



# ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03  
de dezembro 2021

## PROGRAMA DE COLETA, RECICLAGEM, TRATAMENTO E DESCARTE DE LIXO ELETRÔNICO NA UNIVERSIDADE

Jeane Patricia dos Santos Iliuk

Departamento de Pós-graduação em Engenharia da Produção - PPGEP.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Itamar Iliuk

Departamento Acadêmico de Informática – DAINF  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Angelo Marcelo Tusset

Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELE  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

### Resumo:

A quantidade de Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (e-Lixo) tem apresentado um crescimento muito rápido no mundo e é um dos principais problemas ambientais causados pelo excesso de consumo. **O objetivo** deste estudo é demonstrar um programa utilizado por uma Universidade Brasileira, UTFPR Santa Helena, na coleta, tratamento, reciclagem e descarte e-Lixo. **A metodologia** foi a realização de um projeto de extensão, desenvolvendo um programa de coleta, reciclagem, tratamento e descarte de e-Lixo, no sentido de promover uma cultura de sustentabilidade. Este programa propôs a conscientização da sociedade e comunidade para responsabilidade social ambiental no descarte correto do e-Lixo. A etapa da reciclagem e tratamento foi realizada por acadêmicos nos seus projetos de iniciação científica e no curso de Ciência da Computação e o descarte foi realizado com empresa especializada. Os materiais que representaram maior proporção de e-Lixo foram notebooks, gabinetes e monitores de computador e seus componentes. **Conclusão** a coleta, a reciclagem, a reutilização e destinação correta de e-Lixo contribuíram para o menor impacto ambiental. Com base nos resultados da pesquisa, pode-se verificar que material reciclado, especialmente as células de bateria, as placas de circuito, os resistores e capacitores foi de grande importância para aprendizado e novos usos em sala de aula, diminuição do gasto de recursos públicos na compra destes componentes e benefícios ambientais. Estes resultados podem fornecer suporte a decisões de gestores das universidades para implantação de programas de sustentabilidade nas suas instituições.

**Palavras-chave:** e-Lixo, sustentabilidade, meio ambiente, aprendizado.

## PROGRAM FOR COLLECTION, RECYCLING, TREATMENT AND DISPOSAL OF ELECTRONIC WASTE AT THE UNIVERSITY

### Abstract:

The amount of Waste from electrical and electronic equipment (e-Waste) has been growing very fast in the world and it is one of the main environmental problems caused by excess consumption. The aim of this study is to demonstrate a program used by a Brazilian University, UTFPR Santa Helena, in the collection, treatment, recycling and disposal of e-Waste. The methodology was to carry out an extension project, developing a program for the collection, recycling, treatment and disposal of e-Waste, in order to promote a culture of sustainability. This program proposed to raise awareness in society and community for social and environmental responsibility in the correct disposal of e-Waste. The recycling and treatment stage was carried out by academics in their scientific initiation projects and in the Computer Science course, and the disposal was carried out with a specialized company. The materials that represented the highest proportion of e-Waste were notebooks, computer cases and monitors and their components. Conclusion the collection, recycling, reuse and correct disposal of e-Waste contributed to the lowest environmental impact. Based on the research results, it can be verified that recycled material, especially battery cells, circuit boards, resistors and capacitors was of great importance for learning and new uses in the classroom, reducing the budget of public resources in the purchase of these components and environmental benefits. These results can support decisions by university managers to implement sustainability programs in their institutions.

