

III-123 - DIAGNÓSTICO DE CINCO ANOS DE OPERAÇÃO DE UMA ALTERNATIVA DE LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS -REEEs

Mariza Fernanda Power Reis⁽¹⁾

Engenheira química pela PUCRS, Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS, Diretora da Divisão de Destino Final do Departamento Municipal de Limpeza Urbana, Responsável Técnica da Unidade de Triagem e Compostagem do Município de Porto Alegre, responsável pela implantação de projetos de coleta e destinação de óleo de fritura e de resíduos eletrônicos

Davi Augusto Dourado Moraes

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Faculdade Dom Bosco, Gestor Ambiental na empresa Aços Favorit

Patricia Antunes Russo

Pedagoga pela UFRGS. Especialista em Educação Ambiental pelo SENAC-RS. Assessora técnica no Departamento Municipal de Limpeza Urbana na Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Graduanda e Engenharia Ambiental e Sanitária pela UniRitter.

Endereço⁽¹⁾: Av. Vicente Monteggia, 2000/08 – Vila Nova– Porto Alegre- RS – Cep 91740290 – Brasil. Tel (51) 996739497– email: marizapower@gmail.com

RESUMO

Os impactos ambientais associados ao descarte de Resíduos Eletroeletrônicos - REEEs é preocupante devido ao crescente consumo de produtos eletroeletrônicos principalmente, tais como: computadores e similares. A logística reversa prevista na Lei nº 12.305/2010, regulamentada em dezembro de 2010 pelo decreto nº 7.404, a qual prevê o retorno ao setor industrial os resíduos do consumo dos seus produtos para reaproveitamento ou destinação final adequada não tem sido implementada. Existem empresas prestadoras de serviço de coleta e destinação de REEEs, mas que atendem grandes geradores, encaminhando para a reciclagem os resíduos da produção industrial e secundários (pós consumo) de empresas particulares e órgãos públicos que descartam grandes volumes. O descarte pós consumo da população em geral ainda sem solução definitiva, poucas iniciativas para a coleta diferenciada e destino adequado estão implementadas. Sendo assim, conclui-se que a maior parte dos resíduos devem estar sendo destinadas à locais irregulares e até mesmo “lixões” e aterros sanitários. O presente trabalho apresenta uma experiência de coleta de REEEs, por meio da parceria entre poder público, Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre e uma empresa conveniada, Trade Recycle, que realiza a coleta de resíduos eletrônicos e encaminha ao processo de reciclagem. Desde 2011 o DMLU firmou convênio com empresas licenciadas ambientalmente para tratar estes resíduos, disponibilizando locais para a população entregar os resíduos e a empresa encaminha para a reciclagem, sem custos ao poder público. Ainda é reduzido o volume de resíduo eletroeletrônico disponibilizado para a coleta nos pontos fixos em Porto Alegre, o que implica em investir na divulgação para população. É necessário também aumentar a rede de coleta por meio dos acordos setoriais previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos, ressaltando-se que o poder público pode participar destes acordos, mas a responsabilidade é dos fabricantes, comerciantes e distribuidores de produtos eletroeletrônicos.

PALAVRAS-CHAVES: Reciclagem de resíduos , REEE, resíduos eletrônicos, resíduos eletroeletrônicos.

INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei nº 12.305/2010), regulamentada em dezembro de 2010 pelo decreto nº 7.404, define a logística reversa, a qual prevê o retorno ao setor industrial os resíduos do consumo dos seus produtos para reaproveitamento ou destinação final adequada. Desta forma, reaproveitar, reusar e reduzir resíduos torna-se mais fácil pelos fabricantes que certamente detêm o conhecimento do produto e de seu processo produtivo e saberão desenvolver estratégias para seu desmonte e reaproveitamento.

Dados da Anatel indicam que o Brasil terminou março de 2017 com 242,8 milhões de celulares e densidade de 117,20 cel/100 hab (Tude, 2017).

