

Eixo Temático ET-09-027 - Educação Ambiental

PROGRAMA 3Rs (REDUZIR, REUTILIZAR, RECLICAR) COM RESÍDUO ELETRÔNICO: UM OLHAR SOCIOAMBIENTAL

Edilson Leite da Silva¹, João Paulo Ferreira Lima², Ana Beatriz Afonso de Sousa³,
Francisca da Silva², Luiz Antônio Alves Fernandes², Rosivânia da Silva Fernandes⁴

¹Mestre em Informática CIn/UFPE, Mestrando em Sistemas Agroindustriais CCTA/UFCG e Professor UACEN/CFP/UFCG. E-mail: souedilsonleite@gmail.com; ²Graduando em Química UACEN/CFP/UFCG; ³Graduanda em Matemática UACEN/CFP/UFCG; ⁴Graduanda em Pedagogia UAL/CFP/UFCG.

RESUMO

Preocupado com a problemática dos Resíduos eletrônico da cidade de Cajazeiras-PB e região, o Programa de Extensão 3Rs (Reduzir Reutilizar e Reciclar) com resíduos eletrônicos criado no ano de 2015 vem desenvolvendo diversas atividades de cunho socioambiental. Ao longo desse tempo, 15 computadores (gabinetes mais monitores de tubo) que teriam possivelmente uma destinação final inadequada, chegaram ao programa por meio de doações, nos quais, são tratados com toda consciência ambiental e social com as ações educativas que são realizadas no intuito de conscientizar as pessoas quanto ao consumo e descarte dos eletrônicos. Este trabalho objetiva, verificar os elementos químicos presentes nos computadores e seus efeitos sobre o meio ambiente e a saúde humana, é importante ressaltar que o presente programa de extensão está contribuindo com a diminuição dos resíduos eletrônicos da comunidade acadêmica da Universidade Federal de Campina Grande campus cajazeiras-PB, além de reutiliza as peças para montagem de novos computadores e na robótica educativa, como também no artesanato, todo o material restante será destinado para empresas que tenha autorização (siga a legislação) ambiental. Quanto ao procedimento metodológico é uma pesquisa aplicada, bibliográfica, estudo de caso e quantitativa. Apresenta como resultados a quantidade de materiais e elementos químicos que constituem um computador e por meio das atividades realizadas no programa foram evitados de ser descartados de forma incorreta podendo contaminar o meio ambiente, como também causa danos à saúde humana.

Palavras chave: Resíduos eletrônicos; 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) resíduo eletrônico; Meio ambiente; Educação Ambiental.

INTRODUÇÃO

O programa de extensão 3Rs Reduzir, Reutilizar e Reciclar resíduos eletrônicos é desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande localizada em Cajazeiras-PB, com o objetivo inicial de reduzir os resíduos eletrônicos desta comunidade acadêmica e futuramente expandir essa redução ao município de Cajazeiras e região. As principais atividades desenvolvidas dentro do programa são a montagem de computadores a partir de computadores em desuso recebidos através de doações; após a montagem de computadores com o aproveitamento e adaptação dos equipamentos aproveitáveis, utiliza-se as peças descartadas na montagem dos computadores para construção de objetos utilizando os conceitos de robótica educativa; as peças que foram

descartadas tanto da montagem dos computadores e da confecção de objetos voltados para robótica educativa são utilizadas para confecção de artesanatos.

A Lei Federal nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) conhecida como Lei dos Resíduos Sólidos, traz em seu primeiro artigo, Brasil (2010, art. 1º):

Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

A lei também dispõe que as instituições públicas e privadas são responsáveis pelo descarte de forma correta dos resíduos sólidos que elas produzem. Em Brasil (2010, art 1º, § 1º):

Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Sendo responsabilidade de todos o descarte adequado dos resíduos sólidos é necessário que os cidadãos sejam e estejam conscientes de seus direitos e deveres. Para isto faz-se necessário que as políticas públicas forneçam a sociedade em geral subsídios pautados na forma correta de gerenciamento destes resíduos. Brasil (2010, art 9º). “Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

Com o advento das novas tecnologias, nas últimas décadas, a sociedade passou por inúmeras transformações, entre elas pode-se destacar os meios de comunicação, e de modo especial computadores e celulares, nos quais, muito tem contribuído e facilitado a vida de milhares de pessoas espalhadas por todo o mundo. Porém, com a popularização e a facilidade de acesso a tais equipamentos a sociedade passou a usá-los não só por necessidade, mas em alguns casos até como status. Devido as inovações e novos lançamentos desses equipamentos serem constante os usuários dos países em desenvolvimento passaram a consumir mais em menos tempo (COSTA, 2010).

