



Diagnóstico da geração de resíduos eletroeletrônicos na Região Metropolitana da Serra Gaúcha

Laura Knob ¹, Tiago Panizzon ², Vania Elisabete Schneider ³

¹Universidade de Caxias do Sul (lknob@ucs.br)

² Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul (tpanizzo@ucs.br)

³ Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul (veschnei@ucs.br)

Resumo

O gerenciamento inadequado dos resíduos tem gerado grande preocupação devido aos impactos adversos à saúde e ao meio ambiente. Dentre os resíduos gerados pela sociedade os resíduos eletroeletrônicos (REEEs) evidenciam uma crescente geração devido à redução progressiva da vida útil e a inovação tecnológica. Para obter informações relativas à Região Metropolitana da Serra Gaúcha, constituída por treze municípios da serra gaúcha, foram feitas projeções para os anos de 2010 à 2040 da população e das empresas atuantes, as proporções dos domicílios e empresas com posse dos equipamentos, bem como estimada sua composição. Os resultados mostram que para uma população de 778.617 habitantes e 46.170 empresas em 2014 foram geradas 6.090 t/ano de REEEs, com uma projeção para o ano de 2040 de 1.071.400 habitantes e 70.499 empresas resultando numa geração de 7.865 t/ano. Quanto a composição, estimou-se o percentual médio em relação ao peso dos materiais, resultando nos seguintes percentuais: 44% metais ferrosos; 19% polímeros; 13% vidro; 12% metais não ferrosos; 9% outros; 3% componentes eletrônicos. Com os dados obtidos espera-se auxiliar as iniciativas que visem solucionar os problemas com o gerenciamento desse tipo de resíduo.

Palavras-chave: Eletroeletrônicos. Gerenciamento de Resíduos. Geração de Resíduos.

Área Temática: Resíduos Sólidos.

Diagnosis of electrical and electronic waste generation in the Região Metropolitana da Serra Gaúcha

Abstract

Inadequate waste management has generated concern because of adverse impacts on health and the environment. Among the waste generated by society, electronic waste (WEEE) show a growing generation because of the progressive reduction of life and technological innovation. In order to obtain information about the Região Metropolitana da Serra Gaúcha, consists of thirteen cities of Serra Gaúcha, projections were made for the years 2010 to 2040 of the population and the operating companies, the proportions of homes and companies that have the equipment and its estimated composition. The results show that for a population of 778,617 inhabitants and 46,170 companies in 2014 were generated 6,090 t/year of WEEE, with a projection for the year 2040 of 1,071,400 inhabitants and 70,499 companies resulting in generation of 7,865 t/year. About the composition, it was estimated average percentage relative to the weight of each material, resulting in the following percentages: 44% ferrous metals; 19% polymer; 13% glass; 12% non-ferrous metals; 9% other; 3% electronic components. From the data obtained is expected to assist the initiatives that could solve the problems with the management of electronic waste.

Key words: Electronics. Waste management. Waste generation.

Theme Area: Solid Waste.



1 Introdução

As questões relacionadas ao meio ambiente vêm ganhando destaque na atualidade. Devido à ampla abrangência dessa temática, contribuir com o desenvolvimento equilibrado e com a qualidade ambiental envolve ações em diversos segmentos. Dentre eles destaca-se o gerenciamento de resíduos sólidos, o qual é indispensável na busca pela sustentabilidade.

Com a entrada em vigor da Lei 12.305 (BRASIL, 2010) a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), foram estabelecidas diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Em relação aos eletroeletrônicos a Lei 12.305 (BRASIL, 2010) determina que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes tem a obrigação de estruturar e implementar sistemas de logística reversa, que consiste na viabilização do retorno desses equipamentos para reaproveitamento no ciclo produtivo dos próprios processos ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Na iminência da implementação do sistema de logística reversa, este estudo busca avaliar a situação atual e futura da geração de REEEs, realizando diagnósticos e estimativas da população e empresas, composição dos resíduos, geração domiciliar e industrial da Região Metropolitana da Serra Gaúcha, constituída pelos municípios de Antônio Prado, Bento Gonçalves, Carlos Barbosa, Caxias do Sul, Farroupilha, Flores da Cunha, Garibaldi, Ipê, São Marcos, Nova Pádua, Monte Belo do Sul, Santa Teresa e Pinto Bandeira.

É fundamental que se conheça a dimensão do problema enfrentado, sendo que os dados obtidos servirão como ponto de partida para as iniciativas que busquem gerenciar de maneira adequada os REEEs.

