

ENSINO & MULTIDISCIPLINARIDADE

Jul. | Dez. 2017 – Volume 3, Número 2, p. 75-92.

Resíduo eletrônico e suas implicações ambientais: diagnóstico sobre o tema em uma instituição de ensino tecnológico

Electronic waste and their environmental implications: diagnosis about theme in an institution of technological teaching

Gleison Santana¹ - <https://orcid.org/0000-0001-8748-6039>

Paulo Roberto Brasil de Oliveira Marques² - <https://orcid.org/0000-0002-2860-0417>

¹ Graduando em Licenciatura Plena em Informática (UFMA), Codó, Maranhão, Brasil. thyuy25@hotmail.com.

² Doutor em Química Analítica (IQ-UNESP), Professor/pesquisador (UFMA), Codó, Maranhão, Brasil. paulo.brasil@ufma.br

Resumo

O presente trabalho avaliou o entendimento do corpo docente, discente e técnico administrativo de uma unidade de ensino tecnológico federal, em relação ao resíduo eletrônico gerado e suas possíveis implicações ambientais no município onde está implantado. Trabalhou-se com a pesquisa qualitativa a partir de questionários semiestruturados aplicados aos usuários de materiais eletrônicos. Foram efetuados diagnósticos materiais e humanos, bem como levantamento bibliográfico e legislativo. Os dados obtidos foram organizados e avaliados a partir dos signos mais recorrentes. Observou-se que a instituição não apresentou programa de reuso de materiais, mas destina seus resíduos eletrônicos de acordo com normas internas. Os professores da instituição têm conhecimento da legislação sobre o lixo eletrônico, mas ainda não agregam de forma significativa o conteúdo às suas aulas. O corpo discente tem conhecimento dos conceitos básicos sobre o tema, delineando a responsabilidade coletiva sobre ele, mas não tem estudado o tema diretamente a partir do currículo vigente em que se insere. Diante disso, torna-se necessária a discussão desta problemática nos cursos da área de Tecnologia da Informação, buscando a promoção de ações junto à comunidade, no sentido da conscientização sobre os problemas do acúmulo do lixo eletrônico, bem como da sua adequada gestão.

Palavras-chave: Resíduo eletrônico, Ensino de informática, Ensino Tecnológico.

Como citar: SANTANA, G.; MARQUES, P. R. B. O. Resíduo eletrônico e suas implicações ambientais: diagnóstico sobre o tema em uma instituição de ensino tecnológico. **Ensino e Multidisciplinaridade**. v-3, n. 2, p.75-92, 2017.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (*Open Access*) sob a licença *Creative Commons Attribution*, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Abstract

The present work evaluated the understanding of the teaching staff, students and administrative technicians of a federal technological teaching unit regarding the electronic waste generated and its possible environmental implications in the municipality where it is located. Qualitative research was done based on semi-structured questionnaires applied to users of electronic materials. Material and human diagnoses were carried out, as well as a bibliographic and legislative survey. The data obtained were organized and evaluated using the most frequent signs. It was observed that the institution did not present a program for the reuse of materials, but disposes of its electronic waste according to internal rules. The institution's teachers are aware of the legislation on electronic waste, but still do not add significantly to the content of their classes. The student body is aware of the basic concepts on the topic, outlining the collective responsibility for it, but has not studied the topic directly from the current curriculum in which it is inserted. Therefore, it is necessary to discuss this issue in courses in the area of Information Technology, seeking to promote actions with the community, in order to raise awareness about the problems of the accumulation of electronic waste, as well as its proper management.

Keywords: Electronic waste, Computer education, Technological Education.

Introdução

A sociedade moderna vem sendo marcada por um elevado desenvolvimento tecnológico, principalmente na área de produtos eletroeletrônicos, os quais se configuram como promessas para o bem-estar social, aliadas aos benefícios econômico e financeiro da comercialização para o mercado produtor. Entretanto, segundo Li et. al. (2013), a integração entre homem-ambiente-modernidade e desenvolvimento tecnológico e sustentável não tem sido priorizada em discussões no cotidiano da maioria das pessoas. É nesse contexto que emerge a necessidade de um melhor aprofundamento das discussões sobre o tema, visto que o desenvolvimento tecnológico do final do último século tem gerado um novo tipo de resíduo: o tecnológico, popularmente conhecido como lixo eletrônico (KUNRATH, 2015).

O lixo tecnológico, ou mesmo e-lixo, pode ser considerado como sendo todo aquele gerado a partir de aparelhos eletrodomésticos ou eletroeletrônicos e seus componentes, incluindo os acumuladores de energia (pilhas e baterias), lâmpadas fluorescentes e produtos magnetizados, de uso doméstico, industrial, comercial e de serviços, que estejam em desuso e sujeitos à disposição final (ONGONDO; WILLIAMS; CHERRETT, 2011).

De acordo Li et al. (2013) a herança do desenvolvimento tecnológico e dos resíduos sólidos de caráter tecnológico configura-se atualmente como o problema de coleta que mais cresce a nível mundial. Nota-se que o crescimento dos países emergentes suscitou um grande aumento no consumo doméstico e na alta taxa de renovação proporcionado pelo fortalecimento da classe média na buscar por estabilidade econômica, contudo, as consequências colaterais desse crescimento foram a geração sem precedente de resíduos sólidos (KUNRATH, 2015).

Dessa forma, o problema do lixo eletrônico não está apenas no custo da grandes quantidades de matéria-prima e recursos necessários à produção e à reciclagem, mas também nos impactos negativos que estes produtos acarretam à saúde pública e ao ambiente, pois esse tipo de resíduo contém produtos tóxicos, como os metais pesados, por exemplo (chumbo, mercúrio e cádmio, por exemplo), que, ao serem descartados inadequadamente, podem contaminar o solo, o ar e os lençóis freáticos. Além dos metais, existem outras substâncias compostas que oferecem riscos, tais como: os brometos e os cloridratos halogenados, por exemplo, usados em retardantes de chamas em circuitos integrados. (GERBASE; OLIVEIRA, 2012).

Contudo, Li et. al. (2013) afirmam que o lixo eletrônico é um problema de responsabilidade de empresas, governo, da sociedade e de instituições de ensino em seus diversos níveis, sendo que todos devem assumir o compromisso de realizar o ciclo completo

destes equipamentos, conforme as exigências do CONAMA (1999). Ressalta-se que o lixo tecnológico desperta uma atenção na sociedade moderna, tendo em vista que na medida em que surgem novos produtos com recursos tecnológicos que possam atrair e suprir as necessidades dos consumidores é necessário um processo de conscientização e reformulação das políticas públicas sobre o lixo eletrônico. Li et. al. (2013) afirmam que em países desenvolvidos, os ciclos de substituição de aparelhos estão cada vez mais acelerados e que o tempo médio para troca de computadores nas empresas é de menos de quatro anos, números que corroboram com os menores tempos de obsolescência programada.

