



Plano de
Gerenciamento Integrado
de Resíduos de Equipamentos
Elétricos e Eletrônicos
PGIREEE

Eualdo Lima Pinheiro
Márcio Augusto Monteiro
Renato Nogueira de Almeida
Rosana Gonçalves Ferreira Franco
Susane Meyer Portugal

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 – feam@feam.br / www.feam.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

Plano de gerenciamento integrado de resíduos de equipamentos elétricos, eletrônicos - PGIREEE / Eualdo Lima Pinheiro... [et al.]. -- Belo Horizonte : Fundação Estadual do Meio Ambiente : Fundação Israel Pinheiro, 2009. 40 p. ; il.

Inclui referências.

1. Resíduo sólido urbano. 2. Resíduo eletroeletrônico. 3. Projeto 3RsPCs. I. Pinheiro, Eualdo Lima. II. Monteiro, Márcio Augusto. III. Almeida, Renata Nogueira. IV. Franco, Rosana Gonçalves Ferreira. V. Portugal, Susane Meyer. VI. Programa Minas Sem Lixões. VII. Fundação Estadual do Meio Ambiente.

CDU 628.4:621.352

Sumário

1. Apresentação	4
2. Introdução	6
3. Panorama do Resíduo Elétrico e Eletrônico	7
4. Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos – PGIREEE	15
4.1. Diagnóstico.....	16
4.2. Proposições.....	17
4.3. Consolidação.....	23
4.4. Monitoramento.....	23
4.4.1 Possíveis Indicadores.....	24
5. Iniciativas de Gestão dos REEEs.....	26
5.1. Projeto Computadores para Inclusão	26
5.2. Comitê para Democratização da Informática – CDI	27
5.3. Coleta de Celulares	27
6. Estudo de Caso – Projeto 3RsPCs	28
6.1 Infraestrutura.....	29
6.2. Captação	31
6.3. Qualificação.....	31
6.4. Recondicionamento	31
6.5. Doação	32
6.6. Destinação Ambientalmente Adequada	32
6.7. Investimento	33
7. Símbolos Usados na Identificação dos EEEs	34
8. Glossário	35
9. Sugestões de Consulta.....	37
10. Referências	38

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

É surpreendente a rapidez com que as empresas lançam no mercado novos modelos de equipamentos eletroeletrônicos. No imaginário popular, quem não adere às novas tecnologias está parado no tempo. O resultado é que, antes mesmo de apresentarem qualquer problema, os aparelhos são substituídos por outros mais modernos, em um período cada vez mais curto.

Paralelo aos avanços tecnológicos, os fabricantes, o poder público e os consumidores devem buscar soluções para a destinação correta desses aparelhos obsoletos. Este caderno técnico tem como objetivo apresentar diretrizes básicas para elaboração e implantação do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos – PGIREEE, apresentando alternativas para geração de renda e inclusão social.

3. Panorama do Resíduo Elétrico e Eletrônico

Ao longo do tempo, os resíduos sólidos urbanos vêm mudando suas características devido às inovações tecnológicas. Como exemplo, podemos citar as embalagens plásticas que, a partir de 1945, passaram a fazer parte dos utensílios na casa de todas as pessoas, independentemente da condição social. Foi um fenômeno, pois, na época, as embalagens de aço predominavam. As “sacolinhas de supermercado” só foram introduzidas no nosso cotidiano a partir dos anos 80. Todavia, nos tempos atuais o uso excessivo do “plástico” tornou-se um problema ambiental.

Podemos comparar essa situação com a dos equipamentos elétricos e eletrônicos. Esses bens de consumo fazem parte cada vez mais da nossa vida diária. Entretanto, a diminuição da vida útil desses equipamentos faz com que se tornem rapidamente obsoletos. Computadores, televisores e seus periféricos são comumente encontrados nos resíduos coletados.



Resíduo eletroeletrônico descartado em associação de catadores



Impressoras descartadas na via pública



REEE descartado em depósito de lixo

Segundo levantamento realizado, em 2009, pelo *Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research* – Empa, em parceria com a Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam, estima-se que Minas Gerais gere cerca de 68,6 mil t/ano de resíduos provenientes de telefones celular e fixo, televisores, computadores, rádios, máquinas de lavar roupa, geladeiras e freezer. A região metropolitana de Belo Horizonte gera, atualmente, cerca de 19.700 t/ano (aproximadamente 29% da quantidade gerada no Estado). No Brasil, o valor estimado é de 679 mil t/ano.

O mesmo levantamento aponta a geração per capita anual, para o período compreendido entre 2001 e 2030, de 3,4 kg/habitante para o Brasil, 3,3 kg/habitante para Minas Gerais e 3,7 kg/habitante para a região metropolitana de Belo Horizonte, se considerados todos os equipamentos eletroeletrônicos anteriormente listados. A Tabela 1 apresenta esses dados de forma sintetizada.

Tabela 1 – GERAÇÃO DE REEE NO BRASIL, EM MINAS GERAIS E NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

LOCAL	TODOS OS REEE PESQUISADOS			TICC		
	Geração Atual	Per capita média	Acumulado de 2001 a 2020	Geração Atual	Per capita média	Acumulado de 2001 a 2020
Brasil	678.960 t/ano	3,4 kg/hab	22,4 milhões de ton	202.450 t/ano	1,0 kg/hab	6,6 milhões de ton
Minas Gerais	68.633 t/ano	3,3 kg/hab	2,2 milhões de ton	21.240 t/ano	1,0 kg/hab	677 mil ton
RMBH	19.700 t/ano	3,7 kg/hab	625 mil ton	6.230 t/ano	1,1 kg/hab	194 mil ton

Fonte: Empa/Feam, 2009

Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos – REEEs são equipamentos elétricos e eletrônicos obsoletos e submetidos ao descarte, incluindo todos os componentes, subconjuntos e materiais consumíveis ne-

cessários ao seu funcionamento. Assim, fios, cabos, *mouse*, impressoras, teclados, estabilizadores, entre outros, são considerados REEEs.

