

ESTIMATIVAS PARA GERAÇÃO DE REEE NO BRASIL

ESTIMATIVES FOR E-WASTE GENERATION IN BRAZIL

Luca Apolonio dos Santos

Aluno de Graduação da Engenharia Ambiental 7º período, Universidade
Federal do Rio de Janeiro

Período PIBIC ou PIBITI/CETEM: março de 2020 a maio de 2021,
lucaapolonio@poli.ufrj.br

Lucia Helena Xavier

Orientador, Doutorado em Engenharia de Produção
lxavier@cetem.gov.br

RESUMO

Com o avanço da preocupação acerca dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), cada vez mais as entidades públicas e privadas buscam formas de mitigar os impactos de seu descarte. A partir da assinatura do acordo setorial em 2019, foi iniciado o planejamento dos Sistemas de Logística Reversa no país, os quais devem ser implementados ao longo dos próximos anos. Entretanto, a falta de coleta e documentação dessa tipologia de resíduo é um fator que dificulta consideravelmente a concepção desses sistemas. Dessa forma, o presente trabalho busca auxiliar na tomada de decisão dos gestores, apresentando um levantamento bibliográfico das principais estimativas e métodos já utilizados para calcular a geração per capita de resíduos eletroeletrônicos no país. Foram reunidos 7 estudos, realizados entre 2012 e 2020, os quais apresentaram geração de 3,1 até 10,2 kg/hab/ano, demonstrando uma grande margem de resultados. Alguns dos métodos trazem como vantagem o uso de dados primários, enquanto outros se destacam pelo uso de dados de mercado. No entanto, é essencial a consolidação do sistema de logística reversa e a formalização das empresas do segmento para calcular-se de fato a quantidade de REEE que é gerada, coletada e processada no país.

Palavras chave: REEE, Geração de REEE, Logística Reversa.

ABSTRACT

With the advance of concern about Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), more and more public and private entities are looking for ways to mitigate the impacts of its disposal. From the signing of the sectorial agreement in 2019, the planning of Reverse Logistics Systems in the country began, which should be implemented over the next few years. However, the lack of collection and documentation of this type of waste is a factor that considerably hinders the design of these systems. Thus, this paper seeks to assist in decision-making by managers, presenting a bibliographic survey of the main estimates and methods already used to calculate the per capita generation of electronic waste in the country. Seven studies were gathered, carried out between 2012 and 2020, which showed a generation of 3.1 to 10.2 kg/inhabitant/year, demonstrating a large margin of results. Some of the methods have the advantage of using primary data, while others stand out for using market data. However, it is essential to consolidate the reverse logistics system and formalize companies in the segment to actually calculate the amount of WEEE that is generated, collected and processed in the country.

Keywords: WEEE, E-waste generation, Reverse Logistics.

1. INTRODUÇÃO

Em razão da dificuldade na obtenção de dados acerca dos Resíduos Eletroeletrônicos, é comum recorrer a estimativas no auxílio à tomada de decisão. Muitos autores já apresentaram modelos, por exemplo, para o cálculo da geração de REEE, chegando aos mais variados resultados. Cada modelo possui suas vantagens e desvantagens, sendo importante considerá-las na hora da escolha para um projeto. O Brasil, em particular, enfrenta dificuldades de estimativa ainda maiores. O país, com 8.510.296 Km², é o quinto maior em extensão territorial no mundo, sendo considerado um país de dimensões continentais (IBGE, 2019). Somado a seu tamanho, o Brasil é o oitavo país mais desigual do mundo (World Bank, 2017), o que também representa um obstáculo às estimativas. Awasthi (2018) analisa a geração de REEE dos países com seu PIB e sua população, chegando à conclusão de que há uma relação linear entre a riqueza de um país e sua geração de resíduos eletroeletrônicos, enquanto o tamanho da população não interfere de forma tão direta. Dessa forma, devido às altas taxas de desigualdade econômica no país, os dados devem ser preferencialmente estudados de forma local, pois um dado a nível nacional dificilmente representará a realidade de todas as regiões.

2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo promover subsídio à tomada de decisão na gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) no território brasileiro, com vistas ao cumprimento das exigências legais para a logística reversa e segundo o conceito de economia circular.