Em decorrência do desenvolvimento industrial surgiram diversos problemas ambientais nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Estes problemas foram considerados parte integrante do desenvolvimento da Regulação Ambiental que foi difundida ao mundo por meio da Conferência de Estocolmo em 1972. Esta conferência foi considerada o pontapé inicial às discussões ambientais na era da globalização. Nessa conferência foram discutidas na Organização das Nações Unidas (ONU) a gravidade dos problemas ambientais e a necessidade de serem tomadas atitudes de controle e mitigação de problemas ambientais (ZIGLIO, 2005).

A Conferência levou à criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a uma maior compreensão da necessidade de direcionar o modo como se olha para o meio ambiente. Após essa conferência o Brasil criou uma Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA), incumbida de assessorar a Presidência nas questões ambientais (ZIGLIO, 2005).

No Brasil não há uma regulamentação específica para o lixo eletrônico, contudo a Lei 12.305/2010, que trata sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, se preocupa em abordar as diversas problemáticas ambientais, econômicas e sociais relacionada ao tema (BRASIL, 2010). O estabelecimento de políticas nacionais é fundamental para a padronização do entendimento e um tema em todo o território nacional, uma vez que ausência de conhecimento técnico, de poder aquisitivo e alternativas tecnológicas ainda são grandes entre os diversos municípios. Diante disso, torna-se evidente a necessidade de uma reflexão coletiva acerca dos problemas causados pelo lixo eletrônico bem como a urgência de estratégias que regulamentem e que equilibrem as divergências entre qualidade de vida, produção e consumo de equipamentos eletrônicos (SANTOS, 2012).

Diante do papel em que o tema se encontra locado considera-se de extrema importância o papel exercido pelas instituições educacionais na formação de cidadãos, de modo a perpetuar e desenvolver a cultura, a personalidade individual e promover a socialização e por sua natureza peculiar de envolverem-se com o futuro, principalmente o papel exercido pelos Institutos Federais na formação de profissionais para atuarem nos diversos segmentos que fazem uso técnico destes materiais que geram este tipo de resíduo sólido.

Neste sentido este trabalho apresenta um estudo envolvendo o temático lixo eletrônico e suas implicações ambientais, sobretudo o que compete à formação técnica dos profissionais em escala local, dentro do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Campus Codó - MA, tendo como elemento problematizador os danos que o lixo eletrônico pode causar a saúde humana sendo descartado de maneira incorreta, bem como analisar o tratamento dado pelos colaboradores, professores e alunos dentro da instituição e quais influências levam para a sala de aula, no qual contribuem para uma aprendizagem significativa.

Revisão bibliográfica

Lixo eletrônico: conceito atuais e problemática

Para Santos (2012) o lixo (resíduo) é classificado de acordo com a sua origem (domiciliar, industrial, hospitalar) e sua composição (orgânico e inorgânico), enquanto as sucatas eletrônicas são classificadas como lixo eletrônico. De forma genérica o lixo eletrônico pode ser definido como tudo aquilo que possui algum componente elétrico ou eletrônico que já não tem utilidade e é descartado. Segundo Ongondo, Williams e Cherrett, (2011) é qualquer material sólido originado em trabalhos domésticos e industriais e que é eliminado. Proveniente do termo inglês e-waste, o lixo eletrônico ou resíduo eletrônico é composto por resíduos de peças e equipamentos eletrônicos obsoletos provenientes de descarte de TVs, celulares, computadores, tablets, geladeiras, micro-ondas, impressoras, receptores de antena, roteadores, relógios e outros equipamentos.

São considerados equipamentos eletroeletrônicos: televisores, rádios, telefones celulares, eletrodomésticos portáteis, todos equipamentos de microinformática, vídeos, filmadoras, ferramentas elétricas, DVD's, lâmpadas fluorescentes, brinquedos eletrônicos entre outros, que ficam tecnologicamente ultrapassados em prazos de tempo cada vez mais curtos ou então devido à inviabilidade econômica de reparo, em comparação com aparelhos novos. Entre eletroeletrônicos estão os de microinformática, nos quais se incluem os mais variados produtos como os computadores de mesa, computadores portáteis, impressoras, entre outros equipamentos (DEMAJOROVIC; AUGUSTO; SOUZA, 2016).

De acordo com Mucelin e Bellini (2008) existe uma relação estreita entre o nível de desenvolvimento de uma sociedade e aquilo que é produzido por ela. Ainda conforme os autores, esse processo vem acontecendo desde os primórdios, uma vez que o homem sempre vem gerando resíduos. Pode-se que ressaltar que a geração dos resíduos parece ser inerente à vida humana, pois a vida exige renovação, e essa renovação é responsável pelo aparecimento dos mais diversos tipos de resíduos. A ideia de progresso e desenvolvimento provocou uma revolução no modo de vida das pessoas ao redor do mundo e a partir da revolução industrial a parcela de lixo derivada das assim chamadas novas tecnologias passou a aumentar, devido também ao aumento da taxa de crescimento populacional.

Desta forma Kunrath (2015) ressalta-nos que com o aumento populacional houve aumento no consumo e elevação nos modos de produção. Novos materiais começaram a ser utilizados e conseqüentemente também passaram a compor o lixo. Mucelin e Bellini (2008) ressaltam ainda que com o início do século XX surgiram novos materiais derivados da indústria petroquímica, havendo desta forma um crescimento frequente do consumo de novas tecnologias, deixando assim de suceder uma preocupação com os impactos que estes equipamentos poderiam causar ao meio ambiente, em razão da investigação dos recursos naturais utilizados na fabricação de novas tecnologias.

O conjunto de problemas ambientais motivados pelo gerenciamento inapropriado destes novos resíduos, tornou-se atualmente de difícil solução. A maior parte das cidades brasileiras apresenta um serviço de coleta de lixo urbano que não prevê a separação dos resíduos, pois é comum ser observado hábitos de acomodação final inadequada de diferentes tipos de equipamento (SANTOS, 2012). Considerando a produção crescente do lixo eletrônico e o descarte incorreto deste tipo de lixo, torna-se necessário um estudo dos impactos sobre os danos causados pelo descarte incorreto

A legislação sobre lixo eletrônico

Quando se trata de resíduos sólidos ou especificamente sobre resíduos eletrônicos percebe-se que existem normas e leis que regulamentam o tratamento desta problemática, porém, no Brasil essa legislação ainda é tímida e carece de ser abordada com atenção necessária diante de um conjunto de problemas que envolvem diversos fatores e seguimentos sociais

(SANTOS, 2012). Entretanto, o tratamento dado ao lixo eletrônico deve obedecer às normas existente para os outros tipos de resíduos, sendo que todos causam danos ao meio ambiente (SANTOS et. al., 2011).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, órgão ligado ao Ministério do Meio Ambiente, publicou a Resolução 257/99 atribuindo às empresas responsabilidade sobre o material tóxico que produzem, devendo o produto ser informado se pode ou não ser descartado como lixo comum, sendo que as empresas que não cumprirem com a norma estabelecida podem ser penalizadas com multas que serão aplicadas pelos órgãos de fiscalização (CONAMA, 1999).