**Keywords:** e-waste, sustainability, environment, learning.

## 1 Introdução

Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (e-Lixo) são materiais que apresentam um dos mais rápidos crescimentos no mundo. (BALDÉ, *et al.*, 2017). Conforme Forti (2019) há diferentes tipos de equipamentos eletroeletrônicos (EE) utilizados nos últimos anos, como telas (TVS, monitores, notebooks, tablets), equipamentos de trocas de temperatura (máquinas de lavar roupas, secadoras de roupas, fogões elétricos, painéis fotovoltaicos), equipamento de grande porte (aspiradores de pó), pequeno porte (telefones celulares, sistemas de posicionamento global (GPS), calculadoras de bolso, roteadores, computadores pessoais, impressoras) e brinquedos eletrônicos e dispositivos médicos. Esses produtos EE apresentam perfil de vida útil específico, por isso cada categoria deles apresenta atitude de consumos e descartes diferentes, alguns deles estragam em passo acelerado, outros param de funcionar ou ficam obsoletos rapidamente, e novos produtos são oferecidos para o consumo prometendo maior conforto e comodidade.(FORTI, 2019)

O e-Lixo é diferente de outros resíduos, sua composição é diversa e são classificados em categorias diferentes, pode apresentar mais de 1000 componentes e substâncias, algumas delas podem estar em categorias de serem perigosas e outras não. Os lixos eletrônicos são compostos de ferro, aço (50%), plástico (21%), vidro, placas, cerâmica borracha (13%), estes materiais podem conter metais, alumínio, cobre, prata, ouro, como também elementos como selênio, arsênio, cromo e chumbo entre outros, alguns deles sendo extremamente perigosos (ROBINSON, 2009 e KUMAR, *et al.*, 2017). Alguns destes resíduos contêm metais pesados e substâncias que lançam emissões de gases tóxicos e poluem a água, o ar e o solo, o que causa sérios problemas ambientais e de saúde pública (BALDÉ, *et al.* 2017)

Uma gestão sustentável de e-Lixo requer uma compreensão abrangente, e as universidades apresentam um papel fundamental na proteção ambiental em direção à sustentabilidade (WILLS-JOHNSON,2010)

A sensibilização sobre o desperdício é um dos pontos principais para haver uma gestão de resíduos (KUMAR, *et al.*, 2017 ). Tansel (2017) comenta que a gestão de e-Lixo

é multifatorial e precisam ser tomadas ações significativas desde redução do consumo, a reutilização destes materiais, tratamento, reciclagem e descarte.

É necessário desenvolver políticas públicas para sensibilização e participação social na conscientização do descarte correto de e-Lixo. É necessário um comprometimento de diferentes instituições, desde governamentais, sociedade civil, instituições de ensino superior (IES), para promover ações, estratégias e programas para prevenir e reduzir os impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana. (CAO, *et al.*, 2016).

As Universidades precisam participar com ações de sustentabilidade ambiental e desenvolver estratégias de ensino, pesquisa e extensão. Se essas estratégias conseguirem envolver diversos atores para o desenvolvimento sustentável de comunidades, podem assim produzir impactos positivos na sociedade civil, nas atividades sociais, econômicas e ambientais da comunidade devido a seu papel transformador. A educação superior precisa assumir seu papel de liderança referente a sustentabilidade, sendo ela uma prestadora de serviço à sociedade especialmente orientada a erradicar a pobreza, fome, doenças, violência, a intolerância, o analfabetismo e a degradação ambiental, sempre buscando abordagens interdisciplinares e transdisciplinares na análise dos problemas (BERNHEIM; CHAIU, 2008). O grande desafio é se seremos capazes de criadores e buscar “repensar o mundo” porque é necessário redefinir o rumo e o sentido da vida. É preciso inventar e reinventar novas formas de fazer e pensar e superar essa crise da concepção do mundo e da vida rumando para um horizonte mais ético com a humanidade e com o cosmos conforme Morin (1999) comenta que é preciso a participação de todos os atores interessados num mundo melhor. (DEBNATH, *et al.*, 2018).

As Universidades na contemporaneidade precisam desenvolver novas formas de construir uma educação para o futuro como menciona Morin (1999), estando de encontro com as Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a agenda 2030 do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), é necessário criar diferentes estratégias para que o desenvolvimento sustentável ocorra e a educação superior apresenta um papel primordial para direcionar essas ações e criações, pois são formadoras de novos profissionais para criar um mundo melhor.

