



PANORAMA DA RECICLAGEM DE ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL

Robson Pafume (*), Harley Moraes Martins, Hudson Santos da Silva, Gustavo Simas Pereira.

* Câmara Técnica de Meio Ambiente do Conselho Regional de Química 3ª região, e-mail: robsonpafume@yahoo.com.br

RESUMO

O grande avanço tecnológico tem gerado uma grande variedade de tipos, marcas e modelos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE), que apresentam composições variadas e complexas de componentes internos, para uma infinidade de finalidades e multifuncionalidades. Neste contexto, estes EEE não apresentam, de forma visível, sem que haja a necessidade de desmontagem destrutiva, as informações dos tipos de materiais recicláveis - dentre eles, os metais preciosos contidos na Placa de Circuito Interno (PCI) e respectivas quantidades. Esta é a maior dificuldade para viabilizar um sistema de coleta. A solução é uma legislação que obrigue os fabricantes de EEE a divulgarem, seja no corpo do equipamento e/ou disponibilizarem no *site* da empresa e de revendedores (para o caso de EEE fabricados anterior a legislação ou que saíram de linha mas continuam em uso ou estocados em residências ou outros locais ou que estão descartados inadequadamente no meio ambiente); as informações dos componentes recicláveis e respectivas quantidades. Solução semelhante e que viabilizou em muito a reciclagem de plásticos, foi a embalagem de plástico passar a conter a informação do tipo de material utilizado em sua fabricação. Esta ação de *benchmarking* permitirá viabilizar a elaboração de uma tabela de preço para a comercialização dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE), em todas as etapas do processo de reciclagem (segregação na geração, coleta, segregação por tipo ou classificação, transporte e a destinação final – logística reversa); além de incentivar o interesse do catador de sucata pela coleta de REEE (fácil e sem a desmontagem destrutiva); possibilitando que a utilização sustentável de recursos naturais e um Sistema de Logística Reversa (SLR) sejam uma ferramenta de efetivação da gestão de resíduos e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Palavras-Chaves: Logística Reversa, Eletroeletrônicos, Tabela-de-preços, Coleta e Comercialização.

ABSTRACT

The great technological advance has generated a wide variety of types, brands and models of Electrical and Electronic Equipment (EEE), which present varied and complex compositions of internal components, for a multitude of purposes and multifunctionalities. In this context, these EEE do not present, in a visible way, without the need for destructive disassembly, information on the types of recyclable materials - among them, the precious metals contained in the Internal Circuit Board (PCI) and respective quantities. This is the greatest difficulty in making a collection system viable. The solution is a legislation that requires EEE manufacturers to disclose, either in the body of the equipment and / or make it available on the company's website and resellers (in the case of EEE manufactured prior to the legislation or that went out of line but are still in use or stored in homes or other places or that are improperly disposed of in the environment); information on recyclable components and their quantities. A similar solution, which made plastic recycling very feasible, was the plastic packaging to contain information on the type of material used in its manufacture. This benchmarking action will enable the elaboration of a price table for the commercialization of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), in all stages of the recycling process (segregation in generation, collection, segregation by type or classification, transport and final destination - reverse logistics); in addition to encouraging the interest of the scrap collector in the collection of WEEE (easy and without destructive disassembly); enabling the sustainable use of natural resources and a Reverse Logistics System (SLR) to be an effective tool for waste management and the National Solid Waste Policy (PNRS).

Key words: Reverse Logistics, Electronics, Price List, Collection and Marketing.

INTRODUÇÃO

Com o uso de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos ou Eletroeletrônicos (EEE) em ascensão, a quantidade de lixo elétrico e eletrônico (também chamado de resíduo tecnológico, e-lixo, e-waste, sucata eletrônica ou Resíduo de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos - REEE), produzido a cada dia cresce igualmente enormemente em todo o mundo (*World Health Organization*); e o que apresenta reciclagem com maior valor econômico agregado. Isto por que, a Placa de Circuito Integrado (PCI) pode conter em sua composição mais de 17 metais; sendo uma pequena quantidade dos metais preciosos como ouro, prata, platina e paládio e uma maior quantidade de outros metais como cobre, chumbo, níquel e estanho. Segundo o Portal Resíduos Sólidos (2014), a platina contida nos REEE pode valer até \$ 60.000 por kg.