A Convenção da Basileia, que entrou em vigor em maio de 1992, trata do controle do trânsito de resíduos perigosos e seu depósito. Entre seus escritos, pode-se destacar que o documento estabelece que os resíduos perigosos, nos quais se incluem os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, sejam tratados ou eliminados nos países de origem onde foram gerados e que a exportação deste material ocorra, apenas, em condições especiais e controladas, tendo em vista a desigualdade econômica, tecnológica e social entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, não é ético que uma grande quantidade de equipamentos eletroeletrônicos sejam exportada de nações desenvolvidas para países dos continentes asiáticos e africanos, entre outros, e que sejam processadas de maneira inadequada por pessoas sem habilidades e conhecimento técnicos ou especializados para trabalhar com este tipo de material, e em condições de higiene e segurança precárias (KUNRATH, 2015).

No Brasil, a convenção da Basileia foi internalizada pelo Decreto Nº 875, de 19 de julho de 1993 e pela Resolução CONAMA Nº 452, 02 de julho de 2012, sendo que na Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS (Lei 12.305/10) foi terminantemente proibida a importação de resíduos (BRASIL, 2010)

Segundo (KUNRATH, 2015) a lei criou regulamentos para o recolhimento de resíduos eletrônicos impondo a responsabilidade compartilhada, que atinge desde o fabricante de eletroeletrônico até o consumidor final, deixando os estados da República Federativa do Brasil com a total liberdade de deliberar por outras leis mais restritivas que preencham as suas demandas regionais. O autor cita que a legislação designa as normas que devem ser obedecidas pela União e por aqueles desejarem recursos da União ou daqueles que são por ela administrados. Estabelece diretrizes sobre resíduos sólidos, normas gerais que devem ser obedecidos pela União, pelos demais entes da Federação e pelos particulares.

A lei 12.305 determina as diretrizes para sua aplicação em todo o país, destacando três aspectos distintos: a manutenção da saúde pública, a preservação do meio ambiente e a transformação do lixo em um fator de renda (BRASIL, 2010). A seção II, Art. 33, da Lei aborda sobre o tema da responsabilidade compartilhada.

O texto foca que são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, entre outros produtos. Anteriormente a lei só previa a logística reversa para pilhas e baterias, sendo que existe uma exposição popular por meios de comunicação dessa responsabilidade que se deve ter com esses equipamentos (BRASIL, 2010).

Quanto as legislações voltadas ao tratamento do lixo eletrônico a nível Estadual, observa-se que existe somente o Plano Estadual de Gestão dos Resíduos Sólidos do Maranhão – PEGRS/MA de 2012, esse é composto por dois volumes, onde este foi elaborado visando ao atendimento da Lei nº 12.305 (MARANHÃO, 2012) Nos estudos realizados a nível estadual para elaboração do Plano foram realizados levantamento e análise dos diversos tipos de resíduos gerados no Maranhão e fontes geradoras, sobre o modo de geração, formas de

acondicionamentos na origem, coleta, transporte, processamento, recuperação e disposição utilizada atualmente.

Portanto, fragilidades na congruência de legislações em âmbito nacional, estadual e municipal para essa problemática do lixo eletrônico acarreta o acúmulo dele no meio ambiente devido ao consumo desordenado e a forma incorreta como que estes são descartados pelos consumidores, além dos danos causados à saúde humana.

Diante da ausência de leis específicas sobre o lixo eletrônico e da criação e desenvolvimento de políticas públicas com acesso imediato de informação e sem a conscientização da sociedade que o lixo eletrônico também pode ser reciclado, cria-se a ideia de descarte, que é geralmente feito de forma incorreta. Devido à essa falta de informação, é cada dia mais comum o despejo desse material nas matas e em aterros, causando contaminação nestes ambientes (CORTEZ; ORTIGOZA, 2009).

Lixo eletrônico, meio ambiente e saúde

Diante do acelerado crescimento populacional nas últimas décadas, tendo ocorrido uma grande concentração populacional nas áreas urbanas e rurais, vinculado ao consumismo de determinados produtos eletrônicos devido a necessidade na realização de algumas atividades, observa-se uma grande concentração de pessoas nas cidades gerando uma enorme quantidade de lixo eletrônico que necessitam ter um destino seguro e ambientalmente adequado (BOSLE, MINGHETTI; SOMENSI, 2015).

Vale ressaltar que os avanços tecnológicos trouxeram resultados positivos na conquista e qualidade de vida do ser humano, facilitando o dia a dia da sociedade, tornando-se em alguns momentos indispensáveis à vida. Deste modo acontece também com o desenvolvimento de novos produtos eletrônicos, observando-se que em plena era da informação/comunicação eles permanecem cada vez mais presentes na vida contemporânea (CORTEZ; ORTIGOZA, 2009).

O desenvolvimento acelerado de programas de computadores, equipamentos eletrônicos e meios de comunicação voltados à informática tem proporcionado oportunidades de aumento da produtividade empresarial, tanto operacional como administrativa, bem como melhoria de qualidade na prestação de serviços, por meio da digitalização, automação, trabalho, Inteligência artificial e realidade virtual (GU, et al. 2016). O desenvolvimento de novas tecnologias, vinculado a necessidade dos consumidores dessas novas ferramentas, o atendimento a demanda de serviços e o acesso a informações com agilidade faz com que o ciclo de vida de alguns equipamentos eletroeletrônicos esteja ligado ao avanço tecnológico ou interesse comercial existente.

Desta forma podemos observar que com a facilidade de compra da população e o lançamento de novos produtos eletrônicos, o problema tende a se agravar ainda mais a cada ano, gerando assim uma produção descontrolada de lixo eletrônico, que pode ser encontrado facilmente em locais inadequados como nos lixões, ou salas armazenamentos de materiais inutilizados (DEMAJOROVIC, AUGUSTO; SOUZA, 2016).

Nas empresas de produção e venda de tecnologia a rápida obsolescência ou limitação de capacidade dos equipamentos eletroeletrônicos torna o ciclo de vida menor. Os aparelhos de uso pessoal como: celulares, smartphones, tablets e similares também se inserem neste grupo, no qual o constante aprimoramento tecnológico, periodicamente incorporado aos aparelhos torna-os passíveis de descarte em prazos inferiores a um ano (LI et al, 2013).

A Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial dispõe de duas categorias específicas que se relacionam com os segmentos de equipamento eletroeletrônico, tais como: a linha marrom, que aponta equipamentos como monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD, equipamentos de áudio entre outros, e a linha verde, que inclui os

equipamentos eletroeletrônico, como computadores, desktop e laptops, acessórios de informática, tablets e telefones celulares (KUNRATH, 2015).

