

III-106 - ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE FARROUPILHA A PARTIR DO MÉTODO DE CONSUMO E USO

Tiago Panizzon⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul, Mestre em Engenharia e Ciências Ambientais na área de Resíduos Eletroeletrônicos pela Universidade de Caxias do Sul. Professor do curso de Engenharia Ambiental e pesquisador do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul.

Vania Elisabete Schneider

Graduada em Licenciatura Plena e Bacharelado em Biologia pela Universidade de Caxias do Sul, Especialista em Metodologia da Pesquisa e do Ensino Superior - Área de Concentração: Educação Ambiental; Mestre em Engenharia Civil - Área de Concentração - Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Estadual de Campinas, Doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Geraldo Antônio Reichert

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestre em Engenharia pela UFRGS e Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo IPH/UFRGS. Engenheiro do Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre e professor do curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Caxias do Sul.

Endereço⁽¹⁾: Universidade de Caxias do Sul – Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bairro Petrópolis – Caxias do Sul – Rio Grande do Sul - CEP: 95070-560 - Brasil - Tel: +55 (54) 3018-2100 – Ramal: 2507 - e-mail: tpanizzo@ucs.br.

RESUMO

Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico (REEE), também conhecido como “lixo eletrônico” ou *e-waste* na língua inglesa, é um termo genérico utilizado para abranger diversas formas de equipamentos elétricos e eletrônicos que não possuem mais valor para seus proprietários. Uma vez que os REEEs consistem em resíduos de baixíssimo potencial de degradabilidade e de elevada reciclabilidade resultando em um elevado acúmulo de REEEs no decorrer dos anos. Neste trabalho, foi estimada a geração de REEEs domésticos no município de Farroupilha, localizado na Serra Gaúcha, com vistas a subsidiar o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos daquele município. A geração de REEEs foi calculada a partir do Método de Consumo e Uso, o qual leva em conta o consumo de equipamentos eletroeletrônicos pelas residências e a vida útil desses. Para estimar a quantidade de REEEs nas residências de Farroupilha, foram utilizados dados da Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio – PNAD –, com informações acerca da geração per capita e peso dos equipamentos estimados através de outras bibliografias. Estimou-se para o ano de 2014 uma geração de 348.258 t de REEEs domésticos, o que representa uma geração de 5,10 kg/hab.ano. Esse valor vem crescendo rapidamente do ano de 2000 (3,62 kg/hab.ano), havendo uma estabilização dos valores para o final da década (5,37 kg/hab.ano para 2020). O grande motivo para isso é a migração dos usuários de computadores de mesa para notebooks, os quais pesam apenas 15 % do peso dos primeiros. No que diz respeito à classe, a maior parte dos REEEs gerados correspondem à Linha Branca e Marrom. Para 2014, a linha branca representa quase 60 % dos resíduos gerados, enquanto a linha marrom representa 33 % e a Linha Verde 7,7 %. Em termos de quantidade mássica, a geladeira aparece como principal resíduo gerado, tendo em 2014 uma geração per capita de 1,48 kg/hab.ano, seguida pelo televisor (1,15 kg/hab.dia), máquina de lavar (0,92 kg/hab.dia), fogão (0,72 kg/hab.dia) e só então dos computadores de mesa (0,61 kg/hab.dia). Notebooks, celulares, telefones e rádios, por sua vez, representam uma parcela pequena da geração, totalizando juntos 0,35 kg/hab.dia. Para 2014, verificou-se uma geração de 212,8 toneladas de metais, 84 toneladas de plásticos, 22,7 ton de vidros (em sua maioria vidros de chumbo) e 29 toneladas de outros materiais. Até 2020, há um aumento esperado de 10 % na geração de REEEs, o que resulta em 240 toneladas de metais, 90,8 toneladas de plásticos, 20 ton de vidros e 33 toneladas de outros materiais. Os resultados obtidos visam subsidiar o gerenciamento de REEEs no município, podendo a metodologia ser replicada em outros municípios.

PALAVRAS-CHAVE: REEEs, *e-waste*, Logística reversa, Gerenciamento de resíduos.