E na tentativa de buscar diferentes soluções ao problema do e-Lixo em busca de melhorar o meio ambiente, professores, pesquisadores e alunos do campus da UTFPR localizado no Município de Santa Helena, Oeste do Paraná, observaram a necessidade de atuar na coleta e reciclagem de e-Lixo e criaram, em 2015, um projeto de extensão de reciclagem de lixo eletrônico, que se tornou um programa denominado “Coleta, reciclagem e reutilização do lixo eletrônico produzido no município de Santa Helena, PR”. Com isso, conseguiram melhorar o meio em que estão vivendo, bem como conscientizar a comunidade, e dar condições aos acadêmicos de desenvolverem ações sustentáveis, importantes em sua formação.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer uma linha de base científica que demonstre os procedimentos realizados no trabalho de extensão universitária, desenvolvendo um programa que vai desde a conscientização da população da cidade, da população acadêmica e dos técnicos administrativos e professores sobre uso de materiais eletrônicos, evidenciando os estágios de ciclo de vida desse produto, as preocupações ambientais em seu uso, as necessidades de consumos conscientes e descarte correto.

O projeto de extensão foi composto de três ações iniciais. Uma que difunde o descarte consciente de e-Lixo, outra que altera esses materiais e realiza doações para

comunidade carente e outra que desenvolve aulas com kits de materiais descartados para o ensino de eletrônica e robótica para crianças em vulnerabilidade social.

Aproximadamente foram recolhidos 6000 kg de unidades descartadas de produtos eletrônicos durante os 5 anos de projeto.

O objetivo geral do projeto de extensão foi promover uma cultura de sustentabilidade na gestão de resíduos eletrônicos no campus universitário, bem como ser referência de responsabilidade socioambiental da comunidade.

## **2 Metodologia**

A metodologia é uma etapa importante da pesquisa, sendo responsável pela orientação do processo realizado na pesquisa. É o caminho a ser percorrido pelo pesquisador. Segundo (RAMPASSO *et al.*,2019) “o ato de pesquisar traz em si a necessidade do diálogo com a realidade a qual se pretende investigar e com o diferente, um diálogo dotado de crítica, canalizador de momentos criativos (RAMPASSO *et al.*,2019)

Esta pesquisa tem o caráter exploratório no sentido de deixar mais evidente e explícito como ocorreram e foram direcionadas as coletas, reciclagem e reutilização do e-Lixo na Universidade; assim como demonstra Gil (2002), esta pesquisa visa proporcionar maior familiaridade com o problema e deixá-lo mais claro.

É um estudo de caso, com uma pesquisa de campo que buscou investigar a coleta, reciclagem e reutilização de e-Lixo no contexto da Universidade. O local de estudo foi a UTFPR - Campus de Santa Helena e a população alvo foram docentes e acadêmicos que realizaram pesquisa e extensão no LARA (Laboratório de Automação e Robótica) e o pessoal técnico administrativo que participaram efetivamente da campanha sobre a conscientização do descarte correto de e-Lixo.

A metodologia foi baseada no processo logístico de reciclagem, incluindo quatro etapas: (1) coleta; (2) classificação; (3) quantificação; (4) frações recuperáveis. Os acadêmicos foram previamente treinados e comunicados sobre os riscos ambientais à saúde humana envolvendo o manuseio de resíduos eletrônicos. As tarefas foram atribuídas a cada equipe de acadêmicos envolvidos em cada etapa do processo.

## **3 Resultados**

O Programa contou com a colaboração e parceria de diversos integrantes da sociedade local, como a Prefeitura Municipal de Santa Helena, a Secretaria de Agricultura, Meio Ambiente e Abastecimento do Município, a Secretaria de Assistência Social e a Secretaria de Educação, a Associação dos Agentes Ambientais da Santa Helena, do Centro de Convivência Integral da Criança e do Adolescente (CCICA), do Centro Educacional Santo Antônio (CESA), do Laboratório de Automação e Robótica (LARA) da UTFPR - Santa Helena, que se disponibilizaram para realizar diversas ações em conjunto com os membros componentes do projeto de extensão.