A Norma Brasileira Regulamentar – NBR 10.004/04 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública para que possam ser gerenciados adequadamente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). Conforme esta Norma, resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, sendo organizados em classes, podendo ser:

- CLASSE I - perigosos: são aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podem apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, ou ainda os inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos;
- CLASSE II A - não-inertes: são aqueles que não se encaixam nas classes I e III, e que podem ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis em água;
- CLASSE II B - inertes: são aqueles que, ensaiados segundo o teste de solubilização da norma ABNT NBR 10006/1987, não apresentam qualquer de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de portabilidade da água, executando-se os padrões de cor, turbidez, sabor e aspecto.

Na fabricação de produtos eletrônicos são utilizados muitos elementos químicos tóxicos a organismos vivos. Conforme pode-se observar, o Quadro 1 apresenta alguns dos principais metais presente na composição química dos equipamentos eletroeletrônico e os riscos aos quais eles podem provocar para a saúde humana (KUNRATH, 2015).

Quadro 1 - A Gestão do Lixo Eletrônico

Competência	Ações
Municípios e Distrito Federal	<ul style="list-style-type: none"> – Promover a gestão de resíduos sólidos em seus territórios. – Elaborar indicadores e desenvolver políticas de tratamento dos resíduos sólidos. – Prover de estrutura necessária, através de postos de coleta para estes resíduos, promovendo a destinação final ambientalmente adequada aos rejeitos.
Política Nacional de Resíduos Sólidos	<ul style="list-style-type: none"> – Enfatizar a importância da logística reversa, sugerindo ações que garantam o fluxo de resíduos sólidos na sua própria cadeia produtiva ou para outras. – Buscar o compromisso dos fabricantes na análise do ciclo de vida do produto, desde a produção, utilização pelo consumidor e responsabilidade do descarte e reciclagem das embalagens.
Fabricantes e distribuidores	<ul style="list-style-type: none"> – Priorizar o processo de logística reversa, como estratégico. – Responsabilizar-se pela coleta, destinação e reutilização das embalagens pós-consumo (responsabilidade compartilhada).
Consumidores	<ul style="list-style-type: none"> – Realizar a coleta seletiva dos resíduos sólidos e disponibilizá-los para a coleta das empresas titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Fonte: Gerbase e Oliveira (2012, adaptada).

Os metais apresentados requerem um tratamento adequado quando o lixo eletrônico é depositado em aterros não controlados por nenhum órgão de fiscalização. A incineração destes materiais também não é aconselhada, pois leva à emissão de poluentes no ar, logo os equipamentos eletroeletrônicos devem ser tratados e dispostos de maneira correta. Entre estas substâncias, encontram-se retardantes de chama (que estão presentes em alguns plásticos) e metais pesados (como chumbo, cádmio e mercúrio), que são biocumulativos e podem causar

doenças, como surdez, problemas neurológicos e câncer. Portanto, os metais pesados presentes principalmente nas placas dos equipamentos eletroeletrônicos são altamente tóxicos.

Segundo Gerbase e Oliveira (2012) quarenta e três dos elementos químicos atualmente conhecidos estão presentes em um único aparelho telefônico. Alguns destes materiais causam danos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde do ser humano. Na Tabela 1 são apresentados os tipos de materiais que compõem os equipamentos eletroeletrônicos e suas respectivas quantidades, sendo os componentes principais: o ferro e o aço, com quase 50% da composição.

Tabela 1 - Tipos de Materiais que compõe os aparelhos eletrônicos

Material	Quantidade/%
Ferro/Aço	46,9
Plásticos	19,6
Metais não ferrosos	10,7
Cobre	6,0
Vidro	5,2
Placas de circuito impresso	3,1
Madeira	2,1
Materiais não ferrosos	0,9
Borracha	0,8
Outros	4,7

Fonte: Gerbase e Oliveira (2012, adaptada).

Conforme Baird e Cann (2011), a preocupação ambiental em relação ao lixo eletrônico vem crescendo muito nos últimos anos, entre governos do mundo todo, pois este tipo de resíduo acaba liberando substâncias danosas, que podem atingir o lençol freático e poluir regiões inteiras. Materiais que compõem a constituição de plásticos, tais como: dioxinas e furanos, também podem ser nocivos à saúde de organismos vivos. O descarte inadequado de lixo eletrônico é uma preocupação necessária, pois representam riscos ambientais potenciais, podendo contaminar o ambiente.

Reuso e reaproveitamento do lixo eletrônico

Conforme Miguez (2010) a indústria eletrônica é uma das que mais rapidamente crescem. Aliados a esse crescimento vem o consumo inconsciente da população ao uso de novas tecnologias e um maior descarte de eletrônicos. Assim foi desenvolvida pela legislação a proposta da logística reversa, na qual se apresenta como um método alternativo que visa não somente lucro, mas principalmente minimizar o impacto ambiental. A logística reversa é uma nova área da logística que trabalha e opera com o retorno de produtos, embalagens ou materiais, aos seus centros produtivos, acrescentando ainda três movimentações potenciais à logística da cadeia de suprimentos tais como: reutilização dos produtos, recuperação dos produtos e reciclagem de materiais (PEREIRA et al., 2011). Para Miguez (2010) a logística reversa consiste nas atividades de:

- 1) **Coleta:** onde a empresa providencia o retorno dos produtos. Pode ser intermédio de uma transportadora contratada através de transporte próprio para buscar as mercadorias, ou,

então, os clientes podem levar o produto até a empresa, o que ocorre com o produto que vai para a assistência técnica, por exemplo;

- 2) Inspeção/Separação: nesta parte, os produtos são inspecionados e separados o que podem ser reaproveitados dos que têm que ser descartados;
- 3) Reprocessamento: onde os produtos sofrem algum tipo de transformação, para que eles ou parte de seus componentes sejam reaproveitados;
- 4) Descarte: os produtos que não foram reaproveitados (por razões econômicas ou técnicas) são enviados para incineração ou para aterros;
- 5) Redistribuição: é o envio do produto de volta para o mercado, ou como novo ou como produto de segunda linha. Nesta parte, incluem-se atividades de venda transporte e armazenamento.

O reuso e reaproveitamento do lixo eletrônico tem impacto direto na melhoria do meio ambiente, pois reduz a quantidade de materiais perigosos despejados nos aterros e até mesmo em lixões e córregos a céu aberto. Outro efeito no meio ambiente é o recolhimento e o reaproveitamento de produtos fazendo com que menos matéria-prima seja utilizada, poupando recurso minerais e energéticos (CORTEZ; ORTIGOZA, 2009).

A temática do reuso ainda é pouco difundida na sociedade atual, não estando popularizada além dos muros da produção industrial e de seus interesses. Porém, essa discussão deve estar presente já no âmbito escolar e nas instituições de formação de profissionais da área de inovação e tecnologia, objetivando a popularização do tema acerca dos resíduos eletrônicos e suas implicações no ambiente (SANTOS et. al. 2011).

Metodologia

O estudo teve por base um levantamento de perfil sobre resíduos eletrônicos efetuado a partir das dimensões materiais e humana. Nesta perspectiva a presente pesquisa buscou obter perfil descritivo sobre as percepções do corpo institucional do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Campus de Codó-MA acerca de lixo eletrônico, os problemas que ele pode gerar e suas relações com a instituição de ensino, o meio ambiente e a saúde do ser humano.

