



INDICADORES PARA ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS E PRIVADAS

MOTTA, L.B.¹, BARRETO, R.C.²

¹Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, Rio de Janeiro, Brasil. e-mail: leticiabamo@poli.ufrj.br

²Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, Rio de Janeiro, Brasil. e-mail: rbarreto@cetem.gov.br

RESUMO

O aumento crescente de geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) torna mais expressiva a necessidade de uma boa gestão desses resíduos, uma vez que o descarte inadequado representa um risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente. Por outro lado, o uso de indicadores é uma ferramenta importante para facilitar a acessibilidade de informações científicas e técnicas para diferentes grupos de usuários e pode auxiliar na tomada de decisão e mapeamento de deficiências ocorridas em processos de gestão. Assim, este estudo teve como objetivo a definição de indicadores a serem utilizados para analisar a gestão de REEE em instituições públicas e privadas. Foram selecionados e avaliados 99 indicadores de gestão de resíduos sólidos e resíduos eletroeletrônicos. Destes, 32 indicadores foram adaptados, divididos entre as dimensões econômico/financeira, ambiental e social e subdivididos em 7 categorias. Estes indicadores precisam ser validados e poderão ser utilizados para subsidiar o desenvolvimento de um modelo mais eficiente de gestão de REEE, mais condizente à realidade do ambiente institucional.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores, gestão, resíduos eletroeletrônicos, instituições, sustentabilidade.

ABSTRACT

Increasing generation of waste electrical and electronic equipment (WEEE) becomes more significant the need for good management of such waste, once the improper disposal poses a potential risk to human health and the environment. On another hand, the use of indicators is an important tool to facilitate the accessibility of scientific and technical information to different groups of users and can help in the decision making and mapping of deficiencies occurred in the management processes. Thus, this study aims to define indicators to be used to analyze the management of WEEE in public and private institutions. Indicators of solid waste and electro-electronic waste were selected and evaluated. Of these, 32 indicators were adapted, divided between the economic / financial, environmental and social dimensions and subdivided into 7 categories. These indicators need to be validated and can be used to support the development of a more efficient WEEE management model, more appropriate to the reality of the institutional environment.

KEYWORDS: Indicators, management, e-waste, institutions, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Os Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) são definidos como equipamentos que dependem de corrente elétrica (contínua, alternada ou acumuladores) para o seu funcionamento. Por sua vez, os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são justamente os resíduos, incluindo todas as partes de componentes, subconjuntos e materiais consumíveis, descartados que um dia foram EEE. Os REEE possuem grande diversidade de produtos e materiais com alto valor agregado, porém pouco aproveitados (ABNT, 2013). Devido a grande quantidade de material de alto valor agregado a recuperação dos materiais presentes tem uma motivação não só ambiental, mas também econômica.

O crescimento da geração de REEE é um fenômeno em nível global e que tende a se intensificar. O Brasil gera anualmente cerca de 1,5 milhão de toneladas de REEE, sendo considerado o segundo maior gerador das Américas após os Estados Unidos que gera 6,3 milhões de toneladas anuais (BALDÉ ET AL., 2017).

Diante dessa crescente geração de REEE é ainda mais expressiva a necessidade de uma boa gestão desse resíduo, uma vez que o errôneo descarte representa um risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente, em razão da presença de materiais tóxicos em sua composição (XAVIER e LINS, 2018). Assim, a gestão de REEE apresenta deficiências e grandes desafios, e a logística reversa (LR) tem emergido na tentativa de lidar com essa questão.

Em 2017, foi publicado o Decreto nº 9.177, que regulamenta a ampla obrigatoriedade da implantação dos Sistemas de Logística Reversa (SLR) e institui os instrumentos: regulamentos, acordos setoriais (AS) e termos de compromisso (TC). Os dois últimos seriam firmados entre o poder público e o setor institucional, sendo o AS o instrumento adotado em âmbito federal.

Apesar das propostas terem sido apresentadas para assinatura do Acordo Setorial, este ainda se encontra em discussão, devido à entressela para implantação nacional do sistema de LR (MENDES, 2017). Até o presente, o Acordo Setorial de REEE ainda não foi assinado e o processo de discussão para sua assinatura permanece.

Assim, uma forma de contribuição para o avanço da gestão desses resíduos é a utilização de indicadores, que permitem a avaliação da situação quanto à gestão de seus resíduos, especificamente REEE, e que incluem aspectos políticos e culturais, determinantes para o sucesso da gestão de REEE de um país.

