



O LIXO ELETRÔNICO (*E-WASTE*) NA MINERAÇÃO URBANA: DESIGN SUSTENTÁVEL, UMA RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA

Fernanda Nicolle Pinheiro Nicolai
REDEMAT - Rede Temática em Engenharia de Materiais
nicollenicolai@gmail.com

Sebastiana Luiza Bragança Lana
Universidade do Estado de Minas Gerais / REDEMAT
sebastiana.lana@gmail.com

Maria Cecília Loschiavo dos Santos
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo
closchia@usp.br

Resumo: O lixo eletrônico (*e-waste*) é atualmente o resíduo sólido que mais cresce no Brasil devido as suas características únicas como obsolescência programada, alta tecnologia e exponencial consumo no mercado. Trata-se de um resíduo que contém mais de 100 substâncias tóxicas a saúde humana e ao meio ambiente. Em contrapartida, contem metais preciosos economicamente valiosos como o ouro, sendo tratado neste artigo como matéria-prima de alto valor agregado, atribuindo um grande campo para a mineração urbana. Estes fatores, dentre outros, motivaram governos mundiais a tomarem medidas de Políticas Públicas em inúmeros países no mundo, sendo que em muitos deles há a proibição de sua exportação. No Brasil, desde 2014, entrou em vigor a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) mediante a Lei número 12.305/10 regulamentada pelo decreto 7.404/10 na qual o *e-waste* se adéqua parcialmente ao seu artigo 13 referente aos resíduos sólidos industriais, onde as empresas produtoras de aparelhos eletroeletrônicos, juntamente com o consumidor, Associações de Catadores e o governo deverão ser responsáveis pelo ciclo de vida deste, em responsabilidade compartilhada. Entretanto, há ainda a necessidade de ser incluída uma regulamentação específica quanto à sua especificação, produção, reuso e descarte. A recuperação do material do *e-waste*, também chamado de Logística Reversa (LR), se faz uma medida de suma importância ambiental e comercial, atribuindo apenas benefícios a todos os atores envolvidos, incluindo a inserção e a aplicação do design sustentável. Sabe-se porém, que a maior parte do *e-waste*, é exportado no Brasil, especialmente os que contêm ouro visível. Este artigo visa pontuar o atual mercado formal e informal de *e-waste* no Estado de Minas Gerais, através de visitas realizadas, encorajando pesquisas relacionadas e uma possível conscientização de empresários e do governo brasileiro em relação às muitas matérias-primas de alto valor econômico e à necessidade quanto à

inclusão da logística do design sustentável, e, desta maneira, provocar futuras ações aplicáveis a este importante assunto em contexto.

Palavras-chave: lixo eletrônico (e-waste), mineração urbana, Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Logística Reversa (LR), design sustentável

Abstract: *Electronic waste (e-waste) is today the fastest growing solid waste in Brazil, due to its unique characteristics like planned obsolescence, high technology and a fast growing consumer market. E-waste can contain over 100 highly toxic and potentially hazardous substances to human health and to the environment. However, it can contain precious metals such as gold, which are economically valuable, opening a great possibility of urban mining. These factors, amongst others, motivated the world governments to take political action in a vast number of countries around the world. In many of these countries, the export of e-waste is not permitted. In Brazil, from 2014, the “Política Nacional de Resíduos Sólidos” (PNRS) or Solid Waste National Policy, takes effect with the creation of law number 12.305/10 regulated by decree 7.404/10 in which e-waste partially fits Article 13, referring to industrial solid waste where all companies producing electronics in general will be responsible for their products’ life cycle. However, it is still necessary to include a specific regulation about its specification, production, reuse and disposal. The recovery materials from e-waste, also called Reverse Logistics (RL), which includes the insertion and application of sustainable Design, is an environmental and commercial measure of great importance that can only bring benefits to all involved. It is known, however, that the biggest part of the solid waste in Brazil is exported, especially the ones containing visible gold. The aim of this research is to verify the informal and formal e-waste’s markets of Minas Gerais State, Brazil through related visits, encouraging future researches. As well, a possible consideration of entrepreneurs and the Brazilian government in regard of the sustainable design insertion to recover so many raw materials with high economic value involved, inspiring proper future actions applicable to this relevant subject in context.*

Keywords: *E-waste, urban mining, Brazilian National Solid Waste’s Policy (PNRS), Reverse Logistic (RL), sustainable design*