Para investigação do diagnóstico material foram construídos questionários semiestruturados que objetivaram avaliar quais os tipos de eletroeletrônicos mais comuns utilizados no IFMA que geram lixo eletrônico, quantos são, de onde vem e como a instituição tem tratado o assunto. Para o diagnóstico humano, os questionários semiestruturados montados buscaram saber qual o conhecimento dos alunos e dos professores acerca do tema, como estes se relacionam no dia a dia com o assunto, se eles se sentem responsáveis pela geração deste tipo de resíduos e que atitudes são necessárias para controlar de forma eficiente o lixo eletrônico.

Estes dados foram analisados e os signos mais recorrentes foram selecionados, sendo então correlacionados e triangulados entre as dimensões em estudo. Notadamente buscou-se identificar os métodos de reciclagem/reuso/destinação do lixo eletrônico existente na instituição de ensino, apresentando também um painel da possível composição química do lixo eletrônico e dos resíduos sólidos gerados pela instituição.

Resultados e discussão

Diagnóstico material

O diagnóstico material foi efetuado a partir de uma análise inicial quantitativa e qualitativa do possível lixo eletrônico gerado no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão Campus-Codó. Teve por objetivo efetuar um levantamento acerca dos materiais eletrônicos passivos dentro do Campus, que podem gerar resíduos eletrônicos. Os questionários relativos ao diagnóstico material foram aplicados a servidores responsáveis pelo almoxarifado da instituição de ensino, bem como a responsáveis pela administração do patrimônio. Também foi aplicado a agentes da empresa que presta a assistência técnica aos computadores.

A instituição de ensino oferece, entre outros, os cursos de Técnico em Informática (ensino médio) e Técnico em Manutenção e Suporte em Informática (na modalidade de ensino PROEJA). A estrutura física/técnica da instituição apresentou uma quantidade de cento e vinte computadores em uso no momento da avaliação quantitativa do estudo. A área de informática contou com quatro laboratórios, sendo que cada um esteve composto por aproximadamente vinte computadores e uma lousa digital, com acesso à internet. Dentre estes, dois laboratórios estavam destinados para o curso de informática, um para o curso de matemática e um para os demais cursos.

O diagnóstico material evidenciou que os equipamentos eletrônicos que mais apresentam defeitos são: impressoras, *nobreaks*, fontes de alimentação, placas-mãe, estabilizadores e fonte de roteadores Wi-Fi. Dos cento e vinte computadores utilizados nos diversos setores da instituição, aproximadamente trinta estavam inutilizados no período da realização desta referida pesquisa. Segundo a administração, os materiais eletroeletrônicos com defeitos, em desuso e os que não são mais utilizados são todos encaminhados para o setor de patrimônio, setor este que somente os recebe, deixando todos armazenados em um depósito, por não haver uma política de descarte para estes equipamentos.

Foi verificado que a instituição em si não possui um sistema de gerenciamento de resíduos eletrônicos. O instrumento usado para direcionar as ações do instituto é baseado na Instrução Normativa 205 de 08 de abril de 1988-Secretaria de Administração Pública da Presidência da República – SEDAP, segundo o qual o IFMA pode disponibilizar computadores para outras instituições interessadas, por meio de doação (BRASIL, 1988). O referido dispositivo legal tem como objetivo a racionalização e minimização de custos, do uso de material no âmbito do Sistema de Serviços Gerais - SISG de acordo com a cessão e alienação, que consiste na operação que transfere o direito de propriedade do material mediante venda, permuta ou doação.

Juliatto, Calvo e Cardoso (2011) efetuaram uma pesquisa sobre gestão integrada de resíduos sólidos em instituições de ensino superior, buscando sistematizar procedimentos integrados para auxiliar na gestão dos resíduos pelas instituições produzidas. Os autores indicaram ações como: coleta seletiva, coleta solidária, educação ambiental, fiscalização, informação e pesquisa e extensão como formas de melhorar a gestão das instituições para com os resíduos sólidos gerados por elas.

A partir da detecção de materiais eletrônicos que podem ser gerados no instituto, efetuou-se um levantamento das substâncias e elementos químicos passíveis de poluição ambiental contidos nesses equipamentos em desuso. Como substâncias, merecem atenção os plásticos e metais componentes dos computadores, telefones, impressoras, entre outros equipamentos eletroeletrônicos. Nesses materiais estão contidos os seguintes elementos químicos potencialmente tóxicos: chumbo, mercúrio, arsênio, berílio, bário e cádmio. Uma vez no ambiente, podem causar sérios riscos para a saúde humana, além de afetar a degradação do solo (GERBASE; OLIVEIRA, 2012).

Andrade, Fonseca e Matos (2010) estudando a geração de resíduos eletrônicos em instituições de ensino superior a partir de levantamento de materiais e a gestão destes,

observaram que as ações nas instituições foram incipientes, sendo o reaproveitamento a mais utilizada, por questões econômicas e que a reciclagem é inexistente. Os outros ainda evidenciaram as ações de doação de materiais, o que não garante o destino adequado aos resíduos eletrônicos.

Diagnóstico humano

Este diagnóstico foi efetuado a partir de questionários investigativos aplicados aos corpos docente e discente da instituição. Para os professores objetivou-se averiguar o conhecimento com relação a política de resíduos sólidos, bem como suas ações pedagógicas para abordagem do tema em sala de aula. Para os estudantes do curso de informática buscou-se averiguar o conhecimento básico acerca do tema lixo eletrônico e suas consequências para o meio ambiente.

Com relação aos docentes foram entrevistados seis professores, sendo que 80% responderam que tem conhecimento da política nacional de reciclagem e tratamento de lixo eletrônico, enfocando que ela é de fundamental importância para o gerenciamento deste tipo de material. Os outros 20% relataram que desconhecem o tema e, dessa forma, preocupando a comunidade, pois é um assunto atual e que deve estar contextualizado no meio social que trabalha com muitos equipamentos eletrônicos (Fig.1).

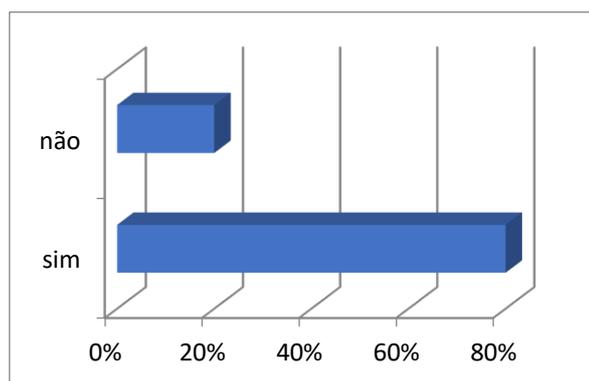


Figura 1 - Conhecimento pelos docentes acerca da política nacional de reciclagem e tratamento de lixo eletrônico.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quando arguidos sobre o conhecimento acerca da existência de alguma política de reciclagem e tratamento de lixo eletrônico nos Projetos Políticos Pedagógicos (PPP) dos cursos ofertados pela instituição de ensino em que trabalham, 80% responderam que a temática é trabalhada em sala de aula, nas disciplinas de química ambiental e gestão de resíduos sólidos, já 20% destes docentes desconhecem que há alguma política de reciclagem e tratamento do lixo presente nos PPP dos cursos oferecidos pela instituição (Fig.2).