INTRODUÇÃO

Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico (REEE), também conhecido como “lixo eletrônico” ou *e-waste* na língua inglesa, é um termo genérico utilizado para abranger diversas formas de equipamentos elétricos e eletrônicos que não possuem mais valor para seus proprietários. Os REEEs se caracterizam por ser um conjunto de resíduos de rápido crescimento, estando aumentando na faixa de 3 a 5 % ao ano (MOHAN *et al.*, 2008), reflexo do constante aumento no consumo de eletroeletrônicos e da redução do ciclo de vida destes, aumentando assim a velocidade de obsolescência desses equipamentos. Somente em 2012, foram gerados 48.894 kt de REEEs em todo o mundo (ONU, 2012a).

Uma vez que os REEEs consistem em resíduos de baixíssimo potencial de degradabilidade, torna-se importante ainda pensar no acumulado de REEEs no decorrer dos anos. Segundo, Widmer *et al.* (2005), estima-se que em todo o mundo, no ano de 1994 aproximadamente 20 milhões de computadores chegaram ao final de sua vida útil. Em 2004 esse valor aumentou para 100 milhões, sendo o acumulado de 1994 a 2003 de aproximadamente 500 milhões de computadores. Em termos materiais, isso significa em torno de 2.872.000 t de plásticos, 718.000 t de chumbo, 1.363 t de cádmio e 287 t de mercúrio, referentes apenas a computadores.

Neste trabalho, foi estimada a geração de REEEs domésticos no município de Farroupilha, com vistas a subsidiar a elaboração do seu Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. O município de Farroupilha está localizado na Serra Gaúcha, mesorregião nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. De acordo com dados do último censo, publicados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, referente ao ano de 2012, o município de Farroupilha possui uma população total de 64.893 habitantes (BRASIL, 2012), da qual 86,5% residem na zona urbana.

METODOLOGIA

A geração de REEEs foi calculada a partir do Método de Consumo e Uso, o qual leva em conta o consumo de equipamentos eletroeletrônicos pelas residências e a vida útil desses. A equação abaixo resume a metodologia de cálculo utilizada:

$$\frac{REEE}{ano} = \frac{P_m \times Re \times EEE}{VU_m}$$

Sendo:

- P_m : peso médio de cada aparelho;
- Re : número de residências;
- EEE : número de equipamentos eletroeletrônicos (EEEs) na residência;
- VU_m : vida útil média de cada aparelho eletroeletrônico.

Para estimar a quantidade de EEEs nas residências de Farroupilha, foram utilizados dados da Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio – PNAD – (IBGE, 2012), a qual avalia a presença ou não de determinados eletroeletrônicos em residências brasileiras. Uma vez que a PNAD considera somente alguns tipos de EEEs, foram avaliados apenas a utilização dos seguintes eletroeletrônicos: computador de mesa, notebooks, celulares, telefones fixos, televisores, rádio, fogão, geladeira e máquina de lavar. Tendo em vista que a pesquisa vem sendo realizada desde 2001, foi possível estimar a variação na taxa de utilização dos eletroeletrônicos em residências.

Destaca-se aqui que, uma vez que a PNAD avalia apenas se no domicílio existe ou não o EEE, não é possível saber quantos eletrônicos de um mesmo tipo existem na residência a partir dos dados dessa pesquisa. Desta forma, para suprir essa lacuna foram utilizados outros valores disponíveis na bibliografia, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Proporção de REEE utilizada por residência

EEE	Quant. por residência	Observação
Computador/notebook	Variável	CGI (2013)
Celular	4,17	Teleco (2014)
Telefone	1	Adotado
TV	1,41	Eletrobrás (2007)
Rádio	1	Adotado
Fogão	1	Adotado
Geladeira	1	Adotado
Máquina de Lavar	1	Adotado

O cálculo dos computadores por residência foi baseado em dados do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI, 2013), apresentados na Figura 1, no qual se evidencia que a relação entre notebooks e computadores de mesa é variável com o tempo. Estes dados foram utilizados como referência para estimar a proporção de cada um com o passar do tempo.