Os EEE se tornam tecnologicamente obsoletos ou têm o fim de seu ciclo de vida em um tempo cada vez mais curto (HENRIQUE JÚNIOR, et al, 2013), e constituem uma gama de equipamentos informáticos, de telecomunicações e para transmissão de som e imagens. Os módulos básicos comuns a esses produtos são conjuntos/placas de circuitos impressos (PCI), cabos, cordões e fios, plásticos antichama, comutadores e disjuntores de mercúrio, equipamentos de visualização, como telas de tubos catódicos e telas de cristais líquidos, pilhas e acumuladores, meios de armazenamento de dados, dispositivos luminosos, condensadores, resistências e relês, sensores e conectores.

As substâncias mais problemáticas do ponto de vista ambiental presentes nestes componentes são os metais pesados, como o mercúrio, chumbo, cádmio e cromo, gases de efeito estufa, as substâncias halogenadas, como os clorofluorocarbonetos (CFC), bifenilas policloradas (PCBs), cloreto de polivinila (PVC) e retardadores de chama bromados, bem como o amianto e o arsênio (PAIVA, 2015). Desta forma, a logística reversa é imprescindível na destinação adequada dos resíduos eletroeletrônicos, além de se constituir numa oportunidade de geração de receita, contudo, o modus operandi inadequado ainda se constitui na grande realidade brasileira.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo apresentar os motivos por que no Brasil o lixo eletroeletrônico, cuja geração vem crescendo significativamente e que apresenta alto valor agregado em sua reciclagem, ainda tem a maior parte de sua geração descartada nos lixões, causando um grande impacto para saúde humana e ambiental. Pesquisas revelam que apenas 2% dos aparelhos celulares, depois de não serem mais usados pelo consumidor, são destinados às empresas especializadas e 98% são descartados no lixo ou ficam guardados nas residências (ECO-CEL, 2011). Outro objetivo é apresentar propostas que possibilitem tornar realidade um SLR de REEE no Brasil.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho tem o cunho exploratório por ter como finalidade elaborar uma visão geral baseada numa revisão bibliográfica sobre o tema e da legislação aplicável (LAVILLE; DIONNE, 1999). Esta pesquisa também tem a natureza qualitativa ao estudar as consequências da gestão dos REEE em termos ambientais, sociais e econômicos. Adicionalmente, foi utilizado o conhecimento obtido pelo autor, durante quase uma década visitando e auditando os serviços fornecidos por mais de noventa dos três atores envolvidos e mais significativos neste processo de reciclagem de resíduo eletrônico, em vinte estados do Brasil e seis países da América Latina: empresas de manufatura reversa; cooperativas / associações de catadores e depósitos de sucatas e empresas de reciclagem de sucatas e metais. Neste processo, o autor colecionou anotações de observações, dificuldades, deficiências e das oportunidades de melhorias e de negócios nestas atividades.

RESULTADOS

A quase totalidade dos EEE recebidos, atualmente, para reciclagem (manufatura reversa), consiste de produtos rejeitados na linha de produção, pelo sistema de qualidade do fabricante; que considera mais vantajoso, economicamente e para a proteção da marca, enviar para descaracterização e reciclagem, do que o reprocessamento. Estas e outras vantagens são destacadas, por exemplo, no site da BH Recicla (2020), uma das empresas que realiza a reciclagem de eletroeletrônicos:

- Proteger a imagem da empresa - impedindo que esta seja vinculada a produtos defeituosos;
- Garantir segurança e transparência no descarte – ao optar pelo processo, a empresa assegura que seus resíduos tenham o destino correto;
- Permitir que componentes dos produtos descaracterizados sejam enviados à reciclagem ou para tratamento (no caso dos não-recicláveis, para que deixem de ser nocivos aos seres vivos);
- Permitir a reinserção de materiais na cadeia produtiva – a descaracterização do produto não impede que seus componentes em bom estado sejam reenviados à produção em favor da sustentabilidade;
- Reduzir o volume de lixo gerado e proteger o meio ambiente;
- Agregar valor à marca por sua responsabilidade social e ambiental.

