



## A PROBLEMÁTICA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS E A POSSIBILIDADE DE REVERSÃO PARA GANHOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS

**Adriana Marinez Wermann** - e-mail: [wermarczowski@yahoo.com.br](mailto:wermarczowski@yahoo.com.br)

Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais- PPGEM

Av. Bento Gonçalves, 9500 - Setor 4 - Prédio 74 - Sala 211

Campus do Vale, CEP 91501-970 - Porto Alegre - RS

**Juliana Saccol** - e-mail: [julianasaccol@hotmail.com](mailto:julianasaccol@hotmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais- PPGEM

**Rejane Maria Candiota Tubino** - e-mail: [rejane.tubino@gmail.com](mailto:rejane.tubino@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - LEAmet- Laboratório de Estudos Ambientais para Metalurgia / Centro de Tecnologia

**Resumo:** *O tema, de grande importância mundial, busca contextualizar o cenário atual em relação à geração de resíduos eletroeletrônicos e identificar meios que estão sendo utilizados para reverter a problemática que está diretamente ligada ao avanço tecnológico. Com o avanço da tecnologia, houve um aumento considerável no consumo de equipamentos eletrônicos. Apesar de possibilitar ganho de produtividade e um maior acesso ao entretenimento e comunicação, o efeito negativo dessa evolução é o aumento significativo do lixo eletrônico, o que se deve muito à aceleração da vida útil dos aparelhos tecnológicos que ganham atualizações e novas funcionalidades em espaços de tempo cada vez mais curtos. Vive-se em uma sociedade científico-tecnológica que vem cada vez mais produzindo, como resultado de seu desenvolvimento, resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) e que se não descartados da forma correta podem trazer danos ambientais graves, bem como afetar a saúde humana. O objetivo é verificar a situação mundial do crescente aumento do lixo eletrônico e verificar possibilidades de reversão de ganhos ambientais e econômicos. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos constitui-se de um instrumento em busca da implementação de práticas que evidenciem o equilíbrio entre meio ambiente, desenvolvimento e sociedade. O Brasil é um dos maiores geradores de resíduos eletroeletrônicos das Américas, em 2016 produziu 1,5 milhão de toneladas e, em contrapartida, encontra-se na retaguarda em termos de investimento e desenvolvimento de práticas de reuso, reciclagem e tecnologias de recuperação de REEEs.*

**Palavras-chave:** Eletroeletrônicos, Reciclagem, Resíduos, Logística Reversa, Sustentabilidade

Realização



Correalização



Informações:

[qualidadeambiental.org.br](http://qualidadeambiental.org.br)  
[abes-rs@abes-rs.org.br](mailto:abes-rs@abes-rs.org.br)  
(51) 3212.1375



## THE PROBLEM OF THE ELECTRO-ELECTRONIC RESIDUES GENERATION AND THE POSSIBILITY OF REVERSION FOR ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC WINNINGS

**Abstract:** *The topic of great importance in the world search to contextualize the current scenario in relation to the generation of e-waste and identify modes that are being used to revert the problem that is directly linked to the technological advance. With the advancement of technology, there has been a considerable increase in the consumption of electronic equipment. Although that allows gains productivity and greater access to entertainment and communication, the negative effect of this evolution is the significant increase in electronic waste, which is due to the acceleration of the useful life of technological devices that receive updates and new functionalities in increasingly shorter time frames. It lives in a scientific-technological society that is increasingly producing, because of its development, electrical and electronic equipment waste (WEEE) and in case that not disposed properly can cause serious environmental damage as well as affect human health. The objective is to verify the worldwide situation of the high increase of the e-waste and to verify possibilities of environmental reversion and economic gains. In Brazil, the National Solid Waste Policy constitutes an instrument in search of the implementation of practices that show the balance between environment, development and society. Brazil is one of the largest generators of electrical and electronic waste in the Americas, in 2016 produced 1.5 million tons and, on the other hand, is at the rear in terms of investment and development of reuse, recycling and recovery technologies for WEEE.*

**Keywords:** *Electronics, Recycling, Waste, Logistics Reverse, Sustainability.*

### 1. INTRODUÇÃO

O aumento no consumo de produtos eletroeletrônicos (ABINEE, 2013) nos últimos anos tem ocasionado um rápido crescimento na taxa de geração deste tipo de resíduo (WIDMER et al., 2005). Além disso, os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) têm, cada vez mais, recebido a atenção da sociedade por se tratarem de resíduos que contêm uma grande variedade de materiais e, muitos destes, são potencialmente prejudiciais aos seres humanos e ao meio ambiente. Os REEE têm reflexos sob o ponto de vista social e econômico, pois ao receberem um descarte correto podem agregar valor econômico por serem compostos de metais nobres como ouro, prata, bronze, cobre e paládio, entre outros. Na dimensão ambiental a natureza é resguardada da ação dos produtos tóxicos e químicos existentes nos equipamentos em estudo. Na dimensão social pode ocorrer o reaproveitamento dos equipamentos que estão em condições de uso e na dimensão econômica o valor monetário é recuperado com a reciclagem dos equipamentos inutilizados e ainda possibilita a geração de emprego e renda.