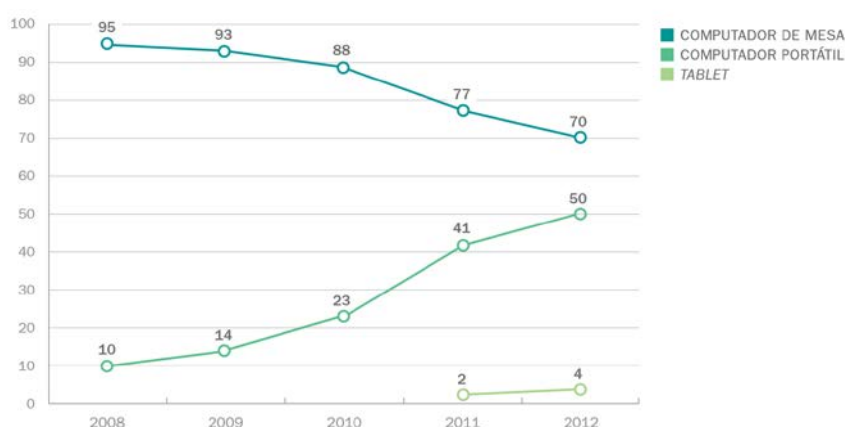


Figura 1: Proporção de computadores e notebooks em domicílios brasileiros
Fonte: CGI (2013)

Para adoção da vida útil, foram utilizados os mesmos dados adotados por Feam (2008), provenientes de EPA (2008). A exceção nesse caso foi o fogão, o qual não estava contemplado na metodologia original e foi utilizado como referência o prazo de vida útil adotado pela Associação Nacional de Construtores de Residências dos Estados Unidos (NAHB), e a máquina de lavar, para o qual optou-se por também utilizar dados da NAHB por considerar a referência mais confiável. Na Tabela 2 apresenta-se um resumo das vidas úteis adotadas.

Tabela 2: Vida útil adotada para diferentes EEEs

EEE	Vida útil (anos)	Fonte
Computador	5	EPA (2008)
Celular	2	EPA (2008)
Telefone	2	Mesmo que o celular
TV	13	EPA (2008)
Rádio	5	Mesmo que o computador
Fogão	14	NAHB (2007)
Geladeira	15	EPA (2008)
Máquina de Lavar	10	NAHB (2007)

Para a definição dos pesos médios, foram adotados, em sua maioria, valores padrões de bibliografias internacionais, conforme apresentado na Tabela 3. A exceção ocorre para geladeiras e máquinas de lavar, para as quais considerou-se que os valores das bibliografias internacionais, de 35 kg para geladeira e 65 kg máquina de lavar, diferem em muito dos modelos utilizados no Brasil, que possuem em média, respectivamente, 72 kg e

37 kg. Por tal motivo, foram então utilizados valores de Feam (2008), os quais foram obtidos a partir de levantamentos junto ao site Bondfaro (2014). Uma metodologia semelhante foi utilizada para obter o peso médio de fogões, tendo sido comparados valores de diversos aparelhos disponíveis no mercado.

Tabela 3: Peso médio de diferentes REEEs

EEE	Peso (kg)	Fonte
Monitor (CRT)	14,1	Laffely, J. (2007)
Computador de mesa	9,9	Eugster et. Al (2007)
Notebook	3,5	SWICO Recycling Guarantee (2006)
Celular	0,1	Empa (s.d.-a)
Telefone	1	Huisman et al (2008)
TV (CRT)	31,6	Zumbuehl, D. (2006)
Rádio	2	Huisman et al (2008)
Fogão	29,9	Autor
Geladeira	71,95	Feam (2008)
Máquina de Lavar	37,51	Feam (2008)

Para avaliação da quantidade de materiais gerados pelos REEEs gerados, foram utilizados dados do Laboratório Federal Suíço de Ciência e Tecnologia dos Materiais (Empa, s.d.-b), sintetizados na Tabela 4.

Tabela 4: Materiais que compõem os REEEs

Material	Grandes aparelhos domésticos	Pequenos aparelhos domésticos	Equipamentos de TI e telecomunicações
Plásticos	19%	38%	30%
Metais	71%	56%	45%
Vidro	0%	0%	19%
Outros	10%	7%	6%
Total	100%	100%	100%

Fonte: Adaptado de Empa, s.d.-b

As estimativas de REEEs domésticos gerados em Farroupilha foram feitas para o período de 2000, quando foi iniciada a PNAD, até 2020. Tendo em vista a rápida variação de tecnologias para os REEEs, considera-se que estimativas por um período muito maior podem resultar em erros consideráveis, uma vez que, os pesos e a vida útil utilizada são válidos para as tecnologias que estão sendo abandonadas no momento, sendo que outros elementos que estão atualmente sendo utilizados, como TVs de LCDs e LED, e que estariam sendo descartados após esse período, não estão sendo analisados.