Em relação aos PCs (computadores e notebooks) embora esteja em queda a compra dos mesmos em relação à 2004, há o descarte contínuo devido à defasagem tecnológica.

Em 2015 existiam 97,1% domicílios com TV e 69,2% com rádio (Tude, 2016).

Segundo Natume e SantAnna, (2011) os REEEs são compostos por diversas substâncias, desde elementos químicos simples a hidrocarbonetos complexos. Das substâncias presentes, os metais são os que se apresentam em maior quantidade, chegando a representar mais de 70%. A tabela 1 mostra os principais componentes presentes nos diversos resíduos eletrônicos bem como a quantidade de cada um no total de resíduos.

Tabela 1: Composição de 1 tonelada de sucata eletroeletrônica mista

Componente	Porcentagem (%)
Ferro	Entre 35 e 40
Cobre	17
Fibras e plásticos	15
Alumínio	7
Papel e embalagem	5
Zinco	Entre 4 e 5
Resíduos não recicláveis	Entre 3 e 5
Chumbo	Entre 2 e 3
Ouro	0,0002 a 0,0003
Prata	0,0003 a 0,001
Platina	0,00003 a 0,00007

Fonte: Natume e SantAnna, (2011) appud Adaptado de Rodrigues (2007) e Meius Engenharia Ltda (2009).

Em relação à periculosidade, segundo a ABINEE uma vez que há diversas tecnologias que foram, são e serão utilizadas na produção de equipamentos eletroeletrônicos, as orientações ambientais devem considerar a evolução tecnológica, pois não há risco nem periculosidade no uso, na manipulação após o descarte e no transporte desse material até o processo de reciclagem, onde há alteração físico/química dos materiais.

A Abinee tem recomendado as secretarias de meio ambiente dos Estados para que aguardem a definição da assinatura do acordo em âmbito federal, com vistas na homogeneização do sistema de logística reversa, para que ele seja viável do ponto de vista técnico e econômico-financeiro. “É muito relevante que haja um alinhamento dos estados com a diretriz nacional, de forma a simplificar e homogeneizar os processos, em todas as questões [fiscais, ambientais, etc], pois seria impossível adotar comportamentos diferenciados em cada estado ou município”. (ABINEE, 2016)

Equipamentos eletroeletrônicos são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos. Eles podem ser divididos em quatro categorias amplas, cujos principais produtos estão listados na tabela 2. Ao fim de sua vida útil, esses produtos passam a serem considerados resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Idealmente, só chegam a esse ponto uma vez esgotadas todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso. Alguns deles, notadamente os equipamentos de telecomunicações, têm um ciclo de obsolescência mais curto. Em outras palavras, devido à introdução de novas tecnologias ou à indisponibilidade de peças de reposição, eles são substituídos - e portanto descartados - mais rapidamente. (ABINEE, 2016)

Os REEE são compostos por materiais diversos: plásticos, vidros, componentes eletrônicos, mais de vinte tipos de metais pesados e outros. Estes materiais estão frequentemente dispostos em camadas e subcomponentes afixados por solda ou cola. Alguns equipamentos ainda recebem jatos de substâncias químicas específicas para finalidades diversas como proteção contra corrosão ou retardamento de chamas. A concentração de cada material pode ser microscópica ou de grande escala. A extração de cada um deles exige um procedimento diferenciado. Deste modo, sua separação para processamento e eventual reciclagem tem uma complexidade, um custo e um impacto muito maiores do que aqueles exemplos mais conhecidos de recolhimento e tratamento de resíduos, como é o caso das latas de alumínio, garrafas de vidro e outros.