No Brasil, a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em 2010, começa a exercer pressão legal sobre a regulação na geração de resíduos, considerando-se aqui, os REEE. Dentre os principais aspectos abordados pela lei ressaltam-se:

- (1) o compromisso dos fabricantes na análise do ciclo de vida do produto durante todas as fases de produção, consumo e descarte;
- (2) a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, pela minimização do volume de resíduos, bem como pela correta destinação pós-consumo;
- (3) a aplicação da logística reversa.

Dessa forma, mesmo sem estar completamente implementada, a PNRS enfatiza a necessidade de uma mudança radical na postura de toda a cadeia produtiva sobre os processos de geração

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



destino dos resíduos, inclusive os REEE. Quando adotados métodos eficientes de gerenciamento, os impactos podem se transformar em benefícios ligados a estas dimensões.

O Brasil possui um mercado potencial para incorporar procedimentos de reciclagem de eletroeletrônicos, uma vez que é apontado como o maior gerador deste resíduo na América Latina e apresenta a necessidade urgente de desenvolver meios de geração de emprego para um grande número de pessoas, atualmente inativas profissionalmente. Entretanto, são escassas e embrionárias as práticas que abastecem grande parte da cadeia reversa dos REEE.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Resíduos eletroeletrônicos

De acordo com Widmer et al. (2005), REEE é um termo genérico que abrange as diversas formas de equipamentos eletroeletrônicos que tenham deixado de ter qualquer valor para seus proprietários, ou um tipo de resíduo gerado por um aparelho eletroeletrônico quebrado ou de utilização indesejada. A definição para REEE que tem sido mais utilizada no Brasil é a empregada pela legislação europeia (UNIÃO EUROPEIA, 2003) que os define como resíduos de equipamentos que são dependentes de correntes elétricas ou de campos eletromagnéticos para funcionar corretamente, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes e campos e, ainda, aqueles equipamentos projetados para uso com uma tensão nominal não superior a 1000 volts para corrente alternada e 1500 volts para corrente contínua.

Os REEE podem ser caracterizados em: (i) componentes de maior dimensão, como por exemplo, fios e cabos, placas de circuito impresso (PCI), tubos de raios catódicos, baterias, dispositivos de iluminação, plásticos e motores (ou capacitores, compressores e transformadores); (ii) componentes da escala elementar ou química, que descreve o conteúdo químico de metais tóxicos e preciosos ou de outros produtos químicos inorgânicos, como por exemplo, o chumbo, o mercúrio, a prata e o ouro; (iii) sobre os produtos químicos orgânicos, como, por exemplo, os retardantes de chama bromados, que são utilizados na composição dos fios e cabos dos equipamentos eletroeletrônicos (TOWNSEND, 2011).

A literatura internacional sobre REEE dispõe de grande número e diversidade de pesquisas. Os estudos recentes têm direcionado seus esforços principalmente para três grandes áreas: (i) a situação corrente dos REEE e suas cadeias reversas em diferentes locais/países (ONGONDO; WILLIAMS, 2011; GOMES; BARBOSA-POVOA; NOVAIS, 2011); (ii) relacionadas ao fluxo internacional de REEE e, em especial, referentes às práticas informais de reciclagem desses resíduos em países asiáticos e africanos (WANG; REUTER, 2011; ONGONDO; WILLIAMS; CHERRETT, 2011) e; (iii) pesquisas sobre novas técnicas e procedimentos de reciclagem (TUNESI, 2011). Em relação a estes procedimentos e técnicas de reciclagem de REEE destacam-se as recentes pesquisas nacionais de Kasper et al. (2011) e Veitet al. (2008, 2009).

Embora ainda não exista uma vasta literatura nacional dedicada a estas discussões, o tema de REEE torna-se cada vez mais relevante no país. Isto se justifica, principalmente, pelas pressões legais da PNRS e também por uma influência significativa em torno das preocupações sobre a sustentabilidade, devido às características dos materiais (tóxicos, químicos e metais nobres e pesados) presentes neste tipo de resíduo.

### 2.2. Consequências ambientais, sociais e econômicas

A sustentabilidade tem se tornado, cada vez mais, um dos principais desafios das organizações do século XXI, assim como da sociedade como um todo. Um dos grandes desafios é atender de forma equilibrada as três dimensões da Sustentabilidade: Ambiental, Econômica e Social.

No aspecto econômico, a geração de REEE pode ser entendida como um incentivo monetário, uma vez que contém quantidades substanciais de materiais raros e/ou preciosos, tais como

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



ouro, platina, paládio, irídio, neodímio, e outros, em sua composição. Ao utilizar materiais reciclados é possível se ter uma redução nos custos de produção desses componentes e evitar sua extração da natureza, contribuindo para a preservação dos recursos naturais e agregando valor ao resíduo.

As placas dos circuitos de um computador possuem em média 17 tipos diferentes de elementos químicos. A diversidade de metais nos REEEs deve ser considerada um incentivo monetário substancial para as práticas de reciclagem. A tabela 1 demonstra a existência de metais em inúmeras peças de equipamentos eletrônicos.