A página da empresa também informa que realiza a coleta grátis do lixo eletrônico e que não há volume mínimo, mas é desejável que se faça uma “junta” a fim de reduzir os custos do processo

Desta forma, a reciclagem atual de EEE ocorre mais em função de equipamentos produzidos com defeitos, do que de equipamentos coletados no final do seu ciclo de vida (danificados no uso ou obsoletos), em atendimento a legislação de



implantação da logística reversa – introduzida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e seu regulamento, Decreto Nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, a logística reversa é um dos instrumentos para aplicação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A PNRS define a logística reversa como um “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um 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”.

Segundo Lacerda (2009), a logística reversa é ainda, de maneira geral, uma área com baixa prioridade. Isto se reflete no pequeno número de empresas que tem gerências dedicadas ao assunto. Pode-se dizer que estamos em um estado inicial no que diz respeito ao desenvolvimento das práticas de logística reversa.

A primeira etapa do processamento da sucata eletrônica /e-Lixo recebida/coletada é a denominada manufatura reversa, que consiste na desmontagem manual do EEE, separando os componentes para a reciclagem. Na descaracterização do produto com defeito, através da desmontagem de seus componentes, a empresa protege sua marca, evitando que o produto seja recuperado indevidamente por terceiros.

Na manufatura reversa de apenas um determinado REEE, algumas peças e componentes podem retornar, como matéria-prima, para reaproveitamento no fabricante de origem. Adicionalmente, a linha de desmontagem torna-se mais simples e produtiva, pois não exige uma utilização diversificada de ferramentas ou de recipientes para coleta das peças e componentes desmontados, além da utilização de pouca mão de obra. De acordo com Xavier, L.H., *et al* (2017), os EEE disponíveis no mercado não foram produzidos de forma a considerar a viabilidade da desmontagem. Por isso, a busca de eficiência para a desmontagem não destrutiva, ou seja, aquela na qual se busca preservar a integridade de peças, partes, componentes e materiais, consiste em uma importante proposta com vistas a aumentar a eficiência da logística reversa e, da mesma forma, contribuir para o uso sustentável dos recursos. Assim, após a coleta e triagem, a desmontagem não destrutiva é tida como um importante desafio para a efetividade das técnicas de logística reversa.

O catador de recicláveis precisa ser incentivado a coletar e a perceber o valor existente em qualquer REEE, sem a necessidade de realizar a desmontagem destrutiva, para retirada da PCI e outros componentes de interesse; tornando a coleta mais simples e com menor esforço e evitando práticas de desmontagem destrutiva semelhantes com a realizada com a utilização de queima de sucata de fios elétricos para a retirada de cobre; que além de causar poluição ambiental, reduz a reciclagem e recuperação de materiais. Para uma efetiva reciclagem, é necessário que o REEE chegue inteiro ao processo de Logística Reversa.

Para uma viabilidade econômica e produtividade, uma planta de manufatura reversa deve ter várias linhas de desmontagem, de forma que cada uma processe apenas um tipo de REEE por vez. A viabilidade desta logística exige grandes lotes de determinados REEE, supridos pelas cooperativas/associações/depósitos de sucatas e conseqüentemente, bastante espaço para esta estocagem temporária. Entretanto, apesar da vantagem econômica da reciclagem e dos riscos do descarte inadequado para a saúde humana e ambiental, a maior parte dos REEE ainda é descartado de forma inapropriada. Enquanto na logística tradicional há um alto grau de previsibilidade a respeito da disponibilidade dos recursos e tempos dos processos, na logística reversa o grau de incerteza é alto e há baixo nível de previsibilidade, o que impacta o planejamento das ações (AMARO e BARBOSA-PÓVOA, 2009) e, por isso, pode aumentar os custos de processamento.