Tabela 2: Relação de tipos de REEEs

Tipos de REEEs	Principais exemplos
1. Linha branca; Grandes eletrodomésticos •	Geladeiras e freezers máquinas de lavar roupa e louça fogões micro-ondas condicionadores de ar
2. Linha azul: Pequenos eletrodomésticos e outros•	aspiradores torradeiras facas elétricas secadores de cabelo barbeadores elétricos batedeiras liquidificadores ferros elétricos furadeiras espremedores de frutas aspiradores de pó cafeteiras Ferramentas elétricas eletrônicas (com exceção de ferramentas industriais fixas de grandes dimensões): •serras Brinquedos e equipamentos de esporte e lazer: jogos de vídeo, equipamentos esportivos elétricos máquinas de costura ferramentas de cortar grama Aparelhos médicos (com exceção infectados, equipamentos de medicina nuclear, radioterapia, cardiologia, diálise e de todos os produtos de implantados)
3. Linha verde Equipamentos de informática e de telecomunicações	Computadores: desktop e <i>Laptop</i> Impressoras telefones celular e fixo máquinas de cartão de crédito tablets
4. Linha marrom	Monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras.

Além disso, algumas características próprias dos REEE justificam a exigência de processos específicos de gerenciamento. Alguns dos materiais encontrados neles são metais pesados como alumínio, arsênio, cádmio, bário, cobre, chumbo, mercúrio, cromo, entre outros. Todos esses elementos são potencialmente tóxicos, e resultam em dois tipos de riscos:

- Contaminação das pessoas que manipulam os REEE. Os trabalhadores envolvidos, seja na coleta, triagem, descaracterização e reciclagem dos equipamentos, estão potencialmente expostos ao risco de contaminação por metais pesados ou outros elementos. Os efeitos no organismo podem ser graves. Para reduzir o risco de contaminação, toda a manipulação e processamento devem ser realizados com os devidos equipamentos de proteção pessoal.
- Contaminação do meio ambiente. Os REEE não devem em nenhuma hipótese ser depositados diretamente na natureza ou junto a rejeitos orgânicos. Mesmo em aterros sanitários, o mero contato dos metais pesados com a água incorre em imediata contaminação do chorume, multiplicando o impacto decorrente de qualquer eventual vazamento. Penetrando no solo, esse material pode contaminar lençóis subterrâneos ou acumular-se em seres vivos, com consequências negativas para o ambiente como um todo. Todas as etapas da logística reversa devem levar em conta esses riscos, e implementar formas de evitá-los.

Mesmo que ainda não tenha sido estabelecida a logística reversa de REEEs, há iniciativas locais de destinação adequada de resíduos eletroeletrônicos que está desviando estes resíduos dos aterros sanitários e destinando-os à reciclagem.

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 reuso. 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 (Pinheiro et al, 2009):

- Desmontagem: remoção das partes contendo substâncias perigosas (CFCs, Hg, PCB etc.), das partes que contenham componentes 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.
- Segregação de metais ferrosos, não ferrosos e plásticos.
- Reciclagem/recuperação dos materiais de valor: os materiais ferrosos, não ferrosos, plásticos e metais preciosos são destinados a plantas específicas para recuperação.
- 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 1 apresenta um sistema de triagem dos materiais presentes em telefones celulares e pequenos eletrodomésticos, televisor e computador, e refrigerador e ar condicionado (Pinheiro et al, 2009).

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. As placas de circuito possuem um alto valor de mercado, por isso devem ser separadas criteriosamente (figura 1).