Tabela 1 – Composição de metais em computadores

Metal	Onde pode ser encontrado
Ouro	Placas de Circuito Impresso, chip de computador (CPU), conectores.
Prata	Placas de Circuito Impresso, chip de computador, membranas de teclado, alguns capacitores.
Platina	Discos rígidos, componentes da placa de circuito.
Palladium	Discos rígidos, componentes da placa de circuito (condensadores).
Cobre	Dissipadores de calor de CPU, fios e cabos, placas de circuito impresso, chips de computador.
Níquel	Componentes da placa de circuito.
Tântalo	Componentes da placa de circuito (alguns capacitores).
Cobalto	Discos rígidos.
Alumínio	Placas de Circuito Impresso, chip de computador, discos rígidos, dissipadores de calor CPU
Estanho	Placas de Circuito Impresso, chips de computador.
Zinco	Placas de circuito impresso
Neodímio	Discos rígidos (ímãs).

Fonte: Adaptado da Chipsetc

Em um estudo de caso realizado no Brasil, a respeito do ciclo de vida do cobre, foi enfatizado que cerca de 28% de todo cobre comercializado seja destinado à cadeia de resíduos eletroeletrônicos. Apesar de ser um metal nobre, este estudo ainda enfatiza que não há no país tecnologia disseminada para o recolhimento e reprocessamento desse cobre (TANIMOTO et al, 2010).

Na esfera ambiental, os principais impactos mencionados na literatura referem-se às emissões potenciais de toxinas das disposições de equipamentos eletrônicos em aterros e os impactos sobre os trabalhadores e as comunidades envolvidas em operações de reciclagem informal nos países em desenvolvimento. A presença de substâncias tóxicas, como chumbo, arsênio e mercúrio, pode ocasionar a contaminação do solo, do ar e da água em função dos processos de extração caseiros destes materiais (WILLIAMS et al., 2008; VARIN; ROINAT, 2008).

Em relação aos impactos sociais, Labuschagne, Brent e Claasen (2005) e Sarkis, Helms e Hervani (2010) mencionam a geração de emprego decorrente das atividades de coleta e reciclagem dos REEE. Para Tong e Wang (2004) a reutilização e a reciclagem de um computador representa uma fonte

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



de emprego nos países em desenvolvimento, principalmente para aqueles trabalhadores que estão à margem do mercado formal de trabalho. Ao reutilizar um computador, por exemplo, ocorre a geração de emprego na indústria de remanufatura, além de atenuar a exclusão digital em comunidades de baixa renda por aumentar a acessibilidade a computadores com preços acessíveis. Outro impacto mencionado na literatura é a doação de REEE para entidades sem fins lucrativos e organizações de ensino (KAHHAT; WILLIAMS, 2009).

De acordo com a Varin e Roinat (2008) os benefícios econômicos dos REEE podem estar relacionados ao mercado de segunda mão, à criação de empresas de reciclagem e de reutilização de equipamentos eletroeletrônicos. Os consumidores que não tem condições de comprar novos equipamentos acabam por movimentar o mercado de segunda mão dos equipamentos eletrônicos.

Esta prática amplia a vida útil dos equipamentos, que muitas vezes ainda possuem condições de uso. Da mesma forma, existem alternativas de negócios para empresas especializadas em reparar, reformar e atualizar computadores pessoais e demais equipamentos eletrônicos relacionados, a fim de promover a reutilização destes produtos e prover o mercado com bons produtos a preços acessíveis.

### 2.3. Processo de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos

Os resíduos eletrônicos também podem ser chamados de e-lixo, alcançam dezenas de milhões de toneladas anuais e, como já citado, apresentam uma diversidade de metais, os quais são considerados nocivos ao meio ambiente e à saúde. No entanto, se entendido o processo de reuso, remanufatura e reciclagem, o risco pode ser transportado para um mercado com grande potencial econômico.

O Brasil não possui alta tecnologia de reciclagem para os REEE, limita-se a 3 etapas:

i) A primeira é a coleta, que é a responsável pela identificação das fontes geradoras, coleta e logística da geração dos resíduos em domicílios ou empresas até as recicladoras. Esta etapa pode ser intermediada com a implantação estratégica de Ecopontos. A inclusão dos catadores de material reciclável ou reutilizável em forma de mutirões e coleta domiciliar pode ajudar significativamente neste processo;

ii) A segunda etapa é o desmonte onde a carcaça, a bateria, o vidro e as placas de circuito são desmontados e separados, sendo dado um destino diferente para cada componente. A carcaça é triturada e separada por material de acordo com a sua densidade que, então, pode ser vendida. Algumas utilizam esse material para geração de energia ou processos que elevam a temperatura do material, derretimento, o que é discutível, devido à formação de dioxinas. Os materiais tóxicos são colocados em tanques preparados para armazenar esse tipo de resíduo e são destinados a empresas especializadas. As baterias são separadas e destinadas a empresas específicas que farão o descarte correto ou a reciclagem. No Brasil ainda não existe processo de reciclagem para a placa de circuito impresso (PCI). Ela é encaminhada para países que possuem tecnologia suficiente para realizar esse tipo de reciclagem, como EUA, Suíça e Bélgica.

iii) Terceira etapa, seguindo o fluxo do processo chega-se na reciclagem propriamente dita, sendo que existem 3 tipos de reciclagem para as placas de circuito: mecânico, químico ou térmico.

#### 2.3.1. Tipos de reciclagem para PCI

Neste item apresentam-se os principais tipos de reciclagem para PCI, conforme Ecycle.

i) Reciclagem mecânica: ocorre a diminuição do tamanho do material, processo também chamado de cominuição, e a fragmentação do objeto, que passa pela fase de britagem e moagem. Em seguida, os resíduos passam por peneiras, classificadores mecânicos e ciclones, que classificam os materiais por granulometria. Por fim, passam por uma separação por densidade magnética; esse processo separa os fragmentos magnéticos (Fe, Ni) dos não magnéticos. Os não-magnéticos passam por uma separação eletrostática, separando condutores de materiais (por exemplo: Pb, Cu, Sn) dos não condutores de corrente elétrica (polímero e cerâmico).