Em relação aos computadores, segundo pesquisa da (IDC) em 2011, o Brasil se tornou o quarto maior mercado de computadores do mundo, atrás apenas do EUA, China e Japão. Em 2010, foram vendidas 13,7 milhões de unidades, 23,5% a mais em relação a 2009. Desses números 65% foram vendidos para usuários domésticos e 35% para empresas e a venda de *notebooks* para usuários domésticos foi 30% maior do que a venda de *desktop*. Já segundo pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (FGV) em 2013, no Brasil já são três computadores para cinco pessoas com projeção de um para cada habitante em três anos. Quanto aos *tablets*, as suas vendas já devem superar as de *notebooks* em 2014 que terá 10,7 milhões e 8,4 milhões respectivamente. Segundo pesquisa do IDC, em 2013, o Brasil comercializou 7,9 milhões de *tablets*, um aumento de 119% em relação a 2012. Já os celulares (principalmente *smartphones*), em 2012 foram vendidos 59,5 milhões, 78% a mais do que em 2011, também segundo dados do

IDC, só em 2013 foram vendidos 16 milhões desse tipo de celulares, o que representa cerca 30 *smartphones* a cada minuto.

A legislação brasileira determina a logística reversa, na qual o fabricante de produtos eletrônicos é obrigado a recolher produtos de sua marca, que não tem mais utilidade para determinado consumidor e dar a destinação correta a este material, é uma obrigação das empresas. Juras (2000, p. 5) relata que segundo a Resolução nº 257, de 30 de junho de 1999, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que:

As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessários ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, bem como os produtos eletroeletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível, após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou por meio de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada.

Diante desses números surgiu a preocupação em relação a destinação final dos resíduos eletrônicos produzidos pelos usuários, uma vez que, os componentes constituintes apresentam substâncias químicas que são nocivas tanto à saúde humana quanto ao meio ambiente, principalmente quando feito o descarte inadequado.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Verificar os elementos químicos presentes nos computadores e seus efeitos sobre o meio ambiente e a saúde humana, fazendo uma relação com as atividades do programa de extensão 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) resíduos eletrônicos.

Objetivos Específicos

- Mostrar como os computadores podem contaminar o meio ambiente e prejudicar a sociedade quando seu descarte é feito de forma inadequada;
- Apresentar os principais elementos químicos que podem causar danos à saúde e ao meio-ambiente;
- Indicar os elementos químicos em cada parte dos computadores;
- Mostrar a quantidade de material que constitui um computador (gabinete mais monitor de tubo) nos quais aplicou-se o princípio dos 3Rs (Reduzir, Reutiliza e Reciclar).

METODOLOGIA

O desenvolvimento desta pesquisa ocorreu no programa de extensão 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) resíduo eletrônico na Universidade Federal de Campina grande em Cajazeiras- PB. Um dos objetivos deste programa é reduzir o resíduo eletrônico e destinar de maneira adequada aquilo que não pode ser reaproveitado. Dessa maneira, por meios de 15 computadores que estavam em desuso, recebidos através de doações foram montados fazendo o reaproveitamento de outros computadores.

Este artigo apresenta seus procedimentos técnicos de uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso. Na pesquisa bibliográfica foi realizado um estudo para o

detalhamento dos impactos ambientais proveniente do descarte incorreto de equipamentos tecnológicos, embasados nas literatura e pela Lei dos Resíduos Sólidos nº 12.305/2010.

Para Lakatos e Marconi (2001, p. 183), a pesquisa bibliográfica:

“[...] abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, materiais cartográficos, etc. [...] e sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto [...]”.

Trata-se de um estudo de caso, pois busca uma aplicação prática de conhecimento para solução de questões social e ambiental, contribuindo para a conscientização sobre a problemática do resíduo eletrônico. Yin (2001, p. 33) afirma que “um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Quanto à natureza é uma pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. De acordo com os resultados obtidos no programa foi possível desenvolver atividades educativas de conscientização sobre a gestão do resíduo eletrônico.

Classifica-se como uma pesquisa quantitativa, pois os resultados serão tratados em números, a fim de identificar o total de poluentes em cada parte do resíduo. Segundo Richardson (1999), a pesquisa quantitativa é caracterizada pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de coleta de informações quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo como enfoque os computadores, o quadro 1, mostra os dados relacionados aos principais materiais constituintes de um computador (gabinete mais monitor de tubo).

Quadro 1- Relaciona os constituintes de um computador de tubo.

