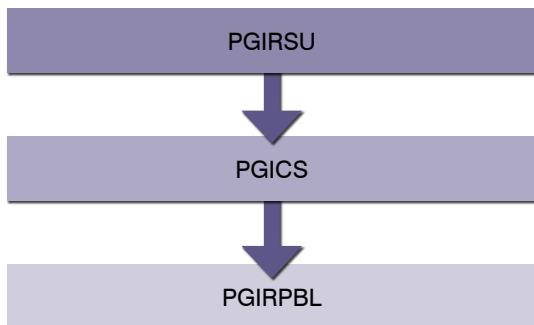
Quadro 7 – CATEGORIA DE RESÍDUOS URBANOS E EXEMPLIFICAÇÃO

CATEGORIA	EXEMPLOS
Matéria Orgânica	Restos alimentares, podas de árvores etc.
Plástico	Sacos, sacolas, embalagens de refrigerantes, água e leite, recipientes de produtos de limpeza e higiene, esponjas, isopor, utensílios de cozinha, látex, copos descartáveis, brinquedos etc.
Papel e papelão	Caixas, revistas, jornais, cartões, papel, cadernos, livros, pastas, cartolinhas, papéis de embalagens etc.
Vidro	Copos, garrafas de bebidas, pratos, espelho, embalagens de produtos de limpeza, de beleza e alimentícios etc.
Metal ferroso	Palha de aço, alfinetes, agulhas, embalagens de produtos alimentícios etc.
Metal não ferroso	Latas de bebida, restos de cobre e de chumbo, fiação elétrica etc.
Madeira	Caixas, tábuas, palitos de fósforo, palitos de picolé, tampas, móveis etc.
Panos, trapos, couro e borracha	Roupas, panos de limpeza, pedaços de tecido, bolsas, mochilas, sapatos, tapetes, luvas, cintos, balões etc.
Contaminante químico	Pilhas, medicamentos, lâmpadas, inseticidas, raticida, colas em geral, cosméticos, vidro de esmaltes, embalagens de produtos químicos, latas de óleo de motor, latas com tintas, embalagens pressurizadas, canetas com carga, papel carbono, filme fotográfico, equipamentos eletroeletrônicos etc.
Contaminante biológico	Papel higiênico, cotonetes, algodão, curativos, gazes e panos com sangue, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos, seringas, lâminas de barbear, cabelos, cera de depilação, embalagens de anestésicos, luvas etc.
Pedra, terra e cerâmica	Vasos de flores, pratos, restos de construção, terra, tijolos, cascalho, pedras decorativas etc.
Diversos	Velas de cera, restos de sabão e sabonete, carvão, giz, pontas de cigarro, rolhas, cartões de crédito, embalagens longa vida, embalagens metalizadas, sacos de aspirador de pó, óleo de cozinha e materiais de difícil identificação.

Fonte: PESSIN, 2002

A gestão integrada de resíduos é um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal deve desenvolver com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, transportar, segregar, tratar e dispor o lixo.

O Plano de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Pilhas, Baterias e Lâmpadas – PGIRPBL deve estar inserido no Plano de Gerenciamento Integrado de Coleta Seletiva – PGICS que, por sua vez, integra o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos – PGIRSU, conforme fluxograma abaixo:



O PGIRPBL irá descrever especificamente a legislação existente, definições e ações referentes aos processos de coleta, transporte, armazenamento e destinação final dos resíduos pilhas, baterias e lâmpadas.

5. Plano de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Pilhas, Baterias e Lâmpadas – PGIRPBL

O objetivo deste tópico é fornecer subsídios para implementar a coleta seletiva, transporte, armazenamento e destinação final de pilhas, baterias e lâmpadas, em atendimento ao estabelecido na Resolução Conama 401/08 (pilhas e baterias), na Lei Estadual 13.766, de 2000, (pilhas, baterias e lâmpadas) e na Lei Estadual 18.031, de 2009 (resíduos especiais e perigosos).

A política que deve ser adotada para o PGIRPBL é a de **GESTÃO COMPARTILHADA**, em que se define a cadeia de responsabilidades, cabendo atribuições aos fabricantes/importadores, distribuidores/revendedores e consumidores.

5.1. Pontos de Coleta

As caixas coletooras deverão ser distribuídas entre organizações como postos de combustível, redes autorizadas, shoppings, empresas, escolas, URPVs – Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes, cooperativas de catadores, Locais de Entregas Voluntárias – LEVs, Pontos de Entregas Voluntárias – PEVs etc.