A utilização de indicadores para subsidiar uma tomada de decisão a fim de promover políticas específicas de gestão de resíduos sólidos urbanos demonstra ser um caminho indispensável para buscar a sustentabilidade ambiental urbana (SANTIAGO e DIAS, 2012). De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, o uso de indicadores pode se transformar em uma importante ferramenta para facilitar a acessibilidade da informação científica e técnica para os diferentes grupos de usuários, uma vez que sua função é resumir grande quantidade de dados, tornando acessível o entendimento (PEREIRA ET AL., 2018).

Para os REEE não é diferente. Entende-se a necessidade de criação de sistemas de indicadores organizados que subsidiem a tomada de decisão e a definição de ações estratégicas para promoção de políticas públicas e políticas institucionais.

Dentre os critérios para a escolha do indicador estão a relevância, ou seja, o quanto as informações que esses indicadores fornecem contribuem para avaliar a situação da gestão dos REEE e a disponibilidade de dados, que se refere a facilidade de acesso aos dados necessários para alimentar os indicadores. Além disso, os indicadores devem ser facilmente compreensíveis e seu método de cálculo deve ser relativamente simples para que seja possível haver comparações (PEREIRA ET AL., 2018).

Por fim, em consonância com a PNRS e o Decreto nº 9.373/2018, são estimulados estudos e pesquisas de levantamento de dados e análise do estágio atual da gestão de REEE em instituições públicas e privadas. Para tal, o presente estudo tem como objetivo principal a definição de indicadores a serem utilizados para analisar a gestão de REEE atual destas instituições e fazer proposição e/ou adequação a um modelo de gestão eficiente, compatível à realidade, por meio de um estudo de caso futuro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada foi compreendida, basicamente, em levantamento e elaboração do banco de dados com indicadores.

O levantamento de dados sobre os indicadores utilizados na gestão resíduos sólidos urbanos (RSU) e REEE, foi realizado com utilização de artigos, dissertações e demais documentos científicos encontrados em páginas de busca na internet.

Para a elaboração do banco de dados foram necessárias três etapas: (i) Escolha do programa computacional para concepção do banco de dados; (ii) Definição da estrutura do banco de dados, ou seja, determinação de quais informações seriam disponibilizadas e como essas informações seriam armazenadas no banco; (iii) sistematização do banco de dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indicadores foram selecionados por meio de pesquisa bibliográfica, utilizando-se artigos científicos. Foram utilizados como base 3 artigos relacionados ao tema de resíduos sólidos urbanos e resíduos eletroeletrônicos, a saber: Pereira et al. (2018), Pereira et al. (2017) e Santiago e Dias (2012).

Para a estruturação do banco de dados foi utilizado o programa Excel.

Os dados foram refinados e os indicadores foram elencados de acordo com as seguintes premissas:

1. Ser indicador de RSU ou REEE;
2. Ser adaptável à gestão de REEE propriamente dita;
3. Ser aplicável e/ou adaptável à gestão de REEE em instituições públicas e/ou privadas;
4. Ser mensurável, com uso de dados primários e/ou secundários;
5. Ser objetivo e de fácil compreensão para a coleta das informações.

Cabe ressaltar que são classificados como dados primários aqueles obtidos diretamente pelo pesquisador, por meio de estudos de campo ou questionários. Os dados secundários, por sua vez, são aqueles extraídos de referências bibliográficas, como revistas, artigos e páginas institucionais com sistemas de bancos de dados, como o IBGE.

Houve um total de 99 indicadores selecionados, dentre adaptados, reformulados e novos.

Após as adequações, estes indicadores foram comparados entre si para que não houvesse repetição ou informações parecidas, preservando-se assim a relevância de cada um deles.

Para a estruturação da dimensão do conjunto de indicadores, foi utilizada uma metodologia adaptada de Pereira et al. (2018), onde estes foram divididos em 3 dimensões: i) Econômico/financeira, ii) Ambiental e iii) Social e subdivididos em 7 categorias. Ao final, foram selecionados 32 indicadores, conforme **Tabela 1** a seguir.

Tabela 1. Categorias e indicadores selecionados para compor o novo modelo de avaliação da gestão de REEE.

Dimensão	Categorias	Número de indicadores
Econômico/financeira	Caracterização da instituição	6
	Geração de REEE	4
Ambiental	Logística interna em relação aos REEE	6
	Destinação final de REEE	6
	Normas institucionais	2
Social	Capacitação e sensibilização interna	6
	Externalização da informação	2

Nas **Tabelas 2, 3 e 4**, a seguir, são apresentados os indicadores selecionados de acordo com suas dimensões.