Material	% em relação ao peso do computador	% que pode ser reciclada	Localização no computador	Riscos à saúde
Plástico	22.9907	20%	Revestimento da CPU e monitor. Inclui compostos orgânicos e outros óxidos de sílica.	
Chumbo	6.2988	5%	Estruturas metálicas do computador Placas de circuito impresso Tubo de raios catódicos de monitores	Alterações genéticas, ataca o sistema nervoso, a medula óssea e os rins, além de causar câncer
Alumínio	14.172	80%	Condutores; Tubo de raios catódicos de monitores. Placas de circuito impresso.	

Germânio	0.0016	0%	Placas de circuito impresso.	
Gálio	0.0013	0%	Placas de circuito impresso.	
Ferro	20.471	80%	Estruturas metálica do computador.	
Estanho	1.007	70%	Circuitos integrados Placas de circuito impresso.	
Cobre	6.928	90%	Fios e cabos Placas de circuito impresso Tubo de raios catódicos.	
Bário	0.0315	0%	Válvulas eletrônicas.	
Níquel	0.8503	80%	Estrutura metálica do computador Placas de circuito impresso Tubo de raios catódicos de monitores.	
Zinco	22.046	60%	Baterias.	
Tântalo	0.0157	0%	Placas de circuito impresso Fontes de energia.	
Índio	0.0016	60%	Placas de circuito impresso.	
Vanádio	0.0002	0%	Tubo de raios catódicos de monitores.	
Berílio	0.0157	0%	Conectores de fios e cabos.	Câncer de pulmão
Ouro	0.0016	98%	Placas de circuito impresso Condutores elétricos.	
Európio	0.0002	0%	Placas de circuito impresso.	
Titânio	0.0157	0%	Estrutura metálica do computador.	
Rutênio	0.0016	80%	Placas de circuito impresso.	
Cobalto	0.0157	85%	Placas de circuito impresso Tubo de raios catódicos de monitores Placas de circuito impresso.	
Paládio	0.0003	95%	Placas de circuito impresso condutores elétricos	
Manganês	0.0003	95%	Placas de circuito impresso condutores elétricos	
Prata	0.0189	98%	Placas de circuito impresso Condutores elétricos	
Antinomia	0.0094	0%	Tubo de raios catódicos de monitores Placas de circuito impresso	
Bismuto	0.0063	0%	Tubo de raios catódicos de monitores Placas de circuito impresso	
Cromo	0.0063	0%	Estrutura metálica do computador	
Cádmio	0.0094	0%	Baterias	Câncer de pulmão e de próstata, anemia e osteoporose
Selênio	0.0016	70%	Placas de circuito impresso	
Nióbio	0.0002	0%	Estrutura metálica do computador	
Ítrio	0.0002	0%	Tubo de raios catódicos de monitores	

Mercúrio	0.0022	0%	Placas de circuito impresso	Deteriora o sistema nervoso, causa perturbações motoras e sensitivas, tremores e demência,
Arsênio	0.0013	0%	Circuitos integrados	
Sílica	24.880	0%	Vidro do monitor	

Fonte: UDESC. <http://nti.ceavi.udesc.br/e-lixo/index.php?makepage=composicao>, acesso em 20/11/2016

A contaminação do meio ambiente decorrente dos metais pesados presentes nos computadores se dá inicialmente pelo descarte em locais inapropriados como lixões, aterros sanitários e etc. “Esses metais estando expostos a altas temperaturas e a chuvas constantes os mesmos são liberados para o meio contaminado tanto o solo e os rios subterrâneo, como também, causa danos à saúde humana” (SILVA et al., 2007, p. 14).

Para quantificar os elementos presente nos computadores fez-se necessário pesar um computador (gabinete mais monitor de tubo) os quais serviram de base para os resultados. O computador pesou 20 kg, devido ao grande número de elementos químicos que constituem os computadores destacou-se no quadro 2, apenas aqueles que tem maior capacidade de contaminar e poluir o meio ambiente, e causar danos à saúde humana, sendo eles: Chumbo; Cobre; Cádmio; Berílio; Arsênio; Mercúrio e o Plástico.

Quadro 2 - elementos químicos com maior capacidade de poluir/contaminar.

Material	% Em relação ao peso do computador	1 computador kg	15 computadores kg	Danos à saúde
Plástico	22,9007%	4,580 kg	68,7 kg	Pode causar danos ao fígado, rins e pulmão, além de anormalidade no sistema reprodutivo.
Chumbo	6,299%	1,259 kg	18.9 kg	Alterações genéticas, ataca o sistema nervoso, a medula óssea e os rins, além de causar câncer
Cobre	6,928%	1,385 kg	20.8 kg	Intoxicação aguda: náuseas, vômitos, diarreias, anemia hemolítica etc. Intoxicação crônica: insuficiência hepática, Doença de Wilson.
Cádmio	0,0094%	0,00188 kg	0,0282 kg	Câncer de pulmão e de próstata, anemia e osteoporose
Berílio	0,0157%	0,0031 kg	0,0471 kg	Câncer de pulmão
Arsênio	0,003%	0,0006 kg	0,009 kg	Pigmentação da pele, neuropatia periférica e degeneração do fígado e dos rins.
Mercúrio	0,0022%	0,00044 kg	0,0066 kg	Deteriora o sistema nervoso, causa perturbações motoras e sensitivas, tremores e demência