Nos estabelecimentos em que pilhas, baterias e lâmpadas são comercializadas, sugere-se que as caixas coletooras estejam dispostas em locais de grande visibilidade, identificadas com instruções sobre o descarte correto no interior dos estabelecimentos.

5.2. Procedimentos de Acondicionamento no Local da Coleta

Para pilhas e baterias, o recipiente deve ser resistente, devido ao peso do material que será ali depositado. As caixas devem ser de materiais não condutores de eletricidade. Adverte-se para a não utilização de tambores ou contêineres metálicos, de modo a evitar a formação de curto circuitos e vazamentos precoces da pasta eletrolítica, o que tornará a manipulação do material mais difícil.



Modelos das caixas utilizadas

Para lâmpadas, sugere-se aproveitar as embalagens originais para seu acondicionamento. Caso não seja possível, deverão ser utilizados papelão, papel ou jornal e fitas colantes resistentes para envolvê-las, protegendo-as contra choques.



Modelos das caixas utilizadas

As lâmpadas quebradas ou danificadas devem ser armazenadas separadamente das demais, em recipientes fechados, revestido internamente com saco plástico e devidamente identificado. Importante: o manu-

seio de lâmpadas quebradas (casquilhos) deve ser realizado com uso de Equipamentos de Proteção Individual – EPIs.

5.3. Transporte

Deve-se aproveitar o sistema de coleta já existente no município, implementando nos caminhões coletores de lixo recipientes para colocação dos resíduos de pilhas, baterias e lâmpadas. O material coletado deverá ser encaminhado para uma central de armazenamento, a ser definida pelo município. Uma vez armazenados contatar o fabricante e/ou importador para destinação correta do material.

Todo o material transportado deverá estar em condições de acondicionamento apropriadas, para que não cause nenhum dano ao meio ambiente e à saúde do trabalhador.

O transporte dos locais de coleta, para a central de armazenamento provisória, deverá ser realizado periodicamente para que não acumule grandes quantidades. A frequência de coleta dependerá da necessidade de cada município.

Os trabalhadores envolvidos no transporte das pilhas, baterias e lâmpadas devem usar Equipamentos de Proteção Individual – EPIs.

5.4. Armazenamento

O armazenamento consiste na contenção temporária de resíduos em área autorizada pelas instituições governamentais, enquanto se aguarda o alcance do volume mínimo viável à destinação final. As centrais de armazenamento podem ser compartilhadas por diversos municípios por meio da formalização de consórcios intermunicipais, objetivando a minimização dos custos de implantação.

O local para armazenamento das pilhas, baterias e lâmpadas usadas deverá ser coberto e bem ventilado, protegido do sol e das chuvas, a fim de que o material seja mantido seco.

O armazenamento das pilhas, baterias e lâmpadas deverá atender

à norma NBR12235-04/1992 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos – ABNT.

Atualmente, existem soluções de sistemas portáteis para o descarte adequado das lâmpadas fluorescentes queimadas, nos quais se armazem todos os componentes das lâmpadas, separando-os e possibilitando a reutilização de seus resíduos. Um deles é composto de tambor de 200 litros, sistema interno de aspiração e filtragem de gases, sistema eletrônico de contagem de lâmpadas, controle de vida útil de filtros e desligamento automático. Por ser portátil, reduz custos de transporte para as empresas de descontaminação, além da diminuição do espaço na estocagem, uma vez que o vidro da lâmpada é triturado.



Sistema portátil de acondicionamento de lâmpadas

O acondicionamento correto de lâmpadas deve ser em recipientes que as proteja contra impactos accidentais e auxilie no transporte para serem descontaminadas/tratadas.



Modelo de contêiner utilizado pela empresa Apliquim

Os recipientes para acondicionamento de pilhas e baterias devem ter resistência física a pequenos impactos, durabilidade, estanqueidade e adequação com o equipamento de transporte.



Bombonas de PVC

Todo e qualquer recipiente utilizado no acondicionamento das pilhas e baterias deve ser rotulado para possibilitar a identificação do material ali presente. Caso as pilhas e baterias sejam segregadas de acordo com seus sistemas químicos em diferentes bombonas plásticas, deve-se inserir no rótulo de cada uma delas o tipo de pilha/bateria, período de recolhimento, responsável e destino final.