O grande avanço tecnológico tem gerado uma grande variedade de tipos, marcas e modelos de EEE, que apresentam composições variadas e complexas de componentes internos, para uma infinidade de finalidades e multifuncionalidades. Neste contexto, estes EEE não apresentam, de forma visível, sem que haja a necessidade de desmontagem, as informações dos tipos de materiais recicláveis e respectivas quantidades. Esta é a maior dificuldade para viabilizar um sistema de coleta. A solução é uma legislação que obrigue os fabricantes de EEE a divulgarem, seja no corpo do equipamento e/ou disponibilizarem no site da empresa e de revendedores (para o caso de EEE fabricados anterior a legislação, que saíram de linha mas continuam em uso ou estocados em residências ou outros locais ou que estão descartados inadequadamente no meio ambiente), as informações dos componentes recicláveis e respectivas quantidades. Solução semelhante e que viabilizou em muito a triagem dos plásticos enviados para a reciclagem, foi a embalagem de plástico conter a informação do tipo de material utilizado em sua fabricação, conforme símbolos padronizados pela norma ABNT NBR 13230.

A disponibilização das informações dos componentes presentes nos EEE e respectivas quantidades, possibilitará:

- A elaboração de uma tabela de preços para a compra e venda dos REEE, baseada na quantidade e peso dos itens recicláveis possibilitando a comercialização, sem que tenha a necessidade de desmontar o equipamento para verificar as quantidades e pesos dos itens recicláveis e de interesse contidos nestes;



- A ampliação da quantidade de itens recicláveis coletáveis e com valor econômico agregado, possibilitando um aumento da renda do catador de sucatas e um faturamento maior para as cooperativas/associações de reciclagem, depósitos de sucatas e empresas de manufatura reversa;
- O incentivo para o catador de sucatas coletar os REEE, sabendo que existe uma tabela de preço e que não necessitará desmontar o mesmo para a retirada dos materiais de interesse, evitando que o catador descarte no lixo ou inadequadamente no meio ambiente, os demais componentes do REEE;
- Uma maior implantação de coleta seletiva e pontos de coleta de REEE nas empresas, revendedores, autorizadas, oficinas de reparos, entre outras; e
- O aumento da taxa de reciclagem de materiais e redução gradativa do descarte inadequado de materiais recicláveis no meio ambiente e consequentemente, uma menor quantidade de lixo enviado para os aterros sanitários.

Portanto, a exigência normativa de disponibilização, pelos fabricantes e revendedores, da informação dos itens recicláveis e respectivas quantidades contidas nos EEE, viabilizará a estruturação de uma cadeia de reciclagem dos REEE.

Para viabilizar a participação das cooperativas de reciclagem, dos depósitos de sucatas e das recicladoras na cadeia de reciclagem dos REEE, faz-se necessário solucionar as atuais dificuldades da área de reciclagem. Uma das maiores dificuldades é arrumar um local para instalação da atividade, visto que existem poucos terrenos ou galpões disponíveis nas áreas urbanas, que disponha de área adequada à atividade, além de estar acessível aos catadores e próxima das áreas geradoras dos REEE. Ademais deve-se adicionar o custo elevado para compra ou aluguel de terreno, bem como para a adequação do local e compra de equipamentos (balança, prensas, paleteiras, empilhadeiras etc.). Cabe destacar ainda a falta de espaço nas cooperativas/associações de catadores e nos depósitos de sucatas, para incorporação do processamento de outro item reciclável (área para recebimento, segregação, embalagem e estocagem temporária independentes). A quase totalidade destas atividades trabalham apenas com alguns itens recicláveis de interesse e no limite de sua capacidade operacional – acumulando e segregando quantidade suficiente para completar a carga de um veículo transportador. Além disso, as cooperativas/associações e os depósitos de reciclagem de resíduos estão entre as atividades que ninguém quer ter como vizinhança, como presídio, aterro sanitário e cemitério; que de forma preconceituosa é associada a presença constantes de catadores e moradores de rua, sujeidade, favorecimento da presença de vetores, poluição visual e risco de incêndio (devido grande estocagem de materiais de fácil combustão); condições que em conjunto, acreditam desvalorizarem seus imóveis.