Diretivas implementadas na Comunidade Europeia dividem esses resíduos em 10 categorias, como demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1 – CATEGORIAS DEFINIDAS PARA REEE

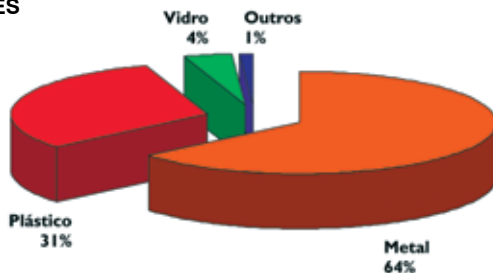
Nº	CATEGORIA	EXEMPLOS
1	Grandes eletrodomésticos	<ul style="list-style-type: none"> • geladeiras • máquinas de lavar roupa e louça • fogões • micro-ondas
2	Pequenos eletrodomésticos	<ul style="list-style-type: none"> • aspiradores • torradeiras • facas elétricas • secadores de cabelo
3	Equipamentos de informática e de telecomunicações	<ul style="list-style-type: none"> • computadores • <i>laptop</i> • impressoras • telefones celular e fixo
4	Equipamentos de consumo	<ul style="list-style-type: none"> • aparelhos de televisão • aparelhos DVD • vídeos
5	Equipamentos de iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • lâmpadas fluorescentes
6	Ferramentas elétricas e eletrônicas (com exceção de ferramentas industriais fixas de grandes dimensões)	<ul style="list-style-type: none"> • serras • máquinas de costura • ferramentas de cortar grama
7	Brinquedos e equipamentos de esporte e lazer	<ul style="list-style-type: none"> • jogos de vídeo • caça-níqueis • equipamentos esportivos
8	Aparelhos médicos (com exceção de todos os produtos implantados e infectados)	<ul style="list-style-type: none"> • equipamentos de medicina nuclear, radioterapia, cardiologia, diálise
9	Instrumento de monitoramento e controle	<ul style="list-style-type: none"> • termostatos • detectores de fumo
10	Distribuidores automáticos	<ul style="list-style-type: none"> • distribuidores automáticos de dinheiro, bebidas, produtos sólidos

Fonte: Parlamento Europeu Directiva 2002/96/CE

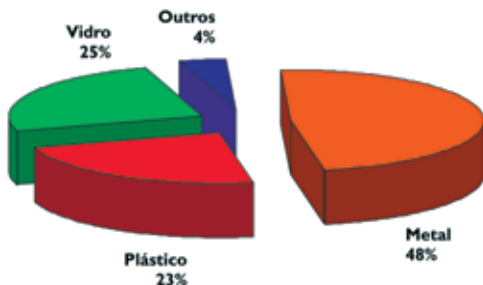
Em termos gerais, a composição dos materiais presentes nos REEEs caracteriza-se pela elevada presença de metais (ferrosos e não ferrosos), vidro e plástico. Resíduos de televisores, computadores e monitores apresentam, em média, 49% em peso de metais, 33% em peso de plásticos, 12% em peso de tubos de raios catódicos e 6% de outros materiais. A Figura 1 mostra a composição básica dos materiais usados na manufatura de refrigeradores, computadores e televisores.

Figura 1 – MATERIAIS BÁSICOS USADOS NA MANUFATURA DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS

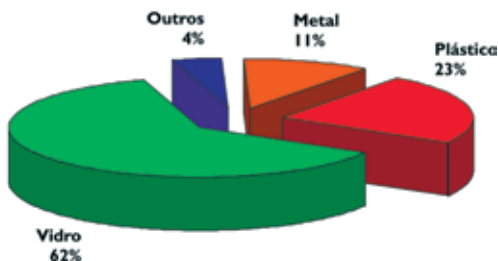
REFRIGERADORES



COMPUTADORES



TELEVISORES



No entanto, além de serem constituídos de materiais que podem ser reciclados e de elevado valor comercial, possuem também substâncias com características tóxicas. Mercúrio, chumbo e cádmio são alguns dos metais pesados presentes nesses aparelhos. Quando os equipamentos eletroeletrônicos são descartados de forma incorreta, no lixo comum, essas substâncias tóxicas são liberadas e penetram no solo, contaminando lençóis freáticos e, aos poucos, animais e seres humanos.

Quadro 2 – SUBSTÂNCIAS TÓXICAS RELEVANTES UTILIZADAS NOS EEEs E SEUS EFEITOS À SAÚDE

SUBSTÂNCIA	UTILIZAÇÃO	PREJUÍZO AOS SERES VIVOS
Chumbo	<ul style="list-style-type: none"> • soldagem de placas de circuitos impressos • vidro dos tubos de raios catódicos • solda e vidro das lâmpadas elétricas e fluorescentes 	Danos nos sistemas nervoso central e periférico dos seres humanos. Foram também observados efeitos no sistema endócrino. Além disso, o chumbo pode ter efeitos negativos no sistema circulatório e nos rins.
Mercúrio	<ul style="list-style-type: none"> • termostatos • sensores • relés e interruptores • equipamentos médicos • transmissão de dados • telecomunicações e telefones celulares <p>Estima-se que 22% do mercúrio consumido anualmente seja utilizado em equipamentos eletroeletrônicos.</p>	O mercúrio inorgânico disperso na água é transformado em metilmercúrio nos sedimentos depositados no fundo. O metilmercúrio acumula-se facilmente nos organismos vivos e concentra-se, através da cadeia alimentar, nos seres humanos. O metilmercúrio provoca efeitos crônicos e causa danos no cérebro.
Cádmio	<ul style="list-style-type: none"> • placas de circuitos impressos • resistências de chip SMD • semicondutores e detectores de infravermelhos 	Efeitos irreversíveis à saúde humana. Acumula-se no corpo humano, especialmente nos rins, podendo vir a deteriorá-los com o tempo.

SUBSTÂNCIA	UTILIZAÇÃO	PREJUÍZO AOS SERES VIVOS
Cádmio	Os tubos de raios catódicos mais antigos contêm cádmio. Além disso, o cádmio tem sido utilizado como estabilizador em PVC (Policloreto de Vinila).	O cádmio é absorvido por meio da respiração, mas também pode ser ingerido nos alimentos. Em caso de exposição prolongada, o cloreto de cádmio pode causar câncer e apresenta risco de efeitos cumulativos no ambiente devido a sua toxicidade aguda e crônica.
PBB (Bifenilas Polibromadas) e PBDE (Éter Difenil Polibromados)	<ul style="list-style-type: none"> • regulamentos incorporados em produtos eletrônicos, como forma de assegurar proteção contra inflamabilidade em placas de circuitos impressos • componentes como conectores, coberturas de plástico e cabos em TVs • eletrodomésticos de cozinha 	São desreguladores endócrinos. Quando liberados no meio ambiente não se dissipam imediatamente e, por isso, podem persistir e acumular-se biologicamente na cadeia alimentar. Os potenciais efeitos desses materiais variam principalmente com as espécies e as quantidades absorvidas na corrente sanguínea, a duração da exposição e a rota da exposição.