RESULTADOS

Para o ano de 2014, estima-se uma geração de 348.258 t de REEEs domésticos em Farroupilha, o que representa uma geração de 5,10 kg/hab.ano. Esse valor vem crescendo rapidamente do ano de 2000 (3,62 kg/hab.ano), havendo uma estabilização dos valores para o final da década (5,37 kg/hab.ano para 2020). Este resultado se justifica pela migração dos usuários de computadores de mesa para notebooks, os quais pesam somente 15 % dos computadores de mesa.

Se comparado com os valores estimados por Feam (2009) para o Brasil, de 3,4 kg/hab.ano, os valores obtidos podem ser considerados elevados, porém, isso deve-se ao fato de a metodologia utilizada nesse estudo considerar alguns parâmetros adicionais ao estudo de Feam:

- a geração de REEEs decorrente do descarte de fogões;
- uma quantidade maior de televisores (1,41) e celulares (4,17) por residência;

- a utilização de uma metodologia diferenciada para calcular a proporção de computadores de mesa e notebooks nas residências.

Outra referência que pode ser utilizada para comparação são os resultados estimados pela ONU (2012b) através do programa Step (Solving the e-waste problem, em português, resolvendo o problema do resíduo eletrônico), o qual estima para o Brasil uma geração de 7,06 kg/hab.ano. Tendo em vista que esse valor é estimado a partir de dados de composição de REEE europeus, os quais compreendem uma variedade maior de REEEs, e um perfil populacional diferente, não é surpresa que esse valor seja mais elevado que o obtido pela Feam e por este estudo.

No que diz respeito à classe, a maior parte dos REEEs gerados correspondem à Linha Branca e Marrom, como pode ser visto na Tabela 5. Para 2014, a linha branca representa quase 60 % dos resíduos gerados, enquanto a linha marrom representa 33 % e a Linha Verde 7,7 %.

Observa-se uma variação na composição com o passar dos anos, havendo aumento da proporção da linha verde, composta por computadores, telefones e aparelhos de informática, de 2000 para 2014 e uma redução de 2014 para 2020. Esta característica decorrente justamente do aumento do uso de computadores de mesa na primeira década, e sua substituição por notebooks (mais leves) na segunda. Ressalta-se que para todo o período analisado a linha verde representa a menor fatia dos REEEs gerados.

Tabela 5: Geração de REEEs, por linha

Linha	Componentes	2000		2014		2020	
		kg/ano	%	kg/ano	%	kg/ano	%
Linha Branca	Fogões, secadoras, congeladores, refrigeradores, etc.	124.387,60	62,2	207.680,91	59,6	249.208,65	65,0
Linha Marrom	Monitores e televisores, equipamentos de áudio, etc.	662.89,828	33,1	113.776,15	32,7	108.201,48	28,2
Linha Azul	Liquidificadores, ferros elétricos, aspiradores de pó, batedeiras, etc.	-	-	-	-	-	-
Linha Verde	Computadores, acessórios de informática, telefones móveis, etc.	9294,7558	4,6	26800,778	7,7	26216,331	6,8
Total	-	199.972,18	100	348.257,83	100	383.626,46	100

Na Tabela 6 está apresentada a geração per capita de REEEs para seus diferentes componentes. Através desta torna-se mais fácil evidenciar a composição dos REEEs de Farroupilha.

