

III-248 - DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE EM ARACAJU – FLUXOS E DESTINAÇÃO

Lucas da Rocha Santos ⁽²⁾

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Sergipe.

Kelma Maria Nobre Vitorino ⁽¹⁾

Doutora em Engenharia Civil (UFPE). Professora titular do Instituto Federal de Sergipe (IFS), Conselheira da ABES, Membro do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (CBHSE). Coordenadora do grupo de pesquisa Resíduos Sólidos do IFS/CNPq.

Endereço⁽²⁾: Rua Francisco de Assis, 100, Condomínio Encantos Mineiros – Aracaju – SE – CEP: 49097-710
e-mail: lucasrocha100@yahoo.com.br

RESUMO

A geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) é um dos maiores desafios da sociedade moderna. O constante avanço tecnológico em equipamentos para os institutos, universidades e faculdades, têm impulsionado as discussões da complexidade destes resíduos com sua destinação final adequada. Estes resíduos apresentam, em sua maioria, metais pesados com toxicidade para o ser humano e outros seres vivos. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar as condições dos REEE no Instituto Federal de Sergipe (IFS) no *Campus* Aracaju. A pesquisa foi conduzida por observações *in loco*, realizando quantificação dos eletroeletrônicos e analisando o fluxo e a destinação. Como resultado da análise identificou-se a não conformidade do acondicionamento e segregação, tendo também a destinação final dos REEE apresentado falhas. Conclui-se, portanto, que se faz necessária a implementação de uma elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (PGIREEE), que aborde a logística reversa e a educação ambiental, de forma a orientar o manejo, com destaque para sua destinação ambientalmente adequada.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos eletroeletrônicos, Gestão ambiental, Instituição de ensino superior.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) é um dos maiores desafios da sociedade moderna. O constante avanço tecnológico, o consumo irresponsável e a destinação inadequada dos resíduos sólidos têm impulsionado as discussões das questões ambientais.

Segundo análise dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011) e da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2012) a indústria eletroeletrônica é um setor que apresenta diversas variações de crescimento, porém estão produzindo em grande escala. Com o avanço da tecnologia, a expansão do mercado e globalização os eletroeletrônicos acabaram sendo transformados em aparelhos fundamentais com o padrão de competição com a prática de lançar frequentemente novas tecnologias, design e funcionalidades incrementadas, diferenciando os produtos eletrônicos.

Os lançamentos são globalizados e cada vez mais há novos produtos oferecidos no mercado. O usuário comum de computadores, por exemplo, troca seus equipamentos em tempo mais célere e, consequentemente, equipamentos da geração anterior, considerados obsoletos, ganham destino inadequado, acarretando assim graves problemas ao meio ambiente (SILVA, 2010).

Os problemas relativos aos REEE são globais, pois não observam limites geográficos quanto à produção, consumo e descarte. De acordo com GEISER e TICKNER (2006) ocorre nessa cadeia uma distribuição injusta dos prejuízos ambientais, tanto na produção de componentes, que consome energia e causa danos ao ambiente e à saúde, quanto na exportação dos resíduos com maior custo de tratamento para os países em desenvolvimento. Nesses países os REEE são manipulados sem qualquer cuidado para extração dos materiais

com valor econômico, com deposição dos rejeitos em locais inadequados (NNOROM e OSIBANJO, 2007; LADOU, 2008).

Conforme Morf *et al.* (2007), observa-se que 66% dos REEEs são compostos por elementos como ferro, alumínio, cobre e não metais. Porém, também são encontrados plásticos, vidros, metais valiosos (ouro, prata e paládio) e até mesmo elementos tóxicos como chumbo, mercúrio e cádmio, além de bifenilas polibromadas (PBBs) e éter difenil polibromados (PBDEs).

Tanto o consumidor que mantém e utiliza em casa equipamentos抗igos, quanto aquelas pessoas envolvidas com a coleta, triagem, descaracterização e reciclagem dos equipamentos estão potencialmente expostas ao risco de contaminação por metais pesados ou outros elementos. Os efeitos no organismo podem ser graves, como exemplo, de danos ao fígado e cérebro, podem causar câncer no pulmão, doenças de pele e prejudicar o sistema nervoso, dentre outros (MORF, 2007).

