

# **Inventário dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no Estado da Bahia**

**SALES, Danilo (IFBA); TANIMOTO, Armando (IFBA)**

**SÚMULA** - Este trabalho quantifica os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no estado da Bahia, cuja base anual escolhida foi 2009, utilizando as fontes de dados disponíveis, e estimando-se as informações necessárias a partir de indicadores socioeconômicos. Os resultados obtidos indicam que pouco mais de meio milhão de t/ano no Brasil e quase 30 mil t/ano na Bahia são descartados pelos consumidores. Quanto dessa quantidade entra novamente no sistema produtivo através da reciclagem informal e quanto são descartados em lixões, transformando-se em potenciais fontes de contaminação ambiental com efeito retardado, ainda continuam desconhecidas.

**ABSTRACT** – This paper quantifies the waste of electrical and electronic equipments in Bahia State, which annual base was 2009, using the disposal data resources and estimating others from socioeconomic indicators. The results show us that more than half million of t/year in Brazil and almost thirty thousand t/year in Bahia State are discharged by consumers. How much of them get in productive system again through informal recycling and how much are discharged in irregular landfills transforming themselves in potential sources of future environmental contamination are unknown yet.

## **OBJETIVO**

Este estudo tem como objetivo realizar um inventário de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) para o estado da Bahia. Para isto, será necessário identificar os principais fluxos gerados pela economia local que representam este tipo de resíduos. Estimativas para o Brasil também foram realizadas para uma melhor compreensão da situação estadual.

## **INTRODUÇÃO**

Ao longo do tempo, os resíduos sólidos urbanos vêm mudando suas características devido às inovações tecnológicas. Atraída pela queda dos preços e pelo conforto oferecido, a população tem consumido cada vez mais aparelhos eletroeletrônicos. Paradoxalmente, com os avanços da tecnologia houve uma redução da vida-útil desses aparelhos. O resultado dessa

conjuntura atual é o aumento expressivo na quantidade de REEE produzida pela sociedade.

Lâmpadas, pilhas e aparelhos eletroeletrônicos são encontrados, freqüentemente, nos resíduos urbanos coletados. Um levantamento feito por Rodrigues (2007) estima que o potencial de geração de REEE no Brasil é cerca de 2,6 kg/ano por habitante. Esses resíduos, quando descartados de maneira incorreta, liberam substâncias tóxicas que penetram no solo, contaminando lençóis freáticos, animais e o próprio ser humano.

Os contaminantes mais comuns encontrados na composição dos aparelhos eletrônicos são: chumbo, mercúrio, cádmio, lítio, cobre, bifenilas polibromadas e éter difenil. Tais substâncias, quando presente no organismo humano, acarretam diferentes complicações à saúde, algumas delas são: lesões cutâneas, câncer, inchaço cerebral, problemas nos rins e, até mesmo, levar o indivíduo a óbito (HORNE; GERTSAKIS, 2006 *apud* ROCHA, 2007).

Diante deste cenário é fundamental fazer um levantamento da quantidade de REEE gerada no estado da Bahia, com o intuito de fomentar o plano estadual de gestão dos resíduos sólidos, integrante da política nacional recentemente formulada.

A Bahia ocupa uma área de 564.692 km<sup>2</sup>, sendo o maior estado nordestino, em superfície territorial. Além da capital Salvador, outras cidades de relevância política e socioeconômica são: Feira de Santana, Vitória da Conquista, Itabuna, Ilhéus, Barreiras, Juazeiro, Eunápolis, Jequié, Teixeira de Freitas, Porto Seguro e Paulo Afonso. A Região Metropolitana de Salvador (RMS) é a mais desenvolvida do Estado da Bahia, com infra-estrutura diferenciada em relação às demais regiões baianas. Ela é constituída pelas seguintes cidades: Camaçari, Candeias, Dias d'Ávila, Itaparica, Lauro de Freitas, Madre de Deus, Mata de São João, Pojuca, Salvador, São Francisco do Conde, São Sebastião do Passé, Simões Filho e Vera Cruz (IBGE, 2011). A RMS possui um percentual extremamente elevado dos investimentos da indústria baiana, em função da representatividade do pólo-petroquímico de Camaçari.

Em 2009, segundo registros do IBGE, a população residente total da Bahia era de 14.697.000 habitantes. O PIB baiano correspondia a 4,0% do PIB brasileiro, ocupando a 7ª posição no *ranking* nacional e a 1º posição no *ranking* regional (Região Nordeste).