1. INTRODUÇÃO

O homem sempre utilizou os recursos naturais abundantes do planeta, que são limitados, gerando resíduos com pouca ou mesmo nenhuma preocupação ao longo da sua existência. A partir do século XVIII, com o advento da Era Industrial, objetivando o crescimento econômico em curto prazo, mediante a utilização de novos processos produtivos e a exploração extensiva de matérias-primas e de energia, gerou impressionante riqueza econômica, mas também grandes problemas ambientais e sociais, dentre eles o descarte do lixo sólido urbano. Sabe-se que atualmente é difícil

no mundo moderno não usufruir de confortos materiais já alcançados, que estão diretamente ligados à energia e às matérias-primas necessárias para a vida humana. Entretanto, a preocupação com a preservação do meio ambiente é crescente (Casagrande et al., 2008). É bem verdade que a utilização de recursos naturais, quando observada, é regulamentada desde 1933.

O lixo eletrônico (*e-waste*) compõe-se de resíduos gerados pelo uso de dispositivos eletrônicos como computadores, celulares, impressoras, dentre outros, que após o fim do seu ciclo de vida devem ser destinados à recuperação ou à reciclagem (Cui & Zhang, 2008, Cui et al., 2008). É um dos resíduos sólidos que mais cresce atualmente no Brasil, devido à sua alta taxa de obsolescência programada, alta tecnologia e crescente penetração no mercado dos países em desenvolvimento, gerando atualmente grande quantidade de resíduo eletrônico, o que justifica uma reflexão sobre a aplicação da mineração urbana ao invés da mineração tradicional, na recuperação destes resíduos. Sabe-se que a mesma quantidade de ouro encontrada em 60 toneladas de minério, é também encontrada em 5 toneladas de *e-waste*, sendo que 1 tonelada de placas-mãe de computadores possui 250g de ouro (Cui & Zhang, 2008). Desta maneira, é importante observar que o *e-waste* não foi considerado como lixo neste artigo, mas sim como matéria-prima finita de alto valor agregado.

De acordo com o Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos do Estado de Minas Gerais (FEAM), segundo o terceiro Seminário Internacional sobre Resíduos Eletroeletrônicos, realizado no dia 22 de fevereiro de 2011, em Belo Horizonte, a cada segundo um computador é vendido nos países em desenvolvimento. O crescimento do *e-waste* tem impactos ambientais e econômicos significativos mundialmente. Cinco por cento de todo o resíduo gerado no mundo hoje é sucata eletrônica. O Brasil gerou cerca de 98 mil toneladas de *e-waste* em 2012, somente perdendo para a China. A reciclagem de todo *e-waste* renderia cerca de 1 bilhão de reais por ano para o Brasil. Mas apenas 15% dos computadores são reciclados. Somente o Estado de Minas Gerais gerou em torno de 60.000 toneladas no ano de 2009, com base nos dados do IBGE em uma estimativa subestimada, desde que se contou 1 computador por residência. De acordo com a Microsoft, hoje há mais de 40 milhões de computadores instalados no Brasil e a cada ano chegam mais 10 milhões, sendo 2 milhões descartados anualmente. De acordo com dados da ONU, em 2012, 320 toneladas de ouro foram empregadas por ano na produção de celulares e equipamentos de informática no mundo (FEAM, CMRR, SERVAS e Microsoft Brasil, convidado: Instituto de Tecnologia Suíço - EMPA, 2009).

A composição do *e-waste* é muito diversificada e difere em produtos de diferentes categorias. Amplamente, consiste em metais ferrosos e não ferrosos, polímeros, vidro, cerâmicos e etc., sendo o ferro e o aço 50% do rejeito, seguido por 21% de plásticos, 13% de metais não ferrosos, dentre outros constituintes. Metais não ferrosos consistem em metais como o cobre, alumínio e metais nobres-preciosos, de alto valor, como o ouro, prata, estanho, platina, paládio, dentre outros, que são elementos muito importantes economicamente (Cui & Zhang, 2008; Cui et al., 2008). Além disso, o *e-waste* contém mais de 100 substâncias diferentes, das quais inúmeras são tóxicas e cancerígenas, como os metais pesados, halogênicos perigosos para o meio ambiente e para a saúde humana, caso não sejam tratados e reciclados com segurança ou de maneira ambientalmente correta. A presença de elementos como o chumbo, o mercúrio, o arsênio, o cádmio, o selênio, o cromo e retardantes de chamas,

além da quantidade limite, classifica o *e-waste* como rejeito perigoso, mesmo que outras novas substâncias tenham sido extensivamente pesquisadas para repor estes elementos perigosos. As misturas dos elementos que compõem o *e-waste* são bastante complexas. A cada ano mais e mais elementos e materiais são utilizados, necessitando de pesquisas também complexas neste assunto (Cui & Zhang, 2008; Cui et al., 2008).