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



ii) Reciclagem química: ocorre o processo de hidrometalurgia, ou seja, é a extração dos metais com o uso da lixiviação, usando água-régia (75% de ácido clorídrico e 25% de ácido nítrico) ou ácido-sulfúrico, obtendo-se frações pesadas (metais) e frações leves (plásticos e cerâmicos).

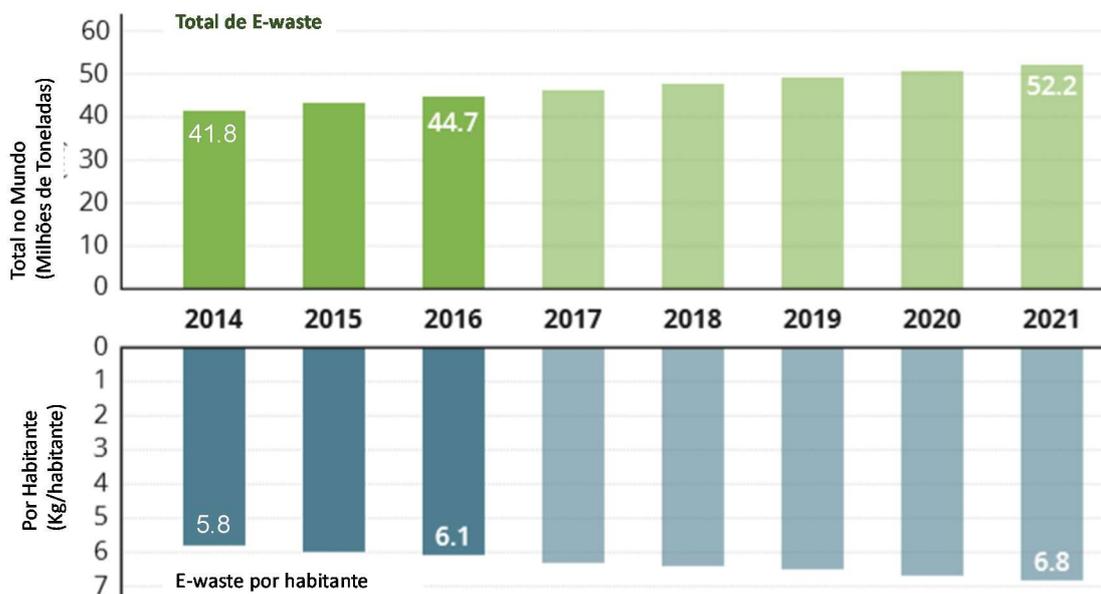
iii) Reciclagem térmica: é o processo de pirometalurgia, que consiste em converter os metais em diferentes estados de pureza ao passarem por altas temperaturas. O processo exige grande energia para incinerar as placas e obter um metal concentrado, que segue para outro processo de separação: a eletrostática.

### 3. CONTEXTO MUNDIAL E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS

As constantes evoluções tecnológicas nos equipamentos eletroeletrônicos e a necessidade do ser humano em consumir estes produtos estão gerando um problema mundial, o e-lixo ou e-waste.

A quantidade de resíduos eletrônicos gerados no mundo em 2016 era de 44,7 milhões de toneladas, aproximadamente 1,7 milhões de toneladas de resíduos são gerados, em países de renda mais alta, e, provavelmente, serão incinerados ou descartados em aterro. Globalmente, apenas 8,9 milhões de toneladas de lixo eletrônico são destinados para coleta e reciclagem, o que corresponde a 20% de todo o lixo eletrônico gerado, segundo relatório da The Global E-waste da United Nations University (UNU) de 2017. Estima-se que em 2021 haja uma produção de 52,2 milhões de toneladas de e-lixo, ou cerca de 6,8 kg por habitante. Conforme pode-se verificar na figura 1, em 2014 a produção era de 41,8 milhões de toneladas, média de 5,8 kg por habitante, sendo percebido um aumento de 5% em dois anos e a estimativa de aumento de 11% até 2021.

Figura 1: Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Mundo.



Fonte: Adaptado do Relatório Global da E-Waste 2017

Em 2016, a Ásia foi a região que gerou a maior quantidade de lixo eletrônico (18,2 milhões de toneladas), seguida pela Europa (12,3 milhões de toneladas), as Américas (11,3 milhões de toneladas), África (2,2 milhões de toneladas) e Oceania (0,7 milhões de toneladas).

Como pode ser visualizado as quantidades de lixo eletrônico continuam crescendo, enquanto muito pouco é reciclado.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



Um dos primeiros países a abordar a gestão dos REEE foi a Alemanha, em 1986, a Áustria, em 1990, a Noruega, Suíça e Holanda em 1998, a Suécia e Japão em 2001. Em 2002, surgiram as primeiras legislações europeias publicadas com foco na reciclagem de resíduos eletroeletrônicos.