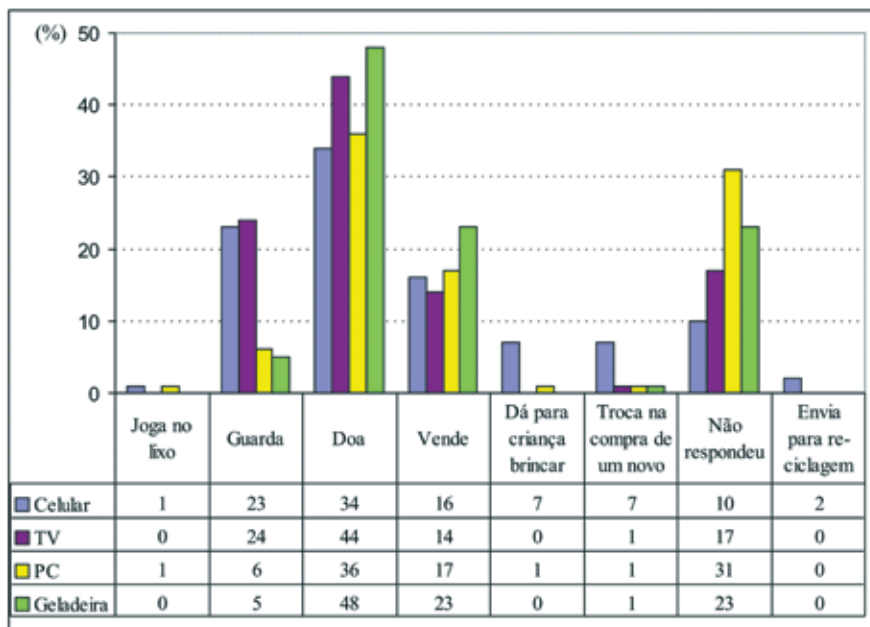
Fonte: HORNER & GERTSAKIS, 2006

As substâncias tóxicas estão, em sua maioria, presentes nos materiais de forma inerte, ou seja, a manipulação de peças sem danificá-las não contamina o trabalhador e o meio ambiente. Atenção especial deve ser dada aos monitores de televisão, computadores, compressores de aparelhos de refrigeração e capacitores eletrolíticos que, desmontados, liberam substâncias que contaminam o meio ambiente.

A diversidade da destinação dos equipamentos elétricos e eletrônicos pós-consumo está diretamente relacionada ao fator cultural, ao poder econômico e às legislações específicas de cada país. Em países onde a legislação para REEEs já está implantada, o reúso e a reciclagem são os destinos mais abrangentes. Porém, em países onde não há políticas públicas para esse resíduo, o armazenamento e a doação são bastante praticados.

Em estudo elaborado por FRANCO (2008), foi constatado que o procedimento adotado pelos consumidores particulares em Belo Horizonte (MG) é a doação, implicando o reuso do aparelho por outra parte ou, simplesmente, na transferência de responsabilidade, uma vez que esses equipamentos doados não estejam necessariamente funcionando. A Tabela 2 demonstra os resultados obtidos na pesquisa.

Tabela 2 – DESTINO DADO A EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS AO FINAL DE SUA PRIMEIRA VIDA ÚTIL



Fonte: FRANCO, 2008

O reuso, ou segunda vida, é o termo usado quando o produto ou as peças que o compõem são destinados a um novo usuário. Essa prática é comum quando se trata de aparelhos eletroeletrônicos, principalmente no que diz respeito aos computadores (ver estudo de caso). No entanto, o consumo de energia do aparelho deve ser sempre considerado.

Até o momento, não é possível quantificar os impactos ambientais dos REEEs nos depósitos de lixo, pois são locais que contêm misturas de vários tipos de resíduos e a degradação do material pode ser retardada por

muitos anos, dependendo dos fatores como condições climáticas e tecnologia de operações no aterro. Em estudos realizados, constataram-se que as Placas de Circuito Impresso – PCI devem ser classificadas como resíduos perigosos e dispostas em locais adequados devido, principalmente, à presença de chumbo e cádmio no lixiviado.

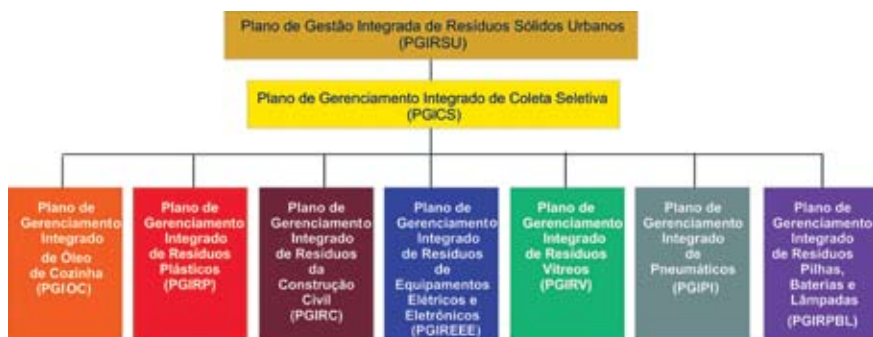
Portanto, a reciclagem dos materiais presentes nos REEEs é a opção mais viável, por meio da **RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL COMPARTILHADA** em que produtores, importadores, poder público e consumidores são responsáveis pela proteção do meio ambiente para as presentes e futuras gerações, conforme preconizado na Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei 18.031/09). Com ações de gerenciamento ambientalmente corretas desses resíduos, pode-se agregar valor ao que, até então, era considerado “lixo”.

4. Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos – PGIREEE

A Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei 18.031/09) define Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos – PGIRSU como sendo um documento no qual são estabelecidas as ações e diretrizes relativas aos aspectos ambientais, educacionais, econômicos, financeiros, administrativos, técnicos, sociais e legais para todas as fases de gestão dos resíduos sólidos, desde a sua geração até a destinação final (Minas Gerais, 2009).

O Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos – PGIREEE 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:

Figura 2 – FLUXOGRAMA DO PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS



O PGIREEE deverá descrever as ações referentes aos aspectos ambientais, educacionais, econômicos, financeiros, administrativos, técnicos sociais e legais para todas as fases de gerenciamento dos REEEs. Para sua elaboração, são necessárias as seguintes etapas:

- diagnóstico;
- proposições;
- consolidação;
- monitoramento.