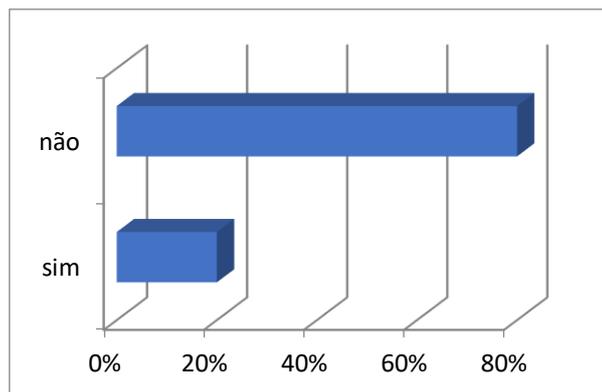


Figura 2 - Conhecimento pelos docentes acerca da política nacional de reciclagem e tratamento de lixo eletrônico no projeto político pedagógico escolar.

Fonte: Elaborada pelos autores.

De acordo com os docentes as informações mais importantes que deveriam ser trabalhadas com os alunos a respeito do tema foram:

- I) A questão da cidadania;
- II) O descarte adequado deste material;
- III) A conscientização acerca dos prejuízos para o meio ambiente e;
- IV) O uso racional dos aparelhos eletrônicos.

O enfoque a cidadania foi evidente, uma vez que se justifica, pois está de acordo com a educação ambiental atual, que prioriza o social como forma de engajamento ambiental, visto que se podem trabalhar vários temas geradores, bem como a conscientização, apresentando os tipos de lixo eletrônicos e seus impactos negativos para o meio ambiente.

Quando questionados acerca da inserção de tópicos relativos à reciclagem e ao tratamento de lixo eletrônico em sala de aula, a maioria dos docentes respondeu que não o fazem, apesar de responderem também que se sentem preparados para inserir o tema em suas atividades docentes, pois estão sempre se capacitando. Os que responderam que sim, descreveram que já trabalharam por meio de trabalhos escritos, atividades, leituras e pesquisas (Fig.3).

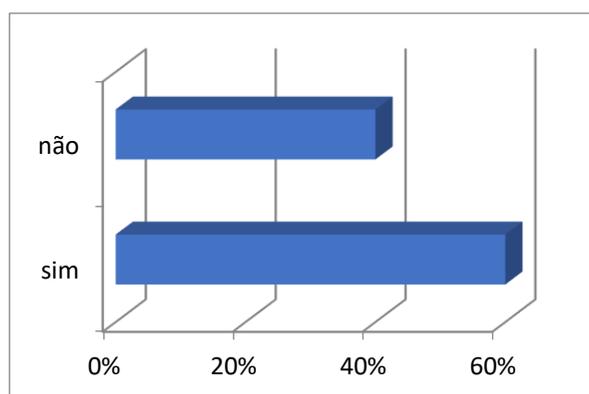


Figura 3 - Docentes que inserem o tema lixo eletrônico em suas atividades docentes.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para a avaliação das respostas dos discentes (34 discentes ao todo), inicialmente pode-se observar que a maioria diz saber o que é lixo eletrônico, descrevendo em seu cognitivo que lixo eletrônico são os materiais descartados resultantes da rápida obsolescência de

equipamentos eletrônicos. Como exemplos citados, os mais recorrentes foram: televisores, computadores e baterias. Os alunos afirmaram em sua maioria, que conhecem impactos causados pela destinação incorreta desse tipo de material (Fig. 4 e 5).

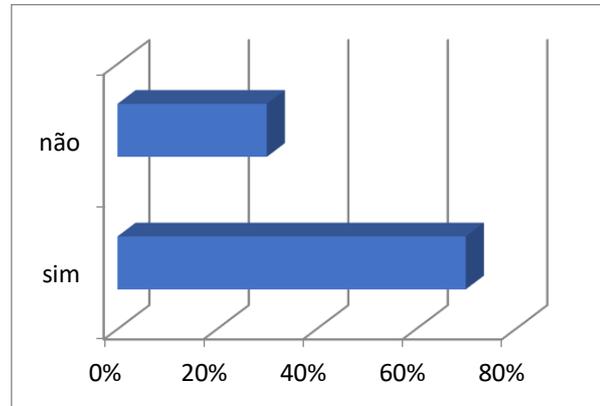


Figura 4 - Discentes que declararam saber o que é lixo eletrônico.

Fonte: Elaborada pelos autores.

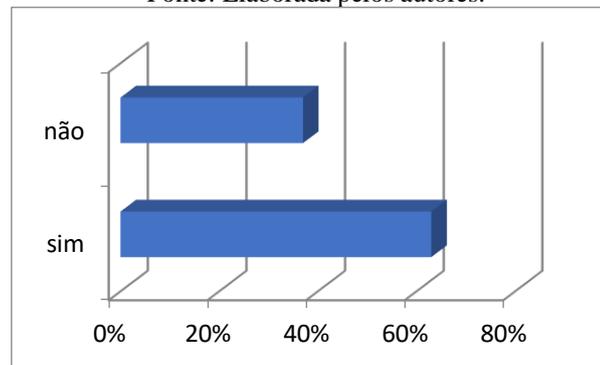


Figura 5 - Discentes que declararam conhecer os danos causados por lixo eletrônico. Fonte:

Fonte: Elaborada pelos autores.

Questionados sobre quem produz lixo eletrônico, a maioria evidenciou os seguintes signos: os consumidores e as indústrias (de fabricação e de comércio), sendo que a maioria dos entrevistados também se considerou produtora de lixo eletrônico por ser usuária dos equipamentos.

Já com relação à melhor forma para diminuir a produção e acúmulo de lixo eletrônico, 70 %, dos entrevistados apontaram a necessidade de um local adequado dentro da instituição para reciclagem e reaproveitamento dele. Ações de conscientização também foram apontadas, tais como: seminários sobre o tema, semanas de conscientização, uso de cartazes, banners e folhetos informativos. 30% dos alunos não apresentaram sugestão a respeito do que pode ser feito para diminuir a produção e acúmulo de lixo eletrônico, pode-se considerar uma porcentagem muito grande quando se trata de alunos que estão em processo de formação para obtenção de um grau em nível técnico.