A Prefeitura tem auxiliado muito na coleta de lixo eletrônico e no transporte de materiais para o Campus, bem como na impressão de materiais de campanha e organização de caixas de coleta pelas escolas da região. Nesse aspecto Lederer *et al.*, (2015) demonstra que quanto maior o número de pontos de coleta, melhor será a coleta

desse material e quanto mais eventos forem realizados, maior será a conscientização da população.

A Associação dos Agentes Ambientais de Santa Helena recebeu e deu início às triagens dos materiais, que eram na sequência recebidos no LARA (Laboratório de Automação e Robótica) pelos acadêmicos e em seguida foi realizada a triagem, testes, classificações, cadastro e armazenamento dos materiais.

Na UTFPR Santa Helena, diferentes equipes se engajaram na chefia do projeto. Em cada etapa estiveram 10 acadêmicos, 3 técnicos administrativos e 3 docentes e a gestão do campus através da diretoria de relações empresariais esteve sempre presente.

Esses participantes voluntários e / ou bolsistas que fizeram parte da equipe foram treinados para planejar as ações que seriam realizadas e triar os materiais com segurança. E eles foram os primeiros a receber o lixo eletrônico, e realizaram a coleta, recebimento, classificação, categorização, separação e medição dos materiais coletados, eles usaram ferramentas adequadas para esse fim.

De acordo com a Tabela 1, na quantificação dos materiais foram coletados foi de aproximadamente 6.000 kg de produtos eletrônicos durante os 5 anos de projeto e a proporção dos principais materiais coletados em termos de volume foram:

Tabela 1 – Principais materiais coletados e suas quantidade em KG

Material	Quantidade	Peso unitário kg	Peso Total /kg
Monitor CRT	150	15	2250
Tv CRT	25	40	1000
CPU de PC	100	5	500
Impressora	100	6	600
No Break	40	14	560
		Total ->	4910

Fonte: Programa de extensão Coleta, reciclagem e reutilização do lixo eletrônico

Além desses materiais acima citados, telefones celulares de vários tipos e marcas, trituradores de papel, lava-louças, centrífuga de roupas, plotter de banner, monitores LCD, kits de mouse e teclado, roteadores, servidores, TV de projeção, fontes de alimentação, notebooks, cabos de alimentação de dados de vários tipos para PC foram coletados.

Os tipos de e-Lixo e quantidade reciclada e o tratamento do lixo eletrônico de janeiro de 2015 a fevereiro de 2020 são apresentados na Tabela 1, que mostra que os monitores de computador foram a categoria mais importante de e-Lixo no período da pesquisa.

Durante o período de coleta, foram realizadas diversas ações na comunidade para a conscientização sobre o descarte correto do e-Lixo, foram realizadas reuniões e confecção de folders, proporcionando o intercâmbio entre os autores e trabalhadores, técnicos, acadêmicos, professores, gestores da Universidade e comunidade de Santa Helena, buscando a colaboração de todos.

Foram realizadas entrevistas com gestores municipais e gestores de instituições de ensino superior. Foram expostas as informações necessárias ao seu engajamento e eles se sentiram motivados na elaboração e construção do projeto de extensão e posterior organização dos procedimentos a serem replicados nos demais campi da instituição de ensino.

Em relação à participação da direção do campus é importante destacar que foram cedidas algumas ferramentas para desmontagem de materiais, bem como uma sala específica para reciclagem e tratamento de lixo eletrônico, que passou a ser o LARA (Laboratório de Automação e Robótica).

Além disso, várias outras reuniões formais foram realizadas a fim de validar ainda mais as informações necessárias para a organização do projeto.