Visando à contínua melhoria, tais etapas devem se revisadas ao longo do processo como mostrado na Figura 3.

Figura 3 – DIAGRAMA DE MELHORIA CONTINUA DO PGIREEE



Fonte: Autores

4.1. Diagnóstico

Deve ser realizada a caracterização do município, com dados como população, clima, localização, infraestrutura de transporte, atividades econômicas, índice de emprego e renda, entre outros. Nessa etapa, o REEE deve ser quantificado e qualificado. Essas informações são de grande importância para subsidiar a implantação do sistema de logística do PGIREEE.

Deve-se, ainda, pesquisar quais legislações estão em vigor nos níveis Federal e Estadual, para servir de modelo para a implementação de uma política municipal de gerenciamento dos REEs a partir da criação de uma legislação específica.

Caso exista ação de triagem dos resíduos já implantada no município, deve-se verificar a possibilidade de incrementar a logística de operação do sistema, visando sempre à melhoria contínua do processo. Nos municípios que não possuem sistemas adequados, deve-se priorizar a constituição de consórcios intermunicipais.

É importante ressaltar que os aspectos sociais também devem ser verificados, tendo em vista a inclusão de pessoas em situação de vulnerabilidade social no processo de triagem dos equipamentos eletroeletrônicos. O primeiro passo é a realização de um cadastro dos catadores de materiais recicláveis no município e dos empreendedores que reciclam ou reaproveitam esse resíduo, para viabilizar a criação de um banco de dados e mapeamento, que será de importante utilidade na fase de proposições.

O estudo de viabilidade e sustentabilidade econômica torna-se imprescindível para a concretização do plano, pois relata os recursos financeiros disponíveis para a sua elaboração, seja por meio de fontes de financiamentos, parcerias público-privadas ou do próprio município. A possibilidade de geração de renda por meio da comercialização dos produtos gerados a partir da triagem dos materiais presentes nos REEEs é de grande importância para autossustentabilidade dos processos de coleta e de reciclagem.

4.2. Proposições

É a fase em que se incorpora o tratamento técnico-operacional, social e gerencial à realidade diagnosticada. Deve ser descrito como será a forma de execução dos serviços; a estrutura operacional; os aspectos organizacionais e legais; a remuneração e custeio do sistema; o plano de reciclagem do resíduo; o programa de educação e mobilização social; o desenvolvimento de programas de implantação de segregação e de coleta seletiva no setor público e na sociedade civil, entre outros aspectos relevantes. Essa fase culminará em um “Plano de Ação”.

Os equipamentos elétricos e eletrônicos são constituídos de uma variedade de materiais de elevado valor comercial que podem ser reciclados. Basicamente, estão agrupados em seis categorias:

Ferro e aço: usados nos gabinetes e molduras.
Metais não ferrosos: especialmente o cobre, usados nos cabos e o alumínio.
Vidros: usados nas telas e mostradores.
Plásticos: usados nos gabinetes, em revestimentos de cabo e em placas de circuito.
Dispositivos eletrônicos: montados em circuito impresso.
Outros: borracha, madeira, cerâmica etc.

Para que ocorra a devida separação desses materiais, os REEEs devem ser segregados do lixo comum, possibilitando a triagem. Primeiramente, o município deve fazer contato com as cooperativas/associações de catadores de materiais recicláveis locais, cidadãos interessados, entre outros, para elaboração de Fóruns Municipais, incentivando, assim, um amplo e diversificado debate para o tema, o que acarretará uma adequação do PGRIEEE à realidade do município.

Posteriormente, deve ser feito o levantamento dos possíveis compradores desses materiais (plástico, vidro, materiais ferrosos e não ferrosos etc.), bem como o destino a ser dado àqueles que não possuem valor de mercado. As questões de viabilidade econômica devem ser sempre consideradas.

É necessária a definição da estrutura de coleta e armazenamento. A criação dos ecopontos, locais de recebimento dos REEEs, é o elo principal para o sucesso do PGRIEEE. Portanto, a estrutura de coleta seletiva do município deve ser adaptada, devendo ser colocado um recipiente exclusivo para os REEEs nos locais onde a população encaminha os recicláveis. Nas Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes – URPVs e nos Locais de Entrega Voluntário – LEVs também devem ser colocados recipientes exclusivos.

As associações/cooperativas de catadores de materiais recicláveis e/ou as usinas de triagem da região devem ser adaptadas e os colaboradores capacitados para o recebimento e para a desmontagem dos produtos coletados. Todas as ações devem priorizar a inclusão de pessoas em situação de vulnerabilidade social.

Programas de Educação Ambiental devem ser implementados em parceria com escolas, associações de bairros, igrejas, comerciantes locais, empresas, entre outros, promovendo a informação e a conscientização das pessoas para lidar com esse tipo de resíduo. Palestras, panfletos, teatros, cursos de capacitação, instruindo sobre os impactos causados pela disposição final inadequada dos REEEs são formas efetivas de disseminação do conhecimento. Essas iniciativas contribuem para o fomento da cultura da coleta seletiva, levando a população a separar o “lixo” de forma correta.