A Diretiva Europeia 2012/19/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 4 de julho de 2012 estabelece medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, prevenindo ou reduzindo os impactos adversos decorrentes da geração e gestão dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) diminuindo os impactos gerais da utilização dos recursos e melhorando a eficiência dessa utilização, contribuindo, assim, para o desenvolvimento sustentável.

Os Estados Membros da Comunidade Europeia tiveram até 14 de fevereiro de 2014 para alterar a sua legislação em vigor relacionada aos REEE e harmonizá-la com a nova diretiva (Diretiva Europeia 2012/19/UE) e os novos objetivos estabelecidos.

Alguns pontos importantes foram estabelecidos desde 2016 como os Estados-Membros da União Europeia foram obrigados a garantir que 45% dos equipamentos elétricos e eletrônicos vendidos em cada país sejam recolhidos. Um outro passo importante da diretiva é que, a partir de 2018, o âmbito da diretiva é alargado das atuais categorias a todos os equipamentos elétricos e eletrônicos. A partir de 2019, o desafio será grande para a comunidade europeia, aumentar para 65% dos equipamentos elétricos e eletrônicos vendidos, ou para a medida alternativa de 85% dos REEE gerados. (Diretiva 2012/19/UE). Mas não há dúvida de que a meta será alcançada, tendo em vista que alguns países integrantes da comunidade europeia são referência mundial para o tratamento e reaproveitamento dos resíduos eletroeletrônicos. Alguns Estados-Membros da União Europeia poderão beneficiar-se de derrogas aos novos objetivos durante um período limitado, quando tal se justificar pela falta de infraestruturas necessárias ou por baixos níveis de consumo de equipamentos eletrônicos. A Comissão utilizará as competências que lhe são conferidas na nova diretiva para harmonizar a frequência da apresentação de relatórios dos produtores aos registos nacionais, bem como o modelo para o registro e a apresentação de relatórios. A Comissão procederá à revisão de determinadas alterações acordadas no quadro da nova diretiva, por exemplo no que diz respeito ao seu âmbito, com vista a identificar quaisquer efeitos indesejáveis (Diretiva 2012/19/UE).

Hoje sabe-se que a China, junto com os Estados Unidos, produz cerca de 1/3 do lixo eletrônico de todo o mundo. Alguns passos começam a ser dados para amenizar o descarte incorreto no país chinês que concentra a maior parte da população do mundo.

A província de Guangdong, por exemplo, está se tornando referência para a reciclagem de lixo, gerando negócios milionários. No passado o e-lixo ficava exposto a céu aberto poluindo o ar, o solo e a água e as pessoas ficavam submetidas a contaminação por substâncias tóxicas. Na cidade de Guiyu, 80% dos moradores sobrevivem trabalhando em empresas desmontando aparelhos antigos, como celulares e computadores, para reaproveitamento gerando, assim, uma ocupação e emprego para milhares de pessoas (ONUBr,2016).

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, Pnud, fez uma parceria com a empresa de internet Baidu, famosa por ter o mecanismo de busca mais acessado na China, para o desenvolvimento de aplicativo que facilita o descarte correto dos produtos. São ações simples que geram um grande impacto na natureza que está tão necessitada de cuidados. Apesar desse tipo de iniciativa, ainda há muito a ser feito, tendo em vista que, desde 2017 a China é a maior produtor de lixo eletrônico no mundo. O relatório Global de E-Waste de 2017 revela que a China é a maior geradora de e-waste com 7,2milhoes de toneladas. O segundo colocado é EUA com 6,3milhoes de toneladas, em seguida vem o Japão com 2,1 milhões de toneladas. Em quinto está a Alemanha (1,9 milhões de toneladas) e o Brasil ocupa a sexta posição com 1,5 milhões de toneladas.

No Japão, por exemplo, onde o hábito de devolver o celular velho ou quebrado à loja da operadora é uma prática disseminada entre a população local, as lojas costumam receber vários celulares antigos por dia. Lá, esses telefones são colocados em uma espécie de panela de pressão de grande porte a 500°C. Após 12 horas, transforma-se em um material escuro, que é levado para separação, onde se obtêm os metais como prata, ouro e cobre. Uma mineradora japonesa, por exemplo, conseguiu produzir uma barra de dez quilos de ouro, a partir dos metais encontrados nos celulares. Tudo é reutilizado - os

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



outros metais voltam para o mercado na forma de equipamentos novos e o plástico se transforma em óleo combustível das máquinas.

Nas Américas, em 2016, conforme o Relatório do E-Waste (2017) a geração total de lixo eletrônico foi de 11,3 milhões de toneladas. Apenas 1,9 milhões de toneladas são coletados e reciclados, principalmente vindo da América do Norte. As características de distribuição geográfica e gestão de lixo eletrônico são muito diferentes em todo o continente. As áreas mais ricas (EUA e Canadá) produzem o maior número de lixo eletrônico por habitante: cerca de 20 kg por habitante. EUA e Canadá têm, respectivamente, leis estaduais e provinciais para gerenciar o lixo eletrônico e a maior parte dos dados disponíveis são dos mesmos. O resto do continente é relativamente bem desenvolvido, comparado ao resto do mundo, gera em média 7 kg por habitante. Para a América do Sul, há menos leis em vigor para gerenciar o lixo eletrônico e a maior parte é administrada pelo setor informal e por empresas privadas.