Nos últimos quinze anos tem se observado um incremento da geração de resíduos originados da descartabilidade de bens de consumo duráveis e em especial de produtos eletrônicos e elétricos de consumo, tais como equipamento de informática, eletrodomésticos, vídeo e som, equipamentos de iluminação, equipamentos de telefonia móvel e fixa (WIDMER *et al.*, 2005).

Com o aumento do poder de compra das classes C e D, milhões de famílias passaram a adquirir produtos que anteriormente não tinham condições de comprar. Após o consumo. Diante de preços elevados de equipamentos eletroeletrônicos, existe uma cultura do reuso sendo doado ou vendido.

A complexidade dos REEs vai além do que se imagina, a falta de gestão ambiental e educação ambiental nos segmentos de produtores e consumidores acarretam diversos problemas ambientais, sociais e econômicos.

No Brasil há estudos que apontam para o manuseio indevido em muitas associações de catadores de recicláveis, onde os trabalhadores, por não saberem do potencial tóxico de muitos materiais, recuperam os metais de forma artesanal (FRANCO, 2008). Alto nível de informalidade e precariedade do trabalho nas atividades de reciclagem no Brasil em catadores, cooperativas, sucateiros e a canibalização dos REEE retirando o que tem valor e descarte do restante de maneira ilegal, geralmente em aterro sanitário ou lixões clandestinos.

Estudos apresentados por Rodrigues (2007) sobre o potencial de geração de REEE no Brasil para 2002 a 2016 mostraram média anual de geração que corresponde a 493.400 toneladas, representando esse total a média *per capita* de 2,6 kg/ano.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) representa um marco para a sociedade brasileira no que toca à questão ambiental, apresentando conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações destacando assim, uma visão avançada na forma de tratar o lixo urbano. Conforme abordado na legislação federal a logística reversa visa a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento em seu ciclo e destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos. Sendo assim, um instrumento de desenvolvimento econômico e social.

Em consequência da expansão do setor da educação superior, a geração de resíduos nas Instituições de Ensino Superior (IES) vem aumentando de forma significativa e hoje representa um desafio para seus gestores não só pelo quantitativo mais também pela diversidade na composição. Dentre estes, estão presentes resíduos potencialmente perigosos que merecem cuidados especiais em seu manejo representando riscos à saúde pública e ao equilíbrio ecológico (ZHANG *et al.*, 2011).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo relatar os problemas relativos ao descarte dos REEE no Instituto Federal de Sergipe (IFS), Campus Aracaju através da otimização do diagnóstico das etapas do gerenciamento e propostas de alternativas para melhor destinação destes resíduos.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS), *Campus Aracaju*, localizado na Av. Eng. Gentil Tavares, 1166, bairro Getúlio Vargas, Aracaju - SE, com área aproximadamente de 30.000 m² (trinta mil metros quadrados). Abriga atualmente um complexo arquitetônico que contempla diversos setores: laboratórios, setores administrativos, salas de aulas, cantina, complexo esportivo e biblioteca, entre outros.

Quanto aos objetivos, a pesquisa realizada assumiu um caráter descritivo de cunho exploratório, recorrendo-se aos procedimentos técnicos com pesquisa bibliográfica, documental e de campo, na qual foram usadas aplicação de questionário e observação para realização do diagnóstico dos REEE no IFS.

Para a análise dos resíduos eletroeletrônicos do *Campus Aracaju* foram adotados procedimentos de coleta de dados, a exemplo das observações *in loco* e do fluxo interno dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Foram utilizados os memorandos, ofícios e e-mails dos seguintes setores: direção geral, diretoria de ensino, Departamento de Tecnologia da Informação (DTI), setor de patrimônio coordenações: de informação tecnológica, de registro escolar e de controle de docentes e discentes do IFS, para obter informações relacionadas ao diagnóstico dos REEEs no *Campus Aracaju*.

Assim os funcionários responsáveis pela coleta de resíduos dentro da instituição foram submetidos a questionário e entrevista aberta, os quais abordavam sobre a remoção, locais e condições de armazenamento provisório além de transporte interno e externo e uso de equipamentos e procedimentos de proteção, como também, o reaproveitamento e destinação destes resíduos.