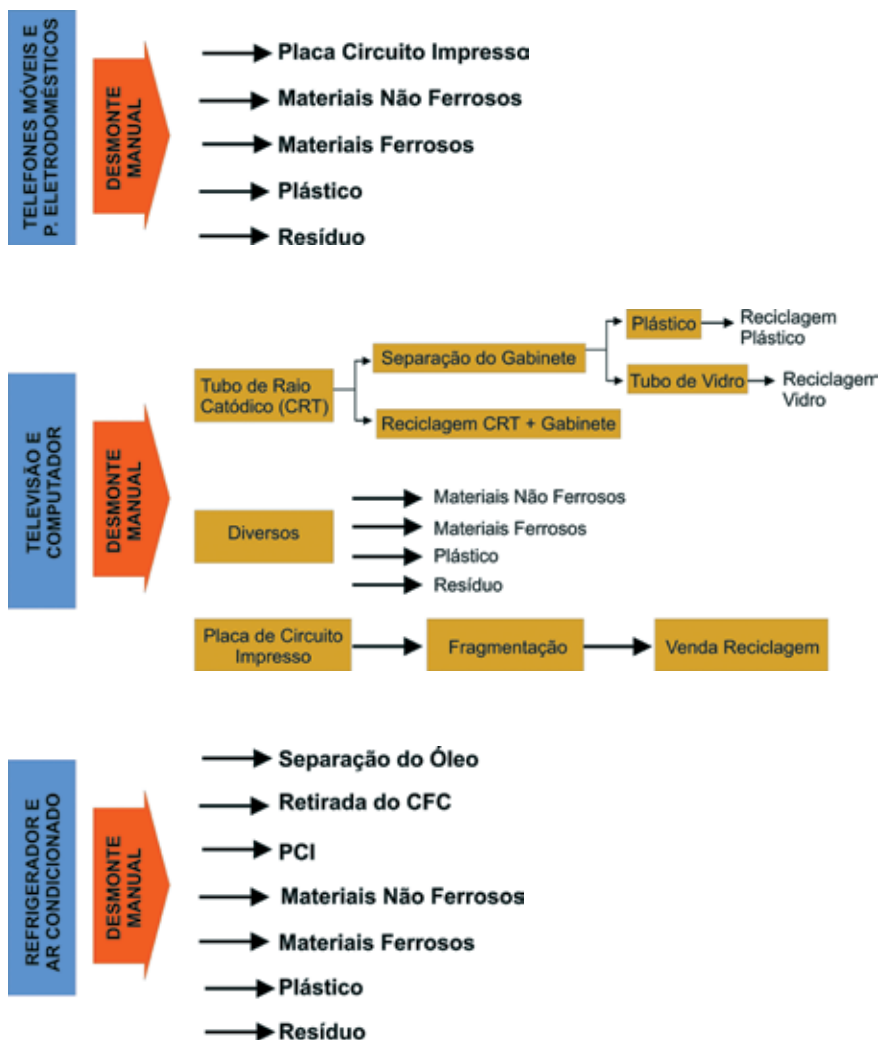
Mediante os dados analisados e um efetivo Programa de Educação Ambiental e capacitação dos profissionais envolvidos, inicia-se o processo de coleta e triagem dos REEEs. Os equipamentos coletados devem, primeiramente, ser testados para verificar o funcionamento. Caso estejam em condições de uso, ou o conserto seja viável economicamente, podem ser encaminhados para o reúso.

Posteriormente, deve-se promover a separação por tipos de aparelhos eletrônicos, possibilitando, assim, uma maior eficiência e redução de tempo no processo de separação dos materiais.

As etapas de reciclagem dos REEEs são similares para a maioria dos equipamentos e consistem em:

- **Desmontagem:** remoção das partes contendo substâncias perigosas (CFCs, Hg, PCB etc.), das partes que contenham substâncias de valor (cabos contendo cobre, aço, ferro e partes contendo metais preciosos). O risco ambiental nessa etapa é a contaminação do solo por meio da estocagem imprópria dos REEEs ou vazamento de óleos ou CFCs das partes removidas. Essa etapa é feita no Centro de Triagem.
- **Segregação de metais ferrosos, não ferrosos e plásticos:** é normalmente feita manualmente no Centro de Triagem.
- **Reciclagem/recuperação dos materiais de valor:** os materiais ferrosos, não ferrosos, plásticos e contendo metais preciosos são destinados a plantas específicas para recuperação. São encaminhados às empresas recicladoras.
- **Tratamento/disposição de materiais e resíduos perigosos:** a fração do material não recuperado deve ser caracterizada para posterior disposição em aterros sanitários ou aterros para resíduos industriais, conforme legislação vigente.

Para melhor compreensão do processo de desmanufatura, a figura abaixo apresenta um sistema de triagem dos materiais presentes em telefones celulares e pequenos eletrodomésticos, televisor e computador e refrigerador e ar condicionado.

Figura 4 – ESQUEMA DE TRIAGEM DE MATERIAIS PRESENTES EM EEEs

Fonte: Franco, 2008

Embora os EEEs possuam um padrão em sua construção e, até mesmo, nos seus circuitos elétricos e/ou eletrônicos em função de sua finalidade, é inviável a elaboração de uma metodologia que indique uma sequência certa e precisa para desmontá-los devido à grande quantidade e variedade de modelos e marcas existentes no mercado.

As peças devem ser separadas de acordo com o tipo de material (plástico, vidro, metais, materiais não ferrosos, placas de circuito e monitores), agregando maior valor comercial ao material. Abaixo, apresenta-se uma unidade de desmontagem de REEEs.



Bancada para desmontagem de REEE



Área de descaracterização



Peças desmontadas



Cortadeira manual



Pilhas separadas aguardando destinação final

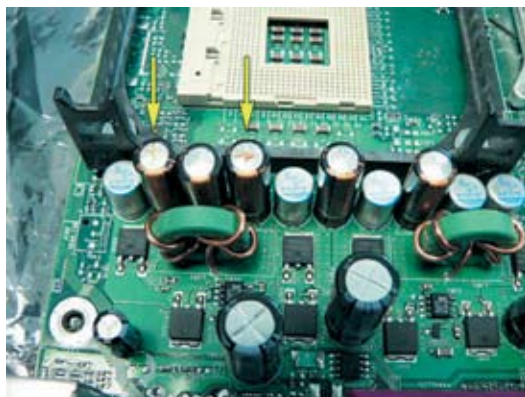
As placas de circuito possuem um alto valor de mercado, por isso devem ser separadas criteriosamente.



Placas de circuito impresso

Os monitores de televisão e de computador não devem ser desmontados, ou seja, devem ser comercializados juntamente com a estrutura plástica. Essa atitude é necessária, pois, quando desmontados, podem quebrar-se, tornando-se potencialmente tóxicos. Outro fator é o mercado de reciclagem, que muitas vezes só aceita esse material completo.

Peças como capacitores/reatores não devem ser desmontados, pois liberam substâncias tóxicas. Eles devem ser separados e armazenados em tambores plásticos identificados e com tampa. As soluções para seu gerenciamento devem ser buscadas no fabricante. A legislação brasileira determina o tratamento ou descarte controlado desses resíduos (ABNT NBR 10004; MIC/MI/MME 0019/81 e SEMA STC/CRS-001/86).



Capacitores eletrolíticos

Os compressores de equipamentos de refrigeração devem ser retirados dos aparelhos (geladeiras, freezers, ar condicionado) e destinados a locais específicos para remoção do óleo e do gás de refrigeração (CFC; HCFC).



Compressor de geladeira

4.3. Consolidação

As informações geradas a partir do diagnóstico do estudo de viabilidade, das proposições para operação e gerenciamento do sistema integrado, juntamente com as discussões nos fóruns municipais, permitem ao município definir a melhor alternativa para a coleta, triagem e destinação final adequada dos REEEs.