Questões ambientais e comerciais associadas aos altos níveis de resíduos locais e internacionais fizeram com que muitos países apresentassem intervenções constitucionais quanto à reciclagem e a não exportação do seu *e-waste* (Azevedo & Teixeira, 2008). Portanto, de um ponto de vista é necessário descontaminar, de outro é necessário recuperar os elementos preciosos envolvidos neste sistema. Por isso, a mineração urbana quando considerada seriamente, poderá ser utilizada na recuperação destes elementos valiosos. A conjugação da pressão para o aumento da rigidez da legislação, somada ao aumento da eco-eficiência na direção de uma produção com menor consumo de energia, menor desgaste ambiental e descarte nos afluentes, é do interesse tanto dos países desenvolvidos quanto dos países em desenvolvimento. Os custos sociais, ambientais e mesmo os econômicos, embora não o pareçam numa primeira etapa, tendem a tornar o processo de produção de produtos cada vez mais competitivo, num mercado extremamente exigente (Antunes, 2011).

Este artigo buscou pontuar a situação do *e-waste* no Brasil observando a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a relação desta com o *e-waste*; focando especificamente o Estado de Minas Gerais, através de visitas realizadas a inúmeros estabelecimentos formais e informais que trabalham diretamente ou indiretamente com *e-waste* como empresas, lojas de informática, ferro velhos, Associações de Catadores como a ASMARE (<http://asmare.org/>), Órgãos Governamentais e etc. Procurou-se enfatizar a grande variedade e importância de tantos materiais de alto valor agregado contidos nestes resíduos e a necessidade da inclusão do design sustentável para a sua recuperação, objetivando incentivar pesquisas futuras e uma possível conscientização de empresas relacionadas e do governo brasileiro provocando reflexões quanto às ações futuras apropriadas e adequadas aplicáveis a este importante assunto em contexto.

2. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS) E A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA

A aprovação da Lei número 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), após longos vinte e um anos de discussão no Congresso Nacional, marcou o início de uma articulação institucional envolvendo os três entes Federados: União, Estados e Municípios, bem como o setor produtivo e a sociedade civil na busca de soluções em responsabilidade compartilhada, para os graves problemas causados pelos resíduos sólidos que vêm comprometendo a qualidade de vida de todo o planeta, como observa Vieira, I. M., 2011. A PNRS integra a Política Nacional de Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, a Política Nacional de Recursos Hídricos, de Saúde, a Lei Federal de Saneamento Básico e a Lei de Consórcios Públicos. De igual modo está inter-relacionada com as Políticas Urbana, Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, bem como as que promovem a inclusão social (Figura 1).

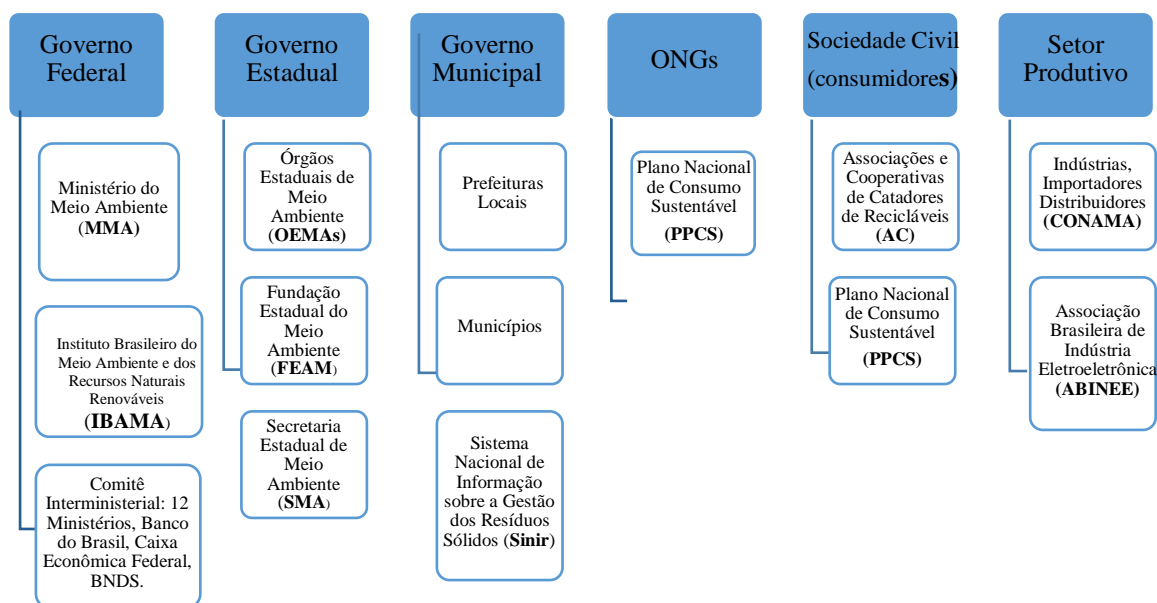


Figura 1 – Quadro dos atores envolvidos nas Políticas Públicas de Resíduos Sólidos (PNRS). Constituição Federal - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); Lei Número 12.305/10; Decreto Regulamentador número 7.404/10.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.