Dos entrevistados, 88% responderam que não tem conhecimento sobre legislação que trata de destinação do lixo eletrônico e 12% disseram que já ouviram falar sobre a legislação, em disciplinas do curso ou em meios de comunicação. Quando questionados sobre como poderiam contribuir na cidade com o descarte e reciclagem do lixo eletrônico, os alunos apresentaram várias possibilidades, dentre as quais podem-se destacar: segregação do lixo

eletrônico, local específico para descarte, reaproveitamento pelo comércio/setor de serviços e reciclagem.

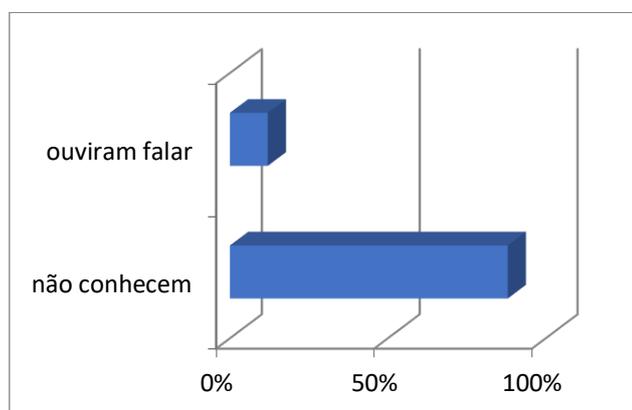


Figura 6 - Discentes que não conhecem/ouviram falar da legislação sobre destino do lixo eletrônico.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Foi arguido ao aluno se ele já havia estudado o tema em alguma disciplina, a maioria (75%) respondeu que não. Foram evidenciadas respostas positivas, 25% respondeu que já haviam estudado o tema na disciplina de geografia e de química.

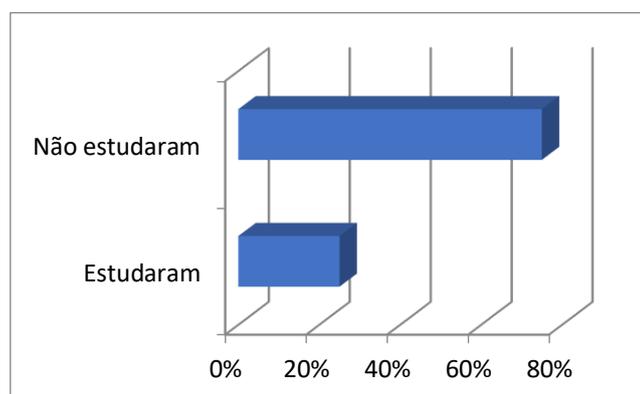


Figura 7. Discentes que estudaram/não estudaram o tema lixo eletrônico. Elaborada pelos autores.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O diagnóstico humano mostrou que o perfil do professor da área de informática do curso de informática do IFMA de Codó é de um profissional que tem conhecimento da legislação sobre resíduos sólidos que pode gerar lixo eletrônico, se sente preparado para trabalhar, levantando o tema cidadania como foco para uma melhor abordagem sobre educação ambiental e tem inserido de forma significativa o tema lixo eletrônico em suas aulas.

Já o perfil do corpo discente está relacionado ao aluno que, apesar de não apresentar o conhecimento sobre a legislação de resíduos sólidos e não ter estudado o tema no currículo escolar, conhece o conceito básico de lixo eletrônico, diz saber as consequências danosas ao meio ambiente do descarte inadequado destes materiais e entende que é corresponsável pela produção deste resíduo e aponta o reuso, a reciclagem e campanhas de conscientização como formas de minimizar o problema. A Tabela 4 apresenta a compilação destes dados.

Barbosa Jr, e Kassardjian (2015) estudando um programa de gestão de resíduos sólidos em escolas públicas, objetivou desenvolver ações educativas envolvendo tanto os discentes

quantos os docentes de escolas, a partir de grupos de trabalho coletivos. Os estudantes se envolveram em diversas ações, merecendo destaque o inventário realizado por eles dos resíduos sólidos escolares, sendo estes resíduos separados e armazenados na própria escola que se colocou como agente de busca de cooperativas para receber esse material. Os professores trabalharam de forma interdisciplinar a partir de atividades didáticas como palestras, semanas de debates e peças teatrais.

Leite et. al. (2014) efetuaram uma pesquisa sobre lixo eletrônico e ensino de ciências na educação de jovens e adultos-EJA. Os autores trabalharam com palestras informativas e aplicação de questionários para os alunos de duas escolas públicas e concluíram que existe a necessidade da discussão sobre o tema para sensibilizar o público escolar da EJA, que entendem que aparelhos eletrônicos são considerados defasados mesmo antes de apresentarem qualquer problema técnico. Os discentes afirmaram que guardam seus aparelhos usados em casa ou destinam ao lixo comum e que desconhecem a legislação sobre o tema.

Tabela 4 - Dados da avaliação do diagnóstico discente sobre o tema Lixo Eletrônico.

1) Você sabe o que é lixo eletrônico?			
Resultados		Signos	Citação
Sim	Não	Materiais recicláveis (2)	“São equipamentos eletroeletrônicos que não utilizamos mais...”
70%	30%	Materiais não utilizados (8)	
		Materiais descartados (3)	
		Materiais com defeitos (3)	
		Evasivo (1)	
2) Conhece os possíveis danos causados pelo lixo eletrônico?			
Sim	Não	Danos à saúde (8)	“Sendo que muitos são feitos de plásticos que demoram se decompor, prejudicando o meio ambiente...”
63%	37%	Poluição do meio ambiente (13)	
		Radiação (7)	
		Evasivo (1)	
3) Quem são os produtores de lixo eletrônico? Você se considera um produtor?			
Sim	Não	Consumidores (12)	“Os consumidores que utilizam materiais eletroeletrônicos....as indústrias que fabricam estes tipos de equipamento...”
46%	26%	Indústria fabricante (7)	
Sem resposta		Comércio (2)	
28%		Evasivo (9)	
4) O que pode ser feito para diminuir o acúmulo e produção de Lixo Eletrônico?			
Sugestões		Reuso (6)	“Disponibilizar um local apropriado para a coleta do lixo eletrônico e trabalhar com campanhas de conscientização...”
70%		Descarte adequado (2)	
		Reciclagem (12)	
		Conscientização (9)	
Sem resposta		Informações sobre o assunto (2)	
30%		Não sabe o que fazer (1)	
		Evasiva (1)	
5) Você já ouviu falar sobre a política de reciclagem e tratamento do Lixo eletrônico?			
Sim	Não	Conteúdo na disciplina (1)	“Em uma disciplina e em meios de comunicação...”
12%	88%		

6) Como contribuir na cidade com o descarte e reciclagem do lixo eletrônico?			
<u>Responderam</u>		Descarte corretos (13) Devolução a um especialista (2) Coleta (1) Reutilizando (1) Protesto (1) Sem repostas (2)	“Fazer a coleta deles e descartar em local não prejudicial ao meio ambiente” “Levando os aparelhos que não me sirvam mais para os estabelecimentos que trabalham com assistência técnica”
56%			
<u>Sem resposta</u>			
44%			
7) Já estudou o tema em alguma disciplina?			
<u>Sim</u>	<u>Não</u>	Já estudei mais não no IF (2) Na disciplina de química (3) Na disciplina de geografia (1) Primeiro contato (1)	“Sim, mais não no IF” “Sim, em sala de aula na disciplina de geografia, e em um seminário da disciplina de química”
23%	75%		
<u>Sem resposta</u>			
2%			

Fonte: Elaborada pelos autores.