A implantação do PGIREEE nos municípios possibilita a melhoria da condição ambiental, incentiva o processo contínuo de educação ambiental para as futuras gerações, além de possibilitar a geração de trabalho e renda.

4.4. Monitoramento

O município, após a implantação do PGIREEE, 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.

O monitoramento deve avaliar todas as etapas, desde a educação ambiental até a destinação final, buscando sempre aumentar o número de colaboradores no PGIREEE, 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, concreti-

zando 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 PGRIEEE.

4.4.1 Possíveis Indicadores

- número de fabricantes, importadores e comerciantes de equipamentos elétricos e eletrônicos no município;
- percentual de estabelecimentos inscritos para instalação de pontos de coleta dos REEEs;
- número de estabelecimentos recebedores dos REEEs;
- número de agentes envolvidos no programa de coleta dos resíduos;
- 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 lixões.

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 abaixo:

Quadro 3 – EXEMPLO DE INDICADORES A SEREM MONITORADOS

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	INDICADORES
	Número de estabelecimentos inscritos para o recebimento dos REEEs	unidade	10	50% = estabelecimentos com instalação de pontos de coleta dos REEEs
	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

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	INDICADORES
	Número de catadores no depósito de lixo	unidade	4	100% = geração de emprego e renda
	Número de catadores que migraram para coleta seletiva	unidade	4	
	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 4:

Quadro 4 – 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

5. Iniciativas de Gestão dos REEEs

Foram identificadas iniciativas na gestão dos REEEs somente na questão de computadores e de telefones celulares que são apresentadas a seguir.

5.1. Projeto Computadores para Inclusão

Tem como objetivos apoiar e viabilizar iniciativas de promoção da inclusão digital por meio da doação de equipamentos de informática reconicionados a telecentros comunitários, escolas, bibliotecas e outras ações consideradas de impacto estratégico, resultando na formação de uma rede nacional de recondicionamento de computadores.

Para alcançar esses objetivos, são implantados Centros de Reconcondicionamento de Computadores – CRCs, que são espaços físicos adaptados para o processamento de equipamentos de informática usados, de modo a deixá-los em plenas condições de funcionamento. Nesses centros, jovens aprendem na prática a testar, consertar, limpar, configurar e embalar as máquinas.

Os computadores prontos são doados a telecentros, bibliotecas e escolas públicas de todo o País. Os componentes não utilizados no processo de recondicionamento são reaproveitados de maneira criativa, transformando-se em objetos artísticos, bijuterias ou robôs, entre outros. Os CRCs providenciam o descarte ambientalmente correto das partes e resíduo não aproveitável. Em Belo Horizonte, o CRC está ligado ao Projeto BH – Digital.

CRC – BH DIGITAL

Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte – Prodabel

Prefeitura Municipal de Belo Horizonte

Amas – Associação Municipal de Assistência Social

Rua José Clemente Pereira, 440 – bairro Ipiranga

Belo Horizonte – MG – CEP: 31160-130

Telefones: (31) 3277.6259/6064

E-mail: crc.bhdigital@pbh.gov.br

5.2. Comitê para Democratização da Informática – CDI

É uma organização não governamental, sem fins lucrativos, que tem como objetivo promover a inclusão digital visando à inclusão social. Foi fundado em 1995 por meio de uma campanha para arrecadação e reciclagem de computadores e da criação das Escolas de Informática e Cidadania (EICs).

Qualificação profissional, mais oportunidades de trabalho e preservação do meio ambiente são alguns dos benefícios proporcionados pela Fábrica da Cidadania, projeto do CDI Minas Gerais cuja primeira parceria foi com a Sociedade dos Usuários de Informática e Telecomunicações – Suce-su/MG. Em um espaço de 300 metros quadrados, no bairro Nova Granada, em Belo Horizonte, jovens de 16 a 24 anos são capacitados em montagem e manutenção de computadores, abrindo um leque de possibilidades de emprego e geração de renda. Mais informações podem ser obtidas no site www.cdi.org.br.

5.3. Coleta de Celulares

As empresas fornecedoras de telefones celulares no Brasil possuem canais reversos estruturados para o retorno da bateria, do aparelho celular e seus acessórios, por meio das lojas de assistência técnica e pontos de venda. Quando coletados, são enviados para empresas recicladoras, a fim de ser efetuado o retorno do material ao ciclo produtivo, porém a divulgação para os usuários ainda é deficiente. Para mais informações, deve-se consultar o site da operadora.

6. Estudo de Caso – Projeto 3RsPCs

O Projeto 3RsPCs – Resíduos Eletroeletrônicos é uma iniciativa do Governo de Minas Gerais por meio da Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam, com o apoio do Centro Mineiro de Referência em Resíduos – CMRR e do Serviço Voluntário de Assistência Social – Servas, que tem por objetivo buscar soluções ambientalmente adequadas para os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos – REEEs no Estado de Minas Gerais.

As ações do Projeto 3RsPCs são apresentadas a seguir:

- Curso de Montagem, Manutenção e Recondicionamento de Computadores;
- Grupo de Trabalho (GT) – proposta de regulamentação da gestão de REEE para o Brasil;
- Seminário Internacional de Resíduos Eletroeletrônicos – realizado em agosto de 2009;
- Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais – lançado em junho de 2009;
- Projeto Piloto de Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos em parceria com catadores de materiais recicláveis.

O estudo de caso apresentado nesta cartilha refere-se ao Curso de Montagem, Manutenção e Recondicionamento de Computadores.

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos mais gerados são os de informática, principalmente os computadores. Uma forma de reduzir a geração desse resíduo é aumentar a sua vida útil, ou seja, o seu tempo de utilização. Isso é possível a partir do recondicionamento, que consiste em desmontar computadores descartados, testar seus componentes e montar máquinas a partir deles. Os computadores recondicionados poderão ser, então, doados ou comercializados a preços baixos, proporcionando uma ampliação da inclusão digital.

Para realizar o recondicionamento, são necessários espaço físico, mobiliário e ferramental adequados, além de uma equipe capacitada para desmontar os computadores e testar seus diversos componentes. É possível e recomendável realizar esse trabalho no contexto da qualificação

de jovens, possibilitando-lhes a oportunidade de ingressar no mercado de trabalho. É esse modelo que mostraremos aqui. As atividades devem ser desenvolvidas com o apoio de um instrutor e assistentes qualificados, que treinarão os alunos.