A disseminação dos conceitos de planejamento para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil coincide com a criação e efetivação, ao final da década de 1990, do Fórum Nacional Lixo & Cidadania. Desde então os Planos de Gestão ou de Gerenciamento de Resíduos Sólidos passaram a ser não somente uma exigência prévia para permitir o acesso a recursos federais, mas se tornaram também foco de diversos programas de capacitação voltados para os municípios, ONGs e organizações de catadores (Schmidt, 2005).

É necessário destacar que os catadores deram uma contribuição importante como agentes de proteção ambiental que prestam um serviço público relevante ao Brasil, ao limparem as nossas cidades. Desempenham um papel importante na luta pela aprovação da PNRS. Porém, apesar dessa contribuição, sua prestação de um serviço público e sua contribuição à vida social e econômica da cidade através da reutilização e eliminação de resíduo não são plenamente reconhecidas (Loschiavo, M. C., 2014).

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) é o órgão responsável na esfera Federal, pelo Programa de Resíduos Sólidos, inserido no Plano Pluri anual (PPA 2012-2015), cujos objetivos gerais são: promover a implementação da PNRS e ampliar o acesso aos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos de forma ambiental adequada. Observa-se ainda que a PNRS estabelece uma distinção entre resíduo que é aquilo que tem valor econômico e que pode ser reciclado ou reaproveitado e rejeito sendo qualquer material considerado inútil depois de esgotadas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis.

De acordo com a Constituição Federal Brasileira, os municípios são os responsáveis pelo gerenciamento/gestão do ciclo integral de resíduos sólidos domiciliares aos públicos: coleta, tratamento e disposição final. No caso da ausência

de uma fiscalização municipal, cabe aos órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs) fiscalizarem os municípios a respeito desse gerenciamento dos resíduos sólidos uma vez que são os responsáveis pelo processo de licenciamento ambiental das áreas de disposição final dos mesmos. Há muitos problemas que dificultam a tarefa de planejamento e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos como a sua produção contínua, mudanças de composição dos resíduos, evolução demográfica da população, mudanças de costume de consumo, e outros (Schmidt, 2005). Portanto, devido a inúmeros fatores, há a necessidade em ser criado um marco regulamentador consistente no nível Federal. De acordo com a nova PNRS, União, estados, municípios e Distrito Federal devem organizar e manter conjuntamente o Sistema Nacional de Informação sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir) que estará articulado com o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima) e o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa).

As empresas que geram resíduos sólidos com características diferentes dos resíduos domésticos são submetidas a um protocolo de gerenciamento de resíduos, cujo conteúdo mínimo englobará ações preventivas e corretivas em caso de acidentes, metas de redução, reutilização e reciclagem, ações para a responsabilidade compartilhada de acordo com o ciclo de vida do produto, revisões de acordo com a licença ambiental de operação do empreendimento dentre outras. Na Lei prevista há a elaboração de inventários e criação do sistema declaratório anual dos resíduos gerados, diagnóstico e base das políticas públicas a realidade de cada município, região ou estado.

Os consumidores também terão que dispor os demais tipos de resíduos de uso doméstico, a exemplo computadores, celulares, baterias, entre outros, nos Locais de Entrega Voluntárias de Resíduos Recicláveis (LEVs) ou Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), instalados pelos responsáveis, para acumulação temporária de resíduos com vistas à realização da Logística Reversa (LR). Há várias vantagens quanto à gestão compartilhada que possibilita aos municípios reduzir custos, pois passam a gerir os resíduos em conjunto.

2.1. O Design Sustentável e a Logística Reversa (LR)

Observa-se que o ciclo de vida de um produto corresponde ao processo desde o planejamento até o desenvolvimento do produto, incluindo a obtenção da matéria prima até o seu descarte. Neste processo é importante reduzir as matérias-primas na fonte, recuperar e reutilizar os resíduos sempre que possível, utilizar matérias-primas renováveis e optar por produtos com maior durabilidade, e que reconhecidamente são originados em parte ou todo da reciclagem.