2 Metodologia

2.1 Estimativa da População e da Geração Domiciliar

Os cálculos da geração de REEEs provenientes dos domicílios compreenderam os seguintes equipamentos: ar-condicionado, computador de mesa, computador portátil, ferro elétrico, fogão, forno elétrico, freezer, geladeira, liquidificador, máquina de lavar, micro-ondas, rádio, telefone celular, telefone fixo e televisão. Utilizando-se dados da Fundação de Economia e Estatística (FEE, 2014) do período de 1990 a 2013, estimou-se a população anual de cada cidade até o ano de 2040. Para estimar a geração anual de REEEs foi utilizado o Método de Consumo e Uso (FEAM, 2009), o qual também foi utilizado no estudo da Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais, em parceria com a e-Waste, Swiss e-Waste Programm, realizado em 2009 para diagnosticar a geração de REEEs no estado de Minas Gerais. O método considera o número de domicílios que possuem o eletroeletrônico, vida útil média, peso médio e a taxa de saturação, que é número de aparelhos por domicílio.

Foram obtidos junto ao IBGE Cidades (IBGE, 2014) e ao Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA (IBGE, 2014) os dados relativos ao número de domicílios com posse dos seguintes equipamentos: rádio, televisão, máquina de lavar, geladeira, telefone celular, telefone fixo, computador, fogão e freezer. Para determinar a proporção de domicílios com posse de forno elétrico, micro-ondas, ar-condicionado, ferro elétrico e liquidificador foram utilizados dados do Relatório da Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Classe Residencial, Região Sul (2007). Para calcular o número de moradores por domicílio dividiu-se os valores de população pelo número de domicílios do ano de 2010, obtidos junto ao IBGE (2014). Foi realizada a projeção do número total de domicílios e dos domicílios que contém cada equipamento considerando um aumento proporcional ao aumento populacional.



Os pesos médios do rádio, fogão, forno elétrico, micro-ondas, ar-condicionado (parte interna e externa), freezer, liquidificador e ferro elétrico foram obtidos junto ao endereço eletrônico da loja Magazine Luiza, efetuando-se a média dos pesos dos dez equipamentos mais vendidos. Para televisão, máquina de lavar, geladeira, telefone fixo, celular, computador de mesa e computador portátil os pesos médios foram obtidos junto ao estudo do Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais (FEAM, 2009).

Os dados de vida útil do rádio, televisão, máquina de lavar, geladeira, telefone celular e telefone fixo foram obtidos junto ao mesmo estudo. A vida útil do fogão, forno elétrico, micro-ondas, ar-condicionado e freezer foram obtidos junto ao estudo da National Association of Home Builders e Bank of America Home Equity, Study of Life Expectancy of Home Components (2007).

2.2 Estimativa de Empresas e da Geração Industrial

Para a estimativa do número de empresas atuantes nos municípios foram utilizados dados estatísticos do Cadastro Central de Empresas do IBGE. Foram obtidos os números de empresas atuantes e pessoal ocupado assalariado, realizando-se a projeção para os anos seguintes.

Não foram evidenciados dados da geração de REEEs oriundos de indústrias. Em razão disso foi realizada uma simplificação, definindo-se para a estimativa da geração, em virtude da maior expressividade de posse e pelo volume e peso que representam os seguintes equipamentos: impressora, ar-condicionado, computadores de mesa e computadores portáteis. Para estimar a geração anual de REEEs foi utilizado o Método de Consumo e Uso (FEAM, 2009). Os pesos médios e a vida útil dos computadores e do ar-condicionado são os mesmos utilizados no diagnóstico da geração domiciliar e para a impressora foi efetuada a média dos pesos dos dez equipamentos mais vendidos, obtidos junto ao endereço eletrônico da loja Magazine Luiza. A vida útil média da impressora foi obtida junto ao estudo da Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM, 2009).

2.3 Estimativa da Composição dos REEEs

Os equipamentos eletroeletrônicos possuem uma composição bastante variada, com mudanças de um equipamento para outro e também entre a mesma categoria. A composição dos REEEs gerados foi determinada estimando-se a composição média de metais ferrosos, metais não ferrosos, vidro, polímeros, componentes eletrônicos e outros (borracha, madeira, etc.) para cada equipamento.

A base de dados da E-Waste (S.D) apresenta as proporções de composição para grandes eletrodomésticos, pequenos eletrodomésticos e equipamentos informáticos e de comunicação. Para poder utilizar esses dados os equipamentos foram classificados conforme a Diretiva 2012/19/EC da União Europeia, a qual divide os equipamentos eletroeletrônicos nas seguintes categorias: grandes eletrodomésticos; pequenos eletrodomésticos; equipamentos informáticos e de telecomunicações; equipamentos de consumo e painéis fotovoltaicos; equipamentos de iluminação; ferramentas elétricas e eletrônicas (com exceção de ferramentas industriais fixas de grandes dimensões); brinquedos e equipamento de desporto e lazer; aparelhos médicos (com exceção de todos os produtos implantados e infetados); instrumentos de monitoramento e controle; distribuidores automáticos.