Até o momento 15 computadores foram doados ao programa de extensão 3Rs, dos quais forma retiradas peças ainda funcionais, testar as compatibilidades e montados 04 computadores, que foram doados para instituições não governamentais sem fins lucrativos, algumas peças que não foram utilizados na montagem dos computadores por incompatibilidade, mas que ainda estavam eletronicamente funcionando, foram utilizadas na elaboração da robótica educativa, e por fim, as não funcionais, para confecção do artesanato.

O quadro 2, além de apresentar em porcentagem cada um dos constituinte de um Computador (gabinete mais monitor de tubo), também informa a quantidade em quilogramas de cada um dos sete constituinte destacados decorrente dos 15 computadores que o programa de extensão evitou de irem para lixões; nos quais, restringiu-se os comentários a três dos sete constituintes. O plástico é um dos materiais que mais constitui um computador com 4,580 kg, o programa de extensão evitou que 68,7 kg de plásticos decorrente de 15 computadores fossem depositados em lugares inadequado, evitando assim, por exemplo, a poluição do ar por meio da queima desse material, como também, a prevenção de diversas doenças entre elas: danos ao fígado, rins e pulmão, além de anormalidade no sistema reprodutivo (ECYCLE, 2013).

Já a quantidade de cobre por computador é de 1,385 kg isso significa que em 15 temos um total de 20,8 kg, os principais problemas de saúde oriundas desse material é intoxicação aguda (náuseas, vômitos, diarreias, anemia hemolítica etc) e crônica (insuficiência hepática, Doença de Wilson).

Com cerca de 0,00044 kg por unidade de computador e 0,0066 kg em 15, o mercúrio é um dos elementos que mais pode causa danos à saúde e ao meio ambiente, os principais problemas de saúde causado por este metal que é altamente toxico são: Deteriora o sistema nervoso, causa perturbações motoras e sensitivas, tremores, demência e etc.

CONCLUSÃO

Diante do grande aumento dos resíduos eletrônicos e dos perigos que tais equipamentos podem causar ao meio ambiente e a sociedade quando descartados de maneira inadequada é preciso urgentemente uma promoção da educação ambiental, alertando assim sobre a toxicidade dos elementos e compostos presentes nestes equipamentos. É importante ressaltar a responsabilidade referente a disposição final destes equipamento deve ser compartilhada tanto pelos governos quanto empresas e sociedade. Os resultados obtidos pelo Programa de Extensão 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) resíduo eletrônico, mostram a quantidade de matérias que foram recuperados, e outra parte estão prontos para serem reciclados, caso não seja utilizado na robótica ou artesanato.

Por meio de iniciativas como esta realizada pelo programa de extensão foi possível contribuir para diminuição dos resíduos eletrônico na cidade de Cajazeiras-PB e de modo especial no CFP/UFCG que é onde o programa fica concentrado. O que implica em minimizar a poluição e contaminação que seria causada pelo descarte incorreto desses materiais. Além disso, contribuiu com a parte social, ao doar os computadores para instituições sem fins lucrativos que desenvolve ações sociais na localidade onde estão inseridas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto nº 99.658, de 30 de outubro de 1990.** Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/D99658.htm>. Acesso em: 20 Out. 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 10 out. 2016.

COSTA, L. F. **O lixo eletrônico na universidade de Brasília:** um estudo exploratório. Brasília: Universidade de Brasília, 2010. (Monografia).

ECYCLE. Conheça todos os componentes tóxicos presentes nos aparelhos eletrônicos e os riscos que eles trazem à saúde. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/1830-conheca-todos-os-componentes-toxicos-presentes-nos-aparelhos-eletronicos.html>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

JURAS, I. A. G. M. **Legislação sobre reciclagem do lixo.** Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/documentoseesquisa/publicacoes/estnottec/tema14/pdf/010696.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2016.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social:** métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SILVA, B. D.; OLIVEIRA, F. C.; MARTINS, D. L. Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil. Santo André, 2007. Disponível em: <<http://wiki.nosdigitais.teia.org.br/images/9/98/Lixoeletroniconobrasil2008.pdf>>. Acessado em: 21 nov. 2016.

UDESC. **Composição do lixo eletrônico.** Disponível em: <<http://nti.ceavi.udesc.br/e-lixo/index.php?makepage=composicao>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.