Tabela 6: Geração per capita para diferentes REEEs

Tipo de EEE	Geração per capita (kg.hab/ano)		
	2000	2014	2020
Comp. de mesa	0,25	0,61	0,25
Notebook	0,00	0,11	0,18
Celular	0,01	0,07	0,07
Telefone	0,08	0,05	0,04
TV	0,92	1,15	1,21
Rádio	0,11	0,13	0,13
Fogão	0,62	0,72	0,75
Geladeira	1,16	1,48	1,55
Máquina de lavar	0,47	0,92	1,19
Total	3,6	5,22	5,37

Em termos de quantidade mássica, a geladeira aparece como principal resíduo gerado, tendo em 2014 uma geração per capita de 1,48 kg/hab.ano, seguida pelo televisor (1,15 kg/hab.dia), máquina de lavar (0,92 kg/hab.dia), fogão (0,72 kg/hab.dia) e só então dos computadores de mesa (0,61 kg/hab.dia). Notebooks, celulares, telefones e rádios, por sua vez, representam uma parcela pequena da geração, totalizando juntos 0,35 kg/hab.dia.

A longo prazo, a principal variação desses números diz respeito à redução da participação dos computadores de mesa no REEE (0,25 kg/hab.dia em 2020) devido à sua substituição pelos notebooks.

As informações de composição trazidas até o momento devem, porém, ser ponderadas com cuidado. Apesar de serem encontrados em menor quantidade, decorrente de seu menor peso, resíduos da linha verde apresentam uma composição muito mais complexa, em especial quando consideramos a presença das placas de circuito impresso destes. Nesse sentido, a Tabela 7 apresenta a geração de metais, plásticos, vidros e demais componentes, decorrentes do descarte de REEEs em Farroupilha.

Tabela 7: Geração anual de metais, plásticos, vidros e outros, oriundos de REEEs

Ano	Material (kg/ano)			
	Metais	Plásticos	Vidro	Outros
2000	123.251,10	47.538,29	12.463,93	16.881,57
2014	212.774,81	84.034,26	22.722,38	29.059,61
2020	240.068,29	90.758,29	20.155,07	32.948,19

Para 2014, verificou-se uma geração de 212,8 toneladas de metais, 84 toneladas de plásticos, 22,7 ton de vidros (em sua maioria vidros de chumbo) e 29 toneladas de outros materiais. Até 2020, há um aumento esperado de 10 % na geração de REEEs, o que resulta em 240 toneladas de metais, 90,8 toneladas de plásticos, 20 ton de vidros e 33 toneladas de outros materiais.

Cabe aqui destacar que durante todos o período analisado houve pouca variação na composição dos REEEs, sendo os metais ferrosos em média 61 % da amostra, os plásticos 24 %, o vidro 6 % e os demais 8 %. As maiores variações observadas foram no vidro, o qual foi de 5,2 % em 2020 (com tendência a reduzir mais) a 7,2 % em 2010.

Tendo em vista os diferentes valores de mercado, está apresentada na Tabela 8 uma análise detalhada sobre a composição dos metais encontrados nos REEEs.

Tabela 8: Composição dos metais dos REEEs

Ano	Metal (kg/ano)				
	Metais Ferrosos	Alumínio	Cobre	Metais tóxicos	Metais preciosos
2000	79.912,62	21.675,40	19.406,82	2.240,78	14,09
2014	138.285,10	37.102,63	33.563,36	3.795,58	25,61
2020	153.417,97	42.919,86	39.241,47	4.462,44	24,27

Os metais ferrosos representam em torno de 65 % da amostra, sendo gerados 138 toneladas em 2014. Já o alumínio e o cobre, metais de elevado valor, representam respectivamente 17 % e 15 % da parcela de metais, com uma geração estimada de 37 toneladas e 33 toneladas, respectivamente.

Verifica-se ainda a presença de metais tóxicos (chumbo, cádmio, mercúrio), os quais representam 1,8 % dos metais, tendo previstos a geração de 3,8 toneladas em 2014. Por fim, representando 0,01 % dos metais, os metais preciosos totalizam 25,6 kg em 2014.

CONCLUSÃO

Observa-se ser possível utilizar o método de consumo e uso para avaliar em maiores detalhes, incluindo diferentes componentes, a geração de REEEs. Porém, também se evidencia diferenças entre metodologias, quando comparado com dados da ONU (2012), os quais resultaram em valores quase 40 % maiores.