Apresentado como um dos instrumentos da PNRS, a Logística Reversa (LR), é definida no Artigo terceiro, inciso XII da PNRS como: “o instrumento de econômico social caracteriza pelo conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos ou outra destinação final ambientalmente adequada.” Para a implementação da LR é necessário o acordo setorial, que representa: ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. Nesse sentido, sem este acordo prévio e o conhecimento da realidade local, regional ou

nacional, o planejamento de metas e ações poderá ser inadequado e, assim, os benefícios da gestão de resíduos sólidos não serão eficientes e/ou eficazes e os prejuízos ambientais e socioeconômicos continuarão a representar um ônus a sociedade e ao meio ambiente.

Como no Brasil não há uma regulamentação específica relativa à produção de equipamentos eletrônicos, também não há leis específicas ou guias que regulamentem o descarte e a exportação do *e-waste*. Com o advento de lei específica um grande problema quanto à aplicação dos processos efetivos de reciclagem na recuperação de *e-waste* comercialmente valioso poderia ser solucionado. Isso traria segurança para as indústrias brasileiras de eletroeletrônicos que se localizam principalmente em Manaus, o maior polo industrial do país, onde são produzidos mais de 70% dos produtos eletroeletrônicos

(<www.abc.gov.br>, <http://ewastezguide.info/files/Rocha_2009_pt.pdf>, <www.mma.gov.br>, <<http://www.abinee.org.br/>>).

Projetos de recuperação de elementos de elevado valor agregado, constituintes do *e-waste*, começam a ser de interesse da área de design, especificamente quando se considera os conhecimentos desta área aplicados à sustentabilidade, a eco-eficiência dos processos envolvidos na Logística Reversa. A elevada pureza química dos mesmos necessária ao bom desempenho nas suas diversas aplicações eletroeletrônicas, justificam, como anteriormente descrito, a aplicação do conceito de mineração urbana na recuperação dos mesmos.

Antigos conflitos entre o crescimento econômico e a preservação ambiental vêm sendo atenuados e flexibilizados na medida em que as empresas passam a perceber que podem gerar mais lucros e se tornarem mais competitivas ao incluírem preocupações ambientais em suas estratégias empresariais (Azevedo & Teixeira, 2008). A inclusão do eco-design pelas indústrias produtoras dos dispositivos eletrônicos, desde a concepção de eletrônicos, até a reciclagem do *e-waste* é de grande importância em todo o sistema logístico, envolvendo: (1) a escolha de materiais (matérias-primas) adequados, avaliando as consequências do impacto causado na saúde humana e na qualidade ambiental, já prevendo a reciclagem ou o reingresso destes no ciclo produtivo sob-responsabilidade do fabricante, (2) a aplicação de logística, a qual envolve a geração de produtos mais fáceis de serem desmontados propiciando a sua reutilização ou recuperação da matéria-prima, em um intenso desenvolvimento de novos produtos, a fim de assegurar uma recuperação sustentável, atendendo no mínimo às legislações aplicáveis. A tecnologia verde é uma das maiores tendências tecnológicas das próximas décadas (Casagrande et al., 2008), sendo agora a era da ação interdisciplinar.

Para entendimento do fluxo geral destes resíduos, ou seja, como atua este mercado quanto ao recebimento, venda e compra do *e-waste*, inúmeros estabelecimentos formais e informais que trabalham diretamente ou indiretamente com o *e-waste* foram visitados. São empresas como lojas de informática, ferros velhos, Associações de Catadores, Órgãos Governamentais. Como exemplo de empresas formais visitadas que trabalham diretamente com o *e-waste*, observa-se a empresa E-mile (Figura 2), BHRecicla, Lorene, Reciclagem LC, RECITEC – Reciclagem Técnica do Brasil LTDA e Eco Market Inovações e Meio Ambientes. Algumas lojas de informática que trabalham indiretamente com o *e-waste* são a MAJ Informática, FleshCell, Garra - Soluções em Informática, CMR, Repair Systems - Informática e Eletrônica, S'PASSOS

Informática, Manutenção de NOTEBOOK & NETBOOK, Varejão da Informática, Equipamentos e Serviços de Informática Consertel e ATRAIA Informática. Alguns ferros velhos como o Ferro Velho Jorge Baiano (Figura 3), SK-8 Ferro Velho, Ferro Velho Medeiros, RECICLO Ferro Velho, Ferro Velho Luiz do Coco (Figura 4). Outras empresas visitadas que trabalham esporadicamente com o *e-waste* são: a empresa Metais Souza e a SMF Cabos Elétricos (Figura 5), além de Associações de Catadores como a ASMARE (Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Materiais Reaproveitáveis) (Figura 6) e a Coopersoli (Cooperativa Solitária de Trabalhadores e Grupos Produtivos de Venda Nova).