Tabela 2. Indicadores com Dimensão Econômico/financeira

Categoria	Indicador	Origem dos dados	Fonte de coleta dos dados	Descrição
Caracterização da instituição	Ramo da atividade	Secundário	Verificar o CNAE que a instituição se encaixa	Em qual tipo de atividade a instituição se encaixa
	Porte da instituição	Primário	Como a instituição se caracteriza - resposta da instituição	Tamanho da instituição: pequeno, médio ou grande
	Despesa média anual com EEE	Secundário	Fornecido pela instituição	O quanto a instituição gastou em anualmente na compra de equipamentos eletroeletrônicos para uso interno.
	Número total de Colaboradores	Secundário	Fornecido pela instituição	Número total de funcionários que a instituição teve durante o ano

Proporção de cada tipo de EEE adquiridos	Secundário	Fornecido pela instituição	Quantidade de cada tipo de eletroeletrônico comprado pelas instituição em um ano.
Quantidade de EEE adquirida pela instituição	Secundário	Fornecido pela instituição	Quantidade total de todos os eletroeletrônicos adquiridos pela instituição em um ano.

Tabela 3. Indicadores com Dimensão Ambiental

Categoria	Indicador	Origem dos dados	Fonte de coleta dos dados	Descrição
Geração de REEE	Quantidade de REEE por colaborador	Primário	Elaborado pela equipe do estudo	Divisão do número de REEE gerada pelo número de colaboradores
	Quantidade de REEE coletado por categoria	Secundário	Fornecido pela instituição	Quantidade de REEE por tipo em um ano
	Quantidade de REEE gerada	Secundário	Fornecido pela instituição	Somatório de todos os REEE gerados pela instituição em um ano.
	Desvios de REEE	Secundário	Fornecido pela instituição	Desvio mapeados de REEE no ano
Logística Interna em relação a resíduos	Existência de PGRS	Secundário	Fornecido pela instituição	Existência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos na instituição que descreva o gerenciamento de resíduos e que esteja sendo aplicado.
	Existência de centros de triagem dentro da instituição	Primário /Secundário	Fornecido pela instituição ou pode ser verificado em visita	Existência de local específico para destinação de REEE durante o ano analisado
	Frequência da coleta de REEE na instituição/ Campanhas de coleta	Secundário	Fornecido pela instituição	Existência de épocas específicas (Campanhas) em um ano que incentivam os colaboradores a levarem seus REEE de suas casas para a instituição de modo que, junto com os REEE gerados dentro da instituição, seja feita a destinação ambientalmente correta dos mesmos.
	Manutenção dos equipamentos	Secundário	Fornecido pela instituição	Quantidade de equipamentos eletroeletrônicos que passam por manutenção na instituição (de modo que o tempo de vida dos mesmos seja estendido)
	Equipamentos de baixo consumo de energia	Secundário	Fornecido pela instituição	Quantidade de equipamentos de baixa energia que são comprados em relação a quantidade de equipamentos eletrônicos em geral

	Existência de espaço para armazenamento dos REEE	Primário /Secundário	Fornecido pela instituição ou passível de verificação em visita	Existência de espaços específicos para o armazenamento de REEE para uma destinação ambientalmente correta
Destinação final do REEE	Disposição final	Secundário	Fornecido pela instituição	Percentual de resíduos que vão para a disposição final ambientalmente correta para a sua classificação
	Eficiência do serviço de atendimento para destinação adequada de REEE na instituição	Secundário	Fornecido pela instituição	Percentual de resíduos que vão para a destinação final ambientalmente correta para a sua classificação
	Revenda dos materiais REEE	Secundário	Fornecido pela instituição	Quantidade de REEE que são vendidos
	Percentual da quantidade de REEE que foi para Reciclagem	Secundário	Fornecido pela instituição	Percentual da quantidade de REEE que foi para Reciclagem (relativo ao que foi coletado)
	Percentual de REEE que foi recuperado e que está em reuso pela instituição	Secundário	Fornecido pela instituição	Percentual de REEE que foi recuperado e que está em reuso pela instituição (relativo ao que foi coletado). Ou seja, se passou por recuperação/alguma modificação
	Índice de reuso interno de EEE	Secundário	Fornecido pela instituição	Percentual de REEE que foi reutilizado e que está em reuso pela instituição (relativo ao que foi coletado). Ou seja, se passou por recuperação/alguma modificação ou não
Normas institucionais	Existência de normas específicas para a gestão dos REEE na instituição	Secundário	Verificado em visita	Verificação se as norma seguida e implementada pela instituição de modo que garantem a destinação correta do REEE e garantem que a saúde e segurança dos trabalhadores que manipulam REEE estão sendo implementadas
	Monitoramento das operações de coleta e destinação adequada de REEE	Secundário	Fornecido pela instituição	Verificar se a instituição possui monitoramento das operações de coleta e destinação adequada de REEE respondendo 90% das perguntas acima relacionadas a isso.