Destacamos as ações de doação de materiais arrecadados e recuperados que foram entregues à comunidade interna do campus, estes cinco (5) monitores para professores do curso de Ciências Biológicas, três (3) monitores para vigilância do campus, cinco (5) monitores para totens com informações sobre a Universidade, dois (2) scanners para laboratório de botânica e três (3) computadores completos para funcionários terceirizados.

No ensino das disciplinas do Curso de Ciência da Computação, diversos materiais reciclados e tratados foram utilizados para colaborar com a didática das aulas. Na disciplina de Circuitos Digitais foram utilizadas fontes de alimentação, células recarregáveis de baterias, resistores e capacitores para os projetos finais da disciplina utilizando Arduino. Para a Arquitetura de Computadores, componentes de PC como Placa Mãe, Disco Rígido, Placas de Vídeo, Placa de Áudio e outros foram utilizados de forma didática para apresentar as diversas interfaces e conexões de barramento disponíveis. Para a disciplina de Robótica, as fontes e baterias, motores CC (corrente contínua), sensores de contato, infravermelho, encoders, foram utilizados para a construção do protótipo final da disciplina.

A pesquisa destaca o projeto de mestrado sobre Automação de Controle de Temperatura e Umidificação de canteiros de *Agaricus blazei*, em cultivo familiar em Santa Helena / PR, ano 2018. Onde foram utilizados, fontes de alimentação, cabos de rede ethernet UTP CAT -5, roteadores para transmissão de dados para plataforma ThingSpeak de IoT (Internet de Coisas). Também foi realizado o trabalho de conclusão do Curso de Ciência da Computação sobre Prototipagem de um Sistema de Captação de Energia Piezoelétrica para alimentação de componentes IoT, que utilizou componentes recuperados para a construção do circuito retificador de sinal.

No eixo da extensão, em relação à participação da comunidade, está presente na participação de alunos do ensino médio das escolas do município como integrantes das equipes de sumô de robôs. Os robôs foram construídos com materiais reciclados como fontes de alimentação ATX para servir de estrutura, bem como motores de impressora e células de bateria de notebook.

Três acadêmicos do projeto participaram da etapa de ensino de robótica no Centro Educacional Santo Antônio (CESA), e no (CICCA) recebendo auxílio em forma de bolsa. A proposta foi apresentada aos pais dos alunos para aquisição dos kits de ensino do Arduino, utilizando-se de materiais também recuperados do programa. Foi realizado um fim de semana de Prática de Pais e Filhos no LARA. Maior integração da comunidade, famílias e acadêmicos.

As aulas de eletrônica básica, Arduino, simulação de circuitos pelo software Tinkercad e robótica foram ministradas no Centro de Convivência Integral de Crianças e Adolescentes (CCICA). Os materiais didáticos utilizados nas aulas foram todos cedidos do LARA por meio do projeto de extensão. Por se encontrarem em situação de vulnerabilidade, as crianças não puderam adquirir os materiais complementares, mas conseguiram desenvolver seus aprendizados com os materiais recuperados e tratados, pelo que o projeto cumpre a sua função social ao auxiliar na educação das crianças que usufruem dos serviços do (CCICA).

A Figura 1 mostra como os materiais que foram recuperados e estão em boas condições de funcionamento são classificados e cotados para posterior comercialização. Foi desenvolvida uma plataforma web com um banco de dados MySQL conectado ao site do LARA para que os membros do projeto possam controlar o estoque de materiais recuperados. Os materiais são classificados por tipo e localização para facilitar a pesquisa no espaço do LARA. A comercialização dos produtos recuperados representa um benefício adicional para os alunos envolvidos neste trabalho, pois o valor arrecadado pode contribuir para a aquisição de mais ferramentas, filamentos de impressora 3D e novos microcontroladores.