## **METODOLOGIA EMPREGADA**

Para contabilizar os REEE no estado da Bahia, utilizou-se o padrão de contabilização usado em Tanimoto (2010a), o qual consiste em um método que analisa e estabelece a geração, tempo de vida dos equipamentos, os fluxos e seus estoques, no tempo e espaço específicos.

Trabalho semelhante para o Brasil foi realizado por Tanimoto (2010a) durante o estudo do fluxo do cobre na economia brasileira, e a nível estadual foi elaborado por Rocha (2007) um inventário de REEE do estado de Minas

Gerais. No plano internacional, trabalhos semelhantes foram realizados nos Estados Unidos, China (Jianix, 2008), Índia (Kumar, 2007), entre outros.

Os dados obtidos foram coletados através de pesquisa na bibliografia disponível como artigos científicos, trabalhos acadêmicos e instituições governamentais. O ano base escolhido foi 2009, uma vez que para o ano de 2010 algumas informações não estavam consolidadas. As informações das quantidades de cada equipamento eletrônico presente nos lares baianos e brasileiros foram obtidos da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio – PNAD. Foi considerado que a taxa de saturação para cada aparelho eletrônico é um, ou seja, foi levado em conta que cada domicílio que contém determinado aparelho possui apenas um equipamento desse tipo.

Com a crescente inserção de televisores do tipo LCD no mercado, foi considerado que do total de domicílios que há televisor em cores 70% é do tipo televisor convencional e 30% do tipo LCD. Considerou-se ainda que 50% dos telefones fixos eram “com fio” e 50% “sem fio”. Outra ressalva: 70% dos refrigeradores eram do tipo “uma porta” e 30% “duas portas”.

Segundo a Associação Brasileira de Indústria Elétrica e Eletrônica, do total de microcomputadores vendidos em 2009 (Tabela 1), 57% eram *desktops* e 43% eram *notebooks*. Essa mesma proporção será aplicada ao número de domicílios com microcomputador.

Tabela 1: Volume de vendas de microcomputador no Brasil.

(em mil unidades)							
VENDAS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MERCADO TOTAL DE PCs	3.200	4.074	5.635	8.225	9.983	12.000	12.000
- DESKTOPS	n.d.	3.880	5.322	7.550	8.071	7.700	6.850
- NOTEBOOKS E NETBOOKS	n.d.	194	313	675	1.912	4.300	5.150
MERCADO OFICIAL DE PCs	960	1.100	2.135	4.380	6.486	7.920	8.425
- DESKTOPS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.220	5.000	4.580
- NOTEBOOKS E NETBOOKS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.266	2.920	3.845
MERCADO NÃO OFICIAL DE PCs	2.240	2.974	3.500	3.845	3.497	4.080	3.575
- DESKTOPS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.851	2.700	2.270
- NOTEBOOKS E NETBOOKS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	646	1.380	1.305

Fonte: ABINEE, 2010.

Adotou-se o tempo de vida útil para cada aparelho utilizado por Rocha (2008), em estudos realizados em Minas Gerais, com exceção dos aparelhos microondas, que foi obtido do site Appliance.net e ar-condicionados, que foi adotado por Jianix (2008). Outras considerações são apresentadas na tabela 2.

O peso-médio de cada aparelho foi obtido através de informações técnicas dos equipamentos mais vendidos no site ricardoeleetro.com.

Tabela 2 - Tempo de vida-útil e peso-médio dos aparelhos eletroeletrônicos

Aparelhos	Vida-útil (anos)	Peso-médio (kg) <sup>3</sup>
Telefone Fixo	2 <sup>1</sup>	0,363
Computador	5 <sup>1</sup>	12,4
Geladeira	15 <sup>1</sup>	56,8
Freezer	15 <sup>1</sup>	54,5
TV	13 <sup>1</sup>	23,1
Máquina de lavar	11 <sup>1</sup>	35,6
Celular	2 <sup>1</sup>	0,103
Ar Condicionado	10 <sup>2</sup>	39,7
Notebook	5 <sup>1</sup>	2,13
Microondas	8 <sup>4</sup>	11,3
Rádio (micro sytem)	5 <sup>1</sup>	4,72

Fontes: <sup>1</sup> - Minas Gerais (ROCHA, 2008)

<sup>2</sup> - Índia: (KUMAR, 2007)

<sup>3</sup> - Ricardoeletro.com (2011)