As composições da televisão, geladeira e computador de mesa foram obtidas junto a Tese de Doutorado “Modelo de Avaliação do Ciclo de Vida para a Gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no Brasil” (ARAÚJO, 2013). Para o freezer foram adotadas as mesmas proporções da geladeira. Os percentuais de composição para máquina de lavar, telefone fixo, notebook, impressora e ar-condicionado foram obtidos junto ao artigo “A preliminary



categorization of end-of-life electrical and electronic equipment as secondary metal resources” (OGUCHI et al, 2011). Para o telefone celular foram adotados os percentuais estimados por Tanskanen (2012).

3 Resultados e Discussões

Os resultados mostram que para uma população total de 778.617 habitantes e 46.170 empresas em 2014 foram geradas 6.090 t/ano de REEEs, com uma projeção para o ano de 2040 de 1.071.400 habitantes e 70.499 empresas resultando numa geração de 7.865 t/ano. O diagnóstico da geração total de REEEs, domiciliar e empresarial, pode ser observado na Tabela 1. Na Figura 1 pode-se acompanhar a evolução da geração de cada equipamento ao longo do tempo.

Tabela 1 – Geração domiciliar e empresarial de REEEs na Região Metropolitana da Serra Gaúcha (t/ano)

Ano	Ar condicionado parte externa e interna	Computador de mesa	Computador portátil	Ferro elétrico	Fogão	Forno elétrico	Freezer	Geladeira
2010	133	853	31	139	707	36	465	1.151
2012	136	837	42	141	721	37	474	1.174
2014	141	752	65	147	749	38	493	1.219
2016	145	701	84	151	770	39	507	1.255
2018	150	632	104	155	792	40	521	1.290
2020	154	558	109	159	814	41	535	1.326
2022	158	478	112	164	835	42	549	1.362
2024	163	394	115	168	857	43	563	1.397
2026	167	398	118	172	879	45	577	1.433
2028	171	407	121	176	900	46	591	1.468
2030	175	416	124	181	922	47	605	1.504
2032	180	424	127	185	944	48	619	1.540
2034	184	432	129	189	966	49	633	1.575
2036	188	440	132	193	987	50	647	1.611
2038	193	447	135	198	1.009	51	661	1.646
2040	197	454	137	202	1.031	52	675	1.682

Ano	Impressora	Liquidificador	Máquina de lavar	Micro-ondas	Rádio	Telefone celular	Telefone fixo	Televisão
2010	89	176	722	195	57	75	32	989
2012	94	180	736	198	58	84	32	1.008
2014	97	187	765	206	61	91	34	1.047
2016	101	192	787	212	62	100	34	1.078
2018	104	198	809	218	64	107	35	1.108
2020	108	203	832	224	66	108	36	1.138
2022	112	208	854	230	68	109	37	1.169
2024	116	214	876	236	69	111	38	1.199
2026	120	219	898	242	71	112	39	1.229
2028	124	225	921	248	73	113	40	1.260