Figura 2 – Galpão da empresa formal de *e-wast*, E-mile, localizada na cidade de Betim, Minas Gerais, Brasil.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.





Figura 3 – E-waste do Ferro Velho Jorge Baiano em Belo Horizonte.
Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.



Figura 4 – Ferreiro Velho Luiz do Coco: recebimento, compra e venda de e-waste em um mercado informal localizado no bairro Horto na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.

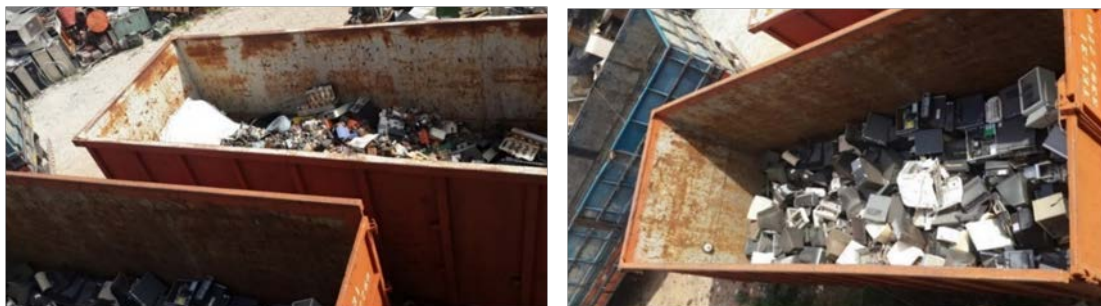


Figura 5 – Caçambas de e-waste da Empresa SMF Cabos Elétricos, Contagem (grande BH), Minas Gerais, Brasil.
Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.

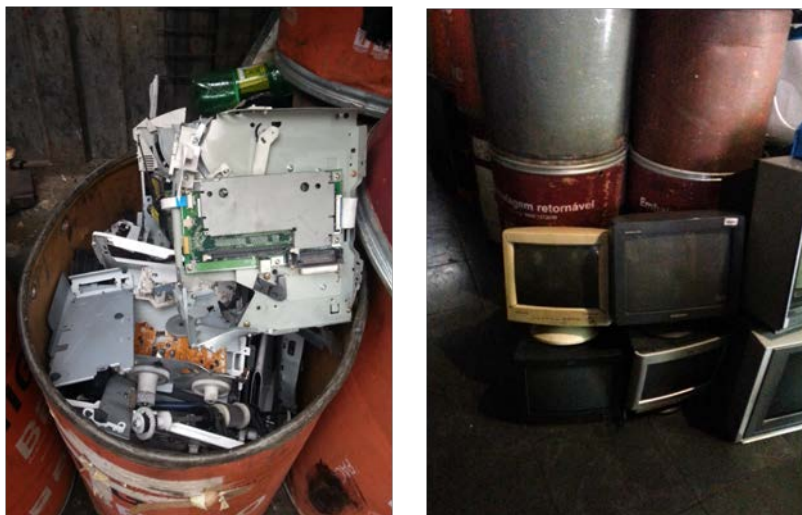


Figura 6 – E-waste da ASMARE, 2013.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.

3. CONCLUSÃO

O lixo eletrônico (*e-waste*) compõe-se de resíduos gerados pelo uso de dispositivos eletrônicos como computadores, celulares, impressoras, dentre outros, sendo um dos resíduos sólidos que mais cresce atualmente no Brasil, devido à sua alta taxa de obsolescência programada, alta tecnologia e crescente penetração no mercado dos países em desenvolvimento. É composto por misturas complexas de elementos de alto valor econômico.

A mineração urbana é um novo conceito de obtenção de materiais, incluindo metais preciosos a partir da reciclagem do *e-waste*. De acordo com a nova PNRS, as ações referentes ao descarte e tratamento dos resíduos sólidos são de responsabilidade compartilhada entre União, Estados, municípios, Distrito Federal, empresas produtoras, sociedade consumidora e Associações de Catadores, de acordo com o ciclo de vida do produto.

A Logística Reversa (LR) permite o reingresso dos materiais no ciclo produtivo por meio da reciclagem, do reuso, da re-manufatura ou outra destinação sob responsabilidade do fabricante. A Aplicação do eco-design pelas indústrias produtoras dos dispositivos eletroeletrônicos, já prevendo a sua futura reciclagem, envolve a geração de produtos mais fáceis de serem desmontados e reciclados, considerando desde sua concepção à avaliação do seu ciclo de vida, o que implica na escolha dos materiais (matérias-primas) utilizados avaliando as consequências do impacto causado na saúde humana e na qualidade ambiental.