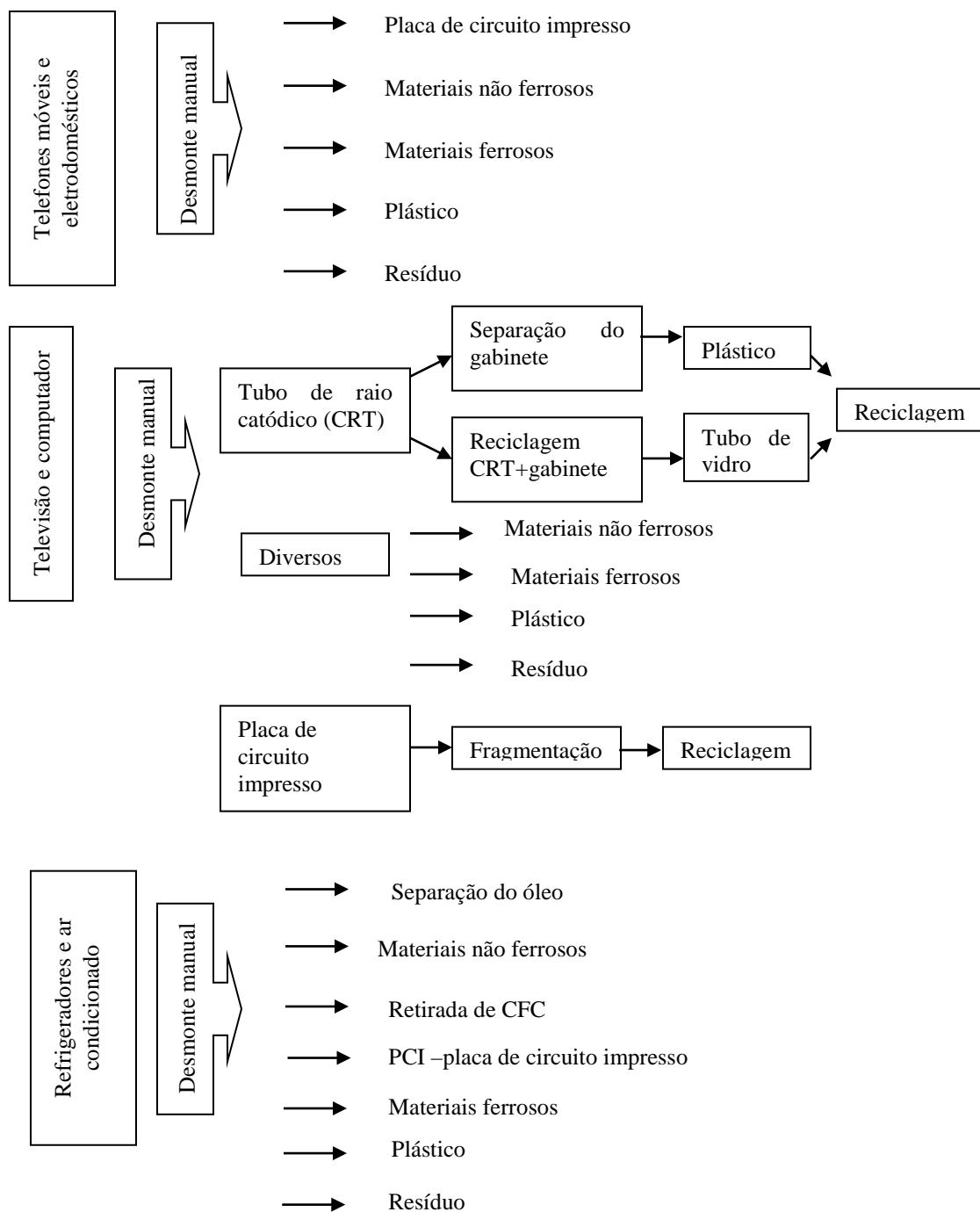
Os monitores de televisão e de computador não devem ser desmontados, ou seja, devem ser comercializados juntamente com a estrutura plástica. Essa atitude é necessária, pois, quando desmontados, podem quebrar-se, tornando-se potencialmente tóxicos. Outro fator é o mercado de reciclagem, que muitas vezes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

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-clorofluorcarbono).

Este trabalho apresenta uma experiência local com a logística de coleta, estabelecida por meio de um instrumento de parceria público e privada, e destinação adequada por meio da reciclagem.

OBJETIVO

O presente trabalho apresenta a logística de coleta e destinação de resíduos eletroeletrônicos, implantada em um município onde o poder público promoveu e estimulou a instalação de pontos de entrega de resíduos eletrônicos em sedes públicas e privadas, para a população descartar os REEEs. Além dos pontos fixos, foi estabelecida uma coleta itinerante de REEEs.