Figura 1. Materiais recuperados e com preços que serão colocados à venda na plataforma web

Código	Descrição	Quantidade	Valor	Categoria	Localização	Estado	Valor Total	Controles
6	Monitor Positivo - po16cmysfmzd	1	169.9	Monitores	1	Funcionando	169.9	<a href="#">Adicionar Quantidade</a> <a href="#">Retirar Quantidade</a> <a href="#">Retirar Quantidade para Doação</a> <a href="#">Retirar Quantidade para Descarte</a> <a href="#">Excluir Item</a>
7	Monitor Acer LCD - x163w a	3	150	Monitores	1	Funcionando	450	<a href="#">Adicionar Quantidade</a> <a href="#">Retirar Quantidade</a> <a href="#">Retirar Quantidade para Doação</a> <a href="#">Retirar Quantidade para Descarte</a> <a href="#">Excluir Item</a>
8	Monitor AOC - lm522	1	160	Monitores	1	Funcionando	160	<a href="#">Adicionar Quantidade</a> <a href="#">Retirar Quantidade</a> <a href="#">Retirar Quantidade para Doação</a> <a href="#">Retirar Quantidade para Descarte</a> <a href="#">Excluir Item</a>
9	Monitor Philips - hns7150t	1	75	Monitores	1	Funcionando	75	<a href="#">Adicionar Quantidade</a> <a href="#">Retirar Quantidade</a> <a href="#">Retirar Quantidade para Doação</a> <a href="#">Retirar Quantidade para Descarte</a> <a href="#">Excluir Item</a>

Fonte: Programa de extensão Coleta, reciclagem e reutilização do lixo

Até 2019, o Projeto de Extensão alcançou um número significativo de pessoas da comunidade interna e externa, tornando-se referência em ação extensionista na região. Em 2020, devido à pandemia e à restrição para realização de algumas atividades na rua, como campanhas de arrecadação, suspensão das aulas nas escolas, a decisão mais acertada foi apoiar as ações de combate à pandemia de Covid-19 por confecção de máscaras para proteção dos profissionais de saúde do município de Santa Helena e região. Para isso, foram utilizados recursos do LARA, como a impressora 3D, e com o apoio da coordenação do curso de Bacharelado em Ciência da Computação, que forneceram filamentos para impressão 3D. Foram confeccionados cerca de 150 protetores faciais, o que se mostrou uma solução barata e sustentável diante da falta de equipamentos de proteção individual (EPIs) para os profissionais de saúde. Doações de protetores incluíram os municípios de Santa Helena, Pato Bragado, Missal, Diamante d'Oeste e Toledo.

O Projeto atingiu alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como o Objetivo 4 (Educação de Qualidade), o Objetivo 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e o Objetivo 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis). O Projeto aumentou a inserção da UTFPR na comunidade, participando da Comissão de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Campus Santa Helena, de acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS do Campus, que contempla esses tipos de resíduos. Destina-se ao envio ao Instituto Ambiental do Paraná - IAP, com o objetivo de solicitar a licença de instalação.

O Projeto de Extensão que envolveu o tratamento de e-Lixo no período 2015/2020, teve resultados positivos, por isso pretende continuar e evoluir constantemente, aprimorando-se e buscando alcançar mais ODS.

#### 4 Considerações finais

O e-Lixo é um dos principais problemas ambientais causados pela dinâmica de consumo. O descarte de lixo eletrônico está relacionado a todas as partes interessadas, desde os formuladores de políticas até os usuários finais. Portanto, uma avaliação da sustentabilidade global do e-Lixo, considerando os três pilares: ambiental, econômico e social, é uma tarefa importante.