Tabela 4. Indicadores com Dimensão Social

Categoria	Indicador	Origem dos dados	Fonte de coleta dos dados	Descrição
Capacitação e sensibilização interna	Fração de colaboradores que possuem conhecimento sobre logística reversa de REEE	Primário	Verificado com aplicação de questionário	Quantidade de colaboradores que possuem conhecimento sobre logística reversa de REEE sobre o número total de colaboradores. Caso todos

				não respondam o formulário, conta seria relativa ao número total dos que responderam
	Fração de colaboradores que possuem conhecimento sobre a PNRS e demais leis e decretos sobre REEE	Primário	Verificado com aplicação de questionário	Quantidade de colaboradores que possuem conhecimento sobre a PNRS e demais leis e decretos sobre REEE sobre o número total de colaboradores. Caso todos não respondam o formulário, conta seria relativa ao número total dos que responderam
	Capacitação contínua dos colaboradores em gestão de REEE	Secundário	Fornecido pela instituição	Existência de capacitações dos colaboradores em gestão de REEE (mostrando sua importância e causando sensibilização ambiental) pelo menos três vezes ao ano
	Sensibilização ambiental e preocupação com questões de desigualdade social	Primário	Verificado com aplicação de questionário	Quantidade de colaboradores que possuem sensibilização a respeito da temática de REEE sobre o número total de colaboradores. Caso todos não respondam o formulário, conta seria relativa ao número total dos que responderam
	Satisfação dos Colaboradores	Primário	Verificado com aplicação de questionário	Quantidade de colaboradores satisfeitos em trabalhar na instituição
	Existência de padrões de saúde e segurança dos trabalhadores diretamente envolvidos no gerenciamento de REEE	Secundário	Fornecido pela instituição	Existência de uma norma seguida e implementada pela instituição de modo que garanta a saúde e segurança dos trabalhadores que manipulam REEE
Externalização da informação	Existência de informações sobre a gestão dos REEE sistematizadas e disponibilizadas para os colaboradores e clientes em meio digital	Primário	Verificado pela equipe do estudo por meio da verificação em sites	Existência de informações sobre a gestão dos REEE sistematizadas e disponibilizadas para os colaboradores e clientes em meio digital e que seja de fácil acesso e fácil entendimento
	Disponibilidade de sugestão acerca do REEE nas instituições	Primário	Verificado pela equipe do estudo por meio da verificação em sites/ telefones	Abertura em pelo menos um meio de comunicação que permite que seus colaboradores e a sociedade civil como um todo opine acerca da gestão de REEE dentro da instituição.

Como pode ser observado, os indicadores de REEE foram separados em categorias de acordo com sua dimensão. Todavia, mais de uma categoria foi elaborada para cada dimensão, de forma a abranger várias análises possíveis, para a promoção de um modelo de gestão mais eficiente.

4. CONCLUSÕES

Os indicadores propostos podem identificar e mensurar as lacunas inconsistentes e, assim, direcionar ações para tomada de decisão, com um modelo de gestão de REEE em instituições públicas e/ou privadas mais eficiente e precisam ser validados.

Esta validação pretende ser feita por meio de um estudo de caso, onde serão verificados os desafios quanto à disponibilidade e acesso aos dados necessários e a facilidade de compreensão e métodos de cálculos a serem utilizados, de modo a ser possível a sua reprodutibilidade em diferentes tipos de instituições.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: ABNT NBR 16156:2013. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – Requisitos para atividades de manufatura reversa, ABNT 2013, Brasil.

BALDÉ CP, FORTI V, GRAY V, KUEHR R., STEGMANN P, (2017). The Global E-Waste Monitor, 2017.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 12 de maio de 2019.

_____. Decreto nº 9177, de 23 de outubro de 2017. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e complementa os art. 16 e art. 17 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 e dá outras providências.

_____. Decreto nº 9373, de 11 de maio de 2018. Dispõe sobre a alienação, a cessão, a transferência, a destinação e a disposição final ambientalmente adequadas de bens móveis no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional.

MENDES HMR. Análise de experiências internacionais com a logística reversa de eletroeletrônicos: comparação com a realidade brasileira e recomendações. Dissertação de Mestrado. Universidade Nove de Julho. São Paulo. 2017.

PEREIRA RSC, RIBEIRO FM, GÜNTHER WMR. Indicadores para gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: uma comparação inicial. 6th International Workshop | Advances in Cleaner Production. São Paulo, Brasil, 2017.

PEREIRA SS, CURI RC, CURI WF. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. Eng Sanit Ambient, v.23, n.3, p. 471-483, 2018.

SANTIAGO LS, DIAS, SMF. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. Eng Sanit Ambient, v.17, n.2, p. 203-212, 2012.

XAVIER LH, LINS FAF. Mineração urbana de resíduos eletroeletrônicos: uma nova fronteira a explorar no Brasil. Brasil Mineral, n.379. Março, 2018.