5.5. Destinação Final

De acordo com a Resolução Conama 401/08, as pilhas e baterias que atenderem aos limites previstos poderão ser dispostas com os resíduos domiciliares em aterros sanitários e industriais licenciados. Cabe mencionar que a referida Resolução determina que os fabricantes e os importadores de pilhas e baterias ficam obrigados a implantar os sistemas de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final, obedecida à legislação em vigor, o que define a participação obrigatória deles no PGIRPBL.

Em relação às lâmpadas, as alternativas existentes para a destinação final e/ou tratamento estão relacionadas abaixo e deve ser realizada por empresas especializadas e licenciadas, uma vez que são processos que necessitam de equipamentos especiais:

- disposição em aterros industriais (com ou sem um pré-tratamento);
- Trituração e descarte sem separação dos componentes;
- encapsulamento;

- incineração;
- reciclagem e recuperação do mercúrio.

5.6. Sugestões para Gerenciamento do Programa

Dada a complexidade operacional de um programa de coleta seletiva, é fundamental a atuação do gestor, que será responsável pela implantação e condução do programa, visando a sua efetividade e durabilidade. A seguir, são sugeridas suas funções e uma equipe mínima necessária para sua composição.

As funções do gestor consistem em:

- identificar potenciais parceiros para a implantação e a manutenção do programa e manter a prospecção em busca de novas parcerias;
- definir e formalizar, por meio de contratos e termo de compromisso, as atividades que serão desenvolvidas por parceiros ou serviços de terceiros como, por exemplo, a aquisição de cestas coletoras e sua instalação, coleta e destino do material recolhido;
- coordenar as ações de marketing e mídia que garantam publicidade às instituições parceiras;
- coordenar as campanhas de sensibilização do programa de coleta seletiva de pilhas, baterias e lâmpadas, assim como o processo de capacitação dos recursos humanos, que serão desenvolvidas pelo comitê de educação;
- promover a articulação entre os parceiros de modo a otimizar a capilaridade disponibilizada;
- divulgar os pontos onde se encontram instaladas as caixas coletoras, além de registrar a quantidade de pilhas, baterias e lâmpadas que estão sendo coletadas por cada instituição, sua destinação final e outras informações válidas;
- obter autorização para o transporte e destinação final das pilhas, baterias e lâmpadas usadas no(s) órgão(s) ambiental(is).

Equipe fixa sugerida, com as respectivas funções:

- **coordenador:** operacionalizar as funções do gestor, coordenando o programa e verificando o funcionamento da logística;

- **assistente técnico de coordenação:** orientar e fornecer informações técnicas sobre o programa, incluindo palestras, elaboração de relatórios etc;
- **secretário(a):** efetuar e atualizar os registros dos pontos de coleta, atendimento ao público (telefone e e-mail); agenda, clipping etc.

Serviços contratados, com as respectivas funções:

- **operadores:** instalar cestas, coletar e dar a destinação correta do material coletado;
- **contador:** realizar o recebimento/pagamento de materiais e serviços destinados ao programa;
- **auxiliar de marketing:** definir ações de comunicação (identidade visual, produção gráfica, plano de mídia e web);
- **comitê de Educação:** promover a capacitação dos recursos humanos envolvidos no programa, assim como disseminar o programa de coleta seletiva, por meio de palestras e de outras atividades. É importante ressaltar que esse comitê será composto tanto por profissionais contratados, como por voluntários.

5.7. Implantação

A seguir, são sugeridas algumas etapas para a implantação de um programa de coleta seletiva de pilhas, baterias e lâmpadas:

- definição da área de atuação/abrangência;
- identificação da entidade gestora do programa;
- identificação dos parceiros, apoio financeiro e/ou institucional;
- capacitação de mão de obra para as atividades de coleta, segregação, acondicionamento e armazenamento das pilhas, baterias e lâmpadas;
- identificação dos pontos de coleta;
- identificação e definição do ponto de armazenamento;
- definição da opção de destino final do material recolhido;
- processo de sensibilização com data de lançamento da campanha de coleta;
- instalação das cestas coletoras.

6. Monitoramento

O município, após a implantação do PGIRPBL, deve desenvolver um programa de monitoramento para avaliação dos resultados. Tal avaliação é de grande importância, pois, por meio dela, torna-se possível identificar as etapas que necessitam de correções em busca da melhoria contínua do processo de disposição adequada dos resíduos pilhas, baterias e lâmpadas.

O monitoramento deve avaliar todas as etapas, desde a educação ambiental até a destinação final, buscando sempre aumentar o número de colaboradores no PGIRPBL, pois a maior adesão de geradores reflete diretamente na melhoria da condição ambiental.