Após inúmeras visitas aos possíveis estabelecimentos comerciais formais (empresa E-mile, BHRrecicla, Lorene, Reciclagem LC, RECITEC – Reciclagem Técnica do Brasil LTDA e Eco Market Inovações e Meio Ambientes, MAJ Informática, FleshCell, Garra - Soluções em Informática, CMR, Repair Systems - Informática e Eletrônica, S’PASSOS Informática, Manutenção de NOTEBOOK & NETBOOK, Varejão da Informática, Equipamentos e Serviços de Informática Consertel, ATRAIA Informática, Metais Souza, SMF Cabos Elétricos) e informais (Ferro Velho Jorge Baiano, SK-8 Ferro Velho, Ferro Velho Medeiros, RECICLO Ferro Velho, Ferro Velho Luiz do

Coco), além de Associações de Catadores como a ASMARE (Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Materiais Reaproveitáveis) e a Coopersoli (Cooperativa Solitária de Trabalhadores e Grupos Produtivos de Venda Nova), dentre outros, que efetuam o comércio do *e-waste*, observou-se que há um grande mercado atuante na cidade de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, Brasil.

A maior parte deste mercado é informal. A parte formal é composta por algumas empresas privadas e associações governamentais, como por exemplo, o Centro Mineiro de Resíduos Sólidos (CMRR) do Estado de Minas Gerais que realiza o desmonte de computadores, recuperando alguns componentes que são empregados em outras máquinas, revitalizando-as. Este mercado, geralmente, recolhe e recebe o *e-waste* gratuitamente de escolas, pessoas físicas e espaços comerciais. Outra empresa como a Lorene compra o *e-waste*, separa em partes vendáveis e o exporta. Nestas empresas formais e informais, nenhuma pesquisa relacionada à recuperação destes elementos é realizada em Belo Horizonte e, devido a este repasse pré-determinado, a aquisição deste resíduo é de difícil acesso.

A maneira mais apropriada e eficaz de se tratar o *e-waste* é localmente e em cadeia, ou seja, a responsabilidade do descarte e do tratamento deste deve ser compartilhada, envolvendo desde as empresas produtoras, a sociedade consumidora, Associações de Catadores até o governo.

O Estado de Minas Gerais, particularmente no município de Belo Horizonte situa-se a segunda cooperativa de catadores de materiais recicláveis do país, a ASMARE. Esta destaca-se pela ação sistemática dos catadores como atores decisivos no âmbito das políticas públicas de resíduos sólidos no Brasil. A ação da universidade pública e da pesquisa articulada com esses catadores, integrantes do Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis é fundamental para o aprofundamento e a análise da organização deste movimento social, bem como para o processo de produção de conhecimento sobre essa população e suas dinâmicas sociais e de trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) e à Fundação GORCEIX pelo suporte financeiro. Agradecimento especial ao Professor Luiz Fernando Medeiros (*in memoriam*).

REFERÊNCIAS

ABC, **Agência Brasileira de Cooperação**. Disponível na internet por [http](http://www.abc.gov.br) em: <www.abc.gov.br>. Acesso em 16 de ago. 2013

ANTUNES, Francisco de Paula Lima, GONCALVES, José Aparecido, CARVALHO, Janice Pereira de Araújo, VARELLA, Cinthia Versani Scott, SANTOS, Luiza América Avelar dos. **Fórum Estadual Lixo & Cidadania de Minas Gerais**. Manual para Organização e Negociação dos Serviços: sistema de coleta seletiva com participação dos catadores/Fórum estadual lixo & cidadania; [organizadores Francisco de Paula Antunes Lima, José Aparecido Gonçalves, Janice Pereira de Araújo Carvalho, Cinthia Versani Scott Varella]. Apoio: Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, Governo de Minas, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Belo Horizonte, [s.n], Janeiro de 2011. Elaborada por Luiza América Avelar dos Santos – CRB/6-0419. 40 páginas. CDU. 628.4.

Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Materiais Reaproveitáveis (ASMARE). Disponível na internet por [http em: <http://asmare.org/>](http://asmare.org/). Acesso em 23 de maio 2016

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Disponível na internet por [http em: <http://www.abinee.org.br/>](http://www.abinee.org.br/). Acesso em 16 de ago. 2013

AZEVEDO & TEIXEIRA. AZEVEDO, Luis, TEIXEIRA Maria Gracinda Carvalho Teixeira. **Instrumentos de Política Ambiental: Articulação Político-Institucional para a sua Implantação no Contexto Empresarial Brasileiro.** V Simpósio: A Universidade frente aos desafios da Sustentabilidade. X Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Engema 2008, 9 a 12 de novembro de 2008. Campus Central da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porta Alegre, Brasil. Página 1 a 16.

CASAGRANDE, Marcos Cardoso, SARTOR, M.N., GOMES, V., DELLA, V.P., HOTZA, OLIVEIRA, A.P.N. In: **Reaproveitamento de Resíduos Sólidos Industriais: Processamento e Aplicações no Setor Cerâmico**, 2008. v. 13, P. 34 – 42.

CUI, J, FORSSBERG, E. **Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review.** Journal of HAZARDOUS MATERIALS, 2003. Disponível na internet por [http em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>](http://www.periodicos.capes.gov.br/) Acesso em 16 ago. 2013

CUI, Jirang, ZHANG Lifeng. **Metallurgical recovery of metals from electronic waste: a review**, 2008. Journal of Hazardous Materials. Noruega: Departamento de Ciências dos Materiais e Engenharia, Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia, 2008. Disponível na internet por [http em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>](http://www.periodicos.capes.gov.br/) Acesso em 16 ago. 2013

Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais.

Belo Horizonte: 2009. Disponível na internet por [http em: <https://www.researchgate.net/publication/242728188_Diagnostico_da_Geracao_de_Residuos_Eletroeletronicos_no_Estado_de_Minhas_Gerais >](http://www.researchgate.net/publication/242728188_Diagnostico_da_Geracao_de_Residuos_Eletroeletronicos_no_Estado_de_Minhas_Gerais). Acesso em 16 de ago. 2013

FEAM, CMRR, SERVAS e Microsoft Brasil, Convidado: Instituto de Tecnologia Suíço (EMPA). **Seminário Internacional de Resíduos Eletroeletrônicos.** In: CMRR (Centro Mineiro de Referência e Resíduos Sólidos), 02.08.2009, Belo Horizonte, Minas Gerais.

Loschiavo, Maria Cecília. **Design, Resíduo & Dignidade.** São Paulo: Olhares, 2014.

Ministério do Meio Ambiente. Disponível na internet por [http em: <www.mma.gov.br>](http://www.mma.gov.br).

Acesso em 16 de ago. 2013

Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Versão Preliminar para Consulta Pública. República Federativa do Brasil, 2011. Disponível na internet por <https://duckduckgo.com/?q=Plano+Nacional+de+Res%C3%ADduos+S%C3%B3lidos+%28PNRS%29+%E2%80%93+Vers%C3%A3o+Preliminar+para+Consulta+P%C3%ABlica.+Rep%C3%ABlica+Federativa+do+Brasil.++&t=ffnt&ia=web> Acesso em 16 ago. 2013

SHMIDIT, Thilo. **Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos.** Avaliação do Estado da Arte no Brasil, Comparação com a situação na Alemanha e Proposições para uma Metodologia Adequada. Recife: Ministério do Meio Ambiente. Recife, 2005. Disponível na internet por [http em: <https://www.google.com.br/search?q=SHMIDIT%2C+Thilo.+Planos+de+Gest%C3](http://www.google.com.br/search?q=SHMIDIT%2C+Thilo.+Planos+de+Gest%C3)

%A3o+Integrada+de+Res%C3%ADduos+S%C3%B3lidos+Urbanos.+Avalia%C3%A7%C3%A3o+do+estado+da+arte+no+Brasil%2C+Compara%C3%A7%C3%A3o+com+a+situa%C3%A7%C3%A3o+na+Alemanha+e+Proposi%C3%A7%C3%B5es+para+uma+Metodologia+Apropriada.+Minist%C3%A9rio+do+Maio+Ambiente.+Recife%2C+2005.+84+p%C3%A1ginas.&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe_rd=cr&ei=GWVDV86rBeSU8Qf63p-oBg> Acesso em 16 nov. 2013

Vieira, I. M. In: **Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Versão Preliminar para Consulta Pública**, 2011. Disponível na internet por http em <<https://duckduckgo.com/?q=Plano+Nacional+de+Res%C3%ADduos+S%C3%B3lidos+%28PNRS%29+%E2%80%93+Vers%C3%A3o+Preliminar+para+Consulta+P%C3%ABlica.+Rep%C3%ABlica+Federativa+do+Brasil.++&t=ffnt&ia=web>> Acesso em 16 ago. 2013