Estes dados comentados corroboram com os dados aqui apresentados e indicam que ações específicas devem ser tomadas com relação a informação sobre o tema em ambiente escolar/de formação. Discentes e docentes devem estar alinhados em propostas pedagógicas planejadas para que o ambiente escolar seja propício para desenvolvimento de protagonistas sociais, cidadãos conscientes de ações sustentáveis locais e globais.

Considerações finais

Diante dos estudos realizados sobre o tema apresentado observa-se que no Brasil não existe uma legislação específica que trabalhe o lixo eletrônico, entretanto o tratamento deve obedecer as normas existente para os outros tipos de resíduos sólidos, sendo que todos causam danos ao meio ambiente, logo as leis ambientais orientam quanto a utilização correta dos resíduos, sejam eles quais forem.

A legislação sobre logística reversa pode ajudar a minimizar a distribuição irregular destes resíduos específicos. Através da aplicação dos questionários foi possível avaliar o conhecimento de colaboradores e discentes da instituição de ensino em relação ao lixo eletrônico e sua problemática quanto ao destino adequado. O levantamento realizado baseado em dados quantitativos possibilitou a elaboração e a descrição para analisar as opiniões dos colaboradores e discentes em relação ao conhecimento que têm sobre o tema e as possíveis soluções e alternativas para o problema do lixo eletrônico.

O conhecimento de políticas ambientais pelos docentes é fator positivo, porém, estas políticas não foram relacionadas ao PPP do curso, o que indica maior necessidade de discussão sobre a formação na instituição no que diz respeito ao tema em específico. Essa premissa se fortalece quando o discente diz não ter esse conhecimento sobre legislação ambiental e não estudou o tema em seu currículo e uma vez que a própria instituição gera um número considerado de resíduos eletrônicos, que apresentam uma gestão básica sobre estes.

Conclui-se portanto, que a ausências das legislações em âmbito nacional, estadual e municipal para essa problemática do lixo eletrônico acarreta o acúmulo deste no meio ambiente devido ao consumo desordenado e a forma incorreta como que estes são descartados pelos consumidores, além dos danos causados à saúde humana, portanto, apesar de se ter observado pontos positivos na formação dos discentes com relação ao tema e que os docentes se apresentam incentivados para as ações pedagógicas, ainda é necessária a realização de

atividades de sensibilização por parte dos colaboradores e discente da instituição de ensino na qual a pesquisa foi realizada com relação a temática. Ações e atividades que colocam o discente no protagonismo sempre geram possibilidades além do âmbito escolar, fator primordial em instituições de ensino tecnológico.

Referências

- ANDRADE, R. T. G.; FONSECA, C. S. M.; MATTOS, K. M. C. Geração e destino dos resíduos eletrônicos de informática nas instituições de ensino superior de Natal-RN. **HOLOS**, v. 2, n.1 p.100-112, abr. 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, p. 71. 2004.
- BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**.4ed. Porto Alegre: Bookman, 2011, 844p.
- BARBOSA Jr, W. G.; KASSARDJIAN, P. P. C. Programa de gestão de resíduos em escola pública – POLI USP RECICLA. **XI Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 8, p.166-172, 2015.
- BOSLE, J; MINGHETTI, L. R.; SOMENSI, M. L. Interferências do lixo eletrônico no ambiente e na qualidade de vida: problemas e soluções. **Revista GEPESVIDA**. v. 1. n. 21, p.142-153, jan-jun.2015.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 205**, de 8 de abril de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, 11 abr. 1988. Disponível em: <<http://www.proad.ufscar.br/diap-conteudo/depat/in-205-88>> Acesso em: 12 out. 2016.
- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Diário Oficial da União, Brasília, 03 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: 13 de out. 2015.
- CONAMA. **Resolução nº 257**, de 30 de Julho de 1999, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA; “Dispõe sobre o descarte, coleta, reutilização, reciclagem e tratamento de pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos”; publicada no Diário Oficial da União em 30071/1999; Brasília, DF.
- CORTEZ, A. T. C.; ORTIGOZA, S. A. G. orgs. **Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 146 p.
- DEMAJOROVIC, J.; AUGUSTO, E. E. F.; SOUZA, M. T. S. Logística reversa de REEE em países em desenvolvimento: desafios e perspectivas para o modelo brasileiro. **Ambiente & Sociedade**. v. XIX, n. 2, p. 119-138, abr.-jun. 2016.
- GERBASE, A. E.; OLIVEIRA, C. R. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química. **Química Nova**, v. 35, n. 7, p. 1486-1492, abr.2012.
- GU, Y. et al. Waste electrical and electronic equipment (WEEE) recycling for a sustainable resource supply in the electronics industry in China. **Journal of Cleaner Production** v. 127, p.331-338, jul. 2016.

JULIATTO, D. L.; CALVO, M. J.; CARDOSO, T. E., gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de ensino superior. **Rev. GUAL.**, v. 4, n. 3, p.170-193, set/dez. 2011.

KUNRATH, J. L. **Resíduos Eletroeletrônicos: um diagnóstico da cadeia de processamento.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalurgia e de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.

LEITE, R. S., et. al. Lixo eletrônico e ensino de ciências na EJA. **Rev. Cienc. Exatas Tecnol.**, v. 9, n. 9, p. 3-11, jul. 2014.

LI, J. et al. Regional or global WEEE recycling. Where to go? **Waste Management**, v. 33, n.4 p. 923-934, apr. 2013.

MARANHÃO. **Plano Estadual de Gestão dos Resíduos Sólidos do Maranhão – PEGRS MA.** jun. de 2012. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/MA%20PERS%20Vol%201_2012jul.pdf> Acesso em: 23 dez. 2016.

MIGUEZ, E. C. **Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefício ambiental e financeiros.** Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2010.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n 1, p.111-124, jun. 2008.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D.; CHERRETT, T. J. How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. **Waste Management**, v. 31, n. 4, p.714–730, apr. 2011.

PEREIRA, A., et. al. **Logística reversa e sustentabilidade.** São Paulo: Cengage Learning, 2011.

SANTOS, C. A. F. S. **A gestão dos Resíduos eletrônicos e suas consequências para a sustentabilidade: um estudo de múltiplos casos na região metropolitana de Porto Alegre.** 2012. Dissertação (Mestrado em Administração) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Porto Alegre, 2012.

SANTOS, P. T. A. et al. Lixo e reciclagem como tema motivador no ensino de química. **Eclética Química.**, n. 36, v. 7, p.78-92, jul. 2011.

ZIGLIO, L. **A Convenção de basiléia e o destino dos resíduos industriais no Brasil.** 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.