Um outro ponto que também chama atenção é o tráfico de lixo e a falta de fiscalização em nossas fronteiras por exemplo. Em alguns momentos já foram encontradas carcaças de computadores em lixões com identificações, oriundas de outros países. A dificuldade em monitorar o fluxo destes resíduos facilita o negócio. Muitos países, o Brasil inclusive, ainda não têm uma legislação específica para controlar o descarte de eletrônicos, usa-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010, mas mesmo assim tenta-se burlar a lei em alguns casos. Nos últimos anos, o Ibama interceptou cerca de 500 toneladas de resíduos eletrônicos entrando no país ilegalmente por portos e fronteiras, e as cargas foram devolvidas à origem, como em 2013, quando 353 toneladas de resíduos de televisores foram barradas no Porto de Navegantes. (O GLOBO, 2016)

Fora do Brasil, os crimes também se acumulam. O documentário “The e-waste tragedy”, da alemã Cosima Dannoritzer mostra computadores com identificações de instituições britânicas depositados num lixão de Accra, capital de Gana. Procuradas por Cosima, as instituições não souberam dizer como os equipamentos tinham sido levados para a África. O filme também narra um crime famoso: o cargueiro Khian Sea saiu da Pensilvânia, nos EUA, em 1986, levando 14 mil toneladas de cinzas de eletrônicos, e percorreu seis países, que se recusaram a receber o material. Por fim, metade foi depositada no Haiti e outra metade sumiu misteriosamente em alto mar. (DANNORITER, 2014)

Sabe-se que o caminho é longo e que é preciso percorrer por todos os países que ainda necessitam implementar legislações com relação aos REEE, mas são nos pequenos passos que vamos seguir em frente para obter um futuro melhor para a sociedade e meio ambiente, não desperdiçando materiais valiosos.

Na Alemanha está situada uma das mais modernas fábricas de reciclagem de REEE do mundo. Thomas Adamec é um sucateiro alemão por completo. Quando fala de telefones celulares quebrados, computadores e câmeras digitais se enche de entusiasmo, vê matérias-primas valiosas e tem como principal hobby a reciclagem e criou a recicladora de eletrônicos mais moderna do mundo (ADAMEC, 2017). A recicladora de eletrônicos foi inaugurada em 1958 e percorreu uma trajetória de aquisições que, em 2011, já contava com 42 funcionários para operar as várias máquinas e equipamentos de separação e reciclagem de material de uma empresa com sede na cidade de Fürth, instalada em uma área de mais de 10.000 m<sup>2</sup>. Uma das especialidades é poder separar melhor os diferentes tipos de plásticos, e, ainda separar os plásticos do mesmo tipo que contenham ou não retardadores de chama. Antes do processamento, TVs e rádios são preparados com uma proteção contra incêndios com produtos químicos especiais, resolvendo um dos maiores problemas da reciclagem desses equipamentos.

Os sistemas convencionais de segregação só conseguem separar os plásticos em claros e escuros, devendo ser novamente separados em seus tipos. No sistema desenvolvido por Adamec os plásticos são separados automaticamente em diferentes containers de um modo prático, eficiente e legível. No espaço de tempo de 1958 a 2014, o empresário investiu um total de € 10.000.000 dos quais cerca de € 1,5 milhão foram investidos pela Agência Federal do Meio Ambiente da Alemanha como fomento à inovação e tecnologia, mas, também, proteção ao meio ambiente.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



#### 4. CONTEXTO DO BRASIL E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS

O Brasil já está entre os maiores produtores de lixo eletrônico no mundo, totalizando 1,4 milhão de toneladas por ano, ou aproximadamente 7 kg por habitante/ano. De acordo com a ONU, o Brasil é o país no mundo que mais descarta equipamentos ultrapassados na natureza. Apenas 13% do lixo eletrônico produzido no país é tratado corretamente. De acordo com dados no Ministério do Meio Ambiente, 500 milhões de equipamentos permanecem sem uso nas residências. (BOECHAT, 2015)

Hoje o Brasil não tem uma legislação específica para os REEE, mas utiliza a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e estabelece que toda instituição e organização é responsável por separar e descartar corretamente os resíduos que produzem, o que inclui a indústria, o comércio, os municípios e consumidores. Os consumidores devem participar desse processo, separando os resíduos adequadamente e levando para postos de entrega autorizados. A Lei nº 12.305/2010, no seu art. 33, estabelece que é de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, a estruturação e implementação de sistemas de logística reversa. (BRASIL, 2010).

O Brasil ainda não assinou o acordo setorial para regulamentar o processo de logística reversa eficiente, desde a sua coleta, o transporte, até a reciclagem e a destinação correta do resíduo eletroeletrônico, evitando prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana. As negociações deste acordo da logística reversa estão ocorrendo desde 2013, quando foi feito o edital de chamamento para elaboração do acordo e implantação da situação, mas ainda não foi finalizado. Os debates e negociações estão acontecendo e há uma expectativa de que seja assinado em breve.

O Brasil já possui muitas empresas que trabalham no mercado de resíduos eletroeletrônicos, mas o processo de logística reversa se restringe a coleta, desmanche e separação de materiais. As placas de circuito impresso são trituradas e exportadas para países como Canadá, Bélgica e Cingapura que finalizam o refinamento dos materiais e desfrutam dos maiores benefícios econômicos advindos dos materiais preciosos. Existe uma grande concentração de empresas no Sudeste do país que oferecem soluções para a reutilização e reciclagem de aparelhos eletrônicos.