6.1 Infraestrutura

a) Instalações físicas

O local deve estar em boas condições e permitir fácil limpeza, além de boa insolação e ventilação. Recomenda-se piso liso, durável e resistente a cargas pesadas, especialmente nas áreas de armazenamento e nos corredores. Como os equipamentos geram calor, a área de trabalho poderá necessitar de sistemas de refrigeração.

É necessário sistema elétrico potente, com múltiplas tomadas em cada posto de trabalho para servir aos computadores e ao teste de equipamentos. As instalações devem ser adequadas ao manejo dos equipamentos com eficiência e sem riscos.

b) Equipamentos e mobiliários

O depósito deverá dispor de estantes com estruturas de resistência adequada ao peso dos equipamentos. Armários de diferentes tamanhos serão destinados à guarda de peças e ferramentas. O armazenamento deve ser seguro, particularmente no caso de componentes caros como processadores, memória, unidades de disco rígido e *software*. Unidades de disco que não tenham sido limpas exigem cuidados de segurança no seu armazenamento, porque contêm informações sigilosas dos doadores. De uma forma geral, as instalações devem estar protegidas por algum sistema de segurança.

As mesas ou a bancada de trabalho podem ser de diferentes formas e tamanhos. As aulas teóricas podem ser dadas no mesmo local onde ocorre o condicionamento dos computadores.

c) Ferramental e utensílios

Para uma turma de 20 alunos, são necessários os seguintes ferramentais e utensílios:

FERRAMENTAL	QNT	DESCRIÇÃO
Chave phillips	20	3/16 x 4" imantada
Chave phillips	20	1/8 x 3" imantada
Chave de fenda	20	1/8 x 4" imantada
Chave de fenda	20	3/16 x 5" imantada
Alicate	10	bico M cana C 6" is 1000v
Alicate	10	corte diag 6" IS CR.
Alicate	4	universal ref 8 CR
Trincha	20	1/2"
Trincha	20	3/4"
Ferro de solda	4	30 w – 110 v
Suporte para ferro de solda	4	SF-50
Solda para tubo	2	63/37 183 MS x 10 25gr
Pinça	20	reta fina 160mm
Pasta para solda	2	110g
Pasta para limpeza de computadores	5Kg	

c) Segurança

As medidas de segurança e de proteção à saúde para as oficinas são bastante simples, porém importantes. Os maiores perigos são as descargas elétricas e queda de material. Para minimizar as descargas que possam danificar seriamente os equipamentos eletrônicos ou atingir as pessoas, podem ser utilizados tapetes de borracha em todos os postos de trabalho.

A reparação de monitores deverá ser realizada somente por técnicos capacitados, considerando o risco de descargas de alta voltagem. Recomenda-se que toda a equipe de trabalho da oficina use botas de trabalho e que os gerentes cuidem do adequado armazenamento de materiais. É recomendável também que a equipe de trabalho utilize óculos e máscaras de proteção e, para a movimentação de materiais, luvas de proteção.

6.2. Captação

Nessa primeira etapa, é necessário realizar a captação de equipamentos de informática considerados sucatas por quem os possui, para serem doados ao projeto e servirem de matéria-prima.

6.3. Qualificação

Deve ser realizada por um técnico com formação na área de manutenção e montagem de computadores e um auxiliar com conhecimento na área. As turmas devem ser de, no máximo, 20 alunos.

6.4. Recondicionamento

a) Recepção, triagem e teste

O equipamento é recebido e submetido à avaliação preliminar, sendo separados os danificados ou que sejam considerados muito ultrapassados, para recondicionamento ou desmanche. Os recondicionáveis ou que exijam somente adaptação recebem etiqueta de identificação.

b) Recondicionamento, adaptação ou desmanche

Os equipamentos destinados ao recondicionamento são submetidos à revisão, limpeza e teste. No caso dos equipamentos encaminhados para recondicionamento, são instalados novos componentes da CPU. Em seguida, são submetidos à limpeza de memórias e instalação de *softwares*. A CPU é, então, testada com teclado e monitor. Com relação aos monitores, serão testados e encaminhados para utilização ou destinação ambientalmente adequada.

c) *Software*

Os computadores recondicionados deverão ser dotados de *softwares*, que serão provenientes da doação do equipamento, parcerias ou *softwares* livres, para as seguintes funções:

- sistema operacional;
- automação de escritório (planilha, editor de textos, apresentações);
- utilitários (compactador, antivírus, segurança e multimídia, compreendendo produção de imagens e desenhos, leitor e editor de vídeo, som e foto);

- ferramentas de trabalho em grupo (calendário, agenda e correio eletrônico).

d) Empacotamento e entrega

Essa fase contempla a limpeza e teste final de cada equipamento com o subsequente empacotamento, o qual deverá atender aos requisitos do meio de transporte a ser utilizado, sendo aconselhável emitir documentação do novo equipamento a fim de formalizar a doação à entidade beneficiária.

6.5. Doação

Os computadores recondicionados poderão ser destinados a escolas, bibliotecas e a outras instituições ou pessoas com dificuldades em adquirir computadores. Tal ação propicia ampliar a inclusão digital.

6.6. Destinação Ambientalmente Adequada

Para a destinação ambientalmente adequada, é necessário localizar empresas recicladoras de cada tipo de resíduo, como plásticos, metais e placas de circuito impresso. Esses materiais podem ser comercializados, gerando renda para o projeto.

O maior problema na destinação, atualmente, é o monitor. Existem empresas que possuem tecnologia para tratar esse resíduo, mas geralmente cobram por esse serviço. Sugere-se, então, negociar parcerias.

Outra solução para os resíduos é destiná-los a empresas que realizam essa gestão, sendo responsáveis pela separação de todos os materiais, destinando-os para a reciclagem ou aterros Classe I (resíduos perigosos). Nesse caso, é possível negociar uma compensação entre os resíduos que têm valor comercial e os que representam custos.

É importante verificar se as empresas possuem licenças ambientais e outros documentos e situação legal regulamentados.



Curso de Manutenção, Montagem e Recondicionamento de Computadores, no CMRR

6.7. Investimento

O investimento para o projeto de recondicionamento de computadores pode variar de acordo com o número de alunos a serem capacitados e em função da realidade de cada município. Recomenda-se a busca de parcerias com empresas, organizações da sociedade civil, programas de aprendizagem, qualificação profissional e inserção social de adolescentes e jovens, o que facilita a implementação do projeto.