<sup>4</sup> - Appliances.net (2011)

## RESULTADOS

Com base nas informações obtidas para quantidade de equipamentos nos domicílios baianos, tempo de vida-útil e peso-médio, a quantidade de resíduo gerada foi calculada da seguinte maneira:

$$G_{WEEE} = \sum \frac{Q_i \times \bar{M}_i}{T_i} \quad (\text{Fórmula 1})$$

Em que  $G_{WEEE}$  é a geração de REEE,  $Q_i$  é a quantidade de aparelhos  $i$ ,  $\bar{M}_i$  é a massa média, e  $T_i$  o tempo de vida útil de cada aparelho  $i$ .

Em 2009, o número de aparelhos eletroeletrônico estimado era de 345.672.060 no Brasil e de 19.333.784 na Bahia (tabela 3), portanto 5,6% estavam em solo baiano. O aparelho eletrônico com o maior número de unidades no Brasil e na Bahia foi celular, seguido por aparelhos de TV e geladeiras.

Tabela 3: Total de aparelhos e quantidade de REEE gerada – Brasil e Bahia

Aparelhos	Brasil		Bahia	
	Total de aparelhos nos domicílios (2009)	Geração de REEE (t/ano)	Total de aparelhos nos domicílios (2009)	Geração de REEE (t/ano)
Telefone Fixo	25.234.972	4.582	1.198.840	218
PCs = Notebook + Desktops	20.320.361	32.409	903.000	1.440
Geladeira	54.716.776	207.170	3.475.690	13.160
Freezer	8.921.277	32.414	276.060	1.003
TV em cores	55.812.166	99.117	3.853.230	6.843
Máquina de lavar	25.967.184	84.118	736.160	2.385
Rádio	51.465.752	48.618	3.562.120	3.365
Celular	87.642.048	4.514	4.896.842	252
Ar condicionado	4.314.593	17.115	148.940	591
Microondas	11.276.931	15.929	282.902	400

Total	345.672.060	545.986	19.333.784	29.657
-------	-------------	---------	------------	--------

Em relação à quantidade mássica da geração de resíduos eletroeletrônicos, foram geradas, no Brasil, 545.986 toneladas e, na Bahia, 29.657 toneladas. Tanto no Brasil, quanto na Bahia, os aparelhos que mais contribuíram foram geladeiras, seguidos por aparelhos de TV's (ver figuras 1 e 2).