Através dos dados descritivos referentes à pesquisa *in loco*, à observação direta e à aplicação do questionário analisando fluxo e o manejo dos resíduos eletroeletrônicos no IFS, desenvolveu-se um diagnóstico da situação presente, com o objetivo de amenizar os possíveis impactos ao meio ambiente.

Diante dos crescentes problemas ambientais enfrentados pela sociedade contemporânea as universidades e faculdades têm o papel de desenvolver estratégias e ações que busquem a minimização de seus próprios impactos ambientais adversos a fim de contribuir com a sustentabilidade ambiental (KAPLOWITZ, 2009; VEGA *et al.*, 2008).

Segundo o setor administrativo do IFS os equipamentos eletroeletrônicos obsoletos quando não doados a outro *Campus*, são recolhidos dos setores de origem e armazenados no depósito até que sejam alienados através de leilão público.

O Instituto Federal de Sergipe cumpre as normativas do Decreto nº 9.373 de 11 de maio de 2018 (BRASIL, 2018) que 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.

Através dos dados descritivos referentes à pesquisa *in loco*, à observação direta e à análise do fluxo e o manejo dos resíduos eletroeletrônicos no IFS, desenvolveu-se um diagnóstico da situação presente e um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos - PGIREEE com o objetivo de amenizar os possíveis impactos ao meio ambiente servindo de modelo para outros *Campi* do IFS e universidades diante das leis e normas ambientais vigentes.

O fluxo de descarte de equipamentos eletroeletrônicos no IFS *Campus Aracaju*, tem início quando os departamentos informam a existência de defeito ou obsolescência dos equipamentos de informática. O setor de Tecnologia de Informação (TI) confirma a necessidade de descarte dos equipamentos, e os encaminha para o setor de patrimônio, que os estoca e solicita leilão de venda de sucata.

Os eletroeletrônicos obsoletos ou com defeito do *Campus* que são estocados para patrimônio, são destinados para 02 (dois) depósitos na instituição. As condições do armazenamento dos equipamentos no depósito 01 são impróprias. Neste, os equipamentos encontram-se expostos as ações do intemperismo, não havendo um armazenamento adequado, podendo ocasionar danos ao meio ambiente por causa da sua composição química.

O depósito 02, encontra-se com os equipamentos misturados em uma área pequena que dificulta a separação por tipos de eletroeletrônicos.

Foram realizados 03 (três) questionários com 05 (cinco) perguntas abertas aos funcionários do setor responsável pelos serviços gerais do Instituto Federal de Sergipe. Considerando que todos os funcionários A, B e C, relataram o descarte incorreto de REEEs, nota-se a importância da realização de um PGIREEE para o Instituto Federal de Sergipe, *Campus Aracaju*.

Para principiar o novo PGIREEE na instituição acadêmica, é necessário promover educação ambiental e capacitação dos alunos, técnicos-administrativo e terceirizados, com ações desenvolvidas em prol da implantação do plano de gerenciamento. O plano deve ser dividido em 05 (cinco) etapas. Sendo elas: Coleta, Segregação, Reutilização, Armazenamento Temporário e Destinação final.

A primeira etapa do plano de gerenciamento começará indicando como será a coleta do material por funcionários do setor responsável pelos serviços gerais do Instituto Federal de Sergipe. De acordo com a NBR 12235 (ABNT, 1992), todo e qualquer manuseio de resíduos perigosos nas instalações de armazenamento deve ser executado com pessoal dotado de Equipamento de Proteção Individual (EPI) adequado.

Os funcionários do setor responsável pelos serviços gerais precisam de capacitação e conhecimento de como agir na coleta de um resíduo perigoso.

Após a coleta dos resíduos eletroeletrônicos deve ser realizada a segregação dos equipamentos, separando os aparelhos que possuem o registro do patrimônio e os que não possuem registro. Sendo destinados para o setor de patrimônio todos os equipamentos para formalizar o descarte correto.