3. METODOLOGIA

O principal procedimento metodológico utilizado para o presente trabalho foi o levantamento bibliográfico dos principais estudos já realizados na área e a análise qualitativa das especificidades de cada método.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2008, um estudo brasileiro sugeriu um novo método para estimar a geração de Resíduos Eletroeletrônicos no país (Araújo et al., 2012). Ele propôs adotar diferentes metodologias para mercados de produtos maduros e não maduros, considerando que eles demandam diferentes abordagens. Os mercados de produtos maduros foram definidos como aqueles cuja taxa de crescimento é semelhante à taxa de crescimento da população, enquanto os não maduros são aqueles em que a demanda cresce mais rapidamente que a população ou aqueles com ondas repentinas de mudança tecnológica (reduzindo o ciclo de vida de produtos com tecnologia mais antiga). Esse método não leva em consideração importações e exportações.

Esse estudo estimou a geração em 3.77 kg/hab/ano para o ano de 2008. O valor alcançado é muito diferente das estimativas mais recentes para o país, o que provavelmente se deve à data do estudo e ao aumento do uso de eletroeletrônicos desde então. Esse método traz a vantagem de não utilizar dados de vida útil dos produtos não-maduros, o que reduz sua incerteza uma vez que esses produtos têm vida útil muito variável dependendo da marca, da tecnologia e dos hábitos de uso do consumidor. É importante ressaltar também que a classificação dos mercados de produtos entre maduros e não maduros pode ter mudado ao longo dos anos devido aos avanços tecnológicos. Além disso, o estudo considerou apenas 7 tipos de eletroeletrônicos, o que também influenciou nos resultados encontrados.

Posteriormente, foi proposto outro método para estimar a geração de REEE, dessa vez com foco na cidade de São Paulo, SP (Rodrigues et al., 2015). É importante ressaltar que a capital concentra a maior população e o maior PIB per capita do país, que a coloca acima da média de geração de resíduos de outras cidades brasileiras. O estudo baseou-se em 3 variáveis: a quantidade de EEE em uso nos domicílios da amostra; a quantidade de EEE fora de uso nos

domicílios da amostra e suas respectivas condições de funcionamento e tempo de aquisição; a quantidade de EEE descartados no período de 5 anos, suas condições de funcionamento e alternativas para o descarte.

Foram considerados no estudo 26 categorias de eletroeletrônicos e seus respectivos tempos de vida útil e peso. A partir de princípios estatísticos, foi definida uma amostra da população e então foi aplicado um questionário a essa amostra selecionada (no final do ano de 2009 e início de 2010). O método propõe 4 cenários de descarte de EEE, sendo considerado para esse estudo apenas o pior deles: somente 50% dos EEE descartados e encaminhados para reutilização foram de fato reutilizados, portanto, os outros 50% se tornaram REE + os já descartados como resíduos. A partir dos dados do questionário, dos dados sobre a vida útil do aparelho e da população de São Paulo, foi estimada para esse cenário uma média de geração de 3,1 kg/hab/ano.

Esse estudo mostra-se valioso por calcular as estimativas a partir de dados primários obtidos através de um questionário, além de apresentar uma metodologia que pode ser aplicada a outros municípios. Os resultados encontrados são uma importante referência de geração a nível local no país. Como os dados utilizados foram coletados nos anos de 2009 e 2010, é provável que estejam defasados devido aos rápidos avanços tecnológicos da última década, portanto é recomendável um estudo posterior utilizando dados atualizados.

Mais recentemente, Abbondanza & Souza (2019) buscaram reduzir as incertezas dos métodos anteriores utilizando pesquisas para coletar dados para o Método de Estimativa da Oferta de Mercado de REEE. Para isso, pediram aos entrevistados que informassem dados como o número de equipamentos adquiridos nos últimos anos, o número de equipamentos em uso e a idade dos equipamentos recentemente descartados. O estudo foi feito em escala local na cidade de São José dos Campos no estado de São Paulo, dividindo os resultados de acordo com as zonas da cidade nas quais moravam os habitantes (que divergiam em número de habitantes, renda familiar média e IDH, o que foi levado em consideração nos resultados). Esse estudo apresentou vida útil média dos equipamentos diferente dos estudos anteriores, uma vez que os dados foram obtidos através da população e não dos fabricantes. Uma vantagem é que os valores de vida útil foram representados por distribuição probabilística e não como valores discretos, como nos estudos anteriormente citados. A junção de variáveis quantitativas e qualitativas para aplicação do Método de Oferta de Mercado, confere considerável confiabilidade ao estudo, que apresentou estimativa de 4kg/hab/ano em 2017.