Apesar da importância da implantação da logística reversa de celulares no Brasil como estratégia de reduzir o volume de resíduos eletrônicos descartados nos aterros, atender o PNRS e, ainda, reduzir o uso de recursos naturais, a implantação da logística reversa está atrelada a fatores econômicos, tecnológicos, logísticos, ecológicos e legais (LEITE, 2009).

Com todas as dificuldades para a implementação de uma atividade de reciclagem e a atividade de logística reversa de REEE requerendo uma grande área para: a estocagem temporária dos diversos tipos de equipamentos recebidos; para a segregação com a finalidade de formar grandes lotes dos tipos de REEE; para a instalação das linhas de desmontagens dos REEE; para a estocagem temporária dos componentes segregados; para o processamento das PCI; para a estocagem temporária dos big bags com as PCI processadas – que deve ter espaço suficiente para acumular um número de big bags que viabilize o prazo e o processo documental de exportação; para embarques dos produtos gerados e para as instalações administrativas. Uma solução para a questão é que os fabricantes de EEE, financiem, em atendimento a Lei 12.305 de 02/08/2010 e seus Decretos complementares, locais com dimensionamentos adequados para comportar a implantação de unidades exclusivas de logística reversa de REEE; visto que além de atendimento a legislação, o SLR traz grandes retornos econômicos, sociais e ambientais.

As PCI segregadas na manufatura reversa dos REEE e que possuem alto valor econômico agregado, são trituradas em um moinho de martelos, depois em um moinho de facas e em seguida peneiradas, de forma a obter um material homogêneo, com partículas de granulometria inferior a 1,0mm. Posteriormente, o material é embalado em big bags, que são exportados para os poucos países (entre eles: China, Bélgica, Alemanha), que possuem planta específica para o processamento deste material que possui composição complexa. O Brasil não dispõe de planta para o beneficiamento da massa homogênea e complexa de PCI (o chamado garimpo moderno e que recupera, por unidade de tempo, mais ouro do que os processos de lavra).

O processo tradicional de recuperação de metais do REEE é pirometalúrgico, que depende de um alto investimento econômico inicial e grande consumo de energia. Há também os processos hidrometalúrgicos, eletrometalúrgicos e biometalúrgicos. A reciclagem de REEE é um importante instrumento não somente como tratamento, mas como um modo de recuperar metais valiosos (CUI & ZHANG, 2008). Os metais recuperados (na forma de lingotes), podem voltar como



matéria prima para as indústrias de origem ou vendidos para outras empresas: de pigmentos, de fertilizantes, de motores e fabricantes de bateria, catalisadores etc.

As principais dificuldades para a implantação de uma usina recicladora dos metais de PCI estão no investimento inicial muito alto, pois o processo é complexo, de grande porte, exige grande área para instalação e controle de emissões de gases e de poluentes (metais pesados e substâncias cancerígenas). Além disso, a complexidade do processo é função do número de metais de interesse de recuperação. Os processos existentes não consideram de interesse outros metais existentes nos REEE; por exemplo: o metal Índio (In), que está presente nas telas de celulares e televisores de LCD e LED, que de acordo com Espinosa (2014), oitenta por cento do 'In' usado em todo o mundo destina-se à fabricação dessas telas.

O Brasil perde muitas divisas por não possuir uma usina recicladora dos metais de PCI, que embora exija um investimento inicial muito alto, é uma atividade altamente lucrativa. Atualmente, grande quantidade de massa homogênea de PCI é exportada a um preço muito baixo e os metais recuperados pelas empresas internacionais têm preço cotado nas bolsas de valores.