Os resultados encontrados a partir do monitoramento devem estar disponíveis para os envolvidos e para a população do município, concretizando o trabalho desenvolvido pela prefeitura e promovendo novas iniciativas. A implantação de atividades de monitoramento necessita de uma seleção prévia de indicadores, que ilustre, de forma simples, o funcionamento do PGIRPBL.

6.1. Possíveis Indicadores

- número de fabricantes, importadores e comerciantes de pilhas, baterias e lâmpadas no município;
- percentual de estabelecimentos inscritos para instalação de pontos de coleta dos resíduos;
- número de estabelecimentos recebedores dos resíduos pilhas, baterias e lâmpadas;
- número de agentes envolvidos no programa de coleta;
- percentual de geração de emprego e renda;
- grau de conhecimento do programa pela população;
- quantidade de resíduos recebidos por dia, estimativa da quantidade de resíduos que deixaram de ser encaminhados aos depósitos de lixo.

Definidos os indicadores, os dados podem ser coletados por técnicos (manualmente), por meio de planilhas simples que podem ser adaptadas para cada situação, conforme quadro a seguir:

Quadro 8 – EXEMPLO DE INDICADORES A SEREM MONITORADOS

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	INDICADORES
Número de estabelecimentos inscritos para o recebimento dos RPBL	unidade	10		50% = estabelecimentos com instalação de pontos de coleta do RPBL
Número de pontos de coletas instalados	unidade	5		
Peso total do material coletado diariamente	toneladas	0,5		0,5 t/dia = quantidade de resíduos que deixaram de ser encaminhados aos lixões
Número de catadores no depósito de lixo	unidade	4		
Número de catadores que migraram para coleta seletiva	unidade	4		100% = geração de emprego e renda
Pesquisa de opinião pública sobre o programa	unidade			Amostra significativa (100 pessoas)
				70% = da população com conhecimento do programa

Além de indicadores, é de extrema importância adotar procedimentos de monitoramento de ocorrências, também de forma simples, por meio de planilhas, como sugerido no Quadro 9:

Quadro 9 – EXEMPLO DE REGISTRO DE OCORRÊNCIAS E AÇÕES A SEREM DESENVOLVIDAS

DATA	PONTO DE COLETA	OCORRÊNCIA	AÇÕES
	Agência bancária	Não havia material	Promover campanhas educativas
	Rodoviária	A caixa de coleta necessita de reparos	Recolher, reparar e colocar uma substituta
	Escola	Necessidade de substituição da tampa do recipiente	Substituir de imediato
	Rua José Maria	O recipiente coletor sofreu vandalismo	Transferir para um local mais seguro

7. Fontes de Financiamento

Para os municípios que se interessem em implantar o PGIRPBL e não possuem recursos financeiros suficientes, as seguintes fontes de financiamento são citadas como alternativas para a disponibilização de verbas:

- Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais – Fhidro;
- Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais – BDMG;
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig;
- Fundo de Amparo ao Trabalhador – FAT;
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES;
- Fundação Nacional de Saúde – Funasa;
- Caixa Econômica Federal – CEF;
- Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e de Política Urbana – Sedru.

8. Legislação

8.1. Pilhas e Baterias

Em 2008, o Conselho Nacional do Meio Ambiente aprovou a Resolução Conama 401, de 4-11-2008, que estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências, revogando a Resolução Conama 257/99.

No Estado de Minas, a Lei 13.766, de 2000, em seu art. 4º., atribui ao Conselho Estadual de Política Ambiental – Copam a competência de estabelecer normas para recolhimento, reutilização e reciclagem.

8.2. Lâmpadas de Mercúrio

No Brasil não existe legislação federal específica que abarca os diversos aspectos para o descarte e disposição de lâmpadas usadas contendo mercúrio. A Constituição Federal de 1998, no Capítulo VI, ao tratar do meio ambiente, faz uma abordagem genérica e atribui ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presentes e futuras.

A Lei 13.766, de novembro de 2000, mencionada nesta cartilha, também aborda sobre a disposição final de lâmpadas fluorescente. No nível do Conama, foi criado Grupo de Trabalho, responsável pela elaboração do “Documento de Recomendações a Serem Implementadas pelos Órgãos Competentes em Todo o Território Nacional Relativas às Lâmpadas com Mercúrio”.