De acordo com os relatórios do Global E-Waste Monitor (Baldé et al., 2015; Forti et al. (2020), foram gerados anualmente no Brasil, 1,4 mil toneladas em 2014, 1,5 mil toneladas em 2016 e 2,1 mil toneladas em 2019. Os valores de geração per capita de resíduos eletroeletrônicos no Brasil foram 7 kg em 2014, 7,4 kg em 2016 e atingiu 10,2 kg em 2019, o que equivale a um acréscimo médio anual de 9,1% nos últimos anos e cerca de 2,7% até 2016.

Segundo os estudos citados, foram obtidas as seguintes estimativas de geração de REEE para o Brasil entre os anos de 2012 e 2019 (Tabela 2):

Tabela 1. Estimativas apresentadas para a geração de REEE no Brasil.

Estudo	Ano de Referência	Geração média per capita (kg/hab/ano)
Forti <i>et al.</i> (2020)	2019	10,2
Abbondanza & Souza (2019)	2017	4,0
Baldé <i>et al.</i> (2017)	2016	7,4
Baldé <i>et al.</i> (2015)	2014	7,0
Rodrigues <i>et al.</i> (2015)	2010	3,1
Araújo <i>et al.</i> (2012)	2008	3,77

5. CONCLUSÕES

Todos os métodos de estimativa apresentados possuem vantagens e desvantagens, que devem ser levados em conta ao analisar os resultados e também ao adotá-los em projetos. Para o Brasil, devido à grande extensão territorial e altos índices de desigualdade social, é mais recomendada a adoção de métodos de estimativa local como os de Rodrigues et al. (2015) e Abbondanza & Souza (2019), que também possuem maior confiabilidade por serem realizados a partir de dados primários. Apesar disso, os métodos de Forti et al. (2020) e Araújo et al. (2012) também apresentam a vantagem de utilizar dados de mercado, não estando sujeitos às incertezas da memória dos consumidores. Também seria importante a replicação de Araújo et al. (2012) utilizando dados mais recentes devido aos grandes avanços da tecnologia nos últimos anos.

Apesar de existirem diversos métodos de estimativa a busca por dados primários sempre é preferível. Por isso, é importante a consolidação do sistema de logística reversa e a formalização das empresas do segmento, pois somente dessa forma é possível saber a quantidade de REEE que é de fato gerada, coletada e processada no país.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CETEM e CNPq pela bolsa concedida, através do Projeto CNPq n° 400555/2020-4 (DAT4RE), e toda a equipe R3MINARE pelo apoio durante a realização da pesquisa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBONDANZA, M.N.; SOUZA, R.G. **Estimating household e-waste generation in municipalities using primary data from surveys: case of Sao Jose dos Campos, Brazil.** Waste Management, v.85, p. 371-384, 2019.

ARAÚJO, M.G., MAGRINI, A., MAHLER, C.F., BILITEWSKI, B. **A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil.** Waste Manag. 32, 335342, 2012. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.09.020>>.

AWASTHI, A.K., CUCCHIELLA F., D'ADAMO I., LI J., ROSA, P., TERZI, S., WEI, G., ZENG, X. **Modelling the correlations of e-waste quantity with economic increase.** Science of the Total Environment, 613-614, 46-53, 2018.

BALDÉ, C.P., FORTI V., GRAY, V., KUEHR, R., STEGMANN, P. **The Global E-waste Monitor – 2017**, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.

BALDÉ, C.P., WANG, F., KUEHR, R., HUISMAN, J. (2015), **The global e-waste monitor – 2014**, United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany.

FORTI V., BALDÉ C.P., KUEHR R., BEL G. **The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.** United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam.

IBGE. Brasil | Cidades e Estados | IBGE, 2020. **Dados sobre o Brasil.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>>. Acesso em: 18 de dez. de 2020.

RODRIGUES, A.C., GUNTHER, W.M.R., BOSCOV, M.E.G., 2015. **Evaluation of Waste of Electric and Electronic Equipments Generation From Households: Proposal of Method and Application to the City of São Paulo**. Estimativa da geração de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos de origem domiciliar: Pro. Eng Sanit E Ambient, Brazil, p. 20. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000133701>>.

WORLD BANK. **Countries ranked by GINI index (World Bank estimate)**. Índices mundiais de desigualdade, 2019. Disponível em: < <https://www.indexmundi.com/facts/indicators/SI.POV.GINI/rankings>>. Acesso em: 09 de dez. de 2020.: 18 abr. 2005.