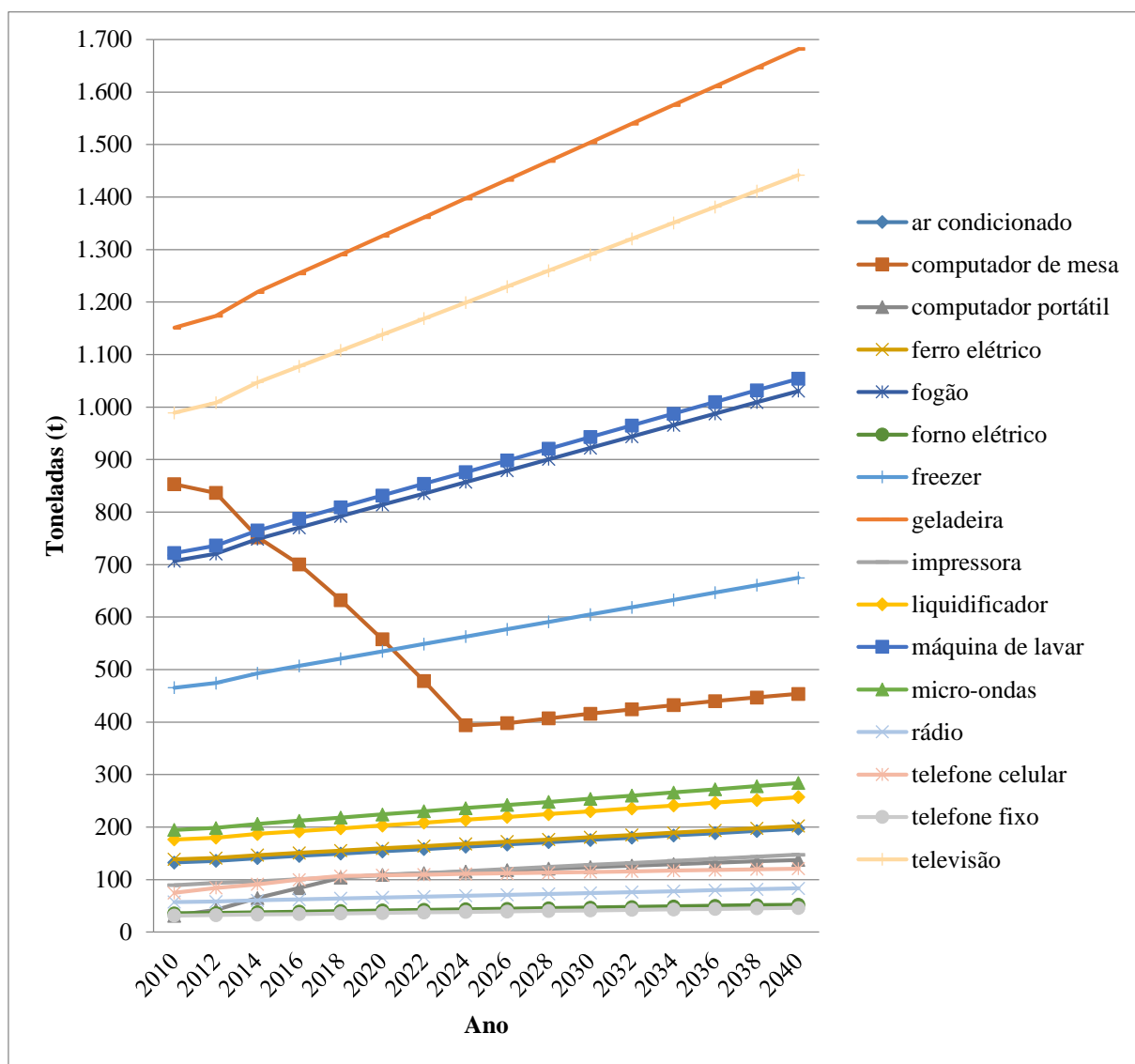
5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

2030	128	230	943	254	75	115	41	1.290
2032	132	236	965	260	76	116	42	1.320
2034	136	241	987	266	78	117	43	1.351
2036	140	246	1.010	272	80	118	44	1.381
2038	144	252	1.032	278	82	120	45	1.411
2040	147	257	1.054	284	83	121	46	1.442

Fonte: O autor (2015)

Figura 1 – Evolução da geração de REEEs (t/ano)



Fonte: O autor (2015)

Com base nas proporções de composição dos equipamentos e no diagnóstico da geração, estimou-se a geração total anual de cada tipo de material. Os resultados podem ser observados na Tabela 2.



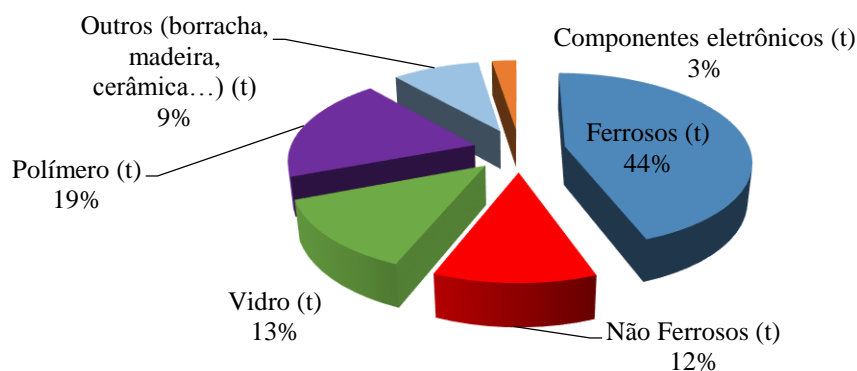
Tabela 2 – Geração anual de materiais (t)