9. Empresas Instaladas no Brasil que Trabalham com Reciclagem de Pilhas e Baterias

Apliquim Equipamentos e Produtos Químicos Ltda – localizada em Paulínia, São Paulo

Suzaquim Indústrias Químicas Ltda – localizada em Suzano, São Paulo

10. Empresas Instaladas no Brasil que Trabalham com Reciclagem de Lâmpadas

Apliquim Equipamentos e Produtos Químicos Ltda – localizada em Paulínia, São Paulo

Brasil Recicle Ltda. – localizada em Indaial, Santa Catarina

HG Descontaminação Ltda. – localizada em Nova Lima, Minas Gerais

Mega Reciclagem de Materiais Ltda. – localizada em Curitiba, Paraná

Naturalis Brasil Desenvolvimento de Negócios – localizada em Jundiaí, São Paulo

Recitec – Reciclagem Técnica do Brasil Ltda. – localizada em Pedro Leopoldo, Minas Gerais

Silex Indústria e Comercio de Produtos Químicos e Minerais Ltda. – localizada em Morro da Fumaya, Santa Catarina

11. Empresas Instaladas no Brasil Detentoras de Aterro Industrial

Bayer S.A. – localizada em Belford Roxo, Rio de Janeiro

SASA Sistemas Ambientais Com. Ltda. – localizada em Tremembé, São Paulo

Ecossistema – localizada em São José dos Campos, São Paulo

Boa Hora – localizada em Mauá, São Paulo

Vega – localizada em São Paulo, São Paulo

Cavo – localizada em Curitiba, Paraná

É válido ressaltar que a relação fornecida tem como único objetivo orientar e informar sobre algumas das atuais alternativas para destinação de pilhas, baterias e lâmpadas existentes no Brasil, cabendo aos gestores implantar um programa de coleta seletiva de pilhas, baterias e lâmpadas.

12. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR.12.235.** Armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004.** Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Acompanhamento de processos. Processo: 02000.001522/2001-43. Dispõe sobre resíduos de lâmpadas mercuriais. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/processo.cfm?processo=02000.001522/2001-43>>. Acesso em: 10 out. 2009.

GUIA de coleta seletiva de pilhas e baterias. Disponível em: <http://www.resol.com.br/textos/GUIA%20PARA%20COLETA%20SELETIVA%20DE%20PILHAS%20E%20BATERIAS.pdf>. Acesso em 12 out. 2009.

PALANCO, Sara Leonor Cambeses. **A situação da destinação pós-consumo de lâmpadas de mercúrio no Brasil.** 2007. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Engenharia Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul – São Paulo, 2007 119 f. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=81319>. Acesso 15 out. 2009.

PILHAS e baterias: Sem agressões ao meio ambiente. **Revista Abinee**, São Paulo, n. 09, p. 16-17, mar. 2000.

ZANICHELI, Claudia et al. **Reciclagem de lâmpadas:** aspectos ambientais e Tecnológicos. 2004. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências Exatas Ambientais e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2004. Disponível em: <Reciclagem de Lâmpadas - Aspectos Ambientais e Tecnológicos. Disponível em: http://www.apliquim.com.br/downloads/lampadas_pucc.pdf>. Acesso em: 20 set. 2009.

APLIQUIM. Tecnologia ambiental: soluções para um mundo sustentável. Disponível em: <<http://www.apliquim.com.br>>. Acesso em: 20 set. 2009.

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABIEE). Revista

ABIEE. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/revista.htm>>. Acesso em: Acesso em: 20 set. 2009.

BRASIL RECICLE. Disponível em: <<http://www.brasilrecicle.com.br>>. Acesso em: Acesso em: 20 set. 2009.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Núcleo de Gestão Ambiental. **A coleta seletiva do lixo no Anexo IV**. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/programas/ecocamara/colseletiva.monitoramento.html>>. Acesso em: Acesso em: 20 set. 2009.

Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/>>. Acesso em: Acesso em: 20 set. 2009.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: Acesso em: 20 set. 2009.

EPBA-EROPE.ORG. Disponível em: <www.epba-europe.org/docs/tech01.htm>. Acesso em: Acesso em: 20 set. 2009.

GRADIENTE. Disponível em: <www.gradiente.com.br>. Acesso em: 20 set. 2009.

MEGA RECICLAGEM: descontaminação de lâmpadas. Disponível em: <<http://www.megareciclagem.com.br>>. Acesso em: Acesso em: 20 set. 2009.

MRT SYSTEM. Disponível em: <<http://www.mrtsystem.com/home/>>. Acesso em: Acesso em: 20 set. 2009.

NATURALIS BRASIL. Disponível em: <<http://www.naturalisbrasil.com.br>>. Acesso em: Acesso em: 20 set. 2009.