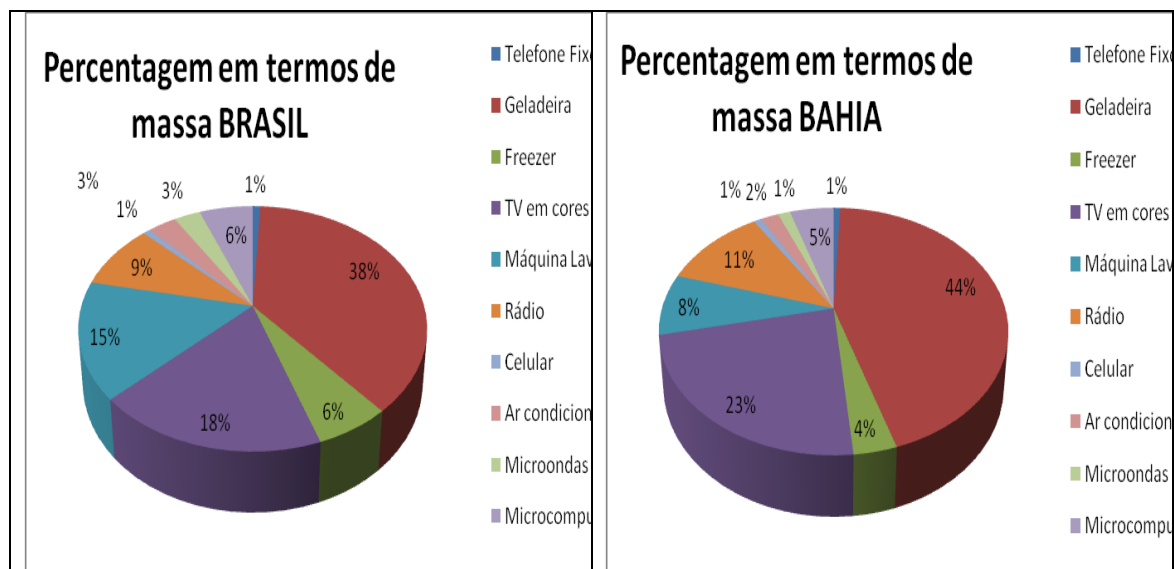


Figura 1 - Geração de REEE no Brasil      Figura 2 - Geração de REEE na Bahia

No ano de 2009, a população residente no Brasil foi de 191.796.000 e a da Bahia 14.697.000; com isso a geração *per capita* de lixo eletrônico foi 2,8 e 2,0 kg/ano, respectivamente.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e no tratamento posterior a eles dado, conclui-se que apesar de apresentar um número expressivo em termos de quantidade, o celular representa em massa somente 1% do REEE gerados, tanto na Bahia, quanto no Brasil. O aparelho com maior expressividade em termos de massa foi a geladeira, correspondendo a cerca de 44% para a Bahia e 38% para o Brasil. Boa parte dessa corrente de resíduo (sucata de geladeiras) é reinserida novamente pelo sistema informal de reciclagem de sucata metálica, porém desconhece-se estatísticas a esse respeito.

A geração *per capita* de lixo eletrônico para o Brasil, 2,8 kg/ano, próximo do encontrado por Rodrigues (2007), que foi 2,6 kg/ano. E para a Bahia, situou-se em torno de 2,0 kg/hab.ano. Mais pesquisas a respeito da destinação desses REEE fomentarão políticas públicas no sentido de se proibir sua destinação em aterros sanitários ou a proibição de descarte de determinados componentes, uma vez que impactos ambientais oriundos, principalmente, dos metais pesados já são do conhecimento da sociedade.

A existência de empresas que desmontam os equipamentos que contribuem para os REEE não garante a correta destinação desse tipo de resíduo, uma

vez que o custo dessa operação ainda é alto para o consumidor final. Somente a exigência através de instrumentos normativos proibindo o seu descarte por parte dos usuários ou a obrigação de recolhimento desses equipamentos pós-usos, pelos seus fabricantes, poderão mudar esse panorama ambiental. Enquanto isso, anualmente, a reciclagem informal continua retirando do mercado milhares de toneladas, porém permanece a dúvida de quanto desses REEE realmente estão sendo reinseridos na cadeia produtiva e quanto estão sendo amontoados em lixões, transformando-os em potenciais bombas de contaminação ambiental com efeito retardado.

Agradecimentos a FAPESB pela bolsa de iniciação científica concedida ao Danilo Kleber Santos Sales, aluno do curso de engenharia química, do Instituto Federal da Bahia – IFBA. O conteúdo deste artigo é parte do projeto de pesquisa aprovado pelo edital FAPESB/IFBA 2010-2011 e escrito para apreciação no 3º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, Porto Alegre - RS. Contatos: dan\_kleber@hotmail.com ou armando@ifba.edu.br .

## **REFERÊNCIAS**

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Disponível em <http://www.abinee.org.br/>. Acesso em 26 de janeiro de 2011.

EPA - US Environmental Protection Agency. Eletronic Waste Management in the United States. Approach 1 and 2, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 26 de janeiro de 2011.

JIANIX, Y., et al., 2008. WEEE flow and mitigating measure in China. Waste management 28: 1589 – 1597.

KUMAR, P., Shrihari S., 2007. Estimation and material flow analysis of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) - A Case Study of Mangalore City, Karnataka, India. Proceedings of the International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Sept: 148-154.

PINHEIRO, E. L. et al. Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, Fundação Estadual do Meio Ambiente - MG, Belo Horizonte, 2008

ROCHA, G. H. T. et al. Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

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

STREICHER-PORTE, M., et al., 2005. Key drivers of the e-waste recycling system: Assessing and modelling e-waste processing in the informal sector in Delhi. Environmental Impact Assessment Review 25: 472 – 49.

TANIMOTO, A. H. et al., Material flow accounting of the copper cycle in Brazil, Resources, conservation and recycling 55 (2010a) 20 – 28.

TANIMOTO, A. H. A economia medida pela Análise de Fluxo de Massa (AFM): A desmaterialização da economia nos países desenvolvidos sustentada pelos recursos naturais dos países emergentes, a exemplo do Brasil. 2010b. Tese (Doutorado em Políticas e Gestão Ambiental) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, E-Waste, vol. I: Inventory Assessment Manual, 2007.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, E-Waste, vol. II: E-waste Management Manual, 2007.