Fonte: adaptado Santos, 2008 apud Pinheiro et al, 2009

Figura 1: Desmonte de REEES

METODOLOGIA

Etapas de implantação do sistema:

- 1 – Elaboração do projeto
- 2 – Seleção de empresas interessadas na coleta de REEES
- 3 - Seleção dos pontos de entrega de resíduos eletroeletrônicos;
- 4 – Plano de Trabalho

- 5 – Termo de Parceria Público Privada
- 6 – Monitoramento
- 7 – Avaliação dos resultados

RESULTADOS OBTIDOS

Em 2010 foi elaborado o Plano de Trabalho e encaminhado o Termo de Convênio entre as empresas certificadas, para a coleta dos resíduos eletroeletrônicos e o departamento municipal de limpeza urbana, responsável pela gestão de resíduos do município.

As metas do Projeto são:

- Reduzir a destinação de resíduos aos Aterros Sanitários;
- Destinar o material arrecadado para Empresas, que recondicionam ou reciclam o material coletado e destinam o resíduo gerado na empresa de forma ambientalmente adequada, conforme previsto na licença ambiental da empresa;
- Comprometer-se em iniciativas que conscientizem a população sobre a importância da destinação correta de equipamentos eletrônicos;
- Promover e apoiar campanhas em parceria com outras instituições sobre a importância de descartar os equipamentos que não estão sendo utilizados.

Para o cumprimento das metas propostas, as entidades envolvidas assumiram os seguintes compromissos:

Órgão Público:

- I - Receber os resíduos eletrônicos nos locais cadastrados,
- II - Realizar o acompanhamento técnico da compostagem;
- III - Realizar campanhas de conscientização, em conjunto com outros órgãos, para a segregação correta dos resíduos eletrônicos.
- IV - Entregar os resíduos eletrônicos armazenados nos pontos de recebimento para a empresa conveniada;
- V - A fiscalização do Convênio.

Empresas:

- I - Coletar todos os resíduos eletrônicos nos pontos cadastrados pelo departamento, de acordo com a demanda necessária. (figura 1)
- II - Destinar corretamente os resíduos coletados, encaminhando primeiramente à reutilização, a reciclagem e recuperação dos materiais, destinando os resíduos que sobram dos processos de reciclagem à locais licenciados ambientalmente;
- III - Encaminhar relatório trimestral da coleta dos resíduos eletrônicos no(s) ponto(s) do DMLU;
- IV - A área de armazenamento dos resíduos coletados deve ter autorização/licença da Prefeitura onde está localizada a empresa;
- V - A área de triagem, desmontagem, classificação e armazenamento dos resíduos classificados deve ter licença ambiental;
- VI - A empresa deve manter à disposição da fiscalização do convênio, os comprovantes de comercialização dos materiais encaminhados à terceiros.

Empresa Conveniadas:

- 2011 - Empresa A
- 2012 - Empresa A e Empresa B
- 2016 - Empresa A

Em 2015 o órgão municipal firmou parceria com uma empresa para realizar aos sábados a Coleta Itinerante de Resíduos Eletrônicos. Um caminhão é estacionado em locais previamente definidos para o recolhimento de computadores, CPU's, monitores, teclados, cabos, estabilizadores e demais acessórios afins e eletrodomésticos obsoletos.



Figura 1: Local de armazenamento dos resíduos eletrônicos no ponto de entrega

A tabela 3 apresenta os quantitativos obtidos nas coletas dos pontos fixos e das coletas itinerantes de resíduos eletroeletrônicos.