CONCLUSÕES

A reciclagem dos metais nobres contidos nas Placas de Circuitos Integrados dos REEE, que apresenta vantajosos ganhos econômicos, sociais e ambientais, ainda não é uma realidade no Brasil; mas pode ter sua logística estruturada e viável, se inicialmente for adotada, oficialmente, a prática dos fabricantes de Equipamentos Elétricos Eletrônicos (EEE) informarem, no corpo deste ou no site da empresa e revendedores, as substâncias componentes e respectivas quantidades utilizadas na fabricação. Isto tornaria possível a elaboração de tabelas de composição de preços para comercialização de qualquer tipo de REEE inteiro (sem a necessidade do desmonte destrutivo e preservando a integridade de peças, partes, componentes e materiais); a serem utilizadas por catadores de sucatas; depósitos e cooperativas/associações de catadores; empresas de manufatura reversa e usinas de reciclagens. Possibilitando a viabilidade da coleta dos REEE e das demais etapas da cadeia de reciclagem e tornando a Logística Reversa uma realidade econômica, com geração de ganhos e benefícios sociais e ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMARO, A.C.C.; BARBOSA-PÓVOA, A.P.F.D. (2009). **The effect of uncertainty on the optimal closed-loop supply chain planning under different partnerships structure.** *Computers & Chemical Engineering* 33(12), 2144-2158.
2. BH RECICLA. Disponível em: <<https://bhrecicla.com.br/blog/descharacterização-de-produtos-o-que-é-e-qual-a-sua-importância/>> Acesso em: 30 mai.2020.
3. BRASIL. Decreto nº 9177 de 23/10/2017. Regulamenta o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e complementa os art. 16 e art. 17 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9177.htm> Acesso em: 30 abr.2020.
4. CUI, J.; ZHANG, L. **Metallurgical recovery of metals from electronic waste. A review.** *Journal of Hazardous Materials* 158. 2008. P. 228-256. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.02.001>> Acesso em: 30 abr.2020.
5. ECO-CEL, **Reciclagem Sustentável.** Disponível em: <http://www.eco-cel.com/> Acesso em: 30 mai.2020.
6. ESPINOSA, D.C.R. – **Estudo da rota hidrometalúrgica para recuperação de metais de placas de circuito impresso lead-free obsoletos**, 2014. Departamento de Engenharia Química da Poli/USP – Apoio da FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo. Disponível em: <<https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/46208/estudo-de-rota-hidrometalurgica-para-recuperacao-de-metais-de-placas-de-circuito-impresso-lead-free/>> Acesso em: 07 mai. 2020
7. JORNAL OFICIAL nº C 365 E de 19/12/2000. P.0195-0197 – Proposta de directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamento elétrico eletrônico. Disponível em: </#COM/2000/0347final-COD2000/0159*/> Acesso em: 02 mai. 2020.
8. HENRIQUE JÚNIOR, Sérgio de Souza *et al.* **Processamento de placas de circuito impresso de equipamentos eletroeletrônicos de pequeno porte.** *Química Nova*, São Paulo, v.36, n.4, p.570-576, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000400015>>. Acesso em: 30 abr. 2020.



9. LACERDA, L. **Logística Reversa – uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**, 2009. Disponível em: <http://paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf> Acesso em: 30 mai.2020.
10. LAVILLE, C.; DIONNE, J. A. **Construção do saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. 2ª Edição: Artmed: Porto Alegre, 1999.
11. LEITE, P.R.. **Logística Reversa – Meio Ambiente e Competitividade**. 2. Ed. São Paulo; Pearson, 2009.
12. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa>> Acesso em: 30 mai.2020.
13. PAIVA, M.F. **Eletrônicos menos agressivos ao meio ambiente**, 2015. Portal BQualidade, Disponível em: <<https://www.banasqualidade.com.br/artigos/2015/08/eletroeletronicos-menos-agressivos-ao-meio-ambiente.php>> Acesso em: 07mai. 2020.
14. PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2014. **Curso Online de Tecnologias de Reciclagem de Equipamentos Eletrônicos**. Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/tecnologias-de-reciclagem-de-equipamentos-eletronicos/>> Acesso em: 30 mai.2020.
15. WORD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Children’s environmental health – Eletronic waste**. Disponível em: <<https://www.who.int/ceh/risks/ewaste/en/>> Acesso em: 28 mai.2020.
16. XAVIER, L.H., *et al.* **Proposta de Modelo para Classificação de Eficiência do Processo de Desmontagem não Destrutiva para a Logística Reversa**, 2017. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/XI-057.pdf>> Acesso em: 30 mai.2020.