Há muitas oportunidades de negócio na área de reciclagem dos produtos eletroeletrônicos gerando muitas oportunidades e cuidando principalmente do meio ambiente.

Em Porto Alegre, existe a Legislação Municipal nº 11.384/2012 que trata sobre resíduos eletrônicos. Ela estabelece o descarte em local apropriado, recolhimento e destinação, visando a sua reutilização, sua reciclagem ou sua neutralização junto ao meio ambiente. São considerados responsáveis os importadores, os fabricantes, os distribuidores, os comerciantes e os consumidores de produtos pelo descarte correto. O gerenciamento da gestão de REEE é feito pelo DMLU que possui na cidade 11 pontos de coleta fixos espalhados por vários bairros que recebem os resíduos eletrônicos e também há o programa de Coleta Itinerante onde um caminhão estaciona em locais previamente definidos para o recolhimento de computadores, CPUs, monitores, teclados, cabos, estabilizadores e demais acessórios afins e eletrodomésticos obsoletos. O projeto tem parcerias com empresas do ramo e ocorre aos sábados.

Em 2012, na 3ª Feira de Descarte Tecnológico, foram coletadas 35 toneladas de lixo eletrônico. Os porto-alegrenses se desfizeram de equipamentos como computadores, câmeras digitais, baterias e celulares em um esquema de drive-thru no estacionamento da Usina do Gasômetro. Os produtos arrecadados foram encaminhados para reciclagem como parte do programa municipal de conscientização ambiental. (PROCEMPA,2012)

#### 5. CONCLUSÃO

Analisando todos os pontos sabe-se que existem alguns favoráveis e outros nem tanto. O manuseio incorreto traz um grande impacto na saúde dos trabalhadores e nas comunidades envolvidas nos processos de reciclagem informal. Além disso há o impacto ambiental com a contaminação do solo, água e do ar através da emissão de toxinas. Aproveitando-se a oportunidade de implementar um processo

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



de REEE pode-se ter ganhos com a geração de emprego decorrente das atividades de coleta, remanufatura e reciclagem. Contribui-se para a redução da exclusão digital em comunidades de baixa renda decorrente da reutilização de computadores, dando oportunidades da tecnologia chegar a todos. Além disso cria-se um estímulo ao mercado de segunda mão, à criação de empresas de reciclagem e reutilização de equipamentos eletroeletrônicos. Tem-se um ganho enorme no meio ambiente também com a utilização de matérias primas recicláveis que não precisam ser retiradas, extraídos da natureza.

Com esse trabalho pode-se observar que é necessário um grande investimento em termos de recursos, disposição para se construir um mundo mais sustentável para nosso futuro. O mundo precisa destinar corretamente os seus resíduos para que não entre em colapso.

## 6. REFERÊNCIAS

ABINEE, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELETRO E ELETRÔNICA. Panorama Econômico e Desempenho Setorial 2013. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.abinee.org.br>. Acesso em 02 de maio de 2017.

ADAMEC, Adamec Recycling GmbH, Disponível, em <http://www.adamec.de>. Acesso em 02 de maio de 2017.

BOECHAT, L., GERENCIAMENTO DE LIXO ELETRÔNICO NO BRASIL, [HTTPS://TECHINBRAZIL.COM.BR/GERENCIAMENTO-DE-LIXO-ELETRONICO-NO-BRASIL](https://TECHINBRAZIL.COM.BR/GERENCIAMENTO-DE-LIXO-ELETRONICO-NO-BRASIL), 2015. ACESSO EM 02 DE MAIO DE 2017.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 02 de Agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm). Acesso em 02 de maio de 2017. Acesso em 02 de maio de 2017.

CHIPSETC, Disponível em: (<http://www.oficina70.com/2016/04/metais-valiosos-utilizados-no-interior.html>), Acesso em: 02 de maio de 2017.

DANNORITER, COSIMA, The E-Waste Tragedy, Documentary The illegal recycling of electronics is a downright toxic business, as nearly three-quarters of the waste keep mysteriously disappearing from the recycling system., 2014.

ECYCLE, Entenda os processos por trás da reciclagem de equipamentos eletrônicos. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/44-guia-da-reciclagem/1823-entenda-os-processos-por-tras-da-reciclagem-de-equipamentos-eletronicos.html>. Acesso em 08 de maio de 2017.

GOMES, M. I.; BARBOSA-POVOA, A. P.; NOVAIS, A. Q. Modeling a recovery network for WEEE: a case study in Portugal. Waste Management, Elmsford, v. 31, n. 7, p. 1645-1660, 2011.

KAHHAT, R.; WILLIAMS, E. Product or waste? importation and end-of-life processing of computers in Peru. Environmental Science & Technology, Iowa, v. 43, n. 15, p. 6010-6016, 2009.

KASPER, A. C.; G. B. T.; FREITAS, B. D.; TENÓRIO, J. A. S.; BERNARDES, A. M.; VEIT H. M. Printed wiring boards for mobile phones: Characterization and recycling of copper. Waste Management. Elmsford v.31 n12 p.2536-2545, 2011

LABUSCHAGNE C.; BRENT A. C.; CLAASEN S. J. Environmental and social impact considerations for sustainable project life cycle management in the process industry. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, Malden, v. 12, p. 38-54, 2005.