De fato, mesmo quando comparado com dados de Feam (2009), no qual foi utilizada a mesma metodologia, evidenciou-se que os resultados calculados foram 50 % maiores, apesar da metodologia adotada ser muito semelhante, demonstrando que a inserção de mais equipamentos e modificações em quesitos como peso, vida útil e quantidade por residência, resultam em diferenças significativas nos valores obtidos. Desta forma, apesar de o método de consumo e uso poder ser considerada uma alternativa viável para cálculo dos REEEs domésticos, a utilização de dados confiáveis e a inclusão dos principais REEEs torna-se fundamental para obter resultados confiáveis.

Por fim, é importante destacar que os valores obtidos dizem respeito apenas aos REEEs gerados em residências, não considerando REEEs gerados na indústria, comércio e serviços. Para esses casos, entende-se que outra metodologia, uma vez que seriam necessários dados acerca da quantidade de equipamentos eletroeletrônicos nas empresas para aplicar o método do consumo e uso, informação não disponível ao usuário na maior parte dos casos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BONDFARO. Pesquisa de preços. 2014. Disponível em: <<http://www.bondfaro.com.br/>>. Acesso em: 15 maio 2014.
- 2 COMITÊ GESTOR DA INTERNET. CGI. TIC Domicílios e Empresas, 2012. Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil. 2013. Disponível em: <<http://www.cgi.br/media/docs/publicacoes/2/tic-domicilios-e-empresas-2012.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- 3 ELETROBRAS. Procel apresenta pesquisa sobre posse e uso de equipamentos elétricos. 2007. Disponível em: <<http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISEB7EA1A1ITEMID44F7E9599DA046239C97072CC1E4206FPTBRIE.htm>>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- 4 EMPA. SWISS FEDERAL LABORATORIES FOR MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY. Weight. S.d-a. Disponível em: <<http://ewasteguide.info/node/4065>>. Acesso em: 6 ago. 2012.
- 5 EMPA. SWISS FEDERAL LABORATORIES FOR MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY. e-Waste material composition. S.d-b. Disponível em: <http://ewasteguide.info/material_composition>. Acesso em: 6 ago. 2012.
- 6 EPA. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Electronic Waste Management in the United States. Approach 1 e 2. 2008. Disponível em: <<http://www.epa.gov/osw/conservation/materials/ecycling/docs/app-1.pdf>>. Acesso em: 27. maio 2014.
- 7 EUGSTER, M. et al. Key environmental impacts of the Chinese EEE industry - a life cycle assessment study. 2007. Disponível em: <http://ewasteguide.info/files/Eugster_2007_Empa.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- 8 FEAM. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS. Diagnóstico da Geração Resíduos Eletroeletrônicos Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2009. Disponível em: <http://ewasteguide.info/files/Rocha_2009_pt.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2014.
- 9 HUISMAN, J. et al. 2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), Final Report. 2008. Disponível em: <http://ewasteguide.info/files/WEEE_final_report_unu_part1.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- 10 IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2012/default_sintese.shtm>. Acesso em: 21 jan. 2014.
- 11 LAFFELY, J. Assessing cost implications of applying best e-waste recovery practices in a manual disassembly material recovery facility in Cape Town, South Africa, using process-based cost modelling.

2007. Disponível em: < http://ewasteguide.info/files/Laffely_2007_EPFL-Empa.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- 12 NAHB. NATIONAL ASSOCIATION OF HOME BUILDERS. Study of Life Expectancy of Home Components. 2007. Disponível em: < http://www.nahb.org/fileUpload_details.aspx?contentID=99359>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- 13 ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU. StEP E-waste WorldMap. 2012a. Disponível em: <<http://www.step-initiative.org/index.php/WorldMap.html>>. Acesso em: 17 abril. 2014.
- 14 ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU. Step – Solving the e-waste problem. Brazil - Overview of e-waste related information. 2012b. Disponível em: <http://step-initiative.org/index.php/Overview_Brazil.html>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- 15 SWICO RECYCLING GUARANTEE. Activity Report 2005. 2006.
- 16 TELECO. Estísticas de Celulares no Brasil. 2014. Disponível em: < <http://www.teleco.com.br/ncel.asp>>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- 17 ZUMBÜHL, D. Mass flow assessment (MFA) and assessment of recycling strategies for cathode ray tubes (CRTs) for the Cape Metropolian Area (CMA), South Africa. 2006. Disponível em: <http://ewasteguide.info/files/Zumbuehl_2006_ETH-Empa.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2014.