Logo dividindo os equipamentos (monitores, CPU, teclado, estabilizadores e *nobreaks*) dos suprimentos (cartuchos e *tonners*). Facilitando assim, o manuseio e organização por linha dos equipamentos eletroeletrônicos.

Os equipamentos coletados necessitam primeiramente serem testados para verificar o seu funcionamento. O reaproveitamento desses aparelhos utilizando peças de outros equipamentos obsoletos que se encontram na própria instituição ou em locais parceiros de doações, quando for essa a destinação. A instituição, deve sempre promover o reuso quando for viável economicamente.

Atualmente, logo após a análise do REEE, estes equipamentos são armazenados em um local temporário.

Percebe-se a necessidade de compor um novo laboratório no IFS ou estruturar melhor o que existe na instituição, desenvolvendo centros específicos para manusear o equipamento eletroeletrônico e o seu resíduo. O intuito é promover pesquisa para diversas áreas, como exemplo alunos do curso de Saneamento Ambiental, Informática, Eletrônica e outros. Seu objetivo é capacitar alunos e diminuir a quantidade de resíduos eletroeletrônico no *Campus*.

O armazenamento precisa de uma contenção temporária de resíduos, como também ser autorizado pelo órgão de controle ambiental municipal, à espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda às condições básicas de segurança.

O local a ser armazenado, preferencialmente, em áreas cobertas, bem ventiladas, e os recipientes colocados sobre base de concreto ou outro material que impeça a lixiviação e percolação de substâncias para o solo e águas subterrâneas. A área deve possuir ainda um sistema de drenagem e captação de líquidos contaminados para que sejam posteriormente tratados. Devem ser devidamente rotulados de modo a possibilitar uma rápida identificação dos resíduos armazenados.

A disposição dos recipientes na área de armazenamento deve seguir as recomendações para a segregação de resíduos de forma a prevenir reações violentas por ocasião de vazamentos ou, ainda, que substâncias corrosivas possam atingir recipientes íntegros. Em alguns casos é necessário o revestimento dos recipientes de forma a torná-los mais resistentes ao ataque dos resíduos armazenados.

A destinação final dos resíduos eletroeletrônicos é regida pelo Decreto nº 9.373 de 11 de maio de 2018, tratando-se do desfazimento de material. Entretanto, apresenta cláusulas que impossibilitam uma melhor destinação final dos REEE.

As doações dos computadores recondicionados poderão ser destinados a escolas, bibliotecas e a outras instituições ou pessoas com dificuldades em adquirir computadores. Tal ação propicia ampliar a inclusão digital.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A abertura de parcerias com empresas terceirizadas, sendo licenciadas (licenciamento ambiental) afim de receber os resíduos eletroeletrônicos para um possível tratamento, deve obedecer todas as condicionantes do órgão ambiental, possuindo um controle maior com os resíduos perigosos.

É imprescindível mudanças para as realizações dos leilões no IFS de equipamentos obsoletos, entre outros. Dispor de um novo Decreto Federal para esta regulamentação, sendo fundamental o cadastro pessoal ou jurídico, contendo informações pessoais e o objetivo da compra dos lotes (equipamentos). Como também, a necessidade da autorização do órgão ambiental competente para a arrematação dos lotes no leilão, possibilitando destinação de forma segura e diminuindo os possíveis impactos ambientais.

Por mais que se busque uma alta eficiência na recuperação e reciclagem de materiais, o processamento de REEE sempre gera uma quantidade de rejeito - material cujo reaproveitamento é inviável. Como ele é composto muitas vezes por elementos potencialmente perigosos, é necessário adotar medidas de minimização de seu impacto socioambiental.

Aplicação da logística reversa em licitações, de acordo com a PNRS e o Decreto 9.373/2018 é importante método para promover a gestão aos fornecedores de produtos e para os consumidores, fomentando uma responsabilidade coletiva em que normas operacionais específicas possibilite evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, como também, minimizar os impactos ambientais adversos.

CONCLUSÕES

Portanto, no diagnóstico dos resíduos eletroeletrônicos no Instituto Federal de Sergipe em Aracaju, observou-se pontos alarmantes na pesquisa, dentre eles, a não conformidade dos resíduos eletroeletrônicos com falhas ao longo da sua cadeia, como também, pouca informação e atenção para este resíduo. Torna-se primordial a criação de novos mecanismos, aplicação do PGIREEE e ações a fim de abolir esse descarte de maneira incorreta.