Tabela 3: Quantitativos coletados em 2016 (Kg)

QUANTIDADE MENSAL DE RESÍDUOS ELETRO ELETRÔNICOS COLETADOS (Kg) - 2016														
	Pontos de Coleta	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1	PONTO FIXO A	500	530	740	370	260	130	180	110	215	235	260		3.530
2	PONTO FIXO B	645	880	780	550	780	750	730	720	580	425	470		7.310
3	PONTO FIXO C	650	330	710	300	670	320	590	330	480	360	350		5.090
4	PONTO FIXO D	260	360	430	350	570	560	370	480	530	540	385		4.835
5	PONTO FIXO E	780	790	590	650	550	630	640	480	420	475	410		6.415
7	PONTO FIXO F	0	0	0	0	97	123	0	0	0	0	120		120
	ITINERANTE A	0	322	1.216	1.351	504	762	0	0	0	0	175		4.330
	ITINERANTE B	0	514	388	465	552	551	0	0	0	0	1.872		4.342
	ITINERANTE C	0	488	0	671	1.017	618	0	0	0	0	790		3.584
		2.835	4.214	4.854	4.707	5.000	4.444	2.510	2.120	2.225	2.035	4.832	0	39.556

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Para incrementar a quantidade de resíduos disponibilizados pela população é necessário divulgar amplamente os locais de recebimento e da coleta itinerante de REEEs. Em pesquisa de doutorado realizada por RODRIGUES(2012), comprovou-se que uma quantidade significativa de REEEs ficam armazenados nas residências devido à inexistência de locais de descarte.

No município citado neste trabalho, em 2016 foi implantado um aplicativo para computadores e celulares, com a localização dos pontos de coleta, para que a população possa identificar o local mais próximo para o descarte de resíduos eletroeletrônicos.

No sentido também de viabilizar um maior aporte de REEEs nos pontos fixos, o município acordou com a empresa de coleta de REEEs que poderão também ser coletados, por meio do convênio, os REEEs da linha branca, ou seja, os grandes eletrodomésticos: geladeiras e freezers, máquinas de lavar roupa e louça, fogões, micro-ondas e condicionadores de ar. Os demais REEEs (linha verde, linha azul e linha marrom) já estavam sendo coletados pela empresa nos pontos fixos e coleta itinerante.

Conclui-se que, mesmo sem a implementação da logística reversa dos REEEs, prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos, iniciativas como esta podem estimular e impulsionar o estabelecimento de um sistema de destinação adequada de REEEs. Observando que o poder público não utiliza recursos financeiros para a coleta e destinação dos REEEs, a população dispõe de um serviço prestado por uma empresa devidamente habilitada, que encaminha os mesmos ao destino ambientalmente adequado. No entanto, é necessário aumentar a rede de coleta por meio dos acordos setoriais previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos, ressaltando-se que o poder público pode participar destes acordos, mas a responsabilidade é dos fabricantes, comerciantes e distribuidores de produtos eletroeletrônicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NATUME, R. Y., AND F. S. P. SANTANNA. "Resíduos eletroeletrônicos: um desafio para o desenvolvimento sustentável e a nova lei da política nacional de resíduos sólidos." *3rd International Workshop on Advances in Cleaner Production. São Paulo*. 2011.
2. ABINNE. Logística reversa: Acordo mais próximo. Disponível em: < <http://www.abinee.org.br/noticias/com446.htm>>, acesso em 23 de novembro de 2016. 2015.
3. PINHEIRO, E. L.; MONTEIRO, M. A.; DE ALMEIDA, R. N.; FRANCO, R. G. F.; PORTUGAL, S. M. Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos –PGIREEE. FEAM. Minas Gerais. 2009.
4. TUDE, EDUARDO. Seção: telefonia celular, Disponível em: < <http://www.teleco.com.br/ncel.asp>> acesso em: 26 de maio de 2017. 2017.
5. TUDE, EDUARDO. Seção: rádio e TV. Disponível em: < <http://www.teleco.com.br/ncel.asp>> , acesso em: 26 de maio de 2017. 2016.
6. RODRIGUES, Ângela Cássia. Fluxo domiciliar de geração e destinação de resíduos de equipamentos elétrico e eletrônicos no município de São Paulo: caracterização e subsídios para políticas públicas. Disponível em: < www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-12032012.../AngelaCRodrigues.pdf>, acesso em 28 de maio de 2017. 2012.