Ano	Metais Ferrosos	Metais Não Ferrosos	Vidro	Polímeros	Outros (borracha, cerâmica...)	Componentes eletrônicos
2010	2.571,05	673,24	775,39	1.141,99	484,70	202,91
2012	2.615,13	685,54	787,77	1.162,90	495,65	205,56
2014	2.680,09	703,59	804,19	1.186,67	515,96	199,63
2016	2.737,41	719,50	819,54	1.210,62	532,33	198,52
2018	2.788,38	733,69	832,34	1.230,34	548,54	194,49
2020	2.833,01	746,02	841,66	1.243,47	563,12	184,53
2022	2.875,22	757,80	849,79	1.254,70	577,46	172,95
2024	2.915,88	769,21	857,26	1.264,90	591,77	160,61
2026	2.987,61	788,02	877,94	1.295,61	606,70	163,48
2028	3.061,25	807,28	899,41	1.327,57	621,66	167,28
2030	3.134,70	826,50	920,81	1.359,40	636,61	170,99
2032	3.207,98	845,68	942,13	1.391,12	651,55	174,60
2034	3.281,11	864,82	963,38	1.422,72	666,49	178,12
2036	3.354,08	883,93	984,57	1.454,22	681,42	181,57
2038	3.426,89	902,99	1005,68	1.485,61	696,35	184,93
2040	3.499,56	922,03	1026,73	1.516,90	711,27	188,21

Fonte: O autor (2015)

Os REEEs representam um grande risco ao serem inadequadamente descartados, porém têm um grande potencial de reciclagem. Em virtude da grande variabilidade de materiais e da presença de elementos considerados perigosos e potencialmente tóxicos são necessários processos específicos para o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEEs). Os riscos associados ao manejo inadequado dos REEEs consistem na contaminação das pessoas que manipulam os resíduos sem nenhum tipo de cuidado causando danos à saúde e a contaminação do meio ambiente afetando os ecossistemas, prejudicando o ambiente físico, a fauna, a flora e suas relações. Na Figura 2 estão apresentadas as composições médias dos REEEs considerados.

Figura 2 – Composição média dos REEEs considerados



Fonte: O autor (2014), baseado em E-Waste (2014), ARAÚJO (2013), OGUCHI et al (2011) e TANSKANEN (2012)



4 Conclusões

Ao apresentar a logística reversa como instrumento de desenvolvimento econômico e social a PNRS formou uma cadeia de responsabilidades impondo aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes o compromisso de recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua subsequente destinação final ambientalmente adequada.

Este diagnóstico tem o propósito de auxiliar as iniciativas que visem solucionar os problemas com o gerenciamento de REEEs, contribuindo com a implementação do sistema de logística reversa e o cumprimento das obrigações legais. Espera-se assim contribuir com o desenvolvimento sustentável e a conservação dos recursos naturais, incentivando a destinação adequada de resíduos, o reaproveitamento e a reciclagem, reduzindo-se a necessidade de extração de materiais virgens e diminuindo os impactos adversos a saúde e ao meio ambiente.

Referências

ARAÚJO, Marcelo Guimarães. **Modelo de Avaliação do Ciclo de Vida para a Gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013. 232 p. Tese (Doutorado) – Programa de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: [s.n], 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 23 ago. 2014.

E-Waste. **Material Composition**. Disponível em: <http://ewasteguide.info/material_composition>. Acesso em 25 ago. 2014.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. FEEDADOS. Disponível em: <http://feedados.fee.tcche.br/consulta/sel_modulo_pesquisa.asp>. Acesso em: 18 ago. 2014.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). **Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Jun. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=43&search=rio-grande-do-sul>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Pesquisa Básica - 2001 a 2013. Sistema IBGE de Recuperação Automática SIDRA. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/pnad/pnadpb.asp>>. Acesso em: 22 ago. 2014.

MAGAZINE LUIZA. Disponível em: <<http://www.magazineluiza.com.br/>>. Acesso em: 23 ago. 2014.

NATIONAL ASSOCIATION OF HOME BUILDERS; BANK OF AMERICA HOME EQUITY. **Study of Life Expectancy of Home Components**. Fev. 2007.



OGUCHI, Masahiro et al. A preliminary categorization of end-of-life electrical and electronic equipment as secondary metal resources. **Waste Management**, jun. 2011, p. 2150-2160.

PROCEL; ELETROBRÁS. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano Base 2005**: Classe Residencial Relatório Sul. Set. 2007.

TANSKANEN, Pia. Management and recycling of electronic waste. **Acta Materialia**, nov. 2012 p. 1001-1011.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2012/19/EC, de 4 de julho de 2012. Relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEEs). **Jornal Oficial da União Europeia**, 27 jul. 2012. p. 38-71.