Os equipamentos eletroeletrônicos leiloados são vendidos para empresas ou pessoas físicas, dependendo da maior oferta. O comprador retira o material, porém sem apresentar licença ambiental ou comprovação da destinação correta dos resíduos comprados, dando a ele o destino que desejar. Entretanto a Lei Federal 12.205/2010 (BRASIL, 2010) estabelece a responsabilidade compartilhada pelo destino dos resíduos e a venda dos resíduos eletroeletrônicos não elimina a responsabilidade do IFS em relação a esses resíduos. Assim, recomenda-se que seja exigida a licença ambiental no caso de empresas que irão comercializar estes resíduos como recicláveis, como normalmente acontecem nos leilões.

Devem ser realizadas modificações nos editais das licitações no IFS, *Campus Aracaju*, exigindo a necessidade para os equipamentos eletroeletrônicos, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, como também, observar princípios como a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, afim de reduzir o impacto ambiental.

O resíduo eletroelétrico é muito complexo e muitas pessoas ainda não têm conhecimento sobre esse fato. Esse diagnóstico em um centro acadêmico apresenta diversas linhas para novas pesquisas, afim de que fortaleça a mudança nas Instituições, Universidades e Faculdades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABINEE (2012). A Indústria Elétrica e Eletrônica Impulsionando a Economia Verde e a Sustentabilidade. 2012.
2. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004:2004: Resíduos Sólidos – Classificação. 2004.
3. BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 de ago. 2010.
4. BRASIL. DECRETO Nº 9.373, DE 11 DE MAIO DE 2018. Regulamenta, no âmbito da Administração Pública Federal, o reaproveitamento, a movimentação, a alienação e outras formas de desfazimento de material. Diário Oficial, Brasília, DF, 11 maio. 2018.
5. FRANCO, R. G. F. Protocolo de referência para gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos domésticos para o município de Belo Horizonte. Dissertação – Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 162p. 2008.
6. IBGE (2011). Contas Regionais do Brasil 2005 – 2009. 2011
7. GEISER, K.; TICKENER, J. Internation environmental agréments and the information technology industry. In: SMITH T.; SONNENFELD, D.A.; PELLOW, D.N Challenging the chip: labours rights and environmental justice in the global electronics industry. Philadelphia: Temple University Press, 2006.
8. KAPLOWITZ, M. D; YEBOAH, F. K; THORP, L.; WILSON, A. M. Garnering input for recycling communication strategies at a Big Ten University. Resources, Conservation and Recycling, v. 53, 2009.
9. LADOU, J; LOVEGROVE, S. Exporto f electronics equipment waste. Int. J. Occup. Environ Health, v. 14, n. 1, p.1-10, jan./mar. 2008.
10. MORF, L.S.; TREMP, J.; GLOOR, R.; SCHUPPISSER, F.; STENGELE, M.; TAVERNA, R. (2007) Metals, non-metals and PCB in electrical and electronic waste--actual levels in Switzerland. *Waste Management*, Nova York, v. 27, n. 10, p. 1306-1316.
11. NNOROM, I. C.; OSIBANJO, O. Overvier of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries. Resources Conservation and Recycling, v. 52, n. 6, p. 843-858, apr. 2008.
12. 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.
13. SILVA, J. R. N. Lixo Eletrônico: Um Estudo de Responsabilidade Ambiental no Contexto do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, Campus Manaus Centro. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, Bauru-SP, 2010.
14. VEGA, C. A. de; BENÍTEZ, S. O.; BARRETO, M. E. R. Solid waste characterization and recycling potential for a University Campus. Waste Management, v. 28, 2008.
15. WIDMER, R.; OSWALD-KRAPF, H.; SCHNELLMANN M.; BONI, H. Global perspectives on e-waste. 2005.
16. ZHANG, N; WILLIAMS, I. D.; KEMP, S.; SMITH, N. F. Greening academia: Developing sustainable waste management at Higher Education Institutions. Waste Management, n. 31, 2011.