7. Símbolos Usados na Identificação dos EEEs



Este símbolo indica que o produto não pode ser tratado como lixo doméstico. Ao ser descartado, deverá ser entregue ao centro de coleta seletiva para a reciclagem das partes elétricas e demais componentes. Ao garantir o descarte adequado desse produto, você estará contribuindo para a preservação do meio ambiente e para a saúde pública.



A sigla CE, em francês Conformité Européenne, representa a conformidade dos produtos com as diretrizes da Comunidade Europeia, permitindo que os produtos sejam comercializados em todo mercado europeu.



Este símbolo indica que o produto pode ser tratado como lixo doméstico.



Este símbolo indica que o produto pode ser reciclado.

8. Glossário

CFC: sigla usada para clorofluorcarbono, substância química usada como gás refrigerante e controlada pelo Protocolo de Montreal por ser destruidora da camada de ozônio.

Desmanufatura: descaracterização de produtos eletro-eletrônicos e de informática em geral por meio de seu desmonte e separação de peças.

Distribuidor: qualquer pessoa que forneça comercialmente equipamentos elétricos ou eletrônicos aos consumidores particulares ou não particulares.

Entidade gestora: centro de triagem de REEE, devidamente licenciado e gerido por meio das cooperativas de catadores de materiais recicláveis (CCMR) do município.

Lixiviado ou chorume (líquido lixiviado ou percolado): líquido que se origina da degradação da matéria orgânica e como produto da água da chuva que, ao atravessar (“percolar”) a massa de resíduos sólidos, dissolve, extrai e transporta (lixiviação) os diferentes componentes sólidos, líquidos e gasosos presentes nos resíduos ali dispostos.

Produtor: qualquer pessoa que, independente da técnica de venda, incluindo a venda a distância, proceda à fabricação e venda de EEE sob marca própria; proceda à revenda, sob marca própria, de equipamentos produzidos por outros fornecedores; proceda à importação ou exportação de EEE.

Protocolo de Montreal: tratado internacional em que países signatários se comprometem a substituir as substâncias que destroem a camada de ozônio localizada na estratosfera.

PCBs: sigla usada para as bifenilas policloradas, líquido isolante conhecido genericamente como “Ascarel”, de largo emprego em transformadores e capacitores. No Brasil, sua utilização e comercialização foram proibidas a partir de 1981. Possui característica de bioacumulação em tecidos animais e vegetais.

Reciclagem: reprocessamento, na esfera de um processo de produção, dos materiais residuais como matéria-prima secundária para produção do produto semelhante ao inicial ou outro.

Tubo de raios catódicos ou CRT (*cathode ray tube*): também conhecido como cinescópio, é usado em alguns monitores de computadores pessoais e televisores. Os principais elementos de um cinescópio são um painel de vidro (tela), uma máscara de sombra, um cone de vidro, um canhão eletrônico, um cone metálico interno e uma bobina de deflexão.

9. Sugestões de Consulta

AMBIENTE BRASIL

<http://www.ambientebrasil.com.br>

APLICAN. Tecnologia Ambiental

<http://www.apliquim.com.br>

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELECTRÔNICOS (Amb3E)

<http://www.amb3e.pt>

Centro Mineiro de Referência em Resíduos

<http://www.cmrr.mg.gov.br>

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE)

<http://www.cempre.org.br>

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE MINAS GERAIS (FIEMG). **Bolsa de recicláveis**. <http://residuosindustriais1.locaweb.com.br>

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

<http://www.feam.br>

INTERAMERICAN. Gerenciamento ambiental

<http://www.interamerican.com.br>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

<http://www.mma.gov.br>

ROMIC. Controle ambiental industrial

<http://www.romic.com.br>

10. Referências

ANDRADE, R. **Caracterização e classificação de placas de circuito impresso de computadores como resíduos sólidos**. 2002. 125 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=5378076>>. Acesso em: 20 set. 2009.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 257, de 30 de junho de 1999**. Disponível em: <http://www.lei.adv.br/257-99.htm>. Acesso em: 20 set. 2009.

CROWE, M. et al. **Waste from electrical and electronic equipment (WEEE): quantities, dangerous substances and treatment methods**, Europe Environment Agency, 2003.

DIAGNÓSTICO da geração de resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais, Minas Gerais. Belo Horizonte, EMPA : FEAM, 2009. Disponível em: <<http://www.seminarioree.com.br/?p=diagnostico>>. Acesso em: 20 set. 2009.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY – EEA. **Dangerous Substances in Waste**, Technical Report no. 38, Copenhagen; EEA; 2000. 50p.

FRANCO, R.G. F. **Protocolo de referência para gerenciamento de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos doméstico para o Município de Belo Horizonte**. 2008. Dissertação. (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

HISCHIER, R.; WAEGER, P.; GAUGLHOFER, J. **Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective?: the environmental impacts of the Swiss take-back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE)**. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 25, p.525-539, Elsevier, 2005.

HORNER, Dr.R.E; GERTSAKIS J. **A Literature review on the environmental**

and health impacts of waste electrical and electronic equipment. [s.l.]: Ministry for the Environment New Zealand Government, 2006. Relatório.

LEITE, P. R. **Logística reversa:** meio ambiente e competitividade. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. 250 p.

MENAD, N. **Cathode ray tube recycling.** Resources Conservation and Recycling, v. 26, p.143-154, Elsevier, 1998.

MINAS GERAIS. ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA. **Lei nº 18031, 12 de janeiro de 2009.** Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. **Imprensa Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 13 jan. 2009.

PARLAMENTO EUROPEU Directiva 2002/95/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de janeiro de 2003: Relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eléctricos e electrónicos (RoHs).

PARLAMENTO EUROPEU Directiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de janeiro de 2003: Relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos – REEEs.

PROTOMASTRO G. F. **Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Argentina.** Ecogestionar-Ambiental del Sud SA: Buenos Aires, 2007.

RIS International; FIVE WINDS International; ELECTRO-FEDERATION CANADA. **Baseline Study of End-of-Life Electrical and electronic in Canada,** Environment Canadá, 2003. Relatório.

RODRIGUES, A.C. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil".** 2007.ertação - Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, São Paulo, 2007.

U.S ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Electronic Waste Management in the United States, Approach 1 e 2,** April 2007.

COMPUTADORES PARA INCLUSÃO. Disponível em: <<http://computador-esparainclusao.gov.br>>. Acesso em: 28 ago. 2009

Projeto 3RsPCs – Resíduos Eletroeletrônicos. FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. Projeto Computadores para Inclusão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. 2006