As instituições de ensino superior são chamadas a adotar estratégias de desenvolvimento sustentável para dar um impacto positivo à comunidade. A abordagem deste estudo de caso pode ser adotada por outras instituições de ensino superior para reduzir os impactos negativos que a má gestão de resíduos eletrônicos causa ao meio ambiente. Um aspecto importante que surgiu com a implantação do Projeto de Extensão é a sua proposta como estratégia de ensino no ensino superior, graças à cooperação com acadêmicos e às habilidades cognitivas que desenvolveram ao participar do projeto. A experiência proporcionou aos participantes competências acadêmicas, que devem ser analisadas para poder quantificar e ponderar, o que nos motiva a continuar direcionando esforços de pesquisa sobre o assunto em projetos futuros.

A realização deste programa ofereceu uma ferramenta útil para alcançar a gestão adequada do e-Lixo, conseguindo demonstrar uma forma que as universidades podem desenvolver a sustentabilidade em seu ambiente. As universidades devem ser protagonistas desta história. O Projeto de Resíduos Eletrônicos da UTFPR tem alcançado importantes conquistas junto à comunidade interna, externa e da sociedade. Ganhou prêmios, menções honrosas e diversos esclarecimentos para toda a sociedade, devido à sua particularidade. Como comenta Sedlacek (2013), que quando há um trabalho conjunto entre a sociedade, as organizações, as estratégias de sustentabilidade da academia saem do papel e ganham corpo. E essa consciência ambiental foi o conhecimento adquirido com essa experiência. O programa de coleta, reciclagem, tratamento e descarte pode ser uma contribuição para outras universidades que desejam implementar o tratamento adequado de resíduos eletrônicos em seus campi, fornecendo uma visão geral dos processos necessários e as implicações e impactos no trabalho de seus servidores.

## Referências

BALDÉ, C.P., FORTI, V., GRAY, V., KUEHR, R., & STEGMANN, P.. **The Global E-Waste Monitor** 2017. Bonn/ Genebra/Viena: United Nations University. 2017.

BERNHEIM, C. T. CHAIU, M. **Desafios da Universidade na sociedade do conhecimento: cinco anos depois da conferência mundial sobre educação superior**. – Brasília : UNESCO. 2008.

CAO, J., et al. Extended producer responsibility system in China improves e-waste recycling: Government policies, enterprise, and public awareness. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 62(June), 882–894. 2016

DEBNATH, B., CHOWDHURY, R., & GHOSH, S. K. Sustainability of metal recovery from E-waste. **Frontiers of Environmental Science & Engineering**, 12(6), 1–12. 2018

FORTI, V. **The growth of electronic waste and its global implications**. Number 4, year 11. December. (BRASIL) 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo. Atlas S/A. 2002.



KUMAR, A., HOLUSZKO, M., & ESPINOSA, D. C. R.. E-waste: An overview on generation, collection, legislation and recycling practices. **Resources, Conservation and Recycling**, 122, 32–42. 2017.

LEDERER, J., ONGATAI, A., ODEDA, D., RASHID, H., OTIM, S., & NABAASA, M. The generation of stakeholder's knowledge for solid waste management planning through action research: A case study from Busia, Uganda. **Habitat Int.**, 50, 99–109. 2015

MORIN, E., **Seven Complex Lessons in Education for the Future**. Paris: UNESCO. 1999.

RAMPASSO, I. S., SIQUEIRA, R. G., ANHOLON, R., SILVA, D., QUELHAS, O. L. G., LEAL FILHO, W. & BRANDLI, L. L. Some of the challenges in implementing education for sustainable development: perspectives from Brazilian engineering students. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, Vol. 26, No. 4, p. 367-376. 2019.

ROBINSON B.H. E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. **Sci Total Environ**, 408:183–191. 2009.

Sedlacek, S. The role of universities in fostering sustainable development at the regional level. **Journal of Cleaner Production**, 48, 74–84. 2013.

TANSEL, B. . From electronic consumer products to e-wastes: Global outlook, waste quantities, recycling challenges. **Environment International**, 2017, 98, 35–45. 2017

WILLS-JOHNSON, N. Lessons for sustainability from the world's most sustainable culture. **Environment, Development and Sustainability**, 12(6), 909–925. 2010.