O GLOBO, Rota do tráfico de resíduos eletrônicos se amplia no mundo e inclui o Brasil, 2016., <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/rota-do-traffic-de-residuos-eletronicos-se-amplia-no-mundo-inclui-brasil-17279076#ixzz5Es6MJSwH> . Acesso em 05 de maio de 2017.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D. Mobile phone collection, reuse and recycling in the UK. Waste Management, Elmsford, v. 31, n. 6, p. 1307-1315, 2011.

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, Elmsford, v. 31, n. 4, p. 714-730, 2011.

Realização



Correalização



Informações:

[qualidadeambiental.org.br](http://qualidadeambiental.org.br)  
[abes-rs@abes-rs.org.br](mailto:abes-rs@abes-rs.org.br)  
(51) 3212.1375



ONUBr, Nações Unidas do Brasil, <https://nacoesunidas.org/china-enfrenta-montanha-digital-de-lixo-eletronico-video/>, 2016. Acesso em 02 de Maio de 2017.

PORTO ALEGRE, RS, Lei Municipal Nº 11.384 de 2012. Destinação do Lixo Eletrônico, Disponível em:

<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000033171.DOCN.&l=20&u=%2Fnethtml%2Fsirel%2Fsimples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT>, acesso em 02 de Maio de 2017.

PROCEMPA, Feira de Descarte Tecnológico aberta até às 18h no Gasômetro, <http://www.procempa.com.br/> 2012 Acesso em 02 de maio de 2017.

SANTOS, Carlos Alberto; do Nascimento, Luis Felipe Machado; Neutzling, Daiane Mülling - A Gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) e as Consequências para a Sustentabilidade: As Práticas de Descarte dos Usuários Organizacionais, Revista Capital Científico – Eletrônica (RCCe) – ISSN 2177-4153 – Vol. 12 n.1 – Janeiro/Março 2014.

SARKIS, J.; HELMS, M. M.; HERVANI, A. A. Reverse Logistics and Social Sustainability Corporate Social Responsibility and Environmental Management, Malden, v.17, p. 337–354, 2010.

TANIMOTO, A.H., DURANY, X.G., VILLALBA, G. E PIRES, A.C. Material flow accounting of the copper cycle in Brazil. Resources, Conservation and Recycling, In Press, Corrected Proof, 2010

THE GLOBAL E-WASTE Monitor 2017, United Nations University (UNU), Authored by Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P., 2017

TONG, X.; WANG, J. Transnational Flows of E-Waste and Spatial Patterns of Recycling in China. Eurasian Geography and Economics. New York, v. 45, n. 8, p. 608–621, 2004.

TOWNSEND, T. G. Environmental issues and management strategies for waste electronic and electrical equipment. Journal of the Air and Waste Manag. Assoc. Pittsburgh, v. 61, n. 6, p. 587-610, 2011.

TUNESI, S. LCA of Local Strategies For Energy Recovery From Waste in England, Applied to a Large Municipal Flow. Waste Management, Elmsford, v. 31, n. 3, p. 561-57, 2011.

UNIÃO EUROPEIA (UE). Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de janeiro de 2003. Jornal Oficial da União Europeia, 13 fev. 2003

UNIÃO EUROPEIA (UE). Diretiva 2012/19/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 4 de julho de 2012 relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE)

UNU-IAS – Institute for the Advanced Study of Sustainability ; E-waste em América Latina; United Nations University; 2015.

VARIN, B.; ROINAT, P. E. Unesco. The Entrepreneur's guide to computer recycling, v. 1: Basics for starting up a computer recycling business in emerging markets - UNESCO-sponsored programmes and publications, Paris, 2008. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/resources/publications-and-communication-materials/publications/full-list/the-entrepreneursguide-to-computer-recycling-v-1-basics-for-starting-up-a-computer-recycling-business-in-emergingmarkets>> Acesso em: 05 de Maio de 2017.

VEIT, H. M.; BERNARDES, A.M; KASPER, A. C.; ANDRADE, P.A ; COSTA, R.C. Caracterização de sucatas eletrônicas provenientes de baterias de íons de lítio, telefones celulares e monitores de tubos de raios catódicos. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, São Paulo v.12 p.14-22, 2009

VEIT, Hugo Marcelo et al. Utilização de processos mecânicos e eletroquímicos para reciclagem de cobre de sucatas eletrônicas. Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, v.61, n 2 jun.2008

WANG MY, REUTER MA., Informal electronic waste recycling: a sector review with special focus on China, 2011

WIDMER, R.; OSWALD-KRAPF, H.; SINHA-KHETRIWAL, D.; SCHNELLMAN, M.; BÖNI, H. Global perspectives on e-waste. Environ. Impact Assess.Review, Elmsford, v. 25, p. 436-458, 2005.

WILLIAMS, E.; KAHNAT, R.; ALLENBY, B.; KAVAZANJIAN, E.; KIM, J.; XU, M. Environmental, Social, and Economic Implications of Global Reuse and Recycling of Personal Computers. Environmental Science & Technology, Iowa, v. 42. n. 17, p. 6446-6454, 2008.

Realização

 ABES-RS



Correalização



Informações:

[qualidadeambiental.org.br](http://qualidadeambiental.org.br)  
[abes-rs@abes-rs.org.br](mailto:abes-rs@abes-rs.org.br)  
(51) 3212.1375